Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken

ROK 1.3

Doc. nr. : RTD 1001:2015

Versie : 1.3

Status : Definitief

Datum : 2 april 2015

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.








Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken

ROK 1.3

RTD 1001:2015

Datum 2 april 2015
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS GPO
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	2-4-2015
Status	Definitief
Versienummer	1.3

Voorwoord

Met het publiceren van de Eurocode-delen met bijbehorende Nationale Bijlagen van het Eurocode cluster Bruggen zijn Europese Normen beschikbaar gekomen voor het beoordelen van Rijkswaterstaat Kunstwerken. Met ingang van 1 april 2012 wijst het Bouwbesluit 2012 de Eurocodes aan als normen waarmee de constructieve veiligheid en duurzaamheid van bouwwerken moet worden aangetoond.

Het invoeren van de Eurocodes in Nederland is een moeizaam proces geweest. Deze Eurocodes zijn volgens de Europese wetgeving ingevoerd om economische barrières tussen de lidstaten weg te nemen. De nationale normen op dit gebied (Technische Grondslagen Bouwconstructies = TGB's) zijn ingetrokken op 1 april 2010.

De Eurocodes zijn in Europees verband vastgesteld in de periode 2002 t/m 2005. Voor het toepassen van de Eurocodes in Nederland, moeten deze worden gebruikt in samenhang met de Nationele Bijlage per Eurocode-deel.

De wijzigingen in de regelgeving maken het noodzakelijk om de aanvullende regelgeving van Rijkswaterstaat hierop aan te passen. De goede ervaringen die RWS heeft gehad met de Richtlijnen Ontwerp Betonnen Kunstwerken, ROBK, heeft geleid tot het opstellen van de Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken, ROK. Deze gelegenheid is eveneens aangegrepen om de RWS-richtlijnen uit te breiden tot alle nieuw te bouwen kunstwerken, die in opdracht van RWS worden ontworpen en gebouwd.

ROK versie 1.3 betreft een "update" van eerdere versies. Significante wijzigingen ten opzichte van versie 1.2 zijn in blauwe tekst weergegeven.

Naast eisen aan de constructieve veiligheid en duurzaamheid is besloten om in deze ROK ook andere richtlijnen voor te schrijven, die nodig zijn om geschikte RWS kunstwerken te realiseren.

Voor het beoordelen van bestaande kunstwerken is een ander document opgesteld, namelijk de Richtlijnen Beoordelen Kunstwerken (RBK).

We wensen iedereen die deze ROK gebruikt succes met het realiseren van RWS-kunstwerken en vertrouwen erop dat hierdoor de Nederlandse gemeenschap duurzaam en optimaal zal profiteren van het Hoofdwegennet, het Hoofdvaarwegennet en het Hoofdwatersysteem.

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoudsopgave

1	**Toepassingsgebied ROK**	**10**
1.1	Inleiding	10
1.2	Doelstelling	11
1.3	Wijzigingenbeheer	11
1.4	Definitie kunstwerkcategorieën	11
1.5	Kunstwerksoorten en –benamingen	12
2	**Overzicht normatieve verwijzingen**	**17**
2.1	NEN normen	17
2.2	CUR aanbevelingen en rapporten	26
2.3	CROW richtlijnen	27
2.4	Eigen RWS richtlijnen	27
2.5	Overige richtlijnen en documenten	29
2.6	Onderzoeksrapporten en literatuur	30
3	**Aanvullingen op de Eurocodes en overige ontwerprichtlijnen**	**33**
3.1	Van toepassing zijnde richtlijnen en hun rangorde	33
3.2	Leeswijzer	33
4	**Eurocode – Grondslagen van het constructief ontwerp**	**35**
4.1	Toepassing voor bruggen	35
4.2	Toepassing voor tunnels	36
4.3	Toepassing voor natte kunstwerken	39
4.4	Toepassing voor beweegbare bruggen	40
4.5	Toepassing voor geluidschermen	40
4.6	Toepassing voor verkeerskundige draagconstructies	41
5	**Eurocode 1: Belastingen op constructies**	**43**
5.1	Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	43
5.2	Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand	46
5.3	Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting	46
5.4	Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	46
5.5	Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting	48
5.6	Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering	50
5.7	Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen	50
5.8	Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	61
5.9	Specifieke belastingen op tunnels	68
5.10	Specifieke belastingen op natte kunstwerken	68
5.11	Specifieke belastingen op beweegbare bruggen	85
5.12	Specifieke belastingen op geluidschermen	85
5.13	Specifieke belastingen op verkeerskundige draagconstructies	85
6	**Eurocode 2: Ontwerp en berekening betonconstructies**	**87**
6.1	Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	87

6.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand 103
6.3 Deel 2: Betonnen bruggen 108
6.4 Betonnen bruggen – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet 110
6.5 Tunnels – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet 118
6.6 Natte kunstwerken – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet 125
6.7 Geluidschermen – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet 125
6.8 NEN-EN 13670 Vervaardiging van betonconstructies 125
6.9 NEN-EN 206 / NEN 8005 Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit 142
6.10 NEN-EN 15050 Vooraf vervaardigde betonproducten - Brugelementen 149
6.11 NVN-CEN/TS 1992-4 Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton 149

7 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (en mechanische uitrustingen, inclusief fabricage en uitvoering) 151
7.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen 159
7.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand 160
7.3 Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen 160
7.4 Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten 160
7.5 Deel 1-5: Constructieve plaatvelden 160
7.6 Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies 161
7.7 Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen 161
7.8 Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen 161
7.9 Deel 1-9: Vermoeiing 163
7.10 Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting 164
7.11 Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten 165
7.12 Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700 166
7.13 Deel 2: Stalen bruggen 166
7.14 Deel 5: Palen en damwanden 178
7.15 Natte kunstwerken en mechanische uitrustingen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet 179
7.16 Beweegbare bruggen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet 180
7.17 Geluidsschermen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet 183
7.18 Verkeerskundige draagconstructies – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet 183
7.19 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-1 Constructieve delen van staal en aluminium – Deel 1: Eisen voor conformiteitsbeoordeling van dragende delen 184
7.20 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-2 Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies 184

8 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies 219
8.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen 219
8.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand 219
8.3 Deel 2: Algemene regels en regels voor staal-betonnen bruggen 219

9	**Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies**	**221**
9.1	Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen	221
9.2	Deel 1-2: Algemeen – Ontwerp en berekening van constructies bij brand	221
9.3	Deel 2: Houten bruggen	221
10	**Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies**	**223**
10.1	NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels	223
10.2	NEN-EN 1997-2 Deel 2: Grondonderzoek en beproeving	236
11	**Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies**	**237**
11.1	Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen	237
11.2	Deel 2: Bruggen	238
11.3	Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten	238
12	**Overige materialen waar geen Eurocodes voor zijn**	**239**
12.1	Kunststoffen als constructiemateriaal	239
13	**Overige ontwerprichtlijnen voor kunstwerken**	**241**
13.1	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten	241
13.2	Voegovergangen voor bruggen	241
13.3	Asfalt op brugdekken, kunststofslijtlagen en hydrofoberen	242
13.4	Hemelwaterafvoer	242
13.5	Standaarddetails voor betonnen bruggen	242
13.6	Overgangsconstructies voor bruggen	242
13.7	Brugopleggingen	242
13.8	Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen	243
13.9	Generieke eisen Electrotechnische installaties	243
~~13.10~~	~~Generieke eisen Bediening en Besturing~~	243
13.10	Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en veiligheids- en geluidsschermen op bruggen en viaducten	243
13.11	Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten	245
13.12	Specifieke ontwerprichtlijnen voor tunnels	245
13.13	Specifieke ontwerprichtlijnen voor folieconstructies	252
13.14	Eisen voor hydraulische bewegingswerken	254

1 Toepassingsgebied ROK

1.1 Inleiding

De Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK) is een Kader binnen de Werkwijzer Aanleg van RWS. Het is een verzameling van generieke eisen waaraan het ontwerp en de uitvoering van een nieuw te bouwen kunstwerk moet voldoen. De ROK geldt ook voor nieuwe onderdelen van bestaande kunstwerken, wanneer deze onderdelen worden vervangen, of voor verbredingen wanneer kunstwerken worden uitgebreid.

Het ontwerpen van kunstwerken is een creatief proces dat in alle vrijheid plaats moet vinden. Het product wat hierbij ontstaat, moet echter wel betrouwbaar, duurzaam en functioneel zijn. Om dit aan te tonen zijn eisen en randvoorwaarden nodig. Het overgrote deel van deze eisen is opgenomen in de Eurocodes met bijbehorende Nationale Bijlagen. In aanvulling hierop heeft RWS nog een aantal specifieke eisen, omdat de Eurocode eisen niet streng genoeg zijn, of omdat ze niet voorkomen in de Eurocodes en Nationale Bijlagen. Ook bieden de Eurocodes en Nationale Bijlagen soms keuzemogelijkheden die via deze ROK worden ingevuld.

De ROK beoogd alle richtlijnen te omvatten voor de kunstwerkcategorieën die in paragrafen 1.4 en 1.5 zijn gedefinieerd. Voor de ordening van de eisen is de structuur van de Eurocode gevolgd.

De Eurocodes met Nationale Bijlagen bevatten de eisen voor Constructieve Veiligheid en Duurzaamheid. Er zijn geen Eurocodedelen beschikbaar voor de kunstwerkcategorieën tunnels, natte kunstwerken, beweegbare bruggen, geluidsschermen en verkeerskundige draagconstructies. Hoewel veel van de constructie-onderdelen van deze kunstwerken berekend kunnen worden met de Eurocodes, zijn er specifieke grondslagen, belastingen en materiaaleisen nodig om betrouwbare kunstwerken te realiseren. Hierin is voorzien door in de ROK specifieke eisen op te nemen per categorie.

Voor het ontwerp van nieuw te bouwen kunstwerken zijn ook de Europese uitvoeringsnormen van belang. Deze zijn genoemd bij de aanvullingen op Eurocode 2 “Betonconstructies”, Eurocode 3 “Staalconstructies” en Eurocode 7 “Geotechnisch Ontwerp”.

In deze ROK zijn als aanvulling op de Eurocodes ook andere richtlijnen genoemd, zoals CUR-rapporten, CROW-richtlijnen, en dergelijke en eigen RWS-richtlijnen. De RWS-richtlijnen zijn in het laatste hoofdstuk genoemd. Deze richtlijnen moeten worden toegepast bij het ontwerpen van kunstwerken, maar gaan over andere zaken dan de constructieve veiligheid en de duurzaamheid van de hoofddraagconstructie. Omdat het voor het ontwerpproces nuttig is, bevat de ROK soms ook handreikingen en Best Practices.

In de ROK gaat het over het ontwerp van de kunstwerken, met eventuele mechanische uitrustingen, en niet over het ontwerp van de afmetingen die vanuit functionele eisen nodig zijn. Ook het ontwerp van installaties, die toegevoegd moeten worden vanwege de functionele eisen, zijn geen onderwerp van deze ROK.

Indien een ontwerp wordt overwogen dat voldoet aan afwijkende, maar gelijkwaardige eisen, moet hiervoor, voor de start van het ontwerp, toestemming worden verkregen van de beheercommissie van de ROK.

De ROK is alleen digitaal als pdf-document verkrijgbaar. Via de inhoudsopgave kan worden doorgeklikt naar het gewenste hoofdstuk.

~~De huidige versie van de ROK is nog niet geheel gereed. Met name de grondslagen en belastingen voor Natte Kunstwerken zullen in de toekomst nog verder worden uitgebreid.~~

1.2 Doelstelling

Met de ROK wil Rijkswaterstaat, als deskundig opdrachtgever, eenduidige richtlijnen aangeven voor het ontwerpen van al zijn nieuw te bouwen kunstwerken.

1.3 Wijzigingenbeheer

De gebruikers van de ROK kunnen vragen of wijzigingsvoorstellen over de ROK insturen naar rok-info@rws.nl. Opgemerkt wordt dat dit e-mailadres niet is bedoeld voor algemene vragen over de Eurocodes en Nationale Bijlagen.

~~Er zijn twee klankbord groepen samengesteld uit de gebruikers van de ROK (marktpartijen), één voor betonconstructies en één voor staal- en werktuigbouwkundige constructies. Vragen en/of wijzigingsvoorstellen worden in de klankbordgroepen besproken.~~

Wijzigingen van de ROK worden uitgebracht in de vorm van wijzigingsbladen of van een nieuwe versie. Deze wijzigingen worden door de beheercommissie van de ROK vastgesteld. In een nieuwe versie van de ROK zullen de gewijzigde of nieuwe teksten ten opzichte van de vorige versie in het blauw worden weergegeven.

1.4 Definitie kunstwerkcategorieën

De Eurocodes onderscheiden drie categorieën:

- Gebouwen
- Bruggen
- Overige constructies

Veel typen kunstwerken van RWS worden niet genoemd in de Eurocodes. In de ROK zijn daarom de volgende 6 categorieën benoemd:

- Bruggen
- Tunnels
- Natte kunstwerken
- Beweegbare bruggen
- Geluidsschermen
- Verkeerskundige draagconstructies

De categorieën Gebouwen en Overige constructies worden niet beschouwd als ‘kunstwerken van RWS’ en komen daarom niet voor in de ROK.

De algemene definities van de categorieën zijn opgenomen in tabel 1-1. In de praktijk kunnen ook mengvormen van categorieën voorkomen. In dat geval moet het kunstwerk ten behoeve van het ontwerp gesplitst worden en zijn voor de verschillende kunstwerkdelen de corresponderende ROK-bepalingen van toepassing. Bijvoorbeeld in het geval dat een tunneldak door verkeer wordt belast, moeten voor het betreffende gedeelte de regels voor bruggen worden gehanteerd.

Tabel 1-1: Definities van ROK-categorieën

ROK categorie	Algemene definitie
Bruggen	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij kruising met een andere weg, spoorweg, waterweg of een terreinverdieping.
Tunnels	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij kruising met een andere weg, spoorweg, waterweg of een terreinverdieping, waarbij grond en/of (grond)water moet worden gekeerd en/of een overdekt gedeelte van meer dan 80 m ontstaat voor de onderdoorgaande weg.
Natte kunstwerken	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een vaarweg of waterweg met als doel regulering van de waterstanden, passage van schepen, hoogwaterbescherming, kruising van waterwegen of afvoer van water.
Beweegbare bruggen	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij een kruising met een waterweg, waarbij een deel van de constructie kan worden opengesteld voor passage van scheepvaart. Het beweegbare deel met zijn mechanische uitrustingen behoren tot deze categorie, de rest van het object behoort tot een andere categorie (Bruggen of Natte kunstwerken).
Geluidsschermen	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg met als doel de omgeving af te schermen tegen negatieve effecten van het gebruik van de weg.
Verkeerskundige draagconstructies	Civiel-bouwkundige constructie voor het dragen van verkeersinformatiepanelen en/of –beseining.

1.5 Kunstwerksoorten en –benamingen

Kunstwerken van RWS hebben diverse benamingen. Soms zijn er verschillende benamingen voor hetzelfde type kunstwerk. In tabel 1-2 is aangegeven in welke categorie de verschillende kunstwerken moeten worden ingedeeld.

Tabel 1-2: Indeling van kunstwerken in ROK categorieën

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Bruggen	Brug (vast)	Kunstwerk over een waterweg, watergang of waterloop, bestaande uit een brugdek gesteund door pijlers en/of landhoofden.
Bruggen	Viaduct	Kunstwerk over een weg, spoorweg of terreinverdieping, bestaande uit een dek gesteund door pijlers en landhoofden.
Bruggen	Aanbrug	Brugdeel dat aansluit op de hoofdoverspanning.
Bruggen	Tuibrug	• Zie ook onder kunstwerknaam “Brug” Brug die wordt gedragen door een aantal tuien.
Bruggen	Boogbrug	• Zie ook onder kunstwerknaam “Brug” Brug waarbij de hoofddraagconstructie bestaat uit een belaste boog waarop het brugdek steunt door middel van kolommen, of waarbij het brugdek aan de boog is opgehangen door middel van hangers of trekstangen.
Bruggen	Hangbrug	• Zie ook onder kunstwerknaam “Brug” Brug waarvan het brugdek door kabels of staven is opgehangen aan een of meer draagkabels.
Bruggen	Vakwerkbrug	• Zie ook onder kunstwerknaam “Brug” Brug waarvan de hoofddraagconstructie is opgebouwd als een vakwerkligger.
Bruggen	Fly-over	Kunstwerk in de vorm van een viaduct dat deel uitmaakt van een verkeersbaan en waarmee een verkeerstroom over twee of meer ongelijkvloerse verkeersstromen wordt geleid.
Bruggen	Duiker(brug)	Kunstwerk voor de waterhuishouding, bestaande uit een kokervormige constructie aangebracht onder een weg of spoorweg of in een dam.
Bruggen	Ecoduct	Wildwissel in de vorm van een viaduct voor passages van dieren over een weg of spoorweg.
Bruggen	Overkluizing	In de grond of aardebaan aangebrachte plaatconstructie ter bescherming van leidingen.
Tunnels	Tunnel	Kokervormig kunstwerk onder een of meer wegen, spoorwegen, waterwegen en/of andere hindernissen, als ondergrondse doorgang voor verkeer, leidingen of dieren.

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Tunnels	Afzinktunnel	Tunnel bestaande uit geprefabriceerde elementen, die in drijvende toestand worden verplaatst en in een vooraf gebaggerde sleuf worden afgezonken.
Tunnels	Boortunnel	Ondergrondse tunnel die wordt samengesteld achter een boorinstallatie waarmee de grond aan de kop van de installatie wordt verwijderd.
Tunnels	Open tunnelbak	Open bakconstructie welke onder maaiveld ligt.
Tunnels	Aquaduct	Kunstwerk waarmee een watergang door een bakvormige constructie over een weg, een spoorweg, een andere watergang, een leiding of een terrein wordt geleid.
Tunnels	Onderdoorgang	Kruising van (spoor)wegen waarbij de onderdoorgaande (spoor)weg ligt onder maaiveldniveau.
Tunnels	Fietstunnel	Tunnel voor passage van fietsers onder een weg of spoorweg. Passage ligt onder (grond)waterniveau.
Tunnels	Veetunnel	Tunnel voor passage van vee onder een weg of spoorweg. Passage ligt onder (grond)waterniveau.
Tunnels	Wildtunnel / Faunatunnel / Veetunnel / Fietstunnel	Tunnel voor passages van kleine dieren, vee of fietsers onder een weg of spoorweg. Passage ligt boven (grond-)waterniveau.
Tunnels	Trektunnel	Tunnel die buiten het werk wordt samengesteld en door het uitoefenen van duw- of trekkrachten op zijn plaats wordt gebracht. De trektunnel ligt boven (grond-)waterniveau.
Tunnels	Ecotunnel	Wildwissel in de vorm van een tunnel voor passages van dieren onder een weg of spoorweg.
Tunnels	(Half) verdiepte ligging	Weg onder maaiveldniveau (o.a. bakconstructie, folieconstructies, weg tussen keerwanden of damwanden, etc.).
Natte kunstwerken	Schutsluis	Kunstwerk met een beweegbare waterkering, dat de verbinding vormt tussen twee waterwegen.

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Natte kunstwerken	Stuw	Vaste of beweegbare waterkering voor het stuwen van water tot een gewenst peil.
Natte kunstwerken	Sifon	Duiker die een ander water kruist, waarbij de bovenkant van de duiker onder de kruisende waterbodem ligt.
Natte kunstwerken	Spuisluis	-
Natte kunstwerken	Stormvloedkering	-
Natte kunstwerken	Kade	-
Natte kunstwerken	Haven	-
Natte kunstwerken	Gemaal	-
Natte kunstwerken	Riolering	-
Natte kunstwerken	Waterregulerings-werk	-
Beweegbare bruggen	Brug (beweegbaar)	• Zie ook onder kunstwerknaam “Brug” Gedeelte van een brug die voor het kruisende verkeer geopend kan worden inclusief de daarvoor benodigde bewegingswerken.
Beweegbare bruggen	Aanleginrichting	Het gedeelte van een aanleginrichting dat als brug wordt gebruikt, moet als beweegbare brug worden beschouwd. De rest valt onder natte kunstwerken.
Beweegbare bruggen	Basculebrug	• Zie ook onder “Beweegbare brug” Beweegbare brug waarbij val en staartstuk in elkaars verlengde liggen en het geheel draait om een vaste horizontale as.
Beweegbare bruggen	Draaibrug	• Zie ook onder “Beweegbare brug” Om een verticale as draaibare brug.
Beweegbare bruggen	Hefbrug	• Zie ook onder “Beweegbare brug” Beweegbare brug waarbij een brugdeel rechtstandig vertikaal langs heftorens wordt bewogen.
Beweegbare bruggen	Ophaalbrug	• Zie ook onder “Beweegbare brug” Beweegbare brug waarbij het val over de volle breedte draaiend om horizontale assen opengaat met behulp van de balans met contragewicht, die is opgelegd op de hameistijlen of hameipoort en met het val is verbonden door hangstaven.
Geluidsschermen	Geluidsscherm	Scherm langs wegen om het verkeerslawaai voor de omgeving te verminderen.

ROK categorie	Kunstwerknaam	Omschrijving
Geluidsschermen	Fijnstofscherm	Scherm langs wegen om de luchtkwaliteit van de omgeving te verbeteren.
Geluidsschermen	Luchtscherm	Scherm langs wegen om de luchtkwaliteit van de omgeving te verbeteren.
Geluidsschermen	Veiligheidsscherm	Scherm op kunstwerk voor de veiligheid van het onderdoorgaande verkeer (stenengooiers).
Verkeerskundige draagconstructies	Portaal	-
Verkeerskundige draagconstructies	Uithouder	-

2 Overzicht normatieve verwijzingen

In de ROK worden normen, rapporten, richtlijnen en dergelijke genoemd zonder de actuele versies aan te duiden. In de hierna opgenomen overzichten worden hun officiële naam, versienummer en jaar van uitgifte vastgelegd.

Toelichting:
Het overzicht is niet bedoeld als complete lijst van documenten die voor het ontwerp van belang zijn. De ontwerper is verantwoordelijk voor het hanteren van relevante normen, richtlijnen, etcetera bij het ontwerp.

Opmerking:
In ROK 1.3 zijn relatief veel normen en andere documenten toegevoegd, waarnaar ook al in voorgaande versies in de ROK tekst was verwezen. Dit betreft dus geen nieuwe versies, maar een completering van de lijst.

2.1 NEN normen

Tabel 2-3: Eurocode delen

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 (nl)	Eurocode – Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1:2011
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-2+C1:2011
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-3+C1:2011
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-5+C1:2011
NEN-EN 1991-1-6:2005 (en) inclusief C3:2013	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering (inclusief correctieblad C3:2013)
NEN-EN 1991-1-6:2005/NB:2013 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-6:2005
NEN-EN 1991-1-7+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen
NEN-EN 1991-1-7+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-7+C1:2011

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1991-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen
NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-2+C1:2011
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2:2011
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-2+C1:2011
NEN-EN 1992-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Betonnen bruggen – Regels voor ontwerp, berekening en detaillering
NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-2+C1:2011
NEN-EN 1992-3:2006 (en)	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen
NEN-EN 1992-3:2006/NB:2011 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-3:2006
NEN-EN 1993-1-1+C2:2011 (nl) inclusief A1:2014	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (inclusief wijzigingsblad A1:2014)
NEN-EN 1993-1-1+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-1+C2:2011
NEN-EN 1993-1-2+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand
NEN-EN 1993-1-2:2005+C1:2006/NB:2007 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-2:2005+C1:2006
NEN-EN 1993-1-3:2006 (en) inclusief C3:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormdedunwandige profielen en platen (inclusief correctieblad C3:2009)
NEN-EN 1993-1-3:2006/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-3:2006 en C3:2009
NEN-EN 1993-1-4:2006 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor roestvaste staalsoorten
NEN-EN 1993-1-4:2006/NB:2012 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-4:2006
NEN-EN 1993-1-5+C1:2012 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-5: Constructieve plaatvelden
NEN-EN 1993-1-5:2006/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-5:2006 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-6:2007 (en) inclusief C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-1-6:2007/NB:2012 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-6:2007 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-7:2008 (en) inclusief C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-1-7:2008/NB:2011 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-7:2008 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
NEN-EN 1993-1-8+C2:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-8+C2:2011

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1993-1-9+C2:2012 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing
NEN-EN 1993-1-9:2006/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-9 en C2:2009
NEN-EN 1993-1-10+C2:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting
NEN-EN 1993-1-10:2006+ C1:2006/NB:2007 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-10:2006+C1:2006
NEN-EN 1993-1-11+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten
NEN-EN 1993-1-11:2007/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-11:2007 en C1:2009
NEN-EN 1993-1-12+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700
NEN-EN 1993-1-12:2007/NB:2011 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-1-12:2007
NEN-EN 1993-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen
NEN-EN 1993-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-2+C1:2011
NEN-EN 1993-5:2008 (en) inclusief C1:2009	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 5: Palen en damwanden (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN 1993-5:2008/NB:2012 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1993-5:2008 en C1:2009
NEN-EN 1994-1-1+C1:2011 (nl)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
NEN-EN 1994-1-1+C1:2011/NB:2012 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1994-1-1+C1:2011
NEN-EN 1994-1-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand
NEN-EN 1994-1-2:2005/NB:2007 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1994-1-2:2005
NEN-EN 1994-2+C1:2011 (nl)	Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 2: Algemene regels en regels voor bruggen
NEN-EN 1994-2+C1:2011/NB:2011 (nl)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1994-2+C1:2011
NEN 9997-1+C1:2012 (nl)	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels. Samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/C1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1
NEN-EN 1997-2:2007 (en) inclusief C1:2010	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving (inclusief correctieblad C1:2010)
NEN-EN 1997-2:2007/NB:2011 (en)	Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-2:2007 en C1:2010
NEN-EN 1998-1:2005 (en) inclusief C1:2009 inclusief A1:2013	Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen (inclusief correctieblad C1:2009 en wijzigingsblad A1:2013)

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1998-2:2006 (en) inclusief A1:2009 inclusief C1:2010 inclusief A2:2011	Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 2: Bruggen (inclusief correctieblad C1:2009 en wijzigingsbladen A1:2009 en A2:2011)
NEN-EN 1998-5:2005 (en)	Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten

Tabel 2-4: Overige NEN-normen

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN 3868:2001 (nl)	Voorspanstaal
NEN 5254:2003 (nl)	Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem)
NEN 5970:2001 (nl)	Bepaling van de druksterkte-ontwikkeling van jong beton op basis van de gewogen rijpheid
NEN 6008:2008 (nl)	Betonstaal
~~NEN 6722:2002 (nl)~~	~~Voorschriften Beton – Uitvoering~~
NEN 6786:2001 (nl) inclusief A1:2002 (nl)	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB) (inclusief wijzigingsblad A1:2002)
NEN 6787:2003 (nl)	Het ontwerpen van beweegbare bruggen - Veiligheid
NEN 7030:1975 (nl)	Waterkerende dilatatievoegstroken en al of niet waterkerende oplegstroken van rubber
NEN 8005:2014 (nl) ~~incl. wijzigingsblad A1:2011 (nl)~~	Nederlandse invulling van NEN-EN 206~~-1~~: Beton – ~~Deel 1:~~ Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 40-1:1994 (nl)	Lichtmasten - Deel 1: Termen en definities
NEN-EN 40-2:2004 (en)	Lichtmasten - Deel 2: Algemene eisen en afmetingen
NEN-EN 40-3-1:2013 (en)	Lichtmasten - Deel 3-1: Ontwerp en verificatie - Eisen voor de karakteristieke belastingen
NEN-EN 40-3-3:2013 (en)	Lichtmasten - Deel 3-3: Ontwerp en verificatie – Verificatie door berekening
NEN-EN 40-5:2002 (en)	Lichtmasten - Deel 5: Eisen voor stalen lichtmasten
NEN-EN 40-6:2002 (en)	Lichtmasten - Deel 6: Eisen voor aluminium lichtmasten
NEN-EN 81-58:2003 (en)	Veiligheidsvoorschriften voor het vervaardigen en het aanbrengen van liften - Onderzoek en beproevingen – Deel 58: Beproeving van brandwerendheid van schachtdeuren
NEN-EN 206~~-1+A1+A2~~:2014 (en)	Beton – ~~Deel 1:~~ Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
NEN-EN 446:2007 (en)	Injectiemortel voor voorspankabels – Werkwijzen voor het injecteren
NEN-EN 1090-1:2009 +A1:2011 (nl)	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 1: Eisen voor het vaststellen van de conformiteit van constructieve onderdelen
NEN-EN 1090-2:2008 +A1:2011 (nl)	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructie
NEN-EN 1317-1:2010 (en)	Afschermende constructies voor wegen - Deel 1: Terminologie en algemene criteria voor beproevingsmethoden
NEN-EN 1317-2:2010 (en)	Afschermende constructies voor wegen - Deel 2: Prestatieklassen, botsproef-beoordelingscriteria en beproevingsmethoden voor vangrails en voertuiggeleiding

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 1317-3:2010 (en)	Afschermende constructies voor wegen – Deel 3: Prestatieklassen, beoordelingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor obstakelbeveiligers
NEN-EN 1317-5:2007+A2:2012 (en) inclusief C1:2012	Afschermende constructies voor wegen - Deel 5: Producteisen en conformiteitsbeoordeling voor afschermende constructies voor wegvoertuigen (inclusief correctieblad C1:2012)
NEN-EN 1317-7:2012 Ontw. (en)	Afschermende constructies voor wegen - Deel 7: Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor uiteinde van vangrails
NEN-EN 1369:2012 (en)	Gieterijtechniek – Magnetisch onderzoek
NEN-EN 1371-1: 2011 (nl)	Gieterijtechniek – Penetrantonderzoek – Deel 1: Zand, met de zwaartekracht en onder lagedruk gegoten gietstukken
NEN-EN 1371-2:1998 (nl)	Gieterijtechniek – Penetrantonderzoek – Deel 2: Precisiegietstukken
NEN-EN 1504-1:2005 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 1: Definities
NEN-EN 1504-2:2004 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling – Deel 2: Oppervlaktebeschermingssystemen voor beton
NEN-EN 1504-3:2005 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 3: Constructieve en niet-constructieve reparatie
NEN-EN 1504-5:2013 (en)	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 5: Injecteren van beton
NEN-EN 1563: 2012 (en)	Gieterijtechniek – Nodulair gietijzer
NEN-EN 10025-1:2004 (nl)	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10025-2:2004 (nl)	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
NEN-EN 10025-3:2004 (nl)	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor normaalgegloeid/ normaliserend gewalst fijnkorrelig constructies
NEN-EN 10083-1:2006 (nl)	Veredelstaal – Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10083-2:2006 (nl)	Veredelstaal – Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongeleerd staal
NEN-EN 10083-3:2006 (nl)	Veredelstaal – Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor gelegeerd staal
NEN-EN 10084:2008 (en)	Carboneerstaal - Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10160:1999 (nl)	Ultrasoon onderzoek van platte producten van staal met een dikte gelijk aan of groter dan 6 mm (reflectiemethode)
NEN-EN 10164:2004 (nl)	Producten van staal met verbeterde vervormingseigenschappen loodrecht op het productoppervlak - Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10204:2004 (nl)	Producten van metaal – Soorten keuringsdocumenten

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN 10210-1:2006 nl	Warmvervaardigde buisprofielen voor constructiedoeleinden van ongelegeerd en fijnkorrelig staalsoorten - Deel 1: Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10219-1:2006 (nl)	Koudvervaardigde gelaste buisprofielen voor constructiedoeleinden van ongelegeerd en fijnkorrelig staal - Deel 1: Technische leveringsvoorwaarden
NEN-EN 10228-1:1999 (en)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 1: Magnetisch onderzoek
NEN-EN 10228-2:1998 (nl)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 2: Penetrantonderzoek
NEN-EN 10228-3:1998 (nl)	Niet-destructief onderzoek van smeedstukken van staal – Deel 3: Ultrasoon onderzoek van smeedstukken van ferritisch en martensitisch staal
NEN-EN 10250-1:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 1: Algemene eisen
NEN-EN 10250-2:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 2: Ongelegeerd kwaliteits- en speciaalstaal
NEN-EN 10250-3:1999 (en)	Vrij-smeedwerk van staal voor algemene constructiedoeleinden – Deel 3: Gelegeerd speciaalstaal
NEN-EN 10308:2001 (en)	Niet-destructief onderzoek – Ultrasoon onderzoek van staven van staal
NEN-EN 10340:2007 (en) inclusief C1:2008	Gietstaal voor constructief gebruik (inclusief correctieblad C1:2008)
NEN-EN 12390-8:2009 (en)	Beproeving van verhard beton – Deel 8: Indringdiepte van water onder druk
~~NEN-EN 12517-1:2006 (en)~~	~~Niet-destructieve beproeving van lassen – Deel 1: Evaluatie van onderzoek van lasverbindingen in staal, nikkel, titanium en hun legeringen met radiografie – Aanvaardbaarheidsniveaus~~
NEN-EN 12680-1:2003 (en)	Gieterijtechniek – Ultrasoon onderzoek – Deel 1: Gietstukken van staal voor algemene doeleinden
NEN-EN 12680-3:2011 (en)	Gieterijtechniek – Ultrasoon onderzoek – Deel 3: Gietstukken van nodulair gietijzer
NEN-EN 12681:2003 (en)	Gieterijtechniek – Radiografisch onderzoek
NEN-EN 12699:2011 (nl)	Uitvoering van bijzonder geotechnisch werk – Verdringingspalen
NEN-EN 12794:2005+A1:2007 (en) inclusief C1:2008	Vooraf vervaardigde betonproducten – Heipalen (inclusief correctieblad C1: 2008)
NEN-EN 13369:2013 (en)	Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten
NEN-EN 13670:2009 (nl)	Het vervaardigen van betonconstructies
NEN-EN 15617:2009 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Gebruik van time-of-flight diffractie techniek (TOFD) – Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN 15050:2007+A1:2012 (en)	Vooraf vervaardigde betonproducten – Brugelementen
NEN-EN-ISO 643:2013 (en)	Staal – Microscopische bepaling van de schijnbare korrelgrootte
NEN-EN-ISO 898-1:2013 (en)	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van koolstofstaal en gelegeerd staal - Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden met gespecificeerde eigenschapsklassen - Ruwe schroefdraad en metrische fijne schroefdraad
NEN-EN-ISO 945-1:2008 (en) inclusief C1:2010	Microstructuur van gietijzer – Deel 1: Grafietclassificatie door visuele analyse (inclusief correctieblad C1:2010)

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN-ISO 1461:2009 (nl)	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen – Specificaties en beproevingsmethoden
NEN-EN-ISO 2409:2013 (en)	Verven en vernissen - Ruitjesproef
NEN-EN-ISO 2812-2:2007 (en)	Verven en vernissen - Bepaling van de weerstand tegen vloeistoffen - Deel 2: Methode met onderdompeling in water
NEN-EN-ISO 3506-1:2009 (en)	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van corrosievast staal - Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden
NEN-EN-ISO 3506-2:2009 (en)	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van corrosievast staal - Deel 2: Moeren
NEN-EN-ISO 3834-1:2006 (nl)	Kwaliteitseisen voor smeltlassen van metalen - Deel 1: Richtlijnen voor de selectie van het geschikte niveau van kwaliteitseisen
NEN-EN-ISO 3834-2:2006 (nl)	Kwaliteitseisen voor smeltlassen van metalen - Deel 2: Uitgebreide kwaliteitseisen
NEN-EN-ISO 3834-3:2006 (nl)	Kwaliteitseisen voor smeltlassen van metalen - Deel 3: Standaard kwaliteitseisen
NEN-EN-ISO 3834-4:2006 (nl)	Kwaliteitseisen voor smeltlassen van metalen - Deel 4: Elementaire kwaliteitseisen
NEN-EN-ISO 3834-5:2006 (nl)	Kwaliteitseisen voor smeltlassen van metalen - Deel 5: Documenten waaraan men moet voldoen om aanspraak te kunnen maken op overeenstemming met de kwaliteitseisen van ISO 3834-2, ISO 3834-3 of ISO 3834-4
NEN-EN-ISO 4063:2010 (en)	Lassen en verwante processen - Termen voor processen en referentienummer
NEN-EN-ISO 4624:2003 (en)	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting
NEN-EN-ISO 4628-2:2003 (en)	Verven en vernissen - Beoordeling van de kwaliteitsafbraak van verflagen - Aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken – Deel 2: Beoordeling van de mate van blaarvorming
NEN-EN-ISO 4628-3:2003 (en)	Deel 3: Beoordeling van de mate van roestvorming
NEN-EN-ISO 4628-4:2003 (en)	Deel 4: Beoordeling van de mate van barstvorming
NEN-EN-ISO 4628-5:2003 (en)	Deel 5: Aanduiding van de mate van afbladdering
NEN-EN-ISO 4628-6:2011 (en)	Deel 6: Beoordeling van de mate van krijten met tape-methode
NEN-EN-ISO 5817:2014 (en)	Lassen - Smeltlasverbindingen in staal, nikkel, titanium en hun legeringen (laserlassen en elektronenbundellassen uitgezonderd) - Kwaliteitsniveaus voor onvolkomendheden
NEN-EN-ISO 8062-3:2007 (en) incl C1:2009	Geometrische Productspecificaties (GPS) - Toleranties op afmetingen en geometrie voor in een matrijs of gietvorm vervaardigde producten - Deel 3: Algemene toleranties op afmetingen en geometrie en bewerkingstoeslagen voor gietstukken (inclusief correctieblad C1:2009)
NEN-EN-ISO 8501-2:2001 (en)	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 2: Voorbehandeling voor voorheen bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen
NEN-EN-ISO 8501-3:2007 (en)	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 3: Reinheidsgraden van lassen, zaagsneden en andere gebieden met oppervlakteonvolkomenheden
NEN-EN-ISO 9606-1:2013 (en)	Kwalificatiebeproevingen van lassers - Smeltlassen - Deel 1: Staalsoorten

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-EN-ISO 9712:2012 (nl)	Niet-destructief onderzoek - Kwalificatie en certificatie van NDO-personeel
NEN-EN-ISO 10675-1:2013 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus voor radiografische beproeving - Deel 1: Staal, nikkel, titanium en hun legeringen
NEN-EN-ISO 10863:2011 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Ultrasoon onderzoek - Gebruik van time-of-flight diffractie techniek (TOFD)
~~NEN-EN-ISO 11341:2004 (en)~~	~~Verven en vernissen - Kunstmatige verwering en blootstelling aan kunstmatige straling - Blootstelling aan gefilterde xenonboogstraling~~
NEN-EN-ISO 11666:2010 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Ultrasoon onderzoek - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO 11699-1:2011 (en)	Niet-destructief onderzoek – Industriële radiografische film – Deel 1: Classificatie van filmsystemen voor industriële radiografie
NEN-EN-ISO 14731:2006 (nl)	Lascoördinatie - Taken en verantwoordelijkheden
NEN-EN-ISO 14732:2013 (en)	Laspersoneel - Het kwalificeren van bedieners en lasinstellers voor het gemechaniseerd en automatisch lassen van metalen
NEN-EN-ISO 15609-2:2001 (en)	Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen – Lasmethodebeschrijving – Deel 2: Autogeenlassen
NEN-EN-ISO 15609-2:2001/A11:2003 (en)	Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen – Lasmethodebeschrijving – Deel 2: Autogeenlassen – Aanvulling
NEN-EN-ISO 15614-1:2004 (nl) inclusief A1:2008 (nl) inclusief A2:2012 (en)	Beschrijven en goedkeuren van lasmethoden voor metalen - Lasmethodebeproeving - Deel 1: Boog- en autogeenlassen van staal en booglassen van nikkel en nikkellegeringen (inclusief wijzigingsbladen A1:2008 en A2:2012)
NEN-EN-ISO 16474-1:2013 (en)	Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 1: Algemene richtlijn
NEN-EN-ISO 16474-2:2013 (en)	Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 2: Xenon-arc lampen
NEN-EN-ISO 16474-3:2013 (en)	Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 3: Fluorescerende UV-lampen
ISO 16474-4:2013 (en)	Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 4: Carbor
NEN-EN-ISO 17635:2010 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Algemene regels voor metalen
NEN-EN-ISO 17636-1:2013 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen - Radiografisch onderzoek - Deel 1: Röntgen- en gammastralingstechnieken met film
NEN-EN-ISO 17640:2010 (en)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Ultrasoon onderzoek – Technieken, onderzoeksniveaus en beoordeling
NEN-EN-ISO 17663:2009 (en)	Lassen – Richtlijnen voor kwaliteitseisen voor warmtebehandeling in verbinding met lassen en verwante processes
NEN-EN-ISO 23277:2009 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Penetrantonderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO 23278:2009 (nl)	Niet-destructief onderzoek van lassen – Magnetisch onderzoek van lassen - Aanvaardbaarheidsniveaus
NEN-EN-ISO/IEC 17020:2012 (en)	Algemene criteria voor het functioneren van verschillende soorten instellingen die keuringen uitvoeren
NEN-EN-ISO/IEC 17024:2012 (en)	Conformiteitsbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die certificatie van personen uitvoeren

Versie : jaar (taal)	Titel
NEN-ISO 6336-5:2003 (en)	Berekening van de belastbaarheid van tandwielen met rechte en schuine vertanding - Deel 5: Sterkte en kwaliteit van de materialen
NEN-ISO 19840:2012 (en)	Verven en vernissen - Corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen op - Meetmethode en aanvaardingscriteria voor de droge laagdikte op ruwe oppervlakken
NEN-ISO 20340:2009 (en)	Verven en vernissen - Prestatie-eisen voor beschermende verfsystemen voor buitengaatse en gerelateerde constructies
ISO 12944-1:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 1: General introduction
ISO 12944-2:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 2: Classification of environments
ISO 12944-3:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 3: Design considerations
ISO 12944-4:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 4: Types of surface and surface preparation
ISO 12944-5:2007 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 5: Protective paint systems
ISO 12944-6:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 6: Laboratory performance test methods
ISO 12944-7:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 7: Execution and supervision of paint work
ISO 12944-8:1998 (en)	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 8: Development of specifications for new work and maintenance
NPR-CEN-ISO/TR 15608:2013 (en)	Lassen – Leidraad voor groepsindeling van metalen
~~NVN 6724:2001 (nl)~~	~~Voorschriften Beton – In de grond gevormde funderingselementen van beton of mortel~~
NVN-CEN/TS 1992-4-1:2012 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-1: Algemeen
NVN-CEN/TS 1992-4-1/NB:2012 (en)	Nationale bijlage bij NVN-CEN/TS 1992-4-1:2012 (en)
NVN-CEN/TS 1992-4-2:2012 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-2: Ankerbouten
NVN-CEN/TS 1992-4-3:2012 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-3: Ankerrails
NVN-CEN/TS 1992-4-4:2012 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-4: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd – Mechanische systemen
NVN-CEN/TS 1992-4-5:2012 (en)	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton – Deel 4-5: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd – Chemische systemen
NPR 2053:2012 (nl)	Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen
NVN-ENV 1317-4:2001 (en)	Afschermende constructies voor wegen - Deel 4: Prestatieklassen, aanvaardingscriteria voor botsproeven en beproevingsmethoden voor begin- en eindconstructies en overgangsconstructies van geleiderail

Versie : jaar (taal)	Titel
NPR-CEN/TR 1317-6:2012 (en)	Afschermende constructies voor wegen – Afschermende systemen voor voetgangers – Deel 6: Borstwering voor voetgangers
NPR-CEN/TS 1317-8:2012 (en)	Afschermende constructies voor wegen - Deel 8: Afschermende constructies voor motoren op wegen welke de ernst van botsingen van motorrijders tegengaan door middel van vangrails
NPR-CEN/TS 14754-1:2007 (en)	Curing compounds – Beproevingsmethoden – Deel 1: Bepaling van de efficiëntie van de waterretentie van standaard curing compounds
CWA 14646:2003 (en)	Eisen aan het installeren van voorspansystemen voor voorgespannen constructies en kwalificering van het gespecialiseerde bedrijf en het personeel

2.2 CUR aanbevelingen en rapporten

Tabel 2-5: CUR Aanbevelingen en rapporten

Versie (jaar)	Titel
CUR Rapport 166 (2012)	Damwandconstructies (6e druk, deel 1+2) inclusief Errata (2014)
CUR Rapport 198 (2000)	Kerende constructies in gewapende grond. Taludhelling steiler dan 70° inclusief Errata (2012)
CUR Rapport 211E (2013)	Quay Walls-Second Edtion (Handboek kademuren) inclusief Errata (2013)
CUR/COB Rapport 221 (2009)	Handboek Folieconstructies. Voor verdiept aangelegde infrastructuur
CUR/COB Rapport 231 (2010)	Handboek diepwanden – Ontwerp en uitvoering, inclusief Errata (2012)
CUR Rapport 2001-8 (2001)	Bearing capacity of steel pipes (with Addendum in Dutch)
CUR Rapport 2003-7 (2003)	Bepaling geotechnische parameters
CUR Rapport 2006-1 (2006)	Veiligheid van hulpconstructies voor het realiseren van betonwerk
CUR Rapport 2008-2 (2008)	Van onzekerheid naar betrouwbaarheid, handreiking voor geotechnisch ontwerpers
CUR Aanbeveling 2 (1983)	Voorspanstaal en voorspanelementen, bescherming en verwerking
CUR Aanbeveling 6 (1984)	Toelaatbaarheid van putcorrosie in voorspanstaal
CUR Aanbeveling 24 (1991)	Krimparme cementgebonden mortels
CUR Aanbeveling 39 (1994)	Beton met grove lichte toeslagmaterialen
CUR Aanbeveling 68 (2012)	Vijzelen en Schuiven; Constructieve eisen en bepalingsmethoden (tweede, herziene uitgave)
CUR Aanbeveling 76 (2014)	Rekenregels voor diepwanden (tweede, herziene uitgave)
CUR Aanbeveling 77 (2014)	Rekenregels voor ongewapende onderwaterbetonvloeren (tweede, herziene uitgave)
CUR Aanbeveling 81 (2001)	Vijzelen en Schuiven; Uitvoeren
CUR Aanbeveling 84 (2002)	Cement-bentoniet wanden
CUR Aanbeveling 89 (2006)	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (tweede, herziene uitgave)
CUR Aanbeveling 96 (2003)	Vezelversterkte kunststoffen in civiele draagconstructies
CUR Aanbeveling 100 (2013)	Schoon beton. Criteria voor de specificatie en beoordeling van betonoppervlakken (tweede, herziene uitgave)

2.3 CROW richtlijnen

Tabel 2-6: CROW Richtlijnen

Versie (jaar)	Titel
CROW publicatie 202 (2004)	Handboek Veilige inrichting van bermen – Niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom
CROW publicatie 298 (2012)	GCW 2012 - Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen
CROW publicatie 706 (2000)	ROA Handboek Bermbeveiligingsvoorzieningen

2.4 Eigen RWS richtlijnen

De eigen richtlijnen van RWS zijn~~, zodra ze beschikbaar zijn,~~ op de volgende website te downloaden:
http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/bouwrichtlijnen_infrastructuur/

~~De richtlijnen van RWS die daar zijn opgenomen, zijn van toepassing.~~

Tabel 2-7: Eigen RWS richtlijnen

Versie (jaar)	Titel
Component-specificatie Verkeerskundige Draagconstructies (2012)	- Componentspecificatie Verkeerskundige Draagconstructies versie 3.0 d.d. 1 maart 2012 - Verkeerskundige DraagConstructies (VDC's), Beschrijving standaard RWS VDC's, doc. VDC 2011-001, versie 2.0 d.d. 22-03-2012, inclusief: - NBD00002, Constructienummers, Verrichten van Metingen en NDO, d.d. 01-01-2015; - ~~NBD00003, Aanbrengen van Constructienummers d.d. 890401~~; - ~~NBD00004, Conservering nalaksystemen:2005~~; - NBD16343, Conserveringsproductblad portalen (informatief). Noot: deze documenten zijn verkrijgbaar op de volgende website: http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/bouwrichtlijnen_infrastructuur/portalen/ *Toelichting:* *In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld op bovengenoemde website).*
~~SATO (2005)~~	~~Specifieke Aspecten Tunnel Ontwerp~~
RVW 2011	Richtlijnen Vaarwegen 2011 inclusief supplement d.d. 5-11-2013
Rapport nr. 22	Regenwaterafvoer, deel II: Afvoergoten en putten, mei 1990 (wordt RTD 1008)
ViN 2013	Vaarwegen in Nederland, editie februari 2013
~~Meerkeuzematrix voegovergangen~~	~~Meerkeuzematrix voegovergangen, versie 4, d.d. 12-4-2010 (wordt RTD 1007-1)~~
~~NBD00100 (2004)~~	~~Eisen Handelsproducten; Handelsproducten zoals toegepast in werktuigkundige installaties van kunstwerken~~
~~NBD00400 (2006)~~	~~Eisen voor enkelvoudige voegovergangen, versie 1.0 (is vervangen door RTD 1007-2)~~
~~NBD00401 (2010)~~	~~Geluidseisen voegovergangen, versie 2 (is vervangen door RTD 1007-3)~~
~~NBD00500 (2005)~~	~~Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen~~
~~NBD00639 (2005)~~	~~Eisen staalkabels : leveringsvoorwaarden, kwaliteitseisen en keuringseisen voor staalkabels~~
~~NBD00702A (2009)~~	~~Eisen voor brugopleggingen (versie 13-08-2009) met losse bijlage belastingscombinaties (versie 6-12-2011) (is vervangen door RTD 1012)~~

Versie (jaar)	Titel
~~NBD00710 (2007)~~	~~Eisen voor meervoudige voegovergangen (is vervangen door RTD 1007-2)~~
NBD00730 (2009)	Standaarddetails voor betonnen bruggen, versie 1.1 (wordt RTD 1010)
~~NBD00750 (2006)~~	~~Overgangsconstructies (stootplaten) (wordt RTD 1011)~~
NBD06000 (2005)	Eisen voor hydraulische bewegingswerken
NBD09799 (2001)	Eisen Kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw waaronder regeneraat- en recycling kunststoffen
NBD10005 (2005)	Eisen conservering stalen- en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken
~~NBD10201 (2004)~~	~~Epoxy slijtlagen op staal~~
NBD10300 (2010)	Eisen thermische spuitlagen: Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie
NBD16312 (2011)	Verfsystemen voor onderwatertoepassingen (immersiebelasting) (informatief)
NBD16325 (2006)	Verfsystemen voor atmosferische belasting zonder UV (informatief)
NBD16365 (2006)	Verfsystemen voor atmosferische belasting met UV (informatief)
RTD 1002 (2014)	Hydrofoberen van beton, Aanvullende eisen ten aanzien van NEN-EN 1504-2, versie 2, d.d. 03-07-2014
RTD 1003	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen voor vaste bruggen (nog niet beschikbaar)
RTD 1004	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten (nog niet beschikbaar)
RTD 1005	Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten (nog niet beschikbaar)
RTD 1007-1 (2013)	Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen
RTD 1007-2 (2014)	Eisen voor voegovergangen, versie 3.0 d.d. 01-12-2014
RTD 1007-3 (2013)	Geluideisen voegovergangen
RTD 1007-4 (2013)	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies ~~(nog niet beschikbaar)~~
RTD 1008	Richtlijnen ontwerp hemelwaterafvoer van wegen en kunstwerken (nog niet beschikbaar)
RTD 1009 (2012)	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD 1010	Standaarddetails voor betonnen bruggen (nog niet beschikbaar)
RTD 1011 (2014)	Eisen stootplaten (vervangt NBD00750)
RTD 1012 (2015)	Eisen voor brugopleggingen
RTD 1014 (2012)	Generieke eisen elektrotechnische installaties
RTD 1015 (2014)	Eisen voor kunststofslijtlagen (vervangt NBD10201)
RTD 1018 (2014)	Eisen Handelsproducten; Handelsproducten zoals toegepast in werktuigkundige installaties van kunstwerken (vervangt NBD00100)
RTD 1019 (2014)	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen (vervangt NBD00500)
RTD 1020 (2014)	Eisen staalkabels: leveringsvoorwaarden, kwaliteitseisen en keuringseisen voor staalkabels (vervangt NBD00639)
RTD 1022 (2015)	Richtlijnen veiligheidsschermen
RTD 1023	Buigslappe voegen (nog niet beschikbaar)

2.5 Overige richtlijnen en documenten

Tabel 2-8: Overige richtlijnen en documenten

Versie (jaar)	Titel	Verkrijgbaar bij
BRL 0501 (2010)	Beoordelingsrichtlijn 0501 – Betonstaal	www.komo.nl
BRL 0503 (2012)	Beoordelingsrichtlijn 0503 – Buig- en vlechtwerk en gehechtlaste (prefab) wapeningsconstructies	www.komo.nl
BRL 0504 (2012)	Beoordelingsrichtlijn 0504 – Mechanische verbindingen van betonstaal	www.komo.nl
BRL 0506 (2012)	Beoordelingsrichtlijn 0506 – Stekken- en doorkoppelbakken	www.komo.nl
BRL 0509 (2009)	Beoordelingsrichtlijn 0509 – Aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton	www.komo.nl
BRL 0512 (2007)	Beoordelingsrichtlijn 0512 – Krachtlas-verbindingen met betonstaal en stalen strippen	www.komo.nl
BRL 1801 (2013)	Beoordelingsrichtlijn 1801 – Betonmortel, inclusief wijzigingsblad 2014	www.komo.nl
BRL 2401 (2013)	Beoordelingsrichtlijn 2401 – Voorspanstaal	www.komo.nl
BRL 2817 (2012)	Beoordelingsrichtlijn 2817 – Cementgebonden afstandhouders	www.komo.nl
BRL 3201 (2009)	Beoordelingsrichtlijn 3201 – Het toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies	~~IKOB-BKB, Intron,~~ www.komo.nl
~~89/106/EEG (1992)~~	~~Richtlijn van de Raad van 21 december 1988 betreffende de onderlinge aanpassing van de wettelijke en bestuursrechtelijke bepalingen der Lidstaten inzake voor de bouw bestemde produkten~~	~~eur-lex.europa.eu~~
305/2011/EU (2011)	Construction Products Regulation (CPR)	eur-lex.europa.eu
2006/87/EG (2006)	Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad van 12 december 2006 tot vaststelling van de technische voorschriften voor binnenschepen en tot intrekking van Richtlijn 82/714/EEG van de Raad	eur-lex.europa.eu
ASTM A380M (2013)	Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems	www.astm.org
ASTM D4752 (2010)	Standard Practice for Measuring MEK Resistance of Ethyl Silicate (Inorganic) Zinc-Rich Primers by Solvent Rub	www.astm.org
CTO 3L10314254 (1984)	Voorschrift NS d.d. 840807	
ETAG 001 (2007)	Metal Anchors for Use in Concrete, Part 1, 2, 3, 4 and 5, with amendments 2007-2011 en annexen. Volgens EOTA te gebruiken als EAD	www.eota.be
FIB Bulletin 30 (2005) inclusief corrigendum 1 (2009)	Acceptance of stay cable systems using prestressing steels, Task group 9.2 Inclusief corrigendum 1 (2009)	www.fib-international.org
LTS Versie 1.2	Landelijke TunnelStandaard	www.rijkswaterstaat.nl
NACE SP 0188 (2006)	Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates	web.nace.org

Versie (jaar)	Titel	Verkrijgbaar bij
NACE No. 5/SSPC-SP 12 (2002)	Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating	web.nace.org www.sspc.org
OGOS-500-TRL (2010)	Eisen thermisch gespoten deklagen: Eisendeel	OGOS
OGOS-501-TRL (2010)	Eisen thermisch gespoten deklagen: Handreiking	OGOS
Ontwerp van Schutsluizen (2000)	Ontwerp van Schutsluizen, R.C.A. Beem, A. Glerum, P.L. Spits, Bouwdienst RWS	RWS
OVS00030-6	OntwerpVoorSchrift 00030 “Kunstwerken - Deel 6, Aanvullingen en wijzigingen op NEN-EN normen”, versie 004, Prorail	Prorail
SCON-2007-337-TCE	“Code of Practice” Metaalconservering, PSIBouw	PSIBouw
SCON-2008-683-TCE	Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst – deelrapport 2, voorlopige systeemeisen, PSIBouw	PSIBouw
SSPC-SP1 (2000)	Solvent cleaning	www.sspc.org
SSPC VIS 4/NACE VIS7 (2001)	Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting	www.sspc.org
TAW Leidraad (2003)	TAW Leidraad Kunstwerken mei 2003, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen	RWS
TR-23 (2006)	Technical Report 23: Assessment of post-installed rebar connections	www.eota.be
~~VRC (2009)~~	~~Veiligheidsrichtlijnen Deel C – Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, versie 3.0~~	~~Rijkswaterstaat~~
WL Rapport Q1442 (1994)	Krachten op puntdeuren en enkele draaideuren, A. Vrijburcht, Waterloopkundig Laboratorium	Deltares
SEW-550 (1976)	Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 550 3rd edition; Steel for larger forged parts; Quality Instructions	www.stahleisen.de

2.6 Onderzoeksrapporten en literatuur

Tabel 2-9: Onderzoeksrapporten en literatuur

Titel	Auteur	Jaar
Aanvaarbelasting door schepen op starre constructies	N.D. Joustra, R.P.N. Pater (TU Delft)	1993
Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden 1204875-002-GEO-0008 (zie ROK bijlagedocumenten)	Deltares	2012
Betoniek 12-15, De perfecte stortnaad	Betoniek	2002
Betoniek 14-05, De stukken eraf	Betoniek	2007
Cement 1998/3, pag. 22-29, Zeetransport Piet Heintunnel leidt tot behoud voorspanning in de gebruiksfase (I)	J. van Bokkem, J.C.W.M. de Wit, L. Franken en J. Wens	1998
Cement 2003/8, pag. 56 t/m 59, Definitieve ongewapende onderwaterbetonvloeren in combinatie met definitieve damwanden	G.M. Wolsink, A. Zeilmaker	2003
Cement 2008/4, pag. 69-73, Invloed nabehandeling op poriestructuur van beton	W.J. Bouwmeester – van den Bos, E. Schlangen	2008
Cement 2011/2, pag. 76 t/m 80, Levensduur beton	prof. dr. R. Polder, dr. ir. G. van der Wegen, prof. dr. ir. K. van Breugel	2011
CIRIA C660, Early age thermal crack control in concrete	Bamforth, P.B.	2007

Titel	Auteur	Jaar
CIRIA C683, The Rock Manual, The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition)	CIRIA, CUR, CETMEF	2007
Development in anchor technology and anchor penetration in seabed	Luger, D. (Geodelft)	2006
Efectis Nederland report 2008-Efectis-R0695 “Fire testing procedure for concrete tunnel linings”	Efectis Nederland	2008
Extreme-neerslagcurven voor de 21e eeuw, Vaststelling van de voor ontwerptoepassingen maatgevende, extreme-neerslagcurven	Meteoconsult	2006
Handboek Tunnelbouw – Civieltechnisch ontwerp en realisatie van tunnels	Centrum Ondergrond Bouwen www.handboektunnelbouw.nl	2014
Heron volume 31, No.4, Plastic Design of Buried Steel Pipelines in Settlement Areas,	A.M. Gresnigt	1986
Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties	C. van der Vliet, Rijkswaterstaat Bouwdienst	2006
Load Regulations for Road Bridges, IABSE Colloquium on ship collision with bridges and offshore structures	Nordic Road Engineering Federation	1975
Merkblatt 866 Nichtrostender Beronstahl, 1. Auflage 2011	Informationsstelle Edelstahl Rostfrei	2011
Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels, PML 1990-C52	Prins Maurits Laboratorium TNO	1990
Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways EAU 2012, 11. Auflage	Arbeitsausschuss Ufereinfassungen der HTG e. V.	2012
A seismic zoning map conforming to Eurocode 8, and practical earthquake parameter relations for the Netherlands	Th. de Crook, Geologie en Mijnbouw	1975
Sluiskolkwanden in Maasbracht en Born, Advies horizontale druk tegen sluiskolkwanden	Geodelft	2007
Stepbarrier, een stap nader	Bouwdienst Rijkwaterstaat	1995
Structural Concrete, Vol. 4, no. 3, September 2003, The vibration resistance of young and early-age concrete	A. Ansell, J. Silfwerbrand	2003
Stufib-rapport 19, Injecteren van voorspankanalen 2	Stufib studiecel 17	2010
Stuvorapport 59, IJsbelastingen (discussienota)	H.J. Dekker, A. van Heekeren, W. Stevelink, L.J.W.M. van den Vrande	1976
Stubecorapport C04, Afstandhouders voor beton	Stubeco studiecel C04	1995
TNO-rapport 99-CVB-R2136, Oriënterend onderzoek naar het koelend effect van grondwater op stalen damwanden	TNO	1999
TNO Rapport 2001-CVB-R03264, Brawat 3: Onderzoek naar het afspatgedrag van een op druk belaste wand in afgezonken tunnels	Both, C., TNO	2001
Rapport VAL 99-18 “Onderzoek vallend scheepsanker op tunneldak”, definitief, versie 1	D.W. Hemelop, Bouwdienst Rijkswaterstaat	2000
Verlichting van tunnels en onderdoorgangen	NSVV Werkgroep Tunnelverlichting	2003

3 Aanvullingen op de Eurocodes en overige ontwerprichtlijnen

3.1 Van toepassing zijnde richtlijnen en hun rangorde

De in deze ROK genoemde Eurocode delen met bijbehorende Nationale Bijlagen (NB's) zijn bindend van toepassing op alle zes kunstwerkcategorieën van Rijkswaterstaat, inclusief de normen waarnaar in de Eurocodes wordt doorverwezen en de in deze ROK genoemde aanvullingen op de Eurocodes. Ook bindend van toepassing zijn alle overige normen, richtlijnen en documenten die in deze ROK worden genoemd, inclusief de aanvullingen hierop. Alle in of via de hiervoor genoemde normen aangeroepen documenten zijn tevens bindend van toepassing.

Daar waar gegevens onderling strijdig zijn, geldt de volgende rangorde:
1. Eisen uit het contract;
2. ROK bepalingen;
3. Eigen RWS richtlijnen;
4. Eurocodes + NB's, NEN-normen, CUR- en CROW-documenten.

Bij tegenstrijdigheden tussen bindende documenten die vallen onder dezelfde rangorde, gaat het meest recente document boven het document van een vroegere datum.

3.2 Leeswijzer

Per deel worden eventuele aanvullingen gegeven waarbij in een kader van twee cellen het volgende wordt vermeld:

- Cel 1:
  - **Artikelnummer**: hierop is de eraan toegevoegde tekst van toepassing;
- Cel 2:
  - **Eis**: de tekst is een eis waar aan moet worden voldaan;
  - **Advies**: een handreiking die niet bindend wordt opgelegd;
  - **Toelichting**: betreft een toelichting op het Eurocode artikel met als doel om te verduidelijken en mogelijke discussie/verwarring/veel voorkomende fouten (valkuilen) te voorkomen;
  - **Verificatie**: een methode om aan te tonen dat aan het Eurocode artikel wordt voldaan.
  - **Onjuistheid**: het Eurocode artikel bevat een redactionele onjuistheid of fout;
  - **(KW-categorie)**: wordt alleen vermeld wanneer de aanvulling geldt voor een specifieke KW-categorie.

Toelichtingen en opmerkingen zijn in cursief geschreven.

Voor aanvullingen in deze ROK die geen betrekking hebben op Eurocode delen of andere normen, is de genoemde cel-indeling niet gebruikt. Deze aanvullingen moeten als eisen zijn gelezen, tenzij uitdrukkelijk anders is aangegeven.

4 Eurocode – Grondslagen van het constructief ontwerp

4.1 Toepassing voor bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

A.2.1 (1)	Eis

Aan bruggen mogen geen leidingen voor transport van brandbare, ontplofbare of agressieve vloeistoffen of gassen worden bevestigd.

Opstallen onder betonnen bruggen moeten brandwerende voorzieningen bevatten om afspatten van beton van RWS-objecten bij brand te voorkomen.

Toelichting:
De uiteindelijke beslissing voor het aanbrengen van een opstal onder een betonnen brug is aan de beheerder van het object.

A.2.1 (1)	Eis

Voor vervangbare onderdelen als bijvoorbeeld opleggingen, voegovergangen en (geluid)schermen zijn in de ROK of in de betreffende RTD afwijkende ontwerplevensduren voorgeschreven.

A.2.2.1	Eis

In aanvulling op NEN-EN 1990 +NB geldt:

(8) Voor bruggen waarover zowel wegverkeer als spoorwegverkeer wordt afgewikkeld moet voor de SLS en ULS worden uitgegaan van het gelijktijdig voorkomen van extreme wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen. Bij de toetsing op vermoeiing moet met gelijktijdigheid van voorkomen van wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen rekening zijn gehouden.

A.2.3.2	Eis

Aardbeving moet worden beschouwd voor bruggen (bekende bijzondere belasting). De aardbevingsbelasting bestaat uit een gebiedsafhankelijk horizontale versnelling en een verticale versnelling volgens de ROK bepalingen bij NEN-EN 1998-1. Alleen bruggen in gevolgklasse 3 hoeven op aardbevingen te worden ontworpen.

A.2.4.1 (2)	Eis

Voor bruikbaarheidseisen en –criteria wordt tevens verwezen naar A2.4.2(3).

A.2.4.2 (3)	Eis

Toetsing aan het profiel van vrije ruimte van de onderdoorgaande rijbaan of vaarweg moet worden uitgevoerd uitgaande van de frequente waarde van de verkeersbelasting. Windbelasting en thermische belastingen hoeven voor die toets niet te worden beschouwd. Eventuele tijdsafhankelijke vervormingen (beton) moeten in rekening worden gebracht.

Bij betonnen bruggen voor wegverkeer moet in verband met het voorkomen van trillingshinder de elastische doorbuiging ten gevolg van de frequente waarde van de verkeersbelasting voldoen aan:

$u_{el} \leq L / 1000$ voor $L \leq 3$ m
$u_{el} \leq L / 300$ voor $L > 10$ m

Voor een overspanning van 3 m < $L \leq 10$ m moet rechtlijnig worden geïnterpoleerd tussen beide eisen.

Toelichting:
Voor trillingseisen bij voetgangersbruggen geldt NEN-EN 1990, A.2.4.3.

B.3.1	Eis

Bruggen van RWS moeten worden ingedeeld in gevolgklasse 3, tenzij anders in het contract is voorgeschreven.

Toelichting:
De meeste wegen in het beheer van RWS zijn hoofdwegen en de meeste vaarwegen in het beheer van RWS zijn hoofdvaarwegen (zie de Nota Mobiliteit voor een overzicht van de hoofdwegen en hoofdvaarwegen die bedoeld worden). Daarom is CC3 voorgeschreven. Voor bepaalde bruggen die niet in of over hoofdwegen of hoofdvaarwegen liggen is een indeling in CC3 te hoog, omdat de gevolgen voor bezwijken of het slecht functioneren beperkter zijn dan voor CC3 is aangegeven in tabel B1. Voor deze gevallen kan in het contract CC2 zijn voorgeschreven.

4.2 Toepassing voor tunnels

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

1.1 (1)	Eis (Tunnels)

Voor specifieke ontwerpaspecten in verband met tunnelveiligheid wordt verwezen naar de Landelijke Tunnelstandaard (LTS).

Toelichting:
Sinds mei 2006 is in Nederland een wet- en regelgeving met betrekking tot tunnelveiligheid van kracht geworden, o.a. de Wet Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Warvw), het Besluit Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Barvw) en de Regeling Aanvullende Regels Veiligheid Wegtunnels (Rarvw). ~~De integrale veiligheidsfilosofie van het Steunpunt Tunnelveiligheid is in hoofdlijnen opgenomen in deze wet- en regelgeving.~~

Voor tunnels langer dan 250 m zijn de Veiligheidsrichtlijnen Deel C – Rijkswaterstaat, Steunpunt Tunnelveiligheid, versie 3.0 vervallen; de betreffende informatie in de VRC is nu opgenomen in de LTS.

Voor tunnels korter dan 250 m zal in een nog te verschijnen kennisdocument de relevante informatie uit de VRC worden overgenomen. Als tijdelijke oplossing is hoofdstuk 8 uit 'bijlagen bij Veiligheidsrichtlijnen deel C - versie 1.3" opgenomen in het bijlagendocument bij de ROK.

1.4 (5)	Advies (Tunnels)

Het is toegelaten om gebruik te maken van alternatieve ontwerp- en berekeningsregels, verschillend van de regels zoals in deze ROK gegeven zijn,

op voorwaarde dat is aangetoond dat de alternatieve regels overeenstemmen met de van belang zijnde beginselen en ten minste gelijkwaardig zijn wat betreft de constructieve veiligheid, bruikbaarheid en duurzaamheid, die zou mogen worden verwacht bij gebruikmaking van de ROK.

Toelichting:
Het hier geformuleerde gelijkwaardigheidsbeginsel is analoog aan hetgeen voor de Eurocodes is vermeld in NEN-EN 1990, 1.4 (5). Het is hier expliciet aangehaald, omdat bepalingen in de ROK voor tunnels grotendeels niet als zodanig zijn opgenomen in de Eurocodes.

2.3 (1)	Eis (Tunnels)

Voor tunnels gelden ten minste de volgende ontwerplevensduren:
- 100 jaar voor alle onderdelen van de hoofddraagconstructie;
- 100 jaar voor alle niet vervangbare essentiële onderdelen;
- 50 jaar voor vervangbare onderdelen van beton;
- 25 jaar voor vervangbare onderdelen anders dan van beton.

Toelichting:
Met "essentiële onderdelen" worden onderdelen bedoeld waardoor bij falen de constructieve veiligheid, gebruiksveiligheid of beschikbaarheid van de tunnel in gevaar kan komen. Een voorbeeld is een Omega-profiel bij afgezonken tunnels.

De eis voor vervangbare onderdelen van beton is hoger gesteld dan onderdelen anders dan van beton, omdat, ten opzichte van bijvoorbeeld staal, de eis van 50 jaar tegen relatief geringe kosten gerealiseerd kan worden.

Hittewerende en akoestische bekleding, inclusief bevestiging, wordt geacht een ontwerplevensduur van minimaal 25 jaar te bezitten.

Het gestelde in NEN-EN 1992-1-1, 4.1 (5) is, in relatie tot de toepassing van corrosiebestendig materiaal, alleen van toepassing voor zover het essentiële onderdelen, zoals hiervoor gedefinieerd, betreft.

Toelichting:
In NEN-EN 1992-1-1, 4.1 (5), wordt vereist dat aan de buitenlucht blootgestelde metalen bevestigingsmiddelen die inspecteerbaar en vervangbaar zijn, moeten zijn voorzien van een beschermende bekleding. In andere gevallen behoren ze te bestaan uit een corrosiebestendig materiaal.

~~*De SATO moet bij de details van de zinkvoegen, voor wat betreft het toepassen van corrosiebestendige materialen voor de bevestiging van de Omega-profielen, nog worden aangepast.*~~

A.1.3.1	Eis (Tunnels)

Voor de γ- en ξ-waarden moeten de waarden voor gebouwen worden aangehouden, zoals opgenomen in NEN-EN 1990/NB, A.1.3.1. Hierna zijn de waarden voor gevolgklassen 2 en 3 overgenomen met aanvullende voetnoot voor de belasting door (grond)water. Voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1.

Tabel 4-1: Belastingsfactoren voor gevolgklasse 2 (STR/GEO)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	**Blijvende belastingen**		**Overheersende veranderlijke belasting** [b]	**Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende** [b]	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.10a	1,35 $G_{kj,sup}$ [a]	0,9 $G_{kj,inf}$		1,5 $\psi_{0,1}$ $Q_{k,1}$	1,5 $\psi_{0,i}$ $Q_{k,i}$ i > 1
Verg. 6.10b	1,2 $G_{kj.sup}$	0,9 $G_{kj,inf}$	1,5 $Q_{k,1}$		1,5 $\psi_{0,i}$ $Q_{k,i}$ i > 1
[a] voor (grond)waterdruk geldt 1,2 $G_{kj,sup}$ [b] voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1					

Tabel 4-2: Belastingsfactoren voor gevolgklasse 3 (STR/GEO)

Blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties	**Blijvende belastingen**		**Overheersende veranderlijke belasting** [b]	**Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende** [b]	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkste (zo nodig)	Andere
Verg. 6.10a	1,5 $G_{kj,sup}$ [a]	0,9 $G_{kj,inf}$		1,65 $\psi_{0,1}$ $Q_{k,1}$	1,65 $\psi_{0,i}$ $Q_{k,i}$ i > 1
Verg. 6.10b	1,3 $G_{kj.sup}$	0,9 $G_{kj,inf}$	1,65 $Q_{k,1}$		1,65 $\psi_{0,i}$ $Q_{k,i}$ i > 1
[a] voor (grond)waterdruk geldt 1,3 $G_{kj,sup}$ [b] voor de belastingsfactoren voor verkeersbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1990/NB, A.2.3.1					

De belasting door (grond)water moet in principe als blijvende belasting worden beschouwd. Voor vergelijking 6.10b geldt echter dat het variabele deel van de (grond)waterdruk, d.w.z. het verschil tussen de hoogste en de laagste waterstand, moet worden beschouwd als:

1. veranderlijke belasting in het geval dat de variatie in (grond)waterstanden relatief goed bekend is, bijvoorbeeld uit historische peildata, en goed beheerst kan worden. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn bij kanalen en polders. De laagste (grond)waterstand moet worden beschouwd als een blijvende belasting;
2. blijvende belasting in overige gevallen, bijvoorbeeld in het geval dat grote variaties kunnen optreden en waarbij de (grond)waterstanden moeilijk beheerst kunnen worden. In dat geval moet worden uitgegaan van een extreme (grond)waterstand welke een overschrijdingskans heeft van $3{,}9 \cdot 10^{-5}$ of $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor respectievelijk gevolgklasse 2 en 3, dat wil zeggen $3{,}9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar. De belasting door het (grond)water wordt in dit geval dus volledig als blijvende belasting beschouwd, waarbij, in afwijking van de tabellen 4-1 en 4-2, bij verg. 6.10b voor gevolgklasse 2 een waarde $\gamma_{Gj,sup}$ = 1,10 mag worden aangehouden en voor gevolgklasse 3 een waarde $\gamma_{Gj,sup}$ = 1,15.
   Indien de waterstand fysiek wordt beperkt, bijvoorbeeld doordat het water de tunnel instroomt of als een dijk overstroomt, mag de hoogste grondwaterstand worden afgetopt.

   Toelichting:
   Omdat in de situatie onder punt 2 door middel van een statistische analyse extreme (grond)waterstanden vastgesteld worden met een zeer kleine

overschrijdingskans, kan met een lagere belastingsfactor worden volstaan ten opzichte van de situatie onder punt 1, waarbij de (grond)waterstanden bijvoorbeeld alleen worden ontleend aan een beperkte reeks historische peildata. De gegeven waarde voor $\gamma_{Gj,sup}$ is een ondergrenswaarde, bepaald door de noodzakelijke modelfactor γ_{Sd} als onderdeel van $\gamma_{Gj,sup}$; zie verder ook NEN-EN 1990, Tabel A.1.2(B), OPMERKING 4 en Figuur C3.

Voor de bepaling van de overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7(3).

Bij de bepaling van de hoogste (grond)waterstand moet rekening worden gehouden met mogelijke trendwijzigingen gedurende de ontwerplevensduur van de constructie (bijvoorbeeld waterwinning, peilwijziging, wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijziging waterstanden als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan moet, indien noodzakelijk, een hydrologisch en/of geohydrologisch model ten grondslag te liggen.

Toelichting:
Welke trendwijzigingen in rekening moeten worden gebracht, is afhankelijk van de lokale omstandigheden en moet in overleg met de opdrachtgever en bijvoorbeeld waterschappen worden vastgesteld. Opgemerkt wordt dat trendwijzigingen voor de bouwfase over het algemeen niet van belang zijn.

B.3.1	Eis (Tunnels)

Tunnels in en onder hoofdwegen en onder hoofdvaarwegen moeten worden ingedeeld in gevolgklasse 3.

Toelichting:
Gevolgklasse 3 is een verzwaring ten opzichte van de in het verleden volgens NEN 6700 toegepaste veiligheidsklasse 3. Globaal komt het er op neer dat de belastingfactoren circa 10% groter genomen moeten worden. Bij het toepassen van reeds bestaande voorschriften, richtlijnen, CUR aanbevelingen, CUR rapporten en dergelijke moet hiermee rekening worden gehouden.

4.3 Toepassing voor natte kunstwerken

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

De natte kunstwerken moeten voldoen aan de eisen in NEN-EN 1990, NEN-EN 1990/A1 en NEN-EN 1990/NB (+ bijbehorende ROK-delen). De constructie moet als een brug worden beschouwd.

Het verlangde constructieve veiligheidsniveau voor natte kunstwerken moet voldoen aan betrouwbaarheidsklasse RC 3 (gevolgklasse CC3), bij een referentieperiode van 100 jaar.

Overige bepalingen voor natte kunstwerken ten aanzien van NEN-EN 1990 zijn voor de overzichtelijkheid opgenomen bij de belastingen in paragraaf 5.10.

4.4 Toepassing voor beweegbare bruggen

In gesloten stand moet de beweegbare brug voldoen aan de eisen in NEN-EN 1990 + NB (+ bijbehorende ROK-delen). De beweegbare brug moet aan dezelfde eisen te voldoen als een overeenkomstige “vaste” brug inclusief de keuze van de gevolgklasse.

In de grenstoestand “overbelasten” / “overbelasten overbrenging” (mechanische uitrusting) moeten alle belastingen volgens NEN 6786 worden gehanteerd en moet voor de belastingcombinaties worden uitgegaan van formule 6.10 van NEN-EN 1990, waarbij voor gevolgklasse 2 voor het eigen gewicht met een belastingsfactor van 1,30 i.p.v. 1,5 moet worden gerekend (voor overige gevolgklassen zie onderstaande alinea). Dit geldt voor de tabellen 11, 12, 13, 14, 15 en 17 van NEN 6786.

Volgens NEN-EN 1990 Bijlage B, tabel B3 moeten de belastingsfactoren voor “overbelasten” / “overbelasten overbrenging” (mechanische uitrusting) in hoofdstuk 8 van NEN 6786 vermenigvuldigd worden met de factor K_{FI}. De RC klasse van de mechanische uitrusting moet gelijk gesteld worden aan de stalen bovenbouw.

Toelichting:
In NEN-EN 1990/NB zijn in tabel NB.13 per gevolgklasse de waarden van de belastingfactoren gegeven met inbegrip van de factor K_{FI}. Voor de aansluiting van NEN 6786 aan de Eurocode moet echter op dit punt alsnog gebruik worden gemaakt van de in bijlage B tabel B3 opgenomen K_{FI}–factoren.

Voor controle op vaste ligging van de brug wordt verwezen naar NEN 6786.

De mechanische uitrusting van beweegbare constructies (beweegbare bruggen, sluizen, stuwen en dergelijke) moet, met inbegrip van bovenomschreven aanpassingen, getoetst worden aan NEN 6786 (constructieve aspecten) en NEN 6787 (veiligheid). Onder de mechanische uitrusting wordt verstaan het geheel van aandrijfmechanismen (mechanische en hydraulische), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke.

Voor de ontwerplevensduur van de mechanische uitrusting wordt verwezen naar NEN 6786. Bij beweegbare bruggen waar voor de stalen bovenbouw een ontwerplevensduur van 100 jaar is vereist, moet hiervan ook worden uitgegaan voor de draaipunten van het val, balans, hangstangen en dergelijke.

4.5 Toepassing voor geluidschermen

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen met betrekking tot grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen), e.e.a. met inbegrip van de grondslagen volgens NEN-EN 1990 + NB, de in rekening te brengen belastingen volgens de NEN-EN 1991-serie + NB’s en de materiaalgebonden toetsingnormen + NB’s. Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de uitvoeringsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat

voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

A.1.1 (1)	Eis

Voor geluidsschermen op kunstwerken in- en over hoofdwegen en hoofdvaarwegen moeten een ontwerplevensduur van 50 jaar en gevolgklasse 3 worden aangehouden.

Voor geluidsschermen in de aardebaan langs hoofdwegen moeten een ontwerplevensduur van 50 jaar en gevolgklasse 2 worden aangehouden.

Toelichting:
In de GCW, 4.1 is voor geluidsschermen in de aardebaan gevolgklasse 1 of 2 voorgeschreven, afhankelijk van de afstand tot de rijbaan. In de ROK is gekozen voor gevolgklasse 2 in verband met toekomstvastheid.

4.6 Toepassing voor verkeerskundige draagconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 1990 + NB.

Voor verkeerskundige draagconstructies (portalen en uithouders) wordt verwezen naar de documenten genoemd in tabel 2-7.

Toelichting:
In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld in de betreffende documenten).

A.1.1 (1)	Eis

Voor verkeerkundige draagconstructies moeten een ontwerplevensduur van 50 jaar en gevolgklasse 2 worden aangehouden.

5 Eurocode 1: Belastingen op constructies

5.1 Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-1 + NB.

2.1 (1)	Eis (Tunnels)

Tot de blijvende belastingen van tunnels moet bijvoorbeeld ook ballastbeton, zandaanvulling tussen onderwaterbetonvloer en constructievloer, gewicht onderwaterbetonvloer en verankerd vulbeton in graafkamers van caissons worden gerekend.

Toelichting:
Het betreft hier hecht met de hoofdconstructie verbonden onderdelen.

2.1 (4)P	Eis

De belastingen door grond op constructies (bijvoorbeeld ecoducten) moeten zijn beschouwd als blijvende belastingen. In dit kader wordt opgemerkt dat volgens NEN-EN 1991-1-1, 2.1 (2) voor het grondgewicht een bovengrens- en ondergrenswaarde moet worden aangehouden en dat volgens 2.1 (5) rekening moet worden gehouden met veranderingen in vochtgehalte en dikte.

Indien geen informatie beschikbaar is over een eventuele verandering van de dikte gedurende de levensduur, mag worden aangenomen dat de bovengrens voor de dikte van het grondpakket 1,25 maal de gemiddelde dikte van het grondpakket (= bijvoorbeeld de ontwerpwaarde uit ecologische voorwaarden bij ecoducten) bedraagt met een minimum van de gemiddelde dikte vermeerderd met 0,25 meter.

Tevens moet rekening worden gehouden met de grondwaterstand en mogelijke wateraccumulatie op de constructie.

Rekening moet worden gehouden met plaatselijke belastingen door ~~voertuigen en~~ ophoping van grond als gevolg van het aanbrengen van het grondpakket in de uitvoeringsfase op bijvoorbeeld ecoducten.

2.2 (1)P	Eis

Voor ecoducten en andere constructies die met grond zijn afgedekt, geldt dat met de opdrachtgever moet worden overlegd of naast de blijvende belasting ook rekening moet worden gehouden met een opgelegde belasting door voertuigen (brandweer, onderhoudsvoertuigen). Indien hierover geen nadere afspraken zijn gemaakt, moet als verkeerbelasting uit worden gegaan van minimaal het tandemstelstel LM1 met α_Q = 0.5 volgens NEN-EN 1991-2.

Rekening moet worden gehouden met plaatselijke belastingen door voertuigen tijdens het aanbrengen van het grondpakket.

5.2.3 (3)	Eis (Bruggen)

Voor betonnen bruggen moet in de berekening een asfaltpakket worden aangehouden van ten minste (140 + a) mm.

Toelichting:
De maat van 140 mm is gebaseerd op de dikste standaardoplossing met open deklagen op betonnen kunstwerken volgens RTD 1009, 5.2.2.

Voor de maat a geldt:
a = (L-30) / 4 waarbij 0 mm ≤ a ≤ 30 mm

waarin:
L = grootste overspanning

De maat a wordt enkel in rekening gebracht voor uitvullingen van onvlakheden en zeegafwijkingen. Uitvullingen om andere redenen moeten apart in rekening worden gebracht. Tussenlagen dikker dan 120 mm zijn daarbij niet toegestaan.

Toelichting:
Tussenlagen dikker dan 120 mm zijn volgens RTD 1009, B4.3.2 niet acceptabel.

~~Dit asfaltpakket is als volgt opgebouwd:~~

~~dicht asfaltbeton (DAB)~~	~~50 mm~~
~~uitvulling~~	~~$a = 20 + \frac{l-30}{4} \geq 20$ mm; a ≤ 50 mm~~
	~~(vanwege onvlakheden en zeegafwijkingen)~~
~~zeer open asfaltbeton (ZOAB)~~	~~70 mm~~

~~Voor de uitvulling a geldt dat in de praktijk gemiddeld geen grotere uitvulling mag worden aangebracht dan de berekende waarde a. Indien gemiddeld een grotere uitvulling noodzakelijk is om het gewenste alignement te realiseren, moet in de berekening een grotere waarde a worden aangehouden.~~

Voor stalen bruggen met een asfalt- of ZOAB-deklaag wordt, voor de in berekening aan te houden extra uitvuldikte van de slijtlaag vanwege onvlakheden en toleranties, verwezen naar ROK paragraaf 7.20 (deel toleranties). Voor lokale onderdelen (korte invloedslijnen, L ≤20 m) moet minimaal rekening worden gehouden met een uitvullaag van 40 mm (op het invoedsvlak). Indien de overspanning van het betreffende brugdeel kleiner is als 40 m, mag de lokale uitvulling lineair worden gereduceerd tot minimaal 25 mm bij een overspanning van 20 m. Voor globale onderdelen (lange invloedslijnen, L > 20 m) moet minimaal rekening worden gehouden met een gemiddelde uitvullaag van 25 mm (op het invloedsvlak).

Indien het asymmetrisch verwijderen van asfalt over de breedte van het rijdek de stabiliteit in ongunstige zin beïnvloedt, moet ook deze situatie in de berekening worden beschouwd.

Toelichting:
Dit kan bijvoorbeeld maatgevend zijn voor een kokerligger (fly-over), al dan niet met een gekromd verloop, met tussensteunpunten die bestaan uit een enkele kolom. Het is daarbij onder meer van belang of opleggingen in staat zijn om een trekbelasting op te nemen.

5.2.3 (4)	Eis

Bij toepassing van vloeistofleidingen in/aan/onder/op dekken van kunstwerken moet rekening worden gehouden met het gewicht van een volledig gevulde leiding en het effect ervan op de belasting van het dek.

Bij toepassing van leidingen en leidingkanalen in holle ruimtes van kunstwerken of dekken van kunstwerken moet rekening worden gehouden met een eventuele lekkage van de leiding en het effect ervan op de belasting van het dek (belasting door vloeistof in deze ruimtes als gevolg van de lekkage).

5.2.3 (5)	Advies

Er mag worden uitgegaan van de nominale waarden van het eigen gewicht voor leuningen, veiligheidskeringen, afscheidingen, opstaande randen en andere brugaccessoires.

6.4 (1)	Eis

Statische horizontale belastingen op leuningen en keringen (niet geschikt als voertuigkering) op kunstwerken moeten zijn ontleend aan Bijlage NB.A.

Voor een leuning als tweede kering (achter de voertuigkering) wordt verwezen naar de belastingen volgens ROK paragraaf 5.8, 4.8 (1).

Voor windbelasting (inclusief vermoeiing) op leuningen en keringen wordt verwezen naar ROK paragraaf 5.4.

Voor overige eisen met betrekkingen tot leuningen en keringen ~~(niet geschikt als voertuigkering)~~ op kunstwerken wordt verwezen naar ROK paragraaf 13.10.

A.1	Eis

Voor het gewicht van uitgehard/niet-uitgehard, gewapend/ongewapend normaal beton, licht beton en zwaar beton moet tabel A.1 bijlage A worden aangehouden.

Indien de hoeveelheid wapening leidt tot een volumiek gewicht groter dan 25 kN/m^3, moet met dit hogere volumieke gewicht rekening gehouden worden.

Voor brugdekken van lichtbeton moet voor de gewichtsklasse LC de hoogste waarde voor het volumieke gewicht worden aangehouden.

Voor het gewicht van onderwaterbeton moet als ondergrens een volumiek gewicht γ van 23 kN/m^3 worden aangehouden.

A.4	Eis

Voor het gewicht van staal volgens tabel A.4 bijlage A moet de hoogste waarde voor het volumieke gewicht worden aangehouden.

A.6	Eis

In afwijking van tabel A.6 in bijlage A moet voor het gewicht van zeer open asfaltbeton en dicht asfaltbeton een volumiek gewicht γ van 23.0 kN/m^3 worden aangehouden.

5.2 Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-2 + NB.

3.2	Eis (Tunnels)

Voor tunnels geldt, tenzij anders is voorgeschreven in het contract, gedurende 120 minuten de RWS-brandkromme (NEN-EN 1991-1-2/NB, 3.2.4) voor het gesloten deel en de waterstofkromme (Hydrocarbon) (NEN-EN 1991-1-2, 3.2.3) voor het niet-gesloten deel (toeritten).

Toelichting:
Voor een verdere toelichting wordt ook verwezen naar de LTS, Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem bijlage F. De opdrachtgever kan, op basis van een beschouwing van het aanwezige risico (kans x gevolg) in relatie tot de kosten, beslissen om andere brandkrommen te hanteren en/of de tijdsduur van de brandkrommen te beperken. De mate van repareerbaarheid is altijd een belangrijk aspect bij de keuze van de voor te schrijven brandkromme, omdat het uitgangspunt is dat tunnels na het optreden van een grote brand repareerbaar moeten zijn. In dit kader is ook de situering van de tunnel van belang (bijvoorbeeld wel of niet onder open water).

Verondersteld kan worden dat het extra temperatuureffect dat ontstaat als ook het asfaltwegdek in brand staat is opgenomen in de RWS-brandkromme. Het extra temperatuureffect dat ontstaat als ook het asfaltwegdek in brand staat wordt geacht opgenomen te zijn in de waterstofkromme.

De opgelegde vervorming als gevolg van de temperatuurbelasting tijdens de brand wordt geacht geen invloed te hebben op de sterkte van de constructie tijdens de brand. Daarom hoeft de brandbelasting niet in rekening te worden gebracht bij het bepalen van de krachtswerking. Dit geldt niet voor constructiedelen die de constructieve integriteit waarborgen waarvan de werking verloren kan gaan bij temperatuurbelasting, zoals stempels in toeritten (knik, pons, etc.). In deze gevallen moeten de gevolgen van temperatuurbelasting wel worden beschouwd.

5.3 Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting

Geen aanvullingen.

5.4 Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-4 + NB.

2 (5)	Eis

Vermoeiing door windbelasting moet in acht zijn genomen voor daarvoor gevoelige constructies (zoals bijvoorbeeld geluidsschermen en verkeerskundige draagconstructies ~~portalen en uithouders~~, beide zoals genoemd in ROK Tabel 1-1 ~~met een van de RWS-standaard afwijkende vormgeving~~). Met vermoeiing door windbelasting wordt hier bedoeld vermoeiing door het variabel zijn van de wind in de tijd als gevolg van bijvoorbeeld vlagen, ~~en niet a.g.v. aerodynamische aspecten zoals vortex en flutter, welke volgens NEN-EN 1991-1-4 moeten worden beschouwd~~.

Voor de vermoeiingsbelasting wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-4, bijlage B.3. Aanvullend onderzoek toont aan dat in het gebied $N_g < 10^4$, $\Delta S/S_k$ als functie van de

eigenfrequentie en de hoogte, hoger als bijlage B.3 kan uitvallen. In plaats van bijlage B.3 moet daarom ROK tabel 5-1 worden toegepast, waarin ook de omrekening van overschrijdingsfrequentie naar een discreet spectrum is verwerkt (aantallen wisselingen per grootte van de windbelasting). Voor tussenliggende waarden van de eigenfrequentie en de hoogte mag $\Delta S/S_k$ lineair worden geïnterpoleerd. ~~Het gegeven verloop is in tabel 5-1 gediscretiseerd tot wisselingen per grootte van de windbelasting.~~ Het aantal lastwisselingen is gebaseerd op een referentielevensduur van 50 jaar. Bij een afwijkende referentielevensduur moet het aantal lastwisselingen (n) evenredig vergroot of verkleind worden.

~~*Toelichting:*~~
~~*De constructeur moet voor de verdeling van het aantal wisselingen over de verschillende windrichtingen een conservatieve aanname doen of deze baseren op statistische gegevens van het KNMI (zie bijvoorbeeld http://www.knmi.nl/klimatologie/windrozen/).*~~

Tabel 5-1: Aantal wisselingen per windbelasting (referentieperiode 50 jaar)

H (m)	25	25	25	25
f (Hz)	0,5	1	2	≥ 4
n	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)
1	150	132	110	100
9	137	120	101	93
90	110	98	84	78
900	82	75	67	64
9000	55	53	50	49
90000	36	36	36	36
900000	26	26	26	26
9000000	17	17	17	17
90000000	9	9	9	9

H (m)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
f (Hz)	0,5	1	2	≥ 4
n	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)	$\Delta S/S_k$ (%)
1	174	153	128	116
9	158	139	117	107
90	125	111	95	88
900	91	83	74	70
9000	58	55	52	51
90000	36	36	36	36
900000	26	26	26	26
9000000	17	17	17	17
90000000	9	9	9	9

H = hoogte van het zwaartepunt van de windbelasting op de constructie
f = de bepalende eigenfrequentie van de constructie of het constructieonderdeel
n = is het aantal wisselingen dat optreedt in de constructie of het constructie-onderdeel door een belasting ter grootte van de bijbehorende $\Delta S/S_k$ in %, waarbij S_k de statische extreme windbelasting is.

~~Afhankelijk van de eigenfrequentie van de constructie en de demping moet rekening worden gehouden met dynamische effecten en natrilgedrag.~~

Aerodynamische aspecten, en vermoeiing als gevolg daarvan, zoals vortex en flutter, moeten volgens de daarvoor bestemde delen van NEN-EN 1991-1-4 worden beschouwd.

4.3.2 (2)	Eis

Voor de terreincategorie moet worden uitgegaan van categorie II (Onbebouwd gebied), tenzij categorie 0 (Zee of Kustgebied aan zee) van toepassing is. Het windgebied moet volgens figuur NB.1 worden gekozen.

Los van dit uitgangspunt moet rekening worden gehouden met het effect van nabijgelegen, dan wel geplande hogere bouwwerken volgens 4.3.4(1).

4.5 (1)	Eis

Voor de bepaling van de extreme stuwdruk moet gebruik worden gemaakt van uitdrukking (4.8) of van tabel NB.5 (rekening houdend met de referentieperiode). Bij gebruik van uitdrukking (4.8) mag de blootstellingstellingsfactor alleen bepaald worden met uitdrukking (4.9) en mag geen gebruik worden gemaakt van figuur 4.2.

Toelichting:
NEN-EN 1991-1-4 figuur 4.2 geldt niet voor de in de Nationale Bijlage voorgeschreven waarden voor de ruwheidslengte per terreincategorie. De windbelasting vastgesteld op basis van figuur 4.2 is conservatief en geeft een hogere waarde dan berekening volgens de in de norm gegeven uitdrukkingen.

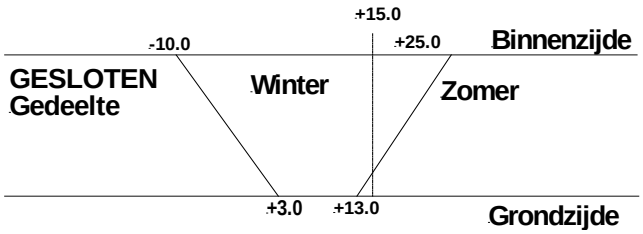
5.5 Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-5 + NB.

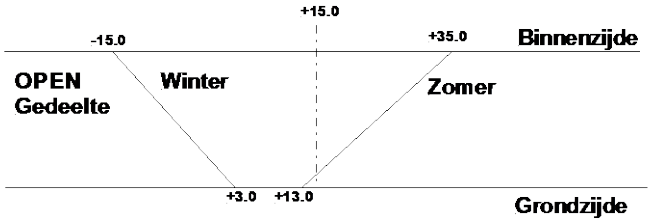
4 (2)	Eis (Tunnels)

Voor tunnels moeten de volgende temperatuurverdelingen worden aangehouden. De gegeven waarden moeten in rekening worden gebracht zonder het gebruik van correctiefactoren ('momentaanfactoren' zijn niet van toepassing).

Als gevolg van jaarlijkse temperatuurwisselingen
Referentie temperatuur 15 °C



Figuur 5-1: Jaarlijkse temperatuurswisselingen voor gesloten gedeelten



Figuur 5-2: Jaarlijkse temperatuurswisselingen voor open gedeelten

In een overgangsgebied tussen gesloten en open gedeelten moet over een lengte van 25 m tussen de waarden voor het gesloten en open gedeelte lineair worden geïnterpoleerd.

Als gevolg van dagelijkse temperatuurwisselingen
Voor de binnenzijde van het open gedeelte moeten de dagelijkse wisselingen volgens tabel 5-2 worden gesuperponeerd op de jaarlijkse temperatuurwisselingen.

Tabel 5-2: Dagelijkse temperatuurswisselingen voor binnenzijde van open gedeelten

Grond- of asfaltdekking (m)	Min. en max. temperaturen	
	Min. (°C)	Max. (°C)
0	-8	+20
0,08	-6	+12
0,10	-5	+10
0,20	-2	+5
0,30 of meer	0	0

De in tabel 5-2 gegeven temperaturen gelden voor constructieonderdelen tot een dikte van 300 mm als lineaire verschiltemperatuur over de totale dikte van het constructiedeel, zie figuur 5-3 links. Bij constructiedelen met een grotere dikte dan 300 mm verloopt de temperatuur lineair tussen het oppervlak en een punt 300 mm onder het oppervlak, voor de rest van de dikte treedt geen wijziging van de temperatuur op, zie figuur 5-3 rechts.



h ≤ 300 mm h > 300 mm

Figuur 5-3: Temperatuurverloop over de dikte van een constructieonderdeel

In een overgangsgebied tussen gesloten en open gedeelte moet over een lengte van 25 m tussen de waarden voor het gesloten en open gedeelte lineair geïnterpoleerd worden.

De genoemde maximale en minimale temperaturen gelden voor een constructie in de gebruiksfase. Als de constructie tijdens de bouwfase aan andere omstandigheden

wordt blootgesteld, bijvoorbeeld als de constructie niet aangevuld is met grond, moet dit in rekening worden gebracht.

5.6 Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-6 + NB.

3.1 (5)	Eis

Voor de uitvoeringfase moeten de klimaatbelastingen (wind en temperatuur) worden aangehouden met een referentieperiode gelijk aan de ontwerplevensduur van de definitieve constructies.

4.9 (6)	Advies

Voor de belasting door ijs(druk) wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7/NB 5.4.

4.11.1 (1)	Eis

In aanvulling op tabel 4.1 moet voor dat de gelijkmatig verdeelde bouwbelasting door personeel (met handgereedschap) worden aangehouden:

$q_{ca,k} = 1{,}0\ kN/m^2$ voor $A < 400\ m^2$

$q_{ca,k} = \left(1{,}5 - \frac{A}{800\ m^2}\right) \times 1.0\ kN/m^2$ voor $400\ m^2 \leq A \leq 800\ m^2$

$q_{ca,k} = 0{,}5\ kN/m^2$ voor $A > 800\ m^2$

Hierbij is A het belaste gedeelte van het dek in m^2, waarbij de plaats van dit belaste gedeelte zo ongunstig mogelijk aangenomen moet worden.

A.2.1	Eis

Bij de berekening van hulpconstructies moet worden uitgegaan van CC3 voor constructies in en boven een in gebruik zijnde hoofd(vaar)weg en CC2 voor overige constructies.

Annex B (2)	Eis

Bij het vervangen van opleggingen moeten CUR Aanbevelingen 68 en 81 worden toegepast met de volgende aanvullingen en wijzigingen op CUR Aanbeveling 68:

Gevolgklasse

Bij de berekening van de voor het vijzelen benodigde constructies, zowel tijdens het vijzelen als in de parkeerstand moet uitgegaan worden van CC3 voor constructies in en boven een in gebruik zijnde hoofd(vaar)weg en CC2 voor overige constructies.

5.7 Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffingen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-1-7 + NB.

3.3/3.4	Toelichting

Het Bouwbesluit 2012 stuurt het gedeelte van NEN-EN 1991-1-7 met betrekking tot onbekende buitengewone belastingen (vooralsnog) niet aan. Dit betekent dat alleen de bekende buitengewone belastingen hoeven te worden beschouwd.

In dit kader wordt gewezen op de eisen in NEN-EN 1990, 2.1 (4)P en 2.1 (5)P ten aanzien van het incasseringsvermogen van constructies. Uit deze eisen volgt dat een onbeduidende oorzaak niet mag leiden tot disproportionele schade.Vanuit dat oogpunt moet een constructeur/ontwerper, ondanks dat het Bouwbesluit 2012 het gedeelte van NEN-EN 1991-1-7 met betrekking tot onbekende buitengewone belastingen niet aanstuurt, zich bewust zijn van de gevolgen van ontwerpkeuzen voor de kwetsbaarheid c.q. robuustheid van de constructie.

4.1 (1)	Eis

Voor voetgangersbruggen moeten dezelfde stootbelastingen door wegvoertuigen (aanrijding) worden aangehouden als voor overige typen bruggen.

4.3.1 (1)	Eis

De reductiefactor $\sqrt{(1-d/d_b)}$ mag voor de bepaling van de equivalente statische kracht niet worden toegepast.

Toelichting:
Deze eis is gesteld omdat alle constructieve elementen van de onderbouw ten behoeve van "toekomstvastheid" moeten worden berekend op stootbelastingen door wegverkeer, onafhankelijk van het voorgenomen ontwerpdwarsprofiel van de onderdoorgaande weg.

Bijlage C (dynamische berekening voor stootbelastingen) mag niet worden gebruikt voor de bepaling van de equivalente statische kracht.

Binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn moet voor constructies over of grenzend aan wegen in tabel NB.1 – 4.1 uit worden gegaan van verkeerscategorie "Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen".

In tabel NB.1 – 4.1 moet "x" gedefinieerd worden als: x = richting // wegas, onafhankelijk van de rijrichting.

~~In het geval dat de beperkende maatregel bestaat uit een voertuigkering, dan geldt dat alleen een voertuigkering met een prestatieklasse H4a of hoger in staat is een stootbelasting door wegverkeer geheel te voorkomen.~~

Afschermende constructies voor wegen die voldoen aan NEN-EN 1317 worden niet beschouwd als een beperkende maatregel om een stootbelasting door wegverkeer tegen de onderbouw te reduceren of te voorkomen.

4.3.2 (1)	Eis

Binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn moet voor constructies over of grenzend aan wegen in tabel NB.2 – 4.2 uit worden gegaan van verkeerscategorie "Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen".

In tabel NB.2 – 4.2 moet "x" gedefinieerd worden als: x = richting // wegas, onafhankelijk van de rijrichting.

Afschermende constructies voor wegen die voldoen aan NEN-EN 1317 worden niet beschouwd als een beperkende maatregel om een stootbelasting door wegverkeer tegen de onderbouw te reduceren of te voorkomen.

4.5 (1)	Eis

Er moet rekening worden gehouden met de bijzondere belasting tegen een ondersteunend element als gevolg van kantelen van de trein tegen de steunpunten volgens OVS00030-6, hoofdstuk 10, 6.7.4.

4.5.1.5 (1)	Eis

Voor Klasse B constructies moet rekening worden gehouden met het feit dat door de vergunning verlenende instantie (bijvoorbeeld Prorail) aanvullende voorwaarden kunnen worden gesteld. Het beleid van RWS zal erop gericht zijn om ondersteuningen ver van het spoor te plaatsen (bij voorkeur verder dan PVR+3m).

In afwijking van de Nationale Bijlage moeten bij klasse B constructies de krachten zijn ontleend aan tabel NB.4 – 4.4, vermenigvuldigd met een factor 1,0.

4.6	Eis (Tunnels + Natte Kunstwerken)

In aanvulling op de voorgeschreven scheepsstoten, moeten de volgende buitengewone belastingen door scheepverkeer in rekening worden gebracht:
1. Vallende ankers;
2. Slepende ankers;
3. Gezonken schip.

Vallende spudpalen moeten worden beschouwd als vallende ankers met het gewicht van de spudpaal. Gezonken (zee)containers moeten worden beschouwd als gezonken schip.

Toelichting:
Met betrekking tot scheepsstoten wordt opgemerkt dat deze vaak zo groot zijn dat het verstandig is om een beschermingsconstructie (remmingwerk, dukdalf, etc.) of een onderwatertalud aan te brengen, waardoor het schip aan de grond zal lopen.

Ad. 1, Vallende ankers
Onafhankelijk van de waterdiepte en het soort anker, moet voor de valsnelheid van ankers in water 9 m/s worden aangehouden. De dikte van de afdekking op de tunnel moet zodanig worden gekozen dat het maatgevende vallende scheepsanker in de dikte van de afdeklaag tot stilstand komt. Het materiaal van de afdeklaag moet voldoende stroombestendig te zijn**.**

Het in rekening te brengen maatgevende anker (massa) moet op basis van een risicoanalyse als volgt worden bepaald:
- Bepaal het aantal scheepsbewegingen per jaar boven de tunnel, verdeeld naar klassetonnage cq. ankermassa;
- Bepaal de kans van verlies van een anker door een schip per scheepsbeweging;
- Bepaal de kans dat het schip zich op dat moment boven de tunnel bevindt, dus de kans dat het vallend anker op de tunnel terecht komt.

Het aantal scheepsbewegingen per klassetonnage moet worden gebaseerd op actuele gegevens van de vaarwegbeheerder, rekening houdend met een zekere toename gedurende de ontwerplevensduur.

De relatie tussen klassetonnage en ankermassa kan als volgt worden bepaald:

- Voor zeeschepen (volgens Luger D. (2006) Development in anchor technology and anchor penetration in the seabed):
  $m_{anker} = 40 \sqrt{(dwt+3500)}$
  waarin:
  m_{anker} = ankermassa in kg met een maximum van 7000 kg
  dwt = dead weight tonnage in m^3 waterverplaatsing
- Voor binnenvaartschepen: volgens EU-richtlijn 2006/87/EG Bijlage II, hoofdstuk 10, artikel 10.01 ankeruitrusting

Voor de kans van verlies van een anker per scheepsbeweging kan uitgegaan worden van $P(A) = 2 \cdot 10^{-3}$ per schip per jaar. Deze kans moet gelijkmatig over de totale scheepsbeweging per jaar aangenomen worden, zonder rekening te houden met variërende omstandigheden zoals open zee, storm etc. Indien ter plaatse van de tunnel sprake is van afwijkende omstandigheden in relatie tot bijvoorbeeld manoeuvreren en ankeren, moet deze kans van optreden zonodig verhoogd worden.

Uitgaande van een vaartijd van 75% per jaar is de 'kans' dat het schip zich boven de tunnel bevindt gelijk aan:
$P(B) = b_{tunnel} / (0{,}75 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot v_{schip})$

waarin:
b_{tunnel} = breedte tunnel in m
v_{schip} = vaarsnelheid schip in m/sec

Toelichting:
De vaarsnelheden zijn afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse.

De kans dat een schip een anker verliest boven de tunnel is dan $P(A) \times P(B)$. Het maatgevende anker is dat anker, waarvan de kans dat een zwaarder anker op de tunnel valt gelijk is aan $1 \cdot 10^{-6}$. De in rekening te brengen equivalente ankerbelasting moet bepaald worden aan de hand van de ontwerpgrafieken behorende bij de samenvattende eindrapportage VAL 99-18 'Onderzoek vallend scheepsanker op tunneldak'.

Toelichting:
Het maatgevende bezwijkmechanisme voor een vallend scheepsanker is veelal het doorponsen van het dak van de tunnel. De massa van het maatgevende scheepsanker is afhankelijk van de aantallen en typen schepen. Hiertoe moet een statistische analyse worden uitgevoerd.
De uit de ontwerpgrafieken van VAL 99-18 af te leiden waarde voor de wrijvingskracht F_{max} heeft <u>geen</u> betrekking op de statisch equivalente belasting die door het vallende anker op het tunneldak wordt uitgeoefend. Het betreft de grootte van de wrijvingskracht, optredende in de afdeklaag, op het tijdstip van de grootste vertragingsversnelling.
De grootte van de dynamische factor hangt samen met de verhouding tussen de tijdsduur van de belasting en de periode van de eigentrilling van het dak van de tunnel. Als gevolg van de afdekkingslaag op de tunnel bouwt de dynamische belasting op het tunneldak zich relatief langzaam op.
Zonder uitgebreide dynamische berekeningen mag uitgegaan worden van een statisch equivalente waarde voor de belasting van het vallende anker op het

tunneldak ter grootte van 2 F_{max} (dynamische factor is maximaal 2) voor het mechanisme van bezwijken op buiging en F_{max} voor het mechanisme van pons.

De afdekking moet stabiel zijn onder stromingskrachten; waaronder scheepsschroef straalstromen. De korreldiameter van de afdeklaag moet daartoe doorgaans aanzienlijk groter zijn dan die van zand.

Ad. 2, Slepende ankers
Indien het mogelijk is dat een slepend scheepsanker achter een constructie kan haken, moet de constructie hierop berekend worden. De te hanteren ankerkracht moet bij haken overeenkomen met de breukkracht van de ketting of kabel van het maatgevende anker.

Toelichting
Het maatgevende anker kan bepaald worden met een risico-analyse of door uit te gaan van het zwaarste passerende anker.

Ad. 3, Gezonken schip
Voor een gezonken schip geldt de volgende maximale belasting:
Binnenvaart : 50 kN/m^2 (inclusief dynamisch effect)
Zeeschepen : 150 kN/m^2 (inclusief dynamisch effect)
De positie van de belasting moet aan de hand van een risico-analyse worden bepaald. Voor tunnels onder waterwegen waar zeescheepvaart voor kan komen, moet de belasting voor zeeschepen aangehouden worden.

Toelichting:
Bovenstaande belastingen mogen nader bepaald worden met een statistische analyse naar de aard van het scheepvaartverkeer (groottes en aantallen) en de kans op zinken per vaarkilometer ter plaatse van de tunnel. Daarbij moet de overschrijdingskans van de belasting maximaal 3,9 ·10^{-5} of 1,3·10^{-5} op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 te zijn, dat wil zeggen 3,9·10^{-3} resp. 1,3·10^{-3} over de ontwerplevensduur van 100 jaar. Voor de bepaling van deze overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7 (3). Voor 'groot' water waar weinig zeeschepen komen zal met een risico-analyse worden gevonden dat de belasting lager zal zijn.

4.6.1 (5)	Eis

Voor het bepalen van de stootkrachten moet een gedegen nautische analyse in het horizontale en verticale vlak worden uitgevoerd om de maatgevende aanvaarsituatie te bepalen. Hierbij moeten de verschillende scheepvaartklassen, de geladen en ongeladen situatie, de bijbehorende bevaarbare waterstanden, getijde beweging en alle mogelijke aanvaarhoeken gezien de lokale geometrische situatie worden beschouwd. In de nautische analyse moet de vaarsnelheid volgens ROK paragraaf 5.10, (1.6) worden toegepast.

4.6.1 (6)	Eis

Dit artikel heeft ook betrekking op zogeheten verende constructies. Voor ontwerpregels van verende constructies wordt verwezen naar ROK paragraaf 5.10, (1.6). Dit geldt niet alleen voor verende constructies bij natte kunstwerken, maar voor verende constructies in het algemeen. Als een scheepvaartonvriendelijke verende constructie zoals genoemd in (1.6), onvoldoende bescherming biedt tegen

een aanvaarbelasting volgens 4.6.2 (1) of 4.6.3 (1), moet de resterende aanvaarbelasting bij het ontwerp van het kunstwerk in rekening worden gebracht.

4.6.2 (1)	Eis

In afwijking op NEN-EN 1991-1-7/NB, 4.6.2(1) geldt de volgende tekst:

Frontale kracht
De frontale, representatieve equivalente statische kracht (F_{dx}) door een stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer tegen starre obstakels is:
$F_{dx} = 3{,}3 \sqrt{E} + 5{,}6$ [MN]

waarin:
E = kinetische energieniveau van het schip E = 0,55 mv^2 [MNm]
m = waterverplaatsingstonnage schip [ton]
v = snelheid schip [m/sec]

Toelichting:
De botskracht F_{dx} geldt voor constructies die in normale omstandigheden niet door scheepvaart worden geraakt en gelden als "scheepvaartonvriendelijke" constructies. De formule gaat uit van botsing tegen een star obstakel. De energie wordt volledig door vervorming van het schip opgenomen. Het schip raakt daarbij (zwaar) beschadigd. De "kreukelzone" van het schip is daarbij ~~in meters globaal. Die zone is daarbij~~ zo groot dat het aandeel van de elastische of plastische vervorming van het kunstwerk daarbij vergeleken in het niet valt. De formule komt uit het rapport 'Aanvaarbelasting door schepen op starre constructies' van de TU Delft. Het betreft formule 2.21 in dat rapport.

Het kinetische energieniveau (E) van een schip is 0,55 mv^2 in plaats van ½ mv^2 in verband met de massa van het water die met een schip meebeweegt.

Het waterverplaatsingstonnage van een schip bestaat uit de massa van het schip zelf, vermeerderd met het draagvermogen.

Voor het bepalen van de representatieve equivalente statische kracht op starre constructies die in een vaarweg aangevaren kunnen worden, moet worden uitgegaan van de waterverplaatsingstonnages volgens tabel 5-3. De CEMT-klasse van alle vaarwegen zijn te vinden in 'Vaarwegen in Nederland' (ViN).

Tabel 5-3: Waterverplaatsingstonnage per CEMT-klasse vaarweg

CEMT-klasse vaarweg	Waterverplaatsings tonnage [ton]
0	*Vaste botskracht*
I	400
II	650
III	1000
IV	1500
Va	3000
Vb	3000
Vla	3000
Vlb	6000
Vlc	9000
VII	15000

Klassen Vb t/m VII betreffen duwvaart. Deze zijn ingedeeld naar grootte van de konvooien, die varieert van één tot negen bakken. In tabel 5-3 is voor het waterverplaatsingstonnage bij een botsing 0,5 maal het waterverplaatsingstonnage van het konvooi aangehouden, met als minimum het waterverplaatsingstonnage van één bak (3000 ton).

Toelichting:
Bij frontale botsing door een duwkonvooi zullen veelal de verbindingen tussen de bakken onderling breken en zullen de bakken elk hun eigen richting gaan. De botsingsenergie die dan op één plaats moet worden opgenomen, is minimaal de energie van één bak en maximaal nooit meer dan de energie van het halve konvooi.

Voor de snelheid van een schip (v) bij een botsing moet de maximale vaarsnelheid voor een geladen schip in vrijwater worden aangehouden, vermeerderd met de stroomsnelheid van de vaarweg.

De maximaal te behalen vaarsnelheid van een schip ten opzichte van de vaarweg is afhankelijk van het scheepstype, het type vaarweg (vaarwaterbreedte en diepte) en de beladingsgraad. Maatgevend voor de botsing is daarbij de vaarsnelheid voor geladen schepen.

Voor de verschillende klassen van vaarwegen is de aan te houden maximale vaarsnelheid opgenomen in tabel 5-4.

Tabel 5-4: Aan te houden maximale vaarsnelheid per CEMT-klasse vaarweg

Klasse	0	I	II	III	IV	Va	Vb t/m VII
Snelheid [m/sec]	Vaste botskracht	4,1	4,8	5,1	5,3	5,5	4,5

Beperking van de maximale vaarsnelheid:
Een schip heeft een minimale waterdiepte onder de kiel en een minimale waterbreedte naast het schip nodig om de maximale vaarsnelheid uit de tabel 5-4 te kunnen halen. Bij te kleine vaarwaterafmetingen zijn de haalbare vaarsnelheden lager. De situatie van verminderde maximale snelheid wordt geacht

zich niet voor te doen als het vaarwater wordt bevaren door een schip van een klasse die niet hoger is dan de CEMT-klasse van de vaarweg.

Toelichting:
Als de waterdiepte onder het schip (te) klein wordt, kan de schroef van het schip niet meer zijn gehele waterverplaatsende vermogen kwijt. Als de waterbreedte naast het schip (te) klein wordt, dan wordt de stroming van het retourwater belemmerd en neemt de vaarweerstand toe.

~~Op sommige vaarwateren gelden vaarsnelheidsbeperkingen:~~
~~De waarde van de eventuele vaarsnelheidsbeperking moet worden opgevraagd bij de vaarwegbeheerder. In verband met "handhaving" van de maximale snelheid moet worden verondersteld dat schepen de toegelaten snelheid met 20% overschrijden.~~

De maximale stroomsnelheid waarbij nog gevaren mag worden c.q. gevaren wordt, moet opgevraagd worden bij de vaarwaterbeheerder.

Toelichting:
Rekenvoorbeeld botskracht F_{dx}.

Uitgangspunten:
- Vaarweg CEMT klasse Va:
* - waterverplaatsingstonnage = 3000 ton*
* - maximale vaarsnelheid = 5,5 m/sec*
- stroomsnelheid vaarweg volgens vaarwegbeheerder = 0,1 m/sec

Snelheid schip bij botsing tegen star object = 5,5 + 0,1 = 5,6 m/sec
$E = 0.55 \cdot 3000 \cdot 5{,}6^2 = 51744$ kNm $= 51{,}7$ MNm
$F_{dx} = 3{,}3 \cdot \sqrt{51{,}7} + 5{,}6 = 29{,}3$ MN $(= 29300$ kN$)$

Op CEMT-klasse 0 vaarwegen waar alleen kleine vaart en recreatieve scheepsverkeer plaatsvindt, moet ~~minimaal~~ worden gerekend op vaste aanvaarbelastingen van F_{dx} = 500 kN en F_{dy} = 250 kN.

Zijdelingse kracht ~~Botsing onder een hoek~~
~~Bij botsing onder een hoek moet de botskracht~~ Een zijdelingse botskracht geldt voor constructies die in normale omstandigheden niet door scheepvaart worden geraakt en gelden als "scheepvaartonvriendelijke" constructies. Een zijdelingse, representatieve equivalente statische kracht door een stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer tegen starre obstakels moet worden ontbonden in een component loodrecht op de constructie (F_{dy}) en een component evenwijdig aan de constructie (F_R). Naarmate de botshoek meer afwijkt van 90°, wordt de kans groter dat de ontbondene evenwijdig zo groot wordt dat de maximaal te leveren wrijvingskracht wordt overschreden.

Uitgaande van een wrijvingscoëfficiënt van 0,5 treedt dat op bij een hoek van 63°. Voor hoeken $90° > \alpha > 63°$ wordt de totale energie door het schip opgenomen.
F_{dy} is dan $F_{dx} \cdot \sin \alpha$
F_R is dan $F_{dx} \cdot \cos \alpha$

Opmerking:
Na de botsing is de snelheid van het schip, net als bij een frontale botsing gelijk aan nul m/sec.

Bij hoeken < 63° wordt een aandeel van de kinetische energie niet door vervorming van het schip vernietigd. Dit aandeel kan in rekening worden gebracht door F_{dy} te reduceren door vermenigvuldiging met de reductiefactor δ. Voor de verschillende hoeken leidt dat tot een reductiefactor δ zoals aangegeven in tabel 5-5.

Tabel 5-5: Reductiefactor δ als functie van de aanvaarhoek

α°	60	50	40	30	20	10	5
δ	0.98	0.91	0.82	0.73	0.64	0.48	0.34

Voor tussenliggende waarden van α moet geïnterpoleerd worden:
F_{dy} is dan $\delta \cdot F_{dx} \cdot \sin \alpha$
F_R is dan $0{,}5 \cdot F_{dy}$

Toelichting:
Na de botsing is nu wel de snelheid van het schip loodrecht op het obstakel nul, maar de snelheid evenwijdig aan het obstakel niet. Het schip is gedraaid en beweegt nog evenwijdig aan het obstakel.

Het in rekening brengen van een lagere representatieve equivalente statische kracht voor een stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer dan bepaald volgens de formule aan het begin van deze ROK-aanvulling, kan alleen door middel van een grondige risicoanalyse. Met deze analyse moet het aannemelijk worden gemaakt dat wordt voldaan aan NEN-EN 1991-1-7, 3.2 (1), dat wil zeggen een bezwijkkans kleiner dan 10^{-5} per jaar.

4.6.2 (2)	Eis

Dit artikel is niet van toepassing.

Voor de stootkracht door wrijving (F_R) zie het gedeelte over de zijdelingse kracht in de aanvulling op NEN-EN 1991-1-7, 4.6.2 (1).

4.6.2 (3)	Eis

In aanvulling op dit artikel moeten alle mogelijke boegvormen worden beschouwd.

4.6.3 (1)	Eis

In afwijking op de Nationale Bijlage, 4.6.3(1) behorend bij NEN-EN 1991-1-7 is onderstaande tekst van toepassing voor een harde botsing tegen starre constructies.

Frontale kracht en zijdelingse kracht bij aanvaarhoeken $63^o \leq \alpha \leq 90^o$
Zeeschepen hebben bij gelijke dwt's andere afmetingen en stijfheden dan binnenvaartschepen. De formule voor binnenvaartschepen gaat dan ook niet op voor zeeschepen. Voor zeeschepen moet tabel 5-6 worden aangehouden. Deze tabel is een omzetting van de grafiek van "Nordic Road Federation" (deze grafiek geeft afhankelijk van diepgang/dwt en vaarsnelheid van schepen een kracht evenwijdig aan de vaarrichting, en één loodrecht op de vaarrichting).

Tabel 5-6: Frontale (F_{dx}) en zijdelingse kracht (F_{dy}) bij zeeschepen ($63^o \leq \alpha \leq 90^o$)

brt	dwt	d	v_t	Stoot		v_t	Stoot		v_t	Stoot	
				F_{dx}	F_{dy}		F_{dx}	F_{dy}		F_{dx}	F_{dy}
ton	ton	m	m/s	MN	MN	m/s	MN	MN	m/s	MN	MN
2000	3200	6	2.6	12	6	5.1	26	13	8.2	40	20
3300	5000	7	2.6	22	11	5.1	38	19	8.2	54	27
5000	7500	8	2.6	34	17	5.1	52	26	8.2	74	37
7500	11000	9	2.6	54	27	5.1	72	36	8.2	96	48
11000	20000	10	2.6	72	36	5.1	92	46	8.2	120	60
	40000	11	2.6	90	45	5.1	108	54	8.2	140	70
	80000	12	2.6	104	52	5.1	126	63	8.2	158	79

brt = bruto registerton: massa laadvermogen van het schip;
dwt = waterverplaatsingstonnage;
d = onderkant beladen schip ten opzichte van de waterlijn;
v_t = vaarsnelheid van het schip ten opzichte van een stilstaand punt.

~~Scheepsstoot // = scheepsstoot evenwijdig aan de vaarrichting~~
~~Scheepsstoot ⊥ = scheepsstoot loodrecht op de vaarrichting~~

Opmerking:
De vaarsnelheid wordt ook wel uitgedrukt in knopen. Een knoop is een zeemijl (1852 meter) per uur = 0,514 m/sec.

Toelichting:
De frontale kracht is tweemaal zo groot als de zijdelingse kracht. Vergelijkend met 4.6.2 (1) voor binnenvaartschepen kan worden gesteld dat bij zeeschepen altijd wordt gerekend op een bijkomend "schampeffect", en dat gerekend wordt met een zijdelingse ~~één bots~~kracht met één loodrecht werkende component voor aanvaarhoeken tussen 63º en 90º.

Zijdelingse kracht bij aanvaarhoeken < 63º
Voor de zijdelingse kracht onder een hoek kleiner dan 63º moet voor F_{dy} en F_R worden uitgegaan van de frontale kracht F_{dx} met toepassing van de reductieformules volgens 4.6.2(1).

4.6.3 (2)	Eis

In aanvulling op dit artikel moeten alle mogelijke boegvormen worden beschouwd.

4.6.3 (3)	Eis

Dit artikel is niet van toepassing.

Voor de stootkracht door wrijving (F_R) zie het gedeelte over de zijdelingse kracht bij aanvaarhoeken kleiner dan 63º in de aanvulling op NEN-EN 1991-1-7, 4.6.3 (1).

5.1 (1)P	Eis (Tunnels)

Bij tunnels volgens de categorieën B, C, D of E hoeft, in relatie tot het interne risico, geen rekening te worden gehouden met ontploffingen. Voor tunnels volgens categorie A moet alleen met de effecten van een ontploffing rekening worden gehouden als de specifieke omstandigheden, in relatie tot het externe risico, daar aanleiding toe geven.

Toelichting:
Voor de (nieuwe) indeling in tunnelcategorieën zie de ADR 2009 (1.9.5.2.2).
In Nederland komen categorie B tunnels tot op heden niet voor.

De kans op een gasexplosie, bij alle tunnelcategorieën, is klein door allerlei maatregelen die voorgeschreven worden vanuit de LTS Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem, bijvoorbeeld dwarsverkanting, geen ZOAB (Bijlage E), riolering en explosievrije kelder (Bijlage D). Voor tunnelcategorieën anders dan categorie A wordt deze kans verder verkleind doordat transport van goederen die een zeer grote ontploffing kunnen veroorzaken niet is toegestaan. Voor tunnels van categorie A wordt het risico verhoogd door de kans op het optreden van een BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion; bijvoorbeeld LPG tankwagen).
De kosten om een tunnel bestand te doen zijn tegen een gasexplosie (detonatie) of BLEVE zijn aanzienlijk; hiervoor benodigde maatregelen gaan ver voorbij het ALARA principe (As Low As Reasonably Achievable). Het uitgangspunt is dat de kans van optreden voldoende klein is, zodat met dit type calamiteitsbelasting geen rekening hoeft te worden gehouden voor wat betreft interne veiligheidsrisico's. In relatie tot een groot extern risico (naar de omgeving toe) is het echter denkbaar dat het gevaar van explosies apart wordt afgewogen.
Aangrijpingspunten om voortschrijdende instorting te voorkomen kunnen worden ontleend aan NEN-EN 1992-1-1, 9.10 (volgens het ALARA-principe).

In NEN-EN 1991-1-7 worden in bijlage D (Ontploffingen in bouwwerken) in D.3 (Ontploffingen in auto- en spoortunnels) voor respectievelijk detonaties en deflagraties tijd-drukdiagrammen gegeven. Het realiteitsgehalte hiervan kan echter worden betwijfeld. De gegeven explosiedrukken voor detonaties zijn zeer hoog (piekdruk van 20 bar). De impuls van de drukken wordt aanzienlijk groter (een ruime verdubbeling) over een zekere afstand (ruim 100 m) ten opzichte van de explosiebron. De verklaring hiervoor is niet duidelijk. De gegeven explosiedrukken in NEN-EN 1991-1-7 zijn echter aanzienlijk lager bij een deflagratie (piekdruk van 1 bar). Bij ondiep liggende tunnels heeft ook een dynamische piekdruk van 1 bar nog steeds relatief grote consequenties voor de benodigde wapening.
Verder wordt niets vermeld over de te hanteren drukken bij het optreden van een BLEVE, terwijl naar de huidige inzichten in tunnels de kans van optreden van een BLEVE groter is dan een gasdetonatie. Naar de huidige inzichten kan de piekdruk van een BLEVE nabij de bron in een tunnel circa 15 bar bedragen.
In relatie tot het in rekening brengen van het effect van explosies is in deze ROK vanuit een risico-beoordeling geoordeeld dat, in relatie tot ~~de interne~~ risico's betreffende de constructieve integriteit, niet gerekend hoeft te worden op explosiedrukken. Deze aanpak sluit aan bij hetgeen is vermeld in NEN-EN 1991-1-7, bijlage A (Informatie voor risicobeoordeling).

5.4	Eis

In voorkomende gevallen moeten maatregelen worden getroffen in geval van aanwezigheid van (drijf)ijs. Deze maatregelen bestaan uit:
- Beschermende maatregelen die het optreden van ijsbelasting voorkomen of beperken;
- Constructieve maatregelen die de constructie bestand doen zijn tegen de optredende ijsbelastingen.

~~Voor langgerekte (damwand)constructies wordt verwezen naar CUR 166 Deel 2, art. 3.2.5. In figuur 3.1 moet een temperatuur stijging van 8 °C/uur aangehouden worden. Bij de berekening ten gevolge van ijsgang moet worden uitgegaan van een kracht van 150 kN/m^1 (ijsdikte van 0,20 m). Bij kruiend ijs moet de kracht bepaald worden op basis van de aangenomen ijsdikte.~~

~~Bij korte wanden zoals pijlerconstructies moet de belasting volgens de EAU 2004 worden aangehouden. Bij pijlergroepen is een belastingreductie volgens Stuvorapport 59 van toepassing.~~

Toelichting:
Informatie over ijsbelasting is onder meer te vinden In de EAU 2012, CUR Rapport 166 en Stuvorapport 59.

B.4.1	Eis

Voor de bepaling van de locatie waar aardbeving in rekening moet worden gebracht en de grootte van het aardbevingseffect (verticale en horizontale versnellingen) wordt verwezen naar de ROK bepalingen bij NEN-EN 1998-1.

5.8 Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1991-2 + NB.

1.1 (3)	Eis

De verkeersbelasting volgens deze norm is ook van toepassing op door verkeer belaste delen van kunstwerkencategorieën anders dan bruggen.

1.4	Toelichting

In deze norm worden de modellen voor verkeersbelastingen beschreven met behulp van de term belastingsmodel (afgekort BM). In diverse andere normen wordt voor die belastingsmodellen voor verkeer de term Load Model (afgekort LM) volgens de oorspronkelijke Engelse tekst gebruikt. Met beide benamingen (BM en LM) worden dezelfde belastingsmodellen bedoeld.

1.4.1.6	Eis

De definitie geldt ook voor een leuning langs een niet voor het publiek toegankelijke inspectiepad.

3 (5)	Eis

Zie voor dit aspect de aanvulling in de ROK op NEN-EN 1990, A.2.2.1.

Voor bruggen waarover zowel wegverkeer als spoorwegverkeer wordt afgewikkeld, moet voor de SLS en ULS worden uitgegaan van het gelijktijdig voorkomen van

extreme wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen. Bij de toetsing op vermoeiing moet met gelijktijdigheid van voorkomen van wegverkeers- en spoorwegverkeersbelastingen rekening zijn gehouden.

4.1 (2) opm. 1	Eis

Afwijkende belastingsmodellen zijn niet toegestaan.

4.2.1 (1) opm. 3	Eis

Bij de bepaling van de statische belastingen is in de norm uitgegaan van een gemiddelde kwaliteit van de (asfalt)deklaag. Op basis van dit uitgangspunt mag worden aangenomen dat de dynamische effecten op de belastingen reeds zijn verwerkt in de verschillende statische belastingsmodellen. Bij de bepaling van de vermoeiingsbelastingen (4.6.1 (6)) is in de norm uitgegaan van een goede kwaliteit van de (asfalt)deklaag. Op basis van dit uitgangspunt mag worden aangenomen dat de dynamische effecten op de belastingen reeds zijn verwerkt in de verschillende vermoeiingsbelastingsmodellen voor vermoeiing.

~~Dientengevolge moet de kwaliteit van de (asfalt)slijtlaag bij oplevering goed zijn.~~

Reductie van de statische belastingen volgend uit het verschil in dynamische effecten tussen een (asfalt)deklaag van goede en gemiddelde kwaliteit is niet toegestaan.

~~Indien onderhoud deel uitmaakt van het contract, moet gedurende de onderhoudsfase de goede kwaliteit van de (asfalt)deklaag in stand worden gehouden.~~

4.2.3 (1)	Eis

In alle gevallen mag voor de afstand van de rand van de verkeersbrug tot de rijweg geen grotere afstand dan 1,40 m worden aangehouden, tenzij door de opdrachtgever een andere waarde is voorgeschreven. Tussengelegen bermconstructies moeten als rijweg worden beschouwd, tenzij anders is voorgeschreven door de opdrachtgever.

Opmerking:
Fiets- / voetpaden die verder dan 1,40 m vanaf de rand van de verkeersbrug zijn gelegen worden dus als rijweg met autoverkeer beschouwd.

4.3.2 (3)	Eis

Voor de bepaling van de correctiefactoren α_{Q1}, α_{q1} en α_{qr} moet worden uitgegaan van $N_{obs} \geq 2.000.000$ vrachtwagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer, tenzij anders is voorgeschreven door de opdrachtgever.

Toelichting:
Voor nieuwbouw is de reductie van de karakteristieke statische verkeersbelasting beperkt en mag deze om reden van toekomstvastheid niet worden toegepast.

4.3.3 (3)	Eis

Vervang bij (3) de term ‘uitzettingsvoegen’ door ‘overgangen’.

4.3.5 (3)	Toelichting

In de Nationale Bijlage, 4.3.5 (3) wordt verwezen naar 5.2.1(3). Deze verwijzing moet naar 5.3.2.1 (3) zijn.

4.4.1 (6)	Eis

De gegeven waarde is een ondergrens. De constructies die aan weerszijden op de voegen aansluiten, moeten worden ontworpen op de krachtswerking die vanuit de voegen optreedt.

Voor het veel gebruikte principe van een buigslappe voeg geldt binnen het toepassingsgebied van het standaarddetail (SD-VOEG-01 volgens NBD00730) in de bruikbaarheidsgrenstoestand een inklemmingsmoment van 37 kNm/m en een normaalkracht die afhankelijk is van de horizontale weerstand tegen opgelegde vervormingen van de opleggingen onder de dekconstructie.

Voor een standaardberekening van de buigslappe voeg wordt verwezen naar een artikel in Cement 2/2000 met de volgende aanpassingen:
- Nieuwe berekeningen van voegen die vallen buiten het toepassingsgebied moeten zijn gebaseerd op de Eurocodes;
- Hierbij mag de scheurwijdte (SLS) worden getoetst aan w_{max} = 0,4 mm (X0).

4.6	Eis

De belastingsmodellen voor vermoeiing die bij de toetsing van de materialen beton (en beton- en voorspanstaal) en staal moeten worden gehanteerd, kunnen in de volgende normen worden gevonden:
- Beton, beton- en voorspanstaal: NEN-EN 1992-2/NB, 6.8.4 (108) en 6.8.7 (101)
- Staal: NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1 (6)
- Staal-beton: NEN-EN 1994-2/NB, 6.8.4

Voor beton (en beton- en voorspanstaal) betekent dit dat de belastingmodellen 1 en 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) mogen worden toegepast.

Voor staal betekent dit dat alleen belastingmodel 4a mag worden toegepast.

Voor staalbeton betekent dit dat voor de stalen onderdelen belastingmodel 4a moet worden gehanteerd en voor beton (en beton- en voorspanstaal) de belastingmodellen 1 en 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) mogen worden gehanteerd. Als alternatief mag 4b (met vervanging van tabel NB.8, zie onder 4.6.5) voor het geheel (staal en beton) worden gehanteerd.
Voor beide materialen geldt dat belastingmodel 5 alleen mag worden toegepast indien dit expliciet in het contract is voorgeschreven.

Toelichting:
Vooralsnog worden voor de toetsing op vermoeiing van de materialen beton en staal verschillende belastingsmodellen aangehouden. Lopend onderzoek moet leiden tot één belastingsmodel voor beide materialen.

4.6.1 (6)	Toelichting

Verwezen wordt naar de aanvulling bij 4.2.1 (1) opm. 3.

4.6.5 (1)	Eis

Tabel NB.8 moet worden vervangen door tabel 5-7.

Tabel 5-7: Verzameling van gelijkwaardige vrachtwagens voor belastingsmodel 4b

Voertuig-type	Asafstand [m]	Equivalente aslast [kN]	Wieltype	Equivalent voertuiggewicht [kN]	Aantal per jaar
1	4,50	70 130	A B	200	750.000
2	4,20 1,30	70 120 120	A B B	310	600.000
3	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	A B C C C	490	600.000
4	3,20 1,30 4,40 1,30 1,30 1,30 1,30	70 90 70 70 70 70 70 70	A C A A A A A A	580	230.000
5	1,50 2,40 1,30 9,50 1,30 1,30 1,30	70 70 170 160 70 70 70 70	A A B B A A A A	750	66.000
6	1,70 3,30 1,30 3,50 3,50 1,30	70 70 180 190 70 180 190	A A B B A B B	950	3.100
7	2,40 1,30 5,50 1,30 1,30	170 170 200 180 180 190	B B B B B B	1.090	500
8	2,50 1,30 5,20 1,30 1,30	130 160 170 220 200	B B B B B	1.220	200

Voertuig-type	Asafstand [m]	Equivalente aslast [kN]	Wieltype	Equivalent voertuiggewicht [kN]	Aantal per jaar
	1,30	170 170	B B		
9	1,40 2,60 1,30 6,10 1,90 1,90	130 130 180 180 220 220 220	B B B B B B B	1.280	100
10	2,40 1,30 1,30 9,50 1,30 1,30 1,30	90 90 240 220 200 180 190 200	C C B B B B B B	1.410	100

4.6.5.3 (1)	Eis

Voor $N_{obs,a,sl}$ bij belastingsmodel 4b moet het totaal aantal voertuigen volgens tabel 5-7 worden aanhouden (2.250.000 per jaar).

4.6.5 (4)	Eis

De regenstroom- of reservoir-telmethode moet niet worden uitgevoerd per vrachtwagen maar, waar nodig, voor de set van vrachtwagens (of een karakteristieke deelverzameling hieruit). De volgorde van de vrachtwagens moet random worden gekozen, waar nodig rekening houdend met de dwarsverdeling volgens NEN-EN 1991-2, figuur 4.6.

4.7.1 (1)P	Eis

Er moet worden gerekend op de mogelijkheid van een verkeersongeval op het brugdek als buitengewone belasting. Verondersteld moet worden dat de buitenste wielen van het zwaarste tandemstelsel ($2Q_{1k}$ zoals gedefinieerd in 4.3.2) op de rand van het brugdek staan, ongeacht de aanwezigheid van een geleideconstructie. De verkeersbelasting op de rest van de brug is gelijk aan de representatieve waarde van de verkeersbelasting volgens 4.3.2, verminderd met het tandemstelsel dat op de rand staat.

Toelichting:

- *Als rand van het brugdek geldt in dit verband de buitenkant van de (prefab)randconstructie. Het bovenstaande geldt dus ook voor vrijliggende voet- en rijwielpaden bij bruggen voor wegverkeer.*
- *Constructies waarbij zich het kritisch zijn van de "sterkte van de rand" kan voordoen zijn over het algemeen constructies waarvan het dek (of delen van het dek) in de hoofdraagrichting niet als plaat maar als enkele ligger werkt. Voorbeelden:*
  - *a) het overstek van een kokerligger, waar, bij "bezwijken van het overstek" ofwel het overstek als deel van de drukzone van de totale ligger wegvalt-*

ofwel de bijdrage van het in het overstek liggende voorspanstaal en betonstaal wegvalt voor het draagvermogen van de totale ligger- ofwel een combinatie van beide;

b) een tuibrug met hoofdliggers onder de rand;

c) een tuibrug waar rijden op de "rand", zonder dat de tui op zich wordt aangereden, bezwijken van de tui tot gevolg heeft.

4.7.3.2 (1)	Eis

Deze belasting geldt ook voor schampranden met een voertuigkering. Voor de stootrand uitgevoerd als starre barrier wordt verwezen naar de aanvulling op opmerking 1 behorende bij artikel 4.7.3.3. (1).

4.7.3.3 (1) opm. 1	Eis

De belasting als gevolg van een aanrijding door een voertuig met een starre (= niet verplaatsbare) barrier moet als een zijdelings kracht gelijk aan 300 kN/m over een lengte van 3 m worden aangenomen, die aangrijpt op een hoogte van 0,06 m boven het wegdek. Deze kracht wordt overgedragen aan de ondersteunende constructie-elementen. Aangenomen moet worden dat de belasting zich spreidt onder een hoek van 45°. Gelijktijdig met de aanrijdkracht moet, indien ongunstig werkend, een verticale verkeersbelasting ter grootte van $0{,}75\alpha_{Q1}Q_{1k}$ (zie figuur 4.10) in rekening worden gebracht.

Toelichting:
Voor de kracht is uitgegaan van het type halve stepbarrier met stijlen h.o.h. 1,33 m en waarvan de lasverbinding van voetplaat met stijl rondom is gelast (lastype R). De aanrijdbelasting is vastgesteld aan de hand van simulatieonderzoek verricht door de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). Het aangrijpingspunt van de maximale horizontale aanrijdkracht ligt bij een stepbarrier, door zijn specifieke vorm, ter hoogte van de voetplaat en daardoor is het moment navenant klein. Bovengenoemde representatieve belasting op de ondergrond is gelijk aan de bezwijkbelasting van de stijlconstructie.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat de gegeven kracht geldt voor de betonnen stootrand. Voor informatie over indicatieve belastingen op een starre betonnen barrier wordt verwezen naar het Bouwdienst rapport "Stepbarrier, een stap nader" uit februari 1995, waarbij wordt opgemerkt dat voertuigkeringen tegenwoordig in ieder geval moeten voldoen aan NEN-EN 1317 (full scale getest).

4.7.3.3 (2)	Eis

Voor de karakteristieke lokale weerstand van een geleiderail moet minimaal 24 kNm per stijl worden aangehouden.

Toelichting:
Dit is de waarde die behoort bij het breuklas-type R van de verbinding stijl – voetplaat van het geleiderailtype VLP 1R 133-60 of 80 L/R. Dit zijn de meest gangbare typen op kunstwerken van Rijkswaterstaat (zie ook de RWS-standaarddetails). Een lagere waarde is in verband met de toekomstvastheid niet toegestaan; bij een ander type voertuigkering kan de karakteristieke lokale weerstand hoger zijn.

4.7.3.4 (1)	Eis

In de berekening moet worden verondersteld dat een dergelijke belasting op constructieve elementen kan optreden, tenzij is aangetoond dat een bijzondere voorziening dat verhindert (c.q. de bijzondere belasting opneemt). ~~Bestaat de bijzondere voorziening uit een voertuigkering, dan geldt dat alleen een voertuigkering met een prestatieklasse H4a of hoger in staat is een stootbelasting door wegverkeer geheel te voorkomen.~~ Afschermende constructies voor wegen die voldoen aan NEN-EN 1317 worden niet beschouwd als een dergelijke bijzondere voorziening.

Alle constructieve elementen van een brug moeten als ‘starre constructie’ worden beschouwd.

4.8 (1)	Eis

- Indien de leuning ook functioneert als onderdeel van een voertuigkering, moet ook (naast de lijnbelasting) worden gerekend op een horizontale belasting van F_{rep} = 12 kN. Deze belasting is een bijzondere belasting, waarvoor geldt γ_f = 1,0, en treedt niet tegelijkertijd op met de gelijkmatig verdeelde belasting. Er geldt geen vervormingseis.
- De genoemde belastingen gelden niet voor voertuigkerende leuningen. Voor dergelijke leuningen wordt verwezen naar CROW publicatie 202 (zie o.a. paragrafen 9.4 en 11.4 t/m 11.6). Daarbij moet minimaal worden uitgegaan van N1-niveau. In dit kader wordt verwezen naar de tabel in de Componentspecificatie Voertuigkering voor de minimaal toe te passen prestatieklassen van geleideconstructies per wegcategorie op kunstwerken.

Toelichting:
De horizontale lijnbelastingen op leuningen in de Eurocode zijn afgeleid uit NPR-CEN/TR 1317-6. Daarbij is uitgegaan van klasse J, de hoogste klasse, voor een voor het publiek toegankelijke leuning. Voor leuningen langs inspectiepaden is uitgegaan van klasse B. Indien de opdrachtgever een hogere klasse voorschrijft voor een dergelijke leuning, moet voor de belasting op de onderliggende constructie de belasting op de leuning volgens de geëiste klasse volgens NPR-CEN/TR 1317-6 worden toegepast.
Daarnaast moet, indien noodzakelijk, rekening worden gehouden met de genoemde belasting van 12 kN in verband met de functie als onderdeel van de voertuigkering. Dit is afhankelijk van het type voertuigkering.

4.2.9 (3)	Toelichting

Aangenomen mag worden dat deze horizontale belastingen op stootplaten worden opgenomen door de wegverharding.

5.6.3	Eis

Indien geen vast / permanent obstakel het rijden van een voertuig over het brugdek verhindert, moet voor een brug over een rijksweg het onbedoelde voertuig worden vervangen door een qua geometrie gelijkwaardig voertuig met 2 assen van 100 kN. Deze belasting hoeft in dit laatste geval niet met overige verkeersbelasting te worden gecombineerd (volgens tabel NB.17 van NEN-EN 1990/NB).
Genoemd voertuig moet tevens worden toegepast op als permanent te beschouwen fiets/voetpaden van verkeersbruggen. Met permanent wordt bedoeld dat het fiets/voetpaddeel niet middels herindeling bij het snelverkeerdeel kan worden

betrokken. Indien zwaar verkeer (LM1 en LM2) in calamiteitssituaties wel op het fiets/voetpad kan komen, moeten deze belastingen als bijzondere belasting worden meegenomen.

5.9 Specifieke belastingen op tunnels

Geen aanvullingen.

5.10 Specifieke belastingen op natte kunstwerken

Belastingen, belastingsfactoren en –combinaties voor waterkerende constructies

(1) Voor de in rekening te brengen belastingen en belastingcombinaties wordt verwezen naar de TAW Leidraad Kunstwerken, Bijlage B4 (verder aangeduid met Ref 1) en naar “Ontwerp van Schutsluizen deel II” (Ref 2). De verwijzingen in deze documenten naar de TGB 1990-serie, NEN 6788 en NEN 2063 moeten worden gelezen als verwijzingen naar de betreffende normen/artikelen in de NEN-EN 1990, NEN-EN 1991 serie, NEN-EN 1992-serie, NEN-EN 1993-serie, NEN-EN 1995-serie, NEN-EN 1996-serie, NEN-EN 1997-serie inclusief bijbehorende Nationale Bijlagen en ROK delen.

De rekenwaarde van de belasting moet voor EQU worden bepaald volgens NEN-EN 1990/NB, tabel NB.11. Voor STR/GEO wordt verwezen naar ROK paragraaf 5.10 (1.12). Voor het drukverschil ten gevolge van waterstanden en windgolven behorend bij het MHW (Maatgevend Hoog Water), ten gevolge van de dagelijkse omstandigheden (waterstandsverschillen zoals bij schutten) en ten gevolge van incidentele omstandigheden (waterstandsverschillen optredend bij onderhoud of inspectie), moet gerekend worden met een belastingsfactor van 1,5. Het is toegestaan om via de gedetailleerde methode volgens de TAW Leidraad Kunstwerken Appendix B4.2 “Belastingsfactor op waterstandverschildruk” deze belastingsfactor accurater te bepalen. Wel moet daarbij voldaan worden aan de vereiste betrouwbaarheidsindex conform de Waterwet (10 jaar periode) en aan de Eurocode (CC3 ~~50 of~~ 100 jaar). Zie ook het document “Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden 1204875-002-GEO-0008” van Deltares. Dit document is opgenomen in de bijlage bij de ROK.

In het geval dat voor de betreffende waterkerende constructie geen MHW bekend is, bijvoorbeeld bij een sluis die niet in een primaire waterkering ligt, moet voor het drukverschil ten gevolge van waterstanden en golven gerekend worden met de karakteristieke waterstanden tijdens de referentieperiode. De bijbehorende belastingsfactor is 1,5.

Aanvullend op de belastingen genoemd in Leidraad Kunstwerken, moet met de volgende belastingen rekening gehouden worden:

(1.1) Scheepsgolven

Scheepsgolven van schepen moeten worden berekend met de rekenrelaties uit “The Rock Manual”.

(1.2) Schroefstraal

Er moet rekening worden gehouden met een belasting door een schroefstraal, welke door een uitvarend schip op de sluisdeuren wordt uitgeoefend. Voor de bepaling van de grootte van deze belasting moet worden gerekend met de afstand van circa 5 m tussen de deur en de scheepschroef en de werkelijke schroefdiepte van het maatgevende schip.

De te gebruiken formule ziet in dit geval als volgt uit:

$$F_s = \rho * \frac{\pi}{4} * D_0^2 * u_0^2$$

waarin:

ρ = soortelijke massa van (eventueel zout) water;
D_0 = effectieve schroefdiameter (bijvoorbeeld 1,45 m voor een RHK schip);
u_0 = stroomsnelheid achter schroef (uitgaande van motorvermogen, bijvoorbeeld 7,6 m/s
bij motorvermogen van 600 kW)

De belasting moet als een veranderlijke belasting beschouwd worden.

(1.3) Bordesbelasting/verkeersbelasting

Trappen en bordessen die niet voor het publiek toegankelijk zijn moeten voldoen aan de eisen genoemd in NEN 6786 en NEN 6787, waarbij de verwijzingen naar de TGB 1990-serie moeten worden gelezen als verwijzingen naar de betreffende normen/artikelen in de NEN-EN 1990 en de NEN-EN 1991 serie inclusief bijbehorende Nationale Bijlagen en ROK delen. Voor verkeersbelasting en voor publiek toegankelijke bordessen wordt verwezen naar de NEN-EN 1990 en de NEN-EN 1991 serie inclusief bijbehorende Nationale Bijlagen en ROK delen.

De minimale hoogte van leuningen moet 1100 mm bedragen.

(1.4) Belastingen door ijs

Er moet rekening gehouden worden met de normale bedrijfsomstandigheden die voor keermiddelen op kunnen treden, waarbij ten minste het volgende beschouwd moet worden:

- De invloed van de aanwezigheid van een ijsbestrijdings-installatie. Afhankelijk van de beschikbaarheid van deze installatie treden de belastingen door ijs eerder of later op. Hierbij geldt dat de aanwezigheid van de ijsbestrijdingsinstallatie alleen van betekenis is voor het verlengen of versoepelen van het schutten, maar geen rol speelt bij de bepaling van de maatgevende ijsbelasting op wat voor onderdeel van het waterkerend kunstwerk dan ook.
- De aanwezigheid van zout, zoet of brak water
- De locatie van de betreffende waterkerende constructie. Bijvoorbeeld in het noorden en Zuid Limburg is de kans op significante ijsbelasting groter dan in Zuid-Holland en Zeeland.
- De intensiviteit waarmee de betreffende waterweg bevaren wordt in de perioden van mogelijke ijsbelasting. Dit kan een verlagend effect hebben op de horizontale druk door ijsschotsen (omdat ze dan kleiner en dunner zijn), maar ook een verhogend effect op de verticale ijsbelasting bijvoorbeeld op hefdeuren.
- Het beheerscenario. Hiermee wordt bedoeld vanaf welke aangroei ijsschotsen en/of hangend ijs en ijzel met handgereedschap of anderszins verwijderd wordt.

- De mate van stroming of opwaaiing of andere kracht waarmee de ijsschotsen tegen de keermiddelen opgestuwd worden.
- De vormgeving van de voorhaven, en wel de vergrotende of verkleinende werking van bijvoorbeeld een fuikvormige voorhaven.
- De vormgeving van de deuren zelf.
- De flexibiliteit/vervormbaarheid of juist starheid van belaste onderdelen. Er kunnen belastingen gegenereerd worden door de stijfheidsrelaties tussen de ijsmassa's en het keermiddel.
- Belastingen doordat het ijs gebroken wordt in de nabijheid van de constructie bijvoorbeeld door ijsbrekers en/of andere schepen.
- Ontwerpuitgangspunten moeten opgesteld worden.

De richtingen en posities van de representatieve belastingen door ijs op keermiddelen zijn:

1. Thermische expansie van ijs: in de lengterichting van de kolk, 0,2 m onder de bovenwaterstand;
2. Opstuwing ijsschotsen: loodrecht op de deur, ter hoogte van de bovenwaterstand;
3. IJsaangroei: verticaal, gelijkmatig over de onder water komende regels.

De sluisdeuren moeten op alle genoemde ijsbelastingen worden berekend, waarbij de belastingen (1) en (2) niet met elkaar hoeven te worden gecombineerd. Voor de grootte van de belastingen wordt verwezen naar de literatuur. Minimaal moeten de volgende waarden worden aangehouden:

- Thermische expansie 50 kN/m,
- Opstuwing 50 kN/m en
- Aangroei 10 kN/m totaal, deze belasting moet worden geplaatst op de regel die bij een gesloten deur net onder het waterniveau ligt.

Voor zeesluizen kunnen afwijkende eisen in het contract zijn opgenomen.

Voor de berekening van kolkwanden moet gerekend worden met een horizontale drukbelasting van 400 kN/m door ijs op het niveau van de verwachtte waterstand in bevroren sluiskolk.

(1.5) Aanvaarbelasting op starre en verende constructies[1]

Voor het aanvaren van starre scheepvaartonvriendelijke constructies waarbij het schip zwaar beschadigt en vervormt ten opzichte van de aangevaren constructie wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7, 4.6.2 en 4.6.3 en de bijbehorende ROK aanvullingen.

Voor het aanvaren van verende constructies (exclusief keermiddelen van kunstwerken) waarbij de aangevaren constructie elastisch vervormt, wordt verwezen naar het navolgende ROK artikel (1.6).

Voor het aanvaren van damwandconstructies wordt verwezen naar CUR 166, 3.2.6. Hierbij moet tevens aan de in ROK artikel (1.6) beschreven eisen worden voldaan: zowel de categorie a als categorie b aanvaarbelasting moet worden beschouwd, de aanvaarenergie moet volgens EAU 2012 worden bepaald, de in artikel (1.6) voorgeschreven snelheden, scheepsclassificatie, scheepmassa's en aanvaarhoekuitwerking moeten worden gebruikt en er moet een gedegen aanvaaranalyse worden opgesteld.

In alle gevallen moet voldaan worden aan:
1. In open stand moeten de keermiddelen, inclusief de daaraan bevestigde leidingen, wrijfhouten en andere onderdelen, zich onder alle omstandigheden volledig en gefixeerd buiten het vrije doorvaartprofiel + 50 mm bevinden.
2. In gesloten stand moeten de keermiddelen bij aanvaring of een andere overbelasting een dusdanig faalmechanisme hebben dat hoogstens de constructie van het keermiddel (gedeeltelijk) bezwijkt, maar dat de opleggingen (bijvoorbeeld aanslagen, halsbeugels, taatsen en ibo's) blijven functioneren.

(1.6) Aanvaren van verende constructies

In dit artikel is ingegaan op de ontwerpregels voor aanvaringen van verende constructies. Er wordt onderscheid gemaakt in "scheepvaartvriendelijke" en "scheepvaartonvriendelijke" verende constructies.

~~Het betreffen verende constructies die de aanvaarenergie middels elastische vervorming kan opnemen en waarbij het schip nauwelijks wordt beschadigd. Deze constructies mogen dus niet plastisch vervormen of bezwijken, hetgeen betekent dat het om kleine aanvaringen gaat. De volgende constructies vallen hieronder:~~
- ~~geleidewerken: deze constructies geleiden schepen in een beoogde richting, zoals vanuit een fuik naar een sluis. De constructie kan dus zijdelinks geraakt worden door een schip en dient haar van richting te veranderen,~~
- ~~meerpalen: schepen kunnen afmeren aan meerpalen, zodat de paal lichte scheepsstoten moeten kunnen verdragen,~~
- ~~remmingwerken: met deze constructies kunnen schepen worden afgeremd als ze een kunstwerk als een brug of sluis naderen of dreigen aan te varen. Daarnaast wordt ook remmingwerk geslagen om een schip de gelegenheid te bieden te wachten voor een gesloten brug of sluis,~~
- ~~beschermpalen: deze palen worden geslagen ter plaatse van een achterliggende constructie die niet aangevaren mag worden, maar wel een aanvaarrisico heeft. De palen geven echter maar beperkte weerstand en worden alleen toegepast wanneer slechts een kleine richtingsverandering van schepen benodigd is.~~

[1] ~~Richtlijnen voor kolkwanden, remming- en geleidewerken volgen in een latere versie van de ROK.~~

~~In alle andere gevallen moet worden uitgegaan van het aanvaren van een starre scheepvaartonvriendelijke constructie. Hiervoor wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7, 4.6.2 en 4.6.3 en de bijbehorende ROK-aanvullingen.~~

Scheepvaartvriendelijke verende constructies:

- Remmingwerken en geleidewerken: deze constructies geleiden schepen in een beoogde richting, zoals vanuit een fuik naar een sluis. De constructie kan dus zijdelings geraakt worden door een schip en moet haar van richting veranderen. Daarnaast wordt ook remmingwerk geslagen om een schip de gelegenheid te bieden om te wachten voor een gesloten brug of sluis;
- Meerpalen: schepen kunnen afmeren aan meerpalen, zodat de paal lichte scheepsstoten moet kunnen verdragen.

Scheepvaartvriendelijke constructies moeten bij een aanvaring van een normaal manoeuvrerend schip voorkomen dat het schip wordt beschadigd. De belasting in die situatie valt onder categorie a (zie verder). Bij een aanvaring volgens categorie a dient de verende constructie de totale belasting middels elastische vervorming op te nemen en mag de constructie (constructie + grondlichaam) dus niet plastisch vervormen of bezwijken. Het is toegestaan dat deze constructies bezwijken in het geval van een aanvaring volgens categorie b (zie onder).

Scheepvaartonvriendelijke verende constructies:

- Beschermpalen/beschermconstructies: deze palen (of combinatie van palen met horizontale liggers) worden geslagen ter plaatse van een achterliggende constructie die niet aangevaren mag worden, maar wel een aanvaarrisico heeft. De palen geven echter maar beperkte weerstand en worden alleen toegepast wanneer slechts een kleine richtingsverandering van schepen benodigd is. Bij het aanvaren van beschermpalen is de scheepvaartvriendelijkheid minder relevant, het doel is de te beschermen constructie onbeschadigd te laten. Door het goed positioneren van de palen kan schade aan schepen wel worden beperkt/voorkomen.

De aanvaarbelasting valt bij scheepvaartonvriendelijke constructies onder categorie b (zie verder). Bij een aanvaring volgens categorie b moet de verende constructie de totale belasting middels elastische vervorming opnemen en mag de constructie (constructie + grond) niet plastisch vervormen of bezwijken.

Constructies kunnen in sommige gevallen zowel een scheepvaartonvriendelijke als scheepvaartvriendelijke functie hebben. In dat geval moet de constructie zowel op een aanvaring volgens categorie a als b worden gedimensioneerd. Een voorbeeld hiervan is een beschermpaal, die een brugpijler beschermt, welke in of vlak naast de vaarweg ligt.

Belastingen door een scheepsstoot kunnen worden ingedeeld in twee categorieën:

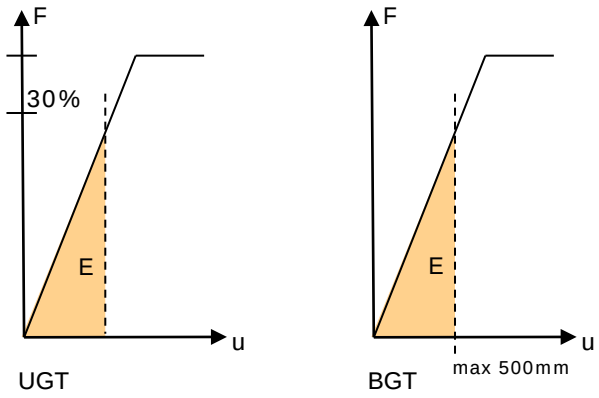
• Categorie a:

Hieronder wordt verstaan een categorie waarbij de scheepsstoot moet worden opgevat als veranderlijke belasting (een belasting die gedurende de referentieperiode niet altijd aanwezig is), waarbij het uitgangspunt is dat het schip niet wordt beschadigd. De verende constructies zijn dan ook scheepvaartvriendelijke constructies. Voor deze belastingen geldt dat zowel aan de eisen vanuit de “bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)” als vanuit de “uiterste grenstoestand (UGT) - belastingen bij fundamentele combinaties” moet worden voldaan. Onder deze categorie vallen belastingen die ontstaan door min of meer normaal manoeuvreerde schepen, waarbij het schip wordt verondersteld een ongunstig afwijkende koers te varen van circa 5 graden ten opzichte van de as van een sluis of as van de vaarweg. In geval van meerpalen moet hier 5 graden ten opzichte van de ideale afmeerkoers worden genomen. Een oorzaak voor afwijkingen is bijvoorbeeld: sterke dwarswind bij een ongeladen schip.

Een randvoorwaarde in het ontwerpproces in deze belastingcategorie is de maximale scheepshuidbelasting welke een schip zonder schade kan weerstaan. Hiervoor geldt maximaal 200 kN/m^2 voor klasse I tot 1200 kN/m^2 voor klasse VI, waarbij voor de overige scheepsklassen de waarde rechtlijnig kan worden geïnterpoleerd (bron: ervaringsgegevens RWS). Voor zeeschepen geldt een maximale scheepshuidbelasting van 700 kN/m^2 (PIANC “Guideline for the design of fendersystems: 2002”). De constructie moet dus zowel de aanvaarenergie bij de gegeven aanvaarsituatie kunnen opnemen als te voorkomen dat de maximale scheepshuidbelasting wordt overschreden.

De belastingcombinaties moeten in de UGT en BGT worden beschouwd, waaraan de volgende eisen zijn gesteld:

- UGT: de onzekerheid in de sterkte, de belasting en in de modelschematisering wordt volledig verdisconteerd in de materiaalsterkte van de constructie. Voor de rekenwaarden van de parameters van de grondeigenschappen moet CUR 166 worden aangehouden. Voor het bepalen van de rekenwaarde van de materiaalsterkte van staal moet γ_m= 0,7 worden gebruikt. Indien hout wordt gebruikt, moet in het project de methodiek voor het verkrijgen van de rekenwaarde van de materiaalsterkte zijn voorgeschreven. Voor het bepalen van de rekenwaarde van de aanvaarbelasting mag γ_b= 1,0 worden aangehouden.
- BGT: Bij constructies die beloopbaar zijn, zoals in het geval van een doorgaand remmingwerk waar ook op afgemeerd kan worden, mag de verplaatsing ter plaatse van de loopweg niet groter zijn dan 500 mm. Uiteraard moet hier representatief worden gerekend.



Figuur 5-4: Last-verplaatsingsdiagram en gedissipeerde energie bij aanvaring

• Categorie b:
Hieronder wordt verstaan een categorie waarbij de scheepstoot moet worden opgevat als een bijzondere belasting (een belasting die een mogelijk maatgevend effect heeft op de constructie, maar waarvan de kans klein is dat deze gedurende de referentieperiode zal optreden). Voor deze belastingen geldt dat alleen aan de eisen voor de “uiterste grenstoestand-belastingen bij bijzondere combinaties” moet worden voldaan. Onder deze categorie vallen belastingen die ontstaan door abnormaal manoeuvreren met schepen door technisch of menselijk falen.

Zowel in categorie a als b ontwerpsituaties moet in cohesieve grondlagen worden gerekend met ongedraineerde sterktewaarden voor parameters. Indien een bodembescherming wordt gebruikt, moet rekening worden gehouden met “opsluiting” van de constructie. Tevens moet worden getoetst op lokale welving en plooi van de aangevaren constructie. Indien in het contract geen staalkwaliteit is voorgeschreven, moet in principe de staalkwaliteit kleiner of gelijk zijn aan S355 (J2 +N). Indien hogere een sterkteklasse dan S355 (J2 + N) wordt toegepast, moet daarbij worden voldaan aan de staalkwaliteitseisen uit ROK paragraaf 7.20. Spiraal gelaste buizen zijn niet toegestaan voor buispalen.

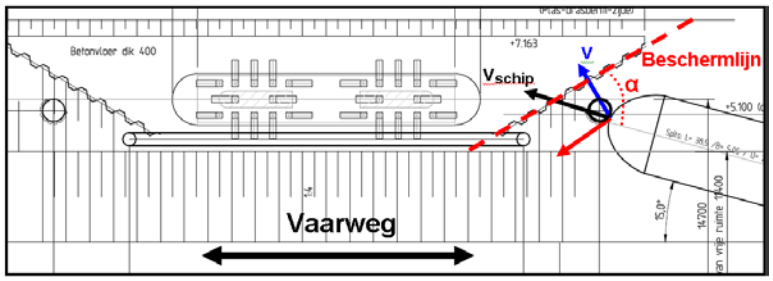
Voor beide belastingcategorieën moet een gedegen nautische studie worden uitgevoerd waarbij per scheepsklasse de maatgevende aanvaarsituatie voor categorie a en b wordt bepaald. Dit moet zowel in het horizontale vlak als in het verticale vlak gebeuren, waarbij rekening wordt gehouden met: hoedanigheid van de vaaromgeving (varen in vaarweg, varen in sluiskolk, binnenvaren van een kolk, enz.), de geometrie van de vaaromgeving, de dimensies van aldaar varende schepen, geladen schepen, ongeladen schepen, mogelijke boegvormen, eventuele getijdenbeweging, enz.

De aanvaarenergie op verende constructies moet worden bepaald volgens EAU 2012, 6.15.4. Binnenvaartschepen moeten volgens RVW 2011, Tabel 8 worden ingedeeld aan de hand van hun breedte en diepgang. In deze tabel is de waterverplaatsing G [t] niet gegeven, enkel het laadvermogen waarbij de massa van het schip nog opgeteld moet worden. Voor motorschepen moet het laadvermogen worden vermenigvuldigd met 1,15 en voor de duwvaart combinatie met 1,14. Voor zeeschepen wordt verwezen naar hoofdstuk 5 van EAU 2012.

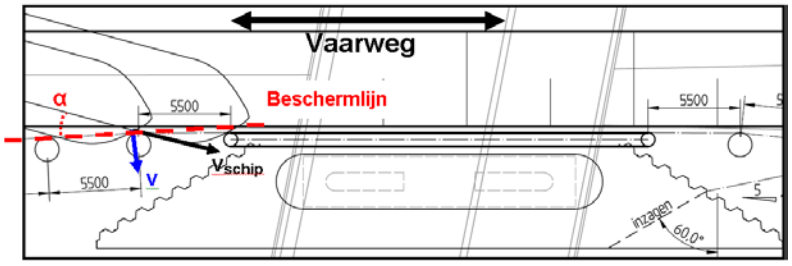
Een kritische parameter voor de energiebepaling volgens de EAU 2012 is de aanvaarhoek α [graden] waarmee de loodrechte snelheid v [m/s] op de aan te varen constructie wordt bepaald. Deze snelheid is niet uitgebreid behandeld in de EAU en is hierna toegelicht. De loodrechte snelheid wordt bepaald door de vaarsnelheid v_{schip} te ontbinden middels de aanvaarhoek α. De aanvaarhoek is de hoek tussen de aanvaarsnelheid en de beschermlijn van de aan te varen constructie (of in het geval van een beschermpaal de te beschermen constructie). De verende constructie dient het schip van richting te veranderen, namelijk minimaal in de richting parallel aan de beschermlijn.

$v = \sin \alpha \, v_{schip}$

Hierna zijn in figuur 5-5 en figuur 5-6 twee voorbeeld situaties gegeven, waarbij een brugpijler met damwandgrondkering wordt beschermd door beschermpalen. Voor het bepalen van de maximale aanvaarhoek moet een gedegen nautische studie worden uitgevoerd. Zoals blijkt uit de figuren, heeft de locatie van de paal grote invloed op de aanvaarhoek.



Figuur 5-5: Aanvaring verende constructie, voorbeeld situatie 1



Figuur 5-6: Aanvaring verende constructie, voorbeeld situatie 2

De uiteindelijke ontwerp aanvaarbelasting in de vorm van een kracht op de constructie moet op iteratieve wijze worden bepaald, waarbij de vervormingenergie gelijk is aan de optredende kinetische aanvaarenergie. Aangezien de botskracht, uitwijking en aanvaarenergie onlosmakend verbonden zijn en de systeemstijfheid geen constante is, zijn meerdere iteratieslagen nodig om tot een ontwerp te komen.

Voor de vaarsnelheid v_{schip} [m/s] wordt verwezen naar ROK tabel 5-4. In de nabijheid van sluizen dient men voor alle schepen v_{schip} = 3 m/s aan te houden, tenzij in het contract anders is geëist. Een zeer invloedrijke parameter bij het bepalen van de aanvaarenergie is de rotatiesnelheid ω [rad/s]. Voor de rotatiesnelheid mag ω= 0 rad/s worden aangehouden, behalve in gevallen waarin in een beperkte ruimte scherp gedraaid moet worden, zoals in zwaaikommen en

insteekhavens. In dergelijke gevallen moet de rotatiesnelheid worden bepaald in een gedegen nautische studie en worden verwerkt in de aanvaarenergie.

Er moet in het ontwerp rekening worden gehouden met corrosie volgens ROK paragraaf 7.14, waarbij de constructie moet voldoen aan de in ROK artikel 1.6 gestelde eisen aan het begin en einde van de levensduur.

Opmerking 1:
Er wordt aanbevolen om buismaten te onderzoeken die afwijkend zijn van handelsmaten, aangezien buizen met handelsmaten over het algemeen voor andere toepassingen worden gebruikt. Daarnaast kan het opdelen van buispalen in secties met verschillende dimensies interessant zijn.

Opmerking 2:
Het document "Handreiking rekenmethodieken NIC" wordt vaak aangehaald in de beschouwing van aanvaringen op verende constructies. Het betreffende document is echter nooit officieel vastgesteld of uitgegeven door RWS en kan dus niet officieel gebruikt worden als verificatiemethode voor het ontwerpen van aan te varen verende constructies.

(1.7) Belastingen door obstakels
Het ontwerp van de punt- of draaideuren met de bijbehorende bewegingswerken moet zodanig robuust zijn dat de volgende 4 belastingsgevallen – op de daaronder genoemde afstanden tot de draaias van de deur – zonder schade opgenomen kunnen worden:
- oneindig sterk en stijf obstakel tussen deur en drempel;
- oneindig sterk en stijf obstakel op de bodem tussen deur en deurkas;
- oneindig sterk en stijf drijvend obstakel tussen deur en deurkas;
- oneindig sterk en stijf drijvend obstakel tussen beide deuren bij het sluiten.

Er moet rekening worden gehouden met de maximale kracht die door het deurbewegingswerk geleverd kan worden tijdens de deurbeweging. Aangenomen mag worden dat het verhinderen van de deurbeweging door obstakels alleen in de randgebieden van 10° vanuit de 2 uiterste posities van de deur plaatsvindt. In het tussengelegen gebied hoeven deze belastingsgevallen niet te worden beschouwd. Als toetswaarde in de berekeningen van puntdeuren moet de afstand van 1,0 tot 1,5 m tussen het obstakel en de draaias van de deur worden gehanteerd. Hierbij geldt het volgende:
- 1,00 m voor de kolkbreedten tot en met 12,0 m;
- 1,25 m voor de kolkbreedten > 12,0 m en < 20,0 m;
- 1,50 m voor de kolkbreedten boven 20,0 m.

Bij een vormgeving van de deur, afwijkend van de traditionele deurconstructie, met een verhoogde kans op verklemming door obstakels (bijvoorbeeld een gesloten achterhar bij een punt- of draaideur) moet het effect van een drijvend obstakel dichter bij de draaias van de deur ook worden beschouwd.

Bij hydraulische bewegingswerken voor punt- en draaideuren moet de maximale kracht vanuit het bewegingswerk de laatste 10 graden van de deurbeweging zowel bij het openen als bij het sluiten zo hoog mogelijk gereduceerd worden. Een betrouwbare beweging van de deur moet echter wel gegarandeerd blijven. Bij het

bepalen van de obstakelkrachten is voor de representatieve kracht vanuit de cilinder de hoogste waarde maatgevende van:
- de cilinderkracht horend bij de gereduceerde overstortdruk;
- de cilinderkracht die hoort bij 80% van de normale overstortdruk (= ongereduceerd druk)

Voor het bepalen van de rekenwaarde van de cilinderkracht tijdens een obstakel moet gerekend worden met een belastingsfactor van 1,2.

Bij electro-mechanische bewegingswerken van punt- en draaideuren moet de maximale actieve kracht vanuit het bewegingswerk de laatste 10 graden van de deurbeweging ook zoveel mogelijk worden begrensd. Dit kan bijvoorbeeld door controle van de slag van de veerbuffer.

De obstakelbelasting moet als een regulier belastingsmodel (geen bijzondere belasting of calamiteit) worden beschouwd met een belastingsfactor van 1,25 ~~(veiligheidsfactor)~~. Bij deze rekensituatie mag nergens in de draaipunten plasticiteit of verschuiving van verbindingen optreden.

Bij krachten boven de rekenwaarde, die hoort bij de obstakelbelasting, moet een gedefinieerd bezwijkmechanisme (vaak bouten tussen de in te storten delen en de halsbeugel) in het bovendraaipunt aanwezig zijn. Dit onderdeel moet gegarandeerd eerder bezwijken dan dat de overige delen van de draaipunten beginnen met vloeien. Daarbij moeten de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:
- Het bezwijkmechanisme moet de obstakelbelasting op kunnen nemen (gaat nog net niet vloeien);
- De veiligheid tussen overschrijden van de vloeigrens van (delen) van de draaipunten en het (theoretisch) optreden van het bezwijkmechanisme moet ten minste 1,25 zijn.

Onder draaipunten wordt, in dit geval van bijvoorbeeld een puntdeur, verstaan de halspen inclusief aansluiting naar de deur, de halsbeugel incl pennen, de in te storten delen inclusief de achterliggende civiele constructie, de verbinding naar de halsbeugel, de taats, het lagermateriaal, de taatsschoen en de verbinding van de taatsschoen naar de deur. De insteek is dat bij/ondanks verklemming door obstakels de draaipunten blijvend kunnen functioneren.

Ook moet rekening gehouden worden met de aanwezigheid van obstakels op de andere posities dan hierboven omschreven. Echter dan mag schade optreden, echter wel op een dusdanige manier dat hoogstens de constructie van het keermiddel (gedeeltelijk) bezwijkt, maar dat de opleggingen (bijvoorbeeld aanslagen, draaipunten en ibo's) zoveel mogelijk in stand blijven.

Belastingen door obstakels op andere typen van sluisdeuren en andere beweegbare waterkeringen moeten in dezelfde geest worden beschouwd, met inachtneming van de voor deze typen meest risicodragende gevallen.

(1.8) Overbelasting door falen van besturingssystemen

Afhankelijk van het type bewegingswerk kan het falen van het besturingssysteem ertoe leiden dat de deur met volle snelheid tegen de drempel (of deurkas) aan loopt. In geval van bijvoorbeeld hefdeuren kan de deur dan ook klem tussen de heftorens komen te staan. Dit mag niet leiden tot zodanige beschadiging dat deuren niet meer kunnen functioneren.

Mocht het bewegingswerk dit niet uitsluiten, dan moet in het ontwerp worden aangenomen dat de bovenbeschreven gebeurtenis eens per 5.000 tot 15.000 sluitingen (inclusief schutten) plaats kan vinden.

(1.9) Belastingen op draaipunten

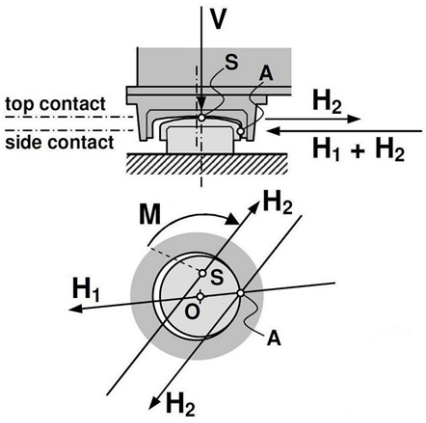
In de berekening van de draaipunten van punt- en draaideuren moet meegenomen worden dat tussen het boven en het onderdraaipunt – als gevolg van de draaibeweging – een verticale belasting zich kan opbouwen ter grootte van:

- 0,3 van de horizontale reactie voor draailagers van het type metaal-metaal;
- 0,1 van de horizontale reactie voor draailagers van het type metaal-kunststof.

Deze belasting kan beiderzijds optreden, d.w.z. zij kan de draaipunten uit elkaar duwen of naar elkaar trekken.

~~Daarnaast moet bij de taats rekening worden gehouden met een extra horizontale kracht op het glijvlak van de taats als gevolg van de wrijving op het kopvlak door de verticale belasting.~~

Daarnaast moet bij de taats rekening worden gehouden met een extra horizontale kracht; de zogenaamde ‘ taatsschuifkracht ‘ (H2) volgens figuur 5-7.



Figuur 5-7: Invloed taatsschuifkracht

De taatsschuifkracht (H2) ontstaat als gevolg van wrijving op het kopvlak van de taats, wanneer de verticale belasting (V) excentrisch aangrijpt (in figuur 5-7 op punt S). Bij de verdraaiing (M) zal door horizontale verschuiving van de verticale belasting bij S een extra kracht worden opgebouwd bij punt A, ter grootte van de verticale belasting (V) x de statische wrijvingscoëfficiënt van de betreffende materiaalcombinatie.

In ontwerpberekeningen van het draaipunt moet worden aangenomen dat deze taatsschuifkracht bij elke beweging optreedt en altijd ongunstig van richting is. De resulterende horizontale kracht op de taats is dan een lineaire optelling van H2 en H1, waarbij H1 de horizontale kracht door het deurgewicht is.

(1.10) Belasting door bouw imperfecties

In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de belastingen die volgen uit bouwimperfecties, indien geen maatregelen worden genomen om deze uit te sluiten. Hierbij moet ten minste rekening worden gehouden met de belastingen door:

- het overdragen van krachten via de drempel i.p.v. de achterhar, door het niet goed pas zijn van de deur (bij puntdeuren);
- extra belastingen door een niet gelijkmatige afstempeling van de deur, ten gevolge van maatafwijkingen (bij hef- en roldeuren);
- het scheluw gedrukt worden, doordat de deur te kort is.

(1.11) Overige belastingen

Mochten er uit de te kiezen technische oplossingen nog andere belastingen voortvloeien, dan moet men deze belastingen afzonderlijk definiëren en er in het ontwerp rekening mee houden.

(1.12) Combinaties van belastingen op keermiddelen voor STR en GEO

Met de in tabel 5-8 en tabel 5-9 genoemde belastingen moet, indien van toepassing, minimaal worden gerekend. De belastingsfactoren zijn gebaseerd op gevolgklasse CC3. Alle combinaties zijn gebaseerd op formule 6.10b (Zie NEN-EN 1090), uitgezonderd combinatie J, deze is gebaseerd op formule 6.10a. De nummers F0, F1, etc. verwijzen naar het boek “Ontwerp van Schutsluizen - deel II” (Ref.[2]).

Tabel 5-8: Belastingscombinaties Keermiddelen gesloten

belastingcombinatie Belasting	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
Eigen gewicht (F0,F1,F2)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Max pos vervalbelasting (MHW) (F10) Windgolfbelasting bij MHW (F13)	1,5								
Max neg verval (F11) Windgolfbelasting bij max neg verval (F13)		1,5							
Vervalbelasting bij max schutpeil (F12) Windgolfbelasting bij max schutpeil (F13) translatiegolf bij max schutpeil (F15)			1,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
Verkeersbelasting /bordesbelasting (F16)	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
Windbelasting	1,65	1,65	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Voorspankracht uit bew. Werk (F33)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,0	1,0
Schroefstraal schip					1,5				

IJsdruk (F53)					0,8	1,5			
Krachtsopbouw langs de draaias; zie (1.9)							1,5		
Aanvaren deur (F54)								1,0	
Lekraken drijfkist (F55)									1,0

Tabel 5-9: Belastingscombinaties openen/sluiten keermiddelen

belastingcombinatie Belasting	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**
Eigen gewicht (F0,F1,F2)	1,4	1,25	1,25	1,25	1,25
Belastingen uit het bew.werk	1)	1)	2)	3)	1)
Hydraulische belastingen tijdens bewegen + wind (restverval, windgolven. Translatiegolven, wind, golfweerstand e.d) (F13+F14 +F15+F20+F22+F23+F24)	4)	4)			4)
Massakrachten (keermiddel + water) (F21+F30+F31)	4)	4)	4)	4)	4)
Obstakels (F40)			1,25		
Ijsdruk / ijsgewicht (F53)		1,5			
Falen besturingssysteem				1,25	
Krachtsopbouw langs de draaias; zie (1.9)					1,5

1) Voor de rekenwaarde van de belastingen uit het bewegingswerk wordt verwezen naar paragraaf 5.10 (4) “Belastingen op bewegingswerken”
2) Voor de rekenwaarde van de belastingen uit het bewegingswerk wordt verwezen naar paragraaf 5.10 (1.7) ‘Belastingen door obstakels”
3) Gerekend mag worden bij hydraulische bewegingswerken met de overstortdruk x 1,20
4) Voor de belastingcombinaties en belastingsfactoren wordt verwezen naar paragraaf 5.10 (4) “Belastingen op bewegingswerken”

Vermoeiingsbelasting op keermiddelen

(2) Als vermoeiingsbelasting moeten in rekening gebracht worden:
- Belastingswisselingen ten gevolge van verval;
- Belastingswisselingen ten gevolge van het openen en sluiten van een keermiddel, inclusief de invloed van het bewegingswerk;
- Belastingswisselingen ten gevolge van windgolven – indien significant (bijvoorbeeld zeekust, Ijsselmeer); de belastingen van lange golven zijn incidenteel en hoeven niet als vermoeiingsbelasting te worden beschouwd;
- Eventuele andere frequent wissellende belastingen indien aanwezig, bijvoorbeeld uit wegverkeer over het keermiddel, toegelaten trillingen, flutter en andere vormen van dynamische stromingsbelastingen, windbelastingen op bijvoorbeeld hefdeuren en dergelijke.

Mechanische uitrusting

(3) De mechanische uitrusting van waterkerende constructies (sluizen, stuwen en dergelijke) moet getoetst worden aan NEN 6786 (constructieve aspecten) en NEN 6787 (veiligheid).

Onderdelen van de mechanische uitrusting die deel maken van de waterkerende constructie, zoals halsbeugels, inclusief ingestorte delen, taatsen een dergelijke moeten voldoen aan gevolgklasse CC3. Voor belastingen, belastingsfactoren en belastingcombinaties van deze onderdelen wordt verwezen naar paragraaf 5.10 (1).

De overige onderdelen van de mechanische uitrusting moeten voldoen aan CC2, conform de eisen in NEN 6786. Voor de factor K_n uit hoofdstuk 9 van NEN 6786 mag in alle situaties met 1 worden gerekend.

Voor de ontwerplevensduur van de mechanische uitrusting wordt verwezen naar de NEN 6786. Bij natte kunstwerken waar voor de keermiddelen een ontwerplevensduur van 100 jaar is voorgeschreven, moet ook voor de draaipunten van de deuren (halsbeugels, taatsen en dergelijke) uitgegaan worden van een ontwerplevensduur van 100 jaar. Dit geldt niet voor het lagermateriaal, hiervoor geldt een minimumeis van 15 jaar, of zoveel hoger als het contract vereist.

Toelichting:
Onder de mechanische uitrusting wordt verstaan het geheel van aandrijfmechanismen (mechanische en hydraulische), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke.

Belastingen op bewegingswerken

(4) De belastingsfactoren en de invloed van dynamische verschijnselen worden bepaald volgens de methodiek in hoofdstuk 8 van NEN 6786. Verder is als basis voor het bepalen van de belastingen gebruik gemaakt van WL rapport Q1442 “Krachten op puntdeuren en enkele draaideuren” (Ref. [3]) en het boek “Ontwerp van Schutsluizen – deel II” (Ref.[2]). In de ROK zijn de belastingen voor bewegingswerken van puntdeuren/draaideuren uitgewerkt. Voor andere type deuren moet dezelfde methodiek worden gehanteerd. De belastingsfactoren in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op betrouwbaarheidsklasse RC2.

De volgende belastingen voor punt- en draaideuren moeten ten minste worden meegenomen, zie ook Ref. 2 hoofdstuk 12.1.4.2:

1. F11 Negatief verval
   Indien aanwezig, maximale negatief vervalbelasting bij gesloten deur
2. $F13_{50}$ Windgolfbelasting op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar 0.02 (1 maal per 50 jr)
   Bepalen met de windsnelheid (10 minuten gemiddelde op 10 m hoogte) volgens NEN-EN 1991-1-4. Maatgevend is de significante windgolf * 1.5 (zie 11.4.2.3 van Ref.[2].).
3. $F13_{VOBB}$ Windgolfbelasting op de deur
   Bepalen met de windsnelheid(uurgemiddelde op 10 m hoogte) volgens NEN 6786 (VOBB) hoofdstuk 8.2.1.2. Maatgevende is de significante windgolf * 1.5 . (zie 11.4.2.3 van ref.[2])

4. $F14_{50}$ Windbelasting op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar 0.02 (1 maal per 50 jaar)
   Bepalen met de windsnelheid volgens NEN-EN-1991-1-4
5. $F14_{VOBB}$ Windbelasting op de deur
   Bepalen met de windsnelheid volgens NEN 6786 (VOBB) hoofdstuk 8.2.1.2
6. $F15_{50}$ Belasting door translatiegolf op de deur met een overschrijdingsfrequentie/jaar van 0.02
   Wanneer er niets verder is aangegeven, rekenen met een translatiegolf van 0,4 m. Verwezen wordt ook naar 11.4.3 van ref.[2].
7. $F15_{1}$ Belasting door translatiegolf op de deur met een overschrijdingsfrequentie van 1 /jaar
   Wanneer er niets verder is aangegeven, rekenen met een translatiegolf van 0,3 m. Verwezen wordt ook naar 11.4.3. van ref.[2].
8. $F17_{50}$ Vervalbelasting bij open deur door een voorbij varend schip met een verschrijdingsfrequetie/jaar 0.02
   Verwezen wordt naar 11.4.4. van ref.[2].
9. $F18_{1}$ Weerstand door slib
   Zijn er geen andere gegevens bekend, dan rekenen met 200 N/m
10. F20 Restvervalkracht
    Gerekend moet worden dat bij begin openen een restverval van 0,1 m aanwezig plus het effect van dichtheidsverschil.
    Verwezen wordt naar 11.2.2 van ref.[2]
11. F21 Massatraagheidskrachten water in en om de deur
    Verwezen wordt naar 11.3.2 van ref.[2].
12. F22 Stromingsweerstand
    Verwezen wordt naar 11.3.3.2 van ref.[2].
13. F23 Golfweerstand /opstuwing van het water door de deurbeweging
    Verwezen wordt naar 11.3.3.3 van ref.[2].
14. F24 Kasweerstand van het water door de deurbeweging
    Verwezen wordt naar 11.3.3.4 van ref.[2].
15. F30 Massa traagheidskrachten deur
16. F31 Massa traagheidskrachten bewegingswerk
17. F32 Wrijving van draaipunten (halsbeugel, taats)
18. F33 Aanspannen buffers, opspannen hydraulische cilinder
    Indien er niets anders is voorgeschreven, moet voor het opspannen gerekend worden, bij puntdeuren in gesloten stand, met een verval over de deuren van 0,2 m bij de maatgevende waterstand. Voor geopende deuren wordt verwezen naar 11.4.4.5 van Ref.[2].

De volgende bedrijfstoestanden (Btw) moeten worden onderscheiden:

Btw1. Deuren gesloten
   In de eindstanden moeten de deuren met hydraulische cilinders of bij een electro-mechanische bewegingswerk met buffers worden opgespannen. Zo wordt voorkomen dat bij (bijna) gelijk water de deuren kunnen gaan klapperen door wind, windgolven of translatiegolven. (= F33).
   De bewegingswerken moeten passief een veel grotere belasting kunnen opnemen. Deze belastingen kunnen ontstaan door negatief verval (indien van toepassing) en /of translatiegolven en/of wind/windgolven. In een dergelijke situatie mogen door de beperkte stijfheid van het bewegingswerk de puntdeuren iets open gaan staan.

Btw2. Deuren openen.

Btw3. Einde openen
Btw4. Deuren geopend (in kas)
De deuren moeten door het bewegingswerk opgespannen worden om te voorkomen dat de deuren gaan klapperen door translatiegolven die veroorzaakt worden door voorbij varende schepen.
Het is wel acceptabel dat in een uitzonderlijke situatie (zeer grote schepen met hoge snelheid) de aandrukkracht (F33) wordt overschreden. De bewegingswerken moeten wel passief deze belasting ($F17_{50}$) kunnen opnemen
Btw5. Begin sluiten
Btw6. Deuren sluiten

Voor de belastingcombinaties geldt daarnaast het volgende:

- Met de tabellen 11 (electro-mechanisch) en 12 (electro-hydraulisch) van NEN 6786 moeten de rekenwaarden van de maatgevende belastingsgevallen bepaald worden voor de vijf te controleren grenstoestanden.
- Het effect van dynamische verschijnselen bij de rekenwaarden van krachten en momenten moet volgens deze tabellen worden meegenomen.
- Indien het rendement van de installatie (η) bij een belastingcombinatie een rol speelt in de bepaling van de capaciteit van de installatie, dan moet deze in rekening worden gebracht.
- De vijf te controleren grenstoestanden (Gtw) zijn (zie bijgevoegde tabel):

Uiterste grenstoestand:	Gtw1	Overbelasten overbrenging (11 +12)
	Gtw2	Vermoeiing overbrenging (11 + 12)
Bruikbaarheidsgrenstoestand:	Gtw3	Overschrijden grensmotorkoppel (11) & Overschrijden maximale druk (12)
	Gtw4	Overschrijden toegekend motorkoppel (11) & Overschrijden gemiddelde druk (12)
	Gtw5	Overschrijden remkoppel (11) & Overschrijden overstort (12)

Volgende pagina:
Tabel 5-10: Belastingscombinaties voor bewegingswerken voor punt- en draaideuren

Belastingcombinaties voor bewegingswerken voor punt- en draaideuren

Grenstoestand	Bedrijfstoestand	Belastingcombinatie	Fs.d (Msd) Rekenwaarde van de uitwendige belasting																	Fa.d (Mad) Rekenwaarde door versnellen / vertragen		
			F11	$F13_{s0}$	$F13_{VOBB}$	$F14_{s0}$	$F14_{VOBB}$	$F15_{s0}$	$F15_{1}$	$F17_{s0}$	$F18_{1}$	F20	F22	F23	F24	F32	F33	F21	F30	F31
Gtw1	Btw1	11a (negatief verval, bij dubbelkrende puntdeuren)	n.t.b. Indien van toepassing belasting F11 en combinatie 11a in overleg bepalen																	
		11b (windgolven)		1.5		1.5			1.5											
		11c (translatiegolven)		1.0		1.0		1.5												
		11d (aandrukkracht)															1.5			
	Btw2	12a (restverval + massatraagheid)			1.25		1.25				1.5	1.5	1.2	1.2		1.2		1.5	1.5	1.5
		12b (stromings- en golfweerstand)			1.25		1.25				1.5	1.2	1.5	1.5		1.2		1.2	1.2	1.2
		12c (wind/ windgolven)			1.8		1.8					1.2								
		12d (extreme translatiegolf); tot een openingshoek van 10°							1.5			1.2								
	Btw3	13a (kasweerstand + massatraagheid)									1.5				1.5	1.2		1.5	1.5	1.5
	Btw4	14a (langsvarend schip)								1.5										
		14b (aandrukkracht)															1.5			
	Btw5	15a (massa traagheden, kasweerstand)									1.5				1.5	1.2		1.5	1.5	1.5
	Btw6	16a (massatraagheid)			1.25		1.25				1.5		1.2	1.2		1.2		1.5	1.5	1.5
		16b (stromings- en golfweerstand)			1.25		1.25				1.5		1.5	1.5		1.2		1.2	1.2	1.2
		16c (wind/ windgolven)			1.8		1.8													
		16d (translatiegolven); alleen de laatste 10°							1.5											
Gtw 2	Btw1	21b (aandrukkracht)															1.2			
	Btw2	22a (restverval en massatraagheid)					0.4					1.2	1.2	1.2		1.2		1.2	1.2	1.2
	Btw3	23a (kasweerstand)													1.2	1.2				
		23b (kasweerstand, bij vertragen)													0.9		1.2	1.2	1.2	
	Btw4	24a (aantrekkracht)															1.2			
	Btw5	25a (massa traagheden, kasweerstand)													1.2	1.2		1.2	1.2	1.2
	Btw6	26a (massatraagheid stromingsweerstand)					0.4						1.2	1.2		1.2		1.2	1.2	1.2
		26b (massatraagheid stromingsweerstand, bij vertragen)					0.4											1.2	1.2	1.2
Gtw3	Btw1	31a (aandrukkracht)															1.1			
	Btw2	32a (restverval + massatraagheid)			0.9		0.9				1.1	1.1	1.1	1.1		1.1		1.1	1.1	1.1
	Btw3	33a (kasweerstand + massatraagheid)									1.1				1.1	1.1		1.1	1.1	1.1
	Btw4	34a (aantrekkracht)															1.1			
	Btw5	35a (massa traagheden, kasweerstand)									1.1				1.1	1.1		1.1	1.1	1.1
	Btw6	36a (massatraagheid)			0.9		0.9				1.1		1.1	1.1		1.1		1.1	1.1	1.1
Gtw 4	Btw2	42a (restverval + massatraagheid)			0.6		0.6				1.1	1.1	1.1	1.1		1.1		1.1	1.1	1.1
	Btw3	43a (kasweerstand)									1.1				1.1	1.1				
	Btw5	45a (massa traagheden, kasweerstand)									1.1				1.1	1.1		1.1	1.1	1.1
	Btw6	46a (golfweerstand)			0.6		0.6				1.1		1.1	1.1		1.1		1.1	1.1	1.1
Gtw 5	Btw1	51a (negatief verval)	n.t.b. Indien van toepassing belasting F11 en combinatie 11a in overleg bepalen																	
		51b (windgolven)		1.1		1.1			1.1											
		51c (translatiegolven)		0.8		0.8		1.1												
	Btw2	52a (vertragen)			0.8		0.8											1.1	1.1	1.1
		52b (wind/ windgolven)			1.1		1.1					1.1								
		52c (translatiegolf) tot een openingshoek van 10°							1.1			1.1								
	Btw4	54a (langsvarend schip)								1.1										
	Btw6	56a (vertragen)			0.8		0.8											1.1	1.1	1.1
		56b (wind/ windgolven)			1.1		1.1													
		56c (extreme translatiegolf) alleen de laatste 10°							1.1											

Troskrachten op bolders

(5) Troskrachten op bolders moeten volgens RVW 2011, 4.3 gehanteerd worden. Deze belasting moet beschouwd worden als een veranderlijke belasting.

~~Keuze deurtypen en bewegingswerken~~

~~(6) De keuze voor een bepaald deurtype in combinatie met een bewegingswerk moet met een multi criteria analyse worden onderbouwd.~~

5.11 Specifieke belastingen op beweegbare bruggen

Voor de belasting door temperatuurveranderingen moet bij zowel geopende als gesloten brug NEN 6786 gehanteerd worden.

5.12 Specifieke belastingen op geluidschermen

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen met betrekking tot grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen), e.e.a. met inbegrip van de grondslagen volgens NEN-EN 1990 + NB, de in rekening te brengen belastingen volgens de NEN-EN 1991-serie + NB's en de materiaalgebonden toetsingnormen + NB's. Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de uitvoeringsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

Opmerking:
Eisen met betrekking tot de keuze van de gevolgklasse zijn opgenomen ROK paragraaf 4.6.

5.13 Specifieke belastingen op verkeerskundige draagconstructies

Voor verkeerskundige draagconstructies (portalen en uithouders) wordt verwezen naar de documenten genoemd in tabel 2-7.

Toelichting:
In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld in de betreffende documenten).

Voor de windbelasting op informatiesystemen (o.a. borden, signaalgevers, DRIPS) aan verkeerskundige draagconstructies moet NEN-EN 1991-1-4, 7.4.3 worden gehanteerd. Windbelasting op overige onderdelen van verkeerskundige draagconstructies vormafhankelijk overeenkomstig NEN-EN 1991-1-4.

6 Eurocode 2: Ontwerp en berekening betonconstructies

6.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1992-1-1 + NB.

2.3.1.2 (2)	Verificatie (Bruggen)

De ductiliteit en rotatiecapaciteit mogen voldoende worden geacht indien een lineair elastische berekening volgens EN 1992-1-1, 5.4 of een lineair elastisch berekening met beperkte herverdeling volgens 5.5 is gebruikt.

Toelichting: Bij deze berekeningsmethoden is voldoende rotatiecapaciteit aanwezig door de gestelde eis met betrekking tot de betondrukzonehoogte.

2.3.1.3 (3)	Verificatie (Bruggen)

Zie 2.3.1.2(2).

2.3.2.2 (2)	Verificatie (Bruggen)

Zie 2.3.1.2(2).

2.7 (1)	Eis

Verbindingen moeten ten minste uit twee ~~staven of~~ ankers bestaan.

Voor de eisen voor het ontwerp en de berekening van bevestigingsmiddelen (ankers) wordt verwezen naar de NVN-CEN/TS 1992-4 reeks. Tot het moment dat een Nationale Bijlage beschikbaar is, gelden de aanbevolen waarden voor de NDP's.

~~Voor gelijmde wapeningsstaven in geboorde gaten die dienen als verankering of overlappingslas, geldt Technical Report 23 van de EOTA (Assessment of post-installed rebar connections).~~

Het beproeven van bevestigingsmiddelen moet geschieden volgens de aanvulling op NVN-CEN/TS 1992-4.

Toelichting:
Gelijmde wapeningsstaven in geboorde gaten die dienen als verankering of overlapping, vallen niet onder NEN-EN 1992-1-1, 2.7. Daarvoor geldt Technical Report 23 van de EOTA (Assessment of post-installed rebar connections), de aanvullingen op NEN-EN 1992-1-1, 8.4.1 en 8.7.2, en het aanbrengen en de beproeving volgens de aanvulling op NVN-CEN/TS 1992-4 (ROK paragraaf 6.11).

~~*Toelichting:*~~
~~*In artikel 1.1 van Technical Report 23 van de EOTA staat "Fatique, dynamic or seismic loading of post-installed rebar connections are not covered by this Technical Report.". Dit betekent dat de vermoeiingssterkte niet via een ETA kan worden aangetoond. Indien sprake is van vermoeiingsbelastingen, moet de vermoeiingssterkte op een andere manier worden aangetoond.*~~

~~*In artikel 4.2 van Technical Report 23 van de EOTA worden aanvullende eisen gesteld voor in te lijmen wapeningsstaven in gescheurd beton.*~~

~~*In ETA's van systemen met in te lijmen staven in geboorde gaten zijn veelal tabellen opgenomen waarin de benodigde verankeringslengte of overlapppingslengte ten behoeve van het bepalen van de boorgatdiepte kan worden afgelezen. Er wordt op gewezen dat moet worden nagegaan of de uitgangspunten van de tabellen op de beschouwde situatie van toepassing zijn (bijvoorbeeld de factoren α_1 t/m α_6 in de tabellen 8.2 en 8.3 in NEN-EN 1992-1-1).*~~

3.1	Eis

Toeslagmaterialen anders dan grind en zand mogen slechts worden toegepast indien alle relevante gedragseigenschappen bekend zijn.

Opmerking:
Denk aan krimp, kruip, E-modulus, waterabsorptie, breukenergie, vermoeiingsgedrag, etc.

3.1.2	Eis

Indien een hogere betonsterkteklasse negatieve effecten kan hebben, moet rekening worden gehouden met een betonsterkte die twee klassen hoger ligt dan de gevraagde (ontwerp)sterkteklasse. Indien de afwijking tussen de gevraagde en geleverde sterkteklasse groter is, moet dit schriftelijk door de betonleverancier aan de afnemer worden gemeld.

Toelichting:
Negatieve effecten van een hogere betonsterkte kunnen bijvoorbeeld optreden bij de berekening van het minimum wapeningspercentage bij onderdelen belast op buiging, het minimaal benodigde wapeningspercentage bij de begrenzing van scheurwijdtes bij doorgaande scheurvorming, als gevolg van meer warmte-ontwikkeling bij de verharding vergrote kans op scheurvorming, grotere (trek)spanningen bij verhinderde vervormingen als gevolg van hogere E-modulus, bij brand vergrote kans op afspatten etc.

3.1.4	Advies

Voor de relatieve vochtigheid RH mag worden aangehouden:

RH = 100%	in water
RH = 95%	ondergronds (boven grondwater)
RH = 80%	buitenlucht boven water
RH = 75%	buitenlucht niet boven water
RH = 70%	binnen (onverwarmd)

Voor de omtrek u in 3.1.4(6) geldt dat voor holle kokers die niet worden geventileerd, alleen de buitenomtrek in rekening moet worden gebracht. Opgemerkt wordt dat dit niet geldt voor een uitbouwbrug tijdens de bouwperiode. De open uiteinden zorgen dan voor ventilatie.

3.2.2 (1)P	Advies

Voor de eigenschappen van betonstaal wordt verwezen naar NEN 6008, waarin prestatie-eisen zijn opgenomen voor de in Nederland gangbare betonstaalsoorten die voldoen aan NEN-EN 10080. Voor bruggen in Nederland zal meestal B500B worden toegepast.

Toelichting:
Ductiliteitsklasse A is voor bruggen niet toegestaan (zie NEN-EN 1992-2, 3.2.4) en ductiliteitsklasse C is in Europees verband vooral bedoeld voor gebieden met risico van aardbevingen (Italië, Griekenland).

Relevante eigenschappen voor de berekening zijn:
Bij een horizontale bovenste tak volgens 3.2.7 (2)b van EN 1992-1-1:
karakteristieke vloeigrens f_{yk} = 500 MPa

Bij een hellende bovenste tak volgens 3.2.7 (2)a zijn ook van belang:
karakteristieke breukrek ε_{uk} = 5,0 %
coëfficiënt k k = 1,08

3.2.5	Eis

Het lassen van betonstaal moet zijn uitgevoerd in overeenstemming met NPR 2053. Zie ook de aanvullingen op NEN-EN 13670, 4.3.2 en 6.4 en de aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, 6.8.2 (4).

Toelichting:
Door het voorschrijven van NPR 2053, BRL 503 en BRL 0512 wordt voorkomen dat de materiaalsterkte afneemt door het toevoegen van teveel laswarmte.

~~Bij overwegend statisch belaste betonconstructies kunnen zonder beperkingen voor de eigenschappen van het betonstaal (volgens bijlage C van NEN-EN 1992-1-1) hechtlassen worden toegepast. Dit hechtlassen moet onder controle op zorgvuldige uitvoering (beperkte laswarmte en staafdia-ondersnijding) worden uitgevoerd; bij voorkeur onder regiem van BRL 0503. Ook kunnen zonder beperkingen krachtlassen zoals kracht-overlapverbindingen (verlengen betonstaal) volgens NPR 2053 worden toegepast, bij voorkeur onder regiem van BRL 0512.~~

~~Indien gelast moet worden met relatief veel laswarmte, waarbij het staafmateriaal door en door heter wordt dan ca. 650 °C, dan moet het betonstaal B500 worden gerekend als B250.~~

~~Bij dynamisch belaste betonconstructies, waaronder in ieder geval de effecten van roterende machines en verkeersbelastingen vallen, is het (hecht)lassen van betonstaal wel toegestaan, doch moet in de berekening gerekend worden met relevant verlaagde toelaatbare vermoeiingsspanningen. Ook deze (hecht)lassen moeten onder controle op zorgvuldige uitvoering (beperkte laswarmte en staafdia-ondersnijding) worden uitgevoerd; bij voorkeur onder regiem van BRL 0503.~~

~~Tabel 6.3N schrijft normatief voor om het opneembaar spanningsbereik $\Delta\sigma_{Rsk}$ verkregen bij 1.000.000 cycli voor gelaste staven en gehechtlaste wapeningsnetten op 58,5 N/mm^2 te stellen.~~

3.3.1 (5)P	Advies

Verschillende delen van NEN-EN 10138 zijn nog niet definitief vastgesteld. Volgens de Nationale Bijlage mogen als alternatief voor 3.3, totdat alle delen van NEN-EN 10138 beschikbaar zijn, de voorspanstaalkwaliteiten worden toegepast zoals gedefinieerd in NEN 3868. Relevante eigenschappen voor de berekening zijn opgenomen in tabel 6-1.

Tabel 6-1: Relevante eigenschappen van voorspanstaal voor de berekening

type	kwaliteit	$f_{p0,1k}$ MPa	f_{pk} MPa	ε_{uk} %	ρ_{1000} %
draden	FeP1670	1440	1670	3,5	2,5
	FeP1770	1520	1770	3,5	2,5
strengen	FeP1860	1600	1860	3,5	2,5

waarin:

$f_{p0,1k}$ karakteristieke 0,1%-rekgrens
f_{pk} karakteristieke treksterkte
ε_{uk} karakteristieke breukrek
ρ_{1000} relaxatieverlies na 1000h onder spanning bij een gemiddelde temperatuur van 20 °C, uitgedrukt als percentage van de aanvangsspanning, verkregen bij een aanvangsspanning van $0,7f_{pk}$

3.3.2 (4)P	Advies

Voorspandraden en –strengen volgens NEN 3868 vallen in relaxatieklasse 2.

3.4.1.2.2 (1)P	Toelichting

Splijtwapening hoort bij de verankeringszone. Er wordt op gewezen dat voor de kracht in het spanelement de aanvangsvoorspankracht inclusief overspannen behoort te worden aangehouden.

4.2 (2)	Eis

Voor milieuklassen bij betonnen kunstwerken wordt verwezen naar de aanvulling op NEN-EN 206 in paragraaf 6.9.

4.4.1.2 (5)	Eis

Het is niet toegestaan om met alternatieve ontwerp- of berekeningsregels af te wijken van de voorgeschreven minimumdekking $c_{min;dur}$.

Toelichting:
Hiermee wordt onder meer bedoeld dat het gebruik van CUR Leidraad 1 (VC81), Duurzaamheid van constructief beton met betrekking tot chloride-geïniteerde corrosie – Leidraad voor het formuleren van prestatie-eisen, niet is toegestaan.

Voor constructieonderdelen die risicovol zijn ten aanzien van de constructieve veiligheid en die (na oplevering) niet of slecht inspecteerbaar of onderhoudbaar zijn, moet de minimumdekking c_{min} met 5 mm worden vermeerderd. Dit geldt bijvoorbeeld voor:

- het horizontale vlak van een tandconstructie (onder en boven)
- de horizontale en verticale vlakken aan weerszijden van en onder een voegconstructie
- de bovenzijde van het rijdek onder het asfalt
- de buitenzijde van een tunnel

Voor onbekiste oppervlakken moet de minimumdekking c_{min}, eventueel in aanvulling op voorgaande toeslag, met 5 mm worden vermeerderd. Deze toeslag vervalt als in verband met nabewerken een toeslag van ten minste 5 mm is aangehouden.

~~Voor betonoppervlakken die nabewerkt worden (bijvoorbeeld oppervlakken met uitgewassen grind), moet de minimumdekking c_{min} met 5 mm worden vermeerderd. Afhankelijk van de wijze van nabewerken kan een grotere toeslag noodzakelijk zijn. Een eventuele toeslag voor een onbekist oppervlak geldt in dat geval niet.~~

Toelichting:
De hiervoor opgenomen tekst is verwijderd, omdat een toeslag bij nabewerking al is geregeld in NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2 (11).

4.4.1.2 (5)	Eis

Bij tabel 4.3N –Constructieve classificatie gelden de volgende aanvullingen:

3) Een element wordt beschouwd een plaatgeometrie te hebben indien de kleinste hoofdafmeting van het betreffende element groter (breder) is dan 1,0 meter.

Toelichting:
De achtergrond van deze invulling is, in afwijking van hetgeen in NEN-EN 1992-1-1 wordt geïmpliceerd met "plaats van de wapening niet beïnvloed door het bouwproces", dat lokale aantasting bij een element met een hoofdafmeting groter dan 1,0 m (plaat) relatief weinig invloed zal hebben op het (rest)draagvermogen.

4) Voor vooraf vervaardigde betonproducten (die minimaal voldoen aan NEN-EN 13369) mag voor milieuklassen XC1 t/m XC4 en XD1 t/m XD3 de minimumdekking $c_{min,dur}$ volgens NEN-EN 1992-1-1/NB, Tabel 4.4N en 4.5N met 5 mm worden verminderd indien, naast de eisen met betrekking tot de cementsoort in ROK par. 6.9, 5.2.2, aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:
1) de water-cementfactor of de water-bindmiddelfactor is kleiner dan of gelijk aan 0,45;
2) 2/3 maal de grootste korrelafmeting D is niet groter dan de nominale betondekking c_{nom}.

~~5) De vermindering van de constructieve classificatie met 1 klasse door een "Specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie" voor te schrijven, wordt voor in het werk gestort beton als volgt gespecificeerd:~~
~~1) de vervaardiging van de betonconstructie gebeurt onder uitvoeringsklasse 3, zoals beschreven in NEN-EN 13670, 4.3;~~
~~2) aanvullend op 1) moet een terzake deskundige en onafhankelijke keuring plaatsvinden volgens NEN-EN 13670 annex B, B.4.3.3 (3)c;~~
~~3) de productcertificatie van de betonmortel moet volgens BRL 1801 gedaan worden (zolang er nog geen CE-certificaat voor betonmortel bestaat).~~

5) De vermindering van de constructieve classificatie met 1 klasse door een "Specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie" voor te schrijven, mag alleen worden toegepast voor vooraf vervaardigde betonproducten als bedoeld in NEN-EN 13670, 9.2. Daarbij moet worden voldaan aan de volgende voorwaarden:
1) de fabrikant moet zich houden aan de "inspection schemes" zoals beschreven in NEN-EN 13369, Annex D;
2) ~~de productcertificatie van~~ de betonmortel moet zijn geproduceerd onder certificaat op basis van BRL 1801 of een daaraan gelijkwaardig certificaat (voor zolang er nog geen CE-certificaat voor betonmortel bestaat).

4.4.1.2 (7)	Advies

Wanneer is aangetoond dat het beoogde roestvast staal geschikt is voor toepassing in gewapend beton, zowel met betrekking tot de mechanische eigenschappen als de corrosiebestendigheid, mag de waarde van $\Delta c_{dur,st}$ gelijk aan 10 mm zijn genomen.

Toelichting:
Merkblatt 866 Nichtrostender Betonstahl (1. Auflage 2011; uitgave van Informationsstelle Edelstahl Rostfrei) geeft aanbevelingen voor het toepassen van roestvast staal in beton.

4.4.1.2 (13)	Eis (Tunnels, Natte kunstwerken)

Aan de bovenzijde van het dak van een tunnelzinkelement, de bovenzijde van de bodem van een aquaduct of de bovenzijde van de vloer van een sluiskolk gelegen in een vaarweg met een CEMT-klasse niet hoger dan IV, moet de minimumdekking c_{min} worden vermeerderd met 50 mm. In de dekking moet een krimpnet worden aangebracht met een nominale dekking van 60 mm.

De bovenzijde van het dak van een tunnelzinkelement, de bovenzijde van de bodem van een aquaduct of de bovenzijde van de vloer van een sluiskolk gelegen in een vaarweg met een CEMT-klasse hoger dan IV, moet voorzien zijn van een beschermlaag zoals beschreven in rapport VAL 99-18.

4.4.1.2 (13)	Eis (Tunnels, Natte kunstwerken)

Voor de dagzijde van sluizen (sluishoofd en sluiskolk) en aquaducten moet de minimumdekking c_{min} worden vermeerderd met +10 mm om ervoor te zorgen dat bij eventuele slijtage door schepen (groeven en botsen) voldoende dikte van de dekking als barriere overblijft om wapeningscorrosie te voorkomen.

4.4.1.3 (1)P	Eis

Voor de waarde van Δc_{dev} moet ten minste 10 mm worden aangehouden.

Indien is gegarandeerd dat een zeer nauwkeurig meetinstrument is gebruikt voor het monitoren van de betondekking (na een eventuele nabewerking) en dat constructieonderdelen c.q. elementen die niet voldoen, zijn verwijderd (bijvoorbeeld geprefabriceerde elementen), mag Δc_{dev} met maximaal 5 mm worden gereduceerd.

Op de tekeningen moet zowel de waarde van c_{min} als de waarde van c_{nom} (of $c_{toegepast}$) expliciet als zodanig worden vermeld.

~~De gehanteerde waarde van Δc_{dev} moet op de tekeningen worden aangegeven, zodat voor de dekkingscontrole in de praktijk bekend is hoe groot de vereiste dekking c_{min} is.~~

5.10.8	Eis (Bruggen)

Het in rekening brengen van voorspanning zonder aanhechting (VZA) in de eindsituatie is niet toegestaan.

Opmerking:
Met voorspanning zonder aanhechting wordt voorspanning in het beton bedoeld en dus niet uitwendige voorspanning.

5.8.2 (1)P	Eis

Een funderingspaal moet over de lengte dat hij vrijstaand is als kolom worden beschouwd.

5.10.5.2	Advies

Indien het voorspansysteem op moment van berekenen nog niet bekend is of als gegevens in een Europese Technische Goedkeuring ontbreken, mogen de waarden volgens tabel 6-2 worden aangehouden voor voorspankabels opgebouwd uit strengen in omhullingsbuizen (VMA, multi-systeem):

Tabel 6-2: Voorspankabels, waarden van μ en k

Bij berekening van:	μ	**k (in m^{-1})**
voorspanverliezen	0,23	0,009
aanvangskracht	0,13	0,003
verlenging voor spanprotocol	0,18	0,006

5.10.5.3 (2)	Advies

Indien het voorspansysteem op moment van berekenen nog niet bekend is of als gegevens in een Europese Technische Goedkeuring ontbreken, mogen de volgende richtwaarden zijn aangehouden:

a) strengen
   systemen met propverankering 16 mm
   systemen met wigverankering 7 mm
b) draden
   opgestuikte koppen 1 mm
c) staven
   staven met opgewalste schroefdraad 1 mm
   gewinde staven 4 mm

Toelichting:
Bij staven is onderscheid gemaakt tussen staven met opgewalste schroefdraad en zogenoemde "gewinde" staven. De gegeven waarden gelden voor zowel klok- als plaatverankeringen.

5.10.7	Eis

In de berekening van de ligging van de voorspankabels moet rekening zijn gehouden met de verschuiving van het zwaartepunt van de kabel ten opzichte van het hart van het voorspankanaal. De kabel zal door het aanspannen gaan aanliggen aan de binnenzijde van de kromming. De grootte van de verschuiving is afhankelijk van de kabeldoorsnede en diameter van het voorspankanaal, e.e.a. volgens opgave leverancier. Voor de berekening mag tabel 6-3 zijn aangehouden.

Tabel 6-3: Verschuiving van het zwaartepunt van voorspankabels

aantal strengen	**oppervlakte per streng [mm^2]**	**inwendige diameter omhullingsbuis [mm]**	**maximale verschuiving [mm]**
12	100	60	8
12	100	65	11
12	100	70	14
19	100	75	10

aantal strengen	oppervlakte per streng [mm²]	inwendige diameter omhullingsbuis [mm]	maximale verschuiving [mm]
19	100	80	13
19	100	85	16
12	150	75	11
12	150	80	14
12	150	85	17
19	150	90	12
19	150	95	15
19	150	100	18

Op de werktekening moeten de kabels zijn gemaatvoerd op basis van hart voorspankanaal (en dus niet op basis van zwaartepunt kabel).

6.1 (2)P	Eis

Drukwapening in plaatconstructies mag alleen worden meegerekend indien beugels, die het onder- en bovennet met elkaar verbinden, aanwezig zijn die het uitknikken van de drukstaven voorkomen.

6.8.2 (4)	Eis

De constructeur moet op tekening aangeven of hechtlassen mogen worden toegepast.

Toelichting:
Door deze eis wordt voorkomen dat hechtlassen worden toegepast zonder dat hiermee rekening is gehouden in de vermoeiingsberekening.

6.8.4	Advies

Voor de toetsing van beugels op vermoeiing hoeft de reductiefactor voor gebogen staven ξ = 0,35 + 0,026 D / φ niet te worden toegepast.

Toelichting:
Dit was reeds aangegeven in NEN 6723:2009, 9.6.2 en heeft onder meer te maken met het feit dat slechts een beperkt deel van een dwarskrachtscheur in of nabij een bocht van beugels zal bevinden.

6.8.7	Toelichting

De vermoeiingstoets voor beton onder druk of afschuiving mag volgens de norm op drie manieren worden uitgevoerd:
1. Vereenvoudigde methode met λ-waarden (Bijlage NN);
2. Regel van Miner (NEN-EN 1992-2, 6.8.7 (101));
3. Volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.8.7 (2) tot en met (4).

Methode 1 valt af voor wegverkeer, omdat in Annex NN alleen λ-waarden zijn opgenomen voor spoorverkeer.

7.3	Eis (Tunnels)

Voor waterkerende delen van de betonconstructie mogen voor scheurbeheersing tijdens de verhardingsfase de volgende ontwerpmethoden worden gebruikt:

1. Voorkomen van scheurvorming door maatregelen tijdens de uitvoering (bijvoorbeeld door koelen en/of een aangepast betonmengsel);
2. Beperking van de scheurwijdte door middel van (extra) wapening.

Toelichting:
Vooral als nieuw beton gestort wordt tegen reeds verhard beton, is het risico aanwezig dat doorgaande scheurvorming optreedt als gevolg van hydratatiespanningen in het later gestorte constructiedeel. Hierdoor kan de vereiste waterdichtheid in het gedrang komen. Ook de duurzaamheid van de wapening kan dan problematisch worden.
Door het toepassen van kunstmatige koeling van het verhardende beton kan doorgaande scheurvorming worden voorkomen. Door het aanbrengen van extra wapening kan de scheurwijdte zodanig klein gehouden worden dat vrijwel geen lekkage optreedt. Indien gekozen wordt voor het toepassen van extra scheurwijdte beperkende wapening, wordt opgemerkt dat het gebruik van NEN-EN 1992-3 over het algemeen een veel te laag wapeningspercentage geeft; zie bijvoorbeeld "Early age thermal crack control in concrete; CIRIA C660", waarin staat aangegeven op welke wijze NEN-EN 1992-3 aangepast moet worden.

Het injecteren van doorgaande watervoerende scheuren, zonder maatregelen om scheurvorming te voorkomen (methode 1) en/of zonder extra wapening aan te brengen (methode 2), mag niet als ontwerpmethode worden gehanteerd. Het injecteren van doorgaande scheuren mag alleen worden gebruikt als corrigerende maatregel bij onverhoopte scheurvorming.

Hierna is ingegaan op de uitgangspunten die moeten worden gehanteerd voor de berekening van hydratatiespanningen bij gebruik van methode 1. Voor eisen met betrekking tot de uitvoering bij koelen wordt verwezen naar de ROK bepaling bij NEN-EN 13670, 8.5.

<u>Onderwaterbetonvloer (ongescheurd gedrag verondersteld):</u>

Elasticiteitsmodulus:	E'_b = 28500 MPa (C20/25)
Dwarscontractiecoëfficiënt:	ν = 0,2
Thermische uitzettingscoëfficiënt:	α = 1,2 x 10^{-5} 1/K
Soortelijke massa:	ρ = 2300 kg/m^3
Warmtegeleidingscoëfficiënt:	λ = 2,6 W/(m.K)
Warmteconvectiecoëfficiënt:	α_{con} = 5,6 W/(m^2 K), windsnelheid (v) is 0 m/s
Soortelijke warmte:	c = 1,0 kJ/(kg K)
Krimp:	Wordt buiten beschouwing gelaten, omdat deze in werkelijkheid gering zijn, aangezien de vloer onder water verhardt.
Kruip en relaxatie:	Wordt buiten beschouwing gelaten.

<u>Voor de constructievloer op onderwaterbeton en overige situaties</u> (zoals bijvoorbeeld later gestorte wanden op een vloer)

Adiabaat:	volgens opgave betonleverancier
Soortelijke massa:	ρ = 2400 kg/m^3
Dwarscontractiecoëfficiënt:	ν = 0,2
Thermische uitzettingscoëfficiënt:	α = 1,2 x 10^{-5} 1/K
Warmtegeleidingscoëfficiënt:	λ = 4,0 W/(m K) voor t = 0 dagen λ = 2,6 W/(m K) voor t = 28 dagen

Warmteconvectiecoëfficiënt:	constructievloer op onderwaterbeton: α_{con} = 17,6 W/(m^2 K), bovenkant, windsnelheid (v) is 3,0 m/s α_{con} = 5,6 W/(m^2 K), onder- en zijkant, windsnelheid (v) is 0 m/s wand op vloer: α_{con} = 17,6 W/(m^2 K), zijkant, bovenkant, windsnelheid (v) is 3,0 m/s
Soortelijke warmte:	c = 1,1 kJ/(kg K)
Krimp (m.u.v. autogene krimp):	niet meenemen omdat: 1. Plastische krimp kan door een goede nabehandeling voorkomen worden. 2. Chemische krimp nauwelijks uitwendige vormverandering tot gevolg heeft. 3. Spanningen ten gevolge van uitdrogingskrimp langzaam in de tijd optreden en daardoor zullen wegrelaxeren.

Toelichting:
Tot voor kort werd aangenomen dat autogene krimp geen significante rol speelt bij water-cement factoren groter dan 0,4. Uit recente ervaringen en onderzoek is echter gebleken dat bij het gebruik van CEM III ook bij water-cement factoren van 0,5 de grootte van de autogene krimp significant kan zijn. De in NEN-EN 1992-1-1, 3.1.4 (6) gegeven formules voor de bepaling van de grootte van de autogene krimp zijn volgens recent onderzoek geschikt bij gebruik van CEM I, maar onderschatten de grootte van de autogene krimp bij CEM III echter significant. Door de niet te verwaarlozen autogene krimp wordt, bij gebruik van CEM III, de kans op scheurvorming bij verhinderde temperatuurvervormingen als gevolg van het hydratatieproces significant vergroot. Gezien het voorgaande is het noodzakelijk het verschijnsel autogene krimp in de koelberekeningen mee te nemen. Daartoe moet de grootte van de autogene krimp door middel van beproeving op het betreffende betonmengsel worden bepaald.

<u>Uitvullaag tussen constructievloer en owb-vloer</u>
De mechanische eigenschappen worden niet meegenomen, dit in tegenstelling tot de thermische eigenschappen.

<u>Materiaaleigenschappen</u>
Als er geen specifieke gegevens voorhanden zijn, moeten tabel 6-4 en tabel 6-5 worden aangehouden.

Tabel 6-4: Materiaaleigenschappen beton, grond en staal

Grootheid	Eenheid	Beton	Grond	Staal
Volumieke massa	Kg/m^3	2400	1600	7850
Warmtecapaciteit	KJ/(kg °C)	1,1	0,87	0,53
Warmtegeleiding	W/(m °C)	2,6	1,0	52
Uitzettingscoëfficiënt	1/°C	$12 \cdot 10^{-6}$	-	$12 \cdot 10^{-6}$

Tabel 6-5: Warmtegeleiding hout, Promatect-H en PUR isolatie

Grootheid	Eenheid	Hout	Promatect-H	PUR isolatie
Warmtegeleiding	W/(m °C)	0,145	0,17	0,0035

Thermische randvoorwaarden

Storttemperatuur constructievloer

Winter	10 °C
Herfst/lente	17 °C
Zomer	26 °C

Omgevingstemperatuur

Winter	gemiddeld 5 °C, amplitude 4 °C
Herfst/lente	gemiddeld 12 °C, amplitude 6 °C
Zomer	gemiddeld 21 °C, amplitude 5 °C

Grond- en grondwatertemperatuur en owb-vloer starttemperatuur

Winter	7 °C
Herfst/lente	12 °C
Zomer	16 °C

Er moet tevens een berekening worden gemaakt met een constante grondwatertemperatuur van 10 °C.

In de temperatuur- en spanningsberekeningen moet rekening worden gehouden met de temperatuurval na ontkisten. Tevens moet rekening worden gehouden met een plotselinge buitentemperatuur van -10 °C na:

- 100 dagen bij storten in de zomer
- 50 dagen bij storten in de herfst
- 3 dagen bij storten in de winter
- 200 dagen bij storten in de lente

De snelheid van daling naar -10 °C bedraagt 0,5 °C/uur. Wanneer (nog) niet bekend is wanneer de vloer wordt gestort, moet worden uitgegaan van de zomer.

Translatieverhindering

Ook wanneer tussen de onderwaterbeton en constructievloer een uitvullaag aanwezig is, moet de translatie volledig door de palen verhinderd worden geacht.

Toelichting:
In de praktijk wordt geen positief effect waargenomen voor de kans op scheurvorming als gevolg van een uitvullaag boven het onderwaterbeton. Een goed ontwerp gaat uit van het niet bezwijken van de paal. Afhankelijk van de uitvoering zou een schol uit de constructievloer gedrukt kunnen worden waarbij wrijving over de paalkop en vloeien van de stekwapening zal optreden (paal steekt korte afstand in constructievloer). Een ander mechanisme zou het afschuiven van de paal kunnen zijn (paal steekt diep in constructievloer). De krachten die benodigd zijn voor beide mechanismen moeten hoger zijn dan de belasting op de paal ten gevolge van temperatuurspanningen.

Wanneer geen uitvullaag aanwezig is (constructievloer direct op owb-vloer), werken constructievloer en owb-vloer samen als een monoliete constructie.

Verticale veerstijfheid

Verticale veerstijfheid van de damwanden en de palen moeten worden bepaald volgens CUR Aanbeveling 77, bijlage B. Hierop moet tevens een variatie met √2 worden toegepast.

Toelaatbare trekspanningen bij kunstmatige koeling van verhardend beton
Bij de toetsing moet worden uitgegaan van een sterktecriterium van 0,5 maal de gemiddelde treksterkte (0,5 f_{ctm}). Voor lokale trekspanningen over 10% van de doorsnede mag een verhoogd criterium tot 0,7 maal de gemiddelde treksterkte van het beton worden gehanteerd, onder voorwaarde dat over de doorsnede een 'gemiddeld' sterktecriterium van 0,5 maal de gemiddelde treksterkte geldt.

7.3.1 (5)	Eis

De grenswaarden w_{max} volgens tabel 7.1N moeten worden gelezen in twee cijfers achter de komma, dat willen zeggen 0,2 mm = 0,20 mm, etc.

7.3.1 (5)	Advies

Indien de betondekking op een voorspankanaal ≥ 200 mm is, mag bij "elementen met een combinatie van betonstaal en voorspanstaal met aanhechting" de scheurwijdte worden getoetst aan de eisen voor "elementen met betonstaal en/of voorspanstaal zonder aanhechting".

Opmerking:
Eventueel voorspanstaal in dwarsrichting moet ook worden beschouwd.

7.4.1	Eis (Bruggen)

Voor betonnen bruggen geldt het volgende ten aanzien van de blijvende zeeg.

~~1. Eisen aan de elastische doorbuiging~~
~~In verband met het voorkomen van trillingshinder, geldt de volgende doorbuigingseis ten aanzien van de elastische doorbuiging van de hoofddraagconstructie door de karakteristieke waarde van de verkeersbelasting:~~
~~$u_{el} \leq L / 1000$ voor $L \leq 3$ m~~
~~$u_{el} \leq L / 300$ voor $L > 10$ m~~

~~Voor een overspanning van 3 m < L ≤ 10 m moet rechtlijnig worden geïnterpoleerd tussen de eisen voor L ≤ 3 m en L > 10 m.~~

~~Daarnaast mag, in verband met het vereiste wegcomfort, in het rijdek geen grotere knik voorkomen dan die behorend bij een hellingsverandering van 1%.~~

~~2. Eisen en aanwijzingen met betrekking tot de blijvende zeeg~~

Een blijvende zeeg wordt gedefinieerd als de opbuiging van de onderzijde van het rijdek ten opzichte van een rechte lijn die loopt van bovenzijde hart oplegging tot bovenzijde hart oplegging, nadat alle blijvende belastingen zijn aangebracht en alle tijdsafhankelijke effecten geheel zijn opgetreden.

Ten aanzien van de blijvende zeeg gelden de volgende bepalingen:
- Een eventuele (significante) vervorming van bekisting en bijbehorende ondersteuningen moet meegenomen worden in de vervormingsberekeningen;
- De bouwfasering moet in beschouwing worden genomen indien relevant;
- Bij constructies met een recht c.q. vrijwel recht verlopende onderzijde moet een blijvende zeeg aangehouden worden van 1/1000 van de overspanning. Bij constructies die worden uitgevoerd volgens het mootgewijze schuifsysteem mag

van deze richtlijn worden afgeweken. De esthetische consequenties hiervan moeten dan wel bij de afweging tussen alternatieven worden meegenomen;
- Bij constructies waarbij de doorbuiging door eigen gewicht plus voorspanning groot is (> 100 mm) en waarbij dus ook de variatie in grootte van de doorbuiging groot kan zijn, moet een extra zeeg op het verticale alignement van de rijbaan worden aangebracht. Deze extra zeeg wordt opgebouwd uit twee waarden:
  - 10 % van de direct optredende vervorming door eigen gewicht plus voorspanning, berekend met het definitieve statische systeem.
  - 60 % van de kruipvervorming die rekentechnisch gezien nog optreedt na de bouwfase. Deze kruipvervorming moet betrokken worden op het eigen gewicht plus voorspanning.

    Toelichting:
    10 % vanwege de variatie op de grootte van de voorspanning en de E-modulus en 60 % vanwege de variatie op kruip.

Verondersteld mag worden dat constructies met ~~standaard~~ geprefabriceerde liggers voldoen aan de bepalingen voor de blijvende zeeg indien ~~ten opzichte van het vereiste verticale alignement~~ een opbuiging resteert van ten minste 1/2000 van de elementlengte bij een belasting van 1,1 maal eigen gewicht plus voorspanning in de eindtoestand (t = ∞).

Toelichting:
~~*Deze eis is van toepassing op de onderzijde van de ligger. Het dek moet wel in het vereiste profiel afgewerkt worden.*~~ *Bij eigengewicht is asfalt(beton), schampkanten etc. inbegrepen.*

Toelichting:
Argumenten om een blijvende zeeg toe te passen, zijn:
- *Esthetica: een rechte onderkant oogt alsof deze doorhangt (met een niet rechte onderbelijning heeft het toepassen van een optische zeeg geen nut).*
- *Vervormingen door de verkeersbelastingen: deze vervormingen kunnen aanzienlijk zijn en daarom het profiel van vrije ruimte negatief beïnvloeden.*
- *Verschil tussen theorie en praktijk: de werkelijke optredende vervormingen kunnen afwijken van de theoretisch berekende vervormingen.*

8	Eis (Bruggen)

In aanvulling op de regels in hoofdstuk 8, gelden de eisen in de volgende artikelen van NEN 6723:2009:
- 10.1.5 wapening in kolommen
- 10.1.6 wapening bij geconcentreerde lasten
- 10.1.7 minimale wapening in consoles
- 10.1.8 minimale kenmiddellijn
- 10.1.9 wapening in betonscharnieren
- 10.1.10 wapening i.v.m. krommingsdrukken door gebogen voorspanelementen
- 10.1.11 niet-vervangbare voorspanelementen
- 10.2 lassen en branden nabij voorspanelementen
- 10.3 klemmofverbindingen
- ~~10.4 vervanging van opleggingen~~
- 10.5 uitvoering
- 10.6 voegen
- ~~10.7 dooizouten~~

Bij tegenstrijdigheid tussen de eisen in bovenstaande artikelen en artikelen in NEN-EN 1992-1-1 of NEN-EN 1992-2, is de strengste eis van toepassing.

Toelichting:
Vooralsnog is het de bedoeling dat artikelen uit NEN 6723:2009 die niet tegenstrijdig zijn met NEN-EN 1992-1-1 of 1992-2 zullen worden opgenomen in een volgende versie van de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1992-2. Tot het moment dat hierover duidelijkheid is, zal in de ROK naar de artikelen in NEN 6723:2009 worden verwezen.

8.2	Eis (Tunnels)

Voor tunnels geen kleinere staafafstand toepassen dan:
- 100 mm bij Ø 25 mm
- 110 mm bij Ø 32 mm
- 120 mm bij Ø 40 mm

Bij overlappingen volgens NEN-EN 1992-1-1, 8.7.2 geldt voor alle staven of gebundelde staven een minimale afstand tussen de staven van 60 mm.

Toelichting:
Het bovenstaande is gebaseerd op een maximale korreldiameter van 32 mm voor het toeslagmateriaal.

8.2 (1)P	Eis

In doorsneden ter plaatse van de maximale veld- en steunpuntsmomenten en ter plaatse van toevallige inklemmingsmomenten mag de staafafstand ten hoogste tweemaal de plaatdikte bedragen met een maximum van 250 mm. In de overige doorsneden en bij verdeelwapening mag de staafafstand ten hoogste 4 maal de plaatdikte bedragen met een maximum van 500 mm.

In platen dikker dan 150 mm moet een boven- en ondernet worden aangebracht met een maximale staafafstand van 250 mm. Dit geldt ook voor druklagen.

8.4.1 (7)	Eis

Voor de verankering van in geboorde gaten gelijmde wapeningsstaven geldt Technical Report 23 van de EOTA (Assessment of post-installed rebar connections).

Verankering van in geboorde gaten gelijmd betonstaal waarbij kruip niet toelaatbaar en/of gewenst is, moeten worden verlijmd met cementgebonden mortel.

Toelichting:
In artikel 1.1 van Technical Report 23 van de EOTA staat “Fatique, dynamic or seismic loading of post-installed rebar connections are not covered by this Technical Report.”. Dit betekent dat de vermoeiingssterkte niet via een ETA kan worden aangetoond. Indien sprake is van vermoeiingsbelastingen, moet de vermoeiingssterkte op een andere manier worden aangetoond.

In artikel 4.2 van Technical Report 23 van de EOTA worden aanvullende eisen gesteld voor in te lijmen wapeningsstaven in gescheurd beton.

In ETA's van systemen met in te lijmen wapeningsstaven in geboorde gaten zijn veelal tabellen opgenomen waarin de benodigde verankeringslengte of overlapppingslengte ten behoeve van het bepalen van de boorgatdiepte kan worden afgelezen. Er wordt op gewezen dat moet worden nagegaan of de uitgangspunten van de tabellen op de beschouwde situatie van toepassing zijn (bijvoorbeeld de factoren α_1 t/m α_6 in de tabellen 8.2 en 8.3 in NEN-EN 1992-1-1).

Voor het aanbrengen en beproeven van in geboorde gaten gelijmde wapeningsstaven wordt verwezen naar de aanvulling op NVN-CEN/TS 1992-4 (ROK paragraaf 6.11).

8.4.2 (2)	Eis

Indien bij ingestorte wapeningsstaven niet wordt voldaan aan de eis ten aanzien van de minimale relatieve riboppervlakte volgens EN 1992-1-1, bijlage C ($f_{R,min}$), moet de rekenwaarde van de uiterst opneembare aanhechtspanning f_{bd} zijn gehalveerd (bijvoorbeeld voor draadeinden). Dit geldt niet voor (achteraf) ingelijmde wapeningsstaven, omdat de invloed van de profilering in dat geval in rekening is gebracht door toepassing van de berekenings- en beproevingsmethode volgens Technical Report 23, zie ook de ROK aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, 8.4.1 (7).

8.7.2 (5)	Eis

Voor overlappingen met in geboorde gaten gelijmde wapeningsstaven geldt Technical Report 23 van de EOTA (Assessment of post-installed rebar connections).

Toelichting:
Zie ook de toelichting bij de aanvulling op 8.4.1 (7)

8.10.1.3 (3)	Verificatie

Bij de minimale vrije afstand tussen voorspankanalen volgens dit artikel, kan worden aangenomen dat de ruimte tussen de voorspankanalen voldoende is om een trilnaald Ø 63 mm in te brengen en een goede verdichting van het beton mogelijk te maken, op voorwaarde dat de kabels niet zijn gekromd in dwarsrichting.

Indien de voorspankabels in dwarsrichting zijn gekromd, is een grotere vrije afstand noodzakelijk als de kromtestraal kleiner is dan volgens tabel 6-6 (en moet berekende splijt- en/of ponswapening worden toegepast).

Tabel 6-6: Grenswaarden kromtestraal in relatie tot ruimte tussen voorspankanalen

kabels bestaande uit	kromtestraal
strengen 12 x 12.9 en draden 40 Ø 7	R < 7,0 m
strengen 19 x 12.9 en draden 50 Ø 7	R < 9,5 m
strengen 19 x 15.2 en 19 x 15.7	R < 14,0 m

Bij toepassen van een stortkoker Ø 100 mm mag worden aangenomen dat de ruimte tussen de voorspankanalen voldoende is om het beton te storten zonder de voorspankanalen te beschadigen, als een minimale h.o.h. afstand volgens onderstaande tabel 6-7 wordt gehanteerd (tabel is gebaseerd op 15 mm speling).

Tabel 6-7: Minimale h.o.h. afstand voorspankanalen voor stortkoker Ø 100 mm

kabels bestaande uit	Ø	min. h.o.h. afstand
strengen 12 x 12.9	75 mm	190 mm

kabels bestaande uit	Ø	min. h.o.h. afstand
strengen 19 x 12.9	90 mm	205 mm
strengen 19 x 15.2	102 mm	220 mm
strengen 19 x 15.7	102 mm	220 mm
draden 40 Ø7	75 mm	190 mm
draden 50 Ø7	90 mm	205 mm

waarin:
Ø is de uitwendige diameter voorspankanaal

9.3.1.1 (2)	Eis (Bruggen)

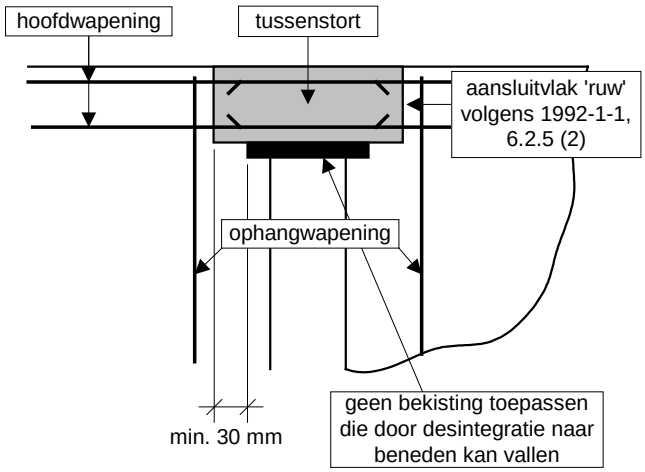
Voor de minimale wapening in dwarsrichting in platen (waaronder massieve platen) die als brugdek worden toegepast, moet deze wapening in dwarsrichting als hoofdwapening worden beschouwd en niet als verdeelwapening.

9.4.3	Eis

Bij toepassing van haarspelden als ponswapening moeten de overlappingen van de rechte einden voldoen aan de eisen met betrekking tot verankeringslengte. In plaats van haarspelden mogen ook open beugels met voldoende verankeringslengte worden toegepast volgens figuur 9.5 van NEN-EN 1992-1-1, op voorwaarde dat ze het boven- en ondernet omsluiten.

10.2 (1)P	Eis (Bruggen)

Bij voegen tussen geprefabriceerde betonelementen moet de dwarskracht via ophangwapening naar de geprefabriceerde betonelementen worden overgedragen (zie figuur 6-1). Als geen dwarsvoorspanning wordt toegepast, moet ten minste een sponningbreedte van 30 mm worden aangehouden, exclusief de eventueel benodigde oplegsponning voor de onderbekisting van het tussenstort zoals aangegeven in figuur 6-1. Het aansluitvlak tussen het geprefabriceerde element en de tussenstort moet ten minste voldoen aan de klasse ‘ruw’ volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.2.5 (2). De plaatdikte van het tussenstort moet ten minste 150 mm zijn. De oplegsponning moet voldoen aan NEN-EN 15050, annex F3.



Figuur 6-1: Detaillering bij voegen tussen geprefabriceerde elementen

Opmerking:
Indien de cementhuid ter plaatse van de aansluitvlakken is verwijderd, mag het aansluitvlak als 'ruw' volgens NEN-EN 1992-1-1, 6.2.5 (2) worden beschouwd.

10.9.4.6 (1)	Eis (Bruggen)

Voor tandconstructies wordt verwezen naar ROK paragraaf 6.4 onder "tandconstructies".

11	Eis (Bruggen)

Het toepassen van lichtbeton is niet toegestaan.

Opmerking:
CUR Aanbeveling 39 "Beton met grove lichte toeslagmaterialen" wordt herzien. Vooralsnog is toepassen van lichtbeton niet toegestaan.

12.1 (2)	Eis

Ongewapende en lichtgewapende constructies mogen niet zijn toegepast, met uitzondering van werkvloeren en onderwaterbetonvloeren.

Toelichting:
De opvatting van Rijkswaterstaat is dat (onderdelen van) kunstwerken die vallen onder de scope van de ROK (paragraaf 1.4 "Definitie kunstwerkcategoriëen") dynamisch worden belast en dat hoofdstuk 12 van NEN-EN 1992-1-1 daarom niet van toepassing is voor (onderdelen van) deze kunstwerken.

Bijlage B	Advies

Zie de aanvulling bij NEN-EN 1992-1-1, 3.1.4.

6.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Aanvullingen op NEN-EN 1992-1-2 + NB.

4	Eis (Tunnels)

Hierna zijn temperatuureisen opgenomen voor tunnels gelegen onder open water en voor overige tunnels ('anders dan onder open water'). Daarna zijn tevens temperatuureisen opgenomen voor stalen damwanden bij tunnels, die een blijvende constructieve functie vervullen. Alle gegeven maximale waarden voor de temperaturen gelden zowel tijdens de duur van de brand alsook na het tijdstip van beëindiging van de brand.

Toelichting:
Als gevolg van het na-ijleffect zal de temperatuur in de constructie nog oplopen na beëindiging van de brand.

Een entiteit welke al of niet een integraal onderdeel van de tunnel uitmaakt (bijvoorbeeld een dienstengebouw) mag, in relatie tot de kans van optreden, de structurele integriteit van de tunnel niet zodanig negatief beïnvloeden dat de tunnel niet repareerbare schade ondervindt bij het bezwijken van deze entiteit.

Toelichting:
De hierna vermelde eisen aan de maximaal optredende temperaturen als gevolg van de calamiteit brand hebben als achtergrond dat de constructie na de gedefinieerde brand, zie onder NEN-EN 1991-1-2, 3.2, repareerbaar moet zijn. De eisen zijn daarom zodanig geformuleerd dat nog een ruime marge aanwezig blijft op het bezwijken van de constructie.

Temperatuureisen voor tunnels gelegen onder open water
Voor het gesloten deel gelden de volgende temperatuureisen:
1. Bescherming wapening aan de brandzijde:
   a. De wapening benodigd voor de opname van snedekrachten in de constructie mag geen hogere temperatuur bereiken dan 250 °C.
      Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van 150 °C en voor veredeld (q & t) voorspanstaal geldt een eis van 75 °C. De naamgeving is volgens NEN-EN 1992-1-2.
   b. Het beton mag in de buigtrekzone aan de binnenzijde geen hogere temperatuur bereiken dan 380 °C.
2. Bescherming betondrukzone aan de brandzijde:
   Voor de onderzijde van het gehele dak en de bovenste meter van de wanden geldt hetgeen is vermeld onder punt 1b. Voor de overige delen van de wanden moet in de berekeningen de constructiehoogte worden verminderd met het gedeelte van het beton dat een hogere temperatuur dan 380 °C bereikt.

Toelichting:
Bij het gesloten deel van tunnels onder open water wordt, vanwege het risico op lekkage en de beperkte reparatiemogelijkheden (met name vanwege scheurvorming in de hoeken aan de buitenzijde als gevolg van vergrote inklemmingsmomenten tijdens de brand), de maximum temperatuur voor het beton begrensd tot 380 °C, onafhankelijk van de dekking op de wapening.

Bij verkeerstunnels is doorgaans de verhouding van de overspanning tot de hoogte van de verkeerskoker zodanig dat aan de binnenzijde van de zijwanden geen constructieve trekwapening noodzakelijk is. In dat geval is de eis onder 1b niet relevant voor de zijwanden. Bij relatief kleine overspanningen, zoals bijvoorbeeld bij spoortunnels, kan dit anders zijn, waardoor voor dit type tunnels hittewerende bekleding over de gehele hoogte van de zijwanden noodzakelijk kan zijn.

Het in rekening brengen van gedesintegreerd beton (> 380 °C) op de sterkte van de constructie moet, voordat reparatie van het gedesintegreerde beton heeft plaatsgevonden, op de UGT worden betrokken, waarbij niet ingeleverd mag worden op de bij de constructieklasse behorende betrouwbaarheidsindex.

Gezien de gangbare dikteafmetingen wordt er vanuit gegaan dat de temperatuur van de wapening aan de buitenzijde geen probleem vormt.

Veelal zal bij afgezonken tunnels, als gevolg van de aanwezigheid van een laag ballastbeton, de brandbelasting op de constructievloer zeer gering zijn. Voor hiervan afwijkende constructies moet ook aandacht geschonken worden aan de effecten van een brandbelasting op de constructievloer. Bij de aanwezigheid van asfalt direct op de constructievloer zal, ook nadat het bitumen verbrand is, afhankelijk van de dikte van de asfaltlaag, hitte isolerend vermogen aanwezig blijven.

Voor de toeritten gelden de volgende temperatuureisen:
1. Bescherming wapening aan de brandzijde
   a. De wapening benodigd voor de opname van de snedekrachten in de constructie mag geen hogere temperatuur bereiken dan 250 °C.
      Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van 150 °C en voor veredeld (q & t) voorspanstaal geldt een eis van 75 °C. De naamgeving is volgens NEN-EN 1992-1-2.
   b. Het beton in de buigtrekzone aan de binnenzijde mag op een afstand ter grootte van de diameter van het wapeningstaal, gemeten vanaf de buitenzijde van de wapening, geen hogere temperatuur bereiken dan 380 °C.
2. Bescherming betondrukzone aan de brandzijde
   De constructiehoogte moet in de berekeningen worden verminderd met het gedeelte van het beton dat een hogere temperatuur dan 380 °C bereikt.

Toelichting:
De "afstand ter grootte van de diameter van het wapeningstaal" onder 1b is de hechtingseis voor de dekking in 'gezond' beton volgens NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2. Bij de toepassing van staafbundels moet een equivalente staafdiameter worden toegepast volgens NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tabel 4.2.

Temperatuureisen voor tunnels gelegen anders dan onder open water
Voor zowel het gesloten deel als de toeritten van tunnels anders dan onder open water gelden de temperatuureisen zoals eerder vermeld voor toeritten van tunnels onder open water.

Indien door directe brandbelasting op de vloer de scheurvorming aan de buitenzijde van de vloer kritisch kan worden, dan is repareerbaarheid op dit diepe niveau ook voor tunnels anders dan onder open water zeer beperkt. Voor dit geval moeten de temperatuureisen vermeld onder "Eisen voor tunnels gelegen onder open water" worden gehanteerd.

Toelichting:
De gegeven eisen aan de maximaal toelaatbare temperaturen maken het mogelijk met behulp van een vergrote betondekking voldoende brandwerendheid te realiseren. Het beton mag daarbij niet gevoelig zijn voor afspatten tijdens de brand. Zo nodig kan beton afspatongevoelig gemaakt worden door bijvoorbeeld het toevoegen van voldoende polypropyleen vezels. Na het optreden van een grote brand zal het beton dat heter is geworden dan 380 ℃ moeten worden verwijderd en vervangen door een nieuwe laag afspatongevoelig beton van voldoende dichtheid.

Uit berekeningen blijkt dat scheurvorming als gevolg van brand, bij dwarsdoorsneden waarin een laag ballastbeton aanwezig is, het meest kritisch is (gerelateerd aan duurzaamheid) aan de buitenzijde van het dak (ter plaatse van de inklemmingsmomenten).

Bij de aanwezigheid van een asfaltwegdek zal ook nadat het bitumen verbrand is, afhankelijk van de dikte van de laag asfalt, hitte isolerend vermogen aanwezig blijven.

Temperatuureisen voor stalen damwanden

Bij de toepassing van blijvende stalen damwanden moet aangetoond worden dat na het optreden van de brand, volgens de voorgeschreven brandkromme, de constructie als geheel repareerbaar is. Voor stalen damwanden wordt aan deze eis geacht te zijn voldaan als is aangetoond, rekenkundig of met behulp van proeven, dat de temperatuur in de damwand lager dan 250 °C blijft. Indien aangetoond wordt dat de blijvende extra vervormingen als gevolg van temperatuurverhogingen geen nadelige invloed hebben op het esthetisch aanzicht (onder andere vlakheid), de bruikbaarheid en de veiligheid van de constructie en de omgeving na de brand, dan is een maximale temperatuur van 400 °C toelaatbaar.

Toelichting:
Hierbij mag blijkens TNO rapport "Oriënterend onderzoek naar het koelend effect van grondwater op stalen damwanden" bij de aanwezigheid van zand en/of klei niet van een koelende werking van grondwater achter de damwand worden uitgegaan. De gevormde waterdamp kan niet vrij naar het oppervlak ontsnappen en vormt daardoor een isolerende laag. Bij de toepassing van voorzetpanelen, welke de hittewerende functie vervullen, moet bij eventueel aanwezige voegen aandacht geschonken worden aan de lekkage van hitte naar de blijvende stalen damwand toe.

Volgens NEN-EN 1993-1-2 tabel 3.1 treedt een significant sterkteverlies op boven 400 °C. Tevens is bij 400 °C de elasticiteitsmodulus 30% en de proportionaliteitsgrens 58% lager.

Voor aanwezige voorspanning (ankers en ankerkoppen) gelden de volgende eisen:
Voor koud vervormd (cw) voorspanstaal geldt een eis van maximaal 150 °C en voor gehard en ontlaten (q & t) voorspanstaal geldt een eis van maximaal 75 °C.
De gestelde temperatuureisen voor het voorspanstaal gelden ook voor verankeringen van voorspansystemen.

Toelichting:
De naamgeving van het voorspanstaal is volgens NEN-EN 1992-1-2. Bij de formulering van de maximale temperatuureisen van het voorspanstaal is niet alleen rekening gehouden met het sterkteverlies maar ook met de afname van de E-modulus als functie van de temperatuur. Tevens is in de eisen het grote belang van een verankering voor de stabiliteit van de damwand verdisconteerd.

4.5	Eis (Tunnels)

Tenzij anders is voorgeschreven in het contract, moeten maatregelen worden genomen tegen afspatten van beton. De maatregelen bestaan uit het beschermen van het beton of door het toepassen van een betonmengsel dat ongevoelig is voor afspatten (eventueel met polypropyleen vezels). Door het uitvoeren van brandproeven moet de gevoeligheid tegen afspatten onder gebruiksomstandigheden worden aangetoond. De beproeving moet worden uitgevoerd volgens de werkwijze beschreven in Efectis rapport "Fire testing procedure for concrete tunnel linings". Eventueel mag gebruik worden gemaakt van de resultaten van eerder uitgevoerde proeven. Daarbij moeten dezelfde uitgangspunten zijn gehanteerd voor bijvoorbeeld de mengselsamenstelling, gehanteerde brandkromme en de aanwezige drukspanningen als afgeleide van de krachtswerking in de betreffende constructie.

Toelichting:
Van de volgende betonmengsels is in het verleden door beproeving aangetoond dat, bij het optreden van de RWS-brandkromme, geen afspatten optreedt:

I. Door TNO en Rijkswaterstaat zijn proeven met betrekking tot afspatten gedaan op grindbeton met een sterkteklasse C28/35 gemaakt met maximaal 340 kg/m³ CEM III cement. Met de proeven is aangetoond dat voor het beschreven mengsel het afspatcriterium niet maatgevend is wanneer de hoofddrukspanning aan het oppervlak niet hoger is dan 10 MPa. Zie voor verdere achtergronden TNO rapport "Brawat 3: Onderzoek naar het afspatgedrag van een op druk belaste wand in afgezonken tunnels". Indien dit onderzoek wordt gebruikt, wordt erop gewezen dat de maximale waarde voor de 28-daagse kubusdruksterkte ≤ 45 MPa moet zijn, omdat anders ~~de dichtheid en daarmee de gevoeligheid voor afspatten te groot is en~~ de genoemde proeven niet representatief zijn in relatie tot het voorkomen van afspatten bij brand.

II. Bij de bouw van de overkapping Leidsche Rijn zijn brandproeven, 'Experimentele bepaling van de brandwerendheid van belaste dak en wanden van de overkappingsconstructie Rijksweg 2 in Utrecht, 2007-Efectis-R0347', uitgevoerd op de volgende 2 betonmengsels:

1. *Betondruksterkte C28/35; 340 kg/m³ CEM III/B 42,5 N LH; 20 kg/m³ kalksteenmeel, w.b.f. 0,48; zandpercentage 47%; grof toeslagmateriaal kalksteen 8/20; 2 kg/m3 Polypropyleen vezels (monofilament, diameter 32 mm, lengte 12 mm); Superplast HR con. 35% - 0,4%.*
   De 28 daagse kubusdruksterkte dient ≤ 55 MPa te bedragen, omdat anders de genoemde proeven niet representatief zijn in relatie tot het voorkomen van afspatten bij brand.
2. *Betondruksterkte C35/45; 360 kg/m³ CEM III/B 42,5 N LH; 20 kg/m³ kalksteenmeel, w.b.f. 0,46; zandpercentage 47%; grof toeslagmateriaal kalksteen 8/20; 2 kg/m3 Polypropyleen vezels (monofilament, diameter 32 mm, lengte 12 mm); Superplast HR con. 35% - 0,4%.*
   De 28 daagse kubusdruksterkte moet ≤ 60 MPa bedragen, omdat anders de genoemde proeven niet representatief zijn in relatie tot het voorkomen van afspatten bij brand.

Met deze proeven is aangetoond dat voor beide beschreven mengsels het afspatcriterium niet maatgevend is wanneer de hoofddrukspanning aan het oppervlak niet hoger is dan 15.0 MPa.

Voor afwijkende betonmengsels ~~(de proefresultaten zijn beperkt tot grindbeton en geen bijvoegingen als vliegas, kalksteenmeel e.d.)~~ en grotere opgelegde drukspanningen is niet bekend wat de gevoeligheid voor afspatten is. Wel is in kwalitatieve zin bekend dat bij een hogere betonsterkteklasse de gevoeligheid voor afspatten doorgaans toeneemt. Bij een lagere opgelegde drukspanning neemt de gevoeligheid tegen afspatten af. Verder zorgt de extra toevoeging van fijnere toeslagstoffen zoals vliegas in het algemen voor een grotere gevoeligheid voor afspatten.

6.3 Deel 2: Betonnen bruggen

Aanvullingen op NEN-EN 1992-2 + NB.

3.1.2 (102)P	Advies (Bruggen)

Niet-constructief onderwaterbeton of onderwaterbeton met een tijdelijke constructieve functie (gewapend of ongewapend) hoeft niet te voldoen aan de voorgeschreven minimale betonsterkteklasse C_{min}. Aanbevolen wordt om in de berekening uit te gaan van een betonsterkteklasse C20/25 voor zowel gewapend als ongewapend onderwaterbeton.

Toelichting: Door gebrek aan verdichting is een hogere betonsterkteklasse lastig te realiseren.

4.2 (104)	Eis (Bruggen)

Water in holle ruimten (bijvoorbeeld in kokerliggers) moet afgevoerd kunnen worden.

4.2 (106)	Eis (Bruggen)

De volgende vlakken moeten (ook) worden beschouwd als rechtstreeks blootgesteld aan dooizouten:

- horizontale en verticale vlakken aan weerszijden van en onder een voeg. Onder voegen vallen zowel dilatatievoegen als buigslappe voegen;
- horizontale vlakken van een tandconstructie (onder en boven);
- oplegvlakken onderbouw.

4.3 (103)	Eis (Bruggen)

Uitwendige voorspanning moet inspecteerbaar en vervangbaar zijn.

Opmerking:
Met uitwendige voorspanning wordt buiten de betondoorsnede gelegen voorspanning bedoeld (zie NEN-EN 1992-1-1, 1.5.2.3).

~~6.2.2 (101)~~	~~Eis (Bruggen)~~

~~Bij de bepaling van b_w moet rekening worden gehouden met de aanwezigheid van voorspankanalen in overeenstemming met formules (6.16) en (6.17).~~

7.3.1 (113)	Eis (Bruggen)

In afwijking van de Nationale Bijlage geldt de volgende definitie:

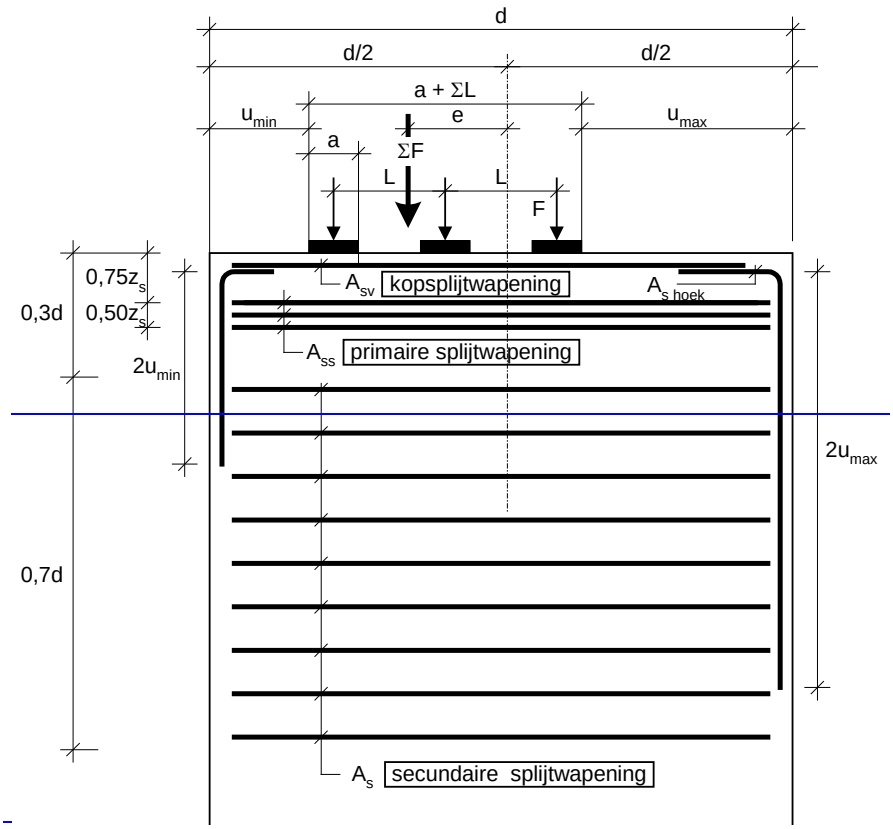
σ_{cd} is de optredende normaalspanning (druk is positief) ter plaatse van de uiterste vezel aan de bovenkant resp. de onderkant van de constructie onder invloed van de voorgeschreven belastingscombinatie, in MPa.

Opmerking:
Deze eis is een verzwaring ten opzichte van de gestelde eis in de Nationale Bijlage. Bedoelde voegen worden niet gekruist door betonstaal, maar wel door (dwars)voorspanning.

~~8.10.3 (104)~~	~~Advies (Bruggen)~~

~~Voor de bepaling van de trekkrachten in de splijtwapening, zie figuur 6-2, mag de navolgende methode worden gehanteerd.~~

~~Bij de berekening van de splijtwapening door meerdere puntlasten op een onderlinge afstand, kan de constructie geschematiseerd worden tot een gedrongen ligger volgens NEN 6720:1995, 8.1.4 om de primaire splijtwapening en de kopsplijtwapening (volgens figuur 110 in de toelichting op NEN 6720, 9.13.1) te bepalen.~~



~~Figuur 6.2: Typen splijtwapening en symbolen~~

~~Voor de bepaling van de hoeksplijtkracht naast de puntlasten, waarbij die tot een enkele last geschematiseerd worden, geldt:~~

~~t.p.v. u_{min}: $N_{spl\ hoek} = 0{,}015\,\Sigma F / \{1 + \sqrt{(2\,c/d)}\} \cdot (d - a - \Sigma L) / d$~~

~~t.p.v. u_{max}: $N_{spl\ hoek} = 0{,}015\,\Sigma F / \{1 - \sqrt{(2\,c/d)}\} \cdot (d - a - \Sigma L) / d$~~

~~Voor de bepaling van de secundaire splijtkracht onder de puntlasten, waarbij die tot een enkele last geschematiseerd worden, geldt:~~

~~$N_{spl} = 0{,}3\,\Sigma F \cdot (d - a - \Sigma L) / d$~~

~~In deze formules is:~~

~~N_{spl} splijttrekkracht loodrecht op de krachtsrichting~~

~~ΣF som van de geconcentreerde lasten (voorspankrachten)~~

~~d afmeting van de betondoorsnede in de beschouwde dwarsrichting~~

~~a afmeting in de beschouwde dwarsrichting van de oppervlakte waarop een geconcentreerde last aangrijpt~~

~~u_{min} de kleinste afstand van rand buitenste oplegging tot rand van de constructie~~

~~u_{max} de grootste afstand van rand buitenste oplegging tot rand van de constructie~~
~~e excentriciteit van ΣF t.o.v. hart doorsnede~~
~~L onderlinge afstanden tussen de geconcentreerde lasten~~

~~De secundaire wapening A_s moet worden aangebracht in het gebied dat gelegen is tussen een afstand d en 0,3d vanaf het verankeringvlak.~~

6.4 Betonnen bruggen – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet

~~Stabiliteit van het rijdek bij aanrijding~~
~~(1) Bij aanrijding van het rijdek moet voorkomen worden dat het brugdek zijn ondersteuning verliest als gevolg van bezwijken van de oplegging of verschuiving van het rubberoplegblok.~~
~~- Voor het bezwijken van de oplegging mag uitgegaan worden van een tweemaal zo hoge schuifspanning als voor het ontwerp van de opleggingen is toegestaan.~~
~~- Voor de wrijving tussen rubberoplegblok en beton mag een wrijvingscoëfficiënt worden aangehouden van 0,5.~~

Dwarsvoorspanning in rijdekken bestaande uit geprefabriceerde liggers

(1) Bij dwarsvoorspanning die niet haaks op de langsvoegen ligt, moet rekening worden gehouden met schuifspanningen in de langsvoegen door de dwarsvoorspanning.

Lokale afdracht van geconcentreerde lasten

(2) Bij de bepaling van het buigende moment in dwarsrichting moet rekening worden gehouden met eventuele lokale afdracht.

Toelichting:
Lokale afdracht speelt bijvoorbeeld een rol bij rijdekken bestaande uit geprefabriceerde liggers. Veelal worden de buigende momenten bij dergelijke dekken met een orthotrope plaatberekening of met de methode Guyon-Massonet bepaald. Het verkregen 'globale' buigende moment in dwarsrichting moet worden vermeerderd met het buigende moment door lokale afdracht van geconcentreerde lasten naar de liggers. Een reductie van het lokale effect is veelal mogelijk, omdat de plaatsing van de wiellasten voor het maximale lokale effect vaak niet overeenkomt met de plaatsing voor het maximale globale effect.

Aanvullende eisen voor enkele dektypen

(3.1) Plaat met ronde sparingen

De dikte van de plaat kan in dwarsrichting lineair verlopen en in langsrichting lineair of parabolisch. Voor dit dektype gelden de volgende eisen:
- de minimale ruimte tussen de ronde sparingen is 200 mm en is tevens afhankelijk van het aantal voorspankanalen dat per lijf voorkomt;
- in het geval dat onmiddellijk boven de ronde sparingen geen wapening wordt toegepast, is de minimale dekking op de buis gelijk aan de kleinste waarde van 200 mm en 1/5 maal de buisdiameter;
- de minimale dekking onder de buis is 150 mm;
- langswapening tussen de sparingsbuizen is niet nodig, volstaan kan worden met een te dimensioneren beugelwapening. Hierbij moet worden uitgegaan van

ω_{min} = f_{ctd} / (10 MPa) %, waarbij ω_{min} betrokken moet worden op de minimale breedte tussen de buizen;
- bij uitwaaieren van de voorspankabels bestaat de mogelijkheid dat gekromde voorspanelementen vlak langs de sparingen komen te liggen, waardoor grote 'ponsspanningen' kunnen ontstaan. Gecontroleerd moet worden of aanvullende wapening benodigd is.

Opmerking:
De voorgestelde minimale dekking boven de ronde sparing is om boogwerking te bewerkstelligen en het bezwijkmechanisme pons te voorkomen (zonder ponswapening). Desondanks moet een ponscontrole worden uitgevoerd.

(3.2) Plaat met rechthoekige sparingen
De dikte van de plaat kan in dwarsrichting lineair verlopen en in langsrichting lineair of parabolisch. Voor dit dektype gelden de volgende eisen:
- de minimale ruimte tussen de ronde sparingen is 200 mm en is tevens afhankelijk van het aantal voorspankanalen dat per lijf voorkomt;
- tussen de sparingen moet de wapening worden bepaald als ware het een meercellige kokerligger;
- voor de beugelwapening tussen de sparingen moet worden uitgegaan van ω_{min} = f_{ctd} / (10 MPa) %, waarbij ω_{min} betrokken moet worden op de breedte tussen de rechthoekige sparingen.
- bij uitwaaieren van de voorspankabels bestaat de mogelijkheid dat gekromde elementen vlak langs de sparingen komen te liggen, waardoor grote 'ponsspanningen' kunnen ontstaan. Gecontroleerd moet worden of aanvullende wapening benodigd is;
- er moet rekening worden gehouden met het gewicht van de verloren bekisting, alsmede met het gewicht van de polystyreenblokken. Indien geen nadere informatie beschikbaar is, kan voor de volumieke massa van de bekisting 800 kg/m^3 (max. dikte 16 mm) en voor het polystyreen 30 kg/m^3 worden aangehouden.

(3.3) Enkel- en meercellige kokerliggers
De dwarswapening is niet alleen bedoeld voor de opname van buigende en wringende momenten, maar ook voor de opname van afschuiving in langsrichting tussen een flensdeel en het lijf. Bij de dimensionering van deze wapening moet dan ook met beide aspecten rekening worden gehouden. Voor afschuiving wordt verwezen naar NEN-EN 1992-2, 6.2.4 en 6.2.5.

Wapening in bovenflens geprefabriceerde kokerliggers
(4) In rijdekken met kokerliggers moet de doorsnede van de bovenflens in langs- en dwarsrichting worden gecontroleerd op een wielprent van een tandemstelsel volgens LM1 en LM2 van NEN-EN 1991-2 (lokale afdracht).

Toelichting:
Vastgesteld is dat in het verleden kokerliggers zijn geproduceerd zonder ondernet in de bovenflens, terwijl dit ondernet veelal (met name bij grote h.o.h. afstanden van de dwarsvoorspanning) noodzakelijk is voor de afdracht van geconcentreerde lasten naar de lijven van de kokers.

Voegovergangen

(5.1) Algemeen

Voegovergangen moeten het verticaal alignement van de rijbaan over het kunstwerk volgen. Een aanpassing van het alignement is alleen toegestaan indien hierdoor optredende voegbewegingen de Prestatieverklaring (Declaration of Performance, afgekort DoP) van de voegovergang te boven gaan. In die gevallen moet voor het rijcomfort een geleidelijke overgang in de aansluitende verhardingen en/of constructie worden aangebracht.

Bij het ontwerpen van een betonconstructie moet rekening worden gehouden met het verloop van het verticaal alignement van de rijbaan, de dikte van het asfaltpakket, de zeeg in het rijdek en de inbouwhoogte van de voegovergang. Wapening in eventuele uitsparingen ten behoeve van de voegovergang moet worden afgestemd op deze inbouwhoogte.

(5.2) Preventieve maatregelen in verband met chlorideaantasting

Bij toepassing van voegovergangtypes die volgens de meerkeuzematrix in RTD 1007-1 gevoelig zijn voor lekkage, moet een tweede waterkering onder de voegovergang worden toegepast. Deze waterkering moet zijn geïntegreerd in het kunstwerk en moet onafhankelijk van de voegovergang functioneren. Voor zover noodzakelijk moeten onderdelen van deze waterkering vervangbaar zijn ten tijde van vervanging van (onderdelen van) de voegovergang. Het uitstroompunt van de tweede waterkering moet buiten het kunstwerk liggen.

Toelichting:
Dit betreft voegovergangen waarbij de waterdichtheid is geclassificeerd als “matig” of “slecht”.

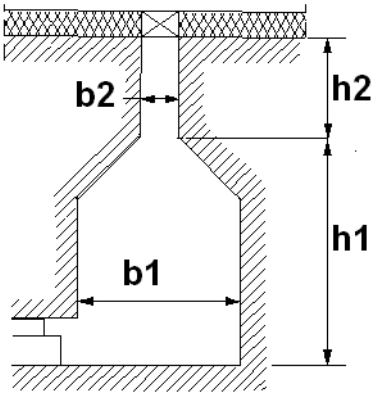
Daarnaast kan gedacht worden aan het toepassen van staal dat minder gevoelig is voor corrosie (RVS). De inspectie (en de frequentie) moet als extra aandachtspunt in het beheer- en onderhoudsplan worden opgenomen.

Opmerkingen:
- *Voor de aan te houden milieuklasse, zie aanvulling op NEN-EN 1992-2, 4.2 (106);*
- *Voor toeslag op de betondekking, zie aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2(5);*
- *Voor te hydrofoberen oppervlakken, zie aanvulling op NEN-EN 13670, 8.8 (7).*

(5.3) Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid

Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met voldoende toegankelijkheid onder de voegovergang voor inspecties (en onderhoud), indien dit voor het toegepaste type noodzakelijk is.

Voor de typen die inspectie en onderhoud van onderaf behoeven, is een corridor nodig met minimale afmetingen die voldoen aan de ARBO-wet (bij 10 °C). Tussen de dragende onderdelen van de brug, landhoofd etc. gelden de afmetingen volgens het beheer- en onderhoudsplan (zie figuur 6-2).



Figuur 6-2: Toegankelijkheid van voegovergangen (b1 x h1 volgens ARBO en b2 x h2 volgens B&O-plan voegconstructie)

(5.4) Vervangbaarheid.
De detaillering van de betonconstructie ter plaatse van voegovergangen en het ontwerp van de voegovergang zelf moet zodanig zijn dat vervanging van de voegovergang of onderdelen daarvan mogelijk is zonder dat schade wordt veroorzaakt aan de onderliggende betonconstructie.

Verankerde stalen voegovergangen in nieuwe kunstwerken moeten zodanig zijn ontworpen dat het in het beton verankerde deel van deze voegovergang niet hoeft te worden vervangen en de ontwerplevensduur van het kunstwerk heeft.

Het deel van de voegovergang dat onderhevig is aan degradatie moet zonder sloopwerk aan de betonconstructie vervangbaar zijn.

Toelichting:
Een voorbeeld hiervan betreft het toepassen van een voegovergang waarbij het randprofiel is verankerd door middel van ingebetonneerde schetsplaten met aangelaste lusankers, zie concept 1.2a uit de RTD 1007-1.

Opleggingen

(6.1) Algemeen
Opleggingen moeten in de lengterichting van het rijdek en bij voorkeur ook in de dwarsrichting horizontaal (waterpas) worden gesteld. Indien de opleggingen in de dwarsrichting niet horizontaal worden gesteld, moet het zijdelings verplaatsen van het rijdek, bijvoorbeeld met nokken, worden voorkomen. Deze nokken moeten op het raakvlak tussen boven- en onderbouw worden voorzien van oplegmateriaal.

Opleggingen van elastomeer met een geïntegreerde stalen scheg mogen niet worden toegepast, zolang hiervoor geen norm beschikbaar is.

Bij het ontwerp van oplegblokken moet onder andere rekening worden met de vervorming van de opleggingen door hydratatiewarmteverlies van de dekconstructie (verkorting dekconstructie).

Toelichting:
De temperatuurverhoging door hydratatie die het pas gestorte beton ondergaat voordat een minimum druksterkte wordt bereikt, leidt niet tot dekverlenging. In een

later stadium zal door het verder afkoelen vanaf deze bereikte temperatuur tot de uitgangstemperatuur een blijvende dekverkorting optreden. De invloed op de dimensionering van de oplegblokken kan worden beperkt door ontlasten (opnieuw instellen) van de oplegblokken nadat deze vervorming is opgetreden.

(6.2) Preventieve maatregelen in verband met chlorideaantasting
Bij steunpunten waarboven een voegovergang of buigslappe voeg aanwezig is, moeten de opleggingen op betonpoeren worden geplaatst. Dit geldt ook voor een bovenbouw bestaande uit geprefabriceerde liggers. De poeren mogen niet groter zijn dan noodzakelijk is voor het dragen van de oplegging, rekening houdend met een minimaal benodigde randafstand.

(6.3) Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid
De vrije hoogte tussen onder- en bovenbouw moet ten minste 200 mm zijn in verband met de toegankelijkheid voor inspectie en onderhoud. De diepte van deze vrije ruimte tot hart oplegging mag niet groter zijn dan 750 mm, anders moet de vrije hoogte zodanig worden vergroot dat deze weer toegankelijk wordt voor personen.

(6.4) Vervangbaarheid
Voor de vervangbaarheid van opleggingen gelden de volgende ontwerpuitgangspunten:

1) Voor elk kunstwerk waarbij de bovenbouw via een afzonderlijk oplegsysteem is opgelegd op de onderbouw, geldt dat de opleggingen vervangbaar moeten zijn.
2) Kunstwerken in de autosnelweg moeten per rijrichting afzonderlijk vijzelbaar zijn zonder de beschikbaarheid en het gebruik van de brug te beïnvloeden.
3) De fundering/onderbouw moet zo worden ontworpen dat de opleggingen bereikbaar zijn voor vervanging (voldoende werkruimte voor personeel en (vijzel)materieel) en vijzelkrachten door de constructie kunnen worden opgenomen. Dat wil zeggen dat geen aanpassing c.q. uitbreiding van de bestaande fundering noodzakelijk is.
4) In het ontwerp moet rekening worden gehouden met de consequenties van het vijzelen op het functioneren en het gebruik van de voegovergangen, inclusief de buigslappe voegen;
    a. Voor het vijzelen uitgaan van maximaal 10 mm niveauverschil;
    b. Indien in de voegovergang dit niveauverschil niet opneembaar is, dan moet het moment van vervangen van de opleggingen optimaal worden afgestemd op het tijdstip van vervangen van de voegovergang.

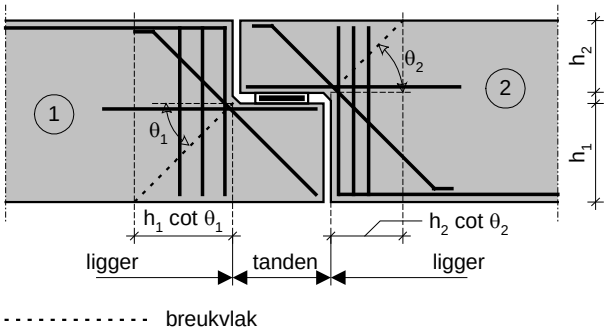
De procedure moet worden vastgelegd in een “vervangingsprocedure opleggingen”, die moet worden opgenomen in het Beheer- en Onderhoudsplan, en moet de volgende onderdelen bevatten:

- Ontwerpuitgangspunten met betrekking tot vervanging van opleggingen met specifieke uitvoeringsaandachtspunten en ontwerpdetails voor zover die van belang zijn voor de vervanging.
- Tekeningen met boven- en vooraanzicht van de steunpunten met daarop aangegeven de positie van de vijzels en te verwachten minimale en maximale vijzelkrachten per oplegging, zowel horizontaal als verticaal.
- Berekeningen van minimale en maximale oplegreacties, translaties en rotaties van alle opleggingen.
- Detailberekeningen van in het ontwerp reeds voorziene vijzelpunten

- Een specificatie van de voorinstelling van de nieuw te plaatsen opleggingen, afhankelijk van de constructietemperatuur en indien relevant de eventuele resterende krimp, kruip en/of zetting op moment van vervangen.
- Toegankelijkheid; de wijze waarop de locatie waar de opleggingen zich bevinden, veilig kan worden benaderd in verband met het vervangen van de opleggingen.
- Risico-inventarisatie met beheersmaatregelen; een analyse van risico's met betrekking tot het vervangen van de opleggingen en te treffen beheersmaatregelen.

Tandconstructies

(7.1) Bij een tandconstructie moet de dwarskracht in het gebied direct achter de tand volledig door ophangwapening kunnen worden opgenomen. De ophangwapening moet zijn geconcentreerd binnen een afstand ½ h_i cot θ_i (i = 1,2), waarin h_i de hoogte van de tand is en θ_i de hoek tussen het aangenomen maatgevende breukvlak en de as van het constructieonderdeel (zie figuur 6-3). Voor de grenswaarden van de hoek geldt NEN-EN 1992-1-1, 6.2.3 ($1 \leq \cot \theta_i \leq 2{,}5$). Ophangwapening mag bestaan uit betonstaal en/of voorspanstaven die aan weerszijden van het breukvlak volledig zijn verankerd. De hoek α tussen deze staven en de as van het constructieonderdeel mag niet kleiner zijn dan 45°. De rekenwaarde van de opneembare dwarskracht wordt bepaald door de som van de verticale componenten van de krachten in de staven.



Figuur 6-3: Ophangwapening in tandconstructie

(7.2) Voor tandconstructies gelden de volgende aanvullende bepalingen:

~~a) Opleggingen moeten inspecteerbaar en vervangbaar zijn.~~

b) Naast de reguliere belastingmodellen, moet rekening gehouden worden met een extra belastinggeval als bedoeld in NEN-EN 1991-2, 4.3.4. Gerekend moet worden met een bijzonder voertuig 1500/150 volgens NEN-EN 1991-2, bijlage A, tabel A.1. Voor het toetsen van lokale belastingeffecten mag worden aangenomen dat de aslijnen verdeeld zijn over twee rechthoekige oppervlakken van 1,20 m × 0,15 m volgens NEN-EN 1991-2, bijlage A, figuur A.1a. De dynamische vermenigvuldigingsfactor en de positionering van het overige verkeer moeten in rekening worden gebracht volgens resp. NEN-EN 1991-2, bijlage A, A.3(5) en A.3(7).

c) Naast de controle op buiging en dwarskracht in de tand volgens resp. NEN-EN 1992-1-1, 6.1 en 6.2, moet de ophangwapening worden getoetst op zowel sterkte als scheurwijdte.

~~d) Om het risico van corrosie te verminderen, moeten ten minste de volgende beschermingsmaatregelen worden genomen:~~

~~- Toepassing van de betondekking inclusief de toeslagen voor niet bekiste oppervlakken respectievelijk niet inspecteerbare oppervlakken (zie ROK aanvulling bij NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2 (5)) bij de verticale en horizontale vlakken onder de voeg;~~
~~- Bovenvlakken van de onderbouw waar water op kan blijven staan, altijd afwaterend maken met een helling van minimaal 1:100;~~
~~- Verbeteren waterdichting voegovergang door tweede kering.~~

~~Daarnaast kan nog gedacht worden aan het toepassen van staal dat minder gevoelig is voor corrosie (RVS). De inspectie (en de frequentie) moet als extra aandachtspunt in het beheer- en onderhoudsplan worden opgenomen.~~

Opmerkingen:
- *Voor de aan te houden milieuklasse, zie aanvulling op NEN-EN 1992-2, 4.2 (106);*
- *Voor toeslag op de betondekking, zie aanvulling op NEN-EN 1992-1-1, 4.4.1.2(5);*
- *Voor te hydrofoberen oppervlakken, zie aanvulling op NEN-EN 13670, 8.8 (7).*

Voorgespannen betonpalen / voorgespannen betonnen damwanden

(8) Voor geheide voorgespannen betonpalen en geheide voorgespannen betonnen damwanden gelden in aanvulling op NEN-EN 12794 de volgende eisen:
- Over de gehele paallengte moet een minimum beugel- of spiraalwapening van Ø5-200 B500A worden toegepast.
- De blijvende voorspandruk σ'_{bw} in het beton moet ten minste 4,5 MPa zijn.
- Het maximale aanspanpercentage van f_{pk} mag naast het gestelde in NEN-EN 1992-1-1 niet groter zijn dan:

$$\frac{\sigma`_{bw}}{\sigma`_{bw}+f_{ctm}} \times 100\%$$

Toelichting:
De wapening van palen waarin trekspanningen kunnen worden verwacht tijdens het heien, moet de kracht op kunnen nemen die vrijkomt als het beton scheurt. Ervan uitgaande dat tijdens het heien trekspanningen optreden, betekent dit, dat de marge tussen de voorspankracht op het moment van heien en de breukkracht van alle strengen samen groter of gelijk moet zijn aan de paaldoorsnede maal de gemiddelde betontreksterkte: f_{ctm}. De voorspankracht op het moment van heien mag gelijk worden gesteld aan de voorspankracht op tijdstip $t = \infty$.

~~*Opmerking:*~~
~~*De eventueel extra voorspanning benodigd voor het heien, moet door de aannemer worden bepaald.*~~

- De minimale berekende verankeringlengte van betonstaal (en voorspanstaal) voor een op te nemen kopmoment en/of –normaalkracht volgens NEN-EN 1991-1-1, 8.4 moet worden vergroot met minimaal een meter.

Toelichting:
Deze eis is bedoeld voor heipalen waarvan de wapening in de vloer of sloof moet worden opgenomen, maar die 'te hoog' zijn blijven staan tijdens het heien. Deze palen moeten daardoor worden gesneld over een grotere lengte dan verwacht. Door de in eerste instantie berekende verankeringlengte te vergroten met 1,0 m, wordt de kans kleiner dat de vereiste minimale verankeringlengte na het extra snellen niet meer zal voldoen. Daarnaast moet de wapening verspringend worden aangebracht om schade te voorkomen door grote stijfheidsverschillen.

In de grond gevormde palen

(9) Voor in de grond gevormde palen geldt in aanvulling op NEN-EN 12699, 7.8.2 de volgende eis:

- De hart-op-hart afstand van de beugels of de spoed van de spiraalbeugel mag niet groter zijn dan de diameter van de langswapeningskorf en indien de beugels gebruikt worden als dwarskrachtwapening, mag deze afstand niet groter zijn dan de helft van de diameter.

Stalen palen die (deels) zijn gevuld met beton

(10) Een veel toegepaste funderingswijze zijn stalen palen (buis, koker en andere vormen) die (over een deel van de paal) worden gevuld met beton. Daarbij gelden de volgende eisen:

- Indien de krachten moeten worden overgedragen van het betonnen deel in de paal op de stalen paal, moet een verbinding tussen het beton en het staal worden gerealiseerd die te allen tijde in staat is om de krachtsoverdracht te waarborgen.
- Het is niet toegestaan om de krachtsoverdracht volledig te realiseren via wrijving tussen het beton en het staal.
  Toelichting:
  - *Ten gevolge van krimp zal de betonnen vulling loskrimpen van de stalen paal.*
  - *Het bovenstaande geldt niet indien er in het ontwerp van is uitgegaan dat ofwel de stalen paal (via aangelaste staven aan de bovenzijde van de paal) ofwel de betonnen vulling (die dan wordt doorgezet tot de onderzijde van de paal) zelfstandig de krachtsoverdracht van de paalkop naar de onderzijde van de paal realiseert.*

- Voor de kwaliteit van het beton in de palen mag bij de berekening geen hogere waarde worden aangehouden dan C20/25 bij storten in het water en C28/35 bij storten in den droge. De wapening in het beton moet minimaal reiken tot het niveau van twee maal de verankeringslengte onder de plaats waar de wapening rekentechnisch niet meer nodig is (= plaats waar het beton de combinatie van normaalkracht en buigend moment zonder wapening kan opnemen).

- Het trillen van het beton is nodig vanaf het niveau waar de wapening begint.

Stalen palen met / zonder bodemplaat

(11) Hiervoor gelden de volgende aanvullende eisen:

- Palen met bodemplaat moeten over de volledige hoogte met beton worden gevuld. Slechts palen die alleen horizontaal worden belast, mogen met zand worden gevuld tot het niveau waar het beton begint.
- Palen zonder bodemplaat moeten met beton worden gevuld vanaf het niveau dat door de geotechnisch constructeur wordt aangegeven.

- De bodemplaat moet worden berekend met de maximale conusweerstand tijdens het heien als optredende belasting, uitgaande van gevolgklasse 2.

Onderbouw

(12) Alle bovenvlakken van de onderbouw moeten afwaterend worden uitgevoerd met een helling van minimaal 1:50.

6.5 Tunnels – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet

Tunnelontwerp in de OTOA-fase (opdrijven, transport, afzinken en onderstromen)

(1) Voor de OTOA-fase is geen veiligheidsfactor noodzakelijk en kan dus worden uitgegaan van gebruikswaarden. Hierna is achtereenvolgens ingegaan op de volgende aspecten voor het tunnelontwerp in de OTOA-fase:

- vrijboord en kielspeling;
- belastingen door golven en stromend water;
- stabiliteitsberekening afgezonken tunnelelementen;
- gewichtsbepaling;
- langsvoorspanning zinkelementen;
- plaatsingstoleranties afgezonken tunnelelementen;
- bijbehorende verplichtingen afgezonken tunnelelementen.

(1.1) Vrijboord en kielspeling

Aanbevolen wordt de onderstaande waarden aan te houden:
Bij afzinkberekeningen van tunnelelementen tijdens transport een vrijboord bij water zonder stroming min. 0,10 m, bij water met stroming min. 0,15-0,25 m en bij zeetransport min. 0,40-0,45 m. Tijdens transport rekening houden met een minimale kielspeling van 0,50 m. Bij de afzinkberekening rekenen met een minimale metacenterhoogte van 1,00 m. De stabiliteit kan ook worden berekend door het oprichtend koppel te bepalen.

Toelichting:
Vooral in geval van zijdelingse stroming langs het element kan het nuttig zijn om het oprichtend koppel te weten. Dit geeft een maat voor de grootte van extra belastingen die het element zou kunnen hebben alvorens instabiel te worden. Zowel de metacenterhoogte als het oprichtend koppel kan in de vorm van een grafiek worden gepresenteerd. Vooral uit de grafiek van het oprichtend koppel kan worden afgelezen tot welke hoekverdraaiing het element stabiel is. Daar waar het oprichtend koppel gaat afnemen, neemt ook de stabiliteit van het element af.

(1.2) Belastingen door golven en stromend water

Krachten als gevolg van stromend water op een tunnelelement in de OTAO-fase moeten door middel van proeven op schaalmodellen worden bepaald. Hierbij kan gedacht worden aan een passerend schip, bij het spuien van water, golfbelasting bij zeetransport, etc. Wanneer bij een eerder uitgevoerd project de belastingen ten gevolge van golven en stromend water is bepaald door middel van proeven op schaalmodellen mag bij het uit te voeren project hiervan gebruik worden gemaakt. Het eerder uitgevoerde project moet echter wel vergelijkbaar zijn met het uit te voeren project.

(1.3) Stabiliteitsberekeningen afgezonken tunnelelementen

Bij afzinkberekeningen wordt een minimale equivalente druk van gemiddeld 2 kN/m^2 aanbevolen. Voor de eindfase geldt een minimale korreldruk van gemiddeld 5 kN/m^2. Dit is exclusief gewicht tunnelinstallaties, asfalt en ballast op het dak. Voor de berekening van de neuzen en pennen in de afzinkfase in verband met dynamische effecten een stootcoëfficiënt van 1,5 aanhouden.

Toelichting:
Bovenstaande relatief lage oplegdrukken zijn verantwoord omdat het gewicht van een afgezonken tunnelelement relatief goed bekend is (uittrimmen in opdrijffase). Speciale aandacht moet worden besteed aan het al of niet aanwezig kunnen zijn van een zoutgradiënt. Voor achtergronden betreffende zeetransport van tunnelelementen zie verder o.a.: Bokkem, J. van, J.C.W.M. de Wit, L. Franken & J. Wens, Zeetransport Piet Heintunnel leidt tot behoud voorspanning in de gebruiksfase (I), Cement 1998/3, p. 22-29.

(1.4) Gewichtsbepaling

Bij afzinkberekeningen moeten de volumegewichten in de ontwerpfase met voldoende nauwkeurigheid worden bepaald. Op het volume gewicht van beton moet een variatie van +/- 0,7 kN/m^3 worden toegepast. Een controle met de werkelijke gerealiseerde volume gewichten moet worden uitgevoerd.

Toelichting:
Als richtlijn voor het ontwerp kan voor het volume gewicht van gewapend beton worden uitgegaan van 24,5 kN/m^3 met als ondergrens 23,8 kN/m^3 (min. wapening) en als bovengrens 25,2 kN/m^3 (max. wapening). Voor het volume gewicht van water minimaal 10,0 kN/m^3 (zoet) en indien van toepassing maximaal 10,25 kN/m^3 (zout) aanhouden.

(1.5) Langsvoorspanning zinkelelementen.

Voor de minimale drukspanning in de voegen wordt 0,2 MPa aanbevolen. Voor transport over zee wordt minimaal 0,8 MPa aanbevolen. Voor de toegestane trekspanning in het voorspanstaal tijdens overleefcondities geldt: 0,8 $f_{p0,1k}$.

De langsvoorspanning in principe injecteren na opdrijven, maar voor transport van de tunnelelementen. Het injecteren van de langsvoorspanning voordat de tunnelelementen zijn opgedreven is alleen toegestaan onder één van de volgende randvoorwaarden:
- voorzieningen aanbrengen opdat de voorspanning over de noodzakelijke lengte t.p.v. de voegen niet gehecht is; of
- direct voor het injecteren van de voorspankanalen de bodemdruk tijdelijk, door gedeeltelijk inundatie van het bouwdok, terugbrengen tot een korreldruk van gemiddeld 1 kN/m^2.

Toelichting:
Uit ervaring is bekend dat in het bouwdok de verdeling van de oplegdrukken onder de tunnelelementen zodanig ongelijkmatig kan zijn dat bij het opdrijven, als deze oplegdrukken vrij komen, het tunnelelement zodanig kan vervormen dat t.p.v. de voegen relatief grote verplaatsingsverschillen ontstaan. Zo zijn in het verleden toegepaste koppelstaven in plaats van voorspanning gevloeid, met een grillig gekromd tunnelelement als gevolg. Als oorzaken van de ongelijkmatig oplegdrukken

kan gedacht worden aan de bouwfasering (o.a. stortvolgorde), temperatuureffecten (o.a. als gevolg van hydratatieprocessen en zoninstraling), ongelijkmatige stijfheid bedding ondergrond etc.). De optredende verplaatsingsverschillen kunnen t.p.v. van de voegen alleen opgenomen worden als de voorspanning op het moment van optreden van deze verplaatsingsverschillen niet gehecht is t.p.v. de voeg of als de opdruk op het moment van injecteren relatief klein is. De oorzaken van het ontstaan van de ongelijkmatige oplegdrukken is complex, waardoor dit slecht voor berekening toegankelijk is. Het gecontroleerd terugbrengen naar een tijdelijke oplegdruk van 1 kN/m^2 is alleen verantwoord als geen gevaar van het optreden van een zoutgradiënt aanwezig is (dus bij gesloten bouwdok).

Na het aflaten en verwijderen van de vijzels en het afdichten van de onderspoelpunten, de voorspanelementen ter plaatse van de dilatatievoegen doorslijpen en daarna pas ballastbeton aanbrengen.

Toelichting:
Het doel van het doorslijpen van de voorspanning is de flexibiliteit te vergroten, opdat optredende verschilzettingen beter gevolgd kunnen worden. Hierdoor wordt de grootte van momenten in langsrichting tevens beperkt. Te grote langsmomenten kunnen de waterdichtheid in gevaar brengen als gevolg van doorgaande buigscheuren.

(1.6) Plaatsingstoleranties afgezonken tunnelelementen
Als het primaire eind van het te plaatsen element voorzien is van een tijdelijke rubbervoegafdichting, wordt aanbevolen het totale element te plaatsen binnen de volgende toleranties ten opzichte van het secundaire eind van het aansluitende element of het landhoofd:
- Verticaal +/- 20 mm
- Horizontaal in dwarsrichting +/- 35 mm

Als het primaire eind van het te plaatsen element voorzien is van een tijdelijke rubbervoegafdichting bestaande uit een pneumatisch profiel, wordt aanbevolen het element te plaatsen binnen de volgende toleranties ten opzichte van het secundaire eind van het aansluitende element of het landhoofd:
- Verticaal +/- 5 mm
- Horizontaal in dwarsrichting +/- 10 mm.

Toelichting:
Het is noodzakelijk een studie te verrichten naar bouwtoleranties en plaatsingstoleranties.

(1.7) Bijbehorende verplichtingen afzinken tunnelelementen
In het geval dat de tunnelelementen na inunderen van het bouwdok aan de grond gehouden worden, wordt aanbevolen een minimale bodemdruk van gemiddeld 2 kN/m^2 aan te houden.

Bij het invaren van één tunnelelement tussen de toeritten mag tijdens het leegpompen van beide toeritten het waterstandverschil in beide kuipen in langsrichting niet te groot zijn. Met een berekening moet worden aangetoond welk waterstandsverschil nog toelaatbaar is.

Toelichting:
Bij te grote waterstandverschillen tussen de twee toeritten kan het tunnelelement ongecontroleerd verschuiven in langsrichting.

De horizontale stabiliteit van de afgezonken tunnel bij het aanvullen aan de zijkanten moet zijn verzekerd.

Toelichting
Het hoogteverschil van de aanvulling ter weerszijden van de tunnel moet worden beperkt tot circa 1 m.

Nagegaan moet worden of significante zettingen van de fundatieplaten in verband met de tijdelijke oplegging zijn te verwachten. Is dit het geval dan moeten adequate maatregelen worden getroffen.

De ruimten onder de elementen moeten zodanig met zand worden onderstroomd via de onderstroompunten dat een aaneengesloten vaste zandplaat wordt gevormd. Het onderstromen moet worden voortgezet totdat langs beide zijden een steunrug van ten minste één meter boven de onderzijde van de elementen is gevormd.

Onderstroomzand moet voldoen aan de volgende eisen:
- 170 μm $\leq$ D50 $\leq$ 230 μm
- het zand mag niet meer dan 2% fijne delen ($<$ 65 μm) bevatten.

Toelichting:
Een goede procesbeheersing van het onderstroomproces is essentieel, omdat de controleerbaarheid van de gerealiseerde dichtheid van de onderstroomlaag achteraf niet goed mogelijk is. Dit houdt in het monitoren van debieten en drukken.
Een belangrijk aandachtspunt kan het tegengaan van slibinsluitingen zijn.

Na aanvulling van de zinksleuf, aanbrengen van de bovenbelasting op de tunnelelementen en aanbrengen 1^{e} laag ballastbeton, moeten de zettingen ter plaatse van de zink- en sluitvoegen worden gemonitord. Uit dit monitoren moet een verwachte eindzetting voor de bouwfase worden bepaald. Wanneer 90% van de verwachte eindwaarde van de initiële zettingen is bereikt en wanneer de verschilzettingen tussen de zinkelementen te verwaarlozen zijn, mag met de afbouw worden gestart. Onder afbouw wordt verstaan o.a. het maken van de zinkvoeg, sluitvoeg, dwarskrachtvoorzieningen, 2^{e} laag ballastbeton, tegels en asfalt.

Rekening moet worden gehouden met verder nazakken in de loop der tijd.

Toelichting:
Het doel van het laten optreden van een groot deel van de zakkingen, voordat met de afbouw wordt gestart, is om spanningen in de aansluitingen van de tunnelelementen te minimaliseren. Bij aanwezigheid van in het werk gestorte dwarskrachtvoorzieningen deze eerst op sterkte laten komen alvorens met de afbouw wordt begonnen.

Sinds enige jaren is bekend dat afgezonken tunnels gedurende de levensduur verder kunnen nazakken. Deze zettingen worden hier niet bedoeld. De precieze oorzaak hiervan is nog niet bekend. Mogelijk is dat een in de tijd toenemende dichtere

pakking van de onderstroomlaag als gevolg van verkeerstrillingen. De aanwezigheid van een (lokale) bovenbelasting zal dit effect versterken.

De zinkvoeg tussen de tijdelijke en ~~permanente voegdichtingsstrook~~ definitieve afdichting testen op waterdichtheid. De ruimte tussen het tijdelijk en definitieve afdichtingsprofiel ~~en de permanente voegdichtings-strook~~ vullen met water tot een drukhoogte van de hoogst voorkomende waterstand + 1,50 meter is bereikt. Gedurende 24 uur de druk constant houden mogelijk onder toevoeging van water. De zinkvoeg wordt geacht waterdicht te zijn wanneer de toegevoegde hoeveelheid water gedurende de 24 uur kleiner is dan 25 liter.

Indien de afdichting is gelegen boven de laagst voorkomende waterstand, de ruimte tussen het ~~eerste~~ tijdelijke en definitieve afdichtingsprofiel ~~en het tweede afdichtingsprofiel~~ tot bovenkant vullen met antivries (bijvoorbeeld glycoshell).

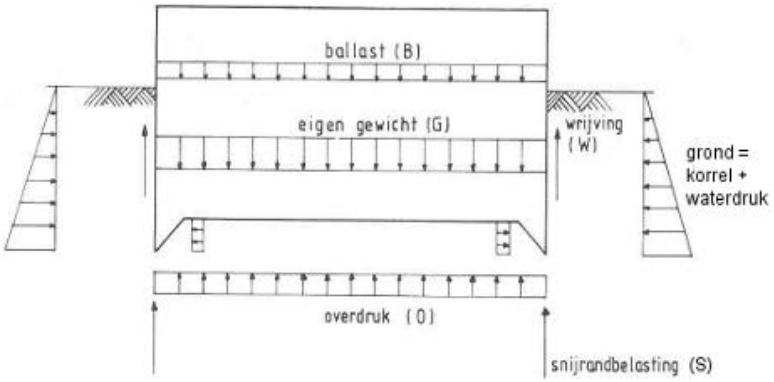
Kopschotten mogen vóór het aanbrengen van de Omega-profielen verwijderd worden mits dit gebeurd nadat de wiggen in de sluitvoeg geactiveerd zijn. Bij de sluitvoeg is het verwijderen van de kopschotten voordat de definitieve afdichting wordt aangebracht niet toegestaan.

Toelichting:
Het tijdstip van verwijderen van de kopschotten is een afweging tussen bouwfaseveiligheid en het eenvoudiger en kwalitatief beter kunnen aanbrengen van de Omega-profielen. Bij deze afweging moet de veiligheid altijd prevaleren.
Uit jarenlange ervaringen is gebleken dan de Gina-profielen behoorlijk robuust zijn. De kans op een grootschalige lekkage is daarom zeer klein, mits de Gina-profielen voldoende onder druk blijven staan. Dit is voldoende verzekerd na het aanbrengen van de wiggen in de sluitvoeg. Bij de sluitvoeg is de betrouwbaarheid van de uitwendige waterafdichting minder dan die van een Gina-profiel, vandaar dat daar de kopschotten moeten worden gehandhaafd totdat de definitieve waterkering is aangebracht.

Pneumatisch afgezonken caissons

(2) Eisen voor de toepassing van de caissonmethode:
- De draagkracht van de bovenste grondlagen moet voldoende zijn om het gewicht van het in aanbouw zijnde caisson te kunnen dragen en ontoelaatbare vervormingen van het caisson te voorkomen.
- De aangrenzende bebouwing moet bestand zijn tegen de extra bovenbelasting van het caisson op het maaiveld en de vervormingen in de grond als gevolg van het afzinken.
- Maximale diepte 35 meter onder het freatisch vlak, in verband met regelgeving in de caissonwet, welke het werken onder verhoogde luchtdruk beperkt tot 3,5 atmosfeer.

(2.1) Belastingen bij pneumatisch afzinken:
De belastingen, zoals deze tijdens het afzinken op het caisson werken, zijn aangegeven in figuur 6-4.

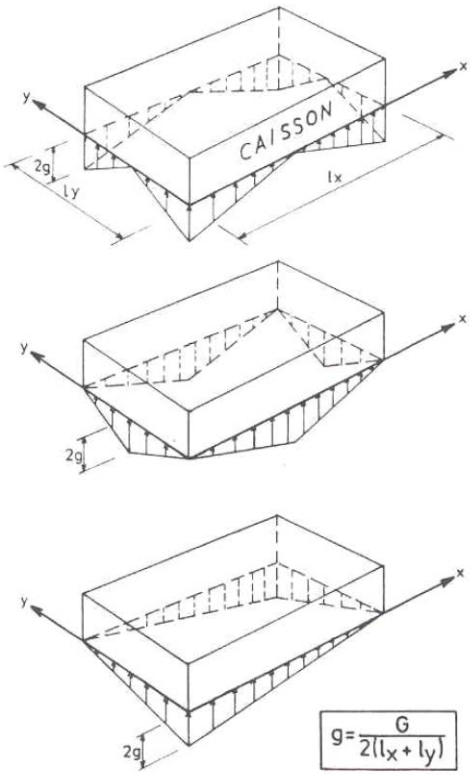


Figuur 6-4: Belastingen bij pneumatisch afzinken

De voorwaarde, waaraan minimaal moet worden voldaan om het caisson te laten zakken is: G + B > W + O

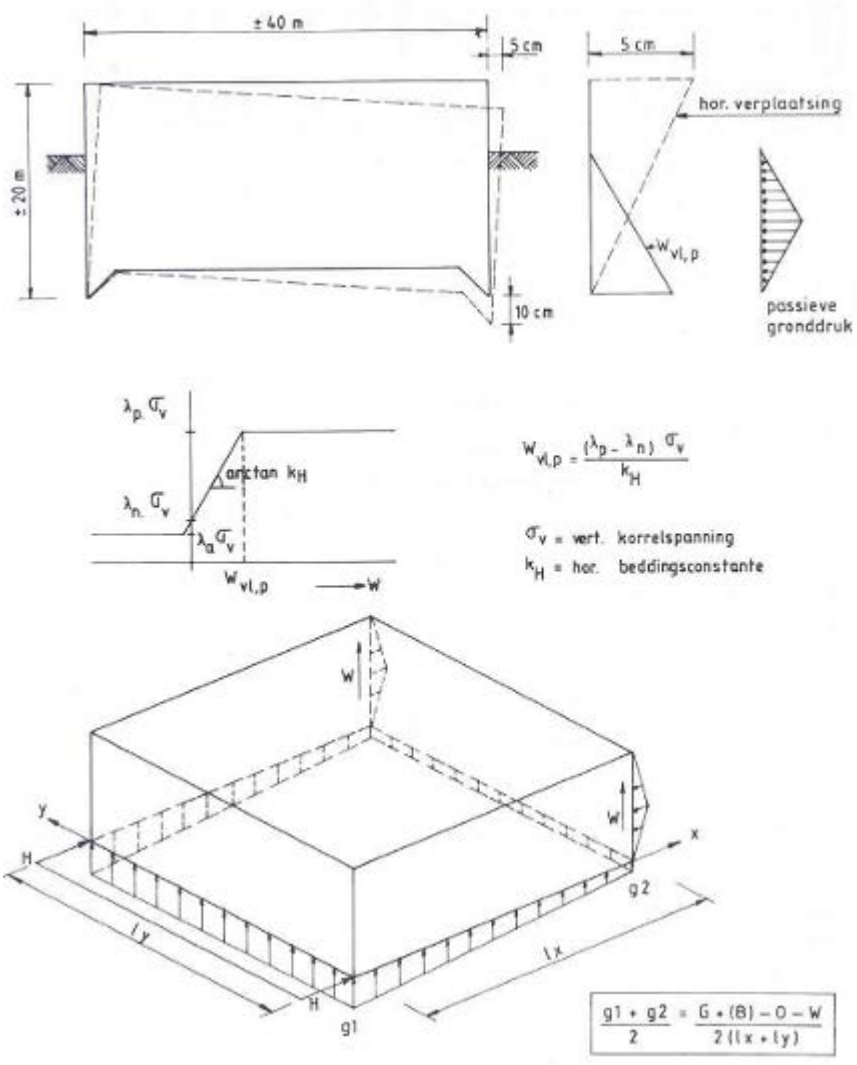
De belastingen die op het caisson werken, veranderen naarmate het afzinkproces vordert. Er zijn 3 situaties te onderscheiden:

(2.2) Ongelijkmatige snijrandbelastingen.
De snijrandbelasting is ongelijkmatig verdeeld in verband met onregelmatigheden in de grondslag en verschillen in ontgraving om het afzinken te sturen. In figuur 6-5 is een drietal mogelijk maatgevende snijrandbelastingen aangegeven.



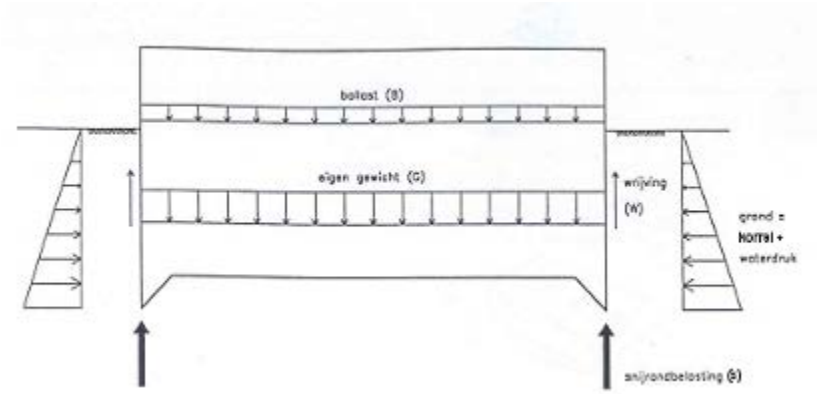
Figuur 6-5: Ongelijkmatige snijrandbelastingen

(2.3) Scheefstand van het caisson
Hierbij ontstaat passieve gronddruk tegen één van de zijwanden omdat het caisson excentrisch wordt ondersteund. Eén zijde van het caisson zakt 10 cm meer dan de andere zijde, wat een horizontale verplaatsing van het caisson tot gevolg heeft. Aangenomen is dat de passieve gronddruk recht evenredig is met de horizontale verplaatsing, echter gelimiteerd tot de maximale passieve gronddruk. Er ontstaat dan een driehoekig gronddrukfiguur.



Figuur 6-6: Scheefstand van het caisson

(2.4) Wegvallen overdruk
Het caisson is vrijwel op diepte en door een calamiteit valt de overdruk uit. Dit wordt niet gecombineerd met eventuele scheefstand van het caisson. De partiële veiligheidscoëfficiënt met betrekking tot de belastingen mag voor deze situatie worden gereduceerd tot 1,1.



Figuur 6-7: Wegvallen overdruk

Maatregelen om het afzinken te bevorderen:
- De wrijving langs de wanden van het caisson kan worden verminderd door een bentonietsmering aan te brengen;
- De neerwaarts gerichte belasting kan worden verhoogd door het caisson te belasten (bijvoorbeeld waterballast);
- De luchtdruk in de werkkamer kan tijdelijk worden verlaagd (aflaten).

De gebruiksfase kan in geval van grondaanvullingen voor het dak maatgevend zijn.

6.6 Natte kunstwerken – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet

Geen aanvullingen.

6.7 Geluidschermen – overige regels waarin Eurocode 2 niet voorziet

Geen aanvullingen.

6.8 NEN-EN 13670 Vervaardiging van betonconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 13670 + NB.

1	Eis

In afwijking van sub (7) geldt dat de eisen zoals opgenomen in NEN-EN 13670 en de aanvullingen in de ROK van toepassing zijn op de productie van alle geprefabriceerde betonelementen. Voor zover de eisen in de betreffende productnorm strijdig zijn met of afwijkend zijn van NEN-EN 13670, prevaleren de eisen in de betreffende productnorm met uitzondering van de aanvullingen en invullingen in deze paragraaf van de ROK.

2	Eis

In NEN-EN 13670 genoemde documenten (normen, richtlijnen en andere documenten) inclusief de aanvullingen en aanwijzingen in deze paragraaf van de ROK zijn bindend. ~~In de loop van 2013 zal de nieuwe NEN 8670 "Aanvullende voorschriften voor het vervaardigen van betonconstructies" Uitkomen. Deze norm zal nadere eisen geven ter invulling van en aanvulling op NEN-EN 13670 en vervangt tevens NEN 6722:2002. De norm NEN 8670 zal binnen de ROK met ingang van de datum waarop deze van kracht wordt, bindend van kracht worden.~~

3	Eis

De volgende definitie wordt toegevoegd:

3.26
Geboortecertificaat
Een document waarmee de daadwerkelijk gerealiseerde kwaliteit en eigenschappen van de betonconstructie wordt vastgelegd en aangetoond. Het bevat alle materiaalgegevens en keuringsregistraties waarmee wordt aangetoond dat is voldaan aan de gespecificeerde eisen (incl de relevante normeisen).
De geboortecertificaten maken onderdeel uit van de overdrachtsgegevens voor het beheer- en onderhoud van de constructie.

4.2.1	Eis

Zowel in het geval dat alleen het ontwerp als in het geval dat zowel het ontwerp als de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, aansluitend op de uitvoeringsnormen worden gewerkt. De uitvoeringsspecificatie moet worden geleverd als onderdeel van het definitief ontwerp. De informatie zoals genoemd onder (2) a) t/m d) moet worden opgenomen in een als zodanig herkenbaar overdrachtsdocument en, voor zover relevant, op de op te leveren uitvoeringstekeningen worden vastgelegd.

4.2.2	Eis

Er moet een (deel)kwaliteitsplan worden opgesteld voor het uit te voeren betonwerk. Hierin moet beschreven worden hoe aan de eisen van NEN-EN 13670, NEN 8670 (vanaf het moment dat deze van kracht is) en de wijzigingen c.q. aanvullingen in deze paragraaf van de ROK zal worden voldaan.

4.2.4	Eis

Ten minste de volgende registraties, welke deel uitmaken van het geboortecertificaat, moeten tijdens de uitvoering van de betonconstructie per constructiedeel worden geregistreerd en gearchiveerd ter verificatie van de realisatie van het ontwerp:

a) herkomst en eigenschappen van de toegepaste materialen inclusief testrapporten/certificaten van materialen en/of conformiteitverklaringen van leveranciers (zie 4.3.2);
b) betonsamenstelling van het toegepaste betonmengsel (volgens tabel 25 van NEN-EN 206) en eerste en laatste leveringsbon per stort (volgens 8.3).
c) Analyse en berekening met betrekking tot ASR-bestandheid van het beton
d) Analyse initieel chloridegehalte
e) Een stortverslag per stort waarin minmaal de volgende zaken zijn aangegeven:
   - Stortdatum, start en eindtijd, wijze van storten;
   - buitentemperatuur en weersomstandigheden tijdens stort;
   - maatregelen ten behoeve van verhardingsbeheersing (bijvoorbeeld getroffen maatregelen bij lage en bij hoge temperaturen, koeling bij massabeton, etc);
   - methode en duur van nabehandeling.
f) keuringsrapporten met betrekking tot voorspanning (zie 7):
   - inmeting hoogteligging voorspankabels (bij gekromde kabels);
   - spanrapporten (zie 7.5.1);
   - injectierapporten inclusief de resultaten van uitgevoerde proeven volgens NEN-EN 446 (zie 7.6.5).

g) keuringsrapporten van de keuring na ontkisten (zie 8.6);
h) meetrapporten van de gerealiseerde positie en hoofdafmetingen (as-built).

4.3.1	Eis

Voor alle onderdelen van een kunstwerk in gevolgklasse 3, die van belang zijn voor het draagvermogen en duurzaamheid van de constructie, moet uitvoeringsklasse 3 worden aangehouden.

4.3.2	Eis

De volgende producten moeten, zolang deze nog niet onder CE-markering geleverd kunnen worden volgens ~~de huidige Bouwproducten richtlijn 89/106/EEG c.q.~~ de ~~nieuwe~~ verordening bouwproducten 305/2011/EU (Construction Products Regulation), onder productcertificaat worden geleverd:
- betonmortel (BRL 1801);
- betonstaal (BRL 0501);
- gehechtlaste wapeningsnetten, wapeningsconstructies en buig- en vlechtwerk (BRL 0503);
- mechanische verbindingen van betonstaal (BRL 0504);
- stekken- en doorkoppelbakken (BRL 0506);
- krachtlasverbindingen met betonstaal en stalen strippen (BRL 0512);
- voorspanstaal (BRL 2401).

In te storten stalen onderdelen en bijbehorende verbindingen moeten worden geleverd met keuringsdocumenten volgens de eisen bij 5.2 in par 7.20 van de ROK. Indien deze onderdelen thermisch worden verzinkt, moeten deze worden geleverd met een fabrieksverklaring als bedoeld in NEN-EN-ISO 1461, waarbij tevens de resultaten van uitgevoerde controles van de laagdikte conform par 6.2 van deze norm worden geleverd.

~~4.3.3~~	~~Eis~~

~~Het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton moet worden uitgevoerd volgens BRL 0509.~~

4.3.3 (1) Tabel 2	Eis

Het uitvoeren van betonreparaties, zoals bedoeld onder 8.8 (6) van deze paragraaf, en het afwerken van tijdelijke voorzieningen zoals centerpengaten, zoals bedoeld onder 5.6.2 van deze paragraaf, moeten worden uitgevoerd door een houder van een KOMO® procescertificaat op basis van BRL 3201.

De controle van de uitvoering moet voor deze uitvoeringswerkzaamheden ten minste bestaan uit het verifiëren van de kwalificaties van het uitvoerend personeel op het voldoen aan de eisen van de BRL. Deze controle moet geregistreerd worden.

Ten minste van risicovolle uitvoeringswerkzaamheden, waarvan de gerealiseerde kwaliteit van de resultaten achteraf niet meer volledig en/of op eenvoudige wijze kan worden aangetoond, moet tijdens de uitvoering controle plaatsvinden op de naleving van het uitvoeringsproces en de verwerkingsvoorschriften. Onder risicovolle werkzaamheden vallen onder andere de volgende uitvoeringsprocessen:
- het injecteren van voorspankanalen (zie 7.6);
- nabehandeling en bescherming van beton, na het storten en na het ontkisten (zie 8.5);

- het aanbrengen van constructieve verbindingen (zie 9.6.3);
- het uitvoeren van constructieve reparaties.

Hulpconstructies moeten uit oogpunt van veiligheid voorafgaand aan het storten van de betonmortel integraal worden gekeurd door de verantwoordelijke constructeur of door een door de constructeur daartoe aangewezen functionaris.

Opmerking:
CUR Rapport 2006-1 "Veiligheid van hulpconstructies voor het realiseren van betonwerk" geeft hiervoor richtlijnen.

4.4	Eis

Indien bij keuring blijkt dat een onderdeel niet voldoet aan de eisen, moet een afwijkingsrapport worden opgesteld. Indien er geen corrigerende maatregel mogelijk is om het onderdeel weer te laten voldoen aan de eisen, moet deze worden afgekeurd en worden vervangen. Indien dit om zwaarwegende redenen onwenselijk of bezwaarlijk is, dan bestaat de mogelijkheid om in overleg tussen Opdrachtgever en Opdrachtnemer een contractwijziging overeen te komen. In deze wijziging worden de aangepaste acceptatiecriteria en voorwaarden voor het betreffende onderdeel nader overeengekomen.

5.6.2	Eis

Op de in het beton achterblijvende delen van centerpenconstructies moet dezelfde dekking worden aangehouden als voor de wapening.

Voor waterdicht werk moeten niet terugwinbare centerpennen worden toegepast welke voorzien zijn van een aangelast stalen plaatje (waterslot)

Centerpensparingen moeten volledig worden gevuld en vlak worden afgewerkt met een daartoe geschikte reparatiemortel die voldoet aan NEN-EN 1504-3 (klasse R3) tenzij in een projectspecifieke specificatie van schoon beton andere eisen zijn gesteld. De uitvoering moet plaatsvinden door deskundig personeel, gecertificeerd volgens BRL 3201.

Toelichting:
Uit ervaring blijkt dat in de praktijk de vulling van conusgaten vaak van onvoldoende kwaliteit is, bijvoorbeeld door onvolledige vulling en/of een slechte hechting aan de ondergrond. Dit leidt gedurende de hele levensduur van een kunstwerk tot aanzienlijke maar onnodige onderhoudskosten. Conusgaten moeten vooraf goed worden opgeruwd (cementhuid verwijderen), schoongemaakt, voorbehandeld en daarna volledig worden gevuld en verdicht met een op de juiste wijze aangemaakte homogene mortel. Tenslotte moet de mortel op effectieve wijze worden nabehandeld.

~~6.2~~	~~Eis~~

~~Lijmsystemen voor achteraf ingelijmde ankers en staven moeten geschikt zijn voor de beoogde toepassing en moeten voldoen aan ETAG 001.~~

~~Verbindingen waarbij kruip niet toelaatbaar en/of gewenst is, moeten worden verlijmd met cementgebonden mortel.~~

6.2 (7)	Eis

Afstandhouders moeten van cementgebonden materiaal zijn. Andere materialen zijn alleen toegestaan indien is aangetoond dat ze geen nadelige effect hebben ten aanzien van de duurzaamheid en indringing van schadelijke stoffen (permeabiliteit van het materiaal, aanhechting op beton, scheurinleiding) en de brandwerendheid. Tevens moet, indien van toepassing, worden voldaan aan de esthetische eisen met betrekking tot schoon beton (zie 8.8).

Opmerking 1:
Zie Stubeco-rapport C04 "Afstandhouders voor beton"

Opmerking 2:
Betonnen afstandhouders voorzien van een productcertificaat op basis van BRL 2817 worden geacht te voldoen aan de eisen.

6.3 (1)	Eis

b) het buigen van staal bij temperaturen beneden -5 °C is niet toegestaan;
c) buigen door verhitting van de staven is niet toegestaan.

6.3 (2)	Eis

Voor de aan te houden minimale middellijn van de buigdoorn gelden de waarden zoals deze zijn opgenomen in de Nationale Bijlage bij EN 1992-1-1.

6.4	Eis

~~Voor de toelaatbaarheid van lassen aan betonstaal wordt verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1992-1-1, art. 3.2.5.~~

Lassen is alleen toelaatbaar voor wapeningsstaal dat als lasbaar is geclassificeerd en met expliciet verkregen toestemming van de constructeur.

Hechtlassen van niet-constructieve lasverbindingen, anders dan fabrieksmatig uitgevoerde puntlassen (netten), zijn alleen toelaatbaar met toestemming van de constructeur.

~~6.5~~	~~Eis~~

~~M.b.t. ingeboorde/verlijmde constructieve ankers of wapeningsstaven geldt dat de sterkte van de verbinding moet worden beproefd. Een ingelijmd anker of staaf wordt geacht te voldoen als deze tijdens de beproeving een testwaarde kan leveren gelijk aan 1,2 maal de belasting bij de karakteristieke belastingcombinatie (SLS). Beproeving moet plaatsvinden volgens de volgende procedure:~~

1. ~~Verdeel het aantal te beproeven staven in proefeenheden van maximaal 100 stuks per eenheid. Iedere proefeenheid moet bestaan uit staven met dezelfde diameter, verankeringslengte en type verlijming.~~
2. ~~Selecteer willekeurig 5 staven uit elke proefeenheid. Indien de proefeenheid uit 5 of minder staven bestaat, moeten deze allemaal worden getest.~~
3. ~~Indien van achtereenvolgens drie proefeenheden alle geselecteerde staven voldoen aan de testwaarde, moeten voor de volgende 3 proefeenheden 3 staven per eenheid worden beproefd. Indien ook dan alle staven aan de testwaarde voldoen, moeten uit de nog resterende proefeenheden 1 staaf per eenheid voor beproeving worden geselecteerd. Indien in een proefeenheid niet voldaan wordt~~

~~aan de testwaarde, moet voor de overblijvende te testen proef eenheden opnieuw worden begonnen bij stap 2.~~

~~4. Bij elke test op een staaf in een proefeenheid waarbij de testwaarde niet wordt bereikt, moeten 5 aanvullende testen worden uitgevoerd op staven in de directe omgeving van de gefaalde staaf. Indien binnen die aanvullende testen wederom staven falen, moeten ofwel alle staven binnen de proefeenheid getest worden of moeten alle staven binnen de proefeenheid worden afgekeurd en opnieuw worden aangebracht en worden onderworpen aan een test volgens stap 2.~~

~~5. Verwijder alle staven die faalden bij het bereiken van de testwaarde zonder schade aan het omliggende beton. Boor en installeer vervangende staven. Deel de vervangende staven in nieuwe proefeenheden volgens stap 1 in (met alleen vervangende staven). Voer vervolgens op deze vervangende proefeenheden opnieuw deze procedure.~~

~~*Toelichting:*~~
~~*De capaciteit van ingelijmde staven is gevoelig voor fouten in de uitvoering, zoals onvoldoende gevulde boorgaten, slechte aanhechting door vervuiling/sliblaag, onjuiste menging (mengverhoudingen), aanwezigheid van vrijstaand water, aanstoten van pas aangebrachte staven e.d. Om deze reden worden beproevingen in het werk noodzakelijk geacht.*~~

7.1.2	Eis

Het aanbrengen van voorspansystemen, spannen en injecteren moet worden uitgevoerd door daartoe gespecialiseerde bedrijven die door de ETA-houder zijn erkend op basis van de eisen zoals gesteld in CWA 14646 en de ETA van het voorspansysteem. Uitvoerend personeel moet in het bezit zijn van een opleidingscertificaat “Voorspantechniek uitvoering”.

7.2.6	Eis

In afwijking van NEN-EN 13670, 7.2.6 moet een injectiemortel worden toegepast die voldoet aan Stufib-rapport 19.

~~Voor de cementsoorten die zijn toegestaan gelden de eisen zoals vermeld in NEN 8005 par. 5.2.2.~~

7.3	Eis

Eisen voor de bescherming en verwerking van voorspanstaal en voorspanelementen zijn gegeven in CUR Aanbeveling 2. De toelaatbaarheid van putcorrosie in voorspanstaal is aangegeven in CUR Aanbeveling 6.

7.5.3	Eis

Er moet contact worden opgenomen met de verantwoordelijke constructeur indien de gemeten verlengingen van groepen strengen of afzonderlijke strengen meer afwijken (positief of negatief) van de door de constructeur opgegeven waarden dan het maximum van 5% van die opgegeven waarde of 5 mm.

Ter controle van de uitgangspunten van de ontwerpberekening moeten van drie kabels per viaduct of brug, wrijvingsverliezen worden gemeten. Hiervoor moet worden uitgegaan van enkelzijdig spannen tot 100% van de voorspankracht en hierbij moeten alle aangenomen en berekende waarden worden opgegeven, zoals verlenging, kabelkracht aan beide zijden, μ□ ϕ_1 en de E-modulus.

Deze kabels voor het bepalen van de wrijving moeten dezelfde eventuele eerdere afspanfasen (bij deze kabels uiteraard eenzijdig afspannen) hebben ondergaan als de overige kabels (voorspannen van “krimp- en ontkistingsvoorspanning”). Na de wrijvingsmeting deze kabels aan de andere zijde ook op 100% spannen. De resultaten moeten ter goedkeuring aan de verantwoordelijke constructeur worden voorgelegd.

Na het spannen moeten de einden van de spanelementen worden afgeslepen. Het afslijpen moet geschieden op een afstand groter dan 30 mm van het einde van verankeringsonderdelen zodat geen ontoelaatbare temperaturen bij de verankering optreden. Indien het slijpen aan een streng langer dan 15 seconden duurt, het slijpen onderbreken en pas weer voortzetten nadat de streng volledig is afgekoeld tot de omgevingstemperatuur.

7.6.3	Eis

In afwijking van NEN-EN 13670, 7.6.3 moet het injecteren worden uitgevoerd volgens Stufib-rapport 19.

7.6.5	Eis

Keuring van injectiemortel op de bouwplaats moet plaatsvinden volgens “inspection class 3”, zoals aangegeven in paragraaf 9.3 van NEN-EN 446.

8.2	Eis

Toepassing van haringgraatstaal/strekmetaal en dergelijke is alleen toegestaan als:
- deze niet in de betondekkingszone achterblijft;
- deze wordt toegepast in overwegend statisch op druk belaste constructiedelen.

Toelichting:
Het toepassen van haringgraatstaal/strekmetaal heeft een negatieve invloed op de kwaliteit van stortnaden. Er vormen zich gemakkelijk luchtbellen en grindnesten; een door belasting optredende scheur zal zich diep doorzetten in de stortnaad. Hierbij is de gehele scheur (thermisch) verzinkt haringgraatstaal aanwezig dat op termijn (m.n. bij aanwezigheid van chloriden) kan gaan roesten.

8.2 (4)	Eis

Van stortnaden in milieuklasse XD2, XD3, XS2 of XS3 en bij waterdicht betonwerk moet de cementhuid over het gehele contactoppervlak~~, met inbegrip van de betondekkingszone,~~ worden verwijderd. ~~Als uitzondering hierop geldt de situatie waarbij de stortnaden:~~
~~- volledig worden voorgespannen, waarbij geen trekspanningen meer kunnen optreden;~~
~~- èn sprake is van betonsterkteklasse van C55/67 of hoger;~~
~~- èn de nabehandeling volgens de eis onder 8.5(7) plaatsvindt door het laten staan van de bekisting.~~

Opmerking:
Tevens wordt er op gewezen dat stortnaden in bovenzijden van brugdekken afgeplakt moeten worden, zoals bedoeld in NEN 6723:2009, 10.6.3, die van kracht is via ROK paragraaf 6.1, 8.

Voorts moeten stortnaden tussen bovenzijde brugdek en bermconstructies worden beschermd door een waterdichte voorziening. De standaardoplossing is een flexigoot, zoals beschreven in RTD 1009, 4.2.1.2.

Toelichting:
Met goede stortnaden wordt bereikt dat de betonconstructie één geheel vormt. Daarbij is het van belang dat het beton goed is verdicht en de cementhuid van het beton is verwijderd. Slecht uitgevoerde stortnaden vormen een zwakke schakel in betonconstructies uitgevoerd in bovengenoemde milieuklassen en zullen leiden tot vochtindringing en schade. Zie Betoniek 12/15, uitgave mei 2002 voor richtlijnen ten aanzien van het uitvoeren van stortnaden.

8.2 (6)	Eis

Het rechtstreeks storten van beton op een vochtabsorberende ondergrond is niet toegestaan. Vochtabsorberende ondergronden moeten met water verzadigd worden of er moeten, waar toegestaan, andere maatregelen worden getroffen (bijvoorbeeld het toepassen van een folie).

8.4.6	Eis (Tunnels)

Onder water gestort beton niet eerder belasten dan nadat het beton een gemiddelde druksterkte heeft van 100% van de karakteristieke druksterkte en waarbij de minimaal gemeten druksterkte 80% van het gemiddelde moet zijn. Het bepalen van de sterkte moet worden uitgevoerd met behulp van gewogen rijpheids-meting volgens NEN 5970.

8.5 (1) f)	Eis

Bij het verharden van beton kunnen trillingen door het wegverkeer de sterkte van het beton beïnvloeden. Voor de uitvoering van de betonconstructie moet de volgende eis worden aangehouden:
In de kritische periode van de verharding (3-14 uur na storten beton zonder beïnvloeding van begin binding) moet de pieksnelheid van het verhardende beton ten gevolge van doorbuiging door verkeer beperkt blijven tot maximaal 35 mm/s. Dit betekent dat er meestal geen vrachtverkeer dicht aan de rand is toegestaan zonder sterke snelheidsbeperkingen. De rek door buiging in het verhardende beton mag niet meer dan 0,035 mm/m^1 bedragen. Verschillen in vervorming door verschuiving tussen het jonge beton en de bestaande betonconstructie zijn niet toegestaan.

Toelichting:
In 1991 is bij de Waalbrug in Nijmegen onderzoek verricht naar de invloed van trillingen in verband met het vervangen van een deel van het brugdek. Hierbij zijn de trillingen ten gevolge van het verkeer gemeten. Een aantal proefstukken is door dezelfde trillingen belast tijdens de eerste 24 uur van het verhardingsproces; de referentieproefstukken zijn niet belast. Bij de proefstukken (balken) is het beton aangestort tegen beton dat al enige weken oud was, waarbij het contactvlak voorzien was van een hechtmiddel. Bij het verharden zijn de trillingen aangebracht op de bekisting van het jonge beton terwijl het oude beton niet kon vervormen door inklemming. De maximale rek in het verhardend beton bedroeg 0,035 mm/m^1. De breukrek voor verhardend beton bereikt volgens literatuur tussen 6 en 12 uur het minimum van 0,040 á 0,060 mm/m^1. De aanhechtsterkte van het getrilde beton

bleek 68% van het beton in de niet getrilde plaat te bedragen. De sterkte van de balk (bezwijkveiligheid) is echter niet afgenomen.
In een artikel "The vibration resistance of young and early-age concrete" in Structural Concrete (2003 No. 3) wordt een overzicht gegeven van onderzoek naar de invloed van trillingen op verhardend beton. De onderzoeksresultaten variëren echter sterk. Aanbevolen wordt de pieksnelheid van de trillingen te beperken tot 35 mm/s door de snelheid van het zware verkeer te verlagen. Voor de Nederlandse viaducten kan als voorbeeld genomen worden een dek van kokerliggers met een minimale constructiehoogte. De grootste toename van de zakking treedt op bij een puntlast op circa 1/8 van de overspanning. Uitgaande van de verkeersbelasting volgens de Eurocode geconcentreerd in een bewegende puntlast is de maximaal toelaatbare snelheid van het verkeer 20 km/uur bij 40 m en 24 km/uur bij 30 m overspanning. Uitgangspunt hierbij is dat het verkeer rijdt op 1,40 m vanaf de rand. Bij omgekeerde T-liggers is de maximale snelheid door de grotere minimale constructiehoogte 57 km/uur bij 40 m overspanning.
Door het verkeer verder van de rand te laten rijden en rekening te houden met een lagere overschrijdingskans (referentieperiode 1 jaar i.p.v. 100 jaar) kan het beton bij veel constructies zonder veel sterkteverlies verharden indien een maximale snelheid van 50 á 70 km/uur wordt voorgeschreven. Bij erg slanke constructies zoals kokerliggers en flappen van kokers zal geen verkeer gedurende de kritische periode mogelijk zijn omdat een lagere snelheid dan 50 km/uur niet acceptabel is voor een rijksweg.

8.5 (2)	Eis

Jong beton in de milieuklasse XD, XF en XS moet worden beschermd tegen schadelijk contact met (dooi-)zouten.

Toelichting 1:
Bij beton met portlandvliegascement loopt de ontwikkeling van de dichtheid achter bij de sterkteontwikkeling en is deze gevoeliger voor chlorideschade dan beton vervaardigd met hoogovencement. Bij toepassing van hoogovencement is de tijdsduur van de bescherming gelijk te stellen aan de vereiste nabehandelingstijd. Bij toepassing van portlandvliegascement moet in de praktijk direct contact met (dooi)zouten gedurende een onafgebroken periode van 3 maanden worden voorkomen.

Toelichting 2:
Bermconstructies langs verhardingen op rijdekken/vloeren kunnen bijzonder gevoelig zijn voor vorst-dooizout schade (scaling). In praktijk kan door onvoldoende met zorg uitvoeren van de nabehandeling en/of het hydrofoberen, een aanzienlijke schade optreden in de eerste winterperiode. Daarnaast is ook de betonsamenstelling van belang. Zie hiervoor de aanvullende eisen bij NEN 8005.

8.5 (3)	Eis

Natuurlijke nabehandeling is niet toegestaan.

Toelichting:
Gunstige weersomstandigheden die geschikt zijn voor een beheerste nabehandeling van beton zijn in Nederland doorgaans niet met voldoende zekerheid en voor de vereiste voortduring aanwezig.

8.5 (7)	Eis

Voor bovenzijden van betonnen rijdekken/rijvloeren en bermconstructies en voor de opstaande rand van schampkanten moet nabehandelingsklasse 4 worden aangehouden. Voor alle overige betonoppervlakken moet minimaal nabehandelingsklasse 3 worden aangehouden.

Toelichting:
Door een goede en voldoende lange nabehandeling kan een duurzaamheidsniveau worden bereikt dat aansluit bij de ontwerpeisen. Zie ook artikel "Invloed van nabehandeling op poriestructuur van beton" in Cement 04-2008.

8.5 (9)	Eis

Voor zover een curing compound mag worden toegepast, moet deze een minimale spercoëfficiënt hebben van 70% volgens NPR-CEN/TS 14754-1. Indien nabehandelingsklasse 4 van toepassing is, moet de curing compound halverwege de vereiste nabehandelingsduur nogmaals worden aangebracht tenzij kan worden aangetoond dat de spercoëfficiënt gedurende de vereiste duur van nabehandeling niet afneemt.

8.5 (16)	Eis

In het geval van koelen van beton moet uit de berekening volgen:
1. Waar en hoe er gekoeld moet worden om aan de spanningseis, zie ROK bepaling bij NEN-EN 1992-1-1, 7.3, te voldoen.
2. Waar de thermokoppels geplaatst worden.
3. Welk temperatuursverloop verwacht wordt ter plaatse van de thermokoppels.

De volgende controles moeten worden uitgevoerd:
1. Voorafgaand aan de stort moet het koelsysteem worden gecontroleerd op lekkage door middel van het afpersen van de koelbuizen. Uit de simulatieberekeningen volgt welk maximaal koelwaterdebiet verwacht wordt en wat de bijbehorende maximale werkdruk in het systeem zal zijn. De afpersdruk moet minimaal het dubbele zijn ten opzichte van de maximaal verwachte werkdruk.
2. De thermokoppels ijken met behulp van ijswater of door gebruik te maken van een geijkte rijpheidcomputer. Bij het ijken moeten de thermokoppels reeds voorzien zijn van het aantal meters draad zoals in werkelijkheid wordt toegepast.
3. Voorafgaand aan de stort moeten de signalen van de afzonderlijke thermokoppels en debietmeters worden gecontroleerd.
4. Voorafgaand aan de stort moet de specietemperatuur bekend zijn en de temperatuur van het koelwater zijn gecontroleerd.
5. Na gebruik van de koelbuizen moeten deze met grout worden geïnjecteerd om corrosie en lekwegen te voorkomen.
6. Koelbuizen verzekeren tegen opdrijven.

8.6	Eis

Krimpscheuren in betonconstructies ≥ 0,2 mm en watervoerende scheuren, ongeacht de scheurwijdte, moeten worden geïnjecteerd door middel van een geschikte injectiemethode met een daartoe geëigend injectiemateriaal dat voldoet aan NEN-EN 1504-5. De reparatie moet worden uitgevoerd onder procescertificaat op basis van BRL 3201. Opdrachtnemer moet voor de reparatie van watervoerende scheuren een verzekerde garantie geven. Deze garantie heeft een looptijd van 10 jaar na oplevering van het werk.

8.6 (1)	Eis

Bij de keuring moeten de volgende aspecten worden beoordeeld en geregistreerd:

a) Gebreken/schades in het betonoppervlak (visueel).
Methode van onderzoek
Direct na het ontkisten moeten alle oppervlakken visueel worden beoordeeld op het voldoen aan de eisen die hieraan worden gesteld (zie 8.8). Eventueel geconstateerde gebreken en schades moeten nader geïnspecteerd, beschreven, beoordeeld en fotografisch vastgelegd worden.

Wijze van rapporteren
- Per zijde een overzichtsfoto
- Detailfoto's van de alle gebreken/schades voor zover deze in beginsel invloed hebben op de duurzaamheid/constructieve veiligheid. Ieder gebrek/schade moet worden voorzien van een ID-nummer. Per ID-nummer moet de volgende informatie worden geregistreerd:
  - beschrijving de aard, de omvang/afmetingen en de relevante kenmerken (bijvoorbeeld scheurwijdte).
  - de beoordeling van de schade (oorzaak, ernst, reparatiemogelijkheid)
  - de wijze van reparatie (reparatiemethode, toegepaste materiaal, de applicateur)

Toelichting:
Het vastleggen van de initiële schades bij nieuwbouw is belangrijke informatie voor de beheer&onderhoudsfase van het object. Gebreken/schades en uitgevoerde reparaties kunnen aanleiding zijn voor extra of gerichte aandacht bij inspecties en/of kunnen leiden tot extra of gerichter onderhoud. Daarbij is het van belang dat achteraf nog kan worden vastgesteld wat de oorzaak en omvang is geweest. De vastlegging van de initiële schades is tevens van belang voor de koppeling met de garantieverklaring.

b) De gerealiseerde betondekking
Voor eisen aan de gerealiseerde dekking wordt verwezen naar NEN-EN 13670, 10.6 (1) en de aanvullingen hierop in de ROK.

Methode van onderzoek
De betondekking/ligging van de wapening moet na het verharden en ontkisten van het beton worden bepaald met een gekalibreerde dekkingsmeter (elektromagnetische veldsterktemeter). Deze metingen moeten worden uitgevoerd met een vooraf ingestelde kenmiddellijn van de wapening volgens het uitgevoerde ontwerp. De dekking moet worden gemeten op de wapening die het dichtst aan het betonoppervlak ligt.
Voor de wapeningsdetector moet de correlatie bekend zijn tussen de meetwaarde van het apparaat en de werkelijke betondekking. De fout in de afgeleide betondekking mag niet meer bedragen dan ± 3 mm gemeten op een glad betonoppervlak ~~bij dekking tot en met 40 mm en niet meer dan ± 5 % bij grotere dekkingen. Daartoe moet een afzonderlijke ijkgrafiek worden opgesteld voor de in de constructie gebruikte staalsoort, kenmiddellijn en het wapeningspatroon.~~

Aantal metingen

Per afzonderlijk gestort constructieonderdeel en per zijde ervan moet een representatief aantal meetplaatsen worden geselecteerd, op basis waarvan een voldoende nauwkeurige statistische interpretatie mogelijk is ~~met een minimum van zes. Per meetplaats moeten, indien mogelijk, minimaal zes metingen worden uitgevoerd aan naast elkaar gelegen wapeningsstaven~~.

Wijze van rapporteren

De rapportage moet minimaal het volgende omvatten:

- een visueel overzicht/tekening van het desbetreffende constructieonderdeel waarop de locaties van de meetplaatsen zijn aangegeven;
- de individuele meetresultaten per meetplaats;
- het aantal uitgevoerde metingen~~, de gemiddelde waarde en de standaardafwijking.~~
- analyse en conclusie ten aanzien van c_{min}, $c_{min;abs}$ en c_{max} (zie 10.6)

Toelichting:
De praktijk heeft vaak uitgewezen dat, ondanks keuringen voorafgaand aan het storten van het beton, de betondekking niet voldoet aan de eisen. Oorzaken hiervan kunnen zijn:

- *het onvoldoende gedisciplineerd en zorgvuldig keuren;*
- *maatafwijkingen ten opzichte van het ontwerp van het betonstaal/supporten en/of hoogte van de ondergrond;*
- *het niet goed inspecteerbaar zijn (bijvoorbeeld bij toepassing van sparingsbakken etc) en/of het verplaatsen van de bekisting en/of wapening tijdens het storten van de beton.*

Aangezien de betondekking cruciaal is voor de duurzaamheid van de constructie, moet verificatie van de eisen op het gerealiseerde product plaatsvinden. De controle van de dekking voorafgaande aan het storten is te beschouwen als een beheersmaatregel ter beperking van het risico, niet als geschikte methode voor het aantonen van de eis aan de betondekking.

8.8	Eis

Tenzij in het contract anders is bepaald, gelden de volgende eisen met betrekking tot betonoppervlakken:

~~(1) In het zicht komende oppervlakken moeten voldoen aan de eisen voor klasse A, zoals aangegeven in NEN 6722 met daarop de volgende aanvullingen:~~
~~- zandstrepen: maximaal 1 per 10 m^2~~
~~- kalkstrepen: niet acceptabel~~
~~- aftekening stortnaden: niet acceptabel~~
~~- aftekening wapening of roeststrepen: niet acceptabel~~

(1) Beton dat in het zicht komt, moet voldoen aan de eisen behorende bij de beoordelingsaspecten voor klasse B1, zoals aangegeven in CUR Aanbeveling 100, tabel 3 met daarop de volgende aanvulling:

- uitwendige hoeken en randen voorzien van vellingkanten

(2) Voor niet in het zicht komende delen geldt dat zich in het oppervlak geen onvolkomenheden mogen bevinden die de duurzaamheid van de constructie in negatieve zin beïnvloeden.

(3) Voor afwerking van centerpensparingen wordt verwezen naar 5.6.2.

~~(4) Reparatie van oppervlakkige onvolkomenheden is toegestaan voor klasse A van CUR Aanbeveling 100. Reparaties moeten zo goed als mogelijk de kleur van het omliggende beton benaderen.~~

~~*Toelichting:*~~
~~*Dit betreft o.a het "dichtpoetsen" van ondiepe luchtbellen, zandlopers, lekkende bekistingsnaden e.d. Dit zijn "cosmetische" reparaties die niet van constructieve aard zijn en geen invloed hebben op de duurzaamheid van de constructie.*~~

(4) Bij de uitvoering opgetreden schades die invloed hebben op de duurzaamheid van de betonconstructie zoals krimpscheuren, grindnesten, materiaalverlies door lekkende bekisting ter plaatse van stortnaden of plaatselijk onvoldoende betondekking) moeten als afwijking worden behandeld. Indien reparatie uit esthetisch oogpunt toelaatbaar en haalbaar is (gegeven de gestelde betonoppervlakte eisen), moet de reparatie op een duurzame wijze worden uitgevoerd. De reparatiewijze moet tussen Opdrachtgever en Opdrachtnemer worden overeengekomen. De consequenties voor het beheer & onderhoud en het eventueel verdisconteren van het extra onderhoud maken deel uit van een eventueel overeen te komen wijziging.

Opmerking:
Algemene richtlijnen voor duurzame reparaties voor oppervlakkige schades:
- *weghakken van het slechte beton tot achter de wapening of aanbrengen van een (corrosievrije) verankering aan de randen van het reparatiegebied.*
- *opruwen en reinigen van de ondergrond*
- *eventueel aanbrengen van een fijn verdeelde corrosievrije krimpwapening in de betondekking (bijvoorbeeld RVS, glasvezel);*
- *aanbrengen en verdichten van een geschikte (eventueel vezelversterkte) mortel:*
  - *in geval van gegoten reparaties: een krimparme CC-mortel (volgens CUR Aanbeveling 24) met een zo groot mogelijke maximale korrelgrootte, Daarbij moet een voldoende stijve bekisting c.q. een voldoende zware afdekking (afwerkvlak) worden toegepast om de drukspanningen door de zwelling te kunnen laten ontwikkelingen*
  - *in geval van handmatige reparaties: een PCC-mortel (volgens NEN-EN 1504);*
  - *PC-mortels zijn niet geschikt.*
- *nabehandeling door middel van luchtdicht sealen (bekisting of folie) tot minimaal 50% van de sterkte is bereikt. Curing compound is niet geschikt omdat deze onvoldoende dampdicht is.*

Toelichting:
Vaak wordt ten onrechte verondersteld dat met het uitvoeren van betonreparaties weer aan de eisen wordt voldaan.

Er zijn echter onzekerheden en slechte ervaringen met betrekking tot het gedrag van reparaties op de lange termijn. Verondersteld wordt dat dit te maken heeft met krimp/uitzettingsgedrag van de mortel en/of ondeskundige uitvoering. Naast tijdsafhankelijk gedrag van de reparatie zelf (zoals uitdrogingskrimp) is het gedrag tevens nog afhankelijk van de locatie en het milieu waarin de reparatie zich bevindt.

In de praktijk blijkt dat oppervlakkige reparaties die worden blootgesteld aan weer- en wind en/of directe zonnestraling extra kwetsbaar zijn. Door het verankeren van de reparatie en het toepassen van fijne krimp(vezel)wapening wordt de duurzaamheid van de reparatie in die gevallen aanzienlijk verbeterd.

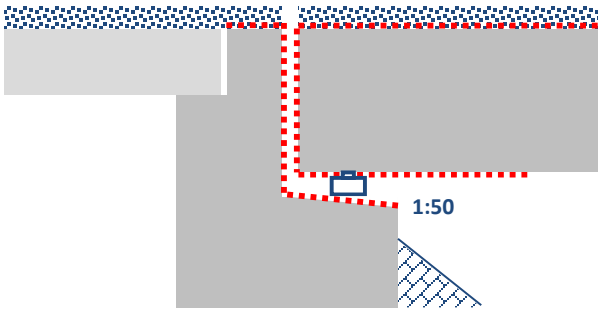
(5) Bij de uitvoering opgetreden schades die consequenties hebben voor het vereiste draagvermogen (zoals grote grindnesten en dergelijke), moeten als afwijking worden behandeld. Er moet nader onderzoek plaatsvinden naar de omvang van de schade en de herstelmogelijkheden.

Onderzoek en constructieve reparatie moeten worden uitgevoerd door gespecialiseerde bedrijven die ervaring hebben met constructieve reparaties. Reparatie is pas toegestaan indien dit is overeengekomen tussen Opdrachtgever en opdrachtnemer (zie ook onder 4.4).

Opmerking:
Constructieve reparaties vallen niet onder het toepassingsgebied van BRL 3201. Uit te voeren keuringen moeten specifiek nader overeengekomen worden en vallen niet onder het standaard keuringsregime van de BRL 3201.

(6) In geval reparatie van beton zoals aangegeven in (6) en (7) wordt overeengekomen, dan moet deze reparatie voldoen aan NEN-EN 1504. De reparatie moet worden uitgevoerd onder procescertificaat op basis van BRL 3201. Opdrachtnemer moet tevens een verzekerde garantie geven op de reparatie. Deze garantie heeft een looptijd van 10 jaar na oplevering van het werk.

(7) De volgende betonoppervlakken waarop milieuklasse XD3 en/of XF4 van toepassing is, moeten worden gehydrofobeerd:
- de bovenkant van een rijdek of rijvloer;
- de bermconstructies;
- alle oppervlakken onder een voegovergang (zie figuur 6-8)
- de bovenkant van de onderbouw;
- de onderkant van een rijdek tot een afstand van 1,0 m uit de voeg.



Figuur 6-8: Te hydrofoberen betonoppervlakken onder een voegovergang

Toelichting (1):
Daarbij moet er vanuit worden gegaan dat voegafdichtingen en verhardingen in de loop der tijd kunnen gaan lekken.

Toelichting (2):
Het hydrofoberen van deze betonoppervlakken is nodig als extra bescherming van de wapening tegen chlorideaantasting. Het voorkomt schade aan het ~~(relatief jonge)~~ beton en heeft een preventieve werking op de indringing van water met dooizouten ter plaatse van de zwakkere plekken die in het betonoppervlak onverhoopt kunnen voorkomen (lokale scheuren, lokaal mindere dekking, onvoldoende nabehandeling etc) en is daardoor in principe onafhankelijk van de toegepaste betonkwaliteit. ~~Wel is het zo dat het verbruik van hydrofobeermiddel in de regel hoger is bij lagere betonkwaliteiten.~~

~~Toelichting (2):~~
~~Het betreft bijvoorbeeld de volgende onderdelen:~~
~~- de bovenkant van een rijdek of rijvloer~~
~~- de bermconstructies~~
~~- de verticale vlakken onder een voegovergang~~
~~- de bovenkant van onderbouw (gehele oplegvlak)~~
~~- de onderkant van een rijdek tot op 1,0 m uit de voeg (indien geen waterhol aanwezig is)~~

(8) Voor de applicatie van hydrofobeermiddelen gelden de volgende eisen:
- Het te hydrofoberen betonoppervlak moet vrij zijn van ontkistingsolie, vet, vuil, curing compound en los zittende delen;
- Het te hydrofoberen oppervlak moet droog zijn en ten minste 24 uur niet in aanraking zijn geweest met water;
- Vloeibare hydrofobeermiddelen moeten in twee lagen nat in nat worden aangebracht;
- De temperatuur van de buitenlucht, het oppervlak waarop het hydrofobeermiddel moet worden aangebracht en het hydrofobeermiddel moet liggen tussen de 10 ℃ en 25 ℃.

(9) Het hydrofobeermiddel moet voldoen aan RTD 1002 “Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2”.

Toelichting:
In Nederland wordt door Rijkswaterstaat vanwege duurzaamheidseisen hoofdzakelijk gebouwd met beton dat is gemaakt met CEM III/B met een wcf

van 0,45 of 0,50. Daarom eist Rijkswaterstaat dat de werking van een hydrofobeermiddel aangetoond moet worden op het in Nederland gangbare beton en heeft aanvullend op NEN-EN 1504-2 eisen geformuleerd. In hoofdlijn is de aanvullende eis dat de testen beschreven in NEN-EN 1504-2 uitgevoerd moet worden op proefstukken gemaakt met CEM III/B in plaats van CEM I. Daarnaast moet ook de hittebestendigheid van het hydrofobeermiddel, aangebracht op beton gemaakt met CEM III/B, worden getest. De exacte details en eisen voor het uitvoeren van de aanvullende proeven zijn toegelicht in RTD 1002 "Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2". Indien een proef of detail niet genoemd is in deze richtlijn, moet de methode van NEN-EN 1504-2 worden gevolgd met als enige verschil dat de proefstukken vervaardigd zijn met CEM III/B volgens de gegeven mengselbeschrijving.

N.B. Deze testen zijn aanvullend op NEN-EN 1504-2 en zijn dus geen vervanging van de daarin opgenomen testen.

10.1 (2)	Eis

Het gebruik maken van tolerantieklasse 2 en de daarbij geboden mogelijkheid om de materiaalfactoren te verlagen, is niet toegestaan.

10.1 (3)	Eis

Verschillen in de zeeg tussen in het werk naast elkaar gelegen geprefabriceerde liggers mogen in de eindsituatie nergens groter zijn dan:
- Bij liggers waarvan de bovenzijde geprefabriceerde ook bovenzijde constructie is (met name kokers): max. 20 mm, ongeacht de liggerlengte;
- Bij overige liggertypes:
  - t/m liggerlengte van 30 m: 20 mm;
  - liggerlengte groter dan 40 m: 30 mm;
  - liggerlengte vanaf 30 t/m 40 m: interpoleren tussen 20 en 30 mm.

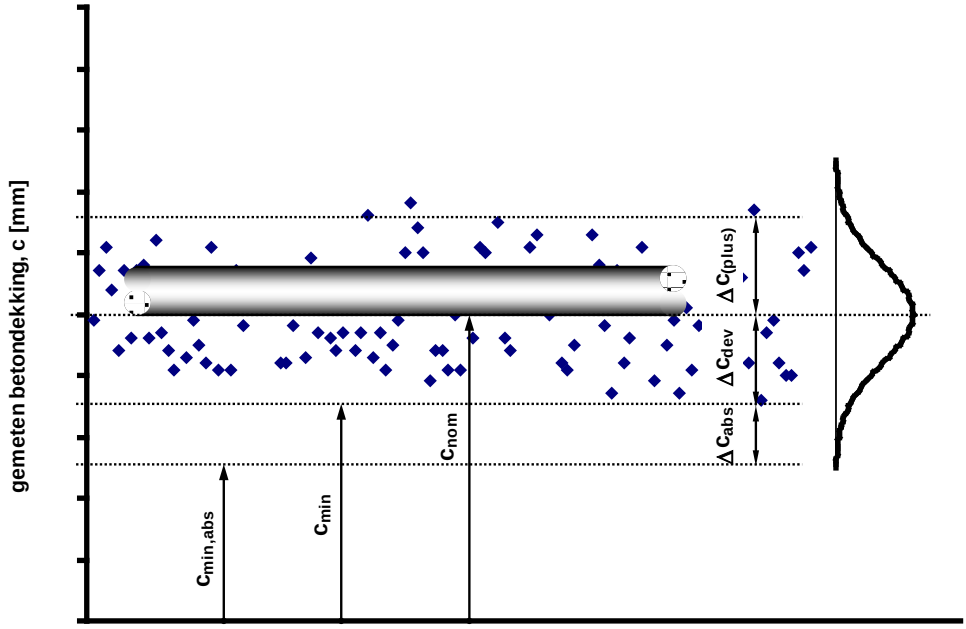
Toelichting:
Door middel van aanpassen van de hoogte van de oplegpunten, knevelen en/of vooraf sorteren van de liggers (indien uitwisselbaar) kunnen grote zeegverschillen worden ondervangen. Knevelen is alleen toegestaan in overleg met de constructeur. Het overleg met de constructeur en eventueel noodzakelijke aanvullende berekeningen moeten worden vastgelegd.

10.6 (1)	Eis

Ten aanzien van figuur 4 nr. b, voetnoot a, geldt dat zowel ten aanzien van c_{min} als ten aanzien van $c_{nom} + \Delta c_{(plus)}$ een statistische benadering is toegestaan.

De minimumdekking c_{min} moet als een 5%-ondergrens worden beschouwd, waarbij voor iedere zijde van een betonelement of constructieonderdeel geldt dat maximaal 5% van de na ontkisten (aan het verharde beton) gemeten dekkingen kleiner mag zijn dan c_{min}. Geen enkele gemeten dekking mag kleiner zijn dan $c_{min,abs} = c_{min} - \Delta c_{abs}$, waarbij Δc_{abs} = 5 mm, zie figuur 6-9. Indien dit wel het geval is, zal uitgebreid aanvullend dekkingsonderzoek moeten worden uitgevoerd in de gebieden rondom de lage meetwaarden. Op basis van de bevindingen moeten, indien nodig, adequate correctieve en/of preventieve maatregelen worden genomen om de gewenste duurzaamheid alsnog te realiseren.

De maximumdekking $c_{max} = c_{nom} + \Delta c_{(plus)}$ moet als een 5%-bovengrens worden beschouwd, waarbij voor iedere zijde van een betonelement of constructieonderdeel geldt dat maximaal 5% van de na ontkisten (aan het verharde beton) gemeten dekkingen groter mag zijn dan $c_{nom} + \Delta c_{(plus)}$, zie figuur 6-9.



Figuur 6-9: Boven- en ondergrenzen voor statistische beschouwing van de betondekking

Ten aanzien van figuur 4 nr. d geldt, voor de toegestane afwijking van de ligging van de voorspanning voor elke waarde van h, een maximale waarde van 5 mm (positief / negatief).

Bijlage F	Eis (Tunnels)

De maximale waterindringing mag niet meer te bedragen dan:
- 30 mm bij C20/25;
- 20 mm bij C28/35 en C35/45;
- 10 mm bij C45/55 en hoger.

Dit moet worden aangetoond met een proef volgens NEN-EN 12390-8.

Toelichting:
De bovenstaande beproeving is een oriënterende proef ter beoordeling van de dichtheid van het beton in de dekking. Het is daarom niet toegestaan door afvlakken van de geboorde cilinders een deel van de betondekking te verwijderen, tenzij de dikte van het verwijderde deel bij de gemeten waterindringing wordt opgeteld. Indien niet aan de gestelde eisen wordt voldaan, moet nader onderzoek worden verricht naar de duurzaamheid van de betonconstructie (zoals bepaling van de chloridediffusiecoëfficiënt).

F.8.2 (2)	Eis

Om het bouwwerk te isoleren van de invloeden van de ondergrond moet een werkvloer worden toegepast die ervoor zorgt dat de constructie-elementen voldoende sterk en voldoende duurzaam zijn. In werkvloeren is het toegestaan om 100% betongranulaat toe te passen.

G	Eis

Tenzij in bijlage G strengere eisen zijn gegeven, geldt dat de afwijking van de nominale afmetingen van onderdelen van betonconstructies met afmetingen groter dan 400 mm zonder herberekening van de constructie maximaal gelijk mag zijn aan 2,5 % van de betreffende afmeting met een maximum van 50 mm. Bij afmetingen kleiner dan 400 mm mag de bedoelde afwijking ten hoogste 10 mm bedragen.

6.9 NEN-EN 206 / NEN 8005 Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit

Aanvullingen op NEN-EN 206 / NEN 8005

4.1	Eis

Voor ~~natte kunstwerken en voor~~ de gehele binnenzijde van tunnels moet voor de milieuklasse XD3 worden aangehouden. De aan te houden milieuklasse aan de buitenzijde van tunnels is afhankelijk van de lokale omstandigheden.

Toelichting:
In een bodem welke agressieve stoffen bevat, waaronder veenzuren, moet de mate van agressiviteit volgens NEN-EN 206 tabel 2 worden bepaald. De betonsamenstelling moet dan minimaal voldoen aan tabel F.1 uit deze norm.

Voor natte kunstwerken geldt, voor de gehele dagzijde van de constructie, in de categorie XD (aantasting door dooizouten) de klasse XD3, behalve als die delen zich permanent onder de laagste waterstand bevinden. Voor laatstgenoemde delen is de categorie XD niet van toepassing. Voor de gehele constructie (zowel dag- als grondzijde) moet tabel 6-8 doorlopen worden om ook de overige van toepassing zijnde milieuklassen te bepalen.

Toelichting:
Bij natte kunstwerken wordt gestrooid tegen gladheid op bordessen en kruisende wegverkeersverbindingen. Niet-gestrooide delen van het natte kunstwerk staan bloot aan afstromend of afwaaiend chloridehoudend water. Permanent onder water vindt zoveel verdunning plaats dat XD3 te streng kan worden geacht.

Voor betonnen delen van bruggen en viaducten moeten de milieuklassen aangehouden worden zoals opgenomen in de tabel 6-8.

Tabel 6-8: Milieuklassen

Milieuklassen van invloed op corrosie van beton- en voorspanstaal (betondekking)			
Klasse	Beschrijving van het milieu (NEN-EN 206)	Bindende ROK interpretatie	*Informatieve voorbeelden*
1. Geen risico op corrosie of aantasting			
X0	Voor beton zonder wapening of ingestorte metalen: alle milieus, behalve bij vorst/dooi, afslijting of chemische aantasting. Voor beton met wapening of ingesloten metalen: zeer droog	Betonoppervlakken binnen zeer droge gebouwen (RV < 40%)	*Onderwaterbeton (zonder wapening)*
2. Corrosie ingeleid door carbonatatie			
Voor beton met betonstaal of voorspanning en blootgesteld aan lucht en vocht			
XC1	Droog of blijvend nat	Betonoppervlakken in gebouwen met een lage RV (RV < 40%) Betonoppervlakken van constructies blijvend onder de (grond-)waterstand	*Geïsoleerde, verwarmde gebouwen* *Constructies blijvend onder zoet water, funderingspalen beneden de grondwaterstand*
XC2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken onder langdurig watercontact Funderingen onder de grond maar boven de grondwaterstand	*Beton in de grond boven de grondwaterstand*
XC3	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken in constructies met een matige of hoge luchtvochtigheid (60% < RV < 100%), inclusief betonoppervlakken die vochtig worden door condensatie Beton buiten beschut tegen regen of spatwater *)	*Binnenkant van kokers (bruggen) en onderdoorgangen* *Onderkant van brugdek als deze nergens in de spatzone ligt*
XC4	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken buiten blootgesteld aan regen, spatwater *)	*Bovenkant dek, schampkanten, schorten, zijkant van brugdek, onderkant van brugdek als deze ergens in de spatzone ligt, kolommen, etc.*
3. Corrosie ingeleid door chloriden, anders dan afkomstig uit zeewater (bijvoorbeeld dooizouten)			
Voor beton met betonstaal, voorspanning of andere ingestorte metalen in contact met water dat chloriden bevat, anders dan uit zeewater			
XD1	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken in de nevelzone blootgesteld aan chloriden uit de lucht *)	*Onderkant brugdek als deze nergens in de spatzone ligt.* *Kolommen als geen enkele kolom in de spatzone staat.*
XD2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloridehoudend grondwater *)	*Funderingspoeren in chloridehoudend grondwater ~~, funderingen in chloridehoudende grond *)~~*

Milieuklassen van invloed op corrosie van beton- en voorspanstaal (betondekking)			
Klasse	Beschrijving van het milieu (NEN-EN 206)	Bindende ROK interpretatie	*Informatieve voorbeelden*
XD3	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken in de spatzone blootgesteld aan chloridehoudend spatwater *)	*Bovenkant dek, schampkanten, schorten, zijkant van brugdek, onderkant brugdek als deze ergens in de spatzone ligt, kolommen als één van de kolommen in de spatzone staat, etc.* *Funderingen in chloridehoudende grond *)*
4. Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater			
Voor beton met betonstaal, voorspanning of andere ingestorte metalen blootgesteld aan chloriden uit zeewater of aan lucht dat zout bevat afkomstig uit zee			
XS1	Blootgesteld aan zout uit de lucht, maar niet in direct contact met zeewater	Constructies binnen 1 km van de kust	
XS2	Blijvend onder zeewater	Delen van constructies in zee	
XS3	Getijde-, spat- en stuifzones	Delen van constructies in zee	
5. Aantasting door vorst/dooi-wisselingen			
Voor beton dat nat is en is blootgesteld aan vorst/dooi wisselingen **)			
XF1	Niet volledig verzadigd met water, zonder dooizouten	Niet horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, zonder dooizouten Horizontale betonoppervlakken, beschut tegen regen of spatwater, maar in de nevelzone, zonder dooizouten *)	
XF2	Niet volledig verzadigd met water, met dooizouten	Betonoppervlakken, beschut tegen regen of spatwater, maar in de nevelzone, met dooizouten *)	~~*Onderdelen binnen de nevelzone van een weg, bijvoorbeeld zijkanten en*~~ *Onderkant van een brugdek als deze nergens in de spatzone ligt.* *Kolommen als geen enkele kolom in de spatzone staat.*
XF3	Verzadigd met water, zonder dooizouten	Horizontale betonoppervlakken, blootgesteld aan spatwater en vorst of blootgesteld aan regen en vorst, zonder dooizouten *) Betonoppervlakken onder de grond, blootgesteld aan vorst, zonder dooizouten	

Milieuklassen van invloed op corrosie van beton- en voorspanstaal (betondekking)			
Klasse	Beschrijving van het milieu (NEN-EN 206)	Bindende ROK interpretatie	*Informatieve voorbeelden*
XF4	Verzadigd met water, met dooizouten	Betonoppervlakken in de spatzone, direct blootgesteld aan (spat)water en vorst of aan regen en vorst, met dooizouten *) Betonoppervlakken onder de grond, blootgesteld aan vorst, met dooizouten	*Schampkanten, randelementen, poeren, bovenkant dek, schorten, zijkant van brugdek, onderkant van brugdek als deze ergens in de spatzone ligt, kolommen als één van de kolommen in de spatzone staat, etc.* *Fundering boven de vorstgrens **)*
6. Chemische aantasting			
Voor beton dat blootgesteld is aan chemische aantasting door bodem/grondwater en agressieve stoffen			
XA1	Licht agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	
XA2	Matig agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	
XA3	Sterk agressief	Toepassing volgens keuzeschema bijlage A, NEN8005.	

Toelichting:
**) In de voorgaande tabellen gelden de volgende definities:*
- *Nevelzone: gebied met een nevel van water- en chloridedeeltjes die zweven in de lucht = tot 30 m aan weerszijden van een rijweg;*
- *Spatzone: gebied met opspattend (chloridehoudend) water = overeenkomstig NEN-EN 1992-2/NB, 4.2 (106) tot 6 m aan weerszijden van een rijweg en tot 6 m hoogte boven een rijweg;*
- *Chloridehoudende grond: grond binnen een gebied tot 10 m aan weerszijden van een rijweg en, overeenkomstig NEN-EN 1992-2/NB, 4.2 (106), tot 1,0 m diepte onder het maaiveld.*

***) Vorst-dooi schade treedt alleen daar op waar voldaan wordt aan de volgende twee voorwaarden:*
1. *het beton moet nat zijn; dit geldt voor betonoppervlakken die direct zijn blootgesteld aan regen en spatwater, maar ook voor betonoppervlakken die in de nevelzone van wegen liggen. Een oppervlak moet als horizontaal beschouwd worden als de gemiddelde helling kleiner is dan 1:10.*
2. *het beton moet zijn blootgesteld aan significante vorst-dooi wisselingen, zowel amplitude als in aantal; bij ontbreken van relevante gegevens hierover moet ervan worden uitgegaan dat elk betonoppervlak dat incidenteel blootgesteld is aan vorst (T < 0 °C) gevoelig is voor vorst-dooi schade; onder de grond mag men ervan uitgaan dat de vorstgrens op 50 cm beneden maaiveld ligt.*

4.3.2	Eis

De materiaaleigenschappen van lichtbeton kunnen grotendeels worden ontleend aan CUR Aanbeveling 39. Voor eigenschappen die niet in de norm en/of aanbeveling zijn vastgelegd is aanvullend onderzoek nodig. Als voorbeeld is de vermoeiingseigenschap van lichtbeton bij de toepassing in brugdekken te noemen.

5.2.2	Eis

Om duurzaamheidproblemen gedurende de beoogde ontwerplevensduur te voorkomen, geldt voor nieuw te bouwen betonnen kunstwerken in de infrastructuur voor alle milieuklassen anders dan altijd droog (X0) en voor sterkteklassen tot en met C55/67 de volgende eis ten aanzien van de cementkeuze: Er moet een hoogovencement CEM III worden toegepast met een percentage gegranuleerde hoogovenslak ≥ 50% of een portlandvliegascement CEM II/B-V met een percentage poederkoolvliegas ≥ 25%. Voor beide opties gelden de aanvullende eisen volgens 5.3 van CUR Aanbeveling 89. Ook de opties uit CUR Aanbeveling 89, 5.3.2 “Combinaties van cementen en/of poederkoolvliegas” zijn toegestaan.

Toelichting:
De volgende argumenten liggen ten grondslag aan de hier gegeven richtlijn met betrekking tot de cementkeuze:

<u>ASR bestendigheid</u>
De hier gegeven cementkeuze betreft de optie uit CUR Aanbeveling 89 om schadelijke ASR te voorkomen door middel van de cementkeuze en geeft de meeste zekerheid dat schadelijk ASR gedurende de beoogde ontwerplevensduur niet zal optreden. De tweede optie van de CUR Aanbeveling 89 om schadelijke ASR te voorkomen, de toeslagmaterialen-optie, is minder eenduidig, minder zeker en in al zijn facetten min of meer niet door de opdrachtgever te controleren.

<u>Weerstand tegen chloride-indringing / duurzaamheid</u>
Bij een goede uitvoering zal de hier gegeven cementkeuze resulteren in een zodanig dichte beton dat chloriden, alkaliën of andere agressieve stoffen slechts tot een zeer beperkte diepte het beton kunnen binnendringen en daardoor geen wapeningscorrosie kunnen veroorzaken. Voor kunstwerken in de infrastructuur zijn het toepassen van een hoogovencement ≥ 50% slak of een portlandvliegascement CEM II/B-V met een percentage poederkoolvloegas ≥ 25% het beste compromis om weerstand te bieden tegen de schademechanismen die kunnen optreden; genoemd worden schade door:

- *Indringing van chloride en/of alkaliën,*
- *ASR,*
- *Carbonatatie,*
- *Zeewater,*

<u>Duurzaam Bouwen</u>
- *De voorgeschreven cementkeuze reduceert het aandeel portlandklinker en hiermee de CO2 uitstoot, substantieel. Bij toepassing van een CEM III/B cement wordt circa 70% van de portlandklinker vervangen door gegranuleerde hoogovenslak; een restproduct van de Hoogovens.*

- *De voorgeschreven cementkeuze zorgt ervoor dat er voor de bestendigheid tegen schadelijke ASR, geen beperkingen hoeven te worden opgelegd aan het toe te passen toeslagmateriaal. Ter info: Voor Nederland is dit belangrijk omdat de winning van eigen rivier materiaal wordt afgebouwd en inmiddels uit eigen RWS onderzoek is gebleken dat op de Nederlandse markt de kans op ASR reactieve toeslag reëel is.*

Nieuwe materialen
Op bouwwerken komt het steeds vaker voor dat een bindmiddelsamenstelling of een vulstof wordt gekozen die als innovatief worden beschouwd, maar waarvan de langeduur duurzaamheideigenschappen niet of onvoldoende zijn onderzocht. Als voorbeeld wordt genoemd een tweetal in Nederland voorkomende toepassingen, waarvan bekend is c.q. het sterke vermoeden bestaat, dat het in combinatie met reactieve toeslag en vochtig milieu het optreden van schadelijke ASR zal bevorderen:

- *Een bindmiddel van portlandcement CEM I met daaraan toegevoegd een te laag percentage vliegas;*
- *Een bindmiddel van portlandcement CEM I in combinatie met een aanzienlijke hoeveelheid kalksteenmeel als vulstof.*
  (N.B.: Deze combinatie wordt in de Nederlandse prefab industrie thans veel toegepast voor het fabriceren van ZelfVerdichtendBeton zonder dat adequaat duurzaamheidonderzoek heeft plaatsgevonden).

5.2.3.1	Eis

Harde, dichte toeslagmaterialen mogen alleen toegepast worden, indien alle relevante eigenschappen bekend zijn en hiermee rekening gehouden wordt.

Toelichting:
Gedacht moet worden aan bijvoorbeeld krimp, kruip, E-modulus, waterabsorptie breukenergie, vermoeiingsgedrag etc.

Het toepassen van AEC-granulaat in betonconstructies is niet toegestaan.

Toelichting:
Om te voorkomen dat de toepassing van een AEC-granulaat kan gaan leiden tot een vervuiling van de hergebruiksketen van beton, is de toepassing in beton op RWS werken niet toegestaan. De huidige reinigingstechnieken van AEC-bodemas leiden nog onvoldoende tot een product dat vrij toepasbaar is. Daarnaast is op dit moment nog onvoldoende bekend of AEC-granulaat geschikt is als toeslagmateriaal in gewapende betonconstructies, die ontworpen zijn voor een lange levensduur.

5.2.3.3	Eis

Metselwerkgranulaat en menggranulaat mogen niet toegepast worden bij constructies met een ontwerplevensduur groter dan 25 jaar.

Toelichting:
De veel grotere porositeit van dit soort toeslagmaterialen maakt deze ongeschikt voor het agressieve milieu waarin de constructies binnen het toepassingsgebied van deze richtlijn moeten functioneren.

5.2.6	Eis

In afwijking van NEN 8005 geldt het volgende maximale initiële chloridegehalte:

beton met wapening of ingesloten metalen	0,2 % (m/m)
voorgespannen beton	0,1 % (m/m)

Toelichting:
Dit houdt o.a. in dat zeemateriaal voldoende gewassen moet zijn. Het maximale percentage geldt voor het totale betonmengsel. De percentages zijn overeenkomstig de strengste klasse in tabel 15 van NEN-EN 206.

5.3.2	Eis

In aanvulling op NEN 8005, tabel D "Eisen aan de betonsamenstelling afhankelijk van de milieuklasse" moet bij beton dat direct in aanraking komt met vorst-dooiwisselingen en dooizouten (milieuklasse XF4) – bijvoorbeeld toegepast in rand van brugdekken (schampkanten), bermconstructies en funderingen van geluidsschermen en dergelijke – bijzondere aandacht worden besteed aan de samenstellingseisen en en de nabehandelingsduur volgens NEN-EN 13670. Beton in hiervoor genoemde constructieonderdelen moet in ieder geval voldoen aan het in de tabel genoemde minimum luchtgehalte, ongeacht de toe te passen watercementfactor.

Toelichting:
Beton dat direct met water in aanraking komt, kan lokaal daarmee verzadigd raken. In die situatie is het beton gevoelig voor vorstschade indien het direct met dooizouten in aanraking komt. Dit is een veel voorkomende situatie vooral bij in het werk gestorte randen van brugdekken, bermconstructies en funderingssloven van geluidsschermen. Om die reden kan het bij lagere betonsterktes de vooerkeur hebben om luchtbellen door middel van luchtbelvormers in het beton aan te brengen. Luchtbellen zorgen voor de benodigde expansieruimte waarin het water en ijs tijdens het bevriezen een uitweg kunnen vinden. De effectiviteit van luchtbellen is afhankelijk van de hoeveelheid lucht aanwezig in het beton, de grootte van de belletjes en de onderlinge afstand (uitgedrukt in de afstandfactor). ~~Beton is vorstbestand als de minimaal voorgeschreven hoeveelheid lucht in de vorm van fijne belletjes homogeen is verdeeld.~~ Vooral luchtbelletjes met een diameter van 0,3 mm of kleiner zijn effectief, tenminste zolang de "afstandfactor" niet groter is dan 0,2 à 0,25 mm. Zie ook Betoniek 14-05 (juni 2007). ~~Uit zowel laboratoriumproeven als ervaringen in de praktijk is gebleken dat voor milieuklasse XF4 het in NEN 8005 gegeven alternatief voor de toepassing van een minimum luchtgehalte (maximum w.c.f. verlaagd van 0,50 naar 0,45) onvoldoende vorstbestand beton realiseert.~~ Per betonnen constructieonderdeel zal de toepassing van luchtbelvormer overwogen moeten worden, afhankelijk van de belasting door dooizouten. Het toepassen van een minimum luchtgehalte mag geen vrijbrief betekenen voor het achterwege laten van bijvoorbeeld een goede nabehandeling. Een goede nabehandeling is essentieel voor een dichte betonhuid.

5.3.2	Advies (Tunnels, Natte kunstwerken)

In afwijking van NEN 8005 is het voor massabeton toegestaan om voor betonsterkteklasse C28/35 en hoger, bij gebruik van CEM III (slakgehalte > 50%), bij milieuklasse XD3 en XS3, zonder eisen aan het luchtgehalte de maximaal toelaatbare water-cementfactor te verhogen van 0,45 naar 0,50.

Toelichting:
Beton vervaardigd met CEM III is, in tegenstelling tot bijvoorbeeld CEM I, qua variatie in de grootte van de chloride-diffusiecoëfficiënt relatief ongevoelig voor enige variatie in de watercementfactor (zie ook figuur 2 uit het artikel "Levensduur beton" uit Cement 2011, No. 2, p. 76-80). Deze verruiming voorkomt voor

massabeton veelal het gebruik van een hoger cementgehalte (meer warmte-ontwikkeling) of een plastificeerder.

6.10 NEN-EN 15050 Vooraf vervaardigde betonproducten - Brugelementen

Geen aanvullingen.

6.11 NVN-CEN/TS 1992-4 Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton

Algemeen	Eis

Bevestigingsmiddelen in beton moeten voldoen aan de NVN-CEN/TS 1992-4 reeks.

Het achteraf aanbrengen van bevestigingsmiddelen en wapeningsstaal (verder ankers genoemd) in verhard beton moet worden uitgevoerd door een houder van een KOMO® procescertificaat op basis van BRL 0509.

Ankers zonder CE-markering moeten worden beproefd volgens de navolgende ROK bepaling bij NVN-CEN/TS 1992-4-5. Ankers met CE-markering moeten eveneens op dezelfde wijze worden beproefd bij gerede twijfel over juiste plaatsing.

1992-4-4	Eis

Momentgecontroleerde ankers moeten met een momentsleutel op spanning worden gezet. Wanneer het aanhaalmoment dat door de leverancier is voorgeschreven, niet kan worden gehaald, is de installatie van het anker niet correct gebeurd en moet het anker worden afgekeurd. Het anker moet worden beproefd door het aanhalen met de momentsleutel.

Bij het monteren van momentgecontroleerde ankers (zowel diepe als ondiepe verankering) moet na het boren van het ankergat een minimale betondikte van 10 mm overblijven tussen het gat en de wapening (detectie van de wapening noodzakelijk). Wanneer deze dekking niet kan worden gerealiseerd, moeten lijmankers worden toegepast.

Toelichting:
Om de duurzaamheid van de constructie te waarborgen moet de wapening voldoende zijn beschermd. Bij toepassing van momentgecontroleerde ankers is het niet mogelijk om een verlies van dekking, ontstaan door aanboren of schampen van de wapening, te herstellen. Door toepassing van een lijmanker is de wapening niet langer blootgesteld aan de open lucht.

1992-4-5	Eis

De aanhechtsterkte van in geboorde gaten verlijmde ankers zonder CE-markering en bij gerede twijfel over de juiste plaatsing ook ankers met CE-markering moet worden beproefd volgens de navolgende procedure.

De aanhechtsterkte wordt geacht te voldoen als het anker tijdens de beproeving volgens de Confined Tension Test volgens ETAG 001, deel 5, hoofdstuk 5, bij een trekbelasting van 125% van de rekenwaarde van de treksterkte niet meer

verplaatst dan 0,2 mm. De selectie van de te beproeven ankers moet plaatsvinden volgens de volgende procedure:

1. Verdeel het aantal te beproeven ankers in proefeenheden van maximaal 100 stuks per eenheid. Iedere proefeenheid moet bestaan uit ankers met dezelfde diameter, verankeringslengte en type verlijming.
2. Selecteer willekeurig vijf ankers uit elke proefeenheid. Indien de proefeenheid uit vijf of minder staven bestaat, moeten deze allemaal worden getest.
3. Indien van achtereenvolgens drie proefeenheden alle geselecteerde ankers voldoen aan de testwaarde, moeten voor de volgende drie proefeenheden drie ankers per eenheid worden beproefd. ~~Indien ook dan alle staven aan de testwaarde voldoen, moeten uit de nog resterende proefeenheden 1 staaf per eenheid voor beproeving worden geselecteerd.~~ Indien in een proefeenheid niet voldaan wordt aan de testwaarde, moet voor de overblijvende te testen proef eenheden opnieuw worden begonnen bij stap 2.
4. Bij elke test op een anker in een proefeenheid waarbij de testwaarde niet wordt bereikt, moeten vijf aanvullende testen worden uitgevoerd op ankers in de directe omgeving van het gefaalde anker. Indien binnen die aanvullende testen wederom ankers falen, moeten ofwel alle ankers binnen de proefeenheid getest worden of moeten alle ankers binnen de proefeenheid worden afgekeurd en opnieuw worden aangebracht en worden onderworpen aan een test volgens stap 2.
5. Verwijder alle ankers die faalden bij het bereiken van de testwaarde zonder schade aan het omliggende beton. Boor en installeer vervangende ankers. Deel de vervangende ankers in nieuwe proefeenheden volgens stap 1 in (met alleen vervangende staven). Voer vervolgens op deze vervangende proefeenheden opnieuw deze procedure.

Toelichting:
De capaciteit van ingelijmde ankers is gevoelig voor fouten in de uitvoering, zoals onvoldoende gevulde boorgaten, slechte aanhechting door vervuiling, onjuiste menging (mengverhoudingen), aanwezigheid van water, aanstoten van pas aangebrachte staven en dergelijke. Om deze redenen worden beproevingen in het werk noodzakelijk geacht.

Bij tunnels geldt, in relatie tot de directe verkeersveiligheid, dat in afwijking van de beschreven procedure, elk in een geboord gat gelijmd anker met een gebruiksbelasting vanaf 1000 N moet worden beproefd, waarbij alle ankers aan de verplaatsingseis moeten voldoen.

Toelichting:
Het aantal voor deze toepassing gebruikte ankers is over het algemeen niet groot, waardoor met geringe kosten een hoge zekerheid over het resultaat wordt verkregen en de risico's geminimaliseerd zijn.

7 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (en mechanische uitrustingen, inclusief fabricage en uitvoering)

Scope
Onder staalconstructies en mechanische uitrustingen wordt in deze verstaan:
1. Vaste stalen bruggen
2. Staaldeel vaste staalbetonbruggen
3. Palen en damwanden
4. Beweegbare stalen bruggen
5. Waterbouwkundige staalconstructies
6. Mechanische uitrustingen van beweegbare bruggen en waterbouwkundige constructies omvattende het geheel van aandrijfmechanismen (inclusief hydraulische aandrijvingen), vastzetinrichtingen en overige mechanische onderdelen, zoals draaipunten, kabelschijven, geleidingen, loopbanen en dergelijke
7. Geluidsschermen en veiligheidsschermen (staal)
8. Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders) (staal)
9. Bijbehorende onderdelen (bij 1 t/m 8)

Algemeen
De opzet van dit hoofdstuk 7 van de ROK is, zoals de gehele ROK, in lijn met de Eurocodes genoemd in hoofdstuk 2. Dit betekent dat in dit hoofdstuk 7 primair aanvullende eisen met betrekking tot rekenmethoden voor de bepaling van de krachtsverdeling, toetscriteria voor uiterste grenstoestanden sterkte, stabiliteit, vermoeiing, enz., toetscriteria voor gebruikstoestanden en eisen voor constructieve duurzaamheid van staalbouwkundige constructies en mechanische uitrustingen zijn gedefinieerd. Daarnaast zijn aanvullende eisen met betrekking tot de fabricage en uitvoering van staalconstructies en mechanische uitrustingen gedefinieerd.

De normen van de NEN-EN 1993-1-serie zijn algemeen van toepassing op staalconstructies en mechanische uitrustingen en specifiek op gebouwen (en op aan gebouwen gelijkgestelde constructies). Het algemeen van toepassing zijn geldt voor constructies geen gebouw zijnde (bruggen, waterbouwkundige staalconstructies, mechanische uitrustingen, palen en damwanden, enz.) voor zover daar in de productspecifieke normen / productspecifieke ROK paragrafen naar wordt verwezen, dan wel van wordt afgeweken. Dit geldt op overeenkomstige wijze voor de ROK-bepalingen in dit hoofdstuk. Echter ter toelichting kan in de ROK paragrafen met betrekking tot de NEN-EN 1993-1-serie informatie zijn opgenomen voor specifieke producten.

Voor specifieke onderdelen als voegovergangen, asfalt- en slijtlagen, hemelwaterafvoer, overgangsconstructies, brugopleggingen, inspectie- en onderhoudsvoorzieningen, ~~bliksem- en overspanningsbeveiliging~~, elektrotechnische installaties (generiek), enz. wordt verwezen naar de in hoofdstuk 2 (gedateerde) en in tabel 7-1 en tabel 7-2 (ongedateerde) genoemde documenten (welke deels in hoofdstuk 13 worden behandeld).

Documenten met betrekking tot bedienings- en besturingsinstallaties van beweegbare objecten zijn niet in de ROK opgenomen.

Definitie van primaire en secundaire elementen in constructies
Primaire constructieelementen zijn elementen die deel uitmaken van de hoofddraagconstructie en die waarborgen dat de hoofddraagconstructie zijn functie kan vervullen.

Secundaire constructieelementen zijn elementen die geen onderdeel uitmaken van de hoofddraagconstructie.

Toelichting:
Voorbeelden van primaire constructieelementen zijn hoofdliggers, dwarsdragers, langsliggers, dek, pylonen, bogen, vakwerken, tuien, hangers windverband, etc.

Voorbeelden van secundaire constructieelementen zijn een niet dragende leuning, een niet dragende geleiderail, een railbaan voor een verfwagen.

Relatie ontwerp uitvoering
Indien alleen het ontwerp of het ontwerp (geheel of gedeeltelijk) en de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, in overeenstemming met de uitvoeringsnormen (NEN-EN 1090) en de aanvullingen daarop in paragrafen 7.19 en 7.20 worden gewerkt en moet bij of ten behoeve van de overgang van ontwerp naar uitvoering de, vanuit het ontwerp bepaalde en noodzakelijke, aanvullende informatie op de uitvoeringsnormen worden verstrekt (NEN-EN 1090-2, tabel A1) en moet de invulling van de keuzemogelijkheden (NEN-EN 1090-2, tabel A2) worden verstrekt (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering, met onderbouwing), beide in overeenstemming met de aanvullende eisen en keuzen zoals opgenomen in paragrafen 7.19 en 7.20, als onderdeel van het DO. Specifieke eisen aan staalconstructies of mechanische uitrustingen, voortkomend uit het ontwerp, welke niet automatisch uit de ontwerpnormen of de uitvoeringsnormen of de ROK volgen moeten op de op te leveren DO-tekeningen worden vermeld. De DO-tekeningen omvatten alle constructieve delen inclusief dimensies, verbindindingsmiddelen (lassen en bouten inclusief dimensies) en materiaal-definities. De DO-berekeningen omvatten een volledige berekening (sterkte, stabiliteit en vermoeiing van alle constructiedelen en verbindingen) van alle onderdelen.

Indien alleen uitvoering binnen het contract tot de verplichting behoort, en bovenstaande informatie niet vanuit het ontwerp beschikbaar is gesteld, dan moet de uitvoerende partij betreffende informatie opstellen.

Normen waarnaar vanuit genoemde uitvoeringsnormen (of deze ROK) wordt verwezen zijn bindend van kracht. Dit geldt ook voor doorverwijzingen. Indien in het ontwerp, ten behoeve van de uitvoering, in bedoelde normen keuzen moeten worden gemaakt, moeten deze als onderdeel van het DO ten behoeve van de informatieoverdracht van ontwerpende partij naar fabricerende en monterende partij, worden vastgelegd. Daar waar in dit hoofdstuk van de ROK specifiek normen worden genoemd zijn de eisen en bepalingen van die norm bindend en is het niet toegestaan gebruik te maken van alternatieven.

Van toepassing normen, richtlijnen en andere documenten
Van toepassing zijnde documenten zijn opgenomen in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk 7 zijn aanvullende eisen ten opzichte van die documenten opgenomen. De rangorde van documenten is opgenomen in hoofdstuk 3.

Specifiek voor het ontwerp, de berekening en de uitvoering van staalconstructies en mechanische uitrustingen, zijn, informatief, in tabel 7-1 de belangrijkste documenten herhaald (voor datering zie hoofdstuk 2) en, eveneens informatief, in tabel 7-2, toebedeeld aan de in de scope genoemde producten.

Tabel 7-1: Van toepassing zijnde normen en andere documenten (informatief)

Norm / document [1)]	**Omschrijving / verwijzing** [1)]	[2)]
Eurocode grondslagen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk 4	
Eurocode belastingen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk 5	
Eurocode materialen	Zie ROK tabel 2-3 en hoofdstuk: 6 betonconstructies 7 staalconstructies 8 staalbetonconstructies 9 houtconstructies 10 geotechniek 11 aardbevingsbestendige constructies 12 kunststoffen	
NEN 6786	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen + correctieblad /A1	
NEN 6787	Het ontwerpen van beweegbare bruggen – Veiligheid	
NEN-EN 40-1, 40-2, 40-3-1, 40-3-3, 40-5 en 40-6	Lichtmasten (zie tevens paragraaf 13.10)	
NEN-EN 1090-1	Constructieve delen van staal en aluminium – Algemene leveringsvoorwaarden	
NEN-EN 1090-2	Het vervaardigen van staal en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies	
GCW	Richtlijn geluidsbeperkende constructies langs wegen CROW publicatie 298	
Componentspecificatie Verkeerskundige Draagconstructies (2012)	Voor verkeerskundige draagconstructies (uithouders en portalen) wordt verwezen naar de documenten genoemd in tabel 2-7. Noot: deze documenten zijn verkrijgbaar op de volgende website: http://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/bouwrichtlijnen_infrastructuur/portalen/ *Toelichting:* *In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld op bovengenoemde website).*	b
NBD06000	Eisen voor hydraulische bewegingswerken (zie tevens paragraaf 13.14)	a
NBD09799	Eisen kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw	a

Norm / document [1]	Omschrijving / verwijzing [1]	[2]
NBD10300 [3]	Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)	a
NBD16312 (informatief) [3]	Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)	a
NBD16325 (informatief) [3]	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting	a
NBD16365 (informatief) [3]	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting	a
RTD 1007-1	Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (zie ook par. 13.2)	a
RTD 1007-2	Eisen voor voegovergangen (zie ook par. 13.2)	a
RTD 1007-3	Geluideisen voegovergangen (zie ook par. 13.2)	a
RTD 1009	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op op betonnen en stalen kunstwerken (zie tevens par. 13.3)	a
RTD 1012	Eisen voor brugopleggingen	a
RTD 1014	Generieke eisen elektrotechnische installaties (zie tevens paragraaf 13.9)	a
RTD 1015	Kunststofslijtlagen (vervangt NBD10201)	a
RTD 1018	Eisen handelsproducten (vervangt NBD00100)	a
RTD 1019	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen (vervangt NBD00500)	a
RTD 1020	Eisen staalkabels (vervangt NBD00639)	a
~~Diversen tekeningen m.b.t. stalen stepbarrier~~	~~voor tekeningen stalen stepbarrier (zie tevens par. 13.10)~~	~~a~~
SCON-2007-337-TCE [3]	Code of Practice metaalconservering RWS	a
SCON-2008-683-TCE [3]	PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008. *Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2,Voorlopige systeemeisen, inclusief bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)*	a
OGOS-500-TRL [3]	Eisen thermische spuitlagen: Eisendeel	a
OGOS-501-TRL [3]	Eisen thermische spuitlagen: Handreiking	a
CEB-FIB bul.30	acceptance of stay cable systems using prestressing steels	
CTO 3L10314254	voorschrift NS d.d. 840807	a
noot	Voor hemelwaterafvoer, leuningen en voertuigkeringen, inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (in aanvulling op de bepalingen in dit hoofdstuk 7), zie hoofdstuk 13	
~~NBD00100~~	~~Eisen handelsproducten~~	~~a~~
~~NBD00400~~	~~Eisen voor enkelvoudige voegovergangen (zie tevens par.13.2)~~	~~a~~
~~NBD00401~~	~~Geluidseisen voegovergangen (zie tevens par. 13.2)~~	~~a~~
~~NBD00500~~	~~Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen~~	~~a~~
~~NBD00639~~	~~Eisen staalkabels~~	~~a~~
~~NBD00702A incl. losse bijl. belastingcombinaties (RTD 1012)~~	~~Eisen voor brugopleggingen (zie tevens par. 13.7)~~	~~a~~

Norm / document [1)]	Omschrijving / verwijzing [1)]	[2)]
~~NBD00710~~	~~Eisen voor voegovergangen (zie tevens par. 13.2)~~	~~a~~
~~NBD10201~~	~~Epoxy slijtlagen op staal~~	~~a~~

[1)] In hoofdstuk 2 staan de gedateerde versies van de documenten in deze tabel aangegeven.

[2)] De in deze kolom met “a” aangeduide documenten zijn als set bij GPO aan te vragen c.q. zijn onderdeel van de bijlagedocumenten bij de ROK; in deze kolom met “b” aangeduide documenten zijn bij GPO als stand-alone document opvraagbaar of via internet te downloaden. Wanneer niets is aangegeven gaat het om een algemeen verkrijgbaar document.

[3)] In paragraaf 7.20 van de ROK zijn onder 2.7 een aantal extra documenten en normen van toepassing verklaard voor corrosiebescherming welke niet in deze lijst zijn opgenomen

Indien in een NBD staat aangegeven “keuring/gekeurd door de directie” moet dat worden gelezen als “keuring/gekeurd door de opdrachtnemer”.

Noot:
In de ROK zijn de volgende (oude en vervallen) NBD ’s verwerkt in hoofdstuk 7:
- NBD00800 “Leidraad voorspannen van ankers en rekbouten”
- NBD07005 “Eisen booglassen”
- NBD09000 “Eisen ongelegeerd constructiestaal’
- NBD09200 “Eisen smeedstaal en gewalst staal voor machineonderdelen”
- NBD09399 “Eisen gietstaal”
- NBD10000 “Eisen staalconservering nieuwbouw”
- NBD11001 “Eisen niet-destructief onderzoek voor staal- en werktuigbouwkundige constructies”

In de NBD’s ~~00100, 00500, 00639,~~ 06000, 09799, 10300 ~~en de NBD’s m.b.t. opleggingen en voegovergangen~~ moeten de verwijzing naar bovengenoemde NBD’s gelezen worden als verwijzingen naar ROK hoofdstuk 7.

Tabel 7-2: Van toepassing zijnde normen en andere documenten toebedeeld aan de in de scope genoemde producten (informatief)

Produkten => **Normen / richtlijnen / document:** **X= primair** **o = secundair (in rangorde na X)**	**Vaste stalen bruggen**	**Staaldeel staalbeton bruggen**	**Palen en damwanden**	**Beweegbare bruggen**	**Natte kunstwerken staalconstructie**	**Mechanische uitrusting**	**Elektrotechnische instal.**	**Bediening en besturing**	**Geluidsschermen**	**Verkeerskundige draagconstructies**
GRONDSLAGEN										
Grondslagen algemeen NEN-EN 1990 + NB + ROK par. 4.1 (noot: er is één NB voor 1990 en 1990/A1)	o	o	X	o	o	o			1)	X+2)
Grondslagen specifiek (bruggen) NEN-EN 1990/A1 + NB + ROK par. 4.1 (noot: er is één NB voor 1990 en 1990/A1)	X	X		X	X	o				
Grondslagen specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrustingen); bevat tevens belastingen; ROK par. 4.3 + 5.10					X	X	X			
Grondslagen specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrustingen) ROK par. 4.4				X		X	X			
Grondslagen specifiek (geluidsschermen) ROK par. 4.5									1)	
Grondslagen specifiek (Verkeerskundige draagconstructies) ROK par. 4.6										X+2)
BELASTINGEN										
Belastingen algemeen NEN-EN 1991-1-serie + NB's + ROK par. 5.1 t/m 5.7	X	X	X	X	X	o	o			X
Belasting specifiek (verkeersbelasting op bruggen) NEN-EN 1991-2 + NB + ROK par. 5.8	X	X	X	X		X				
Belastingen specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrusting) ROK par. 5.10			X		X	X	X			
Belastingen specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrusting) ROK par. 5.11			X	X		X	X			
Belastingen specifiek (geluidsschermen) ROK par. 5.12									1)	

Produkten => **Normen / richtlijnen / document:** **X= primair** **o = secundair (in rangorde na X)**	**Vaste stalen bruggen**	**Staaldeel staalbeton bruggen**	**Palen en damwanden**	**Beweegbare bruggen**	**Natte kunstwerken staalconstructie**	**Mechanische uitrusting**	**Elektrotechnische instal.**	**Bediening en besturing**	**Geluidsschermen**	**Verkeerskundige draagconstructies**
Belastingen specifiek (verkeerskundige draagconstructies) ROK par. 5.13										X+2)
STERKTE										
Sterkte algemeen NEN-EN 1993-1 serie + NB's + ROK par. 7.1 t/m 7.12	o	o	o	o	o	o			1)	X+2)
Sterkte specifiek (bruggen) NEN-EN1993-2 + NB + ROK par. 7.13	X	o		X	X					
Sterkte specifiek (staalbeton bruggen) NEN-EN 1994-1-1 + NB + ROK par. 8.1 NEN-EN 1994-2 + NB + ROK par. 8.3		o X								
Sterkte specifiek (palen en damwanden) NEN-EN 1993-5 + NB + ROK par. 7.14			X							
Sterkte specifiek (natte kunstwerken en mechanische uitrustingen) + ROK par. 7.15+ par. 7.16					X	X	o			
Sterkte specifiek (beweegbare bruggen en mechanische uitrustingen) NEN 6786 (ook deels belastingen) + ROK par. 7.16				X	X	X	o			
GCW + ROK par. 7.17									X	
Componentspecificaties VDC's (2012) en Verkeerskundige draagconstructies, beschrijving standaard RWS VDC's + ROK par. 7.18										X
UITVOERING										
NEN-EN 1090-1 + ROK par. 7.19	X	X	X	X	X	X			X	X
NEN-EN 1090-2 + ROK par. 7.20 Inclusief corrosiebeschermingsbijlagen SCON-2010-337-TCE SCON-2008-683-TCE OGOS-500-TRL OGOS-501-TRL + aanvullingen onder 2.7 in par. 7.20 Informatief: NBD16312, 16325, 16365	X	X	X	X	X	X			X	X

Produkten => **Normen / richtlijnen / document:** **X= primair** **o = secundair (in rangorde na X)**	**Vaste stalen bruggen**	**Staaldeel staalbeton bruggen**	**Palen en damwanden**	**Beweegbare bruggen**	**Natte kunstwerken staalconstructie**	**Mechanische uitrusting**	**Elektrotechnische instal.**	**Bediening en besturing**	**Geluidsschermen**	**Verkeerskundige draagconstructies**
OVERIG										
NEN 6787 (beweegbare bruggen; veiligheid)				X	X	X	X	X		
NBD06000 (Eisen hydraulische bewegingswerken) zie tevens par. 13.14				X	X	X				
NBD09799 (Eisen kunststoffen)					X	X				
NBD10300 (Eisen technische deklagen)						X				
RTD 1007-1 Meerkeuzematrix voegovergangen, RTD 1007-2 Eisen voor voegovergangen, RTD 1007-3 Geluideisen voegovergangen ~~NBD00710 (Voegovergangen) en NBD00400 (Enkelvoudige voegovergangen), zie RTD 1007-2 NBD00401 (Geluidseisen voegovergangen), zie RTD 1007-3 RTD 1007-1 Meerkeuzematrix voegovergangen~~	X	X								
RTD 1009 Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op op betonnen en stalen kunstwerken	X	X								
RTD 1012 Eisen voor brugopleggingen ~~NBD00702A (Brugopleggingen) incl. losse bijlage belastingcombinaties, zie RTD 1012~~	X	X								
RTD 1014 Generieke eisen Elektrotechnische Installaties	X	X		X	X	X	X			
RTD 1015 (kunststofslijtlagen) ~~NBD10201 (epoxy-slijtlagen)~~				X						
RTD 1018 (Eisen handelsproducten) ~~NBD00100~~				X	X	X				
RTD 1019 (Eisen tandwielkasten) ~~NBD00500~~				X	X	X				
RTD 1020 (Eisen staalkabels) ~~NBD00639~~				X	X	X				
~~Generieke eisen bediening en besturing 3)~~				~~X~~	~~X~~	~~X~~	~~X~~	~~X~~		
Normen genoemd in par. 13.10 “Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen”	X	X		X						

Produkten => Normen / richtlijnen / document: X= primair o = secundair (in rangorde na X)	Vaste stalen bruggen	Staaldeel staalbeton bruggen	Palen en damwanden	Beweegbare bruggen	Natte kunstwerken staalconstructie	Mechanische uitrusting	Elektrotechnische instal.	Bediening en besturing	Geluidsschermen	Verkeerskundige draagconstructies
Hemelwaterafvoer (zie par. 13.4)	X	X		X						
Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (zie par. 13.8)	X	X		X	X	X				

[1] Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen met betrekking tot grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen). Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de uitvoeringsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

[2] Voor verkeerskundige draagconstructies (portalen en uithouders) wordt verwezen naar de documenten genoemd in tabel 2-7.

Toelichting:
In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld in de betreffende documenten).

[3] ~~Bediening en besturing toe te voegen in latere versie van de ROK.~~

7.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-1 + NB.

1.3	Eis

NEN-EN 1090 is van toepassing inclusief de ROK aanvullingen in paragraaf 7.19 en paragraaf 7.20.

2.1.2 (1)	Eis

Betrouwbaarheidsdifferentiatie moet worden verkregen door keuze van de juiste gevolgklasse met bijbehorende belastingfactoren volgens NEN-EN 1990+NB en niet door differentiatie in het kwaliteitsbeheer bij ontwerp, berekening en uitvoering.

3.2	Eis

Voor de nominale waarden van de vloeigrens en de treksterkte voor constructiestaal met een dikte > 80 mm moeten de waarden uit de productnormen worden

gehanteerd. Aanvullende eisen met betrekking tot constructiestaal zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2).

Bijlage C	Eis

In juni 2014 is het wijzigingsblad A1 bij NEN-EN 1993-1-1 uitgekomen. Dit wijzigingsblad voegt een nieuwe bijlage C toe, waarin de keuze van de uitvoeringsklasse voor staalconstructies wordt geregeld als vervanging van de informatieve bijlage B van NEN-EN 1090-2 (welke in een toekomstige versie van NEN-EN 1090-2 zal worden geschrapt). In het verlengde van en in aanvulling op genoemde documenten moet voor de keuze van de uitvoeringsklasse voor de meest voorkomende RWS-producten ROK Tabel 7-4 (in ROK paragraaf 7.20) worden gehanteerd, tenzij contractueel anders is bepaald.

Opmerking:
Het wijzigingsblad leidt tot een aanpassing van de Nationale Bijlage, maar op het moment van uitkomen van ROK 1.3 was de gewijzigde Nationale Bijlage nog niet beschikbaar. De huidige Nationale Bijlage kent al een bijlage C (kniklengte) en een bijlage D (kritisch elastische kipmoment). Deze bijlagen blijven gewoon van kracht en zullen in de nieuwe Nationale Bijlage worden verschoven naar bijlage D en E.

7.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-2 + NB.

7.3 Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-3 + NB.

7.4 Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-4 + NB.

7.5 Deel 1-5: Constructieve plaatvelden

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-5 + NB.

2.2 (2)	Eis

De meewerkende plaatbreedte bij bruggen moet bepaald worden voor steunpunten en velden inclusief het verloop daartussen. Het is niet toegestaan om een continue breedte te veronderstellen.

2.4	Eis

Indien mogelijk moet gebruik worden gemaakt van de doorsnede reductie methode. Alleen voor situaties waarin er spanningen in zowel langs- als dwarsrichting in het vlak van de plaat zijn, moet men de gereduceerde spanningsmethode gebruiken.

4.2 (2)	Eis

Verwijder de woorden “op druk” uit de zin.

Toelichting:
Vloeien kan ook bereikt worden in het onder trek staande deel van de doorsnede.

A.3	Advies

Als alternatief op de methode beschreven in Annex A.3, mag een analyse met EEM zijn uitgevoerd.

Bijlage C, C.1 (2)	Eis

Bijlage C is een informatieve bijlage. In C.1(2) zijn verschillende methoden voor eindige elementen berekeningen voor plaatconstructies gegeven. De te kiezen methode moet in overeenstemming zijn met de vereiste (danwel toegestane) methodiek van berekening in een algemene of een productgerichte norm.

Noot:
Bijvoorbeeld voor bruggen (of daaraan gelijk gestelde constructies in deze ROK) moet de globale krachtsverdeling in de constructie worden gebaseerd op een lineair elastische berekening (d.w.z. altijd fysisch lineair en waar nodig geometrisch lineair of niet-lineair). Ook spanningen voor vermoeiingsanalyses moeten op dezelfde manier worden bepaald.

7.6 Deel 1-6: Algemene regels – Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-6 + NB.

7.7 Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1993-1-7 + NB.

7.8 Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-8 + NB.

Algemeen	Eis

Het ontwerp van de verbindingen in staalconstructies moet voldoen aan NEN-EN 1993-1-8 + NB. Voor het ontwerp van mechanische verbindingen voor mechanische uitrustingen is NEN 6786 leidend. Waar deze norm verwijst naar NEN 6770 of NEN 6772 moet NEN-EN 1993-1-8 + NB gelezen worden. Onder mechanische verbindingen worden verstaan verbindingen met bouten, klinknagels of pinnen.

Algemeen	Eis

Alle verbindingsmiddelen en afdichtingsringen moeten thermisch worden verzinkt, ~~waarbij de draad van de bout/anker niet mag worden ondersneden~~. Uitzonderingen hierop zijn:

- pasbouten;
- situaties waarbij i.v.m. duurzaamheid of esthetica de voorkeur uitgaat naar roestvast stalen bouten.

2.4 / 2.5	Eis

Bij de berekening van verbindingen in constructieelementen van klassen 3 en 4 moet de krachtverdeling worden afgeleid van de spanningsverdeling in de aansluitende constructieelementen. Een elasto-plastische berekening is niet toegestaan voor verbindingen van primaire onderdelen. Verbindingen van secundaire onderdelen mogen elasto-plastisch worden berekend, mits voldoende redundantie in de verbinding aanwezig is (vloeitraject, plastische deformatie zonder breuk).

Toelichting:
Voor primaire en secundaire onderdelen wordt verwezen naar de definitie aan het begin van dit hoofdstuk (hoofddraagconstructie = primair, overig = secundair).

3.5	Toelichting

*Voor de randafstand e_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal 1,5 · d_o worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal 1,2 * d_o, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend.*
Voor de steek p_2 in tabel 3.3. van NEN-EN 1993-1-8 moet minimaal 3,0 · d_o worden genomen. Bij een lagere waarde, maar minimaal 2,4 · d_o, moet met een gereduceerde grensstuikkracht worden gerekend. Een en ander volgens tabel 3.4 van NEN-EN 1993-1-8, paragraaf 3.6.

3.6.1 (2) en 3.9.1 (1)	Eis

De momentmethode, de HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan (zie ook ROK paragraaf 7.20).

3.6.1 (5)	Eis

De maximale toelaatbare gatspeling voor bouten M12 en M14 in normale gaten bedraagt 1 mm.

3.9.1 (1)	Eis

Voor de wrijvingscoëfficiënt μ mag gebruik worden gemaakt van NEN-EN 1993-1-8/NB, tabel NB.2 of NEN-EN 1090-2, 8.4 tabel 18 waarbij de voorwaarden van laatstgenoemde voor de oppervlaktebehandeling ook gelden voor eerstgenoemde. Bijlage G van NEN-EN 1090-2 mag niet worden toegepast.

In aanvulling op NEN-EN 1993-1-8/NB, tabel NB.1-3.7 opmerking 4 geldt dat verlies van boutvoorspanning (bij schuifvaste en/of op trek belaste voorgespannen boutverbindingen) bij geverfde oppervlakken moet worden voorkomen door:
- bij schuifvaste verbindingen klasse B (zie tabel 18 1090-2) te voldoen aan de opgegeven maximale laagdikte ethyl-zinksilicaat op het contactvlak;
- in het geval schuifvastheid niet is vereist, te voldoen aan het gestelde in F.4 van NEN-EN1090-2;
- in alle gevallen ervoor te zorgen dat er maximaal 40-50 μm shopprimer onder de sluitringen aanwezig is.

Na het aanbrengen van de verbinding moet het volledige conserveringssysteem worden aangebracht.

6.2.2 (7)	Eis

Bij bepaling van de afschuifweerstand van een ankerbout moet met $\gamma_{Mb} = \gamma_{M2}$ worden gerekend.

6.2.2 (8)	Eis

Het combineren van de afschuifweerstand en de wrijving is niet toegestaan voor slobgaten.

6.2.12	Eis

Voor (korte) ankers wordt verwezen naar NEN-EN 1992-1-1, 2.7 en de bijbehorende aanvullingen in de ROK.

7.9 Deel 1-9: Vermoeiing

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-9 + NB.

3(7) tabel NB.1	Toelichting

Ten aanzien van stalen bruggen wordt voor de keuze van de γ_{Mf} verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, 9.3(2) voor de keuze van de te hanteren materiaalfactoren voor de orthotrope rijvloer en de overige dragende (aan vermoeiing onderhevige) constructiedelen, inclusief definitie (resp. γ_{Mf}=1,15 en γ_{Mf}=1,35).

3(7) tabel NB.1	Eis

Ten aanzien van alle op vermoeiing belaste constructies binnen de scope van dit ROK hoofdstuk (tenzij in een product-specifieke norm / ROK-deel anders is vermeld, zoals bijvoorbeeld bij bruggen, zie daarvoor de toelichting bij het voorgaande punt en NEN-EN 1993-2/NB) moet worden uitgegaan van “safe life” + “high consequence”.

6.2 en 6.3	Eis

Ten aanzien van alle op vermoeiing belaste constructies binnen de scope van de ROK, is de vereenvoudigde methode met de λ’s, zoals bedoeld in 6.2 en 6.3 niet toegestaan. Voor bruggen geldt dat NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6) verplicht tot het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 4.

8 (2) en 8 (3)	Eis

De toetsingsprocedure in 8 (2) en 8 (3) is gekoppeld aan het beschikbaar zijn van equivalente spanningsintervallen. Indien deze niet beschikbaar zijn of de methode van bepaling daarvan niet van toepassing is verklaard, moet de vermoeiingsverificatie volgens 8(4) via bijlage A van NEN-EN 1993-1-9 worden uitgevoerd met schade-accumulatie volgens bijlage A van NEN-EN 1993-1-9.

Toelichting:
NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1 (6) verplicht voor stalen bruggen het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 4 welke tot spanningswisselingsspectra leidt en niet tot equivalente spanningen. Voor stalen bruggen moet daarom gebruik worden gemaakt van verificatie volgens bijlage A van NEN-EN 1993-1-9.

8, tabel 8.8	Toelichting

De in tabel 8.8 gegeven vermoeiingsclassificaties voor orthotrope rijvloeren met gesloten verstijvers (troggen) moeten worden beschouwd in relatie tot hetgeen is

gesteld in ROK paragraaf 7.13 onder 9.6(3) en NEN-EN 1993-2/NB, 9.6(3) (en NEN-EN 1993-2 bijlage F).
In tabel NB.7 van NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.1 zijn vermoeiingsclassificaties (inclusief detaillering, beschrijving en nadere eisen ten aanzien van voorbewerking, minimale lasafmetingen, lasgeometrie, toleranties en NDO) gegeven voor nieuwe orthotrope rijvloeren. In tabel NB.8 van NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.1 zijn vermoeiingsclassificaties gegeven voor veel voorkomende details in bestaande orthotrope rijvloeren.

7.10 Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-10 + NB.

Algemeen	Toelichting

Met betrekking tot eisen aan constructiestaal wordt tevens gewezen op de eisen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2).

Informatie/waarschuwing:
Bij een tweetal projecten in Nederland zijn tijdens/na het lassen van platen met verbeterde eigenschappen in dikterichting (Z35) scheuren opgetreden evenwijdig aan het plaatoppervlak. In beide gevallen betrof het een detaillering conform onderstaande schets waarbij tevens gold dat vrije krimp van de lassen door omliggende constructiedelen in sterke mate werd verhinderd. De scheuren bevonden zich exact in het midden van de in de dikterichting aangesproken plaat (gele plaat).



Figuur 7-1: Belasting in dikterichting

Nog niet afgerond onderzoek leidt vooralsnog tot de volgende voorlopige conclusies:
- Het lasdetail is verre van optimaal (de in de dikterichting belastte plaat inkorten en als backing gebruiken voor een V-naad met vooropening tussen de “blauwe” platen, verdient ten aanzien van dit aspect de voorkeur);
- De plaat welke op zijn dikte-eigenschappen wordt aangesproken heeft op de plek waar deze het meest op zijn dikte-eigenschappen wordt aangesproken een snijrand die de dikte-eigenschappen kan beïnvloeden;
- Continu gegoten materiaal kan zogenaamde “mid-line” of “center-line” segregatie vertonen. Genoemde dunne segregatie laag heeft een afwijkende materiaalsamenstelling. Het lijkt erop dat die laag wel de sterkte haalt, maar slechts een beperkte breuktaaiheid heeft (waardoor kleine onvolkomenheden gecombineerd met hoge rekken tot scheurvorming leiden). De segregatie-laag lijkt bij een beperkt aantal continu gegoten platen aanwezig te zijn. De standaard beproevingsmethoden voor Z-kwaliteit tonen de aanwezigheid en de eigenschappen van een dergelijke segregatie-laag niet aan.

7.11 Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-11 + NB.

Algemeen	Eis

In aanvulling op NEN-EN 1993-1-11 + NB zijn de eisen volgens CEB-FIP recommendations: “Acceptance of stay cable systems using prestressing steels” van toepassing. Daar waar de eisen van de CEB-FIP recommendations strijdig zijn met NEN-EN 1993-1-11 + NB, prevaleert NEN-EN 1993-1-11 voor toetsingsaspecten in relatie tot sterkte (SLS en ULS en vermoeiing) en prevaleren de CEB-FIP recommendations voor materialen, fabricage, montage, systeemtesten, componenttesten en afnametesten enz., zoals opgenomen in de hoofdstukken 5, 6 en 7 van de CEB-FIP recommendations. Recommendations in de CEB-FIP moeten worden gezien als eisen.

In aanvulling op hoofdstuk 5 van de CEB-FIP recommendations geldt:
- 5.2 + 5.5: strengen moeten thermisch worden verzinkt, met was/vet worden gevuld en individueel PE/PP worden omhuld;
- 5.7.1: de bundel strengen moet omhuld zijn met een HDPE-pijp van het type “monolithic”.

In aanvulling op hoofdstuk 6 van de CEB-FIP recommendations. geldt:
- 6.2: de 3 axiale vermoeiingstesten, als onderdeel van de “initial approval testing” moeten zijn uitgevoerd met de in 6.2.1 genoemde hoekverdraaiing (als simulatie voor buigeffecten);
- 6.2: testen op de overgangszones in het corrosiebeschermingssysteem (zie ook 4.4.1) moeten worden uitgevoerd;
- de “leak tightness test” moet zijn uitgevoerd;
- 6.3: de “suitability test” moet worden uitgevoerd;
- 6.4: In aanvulling op tabel 6.3 geldt dat de vermoeiingstesten op de trekelementen moeten worden uitgevoerd met een frequentie van 2 op iedere 50 ton, gelijkmatig gespreid over de productie (met een minimum van 5 per project); De deflected tensile test moet worden uitgevoerd met een frequentie van 1 op iedere 80 ton (met een minimum van 3 per project).

Op hoofdstuk 7 van de CEB-FIP recommendations zijn geen aanvullingen.

1.1 (2), tabel 1.1	Toelichting

Tuisystemen uit staaf-systemen (group A) en geslagen kabel (group B) zijn niet toegestaan voor bruggen voor wegverkeer.

2.1 (3)	Eis

Voor bruggen voor wegverkeer moet minimaal worden uitgegaan van “exposure class 4”.

4.1	Eis

In aanvulling op 4.1 moet elke tui tot een hoogte van 5 meter boven het brugdek (verticaal gemeten) worden beschermd door een antivandalismebuis.

4.1 (2) en 4.5	Eis

De eis in NEN-EN 1993-1-11 moet worden gelezen als een systeem waarbij de strengen bestaan uit 7 individueel thermisch verzinkte draden binnen een met

was/vet (systeemeigen) gevulde PE/PP strengomhulling per streng. In aanvulling daarop moet de bundel strengen worden omhuld met een HDPE-pijp (met geschikte voorzieningen voor thermische effecten en effecten door de lengteveranderingen van de tui door belasting). De verankeringszone van de strengen (ankerkap, verankeringzone en gestripte strenglengte) moet middels volledige vulling met was/vet (systeemeigen) tegen vochtindringing worden beschermd. Van de strengen afkomend (condens-)vocht mag nergens in blijven staan.

7.12 Deel 1-12: Aanvullende regels voor de uitbreiding van EN 1993 voor staalsoorten tot en met S 700

Aanvullingen op NEN-EN 1993-1-12 + NB.

Algemeen	Eis

Deze norm mag niet worden toegepast.

Toelichting:
Zie paragraaf 7.20, 5.3.1: Voor constructiestaal zijn staalsoorten met een sterkteklasse hoger dan S355 niet toegestaan.

7.13 Deel 2: Stalen bruggen

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabel 7-1 en tabel 7-2.

Aanvullingen op NEN-EN 1993-2 + NB.

Algemeen	Eis

Genoemde normen zijn van toepassing op:
- de staalconstructie van vaste stalen bruggen;
- de staalconstructie van staalbeton bruggen;
- de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen;
- de staalconstructie van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies (sluisdeuren, keermiddelen, enz.).

Voor de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen moeten genoemde normen worden gebruikt in samenhang met NEN 6786, waarbij geldt dat voor de staalconstructie van beweegbare stalen bruggen, bij tegenstrijdigheid, de specifieke norm NEN 6786 prevaleert boven NEN-EN 1993-2 + NB.

Noot:
De huidige versie van NEN 6786:2001 + wijzigingsbladen is thans in bewerking en wordt omgezet naar een Nederlandse norm aansluitend bij de Eurocode; na vaststelling door NEN moet de nieuwe versie worden gebruikt.

Specifieke aanvullingen, aanwijzingen en eisen met betrekking tot het gebruik van NEN 6786 (mede in relatie tot de aansluiting op de Eurocode) voor zowel de staalconstructie als de mechanische uitrusting zijn opgenomen in:
- ROK paragraaf 4.4 voor basiseisen (grondslagen);
- ROK paragraaf 5.11 voor belastingen;
- ROK paragraaf 7.16 voor sterkteregels.

Voor de staalconstructie van staalbetonbruggen moet NEN-EN 1993-2 worden gebruikt in samenhang met NEN-EN 1994-2+NB en NEN-EN 1992-2+NB.

Voor de staalconstructie van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies (sluisdeuren, keermiddelen, enz.) zijn geen specifieke Eurocodes opgesteld. Deze constructies moeten voor de beoordeling van de sterkte worden gelijkgesteld aan bruggen. Specifieke aanvullingen, aanwijzingen en eisen met betrekking tot het gebruik van NEN-EN 1993-2 + NB in relatie tot de toepassing voor staalconstructies van natte kunstwerken / waterbouwkundige constructies, inclusief mechanische uitrusting, zijn opgenomen in:

- ROK paragraaf 4.3 voor basiseisen (grondslagen);
- ROK paragraaf 5.10 voor belastingen;
- ROK paragraaf 7.15 voor sterkteregels.

1.1.2 (5)	Eis

NEN-EN 1090 is van toepassing inclusief de aanvullingen in ROK paragraaf 7.19 en paragraaf 7.20.

2.1.2 (1)	Eis

Betrouwbaarheidsdifferentiatie moet worden verkregen door keuze van de juiste gevolgklasse met bijbehorende belastingfactoren volgens NEN-EN 1990+NB en niet door differentiatie in het kwaliteitsbeheer bij ontwerp, berekening en uitvoering.

2.1.3.2, 2.1.3.3, 4	Eis

De dragende (constructieve) staalconstructiedelen moeten onverkort (zonder vervanging binnen de levensduur) kunnen voldoen aan de levensduureis (volgens NEN-EN 1990/NB, tabel NB.8). Dragende (constructieve) onderdelen, waarvoor vervanging gedurende de levensduur wel acceptabel is, zijn:

- Opleggingen (voor eisen m.b.t. de ontwerplevensduur zie RTD 1012);
- Voegovergangen (voor eisen m.b.t. de ontwerplevensduur zie RTD 1007-2).

Bereikbaarheid, inspectie, onderhoud en vervanging van deze onderdelen moet veilig en goed mogelijk zijn. Voorzieningen daartoe moeten worden meegenomen (vijzellocaties moeten visueel zichtbaar zijn op zowel de bovenbouw als de onderbouw). Zie ook ROK paragrafen 6.4, 13.1 en 13.8.

Vervanging van opleggingen van vaste bruggen moet mogelijk zijn zonder de beschikbaarheid en het gebruik van de brug te beïnvloeden. Vervanging van voegovergangen moet mogelijk zijn met hooguit beperkte beïnvloeding van de beschikbaarheid en het gebruik van de brug.

Bereikbaarheid, inspectie, onderhoud en vervanging van aankledingonderdelen moet veilig en goed mogelijk zijn. Zie ook ROK paragraaf 13.8.

Onder “aankledingsonderdelen” van de constructie worden onderdelen verstaan die geen primaire functie hebben in de afdracht van de nuttige functionele belasting. Hierbij moet gedacht worden aan:

- Asfaltslijtlagen en epoxy-slijtlagen;
- Voertuigkeringen;
- Corrosiebeschermingssystemen;
- Inspectie/conserveringswagens + banen (onderhoudsvoorzieningen);

- Hemelwaterafvoersystemen;
- Elektrische voorzieningen (o.a. kokerverlichting, stroomvoorziening ten behoeve van inspectie en onderhoud, scheepvaartverlichting, bliksem- en overspanningbeveiliging, enz.);
- Weginformatiesystemen.

Specifiek:

- Tenzij in ~~deel 1 van de vraagspecificatie (VSE) van~~ het contract anders is bepaald, moeten voor de bereikbaarheid voor inspectie en onderhoud, bij vaste bruggen over water, wagenbanen en inspectiewagens worden aangebracht. De inspectiewagens moeten het mogelijk maken de gehele onderzijde (alles onder dekplaatniveau) op handafstand te inspecteren en onderhouden. De wagenbanen moeten tevens geschikt zijn voor conserveringswagens. De wagens moeten veilig bereikbaar en toegankelijk zijn en veilig in gebruik (o.a. wielbreuk/val-beveiliging, rem, eindstops op de banen). Inspectiewagens moeten geschikt zijn voor een nuttige karakteristieke belasting van 1,5 kN/m^2 i.c.m. een lokale belasting op een willekeurige locatie van 7.5 kN. De inspectiewagens moeten worden uitgevoerd met zowel een elektronische als een handmatige voortbeweging (noodgevallen). De inspectiewagens moeten elektronisch worden voortbewogen met een snelheid van min. 15 m/minuut (bij de handbediening mag een lagere snelheid worden aangehouden). Voor onbevoegden moet de toegang tot en de voortbeweging van de wagen(s) onmogelijk zijn. De wagens en banen moeten voorzien zijn van CE-markering. De wagenbanen moeten tevens geschikt zijn voor het aanbrengen en verplaatsen van conserveringswagens. Conserveringswagens moeten geschikt zijn voor een nuttige karakteristieke belasting van 2,5 kN/m^2 i.c.m. een lokale belasting op een willekeurige locatie van 10 kN. Het functionele oppervlak van een conserveringswagen moet zodanig zijn dat met 1 of meerdere wagens (dwars op de rijrichting) een werkvak ter grote van de brugbreedte · de dwarsdragerafstand + 2·1 m kan worden afgesloten. Wagens en banen moeten worden voldoen aan gevolgklasse 2 van NEN-EN 1990.
  De massa van de wagenbanen moet worden meegenomen als eigen gewicht, de massa en belasting van de inspectiewagens als veranderlijke belasting in combinatie met verkeer. Voor de beoordeling van de brugconstructie bij gebruik van de banen door (een) conserveringswagen(s) mag gebruik worden gemaakt van NEN 8700 / NEN 8701 (dit geldt niet voor de baan zelf en de conserveringswagen).
- Toegankelijke kokervormige elementen moeten veilig bereikbaar en betreedbaar zijn middels een afsluitbare deur of een luik. In kokers moeten voorzieningen worden getroffen voor een veilige doorgang door de koker (o.a. trappen, bordessen, mangaten, verlichting en stroom (WCD's op regelmatige afstanden, maximaal 15 m). Verlichting en stroom moeten bij elke buitendeur aan- en af te sluiten zijn.
- Condensvorming en vloeistoftoetreding in kokers moet worden voorkomen.
- In kokers moeten voorzieningen worden getroffen om eventuele onbedoelde vloeistoffen in de koker af te voeren naar één of meerdere locaties met een afvoer naar buiten.
- Tenzij in het contract ~~(VSE)~~ nadrukkelijk anders is vermeld, is het in of door kokervormige constructie-elementen niet toegestaan om vloeistoffen (hemelwaterafvoer of anderzijds) of gassen te transporteren.

- Het corrosiebeschermingssysteem in toegankelijke kokers moet, bij toepassing van een organisch systeem, de kleur wit hebben.
- Leuningen, voertuigkeringen, geluidsschermen, antivandalismeschermen en lantaarnpalen moeten middels een demontabele boutverbinding aan de (hoofd-)constructie worden verbonden. Schade aan de hoofdconstructie bij overbelasting (calamiteiten) van genoemde elementen moet worden voorkomen. Hiertoe moet, tenzij elders anders is vermeld, het element van de hoofdconstructie waarop het betreffende onderdeel wordt aangesloten een overcapaciteit hebben van minimaal 50% ten opzichte van de bezwijklast van de genoemde elementen.
- Constructies moeten zodanig zijn vormgegeven / gedetailleerd dat zich nergens vocht en vuil kan verzamelen en dicht zijn voor vogels en vleermuizen. Het afsluiten voor vogels is een speciaal aandachtspunt voor de kelders van basculebruggen bij brug in gesloten stand.

2.2	Eis

De vertaling van belastingen naar de krachtsverdeling in de constructie moet plaats vinden met elastische rekenmodellen, eerste orde elastisch of, waar noodzakelijk, tweede orde elastisch/geometrisch niet-lineair.

3.1 / 3.2	Eis

Voor de nominale waarden van de vloeigrens en de treksterkte voor constructiestaal met een dikte > 80 mm moeten de waarden uit de productnormen worden gehanteerd. Aanvullende eisen voor constructiestaal zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.20 (NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 5 basisproducten).

3.1 / 3.2	Eis

Het gebruik van S460 is niet toegestaan.

3.5	Eis

Opleggingen moeten voldoen aan ~~NBD00702a~~ RTD 1012. In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en bijlage A en paragraaf 13.7.

3.6	Eis

- Opleggingen moeten voldoen aan ~~NBD00702a + bijlage belastingcombinaties~~ RTD 1012. In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en naar paragraaf 13.7;
- Voegovergangen moeten voldoen aan RTD's 1007-1, 2 en 3 ~~NBD00401, NBD00400 of NBD00710 en het document "Meerkeuzematrix voegovergangen"~~. In dit kader wordt tevens verwezen naar de aanvullingen op NEN-EN 1993-2, 2.1.3.2 / 2.1.3.3 / 4 en naar paragraaf 13.2 ~~(resp. RTD's 1007-1, 2 en 3)~~;
- Asfaltdeklagen moeten voldoen aan RTD 1009 "Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen kunstwerken";
- ~~Epoxy slijtlagen moeten voldoen aan NBD10201;~~
- Kunststofslijtlagen moeten voldoen aan RTD 1015;
- Voor hemelwaterafvoer wordt verwezen naar paragraaf 13.4.
- Elektrische voorzieningen moeten voldoen aan het document "Generieke eisen elektrotechnische installaties" (RTD 1014);
- ~~Bliksem- en overspanningbeveiliging moet voldoen aan document "Specificatie Bliksem- en overspanningsbeveiliging";~~

- Lantaarnpalen/lichtmasten moeten voldoen aan paragraaf 13.10.

4	Eis

Zie tevens eisen/teksten bij 2.1.3.3 / 2.1.3.4 / 4.

4.4	Eis

Vermoeiingstoetsing moet worden uitgevoerd voor alle onderdelen, niet alleen voor onderdelen welke niet voor inspectie toegankelijk zijn.

Alle onderdelen moeten bereikbaar zijn voor inspectie en onderhoud. Bij onderdelen waarbij de duurzaamheid met betrekking tot corrosie wordt verkregen middels sealen van een inwendige ruimte, moet ter verificatie van de lucht/vochtdichtheid worden afgeperst en moet rekening worden gehouden met inwendige over- en onderdruk volgens de bepalingen van NEN-EN 1991-1-5 + NB. Uitzondering hierop vormt het inwendige van troggen.

5.2.2	Eis

Voor α_{cr} < 3 is een meer nauwkeurige 2^{e} orde berekening vereist.

5.4.1	Eis

Zie ook onder 2.2. Bij buitengewone ontwerptoestanden mag alleen met de plasticiteitstheorie de krachtsverdeling worden berekend wanneer het gaat om de lokale krachtsinleiding en –afdracht door een aanrijding of aanvaring in geval van elementen die bij bezwijken niet tot bezwijken van de constructie leiden.

Bovenstaande geldt niet voor de krachtsafdracht bij aanrijding van voertuigkeringen (zie daarvoor NEN-EN 1991-1-7 + NB).

7.3 (4)	Eis

Volgens NEN-EN 1993-2/NB, 2.1.3.3(4) moeten blijvende voorspanverbindingen tussen constructieve onderdelen worden uitgevoerd volgens categorie C. Uitzondering op de regel zijn windverbanden (op of onder brugdekniveau in geval van houten of soortgelijke dekken), waar gekozen mag worden voor categorie A.

Verwezen wordt naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1993-1-8, 3.9.1 (1) in ROK paragraaf 7.8.

7.5	Eis

Voor eisen met betrekking tot de toetsing van het profiel van vrije ruimte wordt verwezen naar de eis in ROK paragraaf 4.1 onder A.2.4.2(3).

7.6	Eis

Leuningen ~~en geleiderails~~ moeten het theoretische verticale en horizontale verloop goed volgen (horizontale en verticale maximale afwijking van theoretisch verloop + en – 5 mm). Leuningen moeten gedilateerd (kunststof schuifverbindingen) zijn en moeten middels een boutverbinding losneembaar aan de constructie zijn bevestigd. De boutverbinding mag niet door trillingen los kunnen raken.

7.8.1 (3)	Eis

Zie onder 7.9 en 7.10.

7.8.2	Eis

1e aandachtsstreepje vervalt.
2e aandachtsstreepje moet worden gelezen als: maximaal 5 mm of zoveel minder als de voegovergang toelaat.

7.8.3	Eis

In geval van (kans op) trillingen van individuele onderdelen door aanstoting (bijvoorbeeld mechanische aanstoting door verkeer) moeten spanningswisselingen in die onderdelen onder de vermoeiings-ondergrens (“cut-off-limit”) van de betreffende details blijven of moeten bij ontwerp en uitvoering afdoende (en realiseerbare) voorzieningen worden getroffen om de trillingen na optreden weg te nemen.

7.9	Eis

De uitgangspunten en eisen voor de toetsing van bruggen met voetgangers op comfort (deels ook sterkte) zijn opgenomen in:

- NEN-EN 1990 + NB, A.2.4.3.2
- NEN-EN 1991-2 + NB, 5.7 + bijlage NB.A

Basis voor de eisen in bovengenoemde artikelen is gemiddeld gebruik van een brug volgens (voetgangers-)verkeersklasse 3. In geval zich op de brug regelmatig situaties voordoen met een hogere verkeersklasse (bruggen bij (voetbal)stadions, grote openbare gelegenheden, treinstations), dan moet bij gelijke comfortcriteria de hogere verkeersklasse in rekening worden gebracht.

7.10	Eis

In geval van (kans op) trillingen van slanke (individuele) onderdelen door windeffecten (o.a. vortex) moeten spanningswisselingen in die onderdelen onder de vermoeiingsondergrens (“cut-off-limit”) van de betreffende details blijven of moeten bij ontwerp en uitvoering afdoende (en realiseerbare) voorzieningen worden getroffen om de trillingen na optreden weg te nemen.

In geval van kans op trillingen van een brug als geheel door windeffecten (o.a. vortex) moet de mate van excitatie, voor zover binnen de grenzen / het toepassingsgebied van NEN-EN 1991-1-4, met die norm op theoretische basis worden onderzocht. In het geval de constructie buiten het toepassinggebied van NEN-EN 1991-1-4 ligt, moet, bij kans op trillingen van een brug als geheel door windeffecten (o.a. vortex), windtunnelonderzoek worden uitgevoerd.

In alle gevallen moet worden aangetoond dat trillingen gedurende de levensduur niet leiden tot schade (statisch of vermoeiing) en discomfort. Onder discomfort wordt in deze verstaan:

- bij verkeersbruggen toegankelijk voor voetgangers: zie eisen voetgangersbruggen;
- bij verkeersbruggen niet toegankelijk voor voetgangers: nader te bepalen.

7.11 (2)	Eis

Zie aanvulling op 4.4.

7.12	Eis

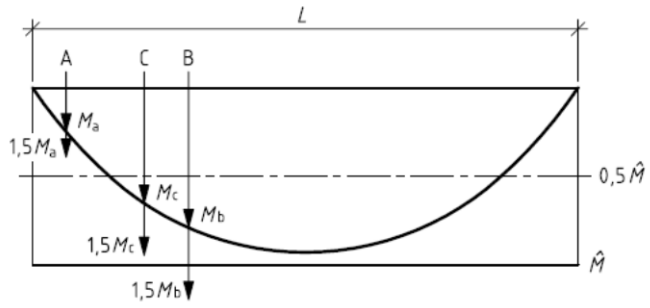
Tenzij in het contract ~~(VSE)~~ anders is vermeld, moet regenwater worden opgevangen en met een regenwaterafvoersysteem worden afgevoerd naar een in het contract vermelde locatie.

Indien rechtstreekse afvoer op de onderliggende structuur is toegestaan, moeten positie en lengte/hoogteligging van de afvoerlocaties zodanig worden gekozen dat, rekening houdend met de wind, geen afkomend water op constructiedelen kan komen of tegen constructiedelen kan waaien.

Tenzij in het contract ~~(VSE)~~ nadrukkelijk anders is vermeld, is het in of door kokervormige constructie-elementen niet toegestaan om vloeistoffen (hemelwaterafvoer of anderzijds) te transporteren.

8.0 (NB)	Toelichting

Als toelichting op de tekst (afkomstig uit de VOSB) kan figuur 7-2 worden toegepast (eveneens afkomstig uit de VOSB).



TOELICHTING

Indien $M_{y;u;d}$ het grensdraagvermogen is, geldt voor:

Verbinding A : 1,5 M_A < 0,5 $M_{y;u;d}$ → 0,5 $M_{y;u;d}$ is maatgevend

Verbinding B : 1,5 M_B > $M_{y;u;d}$ → $M_{y;u;d}$ is maatgevend

Verbinding C : 0,5 $M_{y;u;d}$ < 1,5 M_C < $M_{y;u;d}$ → 1,5 M_C is maatgevend

Figuur 7-2: Toelichting bij NEN-EN 1993-2/NB, 8.0

Afwijkend van de tekst in de Nationale Bijlage en de hiervoor gegeven figuur 7-2, geldt dat de statische sterkte van verbindingen in hoofddraagsystemen minimaal gelijk moet zijn aan de statische sterkte van de aansluitende staven, zowel voor normaalkrachten, buigende momenten als dwarskrachten en hun interactie.

8.1	Eis

Aanvullende eisen voor verbindingsmiddelen zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.8 en ROK paragraaf 7.20. Zie tevens onder 7.3(4).

8.2	Eis

Aanvullende eisen met betrekking tot lassen zijn opgenomen in ROK paragraaf 7.8 en ROK paragraaf 7.20.

Lasnaden in plaatvelden van constructieve hoofdelementen (bijvoorbeeld dekplaat, hoofdligger-lijven en -flenzen, dwarsdrager-lijven en –flenzen enz.) moeten volledig doorgelaste X-naden zijn.

Laspoortjes, in algemene zin, en specifiek in de lijven van hoofdliggers, dwarsdragers en consoles moeten worden vermeden en moeten, waar niet anders mogelijk, met een inzetstuk worden gedicht (X-naad naar lijfplaten).

Delingslassen van lijfplaten van hoofdliggers en dwarsdragers moeten versprongen liggen van delingslassen in de bijbehorende flenzen.

9.1.1	Eis

Vermoeiingsverificatie moet zijn uitgevoerd voor alle kritieke locaties.

9.1.2, 9.2.1, 9.2.2 en 9.4.1	Eis

Vermoeiingsbelastingmodellen 1, 2 en 3 (NEN-EN 1991-2 + NB) mogen niet worden gebruikt. De vermoeiingsverificatie moet worden uitgevoerd volgens:

- “vermoeiingsbelasting model 4 van NEN-EN 1991-2 + aanvullende regels in NEN-EN 1991-2/NB” (zie NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6));
- de methodiek van bijlage A van NEN-EN 1993-1-9 (zie ook NEN-EN 1993-1-9, 8(4));
- classificaties volgens NEN-EN 1993-2 bijlage F, NEN-EN 1993-2, 9.6 en NEN-EN 1993-1-9 + NB (in rangorde van geldigheid en inclusief bijbehorende eisen ten aanzien van toleranties, voorbewerking, lassen en NDO van NEN-EN 1993-2, bijlage F).

De in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F, tabel NB.7 aangegeven detaillering is verplicht voor bruggen voor wegverkeer in verkeerscategorie 1,2 en 3 (NEN-EN 1991-2/NB). Ontbrekende onderdeelafmetingen, plaatdikten en lasafmetingen (waar niet direct volgend uit de voorgeschreven detaillering) moeten worden bepaald (statisch en vermoeiing).

Tabel NB.7 van NEN-EN 1993-2/NB moet worden toegepast bij het ontwerp van nieuwbouwbruggen of bij de uitbreiding van bestaande bruggen. Tabel NB.8 moet worden toegepast bij de vaststelling van de vermoeiingsclassificaties van details van bestaande bruggen, NB.8 mag niet worden toegepast voor nieuwbouwbruggen of bij renovatie van bestaande bruggen.

9.1.3	Eis

De titel van deze paragraaf moet worden gelezen als “ontwerp en berekening van spoor- en wegverkeersbruggen”. De aangegeven detaillering / kritieke zones zijn ter illustratie (niet volledig). De gegeven figuren geven vermoeiingstechnisch kritieke zones weer voor troggen, dekplaat en trog-dwarsdrager verbinding en beogen niet een compleet overzicht van alle kritieke zones in een brug of orthotrope rijvloer aan te geven (voor orthotrope rijvloer, zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F).

9.4.1 (1) t/m (4)	Eis

Genoemde artikelen mogen niet worden gebruikt voor bruggen voor wegverkeer (zijn gekoppeld aan het gebruik van belastingmodel 3 voor vermoeiing, wat voor

stalen bruggen niet mag worden gebruikt, gebruik van vermoeiingsmodel 4 is verplicht volgens NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6)).

9.4.2	Eis

Onder de orthotrope rijvloer wordt verstaan:
- de dekplaat;
- de langsverstijvers;
- de aansluiting van langsverstijvers aan het dwarsdragerlijf.

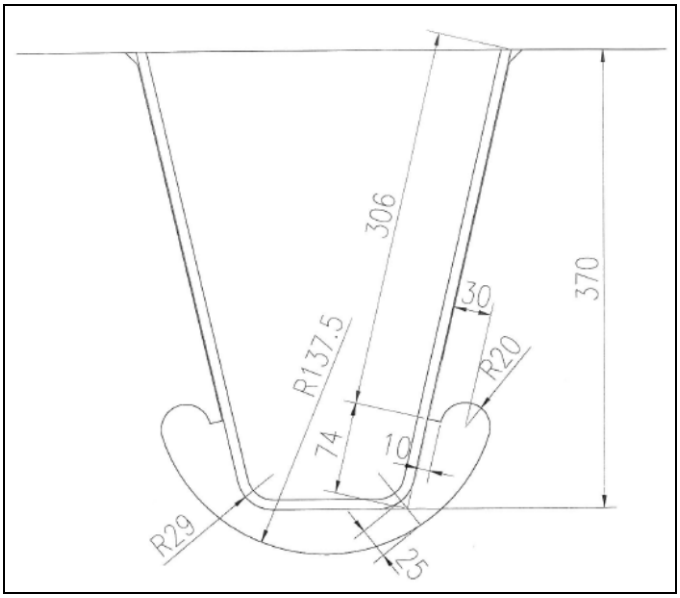
Voor de kritieke zones in een orthotrope rijvloer, benoemd in de figuren 9.1 en 9.2 van NEN-EN 1993-2 (ook in geval van trogdoorvoeren zonder “cope holes”) en aangevuld met de potentiële scheurlocaties zoals opgenomen in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F moet (tenzij in de ROK en/of NEN-EN 1993-2/NB anders is vermeld) gebruik worden gemaakt van een voldoende fijn FEM-model opgebouwd uit (minimaal) schaalelementen. Het model moet een representatief deel van voldoende omvang van het totale brugdek omvatten. Met het model (+nabewerking) moet het spanningswisselingsspectrum van de passerende wagens (wageninvloedslijnen te verkrijgen uit berekening individuele as/wiel-invloedslijnen met een voldoende kleine stapgrootte in en dwars op de rijrichting) van vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2/NB worden bepaald, waarna met NEN-EN 1993-1-9, bijlage A met classifcaties volgens NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F, de schade kan worden berekend. In geval NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F voor specifieke scheurlocaties een vereenvoudiging geeft, mag die worden gebruikt.
Voor zone 2 van figuur 9.1 moet (in het geval van doorgestoken troggen) onderscheid worden gemaakt tussen scheuren in de dekplaat ter plaatse van en tussen de dwarsdragers en scheuren in de langslas tussen het troglijf en de dekplaat (een en ander in overeenstemming met NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F).
Alternatieve (ten opzichte van bovenstaand vereenvoudigde) bepaling van de spanningen/schade is toegestaan, mits wordt aangetoond dat de gebruikte benadering de werkelijkheid voldoende benadert en conservatief is (met alternatief wordt niet bedoeld een ander vermoeiingsbelastingmodel dan is voorgeschreven).
Vermoeiingsanalyse in het hoofddraagsysteem en dwarsdragers/consoles mag worden uitgevoerd met spanningswisselingen volgend uit vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2 + NB op het elastische rekenmodel dat eveneens wordt gebuikt voor de statische analyse.

9.4.2.1	Eis

In genoemd artikel is aangegeven dat voor de langsverstijvers gebruik mag worden gemaakt van een analyse met een “continuous beam on elastic supports” voor de berekening van langsverstijvers op vermoeiing. Dit geldt primair voor de zones 3 en 4 van figuur 9.1 en 1 en 2 van figuur 9.2 bij controle op scheurvorming door vermoeiing in de langsverstijvers zelf. Zones 1, 2 en 5 mogen met een dergelijk vereenvoudigd model niet (of slechts gedeeltelijk) worden geanalyseerd.

9.4.2.2	Eis

“Cope-holes” zijn alleen toegestaan bij dwarsdragers met een constructiehoogte ≥ 1200 mm en een minimale lijfdikte van 12 mm. Als “cope-holes” worden gebruikt, moeten ze van het Haibach-type zijn (zie figuur 7-3, aan te passen aan projectspecifieke trogafmetingen). Bij de berekening moet tevens rekening worden gehouden met buiging uit het vlak van de dwarsdrager ten gevolge van de doorbuiging van de langsverstijvers (troggen) onder invloed van verkeer.



Figuur 7-3: "Cope-hole" Haibach-type

De classificatie van de randen van de plaat van een "cope-hole" moet bij een vermoeiingsberekening worden aangenomen als 140. Deze classificatie is exclusief geometrisch spanningsverhogende effecten (SCF = Spannings Concentratie Factoren).

9.5.1 t/m 9.5.2	Eis

De in genoemde artikelen gegeven procedure voor analyse van vermoeiing is gekoppeld aan het gebruik van vermoeiingsbelastingmodel 3 van NEN-EN 1991-2 en daarom niet toegestaan voor wegverkeer (vermoeiingsbelastingmodel 4 van NEN-EN 1991-2 moet worden toegepast volgens NEN-EN 1993-2/NB, 9.4.1(6)). Verwezen wordt naar de procedure genoemd onder 9.1.2 + 9.2.1 + 9.2.2 + 9.4.1.

9.6 (3)	Eis

Voor de vermoeiingsclassificatie van details van orthotrope rijvloeren wordt, in aanvulling op NEN-EN 1993-1-9 + NB, verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F, tabel NB.7. De classificaties in NEN-EN 1993-2/NB, tabel NB.7 (met bijbehorende eisen) gaan voor de classificaties in NEN-EN 1993-1-9, tabel 8.8, voor wat betreft de overeenkomende details.
De in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F, tabel NB.7 aangegeven detaillering voor orthotrope rijvloeren is verplicht voor bruggen voor wegverkeer in verkeerscategorie 1,2 en 3 (NEN-EN 1991-2/NB) bij keuze voor een orthotrope rijvloer met trogvormige langsverstijvers. De verplichting geldt met inbegrip van de eisen gesteld in de rechterkolom van de genoemde tabel (en betreft daarom voor een deel ook uitvoeringsaspecten). In verband met de projectspecifiek te bepalen constructieafmetingen ontslaat de verplichte detaillering (inclusief uitvoeringsaspecten) de opdrachtnemer niet van de plicht om middels berekeningen aan te tonen dat de constructie statisch en qua vermoeiing aan de gestelde eisen voldoet (sterkte en levensduur).
Qua rangorde gaan de uitvoeringseisen in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F, tabel NB.7 voor de eisen in de ROK paragraaf 7.20 (geldt alleen voor conflicterende eisen).

9.7	Eis

Ten aanzien van het gestelde met betrekking tot nabehandelen van lassen geldt: dit is alleen toegestaan voor bestaande bruggen, waarbij in aanvulling geldt dat moet worden aangetoond dat de te verkrijgen geometrie reproduceerbaar is en het positieve effect op de classificatie aantoonbaar is.

10.3	Eis

Zie tevens onder 7.10.

Bijlage A (opleggingen)	Eis

Bijlage A is informatief. Voldaan moet worden aan ~~NBD00702a + bijlage belastingcombinaties~~ RTD 1012.

Bijlage B (voegovergangen)	Eis

Bijlage B is informatief. Voldaan moet worden aan ~~NBD00400 + NBD00401 + NBD00710~~ RTD's 1007-1, 2 en 3.

Bijlage C (aanbevelingen voor het constructief detailleren van stalen brugdekken) Algemeen	Eis

Bijlage C (NEN-EN 1993-2 + NB) is informatief. Uitvoeringsaspecten, benoemd in bijlage C, zijn niet van toepassing (geldt overal waar verwezen wordt naar de tabellen C.3, C.4, C.5 en de tabellen zelf met uitzondering van tabel C.4 detail 16, zie hiervoor specifiek onder C.1.4.3 (2)). Voor uitvoeringsaspecten wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2 en de aanvullingen daarop in ROK paragraaf 7.20 en wordt, specifiek voor details van orthotrope rijvloeren van bruggen, tevens verwezen naar de aanvulling bij NEN-EN 1993-2, 9.6 en daarmee naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F. Laatstgenoemde bijlage geeft naast classificaties voor vermoeiing ook uitvoeringseisen (voorbewerking, min. lasafmetingen, lasgeometrie, toleranties, NDO) en gaat qua rangorde voor de bepalingen van NEN-EN 1090-2.
Voor ontwerpaspecten wordt met nadruk gewezen op NEN-EN 1993-2/NB, 9.6(2) ten aanzien van de verplichtingen tot verificatie op statische sterkte en vermoeiing en de ROK aanvulling op NEN-EN 1993-2, 9.6.
De in NEN-EN 1993-2/NB gegeven aanvullingen op de informatieve bijlage C gaan qua rangorde voor bijlage C van de norm (geldt alleen voor conflicterende zaken, items die elkaar aanvullen zijn beide van kracht).

Bijlage C (aanbevelingen voor het constructief detailleren van stalen brugdekken) Specifiek	Eis (E) / Toelichting (T)

Specifieke informatie uit bijlage C welke in onderstaand overzicht als eis (E) zijn aangegeven, moeten als normatief worden gezien (onder inachtname van het gestelde in 9.6(2) van de Nationale Bijlage):
~~C.1 "Highway bridges" moet worden gelezen als alle bruggen in RWS-contracten.~~

C.1.1(3) (E)	Informatie geldt niet alleen voor zwaar belaste rijstroken, maar voor de volledige breedte voor verkeer.
C.1.2.1 (T)	Dekplaatscheuren kunnen op meerdere locaties ontstaan. Zie bijvoorbeeld onder andere NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F,

	detail 1 (tussen de dwarsdragers in) en 2 (ter plaatse van de dwarsdragerdoorvoer), NEN-EN 1993-2/NB, tabel N.3 kritieke zones 1 en 2 en de verbindingslassen tussen dekplaatdelen onderling.
C.1.2.1(3) (E)	Composietwerking tussen stalen dek en (asfalt)slijtlaag mag rekenkundig niet worden gebruikt. Alleen de spreiding van het asfalt mag in rekening worden gebracht.
C.1.2.1 (E)	Figuur C.2 en C.3 zijn ter illustratie van de krachtswerking maar geen volledige basis voor modelvorming.
C.1.2.2 (E)	Vervangen door tekst in NEN-EN 1993-2/NB, bijlage C.1.2.2. (waarbij in tabel NB.5 “hogesterktebeton” moet worden verwijderd. Met nadruk wordt erop gewezen dat de minimale asfaltlaagdikte waarvoor de gegeven dekplaatdikten gelden 60 mm is.
C.1.2.3 (E)	Verbindingslassen tussen dekplaatdelen onderling moeten volledig doorgelaste X-naden zijn.
C.1.3.2 (E)	V-vormige langsverstijvers zijn niet toegestaan.
C.1.3.3(2) (E)	zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F detail 1, 2 en 3
C.1.3.4(1)+(3)+(4) (E)	zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F detail 5; de lasvolgorde beschreven onder (3) moet zijn aangehouden.
C.1.3.5.2(1)+(3) (E)	zie aanvulling bij 9.4.2.2
C.1.3.5.2(2) +(3)+(4) (E)	“cope hole”-vormen als bedoeld in dit artikel zijn niet toegestaan (zie 9.4.2.2)
C.1.3.5.3 (T)	Tussengelaste langsverstijvers mogen worden toegepast mits wordt voldaan aan de eisen voor statische sterkte en vermoeiingslevensduur.
C.1.4.2(2) (E)	Gelaste delingen in lijfplaten van dwarsdragers moeten volledig doorgelaste X-naden zijn.
C.1.4.3(2) (E)	In het geval de onderflenzen van dwarsdragers en hoofdliggers op één niveau liggen, moeten de aansluitingen volgens tabel C.4 detail 16 worden uitgevoerd met als aanvullende eis dat lassen minimaal 50 mm buiten de afronding moeten worden gesitueerd.
C.1.4.3(3) (E)	Delingen in flenzen van dwarsdragers moeten volledig doorgelaste X-naden zijn. Voor de tabellen C.3, C.4 en C.5 zie de algemene opmerkingen (met hierop één uitzondering: C.4 (16), zie bovenstaande eis bij C1.4.3(2))

Bijlage D (kniklengten van staven in bruggen en aannamen voor geometrische imperfecties)	Toelichting

Informatief; geen aanvullingen.

Bijlage E (combinatie van effecten van belastingen op lokale draagsystemen en globale draagsystemen	Toelichting

Volgens NEN-EN 1993-2/NB mag deze bijlage niet worden gebruikt, inhoudende dat de combinatie van effecten van belastingen op lokale draagsystemen en globale draagsystemen moet worden meegenomen zonder reductie van één van beide. Dit betekent feitelijk dat de bijlage wel kan worden gebruikt indien voor de combinatiefactor ψ de waarde 1 wordt gehanteerd.

Bijlage F, tabel NB.7	Eis

Bij de constructiedetails 1, 2 en 3 is een MDF (= Maximale DoorlasFout) h2 gedefinieerd. Doorslag van de las aan de binnenzijde van de trog is niet toegestaan (tenzij het gaat om een goed en vloeiend hechtende doorslag vanuit een handmatig aangelegde grondnaad). De MDF mag gemiddeld 1 mm zijn met een maximum van 1,5 mm.

7.14 Deel 5: Palen en damwanden

Aanvullingen op NEN-EN 1993-5 + NB.

4.4 (2)	Eis

NEN-EN 1993-5, Tabel 4-2 moet voor eroderende omstandigheden veroorzaakt door afspoeling, zoals bij sluizen, worden vervangen door tabel 7-3.

Tabel 7-3: Dikteverlies door corrosie van onbehandeld en onbeschermd staaloppervlak bij eroderende omstandigheden veroorzaakt door afspoeling, zoals bij sluizen (zones volgens NEN-EN 1993-5, fig. 4-1)

Ontwerplevensduur [jaar] **expositie**	**5**	**25**	**50**	**75**	**100**
zoet water, zone tussen laagste en hoogste schutpeil (zone B)	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
zoet water, zone boven hoogste schutpeil en zone onder laagste schutpeil (zones A en C)	0,25	1,25	2,5	3,75	5,0
zout water, zone tussen laagste en hoogste schutpeil (zone B)	0,25	1,25	2,5	3,75	5,0
zout water, zone boven hoogste schutpeil en zone onder laagste schutpeil (zones A en C)	0,75	3,75	7,5	11,25	15,0

Bij sluizen loopt zone C tot op de bodem; zone D is daar niet van toepassing.

Toelichting:
Aangezien in sluizen een door afspoeling eroderende omgeving aanwezig is, is de corrosiesnelheid in tabel 7-3 constant in de tijd. De waarden komen overeen met de 'Handreiking rekenmethodieken NIC, groene versie', de interne bureaurichtlijn die tot 2006 bij de afdeling Constructie Waterbouw van de Bouwdienst Rijkswaterstaat werd gehanteerd.

Dikteverlies kan onverwacht hoger uitvallen in de praktijk als gevolg van ALWC (Accelerated Low Water Corrosion) en / of MIC (Microbiological Induced Corrosion).

Om deze versnelde corrosie te kunnen tegengaan, moet het ontwerp en de plaatsing van damwanden zodanig zijn, dat kathodische bescherming op alle damwanden gedurende de hele ontwerplevensduur (dus ook na plaatsing) toegepast kan worden. Een voldoende elektrische geleiding tussen de afzonderlijke damwandelementen is hierbij essentieel.

Indien kathodische bescherming wordt toegepast om het eventueel optreden van ALWC / MIC tegen te gaan, moet een beschermingscriterium worden gehanteerd van – 900 mV of lager met betrekking tot Ag/AgCl referentie elektrode voor alle systemen gedurende de gehele levensduur van het systeem. Lager dan -1000 mV is niet toegestaan wegens mogelijke waterstofvorming.

D.2.2	Eis

Het plooigedrag van buispalen van combiwanden mag worden beoordeeld met CUR rapport 211E, paragraaf 6.6.6 “Local buckling of primary piles in combi-walls”.

Toelichting:
De regels voor plooi in NEN-EN 1993-1-6, waarnaar in NEN-EN 1993-5 is verwezen, zijn zeer conservatief. De controle op plooien moet enerzijds veilig zijn maar tegelijkertijd wel de stand van de huidige kennis reflecteren.

7.15 Natte kunstwerken en mechanische uitrustingen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie en 7.2.

Staalconstructies van natte kunstwerken moeten met betrekking tot de sterkte, duurzaamheid en bruikbaarheid gelijk worden gesteld aan bruggen en daarom voldoen aan hetgeen is gesteld in de ROK-delen voor bruggen (vast en beweegbaar) en de uitvoeringseisen in ROK paragraaf 7.20. Daar waar qua terminologie in genoemde ROK-delen specifieke brugcomponenten worden genoemd, moeten de corresponderende componenten van de natte kunstwerken worden gelezen.

Afwateringsgaten in de lijven van de regels van deuren moeten een minimale doorsnede van 80 mm hebben.

De mechanische uitrusting van natte kunstwerken moet met betrekking tot de sterkte en duurzaamheid gelijk worden gesteld aan de mechanische uitrusting van beweegbare bruggen en moet daarom voldoen aan hetgeen is gesteld in ROK paragraaf 7.16. Daar waar qua terminologie in ROK paragraaf 7.16 specifieke brugcomponenten worden genoemd, moeten de corresponderende componenten van de natte kunstwerken worden gelezen.

Voor de grondslagen en belastingen voor het ontwerp en de berekening van natte kunstwerken inclusief mechanische uitrustingen wordt verwezen naar ROK paragrafen 4.3 en 5.10.

~~Natte kunstwerken moeten worden voorzien van één of meerdere ijsbestrijdingsinstallaties.~~

Natte kunstwerken waarbij de mogelijkheid aanwezig is dat er problemen ontstaan tijdens strenge vorst door bevriezing en/of ijsgang, moeten worden voorzien van één of meerdere ijsbestrijdingsinstallaties.
N.B.: Deze ijsbestrijdingsinstallaties kunnen ook gebruikt worden als vuilbestrijding.

Bij puntdeuren met een electro-hydraulisch deurbewegingswerken moet voor elke deur een aparte hydraulische eenheid worden toegepast. Het doorvoeren van hydraulische leidingen/slangen onder het sluishoofd is niet toegestaan.

Bij nivelleerschuiven en rioolschuiven moet de bewegingssnelheid bij het openen traploos kunnen worden gevarieerd van 20% tot 130%, waarbij 100% de maximale ontwerpbeweegsnelheid van de schuif is.

7.16 Beweegbare bruggen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabel 7-1 en tabel 7-2.

Algemeen	Eis

Alle verwijzingen in NEN 6786/6787 naar de TGB 1990-serie, NEN 6788 en NEN 2063 moeten worden gelezen als verwijzingen naar de betreffende normen/artikelen in de NEN-EN 1990, NEN-EN 1991 serie en de NEN-EN 1993 serie inclusief bijbehorende Nationale Bijlagen en ROK-delen.

Noot:
In ROK paragraaf 13.14 zijn specifieke aanvullingen op de NBD06000 “Eisen voor hydraulische bewegingswerken” opgenomen.

Aanvullingen op NEN 6786.

5.2.7	Eis

De verlangde constructieve levensduur van hydraulische cilinders met een boring groter dan 300 mm bedraagt 50 jaar. Hierbij mag uitgegaan worden dat eenmaal tijdens de levensduur de afdichtingen en geleidingen worden vervangen.

Staalkabels mogen tijdens de ontwerplevensduur van de brug één of meer keren worden vervangen.

5.4.1.2	Eis

Als niets anders is vermeld, mag de benodigde bewegingstijd voor de noodaandrijving een factor 5 groter zijn dan die van de hoofdaandrijving.
Een noodaandrijving is vereist voor het brug-bewegingsmechanisme, sluisdeurbewegingsgmechanisme en dergelijke.
Voor het bewegingsmechanisme voor afsluitbomen, grendels en dergelijke is bij storing met de hand kunnen bewegen voldoende.
Voor het noodbedrijf kan gebruik worden gemaakt van delen van het bewegingsmechanisme voor het hoofdbedrijf.

Bij bruggen of sluizen met een electro-mechanische aandrijving moet het mogelijk zijn de bruggen of sluizen middels een handaandrijving af te stellen. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van delen van het normale brug- of sluisbewegingsmechanisme.

5.4.1.4	Eis

De toelichting bij 5.4.1.4 is normatief.

5.5	Eis

Als bij een gesloten brug door een storing of een bedieningsfout de rem wordt gelicht, dan moet de bruggen in gesloten stand blijven. Kortstondig opwippen van het val door de energie die vrijkomt uit het opzetmechanisme is toelaatbaar mits de verplaatsing door het opwippen niet groter is dan 30 mm. Voor deze situatie mag de windbelasting buiten beschouwing zijn gelaten.

8.2.1.2	Eis

De windsnelheid moet gemeten worden met een windmeter bij de brug. Voor bepalen van de toelaatbare windsnelheid waarbij de brug nog mag worden bewogen, wordt verwezen naar de toelichting bij 8.2.1.2.

8.4.2.2.2	Eis

Als er geen speciale maatregelen worden genomen, bijvoorbeeld in de vorm van elektrische of hydraulische koppelingen, dan moet elk brug-bewegingsmechanisme (in geval van toepassen van meerdere bewegingswerken) worden ontworpen op een belasting die gelijk is aan 2/3 van de totale belasting op de brug-bewegingsmechanismen samen. Dit geldt voor de belastingssituaties eenparig bewegen, begin openen vanuit gesloten stand en aanvang versnellen/vertragen in open stand. Bij slappe constructies, zoals ophaalbruggen met niet gekoppelde balansen en basculebruggen met een scharnierende ballastkist of hefbruggen, hoeft hier geen rekening mee te worden gehouden.

9.3.1.2	Eis

In NEN 6786 is de toetsing gebaseerd op 500000 openingen. Is het aantal bewegingen tijdens de constructieve levensduur duidelijk lager, dan is het in een aantal situaties acceptabel om met behulp van Wöhler-lijnen de toelaatbare spanning te verhogen. Het aantal belastingwisselingen waarmee gerekend moet worden is minimaal 4 maal het aantal openingen.

Dit geldt niet voor basculebruggen, ophaalbruggen en draaibruggen met een elektromechanische aandrijving. Het effect van de windbelasting op snel draaiende assen is op dit moment nog niet voldoende uitgezocht. Alleen na toestemming van de opdrachtgever is het toegestaan om bij minder brugopeningen de toelaatbare spanning te verhogen.

Ook voor hoofddraaipunten van beweegbare bruggen is een verhoging van de toelaatbare spanning, bij minder brugopeningen, niet toegestaan.

9.4.1.2.2.1	Eis

De factor K_n geldt alleen voor beweegbare bruggen.

9.5.2	Eis

Gelaste onderdelen moeten ten aanzien van vermoeiing getoetst worden aan NEN-EN 1993-1-9. Er moet worden uitgegaan van “safe life + high consequence” $\gamma_{M.f}$ = 1,35. Gerekend moet worden met de representatieve waarden van de belastingen volgens 8.4.2.1.2 van NEN 6786.

9.8.1.9	Eis

Dit geldt alleen voor tandwielkasten van motorreductoren. Bij wisselende belasting moeten de as-naaf-verbindingen van motorreductoren worden verlijmd (indien vermoeiing een rol speelt).

9.8.2.4.3	Eis

De boogtandkoppeling moet daarnaast getoetst zijn aan:

Voor een wisselende belasting:

$$\frac{M_{.r.nom}}{M_{.t.V.rep}} > 3.50$$

Voor een sprongbelasting:

$$\frac{M_{r.nom}}{M_{t.V.rep}} > 2$$

Voor overbelasten:

$$\frac{M_{.r.nom}}{M_{.t.O.rep}} > 0.8$$

$M_{t.V.rep}$ en $M_{t.O.rep}$ moeten worden bepaald volgens 9.8.1.2. $M_{r.nom}$ is de nominale waarde van het koppel van de beschouwde askoppeling (vermeld in de catalogus van de fabrikant).

10.1	Eis

Loopvlakken voor afdichtingen moetten corrosievast worden uitgevoerd, bijvoorbeeld vernikkelen/verchromen 100/60 µm.

10.3.1.1	Eis

Vlam- en inductie-geharde tanden zijn niet toegestaan.

10.4	Eis

Bij de aandrijfassen moeten boogtandkoppelingen worden gebruikt (met uitzondering van het gestelde in 10.4.2).
Bij korte aandrijfassen (bijvoorbeeld smalle basculebruggen) is het toegestaan elastische koppelingen, eventueel in combinatie met boogtandkoppelingen, toe te passen.
Koppelingen waarbij geen vaste verbinding tussen de koppelinghelften aanwezig is, zoals bij vloeistofkoppelingen, centrifugaalkoppelingen en dergelijke, mogen niet zijn toegepast. Vloeistofkoppelingen mogen wel gebruikt worden bij puntdeuren tussen de elektromotor en de tandwielkast om het maximaal koppel te begrenzen.
Elektromagnetische koppelingen mogen niet in de hoofdaandrijving maar slechts voor het inschakelen van de noodaandrijving zijn toegepast.
Elektromagnetische koppelingen mogen niet in een tandwielkast zijn gesitueerd.
Lamellenkoppelingen zijn niet toegestaan.

Elektromagnetische koppelingen voor inschakelen van het noodbewegingsmechanisme moeten worden voorzien van een sokkeldrager, een

overspanningbeveiliging, snelschakelaartoestel en naderingsschakelaar. De koppeling moet worden uitgevoerd als een naafkoppeling (tanden moeten op 1 as zitten, om uitlijnfouten te vermijden). De koppelingen mogen alleen in stilstand geschakeld worden. Pakt de koppeling niet dan moet de noodmotor kort gestart worden en het koppelen opnieuw geprobeerd worden.

10.5	Eis

Voor de hoofddraaipunten, draaipunten balanspriemen, draaipunten hangstangen van beweegbare bruggen zijn alleen dubbelrijige tonlagers toegestaan. Deze wentellagers moeten afkomstig zijn van een leverancier die aantoonbaar positieve ervaring heeft met het toepassen van gelijksoortige lagers in vergelijkbare situatie.

10.8	Eis

De toelichting moet als normatief worden gelezen.

10.8.1	Eis

Voor de bewegingswerken van ophaalbruggen, basculebruggen, hefbruggen, aanleginrichtingen, hefdeuren en dergelijke zijn alleen aparte blokkenremmen met veren toegestaan.

10.8.11	Eis

Om de remmen tegen weersinvloeden, verontreiniging, vet en dergelijke te beschermen, moeten de remmen worden voorzien van een beschermkap en één of meer verwarmingselementen. De beschermkap moet doorzichtig worden uitgevoerd.
De remvoeringen met de bijbehorende remtrommels of remschijven moeten inlopen totdat een acceptabel draagbeeld van de remvoeringen is verkregen en het remkoppel (wrijvingsfactor) slechts een beperkt verloop vertoont. Het benodigde remkoppel moet dan door middel van koppelmeting worden ingesteld. Aan het bewegingsmechanisme moet hiervoor een voorziening worden aangebracht. In het beheer- en onderhoudsplan moet de periodieke controle van het remkoppel worden opgenomen.

7.17 Geluidsschermen – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabel 7-1 en tabel 7-2.

Voor geluidsschermen zijn alle eisen inclusief de constructieve eisen met betrekking tot grondslagen, belastingen, sterkte en enz. opgenomen in de GCW (Richtlijnen Geluidsbeperkende Constructies langs Wegen). Voor stalen geluidsschermen is in de GCW voor de fabricage tevens de uitvoeringsklasse gedefinieerd. De GCW kan daarmee dienen als basisdocument wat voor het constructieve deel invulling geeft aan het gebruik van en de keuzes in de Eurocodes en NEN-EN 1090-2. De ROK (met name het NEN-EN 1090-2 deel in ROK paragraaf 7.20) moet, net als voor overige producten, worden gezien als nadere invulling van keuzes en (aanvullende) eisen.

7.18 Verkeerskundige draagconstructies – overige regels waarin Eurocode 3 niet voorziet

Voor de van toepassing zijnde normen (en documenten) zie tabel 7-1 en tabel 7-2.

Voor verkeerskundige draagconstructies (portalen en uithouders) wordt verwezen naar de documenten genoemd in tabel 2-7.

Toelichting:
In de inleiding van de componentspecificatie zijn de mogelijkheden beschreven ten aanzien van de keuze voor RWS-standaard VDC's of een RWS akkoord bevonden alternatief (vermeld in de betreffende documenten).

7.19 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-1 Constructieve delen van staal en aluminium – Deel 1: Eisen voor conformiteitsbeoordeling van dragende delen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1090-1.

7.20 Eisen voor uitvoering: NEN-EN 1090-2 Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies – Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies

Aanvullingen op NEN-EN 1090-2.

Nederlands voorwoord	Onjuistheid

Bij de vermelde norm EN 473 moet de Nederlandse norm "NEN-EN 437+A1" en de titel "Proefgassen – Proefdrukken – Toestelcategorieën" worden vervangen door de Nederlandse norm "NEN-EN 473" en de titel "Niet-destructief onderzoek – Kwalificatie en certificatie van personeel voor niet-destructief onderzoek – Algemene principles".

1	Eis

Constructiestaalsoorten voor warmgewalste producten boven S355 mogen niet worden toegepast.

1	Eis

Constructiestaalsoorten voor koudgevormde producten boven S355 mogen niet worden toegepast.

2	Eis

In NEN-EN 1090-2 genoemde documenten (normen, richtlijnen en andere documenten) inclusief de aanvullingen in de ROK zijn bindend. In de ROK kunnen bovendien documenten worden genoemd in aanvulling op hoofdstuk 2 van NEN-EN 1090-2, welke tevens als bindend moeten worden beschouwd.

2.7	Eis

In aanvulling op § 2.7 zijn met betrekking tot de corrosiebescherming ook de volgende normen van toepassing:

- SCON-2010-337-TCE Code of Practice metaalconservering
- (informatief) NBD16312 Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)
- (informatief) NBD16325 Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting
- (informatief) NBD16365 Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting

- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)
- OGOS-500-TRL Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel
- OGOS-501-TRL Eisen thermische spuitlagen; Handreiking
- NBD10300 Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)
- NEN-EN-ISO 2409 Verven en vernissen – Ruitjesproef
- NEN-EN-ISO 2812-2 Verven en vernissen - Bepaling van de weerstand tegen vloeistoffen - Deel 2: Methode met onderdompeling in water
- NEN-EN-ISO 4624 Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting
- NEN-EN-ISO 4628 2 t/m 6 Beoordeling van de kwaliteitsafbraak van verflagen - aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken
  Deel 2: Beoordeling van de mate van blaarvorming
  Deel 3: Beoordeling van de mate van roestvorming
  Deel 4: Beoordeling van de mate van barstvorming
  Deel 5: Aanduiding van de mate van afbladderen
  Deel 6: Beoordeling van de mate van krijten met tapemethode
- ~~NEN-EN-ISO 11341 Verven en vernissen - Kunstmatige verwering en blootstelling aan kunstmatige straling - Blootstelling aan gefilterde xenonboogstraling~~
- NEN-EN-ISO 16474-1 Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 1: Algemene richtlijn
- NEN-EN-ISO 16474-2 Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 2: Xenon-arc lampen
- NEN-EN-ISO 16474-3 Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 3: Fluorescerende UV-lampen
- ISO 16474-4 Verven en vernissen – Methoden van blootstelling aan laboratorium lichtbronnen – Deel 4: Carbor
- NEN-EN-ISO/IEC 17024 Conformiteitbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren
- NEN-ISO 19840 Verven en vernissen - Corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen op -Meetmethode en aanvaardingscriteria voor de droge laagdikte op ruwe oppervlakken
- ISO 20340 Paints and varnishes – Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures
- NEN 5254 Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem).
- ASTM A 380 Standard practice for cleaning, descaling, and passivation of stainless steel parts, equipment and systems.
- ASTM D 4752 Standard test method for measuring MEK resistance of ethyl silicate (inorganic) zinc-rich primers by solvent rub.
- NACE SP 0188 Discontinuity (Holiday) Testing of new protective coatings on conductive substrates.
- NACE No. 5/SSPC-SP 12 Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating.
- SSPC-SP1 Solvent cleaning
- SSPC VIS 4/NACE VIS7 Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting.

4.4.1	Eis

Indien alleen het ontwerp of het ontwerp (geheel of gedeeltelijk) en de uitvoering binnen het contract tot de verplichtingen behoort, moet bij het ontwerp, waar van toepassing, in overeenstemming met de uitvoeringsnormen (NEN-EN 1090) en de aanvullingen daarop in paragrafen 7.19 en 7.20 worden gewerkt en moet bij of ten behoeve van de overgang van ontwerp naar uitvoering de, vanuit het ontwerp bepaalde en noodzakelijke, aanvullende informatie op de uitvoeringsnormen worden verstrekt (NEN-EN 1090-2, tabel A1) en moet de invulling van de keuzemogelijkheden (NEN-EN 1090-2, tabel A2) worden verstrekt (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering, met onderbouwing), beide in overeenstemming met de aanvullende eisen en keuzen zoals opgenomen in paragrafen 7.19 en 7.20, als onderdeel van het DO. Specifieke eisen aan staalconstructies of mechanische uitrustingen, voortkomend uit het ontwerp, welke niet automatisch uit de ontwerpnormen of de uitvoeringsnormen of de ROK volgen moeten op de op te leveren DO-tekeningen worden vermeld. De DO-tekeningen omvatten alle constructieve delen inclusief dimensies, verbindingsmiddelen (lassen en bouten inclusief dimensies) en materiaal-definities. De DO-berekeningen omvatten een volledige berekening van alle onderdelen. Indien alleen uitvoering binnen het contract tot de verplichting behoort, en bovenstaande informatie is niet vanuit het ontwerp beschikbaar gesteld, dan moet de uitvoerende partij betreffende informatie opstellen in samenspraak met de ontwerper.

4.1.2	Eis

~~De in NEN-EN 1090-2 toegepaste “uitvoeringsklassen” (EXC 1, 2, 3 en 4) moeten voor gangbare RWS-producten worden ontleend aan tabel 7-4, tenzij contractueel anders is bepaald.~~

In juni 2014 is het wijzigingsblad A1 bij NEN-EN 1993-1-1 uitgekomen. Dit wijzigingsblad voegt een nieuwe bijlage C toe, waarin de keuze van de uitvoeringsklasse voor staalconstructies wordt geregeld als vervanging van de informatieve bijlage B van NEN-EN 1090-2 (welke in een toekomstige versie van NEN-EN 1090-2 zal worden geschrapt). In het verlengde van en in aanvulling op genoemde documenten moet voor de keuze van de uitvoeringsklasse voor de meest voorkomende RWS-producten Tabel 7-4 worden gehanteerd, tenzij contractueel anders is bepaald.

Tabel 7-4: Aan te houden uitvoeringsklasse

Product	**Gevolgklasse (Consequence class)**	**Uitvoerings Klasse** [1)]
Vaste stalen bruggen en staaldeel vaste staalbetonbruggen	2	3
	3	4
Stalen palen en damwanden	-	n.t.b.
Staalbouwkundig deel beweegbare stalen bruggen	2	3
	3	4
Staalbouwkundig deel waterbouwkundige staalconstructies	2	3
	3	4
Mechanische uitrusting van beweegbare stalen bruggen en waterbouwkundige staalconstructies	2	3
	3	4
Geluidsschermen	allen	2/3 (zie GCW)

Product	**Gevolgklasse (Consequence class)**	**Uitvoerings Klasse** [1)]
Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders)	2 ~~allen~~	3
Bijbehorende onderdelen: • opleggingen bruggen • voegovergangen bruggen • (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk • inspectie- en onderhoudsvoorzieningen (banen, wagens) • inspectie- en onderhoudsvoor-zieningen (paden)	 allen 	 3 3 2 3 2
[1)] De uitvoeringsklasse is van toepassing op alle onderdelen van de constructie.		

Daar waar het producten betreft welke niet in de ROK worden behandeld, moet de uitvoeringsklasse worden gekozen op basis van NEN-EN 1993-1-1+C2/A1.

4.1.4	Eis

Ten aanzien van de te stellen toleranties wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 11 en de bijbehorende ROK aanvullingen. Voor orthotrope rijvloeren van bruggen wordt voor toleranties tevens verwezen naar NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F.

Geometrische toleranties vanuit het ontwerp:
In de ontwerprapportage moet een tolerantiebeschouwing worden uitgevoerd en vastgelegd. Het resultaat van de tolerantiebeschouwing moet worden opgenomen op de DO-tekeningen. De tolerantiebeschouwing moet de toleranties, voortkomend vanuit het ontwerp, benodigd voor de fabricage, montage en gebruik en die afwijken ten opzichte van NEN-EN 1090, vastleggen. De tolerantiebeschouwing moet tevens de keuzes met betrekking tot toleranties in NEN-EN 1090, te maken door de ontwerper, vastleggen.

Toelichting:
De gegeven toleranties in NEN-EN 1090 betreffen algemene toleranties op onderdelen van een eindproduct. Specifieke toleranties kunnen bijvoorbeeld voortkomen vanuit de NEN-EN 1993-serie, koopproducten (voegen, opleggingen, lagers, tandwielkasten, etc.) of vanuit eisen in de ROK. Deze specifieke toleranties, die voortkomen uit ontwerpkeuzes, moeten worden vastgelegd in de tolerantiebeschouwing.

4.2.2	Eis

Een kwaliteitsplan voor de vervaardiging is vereist. Bijlage C moet in dit kader als normatief worden gezien en als aanvullend op de eisen in het contract met betrekking tot dit aspect.

5	Toelichting

Voor de onderstaande materialen zijn, aanvullend, de ROK bepalingen bij de volgende artikelen van NEN-EN 1090-2 van toepassing:
- Gietstaal, zie onder 5.4;
- Smeedstaal, zie onder 5.12;
- Nodulair gietijzer, zie onder 5.13.

5.2	Eis

Voor alle risicovolle constructieve delen (constructiestaal en RVS) van een kunstwerk is een 3.2 certificaat volgens NEN-EN 10204 verplicht. In dit kader worden onder risicovolle onderdelen die onderdelen verstaan die (mede-)bepalend zijn voor het draagvermogen, de veiligheid of de beweging van de constructie ~~(alle onderdelen van de mechanische uitrusting, waarbij voor tandwielkasten verwezen wordt naar NBD00500)~~. Materiaal voor verf- en inspectiewagens, voor verf- en inspectiewagenbanen en voor inspectiepaden moeten als risicovol worden gezien, maar mogen worden geleverd met een 3.1 certificaat volgens NEN-EN 10204. Voor niet-risicovolle constructies (bijvoorbeeld beugels voor het dragen van de hemelwaterafvoer en het dragen van kabelgoten voor kabels en leidingen en dergelijke) mag worden volstaan met een 2.2 certificaat volgens NEN-EN 10204.

Verder moet aan de volgende eisen worden voldaan:

- De traceerbaarheid moet voldoen aan EXC3 of hoger.
- Het vereiste keuringsdocument voor constructieve boutcombinaties en deuvels is 3.1 volgens tabel B.1 van NEN-EN 10204.
- Voor voegovergangen en opleggingen zie de RTD's over deze onderwerpen.
- Afwijkend van NEN-EN 1090 geldt: in uitvoeringsklasse 2, 3 en 4 moeten alle constructieve onderdelen van een kunstwerk in alle stadia naspeurbaar zijn (van ontvangst tot de periode van sloop van het totale kunstwerk).
- Markering is vereist.
- In afwijking van paragraaf 10.2 van NEN-EN 10204 en 10219 moet bij gebundelde buisproducten de markering op het buisprofiel zijn aangebracht.
- Markering/identificatie (en vastlegging ten behoeve van einddocumentatie) volgens 6.2.

5.3.1	Eis

Aanvullende eisen aan constructiestaal voor risicovolle onderdelen (voor de definitie wordt verwezen naar 5.2):

- Basiseis:
  Alleen constructiestaalsoorten welke voldoen aan de eisen van NEN-EN 10025-1, 2 en 3 en onderliggende normen zijn toegestaan (met als aanvulling hierop NEN-EN 10210-1 en NEN-EN 10219-1 voor respectievelijk warmvervaardigde en koudgevormde buizen). Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit de NEN-EN 10025 serie volgen, dan gelden deze strengere eisen. Staalsoorten waarvoor in de NEN-EN 10025 serie geen eis voor de kerfslagwaarde is opgenomen, mogen niet worden toegepast.
- Leveringstoestand:
  Alleen genormaliseerd constructie staal ("N") mag worden gebruikt.
- Sterkteklasse:
  Staalsoorten met een sterkteklasse hoger dan S355 zijn niet toegestaan.
- Koudvervormen:
  Voor toepassingen waarbij het staal in de eindtoestand koudvervormd is (bv troggen), moeten staalsoorten met de type aanduiding "C" toegepast worden.
- Lasbaarheid:
  Voor alle producten en productdikten is een C eq (koolstofequivalent) van meer dan 0,40 (smelt analyse) berekend volgens NEN-EN 10025-1 niet toegestaan, ongeacht aanvullende bepalingen en uitzonderingen welke uit NEN-EN normen kunnen volgen. Voor alle producten en productdikten is een koolstofpercentage

van minder dan 0,16 (smelt analyse) vereist, ongeacht aanvullende bepalingen en uitzonderingen welke uit NEN-EN normen kunnen volgen.

- Mechanische waarden:
  Voor materiaaldikten groter dan waarin deze normen voorzien, moeten waarden worden gehanteerd welke expliciet zijn overeengekomen met RWS.
- Sterkte en breukrek:
  De waarden voor de treksterkte, vloeigrens en de breukrek in andere richtingen dan de walsrichting (uitgezonderd de dikte richting) moeten minimaal gelijk zijn aan de vereiste waarden in de walsrichting (gemiddeld én individueel).
- Producten die loodrecht op hun oppervlak worden belast, moeten voldoen aan kwaliteitsklasse Z35 volgens tabel 1 van NEN-EN 10164.
  Voor hoog belaste onderdelen en onderdelen die bij lokaal bezwijken leiden tot bezwijken van de hoofddraagconstructie of leiden tot niet-beschikbaarheid, moet de plaat ter plaatse van de las ultrasoon worden onderzocht op dubbelingen en andere fouten (zie ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4) volgens NEN-EN 10160 klasse S1E1. Hierbij zijn indicaties in een gebied van 100 mm, gemeten vanaf de locatie van de las, niet toegestaan.
- Kerfslagwaarden
  Een kerfslagwaarde van minimaal 27 J moet worden gegarandeerd bij een T_{Ed} volgens NEN-EN 1993-1-10+NB van maximaal -20°C (tenzij uit toepassing van NEN-EN 1993-1-10+NB een strengere eis volgt). De kerfslagwaarden in andere richtingen dan de walsrichting (uitgezonderd de dikte richting) moeten minimaal 75% bedragen van de vereiste waarden in de walsrichting (gemiddeld én individueel).
- Indien de constructie of het constructieonderdeel dompel- (thermisch) verzinkt wordt, moeten hiervoor aanvullende eisen worden gesteld.
- Certificaat zie onder 5.2.

Eisen aan constructiestaal voor niet risicovolle onderdelen (definitie zie 5.2):

- de staalsoort moet ten minste worden geleverd in de kwaliteit J0.
- Indien de constructie of het constructieonderdeel dompel- (thermisch) verzinkt wordt, moeten hiervoor aanvullende eisen worden gesteld.
- Certificaat zie 5.2.

Informatie/waarschuwing:
Bij een tweetal projecten in Nederland zijn tijdens/na het lassen van platen met verbeterde eigenschappen in dikterichting (Z35) scheuren opgetreden evenwijdig aan het plaatoppervlak. In beide gevallen betrof het een detaillering conform onderstaande schets waarbij tevens gold dat vrije krimp van de lassen door omliggende constructiedelen in sterke mate werd verhinderd. De scheuren bevonden zich exact in het midden van de in de dikterichting aangesproken plaat (gele plaat).



Figuur 7-4: Belasting in dikterichting

Nog niet afgerond onderzoek leidt vooralsnog tot de volgende voorlopige conclusies:
- Het lasdetail is verre van optimaal (de in de dikterichting belastte plaat inkorten en als backing gebruiken voor een V-naad met vooropening tussen de “blauwe” platen, verdient ten aanzien van dit aspect de voorkeur);
- De plaat welke op zijn dikte-eigenschappen wordt aangesproken heeft op de plek waar deze het meest op zijn dikte-eigenschappen wordt aangesproken een snijrand die de dikte-eigenschappen kan beïnvloeden;
- Continu gegoten materiaal kan zogenaamde “mid-line” of “center-line” segregatie vertonen. Genoemde dunne segregatie laag heeft een afwijkende materiaalsamenstelling. Het lijkt erop dat die laag wel de sterkte haalt, maar slechts een beperkte breuktaaiheid heeft (waardoor kleine onvolkomenheden gecombineerd met hoge rekken tot scheurvorming leiden). De segregatie-laag lijkt bij een beperkt aantal continu gegoten platen aanwezig te zijn. De standaard beproevingsmethoden voor Z-kwaliteit tonen de aanwezigheid en de eigenschappen van een dergelijke segregatie-laag niet aan.

5.3.4	Eis

Verwezen wordt naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.3.1.

5.4	Eis

Deze aanvulling geldt voor gietstaal voor constructieve toepassingen.

De materiaaleisen volgens NEN-EN 10340 en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen beide partijen (opdrachtgever/opdrachtnemer) is overeengekomen. Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan volgens NEN-EN 10340, dan gelden deze strengere eisen.
- Het gietstuk moet altijd in normaalgegloeide (+N) of veredelde toestand (+QT) worden geleverd.
- De oppervlakte gesteldheid moet voldoen aan de eisen van de constructeur en moet geschikt zijn voor conservering en NDO onderzoek.
- De maatafwijkingen van gegoten onderdelen van gietstaal mogen niet groter zijn dan de gietstuktolerantiekwaliteit CT8 volgens NEN-ISO 8062-3.
- De in een doorsnede, van gegoten onderdelen van gietstaal, aanwezige imperfecties mogen ten hoogste gelijk zijn aan de in NEN-EN 12680-1 genoemde acceptatiegrens voor “severity level” 2.
- Indien aan deze gegoten onderdelen gelast moet worden, mag het C-equivalent maximaal 0,40 bedragen (smelt analyse).
- Voor alle materialen geldt een minimale KV van 27 J bij - 20°C in de als geleverde toestand.
- Voor alle materialen geldt een minimale breukrek van 15% in de als geleverde toestand.
- Reparatie of productielassen is alleen in overleg met de constructeur toegestaan, mits de minimale kwaliteit is gewaarborgd. Na het lassen moet het product altijd onderworpen worden aan een warmtebehandeling (N of QT). Deze handelingen moeten onderbouwd worden met documenten.
- Het onderdeel/werkstuk zal geheel US volgens NEN-EN 12680-1 klasse 2 en magnetisch volgens NEN-EN 1369 met indicatie van LM en AM 2, onderzocht moeten worden.
- De gietstukken moeten in de geleverde toestand minimaal beschermd zijn tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moeten voldoen aan de eisen van EXC3 of hoger.

- Producten moeten minimaal geleverd worden met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473.
- Kabelsockets moeten als extra controle RT onderzocht worden volgens NEN-EN 12681. Er zijn geen indicaties toegestaan, tenzij door de constructeur en fabrikant aangetoond kan worden dat het type, de ligging en de grootte van de discontinuïteit de sterkte niet beïnvloed gedurende de gehele levensduur van het kunstwerk.

Keuringsdocumenten:
De volgende documenten moeten minimaal onderdeel uitmaken van de op te leveren complete documentatie:
- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingsrapporten.
- Eventuele overstempel verklaringen.
- Alle NDO rapporten; UT, MT, PT of RT.
- Gloeidiagrammen en verklaringen
- Bij reparatielassen ook opgave van posities van de reparaties, inclusief afmetingen en NDO- rapport. LMB en LMK en gloeidiagram(men).

Vast aangegoten proefstukken zijn verplicht.

5.6.1	Eis

Alle koolstofstalen verbindingsmiddelen en afdichtings/onderleg/sluitringen moeten thermisch worden verzinkt~~, waarbij de draad van de bout/het anker niet mag worden ondersneden~~. Uitzonderingen hierop zijn:
- pasbouten
- situaties waarbij in verband met duurzaamheid de voorkeur uitgaat naar roestvast stalen bouten

Bij thermisch verzinkte bouten met een treksterkte groter of gelijk aan 1000 MPa moeten per charge minimaal de volgende proeven worden uitgevoerd:
- 3 x trekproef en 3 x belastingproef van de bout-moer combinatie, waarbij boven de moer 2 volle draadgangen aanwezig zijn.
- Belastingproef volgens NEN-EN-ISO 898-1 paragraaf 9.6.
  De waarden van de trekproef moeten voldoen aan NEN-EN ISO 898-1 tabel 4.
- 3 x hardheidsmeting volgens voorschrift NS CTO 3L10314254 d.d. 840807, de hardheid mag niet meer dan 370 HV 0,3 bedragen.
- Opkoling, volgens NEN-EN ISO 898-1 paragraaf 8.9.1.5 mag niet optreden.

Thermisch verzinkte bevestigingsmiddelen moeten na montage worden voorzien van hetzelfde conserveringssysteem als de te verbinden delen. Hierbij moet de voorbehandeling en primer zijn afgestemd op de ondergrond. Uit corrosieoogpunt zijn geen spleten toegestaan.

5.6.3	Eis

De minimale corrosiebestendigheid en materiaalkwaliteit voor roestvaststalen bouten moet A4-80 volgens NEN-EN-ISO 3506-1 en 2 zijn.

5.6.4	Eis

Hogesterkte constructieve boutcombinaties moeten van het HV-systeem zijn. De andere opties, constructieve boutsets volgens het HR-systeem en de de HRC-bouten, zijn niet toegestaan.

5.6.5	Eis

Directe spanningsaanduiders zijn niet toegestaan.

5.6.7	Eis

Wapeningsstaal mag niet worden gebruikt voor fundatiebouten.

5.6.8	Eis

Zie ROK aanvulling op 8.2.1.

5.6.12	Eis

Bijlage K geldt als normatief voor zeskantinjectiebouten. Voor aanvullende informatie wordt verwezen naar NEN-EN 1993-2+NB.

5.8	Eis

Voor ondersabeling van brugopleggingen is RTD 1012 van toepassing. ~~Voor ondersabeling van verkeerskundige draagconstructies is het PVE Verkeerskundige draagconstructies van toepassing.~~

5.9	Eis

Voor dilatatievoegen voor bruggen zijn ~~NBD00710~~ RTD's 1007-1, 2 en 3 van toepassing.

5.10	Eis

Voor staalkabels voor werktuigbouwkundige constructies zie RTD 1020.

5.11	Eis

Voor brugopleggingen is ~~NBD0702a~~ RTD 1012 van toepassing.

5.12	Eis

Deze aanvulling geldt voor smeedstalen onderdelen en voor gewalste onderdelen van de mechanische uitrusting van veredeld- of carboneerstaal.

Assen (transmissie- en draaipuntsassen, pennen, en dergelijke) en open tandwieloverbrengingen mogen bij een maximale diameter van 200 mm van het nog onbewerkte halffabrikaat/staafstaal, voorafgaand aan het verspanend bewerken, worden geleverd als gewalst staal. Boven deze diameter is alleen smeedstaal toegestaan. Als van het betreffende onderdeel de verhouding tussen de kleinste en de grootste diameter kleiner is dan 0,7 ($d_{min}/d_{max} < 0,7$), moet het betreffende onderdeel vrijvorm worden gesmeed volgens NEN-EN 10250 1 t/m 3. Voor onderdelen van tandwielkasten mag hier in overleg van worden afgeweken.

De materiaaleisen volgens NEN-EN 10025, NEN-EN 10083 1 t/m 3, NEN-EN 10084, NEN-EN 10250 1 t/m 3 en onderliggende normen zijn verplicht. Assen moeten worden vervaardigd uit veredel- of carboneerstaal volgens NEN-EN 10083 1 t/m 3, NEN-EN 10084 en NEN-EN 10250 1 t/m 3.

Aanvullende eisen:
- De oppervlakte gesteldheid moet voldoen aan de eisen van de constructeur en moet geschikt zijn voor conservering en NDO onderzoek.
- Indien aan onderdelen gelast moet worden, mag het C-equivalent maximaal 0,40 bedragen (smelt analyse).
- Voor alle materialen geldt, indien er gelast aan moet worden, een minimale KV van 27 J bij - 20° in de als geleverde toestand.
- De onderdelen moeten in de geleverde toestand minimaal beschermd zijn tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moeten voldoen aan de eisen van EXC3 of hoger.
- Producten moeten minimaal worden geleverd met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473. Voor (smeed-)staal voor tandwielen in tandwielkasten wordt voor de keuringen verwezen naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.14.
- De korrelgrootte moet minimaal 6 zijn volgens NEN-EN-ISO 643.
- De kerfslag- en rek-waarden in andere richtingen dan de strekrichting (l) moeten minimaal 75% bedragen van de vereiste waarden van de in de norm vermelde waarden in de strekrichting (gemiddeld én individueel).

Aanvullende eisen voor assen en open tandwieloverbrengingen uit gewalst staal:
- Het onderdeel moet geheel US worden onderzocht volgens NEN-EN 10308.
  A) voor ferritisch en martensitisch staal:
     - acceptatienivereau klasse 4 volgens NEN-EN 10308 voor onderdelen vervaardigd uit rond staafstaal met een diameter ≤ 75 mm;
     - acceptatieniveau klasse 3 volgens NEN-EN 10308 voor onderdelen vervaardigd uit rond staafstaal met een diameter > 75 mm en ≤ 200 mm:
  B) voor austenitisch en austenitisch-ferritisch staal:
     - acceptatieniveau klasse 3 volgens NEN-EN 10308 voor onderdelen vervaardigd uit rond staafstaal met een diameter ≤ 200 mm

Aanvullende eisen voor smeedstalen onderdelen:
- Het smeedstuk moet altijd in normaalgegloeide (+N) of veredelde toestand (+QT) worden geleverd.
- De doorsmedingsgraad moet groter zijn dan 3,0.
- Wanneer de maatgevende doorsnede, voor de mechanische eigenschappen, groter is dan de betreffende norm aangeeft, dan is de SEW-550 van toepassing.
- Na het lassen moet het product altijd worden onderworpen aan een warmtebehandeling (N of QT). Deze handelingen moeten worden onderbouwd met documenten.
- De afwezigheid van waterstofscheuren moet tot aan het eindproduct worden gegarandeerd. Een eventuele controle hierop a.d.h.v. metingen moet minimaal 24 uur na de laatste bewerking van het (eind)product worden uitgevoerd.

- Het onderdeel moet geheel US worden onderzocht volgens NEN-EN 10228-3 klasse 3 en MT-onderzoek volgens NEN-EN 10228-1 acceptatieniveau klasse 4, of, indien MT-onderzoek niet mogelijk is, een PT onderzoek volgens NEN-EN 10228-2 acceptatieniveau klasse 4.
- De vezelrichting in het eindproduct moet door de constructeur worden aangegeven en in het eindproduct worden aangetoond.

Keuringsdocumenten:
De volgende documenten moeten, zover van toepassing, minimaal onderdeel uitmaken van de te leveren complete documentatie:
- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingen.
- Eventuele omstempelverklaringen.
- Alle NDO rapporten; US, MT, PT of RT.
- Gloeidiagrammen en verklaringen.
- Bij reparatielassen ook opgave van posities van de reparaties, inclusief afmetingen en NDO-rapport. LMB en LMK en gloeidiagram(men).

5.13	Eis

Deze aanvulling geldt voor nodulair gietijzer. Hieronder wordt verstaan nodulair gietijzer volgens NEN-EN 1563. Het gaat hierbij om grote tandwielen, kabelschijven en dergelijke.

De materiaaleisen volgens NEN-EN 1563 en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen. Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit deze norm volgt, dan gelden deze strengere eisen.

Aanvullende eisen:
- Het gietstuk moet voldoen aan de eisen, vermeld in NEN-EN 1563 met de bijbehorende en onderliggende normen, voor dit materiaal en werkstofnummer.
- De microstructuur moet voldoen aan NEN-EN-ISO 945 Type VI.
- De mechanische waarden moeten voldoen aan de waarden in tabel 3 van NEN-EN 1563 (Aangegoten proefstaaf).
- De oppervlaktegesteldheid moet voldoen aan de eisen, in de normen, voor het uitvoeren van een conservering.
- De maatafwijkingen van gegoten onderdelen van gietstaal mogen niet groter zijn dan de gietstuktolerantiekwaliteit CT8 volgens NEN-ISO 8062-3.
- De in een doorsnede, van gegoten onderdelen van gietstaal, aanwezige imperfecties mogen ten hoogste gelijk zijn aan de in NEN-EN 12680-1 genoemde acceptatiegrens voor “severity level” 2.
- Oppervlakte fouten mogen, in overleg met de constructeur, gerepareerd worden, mits de kwaliteit gewaarborgd blijft en gedocumenteerd.
- Alle onderdelen moeten, in de geleverde toestand, herleidbaar/ geïdentificeerd kunnen worden naar het certificaat.
- Alle onderzoeksresultaten moeten worden vastgelegd op een certificaat.
- De oppervlaktegesteldheid moet voldoen aan de eisen in de normen voor het uitvoeren van NDO-onderzoek.
- Het US-onderzoek zal voor het hele product moeten worden uitgevoerd volgens NEN-EN 12680-3 klasse 3.

- Het hele product moet worden onderzocht met MT-onderzoek volgens NEN-EN 1369 niveau LM/AM2. Indien dit niet mogelijk is, mag ook een PT- onderzoek, volgens NEN-EN 1371 niveau 1, worden uitgevoerd.
- Geconstateerde, in- en uitwendige fouten, buiten de norm, moeten tot afkeur leiden.
- De onderdelen moeten in de geleverde toestand minimaal zijn beschermd tegen corrosie voor transport.
- De traceerbaarheid en identificatie moet voldoen aan EXC3 of hoger.
- Producten moeten minimaal worden geleverd met een 3.2 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204. Het NDO onderzoek mag ook worden uitgevoerd volgens een 3.1 procedure (NEN-EN 10204), mits de uitvoerende onderzoekers in het bezit zijn van een level 2 certificaat volgens NEN-EN 473.

Keuringsdocumenten
De volgende documenten moeten minimaal onderdeel uitmaken van de te leveren complete documentatie:
- Origineel materiaalcertificaat van fabrikant.
- Alle materiaal beproevingen en onderzoeken
- Eventuele overstempelverklaringen.
- Alle NDO rapporten; UT, MT, PT of RT.
- Verklaringen.

5.14	Eis

Deze aanvulling geldt voor tandwielkasten en open tandwieloverbrengingen.

Tandwielkasten (motorreductoren) die binnen de randvoorwaarden van RTD 1018 vallen, moeten minimaal voldoen aan de eisen in RTD 1018. Tandwielkasten buiten de randvoorwaarden van RTD 1018, moeten voldoen aan de eisen in RTD 1019.

Open tandwieloverbrengingen moeten voldoen aan de eisen in de RTD 1019.

~~Algemeen:~~
~~Voor gietstalen, gesmede onderdelen gelden respectievelijk de ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, 5.4 en 5.12. Voor tandwielen van nodulair gietijzer geldt de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 5.13.~~

~~De materiaaleisen volgens de van toepassing zijnde normen en onderliggende normen zijn verplicht, tenzij anders, schriftelijk, tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen. Indien in de ROK of middels verwijzingen strengere eisen worden gesteld dan uit de normen volgt, dan gelden deze strengere eisen aan het eindproduct.~~

~~Aanvullende eisen:~~
- ~~Gelaste constructies, tandwielkasten, heugels en dergelijke, moeten na het lassen spanningsarm worden gegloeid, volgens de eisen van NEN-EN 17663.~~
- ~~Oppervlakteharden van tanden van tandwielen en rondsels:~~
- ~~Alleen carboneren volgens NEN-EN 10084 is toegestaan. De doorhardings eigenschappen moeten worden aangetoond met een Jominyproef.~~
- ~~De hardheid van het eindproduct moet overal kleiner zijn dan 550 HV10.~~
- ~~De aanbevolen Eht waarden volgens ISO 6336-5 par. 5.6.2 moeten worden aangehouden.~~

- ~~De overgangen van boringen kastdelingen en voetplaat moeten 100% NDO, klasse 2, worden onderzocht volgens NEN-EN 1371-1 en worden vastgelegd op een keuringsrapport 3.1.~~
- ~~Producten moeten minimaal worden geleverd met een 3.1 keurings-certificaat volgens NEN-EN 10204 voor de halffabrikaten.~~
- ~~Het samengestelde eindproduct moet worden geleverd met een 3.2 certificaat.~~

~~Keuringsdocumenten~~
~~De volgende documenten moeten minimaal onderdeel uitmaken van de te leveren complete documentatie:~~
- ~~Alle materiaal beproevingsrapporten met opgave van de ligging /positie van de proefstaven / stukken.~~
- ~~Eventuele overstempelverklaringen.~~
- ~~Alle NDO rapporten en Warmtebehandelingen.~~
- ~~Verklaringen~~

6.2	Eis

In aanvulling op hetgeen is vermeld bij NEN-EN 1090-2, 5.2, geldt het volgende:
1. Markering (mbt de onderstaande punten I t/m V) uitsluitend zichtbaar tijdens de productiefase
2. Identificatie schriftelijk vastleggen op de as-build pakket, volgens een door de opdrachtnemer te bepalen systeem

Identificatie en naspeurbaarheid omvatten in het kader van dit document de onderstaande punten:
I. Vastleggen van de plaats van lasnaden in constructies.
II. Markeren, stempelen of etiketteren van lasnaden moet geschieden inclusief de persoonlijke identificatie van lasser en/of lasoperateur.
III. Kwalificatie van lasser en lasprocedure.
IV. Markeren van uitgevoerd onderzoek.
V. Plaats van een uitgevoerde reparatie(s).
VI. Vastleggen van de plaats van de basisproducten (per product) gerelateerd aan de gedefinieerde keuringsdocumenten.

De methode van markeren van de relatie tussen de basisproducten en de certificaten van materialen is naar keuze van de opdrachtnemer. Het gebruik van hard gestempelde ingeslagen of geboorde merktekens is niet toegestaan. Bij gebruik van stempelen zijn alleen “softstamps / low stress stamps” toegestaan.

6.4.2	Eis

Knippen en knabbelen is niet toegestaan.

6.4.4	Eis

Tabel 10 is van toepassing.

6.5	Eis

Voor toepassingen waarbij het staal in de eindtoestand koudvervormd is (bijvoorbeeld troggen), moeten staalsoorten met de type aanduiding “C” worden toegepast.

6.6.1	Eis

De maximale toelaatbare gatspeling voor bouten M12 en M14 in normale gaten bedraagt 1 mm.

6.6.3	Eis

Voor uitvoeringsklasse 1 en 2 is ponsen alleen toegestaan i.c.m. minimaal 2 mm ruimen. Voor uitvoeringsklasse 3 en 4 is ponsen niet toegestaan.

6.7	Eis

Alleen 2 (vorm A) is toegestaan.

7.1	Eis

De eisen te stellen aan de laskwaliteit moeten overeenstemmen met de eisen volgens NEN-EN 1090-2 voor de relevante uitvoeringsklasse. Hiertoe wordt verwezen naar delen van NEN-EN-ISO 3834; een geldig NEN-EN-ISO 3834 certificaat van het juiste kwaliteitsniveau en afgegeven door een deskundige en erkende autoriteit, geniet de voorkeur. Indien een bedrijf in het bezit is van een dergelijk certificaat, zal dit certificaat door de opdrachtgever als zodanig worden erkend.

7.3	Eis

In afwijking van de lasprocesnummers als aangegeven in NEN-EN 1090-2, zijn ook overeenkomstige lasprocesnummers aangeduid volgens de nieuwste NEN-EN-ISO 4063 toegestaan, mits duidelijk als zodanig aangegeven.

7.4	Eis

In tegenstelling tot hetgeen in NEN-EN-ISO 15614-1 wordt gesteld, is een lasmethodekwalificatie proef (WPQR) van een stompe las niet geldig voor hoeklassen (dit geldt niet voor EXC 1). Voor EXC 2, 3 en 4 moet voor hoeklassen een eigen lasmethodekwalificatie proef (WPQR) worden uitgevoerd.

Hardheidsproef
In afwijking van de eisen als gespecificeerd in NEN-EN-ISO 15614-1, mogen geen hogere hardheden dan 350 HV10 worden gevonden bij materialen volgens staalgroepen 1 en 2 van ISO/TR 15608. Een maximale hardheid tot 380 HV10 is als eis alleen toegestaan in combinatie met lastoevoegmaterialen met een gegarandeerd waterstofgehalte kleiner dan 3,0 ml/100gr lasmetaal (deze eisen gelden niet voor EXC 1). Zie ook NEN-EN 1090-2, 6.4.4.

Bij staalsoorten met een CEV > 0,35 geldt dat het koolstofequivalent volgens NEN-EN 10025 maximaal 0,02 hoger mag zijn dan dat van de bij de WPQR toegepaste materialen.

7.4.1	Eis

Het lassen en de lasmethodekwalificatie proeven moeten worden bijgewoond, getoetst en beoordeeld door een onafhankelijk externe deskundige. Deze moet het bijbehorende rapport (WPQR) hebben ondertekend.

Productieproeven zijn vereist voor langslassen van troggen, zie ook 12.4.4 van NEN-EN 1090-2. De opdrachtgever kan bij twijfel over de toegepaste lasmethode meer productieproeven vereisen.

7.4.3	Eis

In aanvulling op de in NEN-EN-ISO 14731 gespecificeerde criteria geldt dat een externe (ingehuurde) lascoördinator voor niet meer dan twee bedrijven deze functie mag vervullen.

7.5	Eis

Bij een onderbreking van het lasproces, inclusief voorverwarmen, moet eerst de las voor minstens de helft van de dikte afgelast zijn, alvorens het lassen gestopt mag worden. Indien het lasproces, inclusief voorwarmen, wordt onderbroken, moet een daartoe geëigende procedure worden toegepast.
Onderlegmaterialen die niet worden verwijderd, moeten bij EXC 3 en EXC 4 op tekening zijn aangegeven en op de as-built tekening als zodanig worden vermeld (bijvoorbeeld troggen).

Mechanische nabehandelingen van lassen zijn niet toegestaan tenzij op de ontwerptekening aangegeven.

Voor reparaties van lassen wordt verwezen naar NEN-EN 1090-2, 12.4.2.5 met de bijbehorende aanvulling in de ROK.

7.5.5	Eis

Een voorwarmtemperatuur moet in overeenstemming zijn met het te lassen materiaal. Een voorwarmtemperatuur hoger dan 180 °C en een interpass temperatuur hoger dan 225 °C is evenwel niet toegestaan.

7.5.7	Eis

Voor de lascondities en de kwaliteit van de hechtlassen gelden dezelfde eisen als voor de definitieve lassen met uitzondering van de voorwarmtemperatuur, deze moet 50 °C hoger worden gekozen, tenzij anders is overeengekomen met de opdrachtgever.

Toelichting:
Bij bepaalde toepassingen kan het voorverwarmen onwenselijk zijn, bijvoorbeeld bij hele dunne plaatdikten. In dat geval kan, met toestemming van de opdrachtgever, van de eis worden afgeweken.

7.5.8	Eis

Bij hoeklassen waar ten gevolge van het aanbouwen een spleet optreedt op een plaats waar een hoeklas moet worden gelegd, moet de hoeklas afmeting zodanig worden vergroot, dat de doorsnede, welke in dat geval bepalend is voor de sterkte, voldoet aan de minimale afmeting aangegeven op de tekening (de maximaal toegestane spleet is, tenzij anders vereist, 2 mm). Bij op druk belaste verbindingen waarbij de belasting deels via contactdruk wordt doorgezet en die als zodanig op tekening zijn aangegeven, zijn spleten niet toegestaan.

7.5.13	Eis

Sleuf- en proplassen zijn niet toegestaan.

7.5.14	Eis

Puntlassen zijn niet toegestaan.

7.5.16	Eis

Eventuele warmtebehandelingen moeten worden uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 17663 Welding - Quality requirements for heat treatment in connection with welding and allied processes.

7.6	Eis

In aanvulling op hetgeen in NEN-EN 1090-2 tabel 17 is vermeld, geldt met betrekking tot uitwendige onvolkomenheden:

- Oppervlakteporositeit is niet toegestaan.
- Overvloeiingen zijn niet toegestaan.
- Oppervlakte poreusheid moet worden gerepareerd volgens een door een met de opdrachtgever overeen te komen methode.

Maximale toelaatbare doorlasfouten in stompe lasverbindingen zijn op tekening aangegeven met de afkorting “MDF = ... mm” ter plaatse van de las. Indien geen MDF is aangegeven, wordt de verbinding geacht volledig te zijn doorgelast.

7.7.2	Eis

Laszones bij roestvast staal moeten hetzelfde uiterlijk en dezelfde kleur hebben als het moedermateriaal.

7.7.3	Eis

Het lassen van verschillende soorten roestvast staal aan elkaar of aan andere materialen mag de constructie niet nadelig beïnvloeden ten aanzien van de functionaliteit en/of de levensduur. Dit zal vooraf moeten worden aangetoond.

8.1	Eis

In aanvulling op 5.6.1 zijn uit corrosieoogpunt geen spleten toegestaan.

8.2.1	Eis

Niet voorgespannen bouten moeten, in geval van risico op trillingen, worden geborgd als daardoor risico bestaat dat ze los kunnen raken.

8.2.4	Eis

Er moet bij niet-voorgespannen bouten een sluitring worden aangebracht onder de boutkop of de moer, aan de zijde waar wordt aangedraaid. Bij voorgespannen bouten moeten sluitringen onder de kop en de moer worden aangebracht.

8.3	Eis

Het vermelde onder noot 2 moet als normatief worden beschouwd.

8.4	Eis

Voor de wrijvingscoëfficiënt μ mag gebruik worden gemaakt van NEN-EN 1993-1-8/NB tabel NB.2 of NEN-EN 1090-2, 8.4 tabel 18 waarbij de voorwaarden van laatstgenoemde voor de oppervlaktebehandeling ook gelden voor eerstgenoemde. Bijlage G van NEN-EN 1090-2 mag niet worden toegepast.

Verwezen wordt naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1993-1-8, 3.9.1 (1) in ROK paragraaf 7.8.

8.5 / 8.5.2 / 8.5.4	Eis

Het aandraaien van voorspanbouten (bout-moer-combinatie) voor staalconstructies moet gebeuren volgens de moment-hoekmethode (gedefinieerd in 8.5.4). De momentmethode, de HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan. Het aandraaimoment in de eerste stap van deze moment-hoekmethode moet volgens 8.5.2 b) worden bepaald volgens bijlage H. Elke dag dat bouten worden voorgespannen, moet het aandraaimoment (opnieuw) worden bepaald. Het aantal te beproeven bouten bedraagt 3% van het aantal bouten dat per dag wordt voorgespannen met een minimum van 3 en een maximum van 6. Indien wordt overgegaan op een nieuwe partij bouten of een andere boutdiameter en/of lengte, moet het aandraaimoment opnieuw worden vastgesteld. Het aantal te beproeven bouten bedraagt dan weer 3% met een minimum van 3 en een maximum van 6 van het aantal bouten dat op de betreffende dag uit die partij wordt voorgespannen. De verbindingsmiddelen moeten ten minste tweemaal worden aangedraaid met het vastgestelde moment.

8.5	Eis

In afwijking van de bepalingen van NEN-EN 1090-2, 8.5 gelden voor het voorspannen van bouten in werktuigbouwkundige constructies de volgende bepalingen:

<u>A) Momentgestuurd aandraaien van bouten</u>
Voor voor te spannen normale bout-moer verbindingen in werktuigbouwkundige constructies, welke binnen de gebruiksduur gedemonteerd moeten kunnen worden, moet de momentmethode worden gebruikt.

Het benodigde aandraaimoment moet als volgt worden bepaald:
$M_A = k \cdot F_{p;d} \cdot d$

waarin*:*
M_A aandraaimoment, in Nm
$F_{p;d}$ voorspankracht, in kN
d middellijn van bout, in mm
k factor

k = 0,15 voor bouten met gewone metrische schroefdraad, schoon en licht geolied, zoals de fabrikant die doorgaans aflevert.
k = 0,12 voor bouten met gewone metrische schroefdraad waarvan de schroefdraad en de spiegel van de moer (licht) zijn ingevet met een Molykote schroefdraadpasta. Thermisch verzinkte bouten moeten steeds met dit smeermiddel zijn behandeld. De onderdelen moeten schoon zijn. Indien op de boutkop wordt aangedraaid, moet deze ook zijn ingevet.

Om voldoende zekerheid te hebben betreffende de grootte van de voorspankracht in de bout, moet deze met een boutkrachtmeter worden gecontroleerd. De gemeten waarde van de voorspankracht moet liggen tussen: $F_{p;d}$ min. = 0,75 $F_{p;d}$ en $F_{p;d}$ max = 0,9 $F_{p;d}$. De voorspankracht $F_{p;d}$ moet worden bepaald volgens NEN 6786.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode

Bouten voorspannen met behulp van een momentsleutel of moeraanzetter, beide met afwijkingen van maximaal 5%. De voorspankracht moet met een boutkrachtmeter vooraf worden gecontroleerd. De voorspankracht moet liggen tussen $F_{p;d}$ min. en $F_{p;d}$ max. Indien dit niet het geval is, moet het aandraaimoment worden aangepast. Per verbinding en per nieuwe partij moeten ten minste 3 bouten worden beproefd. Bij 1 en 2 bouten per verbinding, moeten 1 respectievelijk 2 bouten worden beproefd. De bouten ten minste tweemaal aandraaien tot het vastgesteld moment (M_A)

B) Momentgestuurd aandraaien van bouten in 2 fasen
Voor voor te spannen bouten in werktuigbouwkundige constructies waarbij controle met een boutkrachtmeter niet mogelijk is (bijvoorbeeld bij tapgaten of ankers), moet de momentmethode in 2 fasen worden gebruikt.

Het benodigde aandraaimoment moet worden bepaald volgens hetgeen is gesteld bij A) momentgestuurd aandraaien van bouten.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode in 2 fasen
Fase 1: De bouten aandraaien tot het moment $M_1 = 0{,}7\ M_A$ is bereikt. Dit moet ten minste éénmaal worden herhaald.
Fase 2: Merkstrepen aanbrengen zodanig dat de nadraaihoek (globaal) kan worden afgelezen en vervolgens opvoeren tot M_A. Het aandraaien tot M_A ten minste éénmaal herhalen. Daarbij moet erop worden gelet dat in deze fase de moer of bout, afhankelijk of op de moer of op de boutkop wordt aangedraaid, wel verdraait doch in de uiterste geval niet meer dan de hieronder gegeven hoek.
Let wel: Zolang die hoek niet wordt bereikt, is het aandraaimoment M_A bepalend. De werkelijke hoek zal doorgaans aanzienlijk kleiner zijn!

Bij bouten met normale afmetingen en gewone (grove) spoed mag de gemeten hoek in fase 2 bij te klemmen stalen onderdelen, niet meer zijn dan 90°.

De uiterste hoekverdraaiing van bouten en ankers langer dan 250 mm, moet door berekening worden bepaald uit de rek van de bout (anker) en de indrukking van de te klemmen onderdelen ten gevolge van 0,3 $F_{p;d}$, vermeerderd met 70°. Echter niet minder dan 90°.

C) Moment-hoekmethode
Voor voor te spannen normale bout-moer verbindingen (tot en met M36) in werktuigbouwkundige constructies, welke binnen de gebruiksduur niet gedemonteerd behoeven te kunnen worden, mag de moment-hoekmethode gebruikt worden. Procedures overeenkomstig hetgeen vermeld bij voorspanverbindingen van staalconstructies.

D) Hydraulisch voorspannen van bouten
Voor voor te spannen lange (>500 mm) bouten of ankers in werktuigbouwkundige constructies moet van hydraulisch voorspannen gebruik worden gemaakt.

Hydraulisch voorspannen kan worden toegepast bij lange bouten en ankers waar de rek door het voorspannen een aantal malen groter is dan de invloeden die bij het overnemen van de belasting door de moer de voorspankracht reduceren

(reducerende invloeden zijn; vervormingen, zettingen, het niet zuiver haaks staan van de moer of boutkop op de op te klemmen onderdelen, het toepassen van niet vlakke sluitringen etc.). Als ter controle van de voorspankracht rekmetingen worden uitgevoerd, kan deze methode ook worden toegepast bij kortere bouten. Tijdens het spannen mag het rekken van de ankers niet belemmerd worden door hechting aan beton.

De vereiste voorspankracht en de toegestane (toelaatbare) voorspankracht moeten worden bepaald volgens NEN 6786 (VOBB).

Daarnaast moet bij ankers in beton rekening worden gehouden met spanningsverlies ten gevolge van kruip en krimp.

Als de voorspankracht door rekmetingen worden gecontroleerd moet voor de factor X (zoals gedefinieerd in genoemde norm) 1,25 in rekening worden gebracht. Indien bij ankers en bouten langer dan 1 m geen controle wordt uitgevoerd, moet voor X ten minste 1,65 worden aangehouden. Deze waarde mag worden gereduceerd tot 1,5 als de klemlengte 2 m of meer is. Bovenstaande geldt slechts als de onderdelen van de verbinding op de relevante plaatsen schoon zijn en sluitringen worden toegepast waarvan de vlakheidstolerantie 0,2 mm of minder bedraagt.

Procedure voor het hydraulisch voorspannen

Stap 1 Bouten of ankers spannen met behulp van hydraulische vijzels met afwijkingen van maximaal 5%. Tijdens het spannen mag de spankracht de toelaatbare voorspankracht niet meer dan 10% overschrijden.

Stap 2 Moeren licht aandraaien op zodanige wijze dat de spankracht daardoor niet meer dan 10% toeneemt.

Stap 3 Vijzels ontlasten.

Stap 4 De procedure moet ten minste eenmaal worden herhaald. In veel gevallen zal het nodig zijn om meerdere bouten tegelijk te spannen.

8.7	Eis

De buitenoppervlakken moeten vrij zijn van kerven of sneden door het klinkgereedschap.

8.9	Eis

Bijlage K geldt als normatief voor zeskantinjectiebouten. Voor aanvullende info wordt verwezen naar NEN-EN 1993-2+NB.

9.3.1	Eis

N.t.b. “veilige methode van bouwen ter beschikking stellen” is niet van toepassing bij D&C / E&C. Als door of namens RWS het ontwerp ter beschikking wordt gesteld en informatie over de bouwmethode ontbreekt, moet dit door de opdrachtnemer worden bepaald in overeenstemming met de ontwerpuitgangspunten.

10.1	Eis

In aanvulling op 10.1 (oppervlaktebehandeling algemeen) punt a moet het conserveringsysteem ook voldoen aan:

- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A of 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)

- de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE.

Informatief zijn de volgende NBD's:
- NBD16312; Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)
- NBD16325; Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting
- NBD16365; Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting

In aanvulling op 10.1 (oppervlaktebehandeling algemeen) punt b moet de metalen deklaag aangebracht door thermisch spuiten ook voldoen aan:
- OGOS-500-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel
- OGOS-501-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Handreiking

Zie ook de documenten die in de ROK zijn vermeld bij NEN-EN 1090-2, 2.7.

10.2	Eis

In aanvulling op 10.2 (voorbewerking van stalen ondergronden) en tabel 22 moet de voorbewerkingsgraad van nieuwbouw staalondergronden voldoen aan P2, behalve de volgende onderstaande omschrijvingen uit tabel 1 van ISO 8501-3; deze moeten voldoen aan voorbewerkingsgraad P3:
2.1 afgeronde kanten
2.2 randen gemaakt door ponsen, knippen, zagen en boren
2.3 thermisch gesneden randen
3.1 kuilen en kraters

In aanvulling op 10.2 moet na verwerking van RVS de corrosiewerende laag worden hersteld en visueel gelijk zijn aan het moedermateriaal (gehele oppervlak egaal van uiterlijk/kleur).

In aanvulling op 10.2 moeten aangrenzende onderdelen welke niet gestraald en /of geconserveerd worden, doelmatig worden afgeschermd.

10.5	Eis

In aanvulling op 10.5 mogen toegepaste ontluchtingsgaten niet tot onbedoelde vochthuishouding in de inwendige ruimte(n) leiden.

10.8	Eis

In aanvulling op 10.8 moeten onbereikbare/slecht bereikbare plaatsen worden vermeden door eventuele te nemen maatregelen als inboxen. Ontwerpuitgangspunt is onderhoudsarm/vriendelijk.

10.9	Eis

In aanvulling op 10.9 geldt dat na reparaties en/of aanpassingen aan de geconserveerde constructie de conservering moet worden hersteld. De procedure moet zijn afgestemd op het reeds aangebrachte conserveringssysteem.

11	Eis

De gegeven toleranties betreffen over het algemeen toleranties op onderdelen van een eindproduct. Toleranties welke verband houden met het eindproduct als geheel of met de interactie tussen delen van het eindproduct moeten als onderdeel van het

DO worden bepaald. De tolerantie-beschouwing moet onderdeel uitmaken van de ontwerpnota en het resultaat (aanvullend op de toleranties volgens de ROK) moet worden vastgelegd op de DO-tekeningen.

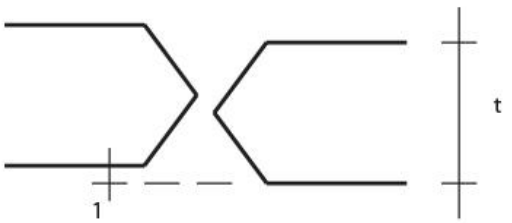
Op onderdelenniveau verwijst NEN-EN 1090-2 naar essentiële toleranties. De essentiële toleranties in NEN-EN 1090-2 zijn relatief groot. Essentiële toleranties zijn volgens de 1090 gekoppeld aan mechanische sterkte en stabiliteit en zijn gesplitst in fabricage toleranties en montage toleranties. Functionele toleranties zijn volgens NEN-EN 1090-2 bedoeld om te voldoen aan andere criteria zoals passing en uiterlijk en zijn eveneens gesplitst in fabricage en montage toleranties. Functionele toleranties zijn daarnaast gesplitst in klasse 1 en 2.

In tabel 7-5 zijn per product de normatief van toepassing zijnde/verklaarde minimale (basis)toleranties aangegeven. Ontwerpafhankelijk kan het noodzakelijk zijn de toleranties verder te beperken. Met nadruk wordt erop gewezen dat ten aanzien van de zwaarte van de eisen (essentieel, functioneel klasse 1, functioneel klasse 2 en aanvullingen, van licht naar zwaar) de zwaarste geldt en dat productspecifieke toleranties prevaleren voor algemene. De aangegeven toleranties zijn van toepassing voor zover de Eurocode, ten aanzien van het in rekening brengen van imperfecties en de toetsing van platen en verstijvers op stabiliteit, geen zwaardere eisen oplegt.

Tabel 7-5: Minimale (basis)toleranties

Product	**Geometrische toleranties (basis) NEN-EN 1090 Bijlage D e.a.**	**Aanvullingen (prevaleren boven basis)**
Vaste stalen bruggen (en staaldeel vaste staalbetonbruggen, voor zover van toepassing)	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7-6 vaste stalen bruggen
Stalen palen en damwanden	n.t.b.	
Staalbouwkundig deel beweegbare stalen bruggen	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7-6 vaste stalen bruggen
Staalbouwkundig deel natte kunstwerken staalconstructies	Essentieel + functioneel klasse 2	Zie tabel 7-6 vaste stalen bruggen
Mechanische uitrusting van beweegbare stalen bruggen en waterbouwkundige staalconstructies	Essentieel + functioneel klasse 2 + ROK par. 7.16	
Geluidsschermen	Essentieel + functioneel klasse 1 + GCW	
Verkeerskundige draagconstructies (portalen, uithouders)	Essentieel + functioneel klasse 1 ~~+ PVE VDC's~~	Bijlage D2.10 1) $\Delta \leq +L/750$ en $-L/1000$
Bijbehorende onderdelen (bij 1 t/m 9) • opleggingen bruggen • voegovergangen bruggen • (veiligheids-)leuningen en klein ijzerwerk • inspectie- en onderhoudsvoor-zieningen (banen, wagens) • inspectie- en onderhoudsvoor-zieningen (paden)	 Zie RTD 1012 ~~ROK deel III 6~~ Zie RTD 1007-2 ~~ROK deel III 1~~ Essentieel + functioneel klasse 1 Essentieel + functioneel klasse 2 Essentieel + functioneel klasse 1	 Leuningregels moeten visueel recht zijn; zie ROK par. 13.10

Tabel 7-6: Toleranties vaste stalen bruggen

Aanvulling	Omschrijving
NEN-EN 1993-2/NB	Tolerantie- en voorbewerkingseisen NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F; eisen uit genoemde bijlage gaan boven de toleranties eisen uit bijlage D van NEN-EN 1090-2 en de eisen in deze tabel.
D1.2 / D2.2	Niet van toepassing voor troggen (zie D2.14)
D2.15 2)	Brug, aanzicht of profiel (elke langssnede): Voor 20 m < L < 50 m geldt $\Delta \leq +L/2000+10$ en –20 mm Voor 50 m < L < 100 m geldt $\Delta \leq +(L-50)/2000+35$ en –20 mm Voor L > 100 m geldt $\Delta \leq +60$ en –20 mm In aanvulling op bovenstaande geldt dat lokaal moet worden voldaan aan de eisen gesteld bij NEN-EN 1090-2, D2.18 1) en 3) en de noodzakelijke uitvulling van asfalt (uitgaande van de minimum laagdikte en de eisen aan het verloop aan de bovenzijde) nergens op het dek boven de 15 mm uitkomt. In aanvulling op bovenstaande geldt dat zowel in langsrichting als in dwarsrichting in alle situaties afvoer van regenwater binnen de gestelde criteria moet kunnen plaatsvinden zonder plasvorming.
D2.16 1) en 2)	Delingen in de dekplaat Aangegeven is een V-naad als dekplaatlas; een V-naad als dekplaatlas is niet toegestaan; een deling in de dekplaat moet als X-naad worden uitgevoerd; onderlegstrippen zijn niet toegestaan.
D2.16 3)	Aansluiting tussen trogbenen en dekplaat Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 1, 2, en 3); $\Delta = 0$ mm; over 10 % van de lengte is $\Delta \leq 0{,}5$ mm toegestaan. Bij de constructiedetails 1, 2 en 3 is een MDF (= Maximale DoorlasFout) h2 gedefinieerd. Doorslag van de las aan de binnenzijde van de trog is niet toegestaan (tenzij het gaat om een goed en vloeiend hechtende doorslag vanuit een handmatig aangelegde grondnaad). De MDF mag gemiddeld 1 mm zijn met een maximum van 1,5 mm.
D2.16 4) en 5)	Aansluiting van troggen naar passtukken Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 5); $\Delta \leq 1$ mm en aangepaste voorbewerking en vooropening
D2.16 6)	Aansluiting van doorgestoken troggen aan dwarsdragers $\Delta \leq 2$ mm, met $a = a_{nom}$ voor $s \leq 1$ mm en $a = a_{nom}+1$ voor $1< s \leq 2$ mm
D2.17 1)	Aansluiting van tussengelaste troggen aan dwarsdragers Zie NEN-EN 1993-2/NB, bijlage F (detail 6); $\Delta_1 \leq 1$ mm
D2.17 3)	Laspoortjes niet toegestaan
D2.17 4a) 5)	$\Delta_a \leq 0.25 \cdot t_{w,crossbeam/console}$ mm
D2.17 6) toegevoegd	Deling in de lijfplaten of de onderflenzen van dwarsdragers of hoofdliggers: $\Delta \leq 2$ mm  legenda 1 = afwijking Δ in uitlijning

Aanvulling	Omschrijving
D2.18 1)	De vlakheid van de dekplaat in alle richtingen na fabricage en montage moet voldoen aan de waarden van P_r vermeld bij $t \leq 10$ mm (ook bij $t > 10$ mm), waarbij voor bruggen met een epoxy slijtlaag de aangegeven waarden moeten worden verlaagd met tot 2, 3 en 4 mm voor resp. rijlengtes van 1, 3 en 5 m. De overige P_r-waarden (bij $t \geq 70$ mm) zijn niet van toepassing. In aanvulling op bovenstaande geldt dat zowel in langsrichting als in dwarsrichting in alle situaties afvoer van regenwater binnen de gestelde criteria moet kunnen plaatsvinden zonder plasvorming.
D2.18 2)	In aanvulling op de eis voor de lashoogte geldt dat de dekplaat ter plaatse van de las maximaal 1 mm mag “opwippen” in het gebied tussen de uiteinden van de passtukken (in het geval van dwarslassen tussen secties en in het geval van langslassen). Noot: getekend is V-naad, maar moet X-naad zijn
D2.18 3) toegevoegd	De lengte van “rechte” secties van een brug waarvan de toog met een veelhoek wordt benaderd, moet worden beperkt tot een lengte waarbij halverwege de sectie niet meer dan 5 mm slijtlaag “extra” behoeft te worden aangebracht.
D2.18 4) toegevoegd	Bij constructies die door hun aard gevoelig zijn voor “scheluwheid” (bijvoorbeeld kokervormige bruggen ten aanzien van oplegreacties, het val van basculebruggen ten aanzien van vooroplegdrukken en krachten op het bewegingswerk, puntdeuren met koker(verbanden)) moeten in het DO aan dergelijke afwijkingen eisen worden gesteld en moeten de effecten van die afwijkingen in het ontwerp worden meegenomen.

11.1	Eis

De essentiële en functionele toleranties (en de aanvullingen daarop in deze paragraaf van de ROK) zijn generiek van aard en toepassing. Voor specifieke ontwerpen kunnen strengere toleranties noodzakelijk zijn.

12.4	Eis

Gerepareerde hechten, lassen en gerepareerde beschadigingen moeten op dezelfde wijze als het eerste niet-destructief onderzoek worden onderzocht. Dit onderzoek moet eveneens worden gerapporteerd.

12.4.1	Eis

In afwijking van EN 12062 moet het NDT worden uitgevoerd door niveau 2 gekwalificeerd personeel.

12.4.2.2	Eis

In aanvulling op het gestelde in NEN-EN 1090-2 moet de ontwerper aangeven hoeveel en welk type onderzoek moet worden uitgevoerd en op welke plaatsen in de constructie dit moet gebeuren, zodanig dat dit representatief is voor de hele constructie en minimaal voldoet aan het gestelde in tabel 7-7. De omvang van het niet-destructief onderzoek moet worden opgenomen in het NDO-plan.

Tabel 7-7 dient als basis voor de invulling van de keuzes die gemaakt moeten worden bij het vastleggen van de eisen voor een specifieke constructie of gedeelte daarvan. Deze tabel vervangt tabel 24 uit NEN-EN 1090-2.

Tabel 7-7: Omvang onderzoek, vervanging van NEN-EN 1090-2, tabel 24

Soort las	**Aanvullende bepalingen**	**Werkplaatslassen en montage lassen**			
		EXC 1	**EXC 2**	**EXC 3**	**EXC 4**
Alle	Visueel	100%	100%	100%	100%
Stompe naden materiaaldikte ≥ 12 mm	Algemeen	nvt	10% UT 10% MT	100% UT 100% MT	100% UT 100% MT
	Rijdekplaat en waterkerende beplating, automaatgelast	nvt	nvt	UT alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las overige laslengte 10% steekproefsgewijs. MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. RT of TOFD, elke laskruising.	UT alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% steekproefsgewijs. RT of TOFD, elke laskruising.
	Rijdekplaat en waterkerende beplating, hand gelast	nvt	nvt	100% UT 100% MT RT of TOFD elke laskruising.	100% UT 100% MT RT of TOFD elke laskruising.
Stompe naden materiaaldikte < 12 mm	Hand gelast	nvt	10% MT	100% MT RT, elke laskruising, overige laslengte 25% steekproefsgewijs.	100% MT RT, elke laskruising, overige laslengte 25% steekproefsgewijs.
	Automaat gelast	nvt	10% MT	MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% RT, elke laskruising.	MT, alle laskruisingen over een lengte van 500 mm van elke las, overige laslengte 10% RT, elke laskruising.
	Stuiknaden in troggen en passtukken	nvt	nvt	100% MT RT, trogbodem + halve hoogte trogbeen vanaf bodem 100%.	100% MT RT, trogbodem + halve hoogte trogbeen vanaf bodem 100%.
Stompe naden met M.D.F	n.v.t.	nvt	100% MT	100% UT 100% MT	100% UT 100% MT
Hoeklassen	n.v.t.	10% MT	10% MT	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.

Soort las	Aanvullende bepalingen	Werkplaatslassen en montage lassen			
		EXC 1	EXC 2	EXC 3	EXC 4
Versterkte hoeklas	n.v.t.	10% MT	10% MT	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.	MT, 10% van de laslengte steekproefsgewijs en alle x-y-z lasverbindingen tot 150 mm vanuit hoekpunt 100%.
	Indien mogelijk, aantonen MDF	nvt	nvt	UT, 2 metingen (elk met een lengte van circa 100 mm) per gelegde las.	UT, 2 metingen (elk met een lengte van circa 100 mm) per gelegde las.

12.4.2.4	Eis

Niet-destructief onderzoek moet bij voorkeur worden uitgevoerd door een volgens NEN-EN-ISO/IEC 17020 geaccrediteerd bedrijf.

a) Penetrant onderzoek

De procedure en de uitvoering van het penetrant onderzoek moeten voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.a).

Beoordeling Indicaties:
- Relevante indicaties
  Een discontinuïteit is het bewijs van een relevante (mechanische) imperfectie of indien hierover onzekerheid bestaat wordt deze aangemerkt als een twijfelachtige indicatie. Zolang geen zekerheid is verkregen, wordt deze als relevant beschouwd.
- Niet relevante indicaties
  Dit zijn indicaties waarvan de oorzaak duidelijk is, doch niet vallen onder de relevante indicaties (zoals groeven, lichte inkarteling en dergelijke).

Acceptatiecriteria:
Volgens de relevante kolom van de in de tabel 7-8 vermelde eis.

b) Magnetisch onderzoek

In aanvulling op NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.b moet de uitvoering van het magnetisch onderzoek voldoen aan de volgende eisen:
- De droge methode van onderzoek mag alleen worden toegepast bij een oppervlakte temperatuur > 55 °C;
- Voor de uitvoering van het onderzoek is alleen een jukmagneet met wisselstroom toegestaan.

Beoordeling Indicaties:
- Relevante indicaties
  Een discontinuïteit is het bewijs van een relevante (mechanische) imperfectie of indien hierover onzekerheid bestaat wordt deze aangemerkt als een twijfelachtige indicatie. Zolang geen zekerheid is verkregen, wordt deze als relevant beschouwd.
- Niet relevante indicaties

Dit zijn indicaties waarvan de oorzaak duidelijk is doch niet vallen onder de relevante indicaties (zoals groeven, lichte inkarteling en dergelijke).

Acceptatiecriteria:
Volgens de relevante kolom van de in de tabel 7-8 vermelde eis.

c) Ultrasoon onderzoek
De procedure en uitvoering van het ultrasoon onderzoek moeten voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.c. Het materiaal van de benodigde referentieblokken moet ultrasoon gelijk zijn aan het te onderzoeken materiaal.

Beoordeling Indicaties:
Alle indicaties moeten worden beoordeeld ten opzichte van het referentie niveau (100% DAC). Indicaties met amplitudes groter dan 20% van het (gecorrigeerde) referentie niveau, moeten uitgebreid worden onderzocht om de identiteit en ligging van mogelijke indicaties te bepalen om deze te beoordelen aan de hand van de afkeur criteria, zoals aangegeven bij de acceptatiecriteria.

Acceptatiecriteria:
Volgens de relevante kolom van de in tabel 7-8 vermelde eis met als aanvulling dat wanneer twee verschillende materiaaldikten door een las verbonden zijn, geldt dat de toegestane foutlengte wordt bepaald door de dunste materiaaldikte.

d) Lamellar tearing of dubbelingen onderzoek
De procedure en uitvoering van het onderzoek naar lamellar tearing of dubbelingen moeten voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.c, (maar dan technique 2 volgens NEN-EN-ISO 17640, i.p.v. technique 1 voor lasonderzoek), aangevuld met de relevante kolom van de in tabel 7-8 vermelde eis. De benodigde kalibratieblokken moeten ultrasoon gelijk zijn aan het te onderzoeken materiaal. Bij twijfel moet de dempingcoëfficiënt worden bepaald.

Beoordeling Indicaties:
Alle indicaties welke worden gevonden moeten worden beoordeeld ten opzichte van het referentie niveau. De afmetingen van de indicaties moeten worden bepaald aan de hand van het in de acceptatiecriteria vermelde aanvaardbaarheidsniveau.

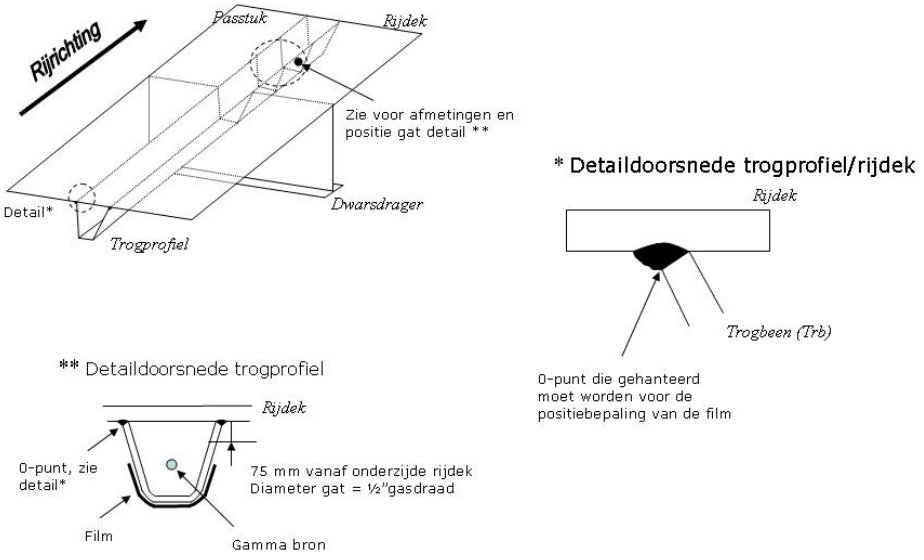
Acceptatiecriteria:
Volgens de relevante kolom van in tabel 7-8 vermelde eis.
Naast alle onacceptabele indicaties moeten eveneens alle indicaties welke groter zijn dan 20% van het referentie niveau worden gerapporteerd en op tekening worden vastgelegd. Tevens mogen er geen indicaties voorkomen in de locatie van de las en over een gebied van 100 mm gemeten vanaf de locatie van de las.

e) Radiografisch onderzoek
De procedure en uitvoering van het radiografisch onderzoek moet voldoen aan NEN-EN 1090-2, 12.4.2.4.d, aangevuld met de relevante kolom van de in tabel 7-8 vermelde eis. Indien er gebruik wordt gemaakt van een Iridium bron bij een wanddikte t < 20 mm, moet gebruik worden gemaakt van een filmsysteem dat voldoet aan de classificatie C3 conform NEN-EN-ISO 11699-1 ~~met een dichtheid van D4~~. Voor de uitvoering van lasonderzoek aan de stuiknaden van de (pas)trogprofielen (trogbeen en bodem) moet een gammabron worden gebruikt.

Deze bron moet conform figuur 7-5 worden ingebracht in het trogprofiel. Hierdoor is het mogelijk een opname van de stuiknaden (1/2 trogbeen hoogte en bodem) van het trogprofiel in één arbeidsgang te maken.

Filmidentificatie:
Elke film moet worden voorzien van gegevens die volledige traceerbaarheid garanderen en moeten op het filmbeeld zichtbaar zijn. Alle radiografieën van reparaties krijgen hetzelfde filmnummer als de eerste opname, aangevuld met R1. Blijkt echter deze reparatie nogmaals te moeten worden uitgevoerd, dan wordt het film nummer achtereenvolgens gemerkt met R2.

Beoordeling Indicaties:
Indicaties moeten worden getoetst aan de criteria genoemd in de relevante kolom van tabel 7-8. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:
I. Algemeen lasonderzoek
II. Lasonderzoek aan (pas)troggen



Figuur 7-5: Voorwaarden lasonderzoek (pas)troggen

f) TOFD-onderzoek
De procedure moet voldoen aan NEN-EN-ISO 10863 volgens de relevante kolom van de in tabel 7-8 vermelde eis. Deze tabel geeft voor een deel van de aspecten invulling van de keuzes die gemaakt moeten worden bij het vastleggen van de eisen voor een specifieke constructie of gedeelte daarvan.

Beoordeling Indicaties:
Indicaties moeten worden getoetst aan de criteria in de NEN-EN 15617 serie.

Tabel 7-8: Keuzetabel contracteisen

~~Noot 1: Gedeeltelijke invulling van de tabel in bijlage A van NEN-EN 1090-2 op grond van NEN-EN 1090-2 + ROK-eisen; Niet alle ROK-eisen m.b.t. de NEN-EN 1090-2 zijn in de tabel verwerkt.~~

~~Noot 2: De verwijzingen naar paragrafen in deze ROK kloppen niet; wordt hersteld in volgende versie van ROK.~~

Noot 1: Reparaties van lassen in een nieuwbouwsituatie (bijvoorbeeld na het vinden van lasfouten) en bij renovaties van bruggen vallen onder EXC4;
EXC3 als bedoeld met de reparaties in de laatste kolom (met EXC3) zijn alleen bedoeld voor noodreparaties na het vinden van scheuren in bestaande bruggen bij inspecties en bij reparaties in het kader van het inspectie en reparatieprogramma RISK. Hiervoor wordt verwezen naar het document “Reparaties orthotrope rijdekken met trogprofielen” , doc. nr. 3480R-05, d.d. 12-4-2012.

Zie voor de tabel de volgende pagina.

Beschrijving		**Veiligheidsleuningen, leuningen en klein ijzerwerk**	**Verkeerskundige draagconstructies**	**Overwegend statisch en/of dynamisch belaste primaire constructies en reparaties**	**Reparatie Stalen Rijdekken inclusief langsverstijvingen en dwarsdragers**
Vereiste uitvoeringsklasse (Eveneens van toepassing: 4.1.2)	**EXC1**	**EXC2**	**EXC3**	**EXC4**	**EXC3**
EN 1090-1	**Overeenstemming vereist**				
EN 1090-2	**Overeenstemming vereist**				
Algemeen (Eveneens van toepassing: 7.1)	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2		
Productieplanning (Eveneens van toepassing: 7.5.5)	Geen bijzondere eis	Vereist			
		Gedocumenteerde voorschriften en vastlegging zijn aanbevolen	Gedocumenteerde voorschriften en vastlegging zijn vereist		
Lasmethode beschrijving	Vereist, zie de relevante versie van EN ISO 15609				
Kwalificeren van lasmethoden (Eveneens van toepassing: 7.4, 7.4.1, 7.5.5)	Geen bijzondere eis	Zie EN 1090-2 tabel 12 en tabel 13			
Kwalificeren van lassers en bedieners van lasmachines	Lassers NEN-EN-ISO 9606-1:2013 Bedieners NEN-EN-ISO 14732:2013				
Lascoördinatie	Niet vereist	Technische kennis volgens EN 1090-2 tabellen 14 of 15 (Eveneens van toepassing: 7.4.1)			
Inspectie- en beproevingspersoneel	Kwalificatie is vereist				
Lasnaadvoorbewerking (Eveneens van toepassing: 7.5.8)	Niet vereist	Niet vereist	Voor het bewerken aangebrachte grondverven niet toegestaan		
Partijkeuring van lastoevoegmaterialen	Niet vereist				
Inspectie en beproeving voor, tijdens en na het lassen	Indien vereist	Vereist, zie 12.4.2.2			
Hechtlassen (Eveneens van toepassing: 7.5.7)	Indien relevant	Gekwalificeerde lasmethode			
Het uitvoeren van lassen	Zie 7.5		Verwijderen van lasspetters, zie ook: 7.5		
Warmtebehandelingen na het lassen (Eveneens van toepassing: 7.5.16)	Niet vereist	Bewijs dat aan de eisen van de productnorm of specificatie is voldaan			
		Methode en vastlegging zijn vereist	Methode, vastlegging en naspeurbaarheid van vastlegging naar het product zijn vereist		
Aanvaardingscriteria (Eveneens van toepassing: 7.6)	EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau D	EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau C	EN ISO 5817 Kwaliteitsniveau B	EN ISO 5817 plus Kwaliteitsniveau B+ (EN 1090-2 tabel 17)	
Niet-overeenstemming en corrigerende maatregelen	Controlemaatregelen moeten zijn ingevoerd	Controlemaatregelen moeten zijn ingevoerd Methoden voor reparatie en/of correctie zijn vereist (Eveneens van toepassing: 12.4.2.5)			
Identificatie tijdens het proces en naspeurbaarheid	Geen bijzondere eis	Vereist, zie 6.2 punt 1	Vereist, zie 6.2 punt 2		
Kwaliteitsrapporten / NDO rapportage	Vereist, zie Annex C 1 en 3	Vereist, zie Annex C 1, 3, 4 en 6	Vereist, zie Annex C 1 t/m 7		
NDO algemeen	Geen bijzondere eis	Vereist			
NDO uitvoering	Voor omvang NDO onderzoek zie 12.4.2.2 en voor uitvoering NDO onderzoek zie 12.4.2.4				
TOFD onderzoek	Alleen uit te voeren indien door de opdrachtgever vereist, 12.4.2.2 en 12.4.2.4 f)				

Beschrijving		**Veiligheidsleuningen, leuningen en klein ijzerwerk**	**Verkeerskundige draagconstructies**	**Overwegend statisch en/of dynamisch belaste primaire constructies en reparaties**	**Reparatie Stalen Rijdekken inclusief langsverstijvingen en dwarsdragers**
Vereiste uitvoeringsklasse (Eveneens van toepassing: 4.1.2)	**EXC1**	**EXC2**	**EXC3**	**EXC4**	**EXC3**
Acceptatie criteria bij penetrant onderzoek (Zie: 12.4.2.4 a)	NEN-EN-ISO 23277:2009 Acceptance level 1				n.v.t.
Acceptatie criteria bij magnetisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 b)	NEN-EN-ISO 23278:2009 Acceptance level 2			NEN-EN-ISO 23278:2009 Acceptance level 1	
Werkmethode bij ultrasoon onderzoek (Zie: 12.4.2.4 c)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level A	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level C	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 1 Testing level B
Acceptatie criteria bij ultrasoon onderzoek (Zie: 12.4.2.4 c)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 3	NEN-EN-ISO 11666:2010 Acceptance level 2	
Werkmethode bij ultrasoon onderzoek *(lamellar tearing)* (Zie: 12.4.2.4 d)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 2 Testing level A	NEN-EN-ISO 17640:2010 Technique 2 Testing level C	n.v.t.
Acceptatie criteria bij ultrasoon onderzoek *(lamellar tearing)* (Zie: 12.4.2.4 d)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 10160:1999 Klasse S1E1	NEN-EN 10160:1999 Klasse S1E1	n.v.t.
Werkmethode radiografisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 e)	n.v.t.	n.v.t.	EN-ISO 17636-1:2013 Onderzoek klasse A		
Acceptatie criteria bij radiografisch onderzoek (Zie: 12.4.2.4 e)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 10675-1: 2013 Acceptance level 2	NEN-EN-ISO 10675-1:2013 Acceptance level 1	
Acceptatie criteria bij radiografisch onderzoek *(Lasonderzoek aan (pas)troggen)* (Zie: 12.4.2.4 e II)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 10675-1:2013 Acceptance level 1 Hierbij zijn tevens de vaste en metallische insluitsels (300) niet toegestaan	
Werkmethode TOFD onderzoek (Zie: 12.4.2.4 f)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN-ISO 10863:2011 Examination level B	NEN-EN-ISO 10863:2011 Examination level C	
Acceptatie criteria bij TOFD onderzoek (Zie: 12.4.2.4 f)	n.v.t.	n.v.t.	NEN-EN 15617:2009 Acceptance level 2	NEN-EN 15617:2009 Acceptance level 1	

12.4.2.5	Eis

In geval van reparaties, geldt een voorverwarmingstoeslag op de toegepaste voorwarmtemperatuur bij reparatie van 50 °C ten opzichte van de WPS met een maximum van 225 °C. In geval van reparatie van een las mag ten hoogste tweemaal een reparatie op dezelfde plaats in een las plaatsvinden. Daarna moet een deel van het moedermateriaal worden vervangen.

12.4.4 c1)	Eis

In afwijking van het gestelde in dit artikel, moet de omvang van de productieproef voor de verbinding tussen de dekplaat en de trog (onafhankelijk van het lasproces) minimaal 3 stuks zijn bij bruggen tot 1000 m^2 dekoppervlak staal. Voor het oppervlak boven 1000 m^2 geldt minimaal 2 stuks per 1000 m^2 (of deel daarvan) en voor het oppervlak boven 5000 m^2 minimaal 1 stuks per 1000 m^2 (of deel daarvan).

Bijlage A	Eis

Zie voor gedeeltelijke invulling tabel 7-8.
Zie “Relatie ontwerp uitvoering” aan het begin van dit hoofdstuk.

Uitvoeringsklassen bepalen in detail een groot deel van de vereisten ten aanzien van de fabricage en de uitvoering binnen het toepassingsgebied van dit ROK hoofdstuk (staalconstructies inclusief mechanische uitrustingen). De ontwerpende partij moet aanvullende informatie als genoemd in bijlage A van NEN-EN 1090-2 (inclusief noodzakelijke keuzen in onderliggende normen en documenten) voor zover niet al vereist in dit document, nader specificeren op basis van het gemaakte ontwerp (overdrachtsdocument ontwerp-uitvoering), tenzij de keuze met betrekking tot het betreffende item al in de ROK is gespecificeerd.

Bijlage B	Eis

Bijlage B is niet van toepassing, zie tevens de ROK aanvulling bij NEN-EN 1993-1-1, bijlage bijlage C (paragraaf 7.1) en bij NEN-EN 1090-2, 4.1.2 (paragraaf 7.20).

~~De uitvoeringsklasse is voor de meest voorkomende RWS-producten (normatief) voorgeschreven in ROK tabel 7-4.~~

Bijlage C	Eis

Algemeen:
Zie de ROK aanvulling bij NEN-EN 1090-2, 4.2.2. Bijlage C moet ten aanzien van het kwaliteitsplan voor fabricage en montage als normatief worden gezien.

Specifiek:
Indien van toepassing (zie tabel 7-8), moet de opdrachtnemer in 3-voud (of het in het contract vermelde aantal) de volgende documentatie, actueel, systematisch en toegankelijk gebundeld aanleveren:

1. Lasmethodebeschrijving(-en) (WPS) + beproevingsresultaten (WPQR)
2. NDO-locatie(-s) in relatie tot tekeningen;
3. NDO-rapportage(-s) (geen röntgenfilms);
4. Materiaalcertificaten van basismateriaal;
5. Rapport(en) van de warmtebehandeling en de warmtebehandelingsprocedure(s) (indien van toepassing);

6. Rapport(en) over reparatie(s) en andere tekortkomingen
7. Afwijking(en) van lasparameters. (Indien gelast wordt met parameters die buiten de gespecificeerde range van de WPS vallen.)

De documentatie moet als volgt worden geleverd:
1. Twee papieren versies en
2. Eén doorzoekbare pdf.

Noot:
Alleen originele of door de verantwoordelijke lascoördinator (Responsible Welding Coordinator, RWC) gewaarmerkte kopieën zijn acceptabel.

Bijlage D	Eis

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 11.

Bijlage E	Eis

Bijlage E is informatief.

Bijlage F1.2	Eis

- De omgevingsklasse is C5M en C5I voor atmosferische belasting en Im2 voor immersiebelasting. De minimaal te verwachten levensduur voor een beschermend conserveringssysteem tot het eerste grote conserveringsonderhoud is 20 jaar;
- Leuningwerk moet thermisch verzinkt uitgevoerd worden en vervolgens worden voorzien van een conventioneel natlaksysteem in de gestelde kleur;
- Trappen en bordessen moeten thermisch verzinkt uitgevoerd worden.

Bijlage F1.3e	Eis

De tekst in punt e van F1.3 moet worden vervangen door:
Het conserveringsysteem moet voldoen aan:
- PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008, Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, bijlage 1A of 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B).

Dit kan met inbegrip zijn van eisen die verband houden met de vervolgens aan te brengen decoratieve deklagen en beperkingen aan de keuze van kleuren voor de deklaagproducten. Tevens moeten van het conserveringssysteem referentieobjecten of referentievlakken (proefvlakken) worden overlegd waarbij wordt aangetoond dat de verfleverancier minstens drie jaar aantoonbare ervaring op een vergelijkbare constructie en ondergrond en onder vergelijkbare omstandigheden heeft. De resultaten van uitgevoerde inspecties op de referentie moeten worden overlegd. Uit de gegevens moet ook blijken op welke onderdelen van de referentie het conserveringssysteem is toegepast en de omvang daarvan. Van de referenties moet bekend zijn bij wie informatie kan worden ingewonnen.

In aanvulling op F1.3 is ook de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE van toepassing.

Bijlage F2.1	Eis

In aanvulling op F2.1 geldt dat voor reeds eerder geschilderde ondergronden de oppervlakken moeten worden voorbewerkt volgens NEN-EN-ISO 8501-2.

In aanvulling op F2.1 moeten loszittende en ondeugdelijke delen van de oude plamuur- en kitafdichtingen worden verwijderd.

Bijlage F4	Eis

Verwezen wordt naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 1993-1-8, 3.9.1 (1) in ROK paragraaf 7.8.

Bijlage F6.1	Eis

In aanvulling op F6.1 (aanbrengen van verf) en ISO 12994-7 moet de verflaag gecorrigeerd worden als de gemeten laagdikte meer dan 2,5 maal de gespecificeerde laagdikte bedraagt.

In aanvulling op F6.1 (aanbrengen van verf) moeten toe te passen kitten overschilderbaar zijn en worden beschouwd als integraal onderdeel van het conserveringssysteem. Kitten moeten worden aangebracht volgens de voorschriften van de leverancier en voor de laatste laag van het conserveringssysteem.

Bijlage F6.2	Eis

In aanvulling op F 6.2 (metaal spuiten) zijn ook de eisen uit OGOS-500-TRL, Eisen thermische spuitlagen, Eisendeel, van toepassing.

Bijlage F6.3	Eis

In aanvulling op F 6.3 (verzinken) is bij het toepassen van deklagen op thermisch verzinkte onderdelen NEN 5254 van toepassing.

In afwijking van NEN-EN-ISO 1461 is het gebruik van zinkspray voor het bijwerken van beschadigingen in de zinklaag niet toegestaan.

Bijlage F7.1	Eis

In aanvulling op F7.1 (Keuring en Controle, Algemeen) zijn ook de eisen uit de Code of Practice metaalconservering, documentnr. SCON-2010-337-TCE van toepassing.

Bijlage F7.2	Eis

De norm in punt b) 2 van F7.2 (routinecontroles) wordt vervangen door OGOS-500-TRL; Eisen thermische spuitlagen; Eisendeel.

Bijlage F7.3	Eis

RWS specificeert geen referentievlakken.

Bijlage G	Eis

Bijlage G mag niet worden toegepast.

Bijlage H	Eis

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 8.

Bijlage J	Eis

Bijlage J mag niet worden toegepast.

Bijlage M	Eis

Zie ROK aanvullingen bij NEN-EN 1090-2, hoofdstuk 8.

8 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies

Voor het ontwerp en de uitvoering van staalbeton bruggen gelden de hoofdstukken 6 en 7 voor respectievelijk de betonconstructie en de staalconstructie.

8.1 Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-1-1 + NB.

8.2 Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-1-2 + NB.

8.3 Deel 2: Algemene regels en regels voor staal-betonnen bruggen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1994-2 + NB.

9 Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies

9.1 Deel 1-1: Algemeen – Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-1-1 + NB.

9.2 Deel 1-2: Algemeen – Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-1-2 + NB.

9.3 Deel 2: Houten bruggen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1995-2 + NB.

10 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp van constructies

10.1 NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels

NEN 9997-1 is een samenstelling van NEN-EN 1997-1, NEN-EN 1997-1/C1, NEN-EN 1997-1/NB Nationale Bijlage en NEN 9097-1 Aanvullingsnorm bij NEN-EN 1997-1.

NEN 9097-1 bestaat uit tekstdelen van NEN 6740, NEN 6743-1, NEN 6744, NEN 6745-1, CUR Rapport 2001-4, CUR Rapport 166); De tekstdelen kunnen zijn gewijzigd ten opzichte van brondocument. NEN 9097-1 bestaat niet zelfstandig.

Aanvullingen op NEN 9997-1.

1.5.2.110	Eis (Bruggen)

Ieder steunpunt van een brug moet worden beschouwd als een afzonderlijke 'geotechnische constructie'.

2.4.6.3 (2)P	Toelichting

Geometrische afwijkingen kunnen bijvoorbeeld van belang zijn bij constructies waar een beperkt aantal palen wordt toegepast, zoals bij de fundering van een geluidsscherm.

2.4.9 (1)P	Eis (Bruggen)

- Eisen met betrekking tot de zakking van een steunpunt in de bruikbaarheidsgrenstoestand voor vaste viaducten en bruggen:
  Een maximale steunpuntszakking van 0,05 m en een maximaal zakkingsverschil tussen twee opeenvolgende steunpunten van 0,03 m.

  Het gaat hier alleen om de zetting die optreedt nadat de dekconstructie is aangebracht ~~en niet over de zetting door voorbelasting~~.

- Eisen met betrekking tot de schuinstand van een steunpunt voor vaste viaducten en bruggen:
  De schuinstand ω volgens 1.5.3.37 van een steunpunt, bepaald volgens 6.6 resp. 7.6.4, bij belastingscombinaties volgens 2.4.2, mag niet groter zijn dan:
  - in langsrichting dek: $\omega \leq 1 : 100$
  - in dwarsrichting dek: $\omega \leq 1 : 600$

Voor beweegbare bruggen moet op de volgende wijze rekening worden gehouden met het optreden van zettingen:

- Bij statisch onbepaald opgelegde beweegbare bruggen moet, voor de gehele levensduur, in het ontwerp worden aangetoond dat zettingen (in verschillende vrijheidsgraden) niet leiden tot ontoelaatbare krachten of spanningen in de brugconstructie en/of het bewegingswerk.
- Bij statisch bepaald en onbepaald opgelegde beweegbare bruggen moet, voor de gehele levensduur, in het ontwerp worden aangetoond dat de beweegbare brug

bij het optreden van zettingen (in verschillende vrijheidsgraden) zijn functies in de bruikbaarheidsgrenstoestand kan blijven vervullen.

2.5	Eis

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

2.7	Eis

Tenzij anders is voorgeschreven door de opdrachtgever, is toepassing van dit artikel niet toegestaan.

3.2.3 (6)P (e)	Eis

Toevoeging na 1e alinea:
Voor paalfunderingen van geotechnische constructies als bedoeld in 1.5.3.10 moeten per geotechnische constructie ten minste 2 terreinproeven worden uitgevoerd. De terreinproeven moeten liggen binnen de verticale projectie van de geotechnische constructie.

3.2	Eis (Tunnels)

In het kader van CUR Rapport 2003-7 moeten bouwputten als grondkerende constructies worden beschouwd. Voor het afgezonken gedeelte van een zinktunnel kan over het algemeen worden volstaan met onderzoek volgens “lijninfrastructuur”, zoals vermeld in CUR Rapport 2003-7, 2.4. Per project moet dit nader worden beoordeeld. CUR Rapport 2003-7, blz. 21, 2.4, laatste alinea “langs de as van de ophoging” wijzigen in “midden onder de constructie”. In dezelfde alinea “ter plaatse van de randen” wijzigen in “onder de buitenwanden”.

6.3 (3) (a)	Eis

De 1e zin van de tekst onder de opmerking bij a) moet als volgt worden gewijzigd:
“Bij toepassing van NEN-EN 1990 wordt geacht dat de belastingscombinaties volgens het wettelijk minimum in rekening zijn gebracht.”

6.4 (5)P	Eis

Alleen de directe methode is toegestaan als ontwerpmethode.

6.5.2.3 (1)	Eis

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

6.5.2.4 (1)	Eis

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

6.6.2 (3) (c)	Eis

Toepassen van de laatste regel “Voldoet de bouwconstructie….β_x = 0 zijn gesteld” is niet toegestaan.

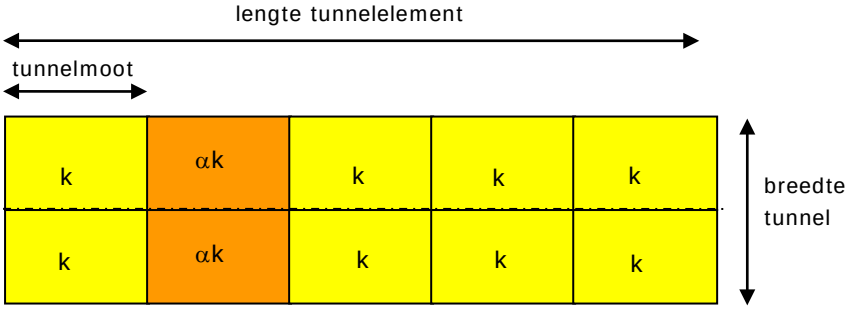
Toelichting:
Dit artikel geeft aan hoe de verwachtingswaarde van zettingsverschillen tussen geotechnische constructies (bijvoorbeeld steunpunten van een brug) moet worden bepaald; er is geen reden om daar niet mee te rekenen.

6.8	Eis (Tunnels)

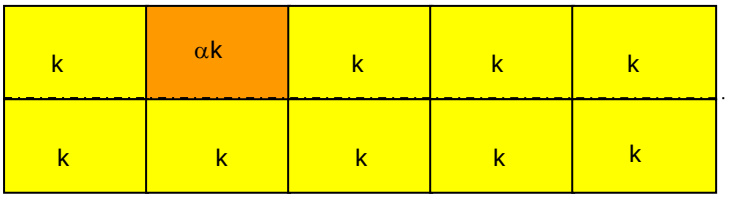
Hierna is achtereenvolgens ingegaan op de volgende aspecten die een rol spelen bij het ontwerp van tunnels gefundeerd op staal:
1. Variatie beddingsstijfheden;
2. Zettingseisen;
3. Tandconstructies c.q. koppelingsconstructies.

Ad. 1, Variatie beddingsstijfheden

Voor gesegmenteerde tunnels gefundeerd op staal moet, o.a. ter bepaling van tandkrachten, rekening gehouden worden met een variatie in beddingsstijfheden tussen de moten onderling zoals aangegeven in figuur 10-1. De variatie geldt dus zowel in langs- als dwarsrichting van de tunnel.



Variatie beddingstijfheid bij 2 aansluitende tunnelmoten



Variatie beddingstijfheid in dwarsrichting

Figuur 10-1: Variatie beddingsstijfheden

Voor de factor α moet worden aangehouden:
α = 0,9 grindbed
α = 0,75 zandbed bij een niet-afgezonken tunnel
α = 0,5 door onderstroming verkregen zandbed (afgezonken tunnel)

Voor de bepaling van de effecten in langs- en dwarsrichting van de variatie in beddingsstijfheden, moet een berekening worden uitgevoerd waarbij de tunnelconstructie samen met de verende werking van de ondergrond wordt geschematiseerd (bijvoorbeeld verenmodel en/of EEM). Indien een tandconstructie rondom wordt toegepast, moet rekening worden gehouden met het feit dat de tandkrachten nabij stijve hoeken en tussenwanden het grootst zijn.

Toelichting:
Uit metingen bij diverse afgezonken tunnels blijkt dat ook na oplevering in de loop der tijd nog significante zettingen kunnen optreden. Een plaatselijke verdubbeling (of zelfs meer) van de zettingen ten opzichte van de bouwfasezettingen kan volgens

de uitgevoerde metingen in de loop der tijd optreden. De invloed van deze extra zettingen op de krachtswerking in de tunnel wordt geacht te zijn afgedekt door de gegeven relatieve variaties in de grootte van de beddingsconstanten.

Ad. 2, Zettingseisen
Voor zinkelementen gelden tot het tijdstip van oplevering de volgende eisen:
- zettingen niet groter dan 0,05 m;
- rotaties niet groter dan 1:1000.

Verder geldt dat de tunnel extra zettingen, die in de loop der tijd optreden, moet kunnen volgen zonder dat de waterdichtheid in het gedrang komt, met andere woorden afdichtende rubberprofielen moeten voldoende vervormingscapaciteit bezitten en er mogen geen watervoerende scheuren ontstaan. Voor afgezonken tunnels gefundeerd op een onderstroomlaag van zand moet minimaal met een verdubbeling van de zettingen in de loop der tijd rekening worden gehouden.

Toelichting:
De eisen tot het tijdstip van oplevering gelden ten opzichte van het theoretische alignement excl. eventuele voorinstellingen ter compensatie van verwachte zettingen. De gegeven rotatie-eis heeft primair te maken met voorkomen van een te grote rotatie t.p.v. de uiteinden van de tunnelelementen, waardoor de rekken van de afdichtingsprofielen te groot zouden kunnen worden om de waterdichtheid duurzaam te kunnen garanderen. De genoemde zettingeis in de bouwfase is gebaseerd op metingen in het verleden bij diverse tunnelprojecten.

Ad. 3, Tandconstructies cq. koppelingsconstructies
Bij onderlinge koppeling van op staal gefundeerde tunnelelementen is het zakkingsverschil nul, maar de koppelingsconstructie moet gedimensioneerd worden op de krachtsoverdracht. Voor de bepaling van de krachten wordt verwezen naar punt 1. Voor de detaillering van tandconstructies (krans rondom) wordt verwezen naar ~~SATO~~ het Handboek Tunnelbouw. Bij toepassing van een tandconstructie of koppeling in een waterkerende constructie, moet de tand of koppeling waarin de rubber-metalen voegstrook zit een minimaal 20% hogere breukkracht bezitten dan de tand of koppeling zonder rubber-metalen voegstrook.

Toelichting:
De ervaring geeft aan dat in de loop der tijd de zettingen en zettingsverschillen significant kunnen toenemen. Dit wordt versterkt bij de aanwezigheid van een (variërende) bovenbelasting. De grootte van de toename van zettingen en zettingsverschillen in de loop der tijd laat zich niet precies voorspellen. De maximaal in de tand optredende krachten zijn daarmee voor de toekomst ook relatief onbekend. Bij tandbreuk in de tand, waarin zich de rubber-metalen voegstrook bevindt, kunnen dan ongewenste lekkages ontstaan door een scheur achter de rubber-metalen voegstrook. Door de andere tand zwakker uit te voeren zal deze tand scheuren en daarmee voorkomen dat een watervoerende scheur kan ontstaan in de tand met de rubber-metalen voegstrook. Hierbij moet er voor de vloer op gelet worden dat de aanwezige ballastbeton niet meedraagt bij de krachtswerking op de tand zonder rubber-metalen voegstrook. De eisen hebben betrekking op tandconstructies. De achterliggende filosofie dat een eventuele optredende scheur de waterdichtheid niet mag bedreigen, geldt ook voor alternatieve constructies.

Zonder koppeling en zonder het gebruik van overgangsplaten geldt een maximaal toelaatbaar zettingsverschil tussen tunnelelementen van 0,005 m. Het is ook toegestaan het rijcomfort te verzekeren door het toepassen van overgangsplaten. De maximaal toelaatbare helling hiervan is 1:200.

Toelichting:
Deze eis wordt gesteld om te voorkomen dat het rijcomfort en de verkeersveiligheid zal afnemen als gevolg van oneffenheden bij de voegovergangen. Teneinde rekening te houden met in de toekomst optredende zettingsverschillen, wordt aanbevolen om overgangsplaten een tegeninstelling te geven met een helling van max. 1:200.

In het geval dat wordt overwogen om de constructievloer niet van een koppelingsconstructie te voorzien (cq. te verdeuvelen) moeten de volgende aspecten worden meegewogen:
- duurzaamheid van het voegovergangsprofiel onder invloed van vele wisselingen in de verticale verschilverplaatsing over de voeg;
- verkeerscomfort;
- verkeersveiligheid.

7.6.1.1 (4)P (c)	Eis

Binnen het kader van dit artikel wordt een geotechnische constructie als een bouwwerk gedefinieerd. Een funderingspaal moet dan worden beschouwd als een funderingselement.

7.6.2.1 (13)	Eis

Open stalen buispalen moeten worden berekend met CUR Rapport 2001-8.

7.6.2.2 (4)	Toelichting

Aan de hand van CUR Rapport 2001-8 kan rekenkundig worden onderbouwd of wel of geen plugvorming optreedt.

7.6.2.3 (10) (i)	Eis

Bij in de grond gevormde palen mag aan de eerste meter van de paal onder het maaiveld en/of het ontgravingsniveau geen schachtwrijving worden ontleend.

7.6.3.3 (8) (c)	Eis

Stap 1: Bij de bepaling van $\gamma_{m;var;qc}$ moet ook de windbelasting worden beschouwd als een wisselende belasting.

7.6.4.2 (4) (d)	Eis

Toepassen van de laatste regel “Voldoet de bouwconstructie….β_x = 0 zijn gesteld” is niet toegestaan.

Toelichting:
Dit artikel geeft aan hoe de verwachtingswaarde van zettingsverschillen tussen geotechnische constructies (bijvoorbeeld steunpunten van een kunstwerk) moet worden bepaald; er is geen reden om daar niet mee te rekenen.

7.7	Eis (Tunnels)

De momenten in palen door een horizontale verplaatsing moeten worden bepaald met de theorie van de verend ondersteunde ligger. De waarde van de

beddingsconstante moet voor een definitief ontwerp worden bepaald door een grondmechanisch advies. ~~Bij een voorontwerp kunnen de beddingsconstanten indicatief worden bepaald door gebruikmaking van NVN 6724, hoofdstuk 8.~~

7.8	Eis (Tunnels)

Hierna zijn enkele aanvullende bepalingen opgenomen voor paalfunderingen.

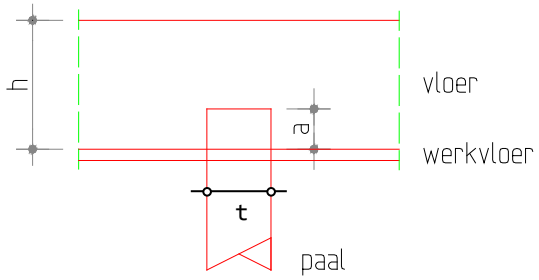
Toepassing paal-plaatfundering

Voor geotechnische categorie 3 constructies mogen gecombineerde paal-plaat funderingen worden toegepast. Hierbij moet vanaf onderkant vloer tot 4 maal de grootste equivalente diameter onder de palen een zandpakket aanwezig zijn met een minimale conusweerstand van 10 MPa.

Toelichting:
Met andere woorden onder de genoemde randvoorwaarde mag de gezamenlijke draagkracht van de grond (fundering op staal) en de palen in rekening worden gebracht.

Berekening van paalkrachten

Palen moeten als volledig ingeklemd worden beschouwd als de hoogte a van de paalkop in de constructievloer ten minste gelijk is aan de kleinste waarde van ½ h, ½ t en 0,5 m, waarbij h de hoogte van de constructievloer is en t de paalafmeting (zie figuur 10-2). In andere gevallen moet de verbinding als scharnierend worden geschematiseerd of, als alternatief, een rotatieveerstijfheid in de berekeningen worden gebruikt. De paal moet minimaal 10 cm in de constructievloer worden opgenomen om een spleet ter plaatse van de aansluiting te voorkomen.



Figuur 10-2: Opname paalkop in constructievloer

Bepalingen met betrekking tot funderingspalen

Algemeen:	De steklengte bij trekpalen doorzetten in de paalrichting en ombuigen om het bovennet.
Geprefabriceerd:	Bij trekpalen moet het voorspanniveau zodanig groot zijn, dat ten gevolge van de optredende belastingen in alle (bouw)fasen de trekspanningen in de paal niet groter zijn dan 0,3 f_{ctm}
In de grond gevormd:	Het groutmengsel bij vibro-combinatie palen moet een minimaal volumegewicht bezitten van 22 kN/m^3. Het groutmengsel moet na 28 dagen een karakteristieke kubusdruksterkte bezitten van 35 MPa.
Stalen palen:	Bij het vastlassen van wapening aan een stalen buispaal moet rekening worden gehouden met een terugval in sterkte

van de buis tot een karakteristieke sterkte van 235 MPa (S235). Voor de wapening wordt verwezen naar ROK paragraaf 6.1, 3.2.5.

9.1.1 (1)P	Eis

Kerende constructies in gewapende grond moeten worden ontworpen volgens CUR Rapport 198. Daarbij geldt het volgende:

- Er moet worden voorkomen dat in gewapende grondconstructies uitspoelingen kunnen ontstaan. Speciale aandacht voor de regenwaterafvoer van op gewapende grondconstructies gefundeerde kunstwerken is vereist.
- Er moet worden voorkomen dat de sterkte van het grondmassief wordt aangetast door fauna-activiteiten (zoals het graven van gangen).
- In het beheers- en onderhoudsplan van gewapende grondconstructies moet worden opgenomen dat specifiek op het aanwezig zijn van uitspoelingen en holtes als gevolg van activiteiten van dieren moet worden geïnspecteerd.

Toelichting:

- *Bij gewapende grond wordt de draagkracht ontleend aan de samenwerking van grond met wapening. Gedurende de levensduur van de constructie moet die samenwerking blijven bestaan.*
  Er zijn in ten minste één terre armée constructie konijnenholen aangetroffen. Het zal duidelijk zijn dat holtes door uitspoeling of door dieren die in het massief graven, aanleiding zijn voor (plaatselijke) instabiliteit, met als minste gevolg verzakkingen en als uiterste gevolg bezwijken van het massief.
- *Samenwerking met een bureau voor grondmechanisch advies is wenselijk.*

9.4	Eis

Hierna zijn aanvullende bepalingen opgenomen voor grondkerende constructies.

<u>Gronddruk op grondkerende constructies</u>
Voor de gronddruk op grondkerende constructies wordt verwezen naar:
damwandconstructies zie ook CUR Rapport 166;
diepwanden zie ook CUR Aanbeveling 76 en CUR/COB Rapport 231;
gewapende grond zie ook CUR Rapport 198.

<u>Fundering op staal van grondkerende constructies</u>
Van zand, dat is verwerkt ten behoeve van een grondverbetering voor fundaties op staal, moet de draagkracht op een diepte van 1,0 m beneden de bovenkant van de grondverbetering een conusweerstand van ten minste 10 MPa hebben. Op een diepte van 0,60 m beneden de bovenkant van de grondverbetering moet de conusweerstand ten minste 6 MPa zijn en tot deze diepte gelijkmatig toenemen. De draagkracht in grondverbeteringen bepalen aan de hand van sonderingen op a-select gekozen locaties. Per 500 m^2 een sondering maken over de totale hoogte van de grondverbetering.

Voor damwanden zie CUR Rapport 166.
Voor diepwanden zie CUR Aanbeveling 76 en CUR/COB Rapport 231.
Voor gewapende grond zie CUR Rapport 198.

Voor de bepaling van λ_p een maximale φ aanhouden van 35°. Zie CUR Rapport 166 deel 2, 3.4.3. Voor veen geldt $\delta = 0$.

Belasting door normaalkrachten
Rekening moet worden gehouden met normaalkrachten door de verticale component van de verankering, heitraverse, etc. De berekening mag uitgevoerd worden volgens Heron, volume 31, 1986, no 4.

Evenwicht bij aanvullen
Bij het aanvullen ter weerszijden van constructies of onderdelen daarvan moet met een berekening worden aangetoond welk onderling hoogteverschil mogelijk is.

Controleproeven Verankeringen
Na de controleproeven van de verankeringen de voorspankracht aflaten tot maximaal 60% van de bezwijkwaarde van het anker.

Bij verankeringen, bestaande uit staven:
- geen staven toepassen met een karakteristieke treksterkte > 1100 MPa;
- een conische moer toepassen.

Toelichting:
Staven met een zeer hoge treksterkte zijn gevoelig voor breuk als gevolg van toevallige momenten. Door het toepassen van een conische moer wordt de grootte van optredende buigspanningen verminderd.

Bij definitieve verankeringen, bestaande uit staven, een toelaatbare spanning van maximaal 500 MPa toepassen.

In aanvulling op CUR Rapport 166, deel 2, 5.5.9 moet ook voor ankers worden uitgegaan van uitval van een enkel anker.

Verkeersbelasting
Voor grondkerende constructies gelegen in de nabijheid van een weg geldt voor de verkeersbelasting NEN-EN 1991-2, 4.9.1.

Damwand als verloren bekisting
Bij het niet trekken van damwanden en storten van de betonwand hiertegen, mag in de gebruiksfase de verticale draagkracht aan de damwanden ontleend worden onder voorwaarde dat de mechanische verbinding van beton aan staal verzekerd is zonder dat aanhechting in het vlak beton-staal in rekening wordt gebracht, met andere woorden afschuifverbindingen zijn vereist. De afschuifverbindingen moeten worden gedimensioneerd volgens NEN-EN 1994-1-1, 6.6. Voor de te hanteren corrosietoeslag aan de buitenzijde wordt verwezen naar NEN-EN 1993-5, 4.4 en de aanvullende bepaling in de ROK.

Trekken van damwanden en (hulp)palen
- CUR Rapport 166 deel 2, 5.4.13, Bestekseisen Rijkswaterstaat, punt 4 wijzigen in: “Indien de te verwijderen paal/damwandplank zich nabij een (definitieve) fundering op staal bevindt, moet grondmechanisch advies worden ingewonnen. De minimale horizontale afstand van rand van de betonconstructie tot hart te verwijderen paal/damwandplank bedraagt 3,0 m”
- ~~CUR 166 deel 2, 5.4.13, Bestekseisen Rijkswaterstaat, fig. 5.21 vervangen door figuur 10-3.~~

Voor de toelaatbaarheid van het verwijderen van in de grondgevormde verticale elementen moet altijd grondmechanisch advies worden ingewonnen.

Bepaling van gronddrukken
Als gevolg van fluctuerende temperaturen en eventuele waterstanden moet het oplopen van de gronddruk tot hogere waarden in de loop der tijd als volgt in rekening worden gebracht:

Voor de passieve gemobiliseerde druk geldt:
$K_{h;mob} = K_0 + (K_{ph}-K_0) \cdot (v/z) / (a + v/z)$

waarin:
$K_{h;mob}$ = horizontale gronddrukcoëfficiënt als gevolg van het opspaneffect;
K_0 = neutrale gronddrukcoëfficiënt;
K_{ph} = passieve horizontale gronddrukcoëfficiënt;
v = verplaatsing van de wand, in passieve richting op diepte z, als gevolg van fluctuerende temperatuureffecten en waterstanden;
z = diepte;
a = parameter die afhankelijk is van de pakking van het zand;

Toelichting
Voorgaande formule is ontleend aan "Sluiskolkwanden in Maasbracht en Born, Advies horizontale druk tegen sluiskolkwanden, mei 2007, GeoDelft"

De parameter a varieert tussen 0,01 voor vastgepakt zand en 0,1 voor los gepakt zand. Voor in lagen verdicht zand kan a = 0,03 worden aangehouden. Als de gronddruk ongunstig werkt, moet voor de belastingsfactor voor gevolgklasse 2 een waarde van 1,5 worden aangehouden; voor gevolgklasse 3 is dit 1,65.
Voor de partiële gronddrukcoëfficient moet, als de druk gunstig werkt, een waarde van 1,0 worden aangehouden.
Voor de grootte van de momentaanfactoren voor de combinatie van de belastingen als gevolg van het opspaneffect en alle variabele belastingen geldt $\psi = 1$.

Toelaatbare horizontale vervormingen voor damwanden en betonnen wanden
Voor eisen zie CUR Rapport 166 Deel 1, 3.3.10, onder "Eisen Bouwdienst RWS". De in CUR Rapport 166 gegeven eisen gelden ook voor constructies anders dan damwanden, zoals betonnen wanden, tenzij anders is voorgeschreven door de opdrachtgever. Indien aan de actieve zijde de (grond)waterstand hoger is dan het maaiveld, als maximaal te keren hoogte het waterpeil aanhouden.
Voor de bovenbelasting tabel 3.6 van CUR Rapport 166 Deel 1, 3.3.2, geotechnische categorie 2 met een waarde van ten minste 20 kN/m^2, aanhouden.
De verschilvervormingen tussen uitkragende betonwanden over de voegen aan de bovenzijde mag maximaal 5 mm zijn.

Toelichting:
De gestelde eisen aan de toelaatbare horizontale vervormingen hebben een achtergrond vanuit esthetica. Het betreft toelaatbare afwijkingen ten opzichte van de geplande stand van de damwand of betonnen wand; dus ook geldig voor hellende wanden.

Zonodig moeten deuvels of consoles worden toegepast om aan de toelaatbare verschilvervorming over een voeg te kunnen voldoen.

De genoemde bovenbelasting van ten minste 20 kN/m^2 heeft tot doel, ook als er geen verkeersbelasting aanwezig, de constructie voldoende toekomstvast te maken voor in het ontwerpstadium nog niet bekende bovenbelastingen.

Voor wanden moeten plaatsings-, hellingtoleranties en vervormingen na belasting in rekening worden gebracht, met oog op de vereiste breedte van het profiel van vrije ruimte.

~~Damwanden en ongewapend onderwaterbeton als definitieve constructie~~
~~Voor definitieve constructies bestaande uit damwanden en ongewapend onderwaterbeton moet, in aanvulling op CUR Aanbeveling 77, gebruik worden gemaakt van Cement, Jaargang 55, nr. 8 (2003), pag. 56 t/m 59, "Definitieve ongewapende onderwaterbetonvloeren in combinatie met definitieve damwanden".~~

9.3.2.2 (1)P (a)	Onjuistheid

De laatste kolom van tabel 9.a is niet correct:
Rekenwaarde laag = μ - Y $_{\gamma\sigma}$ - Δ

9.3.2.2 (3)	Eis

Toepassing van dit artikel is niet toegestaan.

9.5.5 (1)P (a)	Eis

Er moet van worden uitgegaan dat de grond altijd in lagen wordt aangebracht.

9.7.5 (1)P	Eis

In 9.7.1 stap 11.5 is aangegeven op welke wijze de draagkracht van een damwand kan worden berekend. Bij de beschouwing van het verticaal draagvermogen moet rekening worden gehouden met mogelijke interactie met het buigingsgedrag, zoals beschreven in CUR 166, deel 2, paragraaf 4.10.10.

10.2	Eis (Tunnels)

Bij de toetsing van het opdrijfmechanisme (UDL) gelden de volgende bepalingen:

- Voor de volumieke gewichten van weerstandbiedende blijvende belastingen (beton en/of grond) moeten "representatieve gemiddelde" waarden worden aangehouden.
  Toelichting: Met "representatieve gemiddelde" waarde wordt een volumiek gewicht bedoeld welke, in relatie tot bijvoorbeeld het volume van een tunnelmoot, als gemiddelde waarde met een grote betrouwbaarheid (> 95%) aanwezig is. Het totale verticale evenwicht van een tunnel wordt niet significant nadelig beïnvloed door een zeer plaatselijk lager volumiek gewicht.
  Voor beton kan in het ontwerpstadium een variatie van +/- 0,7 kN/m^3 worden toegepast. Als richtlijn kan bijvoorbeeld voor gewapend beton worden uitgegaan van een minimaal volumiek gewicht van 24,5 – 0,7 = 23,8 kN/m^3.
- Bij twijfel over de dichtheid van het (grond)water, moet van de dichtheid van zout (zee)water worden uitgegaan (10,25 kN/m^3).
- Door waarneming tijdens de bouw (volumieke gewichten en maattoleranties) moet altijd worden nagegaan of de ontwerpuitgangspunten ook daadwerkelijk

gerealiseerd zijn. Indien noodzakelijk moeten compenserende maatregelen worden genomen.
Toelichting: De voorgeschreven partiële factor $\gamma_{G;stb}$ = 0,9 is bedoeld om onzekerheden af te dekken qua volumieke dichtheden, maattoleranties en rekenonnauwkeurigheden, etc. Aangezien deze factor niet veel ruimte laat voor onzekerheden, is het van belang om de gehanteerde uitgangspunten te toetsen aan gerealiseerde waarden van volumieke gewichten en maattoleranties.

- Wrijvingskrachten in (eventuele) glijvlakken mogen niet in rekening worden gebracht.
  Toelichting: Teneinde de verticale vervormingen te beperken, moet voorkomen worden dat het verticale evenwicht afhankelijk is van zich vormende glijvlakken. Bijvoorbeeld bij de aanwezigheid van oren aan een tunnelmoot mag alleen de verticale kolom grond boven het oor in rekening worden gebracht.
- Bij tunnels moet als belastinggeval rekening worden gehouden met het tijdelijk verwijderen van een laag grond ter dikte van 0,5 m boven de tunnel. Hierbij hoeft geen rekening te worden gehouden met het tegelijkertijd verwijderen van de laag grond en het in verband met onderhoud verwijderen van asfalt, wegmeubilair en tunneltechnische installaties;

Hierna zijn specifieke bepalingen opgenomen voor de toetsing van het opdrijfmechanisme (UDL) voor achtereenvolgens:
1. Niet-afgezonken tunnels gefundeerd op staal;
2. Afgezonken tunnels gefundeerd op staal;
3. Tunnels gefundeerd op (trek)palen;
4. Folieconstructies.

Ad. 1, Niet-afgezonken tunnels gefundeerd op staal
De partiële factoren voor de toetsing van het opdrijfmechanisme zijn (volgens NEN 9997, Tabel A.15):

Tabel 10-1: Partiële factoren voor toetsing opdrijven

Belasting	Symbool	Waarde
Blijvend		
Ongunstig[a]	$\gamma_{G;dst}$	1,0
Gunstig[b]	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Veranderlijk		
Ongunstig[a]	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
[a] Aandrijvend		
[b] Weerstandbiedend		

Voor de toetsing van het opdrijfmechanisme gelden de volgende bepalingen:

1. De tunnel ligt volledig rondom in het water
Veranderlijke (ongunstige) opdrijfkrachten zijn alleen aanwezig indien overspannen water onder de constructie aanwezig is. Voor die situatie moet $\gamma_{Q;dst}$ = 1,5 worden aangehouden. Voor overige situaties geldt voor de waterdruk $\gamma_{G;dst}$ = 1,0.

Toelichting:
Voor het geval de extreme (grond)waterstand hoger ligt dan (of gelijk aan) de bovenzijde van het dak van de tunnel, is voor het verticale evenwicht de precieze maximale (grond)waterstand niet meer van belang.

2. De tunnel ligt deels in het water
Voor de laagste grondwaterstand geldt $\gamma_{G;dst}$ = 1,0. Voor de variatie van de grondwaterstand gebaseerd op bijvoorbeeld peilbuismetingen geldt $\gamma_{Q;dst}$ = 1,5. Indien de grondwaterstand na vermenigvuldiging met $\gamma_{Q;dst}$ = 1,5 fysiek niet kan optreden (bjvoorbeeld als dit boven het peil van vollopen van de constructie ligt), mag de fysieke grens met $\gamma_{G;dst}$ = 1,0 worden aangehouden.
Indien de extreme waterstand met een overschrijdingskans van $3{,}9 \cdot 10^{-5}$ of $1{,}3 \cdot 10^{-5}$ op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 wordt gehanteerd (d.w.z. $3{,}9 \cdot 10^{-3}$ resp. $1{,}3 \cdot 10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar), mag voor de extreme waterdruk $\gamma_{G;dst}$ = 1,0 worden aangehouden. Hierbij moet rekening worden gehouden met mogelijke trendwijzigingen in de ontwerplevensduur van de constructie (bijvoorbeeld waterwinning, peilwijziging, invloed wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijzigingen als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan moet, indien noodzakelijk, een geohydrologisch (grond)watermodel ten grondslag liggen.

Toelichting:
Omdat in de laatstgenoemde situatie extreme (grond)waterstanden vastgesteld worden met een zeer kleine overschrijdingskans, kan met een lagere belastingsfactor worden volstaan ten opzichte van de situatie waarbij de (grond)waterstanden bijvoorbeeld alleen worden ontleend aan een beperkte reeks historische peildata.

Ad. 2, Afgezonken tunnels gefundeerd op staal
Voor afgezonken tunnels geldt een minimale korreldruk van gemiddeld 5 kN/m^2. Dit is exclusief het gewicht van tunnelinstallaties, asfalt en ballast op het dak.

Toelichting:
Bovenstaande relatief lage oplegdruk is verantwoord omdat het gewicht van een afgezonken tunnelelement relatief goed bekend is (uittrimmen in afzinkfase). Voor het tunnelontwerp in de OTAO-fase (Opdrijven, Transporteren, Afzinken en Onderstromen) wordt verwezen naar ROK paragraaf 6.5.

Ad. 3, Tunnels gefundeerd op trekpalen
In afwijking op CUR Aanbeveling 77 is het toepassen van gladde betonnen of gladde stalen palen niet toegestaan.

~~Voor CUR Aanbeveling 77, 9.2, 9.3 en 9.4 gelden de volgende aanvullende bepalingen (genoemde figuurnummers en artikelnummers hebben betrekking op CUR Aanbeveling 77):~~

- ~~Het toepassen van gladde betonnen of gladde stalen palen (fig. 5a. en 7a.) is niet toegestaan. Een vierkante betonnen paal moet minimaal op twee tegenoverliggende zijden voor de helft van het totale oppervlak waar de krachtsoverdracht naar de vloer plaatsvindt, worden voorzien van ribbels.~~
- ~~Voor betonnen en stalen palen met ribbels (fig. 5b. en 7b.) moet worden uitgegaan van de artikelen 9.2 en 9.3;~~

- ~~Voor stalen palen met nokken (fig. 7c.) en voor trekankers (fig. 10) moet worden uitgegaan van de artikelen 9.2 en 9.3, met dien verstande dat in de bepaling voor F_u bij toets (1) de eerste factor 0,8 vervangen moet worden voor 0,64;~~
- ~~Voor schotels is toets (2) in artikel 9.3 niet van toepassing;~~
- ~~Gecontroleerd moet worden of de trek- of drukkracht niet leidt tot ontoelaatbare spanningen in het funderingselement.~~

Bij de toepassing van relatief slappe trekelementen (zoals bijvoorbeeld Gewi-ankers) onder ongewapende onderwaterbetonvloeren moeten de puntvormige opleggingen geschematiseerd worden overeenkomstig de stijfheid van deze relatief slappe trekelementen. Het schematiseren als starre steunpunten van dit type trekelementen is onjuist en daarom niet toegestaan.

Ad. 4, Folieconstructies

De ontwerpuitgangspunten van folieconstructies zijn opgenomen in “CUR Rapport 221, Handboek folieconstructies”. In aanvulling hierop gelden de volgende bepalingen voor de toetsing van het opdrijfmechanisme (UDL). De partiële factoren voor de toetsing van het opdrijfmechanisme zijn (volgens NEN 9997, Tabel A.15):

Tabel 10-2: Partiële factoren voor toetsing opdrijven van folieconstructies

Belasting	Symbool	Waarde
Blijvend		
Ongunstig[a]	$\gamma_{G;dst}$	1,0
Gunstig[b]	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Veranderlijk		
Ongunstig[a]	$\gamma_{Q;dst}$	1,5
[a] Aandrijvend		
[b] Weerstandbiedend		

Voor de laagste grondwaterstand geldt $\gamma_{G;dst}$ = 1,0. Voor de variatie van de grondwaterstand gebaseerd op peilbuismetingen geldt $\gamma_{Q;dst}$ = 1,5. Indien de grondwaterstand na vermenigvuldiging met $\gamma_{Q;dst}$ = 1,5 fysiek niet kan optreden (bijvoorbeeld als dit boven het peil van vollopen van de constructie ligt), mag de fysieke grens met $\gamma_{G;dst}$ = 1,0 worden aangehouden.

Indien de extreme waterstand met een overschrijdingskans van $3{,}9\cdot10^{-5}$ of $1{,}3\cdot10^{-5}$ op jaarbasis voor resp. CC2 en CC3 wordt gehanteerd (d.w.z. $3{,}9\cdot10^{-3}$ resp. $1{,}3\cdot10^{-3}$ over de ontwerplevensduur van 100 jaar), mag voor de extreme waterdruk $\gamma_{G;dst}$ = 1,0 worden aangehouden.

Toelichting:
Voor de bepaling van deze overschrijdingskansen is gebruik gemaakt van NEN-EN 1990, bijlage C, C.7 (3).

Hierbij moet rekening worden gehouden met mogelijke trendwijzigingen in de ontwerplevensduur van de constructie (bijvoorbeeld waterwinning, peilwijziging, invloed wijziging peilbeheer van rivier/beek, wijzigingen als gevolg van klimaatveranderingen). Hieraan moet, indien noodzakelijk, een geohydrologisch model ten grondslag liggen.

10.2 NEN-EN 1997-2 Deel 2: Grondonderzoek en beproeving

Geen aanvullingen op NEN-EN 1997-2. De aspecten van dit EC-deel worden voldoende afgedekt door NEN 9997-1.

11 Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies

11.1 Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen

Aanvullingen op NEN-EN 1998-1.

Toelichting:
Zolang geen Nederlandse Bijlage bij NEN-EN 1998-1 beschikbaar is, worden de uitgangspunten voor het gebruik van de Eurocode hier in de ROK vermeld. Voor parameters in NEN-EN 1998-1 welke niet in deze ROK vermeld staan gelden de aanbevolen waarden zoals vermeld in NEN-EN 1998-1.

3	Eis

Voor de grootte van de horizontale en verticale versnellingen wordt verwezen naar NEN-EN 1991-1-7/NB, B.4.1 (figuur NB.4 en tabel NB.6). Als uitwerking van 3.2.1(5) in NEN-EN 1998-1 geldt dat voor zones I t/m V geen controle op aardbevingsbelasting behoeft plaats te vinden.

Tenzij anders bepaald, moet voor de “Importance class” in tabel 4.3 van NEN-EN 1998-1 klasse IV worden aangehouden.

Als verdere invulling van tabel 3.1 uit NEN-EN 1998-1 geldt tabel 11-1 (ontleend aan de Belgische annex “NBN-ENV 1998-1-:2002 NAD-E/N/F”).

3	Eis (Tunnels)

Over het algemeen zijn monoliete ondergrondse constructies, waaronder tunnels, of onderdelen daarvan niet bijzonder aardbevingsgevoelig als:
1. ze niet vrij kunnen bewegen ten opzichte van het omliggende grondmassief,
2. liquefaction uitgesloten is.

Toelichting:
Voor de gevoeligheid voor liquefaction zie NEN-EN 1998-5, 4.1.4.

In aanvulling op NEN-EN 1998-5 mag worden verondersteld dat liquefaction niet optreedt bij een sondeerwaarde van minimaal 6 MPa.

Toelichting:
Het criterium van de minimale sondeerwaarde is toegevoegd omdat NEN-EN 1998-5 bij gebruik van sondeerwaarden (CPT) geen kwantitatieve grenswaarde geeft.

Voor zone D is bij afgezonken tunnels het gebruik van een onderstroomlaag bestaande uit niet gebonden zand niet toelaatbaar.

Toelichting:
Voor onderstroomzand bij afgezonken tunnels is de te behalen c.q. behaalde sondeerwaarde niet goed bekend. De pakking zal veelal relatief los zijn. Vandaar dat voor zone D het toepassen van een onderstroomlaag bestaande uit zand niet toegelaten is.

Tabel 11-1: Overeenkomst tussen de drie voornaamste bodemsoorten bepaald in de eurocodes 8 en de geotechnische parameters

Sitecategorieën in de EC-8		**Geotechnische gegevens**			
Sitecategorie	*Beschrijving*	*Bodemsoort*	*Statische penetrometer : Weerstand (MPa)*	*Pressiometer (MPa): Modulus*	*Grensdruk*
A **Gronden met een zeer goede mechanische weerstand**	Gesteente of andere geologische formatie gekenmerkt door een snelheid Vs>800 m/s, met een bovenlaag van ten hoogste 5 m minder stevig materiaal.	---	---	**> 100**	**> 5**
	Vaste afzettingen van zand, grind en supergeconsolideerde klei, van ten minste enkele tientallen meter dikte, gekenmerkt door een geleidelijke verhoging van de mechanische eigenschappen met de diepte (met Vs≥400 m/s op 10 m diepte).	compacte korrelige grond	**> 15** vanaf 10 m diepte	**> 20** vanaf 10 m diepte	**> 2** vanaf 10 m diepte
		vaste grond (klei of harde mergel)	**> 5** vanaf 10 m diepte	**> 25** vanaf 10 m diepte	
B **Gronden met een middelmatige mechanische weerstand**	Diepe afzettingen van zand van gemiddelde dichtheid, grond of matig stijve klei, met een dikte van enkele tientallen tot meerdere honderden meter, gekenmerkt door Vs≥200 m/s op 10 m diepte, oplopend tot ten minste 350 m/s op 50 m diepte.	middelmatig compacte korrelige grond	**5 tot 15** vanaf 10 m diepte en **> 15** vanaf 50 m	**6 tot 20** vanaf 10 m diepte en **>20** vanaf 50 m	**1 tot 2** vanaf 10 m diepte en **>2** vanaf 50 m
		middelmatig vaste samenhangen de grond en zacht krijt	**1,5 tot 5** vanaf 10 m diepte en **> 5** vanaf 50 m	**5 tot 25** vanaf 10 m diepte en **> 25** vanaf 50 m	**0,5 tot 2** vanaf 10 m diepte en **> 2** vanaf 50 m
C **Gronden met een zwakke mechanische weerstand**	Afzettingen van losse, onsamenhangende grond, met of zonder zachte samenhangende lagen, gekenmerkt door Vs<200 m/s over de eerste 20 meter.	losse korrelige grond	**< 5** over de eerste 20m.	**< 6** over de eerste 20 m.	**< 1** over de eerste 20 m.
	Afzettingen met merendeels samenhangende en zwak tot matig stijve gronden, gekenmerkt door Vs<200 m/s over de eerste 20 meter.	zachte samenhangen de grond (zachte klei of slijk) en verbrokkeld krijt	**< 1,5** over de eerste 20m.	**< 5** over de eerste 20 m.	**< 0,5** over de eerste 20 m.

NB : Voor de andere sitecategorieën (speciale gevallen van de Eurocode 8 bepaald in de paragrafen 4.2.2.(3), 4.2.2.(4), 4.2.2.(5) van Deel 1.1), is een detailstudie vereist.

11.2 Deel 2: Bruggen

Geen aanvullingen op NEN-EN 1998-2.

11.3 Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten

Geen aanvullingen op NEN-EN 1998-5.

12 Overige materialen waar geen Eurocodes voor zijn

12.1 Kunststoffen als constructiemateriaal

Voor kunststoffen als constructiemateriaal gelden minimaal de eisen volgens de CUR Aanbeveling 96:2013 ‘ Vezelversterkte kunststoffen in civiele draagconstructies ’. Modificaties hierop conform de CUR Aanbeveling 96: april 2013 (DRAFT) mogen worden toegepast.

13 Overige ontwerprichtlijnen voor kunstwerken

13.1 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten

Toe te passen richtlijn:

RTD 1004 Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten

Deze richtlijn geeft aan waaraan ontwerpdocumenten moeten voldoen zodat ze geschikt zijn als archiefstukken. Het is een handreiking waarvan alleen met toestemming van afgeweken mag worden.

Toelichting:
Het is van belang voor het project, de opdrachtgever en de opdrachtnemer om zoveel mogelijk gebruik te maken van een uniforme opzet bij het opstellen van de ontwerpdocumenten.

RTD 1004 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.

13.2 Voegovergangen voor bruggen

Toe te passen richtlijnen:

RTD 1007-1	Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (informatief)
RTD 1007-2	Eisen voor voegovergangen (normatief)
RTD 1007-3	Geluidseisen voegovergangen (normatief)
RTD 1007-4	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies (handreiking)

Toelichting:
RTD 1007-1 bevat informatie over de diverse typen voegovergangen en is een hulpmiddel voor het kiezen van een geschikt voegovergangsconcept. Verificatie moet echter op productniveau plaatsvinden, hiervoor is toepassing van alleen de Meerkeuzematrix niet toereikend. Van een bepaald concept zijn vaak diverse producten in de markt beschikbaar, die qua prestaties enige variatie kunnen vertonen. De Meerkeuzematrix geeft op conceptniveau alleen de gemiddelde prestaties, echter op productniveau moet rekening worden gehouden met afwijkende prestaties, zowel in gunstige als ongunstige zin.

RTD 1007-2 vormt het normatieve deel. Binnen het Platform Voegovergangen en Opleggingen (PVO) is voor de verificatie van het ontwerp op basis van RTD 1007-2 een verificatiematrix ontwikkeld. RTD 1007-3 wordt door RTD 1007-2 van toepassing verklaard en bevat een nadere uitwerking van geluidseisen en verificatiemethoden.

RTD 1007-4 is een handreiking voor het ontwikkelen en realiseren van duurzame flexibele voegovergangen met een levensduur van minimaal 10 jaar (concept 4.1a1), ter vervanging van traditionele bitumineuze voegovergangen (concept 4.1a), als alternatief voor de reeds gevalideerde flexibele voegovergangsconcepten 4.1b of 4.1c.

13.3 Asfalt op brugdekken, kunststofslijtlagen en hydrofoberen

Toe te passen richtlijnen:

RTD 1002	Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen ten aanzien van NEN-EN 1504-2
RTD 1009	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD 1015	Eisen voor kunststofslijtlagen (voorheen NBD10201)

13.4 Hemelwaterafvoer

Toe te passen richtlijn:

RTD 1008	Hemelwaterafvoer voor Wegen en Kunstwerken (HWA)

RTD 1008 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling. Tot het moment dat deze richtlijn beschikbaar is, is Rapport nr. 22 " Regenwaterafvoer, deel II: Afvoergoten en putten" van Rijkswaterstaat van toepassing.

Voor voorzieningen die benodigd zijn voor het adequaat afvoeren, opvangen en wegpompen van overtollig water en andere vloeistoffen uit een (gesloten) constructie en/of aansluitende open bakconstructie en eventuele aangrenzende terreinen, moeten de neerslagcurven worden aangehouden zoals vastgelegd in het rapport "Extreme-neerslagcurven voor de 21e eeuw, Vaststelling van de voor ontwerptoepassingen maatgevende, extreme-neerslagcurven" opgesteld door Meteoconsult. Daarbij moet de kromme met een herhalingsfrequentie van 1 maal per 250 jaar worden gehanteerd.

13.5 Standaarddetails voor betonnen bruggen

Toe te passen richtlijn:

NBD00730	Standaarddetails voor betonnen bruggen

13.6 Overgangsconstructies voor bruggen

Toe te passen richtlijn:

RTD 1011	Eisen stootplaten

13.7 Brugopleggingen

Toe te passen richtlijn:

RTD 1012	Eisen voor brugopleggingen

~~RTD 1012 is een geactualiseerde versie van de NBD00702A 'Eisen voor brugopleggingen' (incl. bijlage belastingcombinaties).~~

Voor opleggingen wordt tevens verwezen naar ROK paragraaf 6.4, sub (6), hetgeen van toepassing is op zowel betonnen, stalen als staal-betonnen bruggen.

13.8 Inspectie- en onderhoudsvoorzieningen

Toe te passen richtlijn:

RTD 1003	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen voor vaste bruggen

RTD 1003 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.

13.9 Generieke eisen Electrotechnische installaties

Toe te passen richtlijn:

RTD 1014	Generieke eisen Electrotechnische installaties

~~13.10 Generieke eisen Bediening en Besturing~~

~~Toe te passen richtlijn:~~

~~RTD 1015 Generieke eisen Bediening en Besturing~~

~~RTD 1015 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.~~

13.10 Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en veiligheids- en geluidsschermen op bruggen en viaducten

Bepalingen met betrekking tot voertuigkeringen

Aan voertuigkeringen gerelateerde documenten/normen:

CROW publicatie 706	Handboek bermbeveiligingsvoorzieningen
NEN-EN 12767	Passieve veiligheid van constructies voor weguitrusting-eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN 1317	Afschermende constructies voor wegen – (alle delen)
NEN 5190	Geleiderail – bouwstofeisen
NEN 5191	Geleiderail - plaatsingsregels
NBD00730	Standaarddetails voor betonnen bruggen
Overig	Componentspecificatie voertuigkeringen

Bepalingen voor leuningen

Aan leuningen gerelateerde documenten/normen:

Bouwbesluit 2012	
NEN-EN 1991-1-1	(niet voor voertuigkerende leuningen)
NEN-EN 1317	(alleen voor voertuigkerende leuningen)
NBD00730	Standaarddetails

Voor de minimale hoogte van leuningen bij natte kunstwerken en beweegbare bruggen moet 1100 mm worden aangehouden.

Bepalingen met betrekking tot lichtmasten

Van toepassing zijnde normen:

NEN-EN 40-1	Lichtmasten; Termen en definities
NEN-EN 40-2	Lichtmasten; Algemene eisen en afmetingen
NEN-EN 40-3-1	Lichtmasten; Ontwerp en verificatie – Eisen voor de karakteristieke belasting
NEN-EN 40-3-3	Lichtmasten; Ontwerp en verificatie – Verificatie door berekening

NEN-EN 40-5	Lichtmasten; Eisen voor stalen lichtmasten
NEN-EN 40-6	Lichtmasten; Eisen voor aluminium lichtmasten
NEN 6786	Voorschriften voor het ontwerp van beweegbare bruggen

Aanvullingen, eisen, ~~keuzes, aandachtspunten,~~ etc. op bovenstaande normen:

NEN-EN 40-2, 4.6	Eis

Vervang de eerste zin door: “Voetplaten en bevestigingsbouten/ankers moeten met een berekening gecontroleerd worden”.
- voetplaten berekenen volgens NEN 6786, 9.7.3;
- ankers berekenen volgens NEN 6786, 9.8.7;
- sterkte lasverbinding: MDF 1, hoeklas t+2.

NEN-EN 40-3-1, 5.1	Eis

Bij het bepalen van de belastingen op lichtmasten moet er rekening worden gehouden met de eventuele effecten van de beweeglijkheid van de onderliggende constructie door de verkeersbelasting.

NEN-EN 40-3-1, 5.2.6	Eis

Bij de bepaling van de blootstellingsfactor $c_e(z)$ moet worden uitgegaan van terreincategorie II, behalve voor direct aan zee gelegen kunstwerken, hiervoor terreincategorie I nemen. Bij het bepalen van de hoogte (z) van de voet van de mast op een kunstwerk moet ook rekening worden gehouden met de hoogte van het kunstwerk ten opzichte van het omliggende terrein.

NEN-EN 40-3-3, 5.4	Eis

De rekenwaarde van de belasting in de uiterste grenstoestand moet bepaald worden met de belastingsfactoren volgens tabel 1 behorende bij klasse A.

NEN-EN 40-3-3, 6.5.1	Eis

Voor de toelaatbare horizontale uitbuiging moet de waarde 0,06(h+w) volgens tabel 4, Class 2 worden aangehouden.

NEN-EN 40-5, 6 en 13.7	Eis

Verificatie door beproeving volgens EN 40-3-2 is niet toegestaan.

NEN-EN 40-5, 11.2	Eis

Als beschermingsmaatregelen tegen corrosie geldt thermisch verzinken volgens annex A.1.

NEN-EN 40-6, 6 en 13.7	Eis

Verificatie door beproeving volgens EN 40-3-2 is niet toegestaan.

Opmerking:
Bij de positie bepaling van de lichtmast moet er rekening worden gehouden met beweeglijkheid van de onderliggende constructie door de verkeersbelasting en de effecten daarvan op de lichtmast.

Bepalingen voor veiligheidsschermen
Toe te passen richtlijn:
RTD 1022 Richtlijnen Veiligheidsschermen

Bepalingen voor geluidsschermen
Aan geluidsschermen gerelateerde documenten/normen:
GCW 2012 Richtlijnen geluidbeperkende constructies langs wegen
NBD00730 Standaarddetails voor betonnen bruggen

13.11 Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten

Toe te passen richtlijn:
RTD 1005 Best Practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten

RTD 1005 is een nieuwe richtlijn in ontwikkeling.

13.12 Specifieke ontwerprichtlijnen voor tunnels

Rubberen profielen voor de waterafdichting in voegen

(1) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:
- NEN 7030:1975 Waterkerende dilatatievoegstroken en al of niet waterkerende oplegstroken van rubber
- Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties; 28 juli 2006. C. van der Vliet – Rijkswaterstaat Bouwdienst".

De keuze van het rubber met bijbehorende kwaliteitseisen kan geschieden op basis van de toelichting van NEN 7030, 1.1 en 1.3.
De hardheid moet zijn: 55-65° Shore A.
De hardheid na 7 dagen bij 70 °C minder dan 5° Shore A stijging.
De materiaaleigenschappen moeten te alle tijde proefondervindelijk zijn vastgesteld.

Toelichting:
De verouderingstest bij 70 °C geeft een indruk omtrent de levensduur van het profiel.

Profielen voor de afdichting tegen indringing van vuil of grond in voegen mogen naast het materiaal rubber volgens NEN 7030 ook worden uitgevoerd als PVC/NBR compound. De profielen van PVC/NBR moeten voldoen aan DIN 18541-1 en DIN 18541-2.

Opmerking:
Het gebruik van PVC/NBR is niet van toepassing voor waterafdichtende profielen als rubberen metalen voegstroken, Omega-profielen, Gina-profielen en pneumatische profielen.

(1.1) Tijdelijke afdichtingen
Voor tijdelijke ~~(vervangbare)~~ rubberen afdichtingen wordt een minimale garantieduur van 5 jaar geëist.

In ontwerptechnische zin moet als uitgangspunt worden gehanteerd dat GINA en pneumatische afdichtingsprofielen slechts een tijdelijke functie in de bouwfase

bezitten. Naast een tijdelijk afdichtingsmiddel moet een definitieve afdichting aanwezig zijn.

Toelichting:
Het definitieve afdichtingsmiddel is veelal een Omega-profiel.

(1.2) Definitieve afdichtingen
Bij niet of nauwelijks te vervangen afdichtingen moet de ontwerplevensduur van de afdichting gelijk zijn aan die van de tunnel: 100 jaar. Zie ook ROK paragraaf 4.2. Voor de bevestigingen van Omega-profielen moet ook worden uitgegaan van een ontwerplevensduur van 100 jaar. De afdichtingsprofielen die voor de definitieve waterdichting zorgdragen, mogen bij een brand in de tunnel, overeenkomstig ROK paragraaf 5.2 niet warmer worden dan 80 °C.
Eventueel aanwezige oplegblokken moeten inspecteerbaar en vervangbaar zijn zonder dat de definitieve afdichting verwijderd moet worden.

Toelichting:
Ontwerptechnisch moet het uitgangspunt zijn dat de rubberen Omega-profielen de primaire waterkering is in de gebruiksfase. ~~De rubberen GINA profielen hebben in ontwerptechnische zin een tijdelijke functie.~~ Het vermelde onder paragraaf 4.2 is daarom ook voor de bevestiging van de Omega-profielen van toepassing.

Bij toepassing van Omega-profielen, het profiel voorzien van 2 nylon inlagen, welke ter plaatse van de flenzen worden omgeslagen, waardoor daar 4 lagen ontstaan.

Ter plaatse van dilatatievoegen moet altijd een inwendig rubberen voegprofiel met daaraan verbonden bandstaal worden toegepast. Dit type rubber-metalen voegstrook moet in de gehele (dwars)doorsnede rondom worden toegepast.

Alle dilatatievoegen moeten aan de buiten- en binnenzijde worden voorzien van een grond- c.q. vuilafdichtend rubber profiel.

Toelichting:
Dilatatievoegen kunnen o.a. als gevolg van temperatuurverschillen over de seizoenen zich verbreden, waardoor aan het rubber getrokken wordt. De trekkracht heeft dwarscontractie van het rubber tot gevolg waardoor de waterdichtheid alleen nog verkregen zou kunnen worden door de aanwezigheid van uitstulpingen en/of ribbels. Door onvolkomenheden in het aansluitende beton is deze wijze van dichting veel minder goed dan verkregen door het aan het profiel verbonden bandstaal.

Blijkens opgedane ervaringen voldoen uitwendig aangebrachte rubberen voegprofielen niet om lekkage als gevolg van zakkend hemelwater te voorkomen; overal, ook boven de maximale grondwaterstand, moeten daarom ook inwendige rubber-metalen voegstroken worden toegepast

Aan de grondzijde van dilatatievoegen moet een uitwendig ingestort voegoverbruggend, niet ingeklemd grondkerend profiel worden toegepast. Met uitzondering van bereden voegen kan aan de binnenzijde worden volstaan met een ingeklemd en verlijmd ACME-profiel.

Toelichting:
De praktijkervaring is dat sommige voegen (niet alle) relatief ver open kunnen gaan staan als gevolg van temperatuurverschillen door seizoenswisselingen. De totale verlenging en verkorting door temperatuurverschillen wordt vaak niet gelijkmatig verdeeld over de aanwezige voegen, maar kan zich concentreren in een enkele of een beperkt aantal voegen.

Als grond c.q. vuil in de voegen terecht komt dan kan, blijkens ervaring in de praktijk, de voegbreedte in de loop der jaren steeds maar blijven toenemen (hysteresis). Een ingeklemd profiel kan blijkens praktijkervaringen de lokaal optredende relatief grote voegbeweging onvoldoende volgen.

Bij een waterdruk van 0,06 MPa (0,6 bar) of meer is de toepassing van injecteerbare rubbermetalen-voegstroken voorgeschreven. Deze moeten altijd preventief worden geïnjecteerd. Voor de afdichting van mootvoegen moeten de rubberen voegstroken altijd worden voorzien van metalen platen.

Toelichting:
Uit langjarige ervaring is gebleken dat bij grotere waterdrukken en bij niet geïnjecteerde rubbermetalen-voegstroken de kans op niet aanvaardbare lekkage relatief groot is. Het na afzinken uitvoeren van injectiewerkzaamheden, bij lekkende voegen tegen de waterstroom in, bemoeilijkt dit de injectie werkzaamheden zeer, met als gevolg een grotere kans op kwalitatief minder goed geïnjecteerde voegen.

Het is niet toegestaan delen van het sponsje op de injecteerbare rubbermetalen-voegstrook niet te injecteren.

Toelichting:
Bij een niet geïnjecteerd sponsje is het risico aanwezig dat daardoor een extra lekweg ontstaat.

Bij oplevering moeten beton- en damwandconstructies waterdicht zijn. Bij diepwanden, bentonietcement wanden en natuurlijke waterafsluitende lagen moet voor het toelaatbare globale lekdebiet een maximale waarde van 1,00 l/24h/m^2 worden aangehouden en voor het lokale lekdebiet 4,00 l/24h/m^2.

Bij toepassing van injecteerbare rubbermetalen-voegstroken moet het injecteerbaar sponsje op het tijdstip van injecteren in de heersende buitenomstandigheden niet hechten aan het beton en voldoende samendrukbaar zijn om te kunnen injecteren met een druk van maximaal 0,6 MPa (6 bar). Het sponsje fabrieksmatig coaten met Covertin (of gelijkwaardig).

De fysische waarden van het sponsje zijn:
- Uiterlijk: glad oppervlak, geen vloeigallen tot staalband en geen scheuren;
- Hardheid: 15-30° shore A;
- Ozonbestendigheid na 7 dagen expositie bij 23 °C, 25 pphm en 4% rek: geen barstjes;
- Het injectiemateriaal moet na uitharding elastisch en in hoge mate ongevoelig voor vocht zijn.

Toelichting:
Andere injectiemethoden welke tot hetzelfde of beter resultaat leiden en bewezen zijn, mogen eveneens toegepast worden.Aangetoond moet worden dat als gevolg van het injecteren de constructie niet zal worden beschadigd. Bij injectiedrukken lager dan 0,6 MPa mag er vanuit worden gegaan dat er geen schade zal optreden ten gevolge van het injecteren. Zie verder ook: "Injectie van een rubbermetalen voegstrook; Numeriek onderzoek naar de effecten van injectie bij verschillende wapeningsconfiguraties; 28 juli 2006. C. van der Vliet – Rijkswaterstaat Bouwdienst". Bij zeer diep gelegen tunnels (drukken > 0,25 MPa) moet aangetoond worden dat de standaard rubber-metalen voegstrook nog qua waterkeringseigenschappen voldoet. Zonodig moet dan ook bij stortmoten een dubbel waterkerend profiel worden aangebracht.

Hittewerende bekleding voor tunnels

(2) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:

- Efectis Nederland report; 2008-Efectis-R0695 "Fire testing procedure for concrete tunnel linings" http://www.efectis.com/images/page/2035_summary.pdf

In aanvulling op de beproevingsmethode, zoals beschreven in "Fire testing procedure for concrete tunnel linings", moet de beproeving worden uitgevoerd inclusief de wijze van bevestiging zoals die op de daadwerkelijke constructie toegepast zal gaan worden. Beproevingsresultaten uit het verleden waarbij de wijze van bevestiging niet overeenkwam met de daadwerkelijke wijze van bevestiging in het werk zijn niet valide.

Toelichting:
Gebleken is dat de wijze van bevestiging van de hittewerende bekleding tegen het beton grote invloed kan hebben op de prestatie van de hittewerende bekleding bij brand.

Bij de toepassing van hittewerende bekleding moet worden aangetoond dat~~, zonder dat aanhechting in rekening wordt gebracht,~~ een zuigbelasting in de vorm van een gelijkmatig statische verdeelde belasting ter grootte van 3 kN/m^2 ~~door het mechanische bevestigingsysteem~~ duurzaam gedragen kan worden. ~~Dit is inclusief effecten als vermoeiing, dynamica en belastingfactor.~~ Deze eis geldt ongeacht het type hittewerende bekleding. Een bevestigingssysteem mag niet gevoelig zijn voor corrosie.

Toelichting:
Bij hoge brandtemperaturen treedt zeer snelle corrosie op, waardoor bij de toepassing van niet corrosievast staal de sterkte vrijwel geheel tijdens de brand verloren gaat. Ook vanwege redenen van duurzaamheid moeten de bevestigingsmiddelen van corrosievast materiaal zijn; ook als de bevestiging geheel ingesloten is door de hittewerende bekleding. Een hittewerende bekleding is vrij poreus en biedt onvoldoende bescherming tegen carbonatatie en chloride-indringing.

De benodigde brandproeven moeten worden uitgevoerd volgens het Efectis rapport "Fire testing procedure for concrete tunnel linings".

De in de tunnel te realiseren dikte moet minimaal gelijk zijn aan de minimaal aanwezige dikte gedurende de brandproef ($d_{95\%,tunnel} \geq d_{95\%,proef}$)

(2.1) Plaatvormige bekleding
Hittewerende bekleding moet, buiten de brandwerendheidseisen, voldoen aan:

- De toleranties op de afmetingen bedragen voor de dikte +/- 1 mm en voor de lengte en breedte +/- 2mm;
- ~~De fysische waarden van het plaatmateriaal moeten minimaal (95% karakteristieke waarde) zijn:~~
  - ~~buigtreksterkte in langsrichting: 7,9 N/mm^2;~~
  - ~~buigtreksterkte in dwarsrichting: 4,6 N/mm^2~~
  - ~~druksterkte: 9,5 N/mm^2 bij een maximale vervorming van 10%~~
- De platen moeten bestand zijn tegen de uitgeoefende belastingen in de bouwfase (transport/handling, beloopbaarheid, krachten uitgeoefend door de supports van de wapening en dergelijke);
- Vorstbestendigheid: geen schade na 12 cycli van 20 °C naar -20 °C. Elke cyclus moet bestaan uit het onderdompelen in water en het vervolgens buiten het waterbad laten bevriezen. De bekleding moet over de gehele dikte minimaal een half uur zijn onderworpen geweest aan resp. 20 en -20 °C.
  Toelichting: Sommige hittewerende bekleding blijkt gevoelig te zijn voor delaminatie als de bekleding wordt blootgesteld aan vorst-dooi cycli.

Voor een verdere toelichting wordt verwezen naar de LTS, Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem bijlage F~~.~~

Ter plaatse van dilatatievoegen moeten de platen zodanig worden neergelegd dat de voeg wordt afgedekt, waarbij geen schade optreedt aan de beplating ten gevolge van mogelijke voegbewegingen.

De naden tussen de platen mogen niet meer bedragen dan 2 mm.

Bevestigingsmiddelen mogen niet in aanraking komen met de wapening.

Toelichting:
Voor Promatect “prefixed boards” geeft de leverancier aan dat 12 schroeven (5,0mm x 50mm) per m^2 moeten worden aangebracht, welke 20 mm in de plaat gedraaid moeten zijn. Tevens geeft de leverancier aan dat minimaal 4,5 tot 5 ankers per m^2 moeten worden aangebracht. ~~*Voor Promatect “prefixed boards” levert de gelijkmatig statische verdeelde belasting vermeld in paragraaf II – 9.4, 6 schroeven per m^2 op (volgt uit eigen onderzoek van Promatect: http://www.promat-tunnel.com/en/Palm_brochure16.pdf) . Volgens SATO moeten er dan 9 stuks aangebracht worden, omdat ze nogal kwetsbaar zijn tijdens de uitvoeringsfase (in een kist met wapeningvlechters en betonstorters); for “post fixed boards” ligt dit natuurlijk anders (6 stuks is dan voldoende).*~~

Voor de detaillering van hittewerende platen t.p.v. dilatatie voegen zijn in het Handboek Tunnelbouw ~~SATO deel 5 (5.1.5.7)~~ voorbeelden opgenomen. ~~Bij het detail in SATO, methode A, moet ook ter plaatse van de inkassing, gevuld met hittewerende bekleding, voldoende betondekking op de wapening aanwezig zijn. De hittewerende bekleding mag niet meegenomen worden in relatie tot de benodigde betondekking.~~

(2.2) Gespoten bekleding

Voor gespoten bekleding moet een mechanisch verankeringssysteem aanwezig zijn, welke een gelijkmatig statisch verdeelde belasting ter grootte van 3 kN/m^2 moet kunnen dragen. Dit verankeringssysteem moet een levensduur hebben volgens ROK paragraaf 4.2.

Toelichting:
Blijkens ervaring is het op lange termijn niet gegarandeerd dat bij een alleen op aanhechting verbonden gespoten bekleding duurzaam de aanhechtsterkte aanwezig is of blijft behouden. Het bevestigingssysteem kan bestaan uit een in de gespoten bekleding opgenomen netje bevestigd door middel van boutjes aan het beton (corrosievast). Dit houdt niet in dat geen aandacht besteed zou hoeven te worden aan de aanhechting van de gespoten hittewerende bekleding. Het mechanische verankeringssysteem dient als vangnet voor als onverhoopt lokaal de aanhechting onvoldoende is of in de loop der tijd achteruit zou zijn gegaan.

Akoestische bekleding voor tunnels

(3) Voor het bepalen van het aantal benodigde bevestigingsmiddelen uitgaan van een representatieve zuigkracht ten gevolge van het verkeer van 3 kN/m^2. Dit is inclusief effecten als vermoeiing, dynamica en belastingcoëfficiënt.
Bevestigingsmiddelen mogen niet in aanraking komen met de wapening.

Tegelwerk voor tunnels

(4) Als eisen te stellen aan de tegellijm geldt het navolgende:
- Treksterkte loodrecht op het tegeloppervlak ten minste gemiddeld 1,0 MPa, waarbij de laagst gemeten waarde niet kleiner mag zijn dan 0,5 MPa.
- De lijm moet vorstbestendig zijn
- De lijm moet dooizoutbestendig zijn.

Asfaltconstructie voor tunnels

(5) Van toepassing zijnde normen en overige literatuur:
- Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels; PML 1990-C52, mei 1990, Prins Maurits Laboratorium TNO

De aanbevolen minimale asfaltbetonconstructie is (van boven naar beneden):

Open gedeelte en eerste/laatste 20 m gesloten gedeelte

50 mm ZOAB
50 mm AC16 ~~DAB~~
50 mm ZOAB

Toelichting:
De middelste laag van 50 mm AC16 ~~DAB~~ heeft als functie het onderliggende beton in zekere mate te beschermen tegen chloride-indringing.

Gesloten gedeelte exclusief eerste/laatste 20 m

50 mm AC16 ~~DAB~~
50 mm ZOAB

Toelichting:
De eerste laag van 50 mm AC16 ~~DAB~~ heeft als functie het onderliggende beton ~~in zekere mate~~ te beschermen tegen chloride-indringing.

De onderste ZOAB laag moet, zowel in het open als gesloten deel, aan de zijkanten worden voorzien van een waterafvoerend systeem.

Toelichting:
De functie van de onderste laag ZOAB is om enige lekkage af te kunnen voeren (drainagelaag), zonder dat deze lekkage het gebruik van de tunnel (o.a. verkeersveiligheid) nadelig beïnvloedt. Omdat lekkage veelal t.p.v. de voegen optreedt, moet~~, volgens SATO 5.1.2.1,~~ ter plaatse van de voegen een gootje worden aangebracht.

In het gesloten deel van een tunnel (met uitzondering van een overgangszone van 20 m bij de in- en uitgang van de tunnel) moet de bovenste laag van het asfalt bestaan uit AC16 ~~DAB~~. Dit met het oog op het beperken van het explosiegevaar als gevolg van een lekgeraakte tankwagen. Om de kans op een grote explosie zoveel mogelijk te beperken moet de plasgrootte klein blijven en de brandstof zo snel mogelijk via de riolering worden afgevoerd naar de kelder. Bij de toepassing van ZOAB dringt de brandstof in de poriën van dit type asfalt, waardoor langdurige verdamping van de brandstof plaats kan vinden (de brandstof lost tevens het bitumen op, waardoor de inwendige doorlatendheid van het ZOAB ook afneemt). Voor verdere achtergronden zie: "Onderzoek naar toepassing van zeer open asfaltbeton (ZOAB) in verkeerstunnels; PML 1990-C52, mei 1990, Prins Maurits Laboratorium TNO".

Dilatatievoegen

(6) Zonodig dilatatievoegen toepassen op zodanige afstanden dat doorgaande scheurvorming wordt voorkomen.

Toelichting:
Dilatatievoegen worden toegepast met het oog op:
- *uitzetting/krimp als gevolg van temperatuurwisselingen (dag/nacht- en seizoensvariaties)*
- *hydratatiekrimp*
- *zettingsverschillen*
- *beperking stortvolumes*

Voegloos bouwen van tunnels is in het verleden niet altijd probleemloos gegaan. Het benodigde wapeningspercentage, teneinde in relatie tot lekkage de scheuren voldoende klein te houden, is moeilijk te bepalen. Dit omdat het één ander afhankelijk is van diverse parameters die slecht van te voren zijn vast te stellen.

Overgangsconstructies

(7) Voor het ontwerp van overgangsconstructies wordt verwezen naar RTD 1011 ~~NBD00750~~, Eisen stootplaten.

Stepbarriers

(8) Bij de maatvoering van stepbarriers rekening houden met maattoleranties in de hoogte ligging van de bovenzijde van de asfaltslijtlaag.

Toelichting:
Bij een te hoog afgewerkte ballastvloer kan dit als gevolg hebben dat de afschuining van de stepbarriers te laag zit, waardoor de barrier niet functioneert zoals bedoeld. Het onderste schuine aanrijdvlak van de stepbarrier heeft een hoogte van 250 mm ten opzichte van bovenzijde asfalt. Deze hoogte moet ten alle tijde, dus ook bij discontinuïteiten, aanwezig zijn. Ter plaatse van de vluchtdeuren moet de barrier gedeeltelijk worden uitgespaard om de toegang tot de vluchtgang te realiseren. Er worden echter wel strenge eisen gesteld aan deze uitsparingen. Bij het vaststellen van de hoogte van de sparingen van de vluchtdeuren moet hiermee rekening worden gehouden. Naast de vereiste hoogte van 250 mm van het onderste aanrijdvlak moet ook rekening worden gehouden met de in de LTS Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem (par 5.16, 5.17 en 5.19 en par 7) en in de Regeling Bouwbesluit (hoofdstuk 5, artikel 5.3b) gestelde eis voor de maximale opstaphoogte naar de vluchtdeur (max. 300 mm).

Conserveren staal

(9) Voor te conserveren staal NBD10005 ~~het rapport met als hoofdtitel: "Conserveren van stalen onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken" van de Bouwdienst Rijkswaterstaat d.d. februari 2005~~ toepassen.

Flikkereffect

(10) Bij het vaststellen van de afstanden tussen lokaal aanwezige elementen boven het wegdek (zoals stempels) moet, in relatie tot het voorkomen van onaanvaardbare lichtflikkeringen, aan de volgende eisen worden voldaan:

- flikkereffecten met een frequentie tussen 4 Hz en 11 Hz mogen niet langer duren dan 10 sec;
- flikkereffecten met een frequentie tussen 2,5 Hz en 4 Hz en tussen 11 Hz en 15 Hz mogen niet langer duren dan 20 sec.

Toelichting:
Flikkereffecten worden veroorzaakt door voortdurende wisselingen in lichtintensiteit. Wisselingen in lichtintensiteit kunnen veroorzaakt worden door afwisselend invallend en geblokkeerd zonlicht. Flikkereffecten kunnen leiden tot een afname van het attentieniveau van de weggebruiker met als gevolg een grotere ongevalkans. De hinder voor weggebruikers ten gevolge van flikkereffecten is vooral afhankelijk van de frequentie van de lichtwisselingen en de totale tijdsduur van het flikkereffect. De minimaal vereiste afstand tussen lokaal aanwezige elementen boven het wegdek is, als de tijdsuur van de lichtflikkeringen langer is dan aangegeven, afhankelijk van de maximum ontwerpsnelheid ter plaatse van het kunstwerk. De gegeven eisen zijn ontleend aan 'Verlichting van tunnels en onderdoorgangen, NSVV Werkgroep Tunnelverlichting, januari 2003'.

13.13 Specifieke ontwerprichtlijnen voor folieconstructies

Algemeen

(1) Het Handboek Folieconstructies (CUR Rapport 221) is een handreiking voor het ontwerp, uitvoering en beheer van folieconstructies.

Toelichting:
Het handboek is opgesteld met de gedachte zoveel mogelijk informatie te verstrekken op alle voorkomende aspecten bij de toepassing van folieconstructies voor het verdiept aanleggen van infrastructuur. Met deze informatie moet het mogelijk zijn verantwoorde keuzes te maken in de ontwerp-, uitvoerings- en beheersfase. Het is dus nadrukkelijk niet geschreven als dwingende norm of richtlijn. Voortschrijdend inzicht en/of lokale omstandigheden kunnen dus redenen zijn om gemotiveerd af te wijken van het handboek.

Ontwerp

(2) Bij toepassing van een foliekuip moet de folie, voor folieconstructies die in den natte worden uitgevoerd, worden samengesteld uit niet-gelamineerde PVC-P met een minimale dikte van 1,0 mm. Folie voor folieconstructies uitgevoerd in den droge moet worden samengesteld uit LLDPE met een minimale dikte van 1,5 mm.

Toelichting:
Folie van deze dikte heeft een grootte robuustheid tegen beschadigingen tijdens de aanleg- en beheersfase. Een nog veel dikkere folie is ook niet wenselijk vanwege mogelijke problemen bij het verleggen ervan. Bovendien is een wat dikkere folie minder gevoelig voor veroudering als gevolg van het verlies aan weekmaker.

De folie moet waterdicht en onderhoudsvrij aansluiten op belendende constructies.

Bij de toepassing van een foliekuip, moet ter voorkoming van aantasting van de folie door schadelijke stoffen bij calamiteiten, in de toeritten nabij maaiveldniveau een bescherming worden aangebracht onder het wegdek, tot 1 m in het talud. Deze afdichting moet zodanig worden ontworpen dat bij eventuele calamiteiten schadelijke stoffen opgevangen worden en daardoor de folieconstructie niet kunnen aantasten.

De gronddekking op de beëindiging van de folieconstructie (kielspit) moet minimaal 1,0 meter bedragen.

Toelichting:
Door deze gronddekking wordt voorkomen dat de folie wordt blootgesteld aan weer en wind hetgeen de levensduur ten goede komt. Bovendien is hierdoor de folie minder kwetsbaar bij kleine werkzaamheden in de bodem en is begroeiing mogelijk.

Voor bepalingen ten aanzien van de toetsing van het verticale evenwicht (opbarsten) van de folieconstructie wordt verwezen naar de ROK aanvulling bij NEN-EN 9997-1, 10.2 onder punt 4.

Uitvoering

(3) De hoofdrichting van de lasverbindingen moeten te allen tijde parallel lopen met de richting van de helling op het meest steile taluds van de ontgraving en in doorgaande foliebanen over de gehele breedte van de folieconstructie.

Toelichting:
Door het leggen van de lasverbindiging parallel aan de taludhelling wordt trek op de lasverbinding in dwarsrichting voorkomen. Dit is noodzakelijk vanuit het oogpunt van duurzaamheid. Het leggen van de lasverbinding in de richting van de meest

steile taludhelling zal in de praktijk veelal betekenen dat de foliebanen voor het legplan dwars op de wegas gerealiseerd moeten worden. Uitzondering op deze regel is het uitvoeren van eventuele reparatiewerkzaamheden. Verificatiemethode: toetsing van het legplan, toezicht en kwaliteitsborging bij samenstellen folieconstructie (fabriek) en plaatsing op locatie.

Bron: Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming - Deel II - TNO Industrie, versie Div499.1098 d.d. augustus 1999.

Aan de rand van de folievlakken moet om de 50 meter een robuuste markering worden aangebracht, welke de aanwezigheid van de folieconstructie vermeldt.

Toelichting:
Bij werkzaamheden op en rond een folieconstructie komt het regelmatig voor dat de desbetreffende aannemer in het geheel niet op de hoogte is van de aanwezigheid van een folie in de ondergrond. Door het aanbrengen van een dergelijke markering wordt het risico op beschadiging van de folie door werkzaamheden verkleind.

13.14 Eisen voor hydraulische bewegingswerken

Toe te passen richtlijn:
NBD06000 Eisen voor hydraulische bewegingswerken

Aanpassingen van NBD06000 “Eisen voor hydraulische bewegingswerken”.

NBD06000, 2.3.1	Eis

NEN-EN 982 vervangen door NEN-EN-ISO 4413.

NBD06000, 6.3.2.2 en 6.3.2.4	Eis

Artikel 6.3.2.2 en 6.3.2.4 vervallen. Voor eisen aan Nikkel en/of Chroom bedekkingen wordt verwezen naar NBD10300.

NBD06000, 7.1	Eis

De hydraulische olie moet een synthetische ester van het type HEES zijn.

NBD06000, 12.5	Eis

NBD12000 is vervallen.

Einde ROK

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijn Ontwerp Kunstwerken

Bijlagendocument deel A

Richtlijnen genoemd in de ROK

waarvan staat aangegeven dat ze bij RWS GPO

verkrijgbaar zijn (voor zover beschikbaar)

versie 1.3 dd 02-04-2015

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.








Bijlagendocument deel A

Richtlijnen genoemd in de ROK

waarvan staat aangegeven dat ze bij RWS GPO

verkrijgbaar zijn (voor zover beschikbaar)

versie 1.3 dd 02-04-2015

versiebeheer:

versie	Wijzigingen
1.0	Eerste uitgave 30-01-2012 beschikbare documenten
1.1	ROK Bijlagedocument deel A versie 1.1 d.d. 21-05-2012 Uitgave bij 1e erratum bij ROK versie 1.0 (tot versie 1.1); Bijgevoegde documenten zijn dezelfde en gelijk aan bijlagendocument delen A en B versie 1.0; Wijziging betreffen verbeteringen en aanpassin-gen in overzichtstabel aan het begin van de bijlagendocumenten A en B: - Aanpassing kolom omschrijving en verwijzing t.a.v. Verkeerskundige Draagconstructies (portalen en uithouders) - Nieuwe code RTD1011 (nog niet beschikbaar) voor wel bijgevoegde NBD00750 “Overgangsconstructies (stootplaten)” aan tabel toegevoegd - RTD1008 (nog niet beschikbaar) “Richtlijnen ontwerp hemelwaterafvoer” aan tabel toegevoegd
1.2	ROK Bijlagedocument deel A versie 1.2 d.d. 01-00-2013 De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd (A en B samen): - toegevoegd is RTD1009: Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen kunstwerken; versie 1.0 dd mei 2012 (werd genoemd in versie 1.1 als zijnde in voorbereiding) - vervallen is: RTD1013 Specificatie bliksem en overspannings-beveiliging - opgenomen is een nieuwe versie van RTD1014 Generieke Eisen Elektrotechnische Installaties V3.0 dd 17-12-2012 - Toegevoegd is rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten (als tijdelijk stuk tot de RTD 1008 Richtlijn ontwerp hemelwaterafvoer, gereed is) - Uit de lijst verwijderd: RTD1016 Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten, en schermen op bruggen en viaducten (was nog niet beschikbaar, de verschillende onderwerpen staan in de ROK zelf)
1.3	ROK Bijlagedocumenten versie 1.3 d.d. 02-04-2015 De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd (A en B samen): - NBD00100 Eisen handelsproducten is vervangen door RTD 1018 Handelsproducten zoals toegepast in werktuigbouwkundige installaties van kunstwerken - NBD00500 Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen is vervangen door RTD 1019 met gelijke naam - NBD00639 eisen staalkabels is vervangen door RTD 1020 met gelijke naam - NBD00750 Overgangsconstructies (stootplaten) is vervangen door RTD 1011 eisen Stootplaten - NBD10201 Epoxy slijtlagen op staal is vervangen door RTD 1015 Eisen voor kunststof slijtlagen - Meerkeuzematrix voegovergangen is omgezet naar RTD 1007-1 - NBD00400 en 00710 mbt voegovergangen zijn aangepast en samengevoegd tot RTD 1007-2 - RTD 1007-3 Geluidseisen voor voegovergangen, nieuwe versie - RTD 1007-4 Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies, toegevoegd - RTD 1012 Eisen voor brugopleggingen, nieuwe versie - RTD 1002 Hydrofoberen van beton, nieuwe versie - RTD 1022 Richtlijn veiligheidsschermen, nieuwe RTD - Toegevoegd is document Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden 1204875-002-GEO-0008, Deltares, 2012

Overzicht bijgevoegde documenten:

Geel = document is bijgevoegd
Rood = document is nog niet beschikbaar (er kan een vervangend geel document zijn)
Paars = oude benaming van een naar RTD omgeschreven document

Dit bijlagendocument bestaat uit 2 delen (A en B). In de tabel is aangegeven in welke deel een document zich bevindt.

Norm/document	**Nieuwe code**	**Omschrijving/verwijzing**	**Dat.**	**In Pdf**	**deel**	**Opm**
Verkeerskundige draagconstructies (Portalen en Uithouders)		Voor de documenten "Componentspecificatie Verkeerskundige draagconstructies (VDC)" en "Verkeerskundige draagconstructies (VDC's), Beschrijving standaard RWS Verkeerskundige Draagconstructies" incl. bijlagen wordt verwezen naar de site http://www.rijkswaterstaat.nl/kenniscentrum/bouwrichtlijnen infrastructuur/portalen/		Nee		
NBD00100	RTD 1018	Eisen handelsproducten	2014	Ja	A	
NBD00500	RTD 1019	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen	2014	Ja	A	
NBD00639	RTD 1020	Eisen staalkabels	2014	Ja	A	
NBD00730	RTD 1010	Standaarddetails voor betonnen bruggen, versie 1.1	2009	Ja	A	2
NBD00750	RTD1011	Eisen stootplaten	2014	Ja	A	~~7~~
NBD06000	Nvt	Eisen voor hydraulische bewegingswerken	2005	Ja	A	
NBD09799	Nvt	Eisen kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw	2001	Ja	A	
NBD10005	Nvt	Eisen conservering stalen en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken	2005	Ja	A	
NBD10201	RTD 1015	Eisen voor kunststof slijtlagen	2014	Ja	A	
NBD10300	Nvt	Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)	2010	Ja	A	
NBD16312(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)	2011	Ja	A	
NBD16325(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting	2006	Ja	A	
NBD16365(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting	2006	Ja	A	
1204875-002-GEO-0008	Nvt	Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden, Deltares, 2012	2012	JA	A	
Meerkeuzematrix Voegovergangen	RTD 1007-1	Meerkeuzematrix voegovergangen	2013	Ja	B	~~3~~
NBD00400 NBD00710	RTD 1007-2	Eisen voor voegovergangen (versie 3)	2014	Ja	B	~~4~~
NBD00401	RTD 1007-3	Geluidseisen voegovergangen	2013	Ja	B	
RTD 1007-4		Richtlijnen voor flexibele voegovergang-constructies	2013	Ja		
SCON-2007-337-TCE	Nvt	Code of Practice metaalconservering RWS	2008	Ja	B	
SCON-2008-683-TCE	Nvt	PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008. *Eisen, testmethoden, nu en*	2008	Ja	B	

Norm/document	Nieuwe code	Omschrijving/verwijzing	Dat.	In Pdf	deel	Opm
		in de toekomst, deelrapport 2,Voorlopige systeemeisen, incl. bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)				
OGOS-500-TRL	Nvt	Eisen thermische spuitlagen: Eisendeel	2010	Ja	B	
OGOS-501-TRL	Nvt	Eisen thermische spuitlagen: Handreiking	2010	Ja	B	
RTD 1009	Nvt	Richtlijn asfalt op KunstWerken	2012	Ja	B	
NBD00702A incl. losse bijl. belastingcombinaties	RTD 1012	Eisen voor brugopleggingen	2015	Ja	B	
~~RTD1013~~	~~Nvt~~	~~Specificatie Bliksem- en overspanningsbeveiliging V1.1a~~	~~2010~~	~~Ja~~	~~B~~	9
RTD 1014	Nvt	Generieke eisen elektrotechnische installaties V3.0	2012	Ja	B	
~~Diversen tekeningen mbt stalen stepbarrier genoemd in 13.12~~	~~Nvt~~	~~voor tekeningen stalen stepbarrier~~	~~2012~~	~~Ja~~	~~B~~	9
CTO 3L10314254	Nvt	voorschrift NS d.d. 840807	1984	Ja	B	
RTD 1002	Nvt	Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2 (versie 2)	2014	Ja	B	~~5~~
RTD 1003	Nvt	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen van vaste bruggen	Nvt	Nee		6
RTD 1004	Nvt	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten	Nvt	Nee		6
RTD 1005	Nvt	Beste practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten	Nvt	Nee		6
~~RTD 1016~~	~~Nvt~~	~~Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen op bruggen en viaducten~~	~~Nvt~~	~~Nee~~		9
rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten	RTD 1008	RTD Richtlijnen ontwerp hemelwaterafvoer is in voorbereiding, tot gereedkomen is genoemd document van toepassing	1990	Ja	B	8
RTD 1022	Nvt	Richtlijn veiligheidsschermen	2015	Ja	B	

Opmerking:

1. ~~Opmerking vervallen~~
2. Document RTD 1010 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de NBD-versie 1.1 van 2009
3. ~~Document RTD 1007-1 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de versie 4 van 12-04-2010~~
4. ~~RTD 1007-2 wordt een samenvoeging en actualisatie van de NBD00400 en NBD710. Laatst genoemde documenten bijgevoegd~~.
5. ~~RTD 1002 is inhoudelijke gelijk aan het eerder uitgegeven document met dezelfde titel met versienr. 2011-1, d.d. 11-01-2011~~
6. Document wordt thans opgesteld. Er bestaat geen vervangend document.
7. ~~Document RTD 1011 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de NBD00750~~
8. rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten is van toepassing totdat RTD 1008 Richtlijn ontwerp hemelwaterafvoer gereed is
9. document vervallen

EISEN HANDELSPRODUCTEN
Handelsproducten zoals toegepast in
werktuigbouwkundige installaties van kunstwerken

Document **: RTD 1018**
Versie : 2.0
uitgave : 01-07-2014

Inhoud

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED 3
2. ALGEMENE EISEN EN VOORWAARDEN 3
3 HYDRAULISCHE CILINDERS c.a. 4
3.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied..... 4
3.2 Eisen..... 4
4 KABELSCHIJVEN 4
4.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied..... 4
4.2 Eisen..... 4
5 SPINDEL-HEFELEMENTEN EN LINEAIRE VERSTELEENHEDEN.....5
5.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied..... 5
5.2 Algemene eisen 5
5.3 Aanvullende eisen voor spindel-hefelementen 5
5.4 Aanvullende eisen voor lineaire versteleenheden 5
6 KETTINGEN 5
6.1 Eisen voor aandrijfkettingen 5
6.2 Eisen voor Gallse ketting 5
7 Motorreductoren en kleine tandwielkasten.....6
7.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied..... 6
7.2 Eisen..... 6
8. NORMATIEVE VERWIJZINGEN.....7

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

Deze richtlijn geeft de eisen die zijn gesteld aan een aantal handelsproducten.

De richtlijn is van toepassing op onderstaande handelsproducten wanneer deze toegepast worden in het project / het contract.

- Hydraulische cilinders c.a.;
- Kabelschijven;
- Aandrijvingen voor spindels van deurschuifbewegingswerken (spindelhefelementen);
- Complete lineaire versteleenheden (elektro-mechanisch en elektro-hydraulisch);
- Kettingen en takels;
- Motorreductoren en kleine tandwielkasten.

2. ALGEMENE EISEN EN VOORWAARDEN

Voor handelsproducten geldt het gestelde in NEN 6786 lid 5.6 en 8.4.2.1.2.

De fabrikant of leverancier van het handelsproduct behoeft de goedkeuring van de opdrachtgever.

Fabrieksmatig geconserveerde onderdelen moeten geschikt zijn voor een niet afgeschermde buitenopstelling. Na montage en samenbouw moeten de te schilderen oppervlakten van de onderdelen worden ontvet en gereinigd. Beschadigde en geroeste plaatsen moeten grondig worden uitgeschuurd c.q. ontroest en worden bijgewerkt met twee lagen sneldrogende zf/mio primer.

Hierna moeten de onderdelen geheel licht worden opgeruwd door schuren en worden voorzien van een één laag mio grondverf, sneldrogend, in een laagdikte van 60 micrometer en vervolgens dekkend worden afgeschilderd met tenminste één olieresistente synthetische dekverf in een laagdikte van 50 micrometer
De totale laagdikte van het conserveringssysteem moet na het aanbrengen van de lagen tenminste 230 micrometer bedragen. Indien deze laagdikte niet is bereikt, moet een extra laag dekverf worden aangebracht.

3 HYDRAULISCHE CILINDERS c.a.

3.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied

De eisen gelden voor hydraulische cilinders met een boring van de cilindermantel tot en met 150 millimeter.

3.2 Eisen

De in de catalogus opgegeven maximaal toelaatbare werkdruk in de cilinder dient minstens 2 maal zo groot te zijn als de optredende maximale druk in het hydraulisch systeem

De beproevingsresultaten dienen te worden vastgelegd in een fabrieksverklaring type 2.1 volgens NEN-EN 10204.

Aansluitende delen zoals assen, astappen, lagers en op trek belaste stang- of cilinderogen dienen te voldoen aan de beoordelingseisen (zowel t.a.v. vermoeiing als t.a.v. overbelasten) zoals gesteld in hoofdstuk 9 van de NEN 6786.

4 KABELSCHIJVEN

4.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied

De eisen gelden voor kabelschijven in gelaste uitvoering, met een gewalste groefvorm en met een schijfmiddellijn kleiner dan 1600 mm.

4.2 Eisen

Voor de vorm en afmeting van het groefprofiel geldt NEN 3508 of DIN 15061. Voor de toegestane afwijking van de vorm en afmeting van het groefprofielgeldt Genauigkeit 1 volgens DIN 15061, Teil 1.

Voor de toegestane excentriciteit en onrondheid van de kabelgroef (radiale slag, t3) geldt tabelle 2, Genauigkeit 1 volgens DIN 15063.

Voor de toegestane slingering van de kabelgroef (axiale slag, t4) geldt

$$t_4 = \frac{d_1}{300} \leq 3 \text{ mm.}$$

Voor de oppervlakteruwheid van de kabelgroef geldt dat deze de gestelde waarde (4 µm) volgens NEN 3508 niet overschrijdt.

De hardheid van de bodem van de kabelgroef moet voldoen aan de eisen van NEN 6786 en tenminste 180 HB bedragen.

De toelaatbare belasting van de kabelschijf moet zijn gebaseerd op DIN 15018 met stootfactor 1,2; belastinggroep B4; kerfgevoeligheidsfactor K4 en moet door een(TÜV) certificaat zijn aangetoond.

De kabelschijven moeten zijn voorzien van 2 wentellagers.

5 SPINDEL-HEFELEMENTEN EN LINEAIRE VERSTELEENHEDEN

5.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied

De eisen gelden voor spindel-hefelementen en lineaire versteleenheden zoals elektromechanische actuatoren e.d. welke toegepast worden bij nivelleerschuiven, grendels, bewegingswerk sluisdeuren e.d.

5.2 Algemene eisen

De in de catalogus opgegeven maximale druk(trek)kracht welke kan worden opgenomen, moet minstens 2 maal zo groot zijn als de maximale representatieve waarde van de voor de toepassing berekende hefkracht. Deze eis geldt niet voor de toepassing van lineaire versteleenheden als bewegingswerk voor sluisdeuren. In zo'n situatie moet de lineaire versteleenheid voldoen aan de ROK met de NEN 6786 en aan DIN 19704-1 art 10.2.3.2

Op druk belaste spindels en lineaire versteleenheden moeten worden getoetst op sterkte en stabiliteit conform par. 9.8.11 van de NEN 6786.

Aansluitende delen zoals assen, astappen, lagers en op trek belaste stangogen moeten voldoen aan de beoordelingseisen (zowel t.a.v. vermoeiing als t.a.v. overbelasten) zoals gesteld in hoofdstuk 9 van de NEN 6786.

Spindels en lineaire versteleenheden zijn niet toegestaan als het bewegingswerk voor beweegbare bruggen en hefdeuren. Voor vergrendelingen e.d. is dit type aandrijving wel toelaatbaar

5.3 Aanvullende eisen voor spindel-hefelementen

Voor de oppervlakteruwheid van de schroefdraad geldt dat deze = 0,4 µm moet zijn.

5.4 Aanvullende eisen voor lineaire versteleenheden

Bij een lineaire versteleenheid, waarbij de druk-trekstang respectievelijk zuigerstang door een dwarskracht wordt belast, moet de minimum afstand tussen de lagering van de moer en de stanggeleiding/spindellager zodanig zijn dat bij de maximum knikbelasting de toelaatbare vlaktedruk op de lagering niet wordt overschreden. De pakkingdrukker mag ten gevolge van de doorbuiging de druk-trekstang respectievelijk zuigerstang niet raken.

Voor de druk-trekstang respectievelijk zuigerstang geldt het gestelde in 6.2.3; 6.3.2; 6.3.3 en 6.4.4 van NBD 06000.

Aan de versteleenheid dient een voorziening te zijn aangebracht om deze met de hand naar een eindstand te kunnen brengen (bijvoorbeeld handwiel of handpomp).

6 KETTINGEN

6.1 Eisen voor aandrijfkettingen

De in de catalogus opgegeven gebruiksbelasting welke kan worden opgenomen, moet minstens 2 maal zo groot zijn als de maximale representatieve waarde van de berekende belasting.

6.2 Eisen voor Gallse ketting

Gallse kettingen moeten voldoen aan het gestelde in 10.16 van DIN 19704-1, waarbij ook de belastingen conform deze norm dienen te zijn bepaald. Gallse kettingen moeten voor wat betreft de breekkracht en afmetingen bij voorkeur zijn conform DIN 8150.

7 Motorreductoren en kleine tandwielkasten

7.1 Algemeen c.q. toepassingsgebied

De eisen gelden voor motorreductoren en kleine tandwielkasten met een maximaal capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment), bij een oneindige levensduur, aan de uitgaande as van 1350 Nm.
Deze tandwielkasten mogen toegepast worden in noodaandrijvingen van bewegingswerken voor o.a. beweegbare bruggen, sluisdeuren, schuiven en pompen voor gemalen. Ook in hoofdaandrijvingen van voornoemde bewegingswerken m.u.v. beweegbare bruggen en hefdeuren mogen deze tandwielkasten worden toegepast.
Voor motorreductoren en kleine tandwielkasten met een benodigde capaciteit groter dan 1350 Nm aan de uitgaande as wordt verwezen naar de ROK (NEN 6786 + RTD 1019)

7.2 Eisen

De door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment) bij een oneindige levensduur moet tenminste gelijk zijn aan het maatgevende moment behorend bij de belastingsituatie 'overbelasten overbrenging' gedeeld door 1,5. Zie voor definities NEN 6786

De door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment) bij een oneindige levensduur moet ten minste een factor 2 groter zijn dan het maatgevende moment behorend bij de belastingsituatie ’vermoeiing overbrenging’. Bij een wisselend moment met een aantal wisselingen groter dan 1 000 in de ontwerplevensduur van de reductor/tandwielkast mag maar 70 % van de door de fabrikant opgegeven maximale capaciteit zijn genomen.

Bij een wisselend moment met een aantal wisselingen groter dan 1 000 in de ontwerplevensduur van de reductor/tandwielkast moeten de as/naaf verbindingen, aanvullend op de spieverbinding, zijn verlijmd. Verlijmen is niet noodzakelijk, als is aangetoond dat de as/naaf verbindingen voldoen aan de eisen in NEN 6786

Tandwielkasten moeten geleverd worden met een fabrieksverklaring type 2.1 volgens EN 10204 en standaard fabrieksdocumentatie, zoals een doorsnede tekening en de betreffende info uit de catalogus

8. NORMATIEVE VERWIJZINGEN

De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn.

Normnummer: jaar van uitgifte	**Titel van de norm**
DIN 15018-1:1984	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung
DIN 15061-1:1977	Hebezeuge; Rillenprofile für Seilrollen
DIN 15063:1977	Hebezeuge; Seilrollen, Technische Lieferbedingungen
DIN 19704-1:2014	Stahlwasserbauten -Teil 1: Berechnungsgrundlagen
DIN 8150:1984	Gallketten
NEN 3508:1988	Staalkabels, schijven en trommels voor hijs- en transportdoeleinden - Aanwijzingen voor keuze en ontwerp
NEN 6786:2001/A1:2002	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)
NEN-EN 10204:2004	Producten van metaal - Soorten keuringsdocumenten
RTD 1019 :2014	Eisen Tandwielkasten
NBD06000:2006	Eisen voor Hydraulische Bewegingswerken
RTD 1001 :2015	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK 1.3)

EISEN TANDWIELKASTEN, OPEN OVERBRENGINGEN EN BOOGTANDKOPPELINGEN

Document: **RTD 1019**
Versie : **2.0**
Uitgave: 01-07-2014

Inhoud

1 TOEPASSINGSGEBIED 3
2 DEFINITIES EN BEGRIPPEN 3
3 ALGEMENE EISEN 3
3.1 Voorzieningen 3
3.2 Smering 3
3.3 Identificatie 4
4 TEKENINGEN EN BEREKENINGEN 4
4.1 Tekeningen 4
4.3 Berekeningen 5
5 MATERIALEN 5
5.1 Algemeen 5
5.2 Keuringsdocumenten 5
5.3 Gietstaal, Smeedstaal, carboneerstaal, nodulair gietijzer en gewalst staal 6
5.4 Grijs gietijzer 6
5.5 Corrosievast staal 6
6 VERVAARDIGING 7
6.1 Nummeringsysteem 7
6.2 Machinale bewerking 7
6.3 Lassen en lasverbindingen 7
6.4 Spanningsarm gloeien van gelaste constructies 7
6.5 Conservering 7
7 AANVULLENDE EISEN 7
7.1 Dichtheid 7
7.2 Rechte heugels 7
8 Beproeving en afname 9
8.1 Draagbeeld controle 9
8.2 Maatcontrole 9
8.3 Spelingen 9
8.4 Beproevingen 10
8.5 Beproevingsresultaten 10
8.6 Aflevering 10
9 Documentatie 10
9.1 Afleverdossier 10
9.2 CE-normering 11
10 NORMATIEVE VEWIJZINGEN 11
Bijlage afwijkende draagbeelden 13

1 TOEPASSINGSGEBIED

Deze norm geeft de eisen die gelden voor bewegingswerken voor de aandrijving van o.a. beweegbare bruggen, sluisdeuren, stuwen, schuiven en pompen voor gemalen.

De eisen hebben betrekking op de levering van tandwielkasten, open overbrengingen, boogtandkoppelingen, motorreductoren e.d.
Tandwielkasten, motorreductoren en noodaandrijvingen met een capaciteit (uitgedrukt in koppel of moment), bij een oneindige levensduur, aan de uitgaande as van maximaal 1350 Nm mogen worden geleverd volgens de eisen uit de RTD 1018. Een uitzondering daarop zijn hoofdaandrijvingen van beweegbare bruggen en hefdeuren. Deze tandwielkasten moeten altijd voldoen aan de eisen van dit voorschrift.

2 DEFINITIES EN BEGRIPPEN

Voor de toepassing van deze RTD gelden termen en definities van de normen naar wordt verwezen.

3 ALGEMENE EISEN

3.1 Voorzieningen

Alle te vervaardigen tandwielkasten dienen ten minste van de hieronder omschreven voorzieningen te worden voorzien.

- hijsvoorzieningen
- inspectievoorzieningen
- vul-, ontlucht- en aftapvoorzieningen
- een peilglas met hierop duidelijk aangegeven een minimaal en maximaal olieniveau, aangebracht op een goed zichtbare plaats (ook gelet op stand en locatie van de kast na montage).
- voorzieningen voor bevestigingspunten t.b.v. de bekabeling en het smeersysteem.
- indien een smeeroliepomp is toegepast dienen, een oliefilter, een doorstroomindicator en een glycerine gevulde manometer gemonteerd te worden.

3.2 Smering

a. Tandwielkasten dienen voorzien te zijn van een smeersysteem.
   Bij aandrijvingen die gekenmerkt worden door een intermitterend bedrijf, zoals beweegbare bruggen of sluizen, dient het smeersysteem alle tanden vooraf aan het bewegen reeds te voorzien van een smeerfilm.
   - de tandwielkastfabrikant moet afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden een oliesoort opgeven, waarbij het mogelijk is ook bij de laagste temperatuur te kunnen starten en draaien:
     - Opstelling in een kelder: temperatuur kelderruimte -5°C tot +25°C;
     - Buiten opstelling (hameistijl, afsluitboomkast): temperatuur buitenlucht -20°C tot +45°C;
   - alle in aanmerking komende onderdelen moeten worden voorzien van de nodige vlakke smeernippels en/of pluggen met smeerleidingen.
   - het merk smeermiddel dient door de fabrikant te worden opgegeven.

b. Open tandwieloverbrengingen dienen te worden voorzien van een goed dragend smeermiddel, waarbij rekening wordt gehouden met de gebruiks- en omgevingsomstandigheden.

- het toe te passen smeermiddel (qua merk en soort/type) moet geaccepteerd zijn door de fabrikant van de open tandwieloverbrenging
- Bij overeenkomsten met een onderhoudstermijn kleiner dan 5 jaar dient het smeermiddel in overleg met de opdrachtgever gekozen te worden
- Het eerste jaar na oplevering dient er een smeerinterval van maximaal één maand aangehouden te worden, waarbij tevens de ontwikkeling van het draagbeeld in een inspectierapport wordt vastgelegd
- Het smeermiddel moet EP additieve bevatten.

c. Bij boogtandkoppelingen dient de fabrikant de toe te passen olie/vetsoort op te geven.

3.3 Identificatie

Elke tandwielkast dient te zijn voorzien van een identificatieplaat van corrosiebestendig metaal met ten minste de hieronder vermelde gegevens:

- ordernummer en volgnummer
- fabrikant
- bouwjaar
- type
- vermogen (catalogus waarde)
- overbrengingsverhouding
- in- en uitgaande toerentallen
- totaal massa inclusief olie.
- Viscositeit en type olie

4 TEKENINGEN EN BEREKENINGEN

4.1 Tekeningen

Documenten en overzichts- en detailtekeningen van tenminste de volgende onderdelen dienen door de fabrikant ter toetsing aangeboden te worden:

- De besteltekeningen voor het smeed- en gietstaal (alleen voor open tandwieloverbrengingen)
- Een onderhouds- en bedrijfsvoorschrift.
- Een maatschets van de tandwielkast.
- Een samenstelling van de inwendige delen van de tandwielkast met stuklijst.
- Een tekening van de kast.
- Tekeningen van de wielen, rondsels, assen en lagerdeksels.
- Een tekening van het smeersysteem met leidingloop.

Deze tekeningen moeten zodanige informatie bevatten dat een goede beoordeling, ook van alle boutverbindingen mogelijk is. Informatie welke ten minste op de tekeningen vermeld moet worden is:

- De nauwkeurigheid van de concentriciteit voor de assen en wielen volgens DIN 42955.
- De tolerantie op de hartafstand van de assen en asslingering. Deze moet voldoen aan DIN 3964 met vermelding van het tolerantieveld en de asslingeringsklasse.
- De kwaliteit van de bewerking van de tanden volgens NEN 6786
- De minimale en maximale grenswaarde van de vereiste W-maat over een x-aantal tanden gemeten.
- De minimale en maximale grenswaarde van de vereiste tandspeling per overbrenging.
- De minimale en maximale grenswaarde van de vereiste oppervlakte hardheid

van de tandflanken.
- De minimaal vereiste Eht-waarde na het harden en na het slijpen bij toepassing van gecarboneerde tanden.
- Opgave van voorspankracht en aandraaimomenten van de voor te spannen bouten.
- de mechanische eigenschappen van de diverse materialen

4.3 Berekeningen

Voor de te vervaardigen tandwielkasten, open overbrengingen en/of boogtandkoppelingen moeten sterkteberekeningen worden aangeboden. Deze berekeningen moeten - voor zover van toepassing - ten minste omvatten:
- tandberekeningen
- berekening van de lagers
- berekening van de assen en de toegepaste as-naafverbindingen
- berekening van de vervorming van de assen bij nominale belasting
- berekening van de kast
- berekening van de hijsogen
- berekening van de boutverbindingen van onder- aan bovenkast, lagerdeksels en de bevestiging van de tandwielkast aan het frame.
- materiaalkwaliteit incl. mechanische gegevens.

De berekeningen moeten worden uitgevoerd en de resultaten worden getoetst conform NEN 6786.

Van de op tekening aangegeven grenswaarden voor de vereiste W-maat, tandspeling per overbrenging, oppervlaktehardheid van de tandflanken en de Eht-waarde van gecarboneerde tanden dient te worden aangegeven hoe deze waarden zijn bepaald.

5 MATERIALEN

5.1 Algemeen

- Tandwielen inclusief de bijbehorende assen, open overbrengingen en boogtandkoppelingen moeten worden vervaardigd uit smeedstaal. Gewalst staan is toegestaan tot een bepaalde afmeting, zie ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.12
- Tandrepen voor heugels e.d. dienen vervaardigd te worden uit smeedstaal
- Aftakkingen, zoals die voor de handbeweging, aandrijvingen van schakelaars en dergelijke mogen worden vervaardigd uit gewalst staal.
- Bij toepassing van oppervlak geharde tanden is alleen carboneren toegestaan.
- De kasten, lantaarnstukken en dergelijke kunnen vervaardigd worden uit grijs gietijzer, constructiestaal of gietstaal.

5.2 Keuringsdocumenten

De keuringsdocumenten waarop de beproevingsresultaten vastgelegd, moeten voldoen aan de eisen uit de NEN-EN 10168.

Tandwielkasten, inclusief de bijbehorende halffabrikaten, moeten geleverd worden met een 3.2 keuringscertificaat volgen NEN-EN 10204. In overleg met de opdrachtgever, kan bij een gerenommeerd leverancier van de tandwielkast, ook een 3.1 keuringscertificaat acceptabel zijn.
Open tandwieloverbrengingen, inclusief de bijbehorende halffabrikaten moeten geleverd met een 3.2 keuringscertificaat volgens NEN-EN 10204

5.3 Gietstaal, Smeedstaal, carboneerstaal, nodulair gietijzer en gewalst staal

- Voor gietstalen onderdelen gelden de eisen in ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.4
- Voor smeedstalen onderdelen, gewalste assen e.d, onderdelen van carboneerstaal gelden de eisen in ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.12
- Voor nodulair gietijzer gelden de eisen in ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.13
- Voor constructiestaal voor tandwielkasten, heugels e.d. gelden de eisen in ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.3.1

Daarnaast moeten de tandwieloverbrengingen zelf voldoen aan de NEN-ISO 6336-5, kwaliteitsklasse tenminste MQ

Voor het vereiste keuringscertificaten volgens NEN-EN 10204 wordt verwezen naar artikel 5.2 van dit voorschrift. Dit kan afwijkend zijn van de eisen in de ROK

5.4 Grijs gietijzer

Grijs gietijzer moet zijn volgens NEN-EN 1561 en geleverd worden volgens NEN-EN 1559-3. Per gietcharge moeten ter bepaling van de mechanische eigenschappen minimaal 2 proefstaven uit aangegoten stukken worden getest. De beproevingsresultaten moeten worden vastgelegd in een keuringsrapport volgens NEN-EN 10204 – type 3.2 en aan de opdrachtgever worden verstrekt.

De overgangen bij naven, kastdelingen en voetplaat moeten 100 % non-destructief (ultrasonoor en magnaflux c.q. penetrant) worden onderzocht (ernstigheidsniveau 2), conform de NEN-EN 12680-1, respectievelijk de NEN-EN 1369 en de NEN-EN 1371-1. Overige te onderzoeken plaatsen en aantallen dienen nader te worden overeengekomen.
De resultaten van het non destructief onderzoek moeten worden vastgelegd in een keuringsrapport volgens NEN-EN 10204-type 3.1 en aan de opdrachtgever worden verstrekt.

5.5 Corrosievast staal

Smeerolieleidingen ten behoeve van tandwielkasten moeten worden vervaardigd van corrosievast staal volgens NEN-EN 10088-3, materiaalnummer 1.4435 (AISI 316L). Indien aan de smeerolieleidingen wordt gelast, moeten deze voor montage worden gebeitst en gepassiveerd.

6 VERVAARDIGING

6.1 Nummeringsysteem

Alle tandwielen en assen moeten traceerbaar zijn naar het materiaalcertificaat van het uitgangsmateriaal

6.2 Machinale bewerking

Voor de maatafwijkingen en fouten van evolvente vertandingen gelden de normen DIN 3961 t/m DIN 3965 en DIN 3967.

Voor evolvente splinevertanding geldt de norm DIN 5480-1.

Na machinale bewerking moeten alle scherpe kanten worden gebroken.

6.3 Lassen en lasverbindingen

Voor lassen en het non-destructief onderzoek aan lasverbindingen gelden de eisen zoals vermeld in de ROK, EXC 4

De overgangen bij naven, kastdelingen en voetplaat moeten 100 % niet-destructief (ultrasonoor en magnaflux) worden onderzocht.

6.4 Spanningsarm gloeien van gelaste constructies

Gelaste constructies (tandwielkasten, tandheugels en dergelijke) moeten na het lassen spanningsarm worden gegloeid volgens de eisen van NEN-EN 17663

6.5 Conservering

Tandwielkasten moeten uitwendig worden voorzien van een conserveringssysteem conform de eisen in de ROK of de VSE.
Het inwendige van de kast moet voorzien worden van een conserveringssysteem dat geschikt is voor een olie of vet belasting.

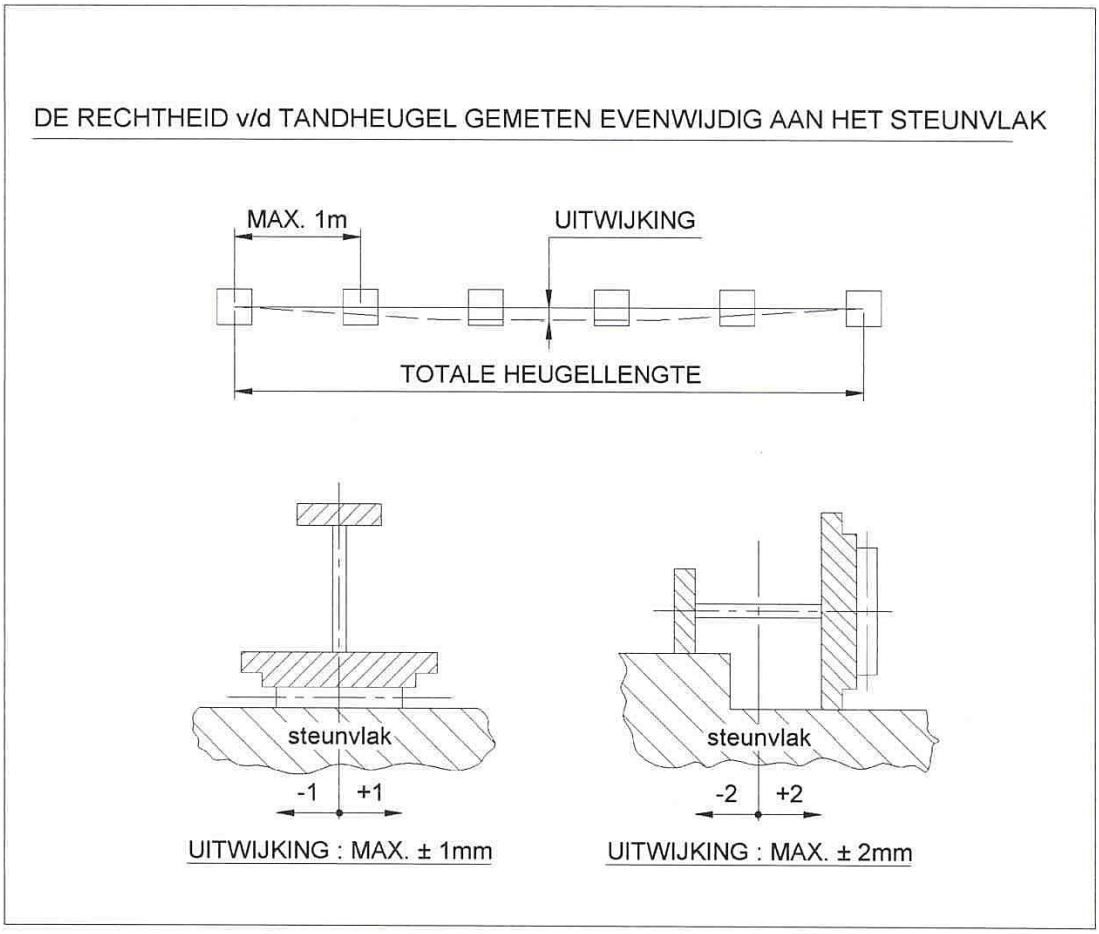
7 AANVULLENDE EISEN

7.1 Dichtheid

Alle tandwielkasten moeten conform de bedrijfssituatie op oliedichtheid worden gecontroleerd. De resultaten van deze beproeving moeten schriftelijk worden vastgelegd en aan de opdrachtgever worden verstrekt. In geval van lekkage(s) moet de fabrikant een reparatie procedure ter acceptatie overleggen. Na reparatie moet de oliedichtheid opnieuw worden aangetoond.

7.2 Rechte heugels

De toelaatbare afwijkingen van de rechtheid voor rechte tandheugels, samenwerkend met een schamelstel, moeten kleiner of gelijk zijn aan de waarden weergegeven in afbeelding 1.

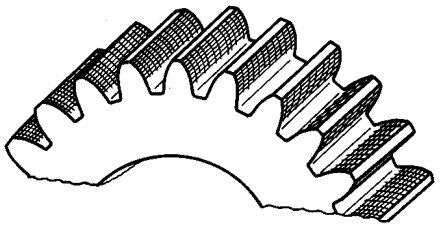


Afbeelding 1

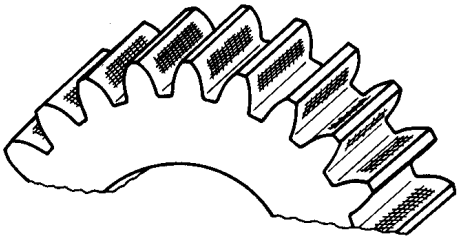
8 Beproeving en afname

8.1 Draagbeeld controle

- Van elke tandwieloverbrenging moet het draagbeeld in de fabriek worden bepaald door middel van het aanbrengen van Pruisisch blauwe olieverf of een gelijkwaardig product.
- Om de 120 graden, bij panamawielen en heugels bij het begin halverwege en aan het einde van de tandbaan, moeten over 2 tanden het draagbeeld gecontroleerd worden.
- 1 maand voor het einde van de onderhoudstermijn moet het draagbeeld van alle bereikbare overbrengingen in normaal belaste toestand gecontroleerd worden. De tanden moeten om de 120 graden over 2 tanden van een blauwe aftekeninkt of een ander gelijkwaardig product welke niet in olie oplost worden voorzien.
- Het draagbeeld voor cilindrische tandwielen met rechte tanden moet gelijkmatig verdeeld zijn over de gehele breedte van de tand en gelijkmatig verdeeld ten opzichte van de steekcirkel zoals weergegeven in afbeelding 2. Dit beeld geldt eveneens voor cilindrische tandwielen met schuine tanden en voor kegel- en schroefwiel-overbrengingen met rechte, schuine of gebogen tanden.
- Voor andere tandvormen moet het draagbeeld overeenkomen met het aangenomen draagbeeld in de berekening.



Draagbeeld van een vertanding zonder of met geringe afwijkingen waarbij assen zuiver parallel of met geringe afwijking zijn opgesteld.



Draagbeeld van een vertanding met breedtewelving waarbij de assen zuiver parallel of met geringe afwijking zijn opgesteld.

Rustige, gelijkmatige beweging in beide richtingen.

Afbeelding 2

8.2 Maatcontrole

Van elk machinaal bewerkt onderdeel (kast, tandwielen, assen en dergelijke)dat essentieel is voor het functioneren moeten de afmetingen worden vastgelegd in een meetrapport. Geconstateerde afwijkingen moeten aan de opdrachtgever worden gemeld en vastgelegd in een afwijkingsrapport.

8.3 Spelingen

- Bij de afname van tandwielkasten moet de totale hoekverdraaiing tussen de ingaande en uitgaande as worden gemeten t.p.v. de ingaande as en worden vastgelegd in een meetrapport.
  Opm.: Op basis van deze meting kan eventueel naderhand opgetreden slijtage worden beoordeeld.
- Van open overbrengingen moet - na het samenbouwen van de wielstellen - per overbrenging de flankspeling over de tandbreedte (twee uiteinden zijn voldoende) worden gemeten en worden vastgelegd in een meetrapport

8.4 Beproevingen

Elke kast dient in een positie conform de bedrijfssituatie te worden opgesteld en per draairichting minimaal 4 uur onbelast proefdraaien met het nominale toerental. Tijdens het proefdraaien moeten iedere 30 minuten de volgende metingen worden verricht:

- olietemperatuur;
- temperatuur van de hoofdlagers;
- omgevingstemperatuur;
- opgenomen vermogen;

Voorts dient de tandwielkast tijdens het proefdraaien te worden gecontroleerd op het functioneren van de instrumentatie en op de oliedichtheid.

Beproeving van een open overbrenging dient direct na de montage te geschieden.

8.5 Beproevingsresultaten

Van alle hiervoor omschreven beproevingen moeten beproevingsrapporten worden vervaardigd door de fabrikant, welke een onderdeel vormen van de einddocumentatie.

8.6 Aflevering

Na het proefdraaien, moet de tandwielkast inwendig worden geconserveerd. De smeerolie moet worden verwijderd, filter gereinigd en de tandwielen en assen moeten worden behandeld met een conserveerolie die naderhand bij het ingebruikstellen zal oplossen en de smerende werking van de smeerolie niet nadelig beïnvloedt.

De opdrachtnemer moet, ter voorkoming van corrosie van de onderdelen in de tandwielkasten, de standtijd van de conserveerolie aangeven. Tevens moet worden aangegeven, welke maatregelen genomen moeten worden, indien de opgegeven standtijd van de conserveerolie wordt overschreden.

9 Documentatie

9.1 Afleverdossier

De inhoud van het afleverdossier moet minimaal het volgende omvatten:

- tekeningen met onderdelenlijst.
- berekeningen.
- keuringsdocumenten van de materialen.
- beproevingsrapporten.
- NDO-rapporten.
- maatcontrolerapporten.
- conserveringsrapporten.
- bedrijfsvoorschriften.
- onderhoudsvoorschriften.
- documentatie van hulpapparatuur.
- eventuele elektrische schema's.
- eventuele gloeiprocedures.
- eventuele gloeidiagrammen.
- eventuele hardingsgrafieken
- as built gegevens.
- afwijkingsrapporten.
- Rapportage dat voldaan is aan de eisen van NEN-ISO 6336-5

Het afleverdossier moet in het Technisch Constructie Dossier worden opgenomen

9.2 CE-normering

De leverancier van de tandwielkast en/of boogtandkoppeling moet aantonen dat zijn product voldoet aan de Europese richtlijnen in zake veiligheid en gezondheid door verklaringen van overeenstemming te verstrekken.

10 NORMATIEVE VEWIJZINGEN

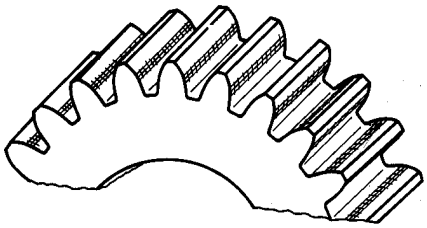
De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn.

Normnummer: jaar van uitgifte	Titel van de norm.
DIN 3961:1978	Toleranzen für Stirnradverzahnungen; Grundlagen / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN 23961 (2000-06).
DIN 3962-1:1978	Toleranzen für Stirnradverzahnungen; Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN 23962 (2000-06, t), DIN 23963-1 (2000-06).
DIN 3962-2:1978	Toleranzen für Stirnradverzahnungen; Toleranzen für Flankenlinienabweichungen / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN 23962 (2000-06, t), DIN 23963-1 (2000-06).
DIN 3962-3:1978	Toleranzen für Stirnradverzahnungen; Toleranzen für Teilungs-Spannenabweichungen / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN 23962 (2000-06, t), DIN 23963-1 (2000-06)
DIN 3963:1978	Toleranzen für Stirnradverzahnungen; Toleranzen für Wälzabweichungen / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN 23963-2 (2000-06, t), DIN 23963-3 (2000-06).
DIN 3964:1980	Achsabstandsabmaße und Achslagetoleranzen von Gehäusen für Stirnradgetriebe
DIN 3965-1:1986	Toleranzen für Kegelradverzahnungen; Grundlagen
DIN 3965-2:1986	Toleranzen für Kegelradverzahnungen; Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen
DIN 3965-3:1986	Toleranzen für Kegelradverzahnungen Toleranzen für Wälzabweichungen
DIN 3965-4:1986	Toleranzen für Kegelradverzahnungen Toleranzen für Achsenwinkelabweichungen und Achsenschnittpunktabweichungen
DIN 3967:1978	Getriebe-Paßsystem; Flankenspiel, Zahndickenabmaße, Zahndickentoleranzen, Grundlagen

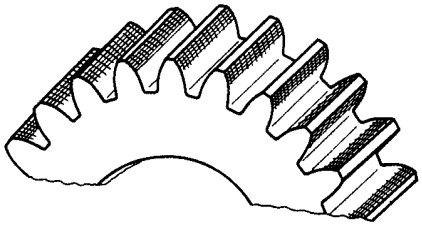
DIN 42955:2012	Rundlauf der Wellenenden, Koaxialität und Planlauf der Befestigungsflansche umlaufender elektrischer Maschinen; Toleranzen, Prüfung / Achtung:
DIN 5480-1:2006	Passverzahnungen mit Evolventenflanken und Bezugsdurchmesser - Teil 1: Grundlagen / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN 5480-1 (1991-10), DIN 5480-14 (1986-03).
NEN 6786:2001+A1:2002	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)
NEN-EN 1369:2012	Gieterijtechniek - Magnetisch onderzoek
NEN-EN 1371-1:2011	Gieterijtechniek - Penetrantonderzoek - Deel 1: In zand, met de zwaartekracht en onder lagedruk gegoten gietstukken
NEN-EN 1559-1:2011	Gieterijtechniek - Technische leveringsvoorwaarden - Deel 1: Algemeen.
NEN-EN 1561:2011	Gieterijtechniek - Grijs gietijzer
NEN-EN 10168:2004	Producten van staal - Keuringsdocumenten - Lijst van informatie en omschrijving
NEN-EN 10204:2004	Producten van metaal - Soorten keuringsdocumenten
NEN-EN 12680-1:2003	Gieterijtechniek - Ultrasoon onderzoek - Deel 1: Gietstukken van staal voor algemene doeleinden
NEN-ISO 6336-5:2003	Berekening van de belastbaarheid van tandwielen met rechte en schuine vertanding - Deel 5: Sterkte en kwaliteit van de materialen
NEN-EN 17663:2009	Lassen - Richtlijnen voor kwaliteitseisen voor warmtebehandeling in verbinding met lassen en verwante processes
RTD 1018:2014	Eisen Handelsproducten; Handelsproducten zoals toegepast in werktuigkundige installaties van kunstwerken
ROK 1.3	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken

Bijlage afwijkende draagbeelden

In onderstaande figuur zijn ter informatie afwijkende draagbeelden weergegeven en de mogelijke oorzaak.

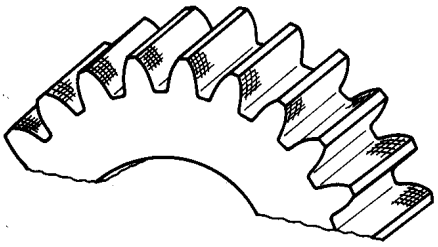


Draagbeeld van een vertanding met drukhoekafwijking (te grote drukhoek).

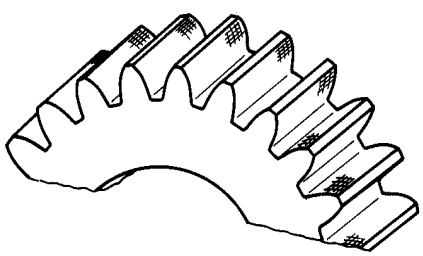


Draagbeeld van een vertanding met drukhoekafwijking (te kleine drukhoek).

De assen lopen parallel.

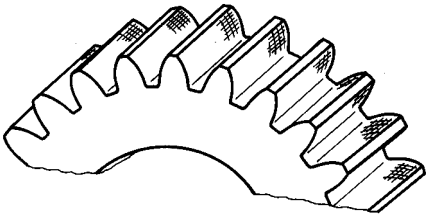


Draagbeeld van een vertanding met tandhoekafwijking (te grote tandhoek).

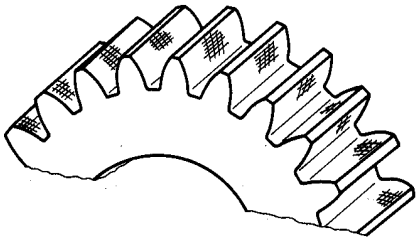


Draagbeeld van een vertanding met tandhoekafwijking (te kleine tandhoek).

De overhoekse draging kan ook veroorzaakt worden door askruisingsafwijking van het huis.



Draagbeeld van een vertanding met tegengestelde tandhoekafwijking aan linker- en rechterflanken (conische vertanding).De eenzijdige draging kan ook veroorzaakt worden door asparalleliteitsafwijking van het huis.



Draagbeeld van een tuimelende vertanding; De ashartlijnen van de vertanding en van de boring kruisen elkaar.

EISEN STAALKABELS

Leveringsvoorwaarden, kwaliteitseisen en
keuringseisen voor staalkabels.

document : **RTD 1020**
uitgave : 01-07-2014

Opsteller	toetser	autorisator	uitgave	status	versie
Hertogh/Verbeek	J.den Toom	J. den Toom	01-07-2014	definitief	2.0

Inhoud

1 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED 3
2 DEFINITIES 3
3. ALGEMENE EISEN EN VOORWAARDEN 3
4. EISEN AAN KABELSOKKEN (KABELSOCKETS) 4
5. KEURINGSEISEN EN –METHODEN 4
5.1 Algemeen 4
5.1.1 Uit de handelsvoorraad geleverde staalkabels 4
5.1.2 Speciaal voor het project geslagen staalkabels 4
5.2 Keuringseisen en –methoden voor staalkabel 4
5.2.1 Algemene keuringseisen. 4
5.2.2 Lassen in draden 4
5.2.3 Kabelmiddellijn en onrondheid 4
5.2.4. Breeksterkte 4
5.3 Keuringseisen en -methoden voor onverwerkt staaldraad (zie punt 5.1.2) 5
5.3.1 Monsterneming 5
5.3.2 Uit te voeren proeven 5
5.4 Keuringseisen en – methoden voor verwerkt staaldraad genomen uit de ongebruikte kabel (zie punt 5.1.1.) 6
5.4.1 Monsterneming 6
5.4.2. Uit te voeren proeven 6
6. CERTIFICATEN 7
6.1 Mee te leveren certificaten 7
7. NORMATIEVE VERWIJZINGEN 9
7.1 Lijst van normen 9

1 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

In deze norm zijn de leveringsvoorwaarden, de kwaliteitseisen en de keuringseisen voor, in het project toe te passen, staalkabels omschreven. Deze norm is van toepassing op staaldraad en daarvan vervaardigde staalkabels voor bewegingswerken van infrastructurele waterbouwkundige constructies zoals stuwen, sluizen en bruggen.

2 DEFINITIES

In deze norm dient te zijn verstaan onder:

Staalkabel
Een aantal om een kern geslagen strengen volgens NEN-EN 12385-1, inclusief de afwerking van de einden die samen één staalkabel vormen;

Fabricagelengte
Een, zonder onderbrekingen, in één keer geslagen kabellengte (uit één fabricagelengte kunnen meerdere staalkabels zijn vervaardigd).

Verder geldt de terminologie zoals die in NEN 3560 en in NEN-EN 12385-1 gebruikt is.

3. ALGEMENE EISEN EN VOORWAARDEN

Alle staalkabels dienen:

- Een staalkabelconstructie type 3 of 5 volgens NEN 3575 te hebben. Afwijkingen van deze typen staalkabelconstructies is alleen toegestaan na toestemming van de opdrachtgever;
- Te voldoen aan: NEN 3231:1989 Staalkabels - Parallelconstructies voor algemeen gebruik;
- uit één fabricagelengte vervaardigd te zijn (voor zover dat fabricage-technisch mogelijk is);
- vervaardigd te zijn van nagetrokken, verzinkt staaldraad kwaliteit B, met een treksterkteklasse van 1770 of 1960 (zie NEN 3560 punt 3.1);
- voorgevormd te zijn;
- voorzien zijn van een kenmerk, dat bestaat uit:
  - een id-nummer;
  - het positienummer;
  - een volgnummer, indien het aantal kabels, per positienummer, meer dan één is.
- bij aflevering in- en uitwendig te zijn ingevet, met een vetsoort welke voldoet aan de eisen van de leverancier, die tenminste voldoet aan NEN 3560 punt 4.3.5.

Staalkabels die binnen één jaar na ingebruikname vervormingen overeenkomstig DIN 15020 blad 2 punt 3.4.1 g fig. 1 t/m 6 vertonen, dienen door de opdrachtnemer vervangen te worden. Indien binnen één jaar na het in gebruik nemen van de levering blijkt dat door het verschil tussen de onderlinge verlengingen van de kabels, deze niet meer functioneren zoals in het ontwerp bedoeld dan dient de opdrachtnemer, op zijn kosten, nieuwe kabels te leveren.

4. EISEN AAN KABELSOKKEN (KABELSOCKETS)

Alle kabelsokken dienen:

- vervaardigd te zijn uit gietstaal;
- koud aangegoten te worden met kunsthars;
- Aangieten van de kabelsokken volgens NEN EN 13411-4:2011
- te voldoen aan de eisen in ROK hoofdstuk 7.20 (aanvullingen op NEN-EN 1090-2) artikel 5.4
- van een unieke identificatie voorzien te worden, methode van identificatie mag geen invloed hebben op kwaliteit

5. KEURINGSEISEN EN –METHODEN

5.1 Algemeen

5.1.1 Uit de handelsvoorraad geleverde staalkabels

Op deze kabels zijn de punten 5.2 (keuringseisen en -methoden voor staalkabels) en 5.4 (keuringseisen en -methoden voor verwerkt staaldraad, genomen uit de ongebruikte staalkabel) van toepassing.

5.1.2 Speciaal voor het project geslagen staalkabels

Op deze kabels zijn de punten 5.2 (keuringseisen en -methoden voor staalkabels) en 5.3 (keuringseisen en -methoden voor onverwerkt staaldraad) van toepassing.

5.2 Keuringseisen en –methoden voor staalkabel

5.2.1 Algemene keuringseisen.

Elke staalkabel moet voldoen aan de algemene keuringseisen zoals die in NEN 3560 punt 4 omschreven zijn

5.2.2 Lassen in draden

Lassen in de draden moeten op vakkundige wijze gemaakt en glad afgewerkt zijn. Draden dunner dan 0.45 mm mogen in elkaar gedraaid zijn. In een staalkabel mogen per draadlaag in een streng en per strekkende meter niet meer dan 2-draadlassen voorkomen

5.2.3 Kabelmiddellijn en onrondheid

Voor de toelaatbare afwijking op de nominale kabelmiddellijn en de onrondheid geldt NEN 3560 punt 4.3.2. Het meten van de kabelmiddellijn dient te geschieden overeenkomstig NEN 3560 punt 5.1.2.

5.2.4. Breeksterkte

De breeksterkte, gevonden met de trekproef volgens NEN 3560 punt 5.5, moet tenminste gelijk zijn aan de minimale breeksterkte die in NEN-EN 12385-4 voor de betreffende staalkabel is vermeld. De kabelleverancier dient, per fabricagelengte één proefstuk (voor het uitvoeren van de trekproef) te vervaardigen, dat aan de volgende eisen moet voldoen:

- het proefstuk moet vervaardigd zijn uit een overlengte van de te leveren staalkabel, of, indien er meerdere staalkabels uit één fabricagelengte vervaardigd zijn, uit een overlengte van één van die staalkabels. (zie ook punt 5.4.1);
- beide einden moeten door middel van aangegoten sokken afgewerkt zijn (De bij de beproeving gebruikte sokken mogen niet voor het definitieve werk gebruikt worden);
- de vrije lengte, tussen de aangegoten sokken, moet voldoen aan NEN 3560 punt 5.5.

5.3 Keuringseisen en -methoden voor onverwerkt staaldraad (zie punt 5.1.2)

5.3.1 Monsterneming

Uit elke (voor het vervaardigen van een staalkabel benodigde) partij onverwerkt staaldraad dient een aantal monsters genomen te zijn, overeenkomstig NEN 3560 punt 3.3.1.

5.3.2 Uit te voeren proeven

Voor een partij onverwerkt staaldraad dienen onderstaande proeven te worden uitgevoerd.

proef	Zie NEN 3560 Punt 3.4 Eisen
- beoordeling van het uiterlijk	3.4.1
- bepalen van de afwijking van de nominale middellijn en de onrondheid	3.4.2
- bepalen van de breeksterkte	3.4.3
- bepalen van het aantal wringingen	3.4.4
- bepalen van de hoeveelheid zink	3.4.5
- bepalen hechting van de zinklaag	3.4.6

5.4 Keuringseisen en – methoden voor verwerkt staaldraad genomen uit de ongebruikte kabel (zie punt 5.1.1.)

5.4.1 Monsterneming

De kabelleverancier dient, per fabricagelengte een monster van voldoende lengte te nemen om de, in NEN 3560 punt 5.2 en 5.3, voorgeschreven proeven uit te kunnen voeren. Dit monster en het onder punt 5.2.5 genoemde proefstuk moeten uit dezelfde overlengte vervaardigd zijn. Uit dit monster moet, overeenkomstig NEN 3560 punt 3.3.2, een aantal draden gekozen zijn voor het uitvoeren van de in punt 5.4.2 te noemen proeven.

5.4.2. Uit te voeren proeven

Voor een kabel, waaruit het monster volgens punt 5.4.1 genomen is, dienen onderstaande proeven te worden uitgevoerd.

proef	Zie NEN 3560 Punt 3.4 Eisen
- beoordeling van de breeksterkte	3.4.3
- bepalen van het aantal wringing	3.4.4
- bepalen van de hoeveelheid zink	3.4.5
- bepalen hechting van de zinklaag	3.4.6

5.5 Eindbeoordeling staalkabel (goed- of afkeur)

Elke staalkabel die niet aan de, onder de punten 5.2.3 of 5.2.4 gestelde eisen voldoet, wordt afgekeurd.
Voldoet een kabel niet aan de, onder punt 5.2.1 of 5.2.2 gestelde eisen maar wel aan de overige eisen, dan beslist de opdrachtgever over de goed- of afkeur.
Elke staalkabel die aan alle, onder punt 5.2.1 t/m 5.2.4 gestelde eisen voldoet wordt goedgekeurd, mits ook de samenstellende staaldraden aan de onder punt 5.3.2 voor onverwerkt staaldraad en 5.4.2 voor verwerkt staaldraad gestelde eisen voldoen.

6. CERTIFICATEN

6.1 Mee te leveren certificaten

De kabelleverancier dient, bij elke kabel een ondertekend certificaat mee te leveren. In dit certificaat dienen tenminste de gegevens en beproevingsresultaten overeenkomstig het voorbeeld in paragraaf 6.1 vermeld te zijn.

Bovendien dient de kabelleverancier de verslagen over de beproevingen van de samenstellende staaldraden mee te leveren. In deze verslagen moeten tenminste de beproevingsresultaten van de onder punt 5.3.2 voor onverwerkt staaldraad of punt 5.4.2 voor verwerkt staaldraad genoemde proeven vermeld zijn.

Per kabelsok dient een testrapport te worden opgesteld waarin het identificatienummer en de onderzoeksresultaten met acceptatiecriteria staan.

VOORBEELD CERTIFICAAT

Kenmerk	Tekeningnummer	: ……	
	Kenmerk staalkabel	: ……	
Afmetingen	Nominale kabelmiddellijn	:	mm
	Gemeten kabelmiddellijn	:	mm
	Lengte van de kabel	:	mm
	Gemeten lengte van de kabel	:	mm
	Massa per lengte van de gevette kabel	:	kg/100m
Constructie	Opbouw van de staalkabel	: x + st.k.	
	Kabel volgens norm		
	Slagrichting	rechts/links [1)]	
	Slagwijze	kruis/langslag [1)]	
	Slaglengte van de kabel	x d	
	Voorgevormd	wel/niet [1)]	
	Voorgerekt	wel/niet [1)]	
Draden	Treksterkte	:	
	Afwerking draadoppervlak	:	
Sterkte	Minimale breekkracht kabel	:	kN
	Vastgestelde breekkracht bij trekproef	:	kN
Opmerkingen	…….		
	Kabels in-en uitwendig ingevet met		
Aanvullingen			
Bijlage			

Naam firma waar de kabel beproefd is:

gekeurd: datum: in aanwezigheid van

naam namens

handtekening

1) doorhalen wat niet van toepassing is

7. NORMATIEVE VERWIJZINGEN

De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn.

7.1 Lijst van normen

Normnummer: jaar van uitgifte	Titel van de norm	Internationaal equivalent
NEN 3231:1989	Staalkabels; Parallelconstructies voor algemeen gebruik. **Opm. Norm is deels vervangen door: NEN-EN 12385-4:2002+A1:2008**	**NEN-EN 12385-4:2002+A1:2008**
NEN 3560:1983	Staalkabels; Eisen en beproevingsmethoden voor de keuring van staaldraad en staalkabels. Opm. Norm is deels vervangen door: **NEN-EN 10264-1:2012. NEN-EN 10264-2:2012 en NEN-EN 10218-1:2012**	**EN 10264-1:2012** **EN 10264-2:2012** **EN 10218-1:2012**
NEN 3575:1981	Staalkabels; Kabel; Karakteristieken en leveringsvoorwaarden. **Opm. Norm is deels vervangen door: NEN-EN 12385-1:2002+A1:2008**	**EN 12385-1:2002+A1:2008**
NEN-EN 13411-4:2011	Terminations for steel wire ropes - Safety - Part 4: Metal and resin socketing	
DIN 15020-2:1974	Hebezeuge, Grundsätze für Seiltreibe, Überwachnung im Gebrauch.	

STANDAARDDETAILS VOOR BETONNEN BRUGGEN

opsteller/beheerder	toetser	autorisator	uitgave	status
P.Spencer (CT)	Kenniskring Bruggen	W.J. Anemaat	01-04-2009	DEFINITIEF

Voorwoord

De eerste bundel standaarddetails van de voormalige afdeling Bruggenbouw van Rijkswaterstaat Bouwdienst verscheen in 1992. De standaarddetail tekeningen en de bijbehorende tekst gaven standaard oplossingen voor, met name, de onderhoudsgevoelige onderdelen van kunstwerken.

Deze bundel is na 1992 nauwelijks aangepast maar de standaarddetails blijven nog altijd een nuttig referentiemiddel voor de ontwerpers van betonnen kunstwerken. Vandaar dat de afdeling Civiele Techniek van Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur besloten heeft om de bundel te vernieuwen. Deze nieuwe uitgave is bestemd voor toepassing binnen design en construct contracten. Het aantal standaarddetails is aanzienlijk verminderd en de tekeningen zijn omgezet in Autocad versie 2000.

Ondanks alle pogingen blijft dit document mensenwerk en fouten of onvolkomenheden kunnen niet worden uitgesloten. Opmerkingen of aanvullingen op dit document kunnen gestuurd worden naar een centrale e-mail adres (standaarddetails@rws.nl). Met de hulp van de gebruikers hopen wij de standaarddetails actueel te houden als een ontwerptool voor iedereen die zich bezig houdt met betonnen kunstwerken.

Wijzigingsbeheer		
versie	datum	Wijziging / verklaring
1.0	01-06-2008	Interne versie RWS
1.1	01-04-2009	Uitsluitend tekstuele aanpassingen – inrichting als een niet bindende norm.

Inhoudsopgave

1 Gebruik van de Standaarddetails 4

2 Normatieve verwijzingen 5

3 Hemelwaterafvoer (SD-HWA) 7

4 Voertuigkeringen en Leuningen (SD-LEUN) 9

5 Luiken, Trekputten en Roosters (SD-LUIK) 13

6 Schampkanten (SD-SCHAMP) 15

7 Overgangsconstructies (SD-STOOT) 17

8 Taludbekleding (SD-TALUD) 19

9 Voegovergangen (SD-VOEG) 21

Bijlage Standaarddetail tekeningen 23

1 Gebruik van de Standaarddetails

Deze Dienst Infrastructuur norm dient om de kwaliteit van de detaillering van betonnen kunstwerken op peil te houden. Deze niet bindende norm kan gebruikt worden als verificatiemethode om aan te tonen dat voldaan wordt aan de eisen gesteld in de vraagspecificatie. Voor meer informatie over het gebruik van niet bindende normen en richtlijnen zie de handreiking "Toepassing normen en richtlijnen".

Per hoofdstuk wordt een apart onderdeel van een betonnen kunstwerk behandeld en bij ieder hoofdstuk zijn de eisen benoemd voor dat onderdeel. In de geest van de leidraad systems engineering kunnen deze eisen opgesplitst worden in functionele eisen, randvoorwaarden, interne en externe raakvlakken en aspecteisen.

De aspecteisen worden onderscheiden met gebruik van de volgende afkortingen:
<V> = vormgeving,
<B&O> = beheer en onderhoud,
<V&G> = veiligheid en gezondheid,
<B> = beschikbaarheid / betrouwbaarheid
<T> = toekomstvastheid.

De bijbehorende standaarddetail tekeningen zijn verkleind tot A3 formaat en samengevoegd in de bijlage. Deze tekeningen zijn bewezen oplossingen van de Dienst Infrastructuur. Bij elk hoofdstuk is achtergrond informatie gegeven over de totstandkoming van de standaarddetail tekeningen. Deze informatie kan ook van nut zijn voor de verificatie van eisen uit de vraagspecificatie.

2 Normatieve verwijzingen

NEN normen	
NEN-EN 1317-2	Afschermende constructies voor wegen. Deel 2: Prestatieklassen, botsproefbeoordelingscriteria en beproevingsmethoden voor vangrails
NEN-EN 1317-6	Afschermende constructies voor wegen. Deel 6: Afschermende systemen voor voetgangers, borstwering voor voetgangers
NEN 6702	Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen
NEN 6706	Technische grondslagen voor bouwconstructies –TGB 1990 – Verkeersbelastingen op bruggen.
CROW publicaties	
	Veilige inrichting van bermen
	Handboek bermbeveiligingsvoorzieningen
Dienst Infrastructuur normen en richtlijnen	
	Richtlijnen voor het ontwerpen van betonnen kunstwerken (ROBK)
NBD 00400	Eisen voor enkelvoudige voegovergangen
NBD 00401	Leidraad geluidseisen aan voegovergangen
NBD 00710	Eisen voor voegovergangen
NBD 00750	Overgangsconstructies (stootplaten)
NBD 10005	Eisen conservering stalen- en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken.
	Normalisatierapport nr. 10, Regenwaterafvoer (deel I) Neerslaghoeveelheden.
	Normalisatierapport nr. 22, Regenwaterafvoer (deel II) Afvoergoten en putten.

3 HEMELWATERAFVOEREN (SD-HWA)

Eisen

A. De hemelwaterafvoer dient te zorgen voor een beheerste verzameling en afvoer van het hemelwater van het kunstwerk.
B. Het hemelwater dient te worden afgevoerd achter de landhoofden tenzij er vanuit de berekening van de hemelwaterafvoer tussenafvoeren nodig zijn (b.v. grote lengte of breedte van het rijdek, flauwe hellingen enz..).
C. De afvoer van het hemelwater dient geen schade te veroorzaken. Uitspoeling dient te worden voorkomen.
D. De onderdelen van de hemelwaterafvoer gelegen in, of onder de rijbaan dienen sterk genoeg te zijn om de op te nemen verkeersbelastingen te dragen.
E. De hemelwaterafvoer dient vandalismebestendig te zijn. <B>
F. De hemelwaterafvoer dient onderhoudsarm te zijn. <B>
G. De hemelwaterafvoer dient vorstbestendig te zijn. <B>
H. De hemelwaterafvoer dient eenvoudig onderhoudbaar te zijn. <B&O>
I. De afvoergoten, putten en afvoerbuizen van de hemelwaterafvoer dienen vervangbaar te zijn. <B&O>
J. De hemelwaterafvoer dient blijvend te functioneren en dient alle verplaatsingen van het kunstwerk te kunnen volgen. De rooster (boveninlaat) van de hemelwaterinvoer dient te allen tijde minimaal gelijk met, of maximaal 20mm lager te liggen dan, het aangrenzende dichte asfalt.
K. Putdeksels, roosters en overige in het zicht blijvende losse onderdelen van de hemelwaterafvoer dienen vastgezet te zijn. <V&G>
L. Afvoerbuizen buiten het kunstwerk dienen uitgevoerd te worden in HDPE. <B>

Aanvullende informatie / toelichtingen

Ad A. De afmetingen van de hemelwaterafvoer worden bepaald met gebruik van de volgende twee documenten van Rijkswaterstaat Directie Bruggen:
- Normalisatierapport nr. 10, Regenwaterafvoer (deel I) Neerslaghoeveelheden.
- Normalisatierapport nr. 22, Regenwaterafvoer (deel II) Afvoergoten en putten.

Ad B. Het gebruik van tussenafvoeren geeft een risico van aantasting van de constructie bij lekkage. Tussenafvoeren zijn niet nodig voor de meeste kunstwerken.

Ad A/B/C. De hemelwaterafvoer bestaat uit twee opvangen, de eerste opvang achter het landhoofd naast de vleugel en een tweede opvang op ca. 5m vanaf de eerste opvang (zie tekeningen SD-HWA-01). De tweede hemelwateropvang is ter voorkoming van uitspoeling van het talud door hemelwater dat niet door de eerste opvang opgevangen wordt. Er moet rekening worden gehouden met geleiderailconstructies en doorvoer buizen van kabels vanuit de schampkant in het ontwerp en plaatsing van de tweede opvang. De tweede hemelwateropvang kan ook gerealiseerd worden met gebruik van een prefab betonnen instroombak / plaat met opstaande rand.

Ad C. De flexigoot kantopsluiting tegen de schampkant is een mengsel van rubberbitumen en steenslag en verzorgt een waterdichte afsluiting van de stortnaad tussen schampkant en rijdek. (Zie ook hoofdstuk 6 schampkanten).

Ad D/I. Verbindingsbuizen gelegen onder de weg moeten gelegd worden in mantelbuizen ter bescherming van de buizen en om vervanging mogelijk te maken zonder schade aan de weg.

Ad E/K. N.a.v. het tegelgooiers incident op de A4 beloofde de minister van verkeer en waterstaat in een brief van 24 maart 2005 aan de tweede kamer dat alle putdeksels op viaducten vastgezet zouden

worden en dat losse bestrating vervangen zou worden door asfalt op, en in de nabijheid van, viaducten.

Ad F. De minimale diameter van verbindingbuizen moet ø160 zijn om dichtslibben te voorkomen.

Ad L. HDPE wordt toegepast omdat het materiaal in staat is om vervormingen op te vangen.

Tekeningen

SD-HWA-01	versie 0	01-01-08	Waterafvoer vast aan eindsteunpunt d.m.v. prefab gootconstructie
Toelichting:	Deze oplossing voorkomt dat de hemelwaterafvoer verzakt en dat spleten ontstaan tussen de afvoergoten en de vleugelwanden die kunnen leiden tot lekkage en uitspoeling. De stelspecie laag maakt het mogelijk om de goten opnieuw in hoogte te stellen na eventuele zettingen van de aardebaan. Bij grotere verwachte zettingen kan een dikkere laag stelspecie worden toegepast.		

SD-HWA-02	versie 0	01-01-08	Waterafvoer bij tussensteunpunt van ter plaatse gestort rijdek (afvoer buitenop tussensteunpunt geplaatst)
Toelichting:	Deze waterafvoerconstructie is vandalismegevoelig. De keuze van detail in de funderingssloof is afhankelijk van de hoogteligging van de sloof.		

SD-HWA-03	versie 0	01-01-08	Waterafvoer bij tussensteunpunt van ter plaatse gestort rijdek (afvoer in tussensteunpunt inwendig)
Toelichting:	Als tekening SD-HWA-02 met een weggewerkte afvoerconstructie (t.b.v. esthetica of vandalismebestendigheid).		

4 VOERTUIGKERINGEN EN LEUNINGEN (SD-LEUN)

Eisen

A. De permanente voertuigkering (geleiderail of barrier, wel of niet in combinatie met een leuning) op een kunstwerk in een autosnelweg dient te voldoen aan keringsniveau H2 volgens de Europese norm NEN-EN 1317-2.
B. Afscheidingen (leuningen) dienen geplaatst te worden op de randen van kunstwerken om het naar beneden vallen van personen te voorkomen. De afscheidingen dienen te voldoen aan de eisen in afdeling 2.3 van het Bouwbesluit.
C. De ruimte tussen een voertuigkering en een leuning op een kunstwerk dient geschikt te zijn voor gebruik als een inspectiepad met een minimale breedte van 500mm.
D. De bevestigingen van voertuigkeringen en leuningen dienen te voldoen aan de Richtlijnen voor het ontwerpen van betonnen kunstwerken (ROBK).
E. Leuningen en voertuigkeringen dienen de verplaatsing en vervormingen van het kunstwerk te kunnen volgen zonder schade. De detaillering van de leuningen en voertuigkeringen ter plaatse van dilatatievoegen dienen deze verplaatsingen en vervormingen mogelijk te maken.
F. Leuningen en stalen voertuigkeringen dienen geconserveerd te worden volgens NBD 10005 "Eisen conservering stalen- en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken". <B>
G. Leuningen en voertuigkeringen dienen vandalisme bestendig te zijn. <B>
H. Leuningen en voertuigkeringen dienen inspecteerbaar en onderhoudbaar te zijn. <B&O>

Aanvullende informatie / toelichtingen

Voertuigkeringen

Ad A. De Directeur Generaal van Rijkswaterstaat heeft in een brief van 15 mei 2003 de beslissing van RWS bekend gemaakt dat bij nieuwe aanleg en grootschalige vervanging van bermbeveiligingsvoorzieningen langs snelwegen de nieuwe voorzieningen aan het keringsniveau H2 moeten voldoen.

Ad A. Het "Handboek veilige inrichting van bermen Niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom" (CROW publicatie 202, november 2004) vult de eisen voor voertuigkeringen aan. In tabel 13 van het handboek wordt H2 keringsniveau voorgeschreven voor alle viaducten over autosnelwegen en autowegen met uitzondering van viaducten in erftoegangswegen. Keringsniveau N1 is van toepassing voor erftoegangswegen.

Ad A. In juni 2003 zijn in opdracht van Rijkswaterstaat botsproeven volgens de NEN-EN 1317-2 uitgevoerd voor een opstelling van 2 verschillende geleiderail types, VLP 1R 133-60 L/R en VLP 1DL 133-60 L/R, samen met een standaard drie regelige leuning.
Botsproef TB11 (personenwagen) is uitgevoerd met de VLP 1R 133-60 L/R en botsproef TB51 (bus) met de VLP 1DL 133-60 L/R. De rapportages van de botsproeven tonen aan dat geleiderail en leuning samen een tweetrapse H2 kering vormen. De minder stijve geleiderail VLP 1DL 133-60 L/R heeft aangetoond het zware voertuig te kunnen keren (TB51). De stijvere geleiderail, VLP 1R 133-60 L/R, voldoet aan de eisen voor de veiligheid van inzittenden met een impact severity level B. Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur heeft gekozen om de stijvere geleiderail type, VLP 1R 133-60 L/R, toe te passen in de standaarddetails.

Ad A. Wanneer een geluidsscherm geplaatst wordt langs de rand van een kunstwerk moet rekening worden gehouden met de risico's voor het er onder doorgaande verkeer bij een aanrijding tegen het scherm. N.a.v. de reeds benoemde botsproeven van juni 2003 is door het platform veilige inrichting van bermen besloten om geluidsschermen langs de randen van kunstwerken te beschermen met een stijve geleiderail van type VLP 2R 133-80. Volgens de CROW richtlijnen "Veilige inrichting van bermen" valt dit geleiderailtype in klasse W4 of W5 met een geschatte maximale werkende breedte

(constructiebreedte + uitbuigingsruimte) van 1,30m. De botsproeven om de werkelijke uitbuigingsruimte te bepalen zijn nog niet uitgevoerd. Een geleiderail wordt toegepast tbv een uniform wegbeeld maar bij grote risico's en/of gebrek aan ruimte kan een starre barrier met H2 of zelfs H4b keringsniveau gekozen worden.

Ad A. In samenwerking tussen RWS en Laura metaal is een halve stalen stepbarrier ontwikkeld die toegepast kan worden bij renovatie projecten waar onvoldoende ruimte beschikbaar is om de standaard geleiderail + leuning oplossing toe te passen. In mei 2002 is d.m.v. een botsproef aangetoond dat deze halve stalen stepbarrier voldoet aan H2 keringsniveau. De barrier gedroeg zich als een stijve constructie in de botsproef met een maximale uitbuiging van 0,30m. De werking van deze barrier is echter afhankelijk van de aanwezigheid van een hoge betonnen schamprand (min 150mm boven asfaltniveau) die het grootste deel van de aanrijdkrachten opvangt.

Een versmalde eenzijdig uitgebouwde geleiderail, met breedte 600mm, wordt toegepast als standaard op kunstwerken om de totale breedte van het kunstwerk te beperken. Waar voldoende ruimte beschikbaar is op het dek moet deze vervangen worden door een standaard tweezijdig uitgebouwde geleiderail, met breedte 800mm.

Leuningen

Ad B. Een verkeersviaduct valt in het Bouwbesluit onder gebruiksfunctie "bouwwerk geen gebouw zijnde".

Ad B. De spijltjes leuning (SD-LEUN-03) is geschikt voor toepassing langs een fiets- en voetpad die afgeschermd is voor gebruik door motorvoertuigen. De afmetingen van de spijltesleuning zijn afgeleid van de eisen in het Bouwbesluit voor een afscheiding in vrijwel alle gebruiksfunctie met uitzondering van "bouwwerk geen gebouw zijnde".

Ad B. Indien het dek hoger is gelegen dan 13m boven het aansluitende terrein, of water, dan moet de hoogte van de leuning minimaal 1200mm zijn (het Bouwbesluit).

Ad B. Een leuning langs een ruiterpad moet minimaal 1,8m hoger zijn dan het ruiterpad (NEN-EN 1317-6).

Ad B. De standaard hoogtemaat van 1100mm langs fietspaden kan ervaren worden als te laag door fietsers met kleine kinderen achter- of voorop de fiets. Er kan overwogen worden om de leuning alsnog hoger te maken langs fietspaden.

Ad D. De ontwerpbelastingen op een leuning zijn vastgelegd in de NEN 6706 en aangevuld door de ROBK.

De verzwaarde drieregelige leuning voldoet mogelijk aan N1 keringsniveau volgens de NEN-EN 1317-2. Dit is echter nog niet aangetoond door middel van een botsproef.

De beëindiging van een leuning mag geen uitstekende delen hebben die gevaarlijk kunnen zijn bij een aanrijding.

Algemeen

Ad C. De Directeur Generaal van Rijkswaterstaat heeft in een brief van 3 februari 1970 de beslissing van RWS bekend gemaakt dat op alle kunstwerken gelegen in autowegen inspectiepaden worden aangebracht indien daar geen parallelweg, fiets- of voetpad aanwezig is. Voor kunstwerken gelegen in niet-autowegen kunnen in het algemeen inspectiepaden achterwege blijven.

Ad F. Na het afslijpen en conserveren van ankers moeten UV bestendige kunststof beschermdoppen toegepast worden in de kleur grijs of de kleur van de leuning.

De CROW publicaties "Veilige Inrichting van Bermen" en "Handboek bermbeveiligingsvoorzieningen" zijn van toepassing voor voertuigkeringen en leuningen op kunstwerken.

Zie hoofdstuk 6 "schampkanten" voor details betreffend de plaatsing en bevestiging van voertuigkeringen en leuningen op schampkanten.

Tekeningen

SD-LEUN-01	versie 0	01-01-08	Drieregelig, ronde regel, H = 1000
Toelichting:	Leuning geschikt voor toepassing achter een geleiderail om een tweetrapse H2 kering te vormen.		

SD-LEUN-02	versie 0	01-01-08	Verzwaarde leuning
Toelichting:	Leuning geschikt voor toepassing indien een hogere keringsniveau noodzakelijk is. Het keringsniveau van de leuning is nog niet vastgelegd d.m.v. een botsproef. Als gevolg van de hogere belastingen zal meer wapening nodig zijn in de schampkant bij toepassing van deze leuning.		

SD-LEUN-03	versie 0	01-01-08	Spijltjesleuning langs fiets- en/of voetpad, H = 1100
Toelichting:	De hoogte van de leuning is verhoogd t.o.v. eerdere versies naar 1100mm om de leuning geschikt te maken voor toepassing langs fietspaden.		

SD-LEUN-04	versie 0	01-01-08	Geleiderailanker type X
Toelichting:	Anker voor toepassing met tweezijdig uitgebouwd geleiderail tussen twee rijbanen		

SD-LEUN-05	versie 0	01-01-08	Halve stalen stepbarrier op verhoogde schampkant, t.b.v. renovatie
Toelichting:	Stepbarrier met H2 keringsniveau geschikt voor gebruik bij renovatie.		

5 LUIKEN, TREKPUTTEN EN ROOSTERS (SD - LUIK)

Eisen

Luiken

A. Luiken dienen te worden toegepast om toegankelijke ruimtes in een kunstwerk af te sluiten voor onbevoegden. <V&G>
B. Luiken dienen dusdanig geplaatst te worden dat gebruik van de luiken geen gevaar oplevert voor zowel de gebruiker als derden. <V&G>
C. Luiken dienen voorzien te worden van een oppervlakte profilering indien personen over het luik kunnen lopen. <V&G>

Trekputten

D. Trekputten dienen te worden toegepast in schampkanten met kabeldoorvoer buizen met een h.o.h. afstand van 30m. Bij kruising van de buizen met voegovergangen dienen trekputten toegepast te worden binnen 6m van de voegovergang.
E. De deksels van trekputten dienen waterdicht te zijn. <B>
F. Trekputten dienen te worden voorzien van een waterafvoer. <B>

Roosters

G. Roosters dienen te worden toegepast tussen rijdekken indien de rijdekken niet voorzien zijn van leuningen en de onderlinge afstand tussen 800mm en 2200mm bedraagt. <V&G>
H. Roosters dienen open en waterdoorlatend te zijn.
I. Roosters dienen ontworpen te worden voor een veranderlijke belasting van 5 kN/m^2 en een geconcentreerde belasting van 7 kN.

Aanvullende informatie / toelichtingen

Luiken

Ad A. Extra sloten kunnen toegepast worden op vandalisme gevoelige locaties.

Trekputten

Ad D. Er kan gekozen worden om trekputten weg te laten voor korte kunstwerken (overspanning < 12m). Kabels kunnen dan door de kabeldoorvoer buizen getrokken worden van buiten het kunstwerk.

Ad D. De locatie van de trekputten wordt bepaald rekening houdend met de locatie van leuningstijlen, bevestigingen van prefab randelementen enz…

Ad F. Een afvoer is nodig om eventuele lek water en condens af te voeren en moet aangebracht worden op de laagste punt van de trekput.

Bij oplevering van het kunstwerk moeten kabeldoorvoer buizen die niet in gebruik zijn voorzien zijn van een trektouw over de volledige lengte van het kunstwerk.

Roosters

Ad G. Indien de dagmaat tussen twee rijdekken kleiner is dan 800mm dan wordt aanbevolen om de rijdekken te verbreden zodat een voeg van maximaal 60mm ontstaat.

Ad G. Indien de dagmaat tussen twee rijdekken tussen 2200mm en 3000mm ligt dan wordt aanbevolen om de rijdekken te verbreden zodat de dagmaat verkleind wordt tot 2200mm.

Ad G. Indien de dagmaat tussen twee rijdekken groter is dan 3000mm dan moeten beide rijdekken worden voorzien van een leuning conform standaarddetail tekening SD-LEUN-01.

Ad I. De rooster wordt beschouwd als een vluchtroute met belastingen conform NEN 6702 tabel 8 voor een "bouwwerk geen gebouw zijnde" met een gedeelte mede bestemd voor bezoekers.

Er moet bij toepassing van een rooster voldoende schampkant breedte beschikbaar zijn tussen de geleiderail en de rooster zodat bij een aanrijding de gekantelde geleiderail eerst terecht komt op de schampkant en niet op de rooster. (Zie tekeningen in hoofdstuk 6 schampkanten.)

Tekeningen

SD-LUIK-01	versie 0	01-01-08	Luik (toegangsluik pompkelder)
Toelichting:	Aluminium luik te gebruiken als toegang door b.v. het dak van een betonnen pompkelder.		

SD-LUIK-02	versie 0	01-01-08	Luik (toegangsluik koker)
Toelichting:	Stalen luik te gebruiken als toegang door de wand van een betonnen koker. Toe te passen bij een minimum loophoogte in de koker van 1200mm. De aanslagdruk is 15kg.		

SD-LUIK-03	versie 0	01-01-08	Trekput (dagmaat 750 x 200 en 750 x 300)
Toelichting:	Stalen omranding met deksel te gebruiken in schampkant met één of meerdere kabeldoorvoer buizen. Bij toepassing van prefab randelementen rekening houden met benodigde bevestiging aan het rijdek bv door toepassing van randelementen met een lengte van 4m..		

SD-LUIK-04	versie 0	01-01-08	Roosters tussen rijdekken (800 < dagmaat < 2200)
Toelichting:	Stalen rooster te gebruiken als afscherming van de opening tussen twee rijdekken. Wanneer een rooster wordt toegepast achter een stijve voertuigkering is een leuning niet meer noodzakelijk.		

6 SCHAMPKANTEN (SD-SCHAMP)

Eisen

A. De zijkanten van een rijdek dienen voorzien te zijn van schampkanten.
B. De schampkanten dienen vuil op het rijdek te keren. De totale kerende hoogte dient minimaal 150mm te zijn voor verkeersviaducten en 100mm voor fietsviaducten.
C. De schampkanten dienen hemelwater op het rijdek te keren.
D. De schampkanten dienen de bevestiging van een leuning en eventuele voertuigkering langs de rand van een rijdek mogelijk te maken.
E. De schampkanten dienen de ontwerp belastingen van daarop bevestigde leuningen of voertuigkeringen over te dragen naar het rijdek.
F. De schampkanten dienen gehydrofobeerd te worden. <B>
G. De schampkanten dienen te worden voorzien van kabeldoorvoer buizen. <T>
H. De kabeldoorvoer buizen dienen aan het uiteinde van het kunstwerk omlaag geleid te worden zodat de kabels een minimale gronddekking hebben van 300mm. <T/B>

Aanvullende informatie / toelichtingen

Ad B/D. De hoogte van de schampkant wordt deels bepaald door de daarop bevestigde voertuigkering. De bovenkant van de plank van de standaard geleiderail ligt 750mm boven het aansluitende asfalt. Met een standaard geleiderail stijl (lengte 640mm) en circa 25mm ondersabeling van de grondplaat moet de bovenkant van de schampkant 50mm hoger liggen dan het aansluitende asfalt.

Ad C. De schampkant aan de lage kant van het dek vormt samen met de aansluitende asfaltconstructie een goot voor hemelwaterafvoer. Het asfalt tegen de schampkant kan niet goed worden verdicht en wordt ten behoeve van een waterdichte aansluiting vervangen door flexigoot.

Ad C. Het toepassen van volledig geprefabriceerde schampkanten wordt afgeraden. In het verleden zijn problemen ontstaan door lekkage door de voeg en aantasting van de verankering tussen de schampkanten en het rijdek.

Ad C. De bovenkant van de schampkant moet afwateren richting het rijdek / goot.

Ad E. De ontwerp belastingen op een leuning of voertuigkering worden bepaald overeenkomstig de richtlijnen voor het ontwerpen van betonnen kunstwerken (ROBK).

Ad E. Ter plaatse gestorte schampkanten worden voorzien van het minimale wapeningspercentage voor trekbelasting (0,9% voor B35 volgens de ROBK) ter voorkoming van scheuren. Deze wapening wordt weggelaten in de zijden naast de stortnaden.

Ad F. Hydrofobeermiddel wordt aangebracht om het beton waterwerend te maken en het indringen van dooizouten tegen te gaan met het doel om corrosie van de wapening te voorkomen.

Ad G. Kabeldoorvoer buizen worden geplaatst in de schampkanten in plaats van in het rijdek om de volgende redenen:
- opvriezen van water in de buizen en eventuele lekkages leiden niet tot schade aan de hoofddraagconstructie,
- de buizen zijn buiten het zicht en hoeven niet gemonteerd te worden tegen de zijkant van het dek,
- de buizen zijn makkelijk bereikbaar via trekputten in de schampkant,

Ad G. Er worden meer kabeldoorvoer buizen opgenomen in de schampkanten dan noodzakelijk t.b.v. toekomstige gebruikers.

Ad G. De kabeldoorvoer buizen moeten worden voorzien van schuifmoffen ter plaatse van dilatatievoegen.

Ad H. De minimale dekking van 300mm is ter bescherming van de kabels.

Een schampkant met variabele breedte is acceptabel zolang de minimale maten op de standaarddetails (inspectiepad breedte minimaal 500mm) gehaald worden. Dit kan bijvoorbeeld noodzakelijk zijn waar de weg in een horizontale boogstraal ligt en het rijdek niet in dezelfde boogstraal wordt gebouwd.

Een prefab schort wordt hoofdzakelijk toegepast uit esthetische overwegingen en de vorm van deze schort wordt vaak door een architect bepaald. De schort verbergt de stortnaad tussen de schampkant en het rijdek. Door verjonging van de zijkant van het dek en overdimensionering van de schort kunnen oneffenheden en blijvende zeeg in het dek verborgen worden en bij het stellen van de schort kan een strakke lijn gecreëerd worden langs de rand van het dek.

Het toepassen van een geprefabriceerde schort kan voorkomen dat een waterhol nodig is langs de rand van het dek.

Waar een lichtmast geplaatst moet worden langs de rand van een kunstwerk moet deze bij voorkeur buiten de leuning geplaatst worden. Hierdoor wordt voorkomen dat; de leuningregel wordt onderbroken, het inspectiepad wordt belemmerd en een verzwaarde voertuigkering geplaatst moet worden ter bescherming van de lichtmast.

Zie hoofdstuk 5 “luiken, trekputten en roosters” voor eisen mbt trekputten in de schampkanten.

<u>Tekeningen</u>

SD-SCHAMP-01	versie 0	01-01-08	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. randelement met geleiderailconstructie en leuning)
Toelichting:			

SD-SCHAMP-02	versie 0	01-01-08	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab schort met leuning)
Toelichting:	Deze constructie is geschikt voor toepassing langs fiets- voetpaden.		

SD-SCHAMP-03	versie 0	01-01-08	Tussenbermconstructies (schampstrook met geleiderailconstructie en roosters tussen rijdekken)
Toelichting:			

SD-SCHAMP-04	versie 0	01-01-08	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. schort met geleiderailconstructie en geluidwerend scherm)
Toelichting:	De breedte van het verhoogde gedeelte van de schampkant is afhankelijk van de hoogte en het type geluidsscherm. Op deze tekening wordt een breedte van 420mm toegepast welke voldoende moet zijn voor een scherm van circa 2.5m.		

SD-SCHAMP-05	versie 0	01-01-08	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. schort met geleiderailconstructie, leuning en lichtmast)
Toelichting:	De afmetingen van de voetplaten en ankers en de hoeveelheid wapening zijn afhankelijk van de hoogte van de lichtmast.		

SD-SCHAMP-06	versie 0	01-01-08	Tussenbermconstructies (schampstrook met geleiderailconstructie en lichtmast)
Toelichting:	De afmetingen van de voetplaten en ankers en de hoeveelheid wapening zijn afhankelijk van de hoogte van de lichtmast.		

7 OVERGANGSCONSTRUCTIES (SD-STOOT)

Eisen

A. Overgangsconstructies dienen te voorkomen dat abrupte hellingen (knikken) en abrupte hoogteverschillen (drempels) ontstaan in het verticale alignement van de weg ter plaatse van de overgang van aardebaan op kunstwerk.
B. Ter plaatse van de overgang van de stootplaten/-vloeren op het landhoofd dienen geen scheuren op te treden in het asfalt.
C. Stootplaten/-vloeren dienen gekoppeld te zijn aan het landhoofd en dienen eventuele verplaatsingen van het landhoofd te kunnen volgen.
D. Stootplaten/-vloeren dienen alle bijbehorende rustende en mobiele belasting te kunnen dragen en dienen te zijn ontworpen als platen / liggers ondersteund op de uiteinden.

Aanvullende informatie / toelichtingen

De afmetingen, type, ligging enz.. van de stootplaten worden bepaald met gebruik van: NBD 00750 Overgangsconstructies (stootplaten). De DWW publicatie "Handleiding wegenbouw: ontwerp overgangsconstructies" uit 1996 wordt niet meer geactualiseerd. De eisen in NBD 00750 gaan boven de eisen in de DWW publicatie.

De voegloze overgang (tekening SD-STOOT-03) is ontwikkeld door de voormalige afdeling bruggenbouw van de Bouwdienst in samenwerking met Ooms Avenhorn. Deze constructie is inmiddels toegepast op meerdere projecten. Wanneer het landhoofd van het kunstwerk constructief verbonden wordt met het dek ontstaat er een integraal kunstwerk zonder voegovergangen en opleggingen. Het voorkomen van voegovergangen kan leiden tot lagere onderhoudskosten aan het kunstwerk en heeft het bijkomende voordeel geluidsarm te zijn. Het nadeel van dit constructie type is dat de vervorming en verplaatsingen van het kunstwerk opgevangen moeten worden in het asfalt en de aardebaan achter het kunstwerk.
De stootplaat verplaatst met het dek mee en is verbonden met het dek middels een trekverbinding (een RVS kabel) die geringe zettingen van de stootplaat toelaat zonder het ontstaan van grote inklemmingskrachten. De asfaltconstructie bij de beëindiging van de stootplaat is opgebouwd uit meerdere lagen van polymeer gemodificeerd asfalt en glasvezel wapening. De rekverspreidende werking van deze asfalt constructie voorkomt scheurvorming in de asfalt deklaag. De verwachte levensduur van deze asfalt constructie is 50 jaar waardoor deze ongestoord kan blijven zitten bij vervanging van de asfalt deklaag. (NB De keuze om een constructie voegloos uit te voeren moet zorgvuldig gemaakt worden in overleg met de constructeur. Zettingsgevoelige ondergronden, grote deklengtes, scherpe kruisingshoeken en toekomstige aanpassingen kunnen allemaal redenen zijn om een voegloos constructie te vermijden. Meer informatie over het toepassen van de voegloze overgang is beschreven in het artikel "Integraalviaducten met voegloze overgangen in de A73-zuid" in de september 2006 uitgave van het vakblad Cement.)

Tekeningen

SD-STOOT-01	versie 0	01-01-08	Stootplaat, ter plaatse gestort, L ≤ 6000
Toelichting:			

SD-STOOT-02	versie 0	01-01-08	Stootplaat, ter plaatse gestort, L > 6000
Toelichting:			

SD-STOOT-03	versie 1	01-04-08	Voegloze overgang
Toelichting:	Deze constructie is geschikt voor toepassing met (semi-) integrale kunstwerken.		

8 TALUDBEKLEDING (SD-TALUD)

Eisen

A. Het talud onder een kunstwerk dient stabiel te zijn.
B. Het talud dient afgewerkt te worden met een duurzame dichte bekleding.
C. De taludbekleding dient bestendig te zijn tegen uitspoeling en dient onkruid groei te belemmeren.
D. De taludbekleding dient rondom opgesloten te worden.
E. Het aangrenzende talud dient beschermd te worden om "uitlopen" te voorkomen.

Aanvullende informatie / toelichtingen

Ad A. De standaarddetail tekeningen zijn gebaseerd op een doorrijhoogte van 4,60m onder het kunstwerk die leidt tot een taludlengte van circa 8,00m. Indien een grotere taludlengte nodig is (b.v. bij bruggen over kanalen of grote rivieren) dan kan een grondmechanisch advies nodig zijn om de toelaatbare helling, taludopsluiting enz.. te bepalen.

Ad A/C. De 30cm dikke funderingslaag van gestabiliseerd zand wordt toegepast om de strakke vlakke afwerking van het talud te waarborgen. Verzakkingen en scheuren kunnen ontstaan in taluds zonder funderingslaag. Zulke verzakkingen zijn esthetisch niet aanvaardbaar en indien niet hersteld kunnen leiden tot instabiliteit van het talud.

Ad A/C. Het gestabiliseerde zand wordt samengesteld met minimaal 125kg cement per kubieke meter zand. Het gestabiliseerde zand wordt vochtig aangebracht en alleen aangebracht over een oppervlakte die dezelfde dag bestraat wordt.

Ad B. De keuze van de taludbekleding wordt vaak gemaakt door een architect als onderdeel van de totale vormgeving van het kunstwerk. De afmetingen van de bestrating kunnen beperkt worden door de Arboregelgeving. Het volgende is vastgelegd voor tillen op bouwplaatsen:

- Met de hand tillen moet zoveel mogelijk vermeden worden.
- Het maximale gewicht dat één persoon met de hand mag tillen is 25 kg.
- Het maximale gewicht dat twee personen samen mogen tillen is 50 kg.

Tussen werkgevers- en werknemersorganisaties zijn aanvullende afspraken gemaakt voor statenmakers. Voor het handmatig verwerken van bestrating wordt een maximaal gewicht voorgeschreven van 4kg voor straatstenen (klinkers) en 9,5kg voor tegels. Deze afspraken gelden echter alleen voor grote oppervlaktes.

Ad B. Het kan noodzakelijk zijn om de bekleding op maat te zagen bij de aansluiting op het landhoofd.

Ad B. Bij brede kunstwerken met weinig gras groei onder het dek kan gekozen worden om de berm tussen het talud en de weg te verharden.

Ad B. Betonzuilen hebben de voorkeur boven tegels en klinkers in de bebouwde kom i.v.m. vandalisme. Indien het talud van een brug onderdeel uitmaakt van een waterkering dan kan het waterschap aanvullende eisen stellen aan de taludbekleding.

Tekeningen

SD-TALUD-01	versie 0	01-01-08	Taludbekleding: tegels, klinkers e.d.
Toelichting:			

SD-TALUD-02	versie 0	01-01-08	Taludbekleding: grindbetonzuilen
Toelichting:			

9 VOEGOVERGANGEN (SD-VOEG)

Eisen

A. Het aantal voegovergangen in een kunstwerk dient beperkt te worden. Ter plaatse van tussensteunpunten dienen waar mogelijk voegen vermeden te worden: ter plaatse gestorte rijdekken uitvoeren zonder voeg en, prefab ligger rijdekken uitvoeren met buigslappe voegen (volgens SD-VOEG-01). <B&O>
B. De voegovergang dient de afvoer van hemelwater niet te belemmeren. De goot langs de voorkant van de schampkant dient door te lopen ter plaatse van de voegovergang.
C. De kabel doorvoerbuizen in de schampkanten dienen onder de voegovergang door te lopen

Aanvullende informatie / toelichtingen

De eisen behorende bij een enkelvoudige voegovergang zijn vastgelegd in NBD00400 "Eisen voor enkelvoudige voegovergangen".

De eisen behorende bij een meervoudige voegovergang zijn vastgelegd in NBD00710 "Eisen voor voegovergangen"

Ad A. Lekkage van voegovergangen is een van de grootste oorzaken van schade aan bestaande kunstwerken. Het lekwater en de meegedragen dooizouten kunnen leiden tot chloride aantasting van de wapening in rijdekken en ondersteuningsconstructies. Het aanbrengen en instandhouden van volledig waterdichte voegovergangen blijkt moeilijk haalbaar te zijn. Het is daarom van belang om het aantal voegovergangen te beperken. In zettingsarme gebieden is het toepassen van voegloze constructies, met name voor overspanningen < 20m, aan te raden. De bovenbouw en onderbouw zijn integraal met elkaar verbonden in een voegloze constructie waardoor voegovergangen vervallen. Voegloze constructies hebben het nadeel dat zij achteraf niet opvijzelbaar zijn en dat voor grotere overspanningen een speciale asfaltconstructie noodzakelijk kan zijn om scheurvorming te voorkomen in het asfalt achter de stootplaten (zie tekening SD-STOOT-03).

Ad A. De buigslappe voeg (tekening SD-VOEG-01) is ontwikkeld voor gebruik boven de tussensteunpunten in geprefabriceerde ligger rijdekken om het aantal voegovergangen te minimaliseren. De voeg bestaat uit een relatief dunne plaat die momentvast is verbonden met de bovenkanten van de naastliggende rijdekken. De berekening van dit standaarddetail is beschreven in het artikel "Buigslappe Voegen" in de maart 2000 uitgave van het vakblad Cement.
Dit detail mag alleen toegepast worden indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- De voeg verbindt statisch bepaalde rijdekken opgebouwd uit geprefabriceerde voorgespannen liggers. De hoogte van de liggers bedraagt daarbij minimaal 1/35 van de lengte.
- De totale ongedilateerde lengte van het dek bedraagt maximaal 250m. De liggers zijn opgelegd op rubber oplegblokken.
- Het verschil in lengte tussen twee aansluitende velden bedraagt maximaal 20%.
- De kruisingshoek mag minimaal 45 gon bedragen.

In het geval dat aan een van de bovengenoemde randvoorwaarden niet wordt voldaan, moet de voegconstructie worden berekend teneinde de juiste afmetingen en de toe te passen wapening vast te stellen

Het stalen randprofiel met rubbervoegprofiel (tekening SD-VOEG-02) heeft, vanwege de goede praktijk ervaringen, de voorkeur in nieuwe kunstwerken. Dit type voegprofiel heeft het nadeel dat bij een haakse kruising hoge puls geluiden veroorzaakt worden. Het kan noodzakelijk zijn, wegens geluidsbeperkingen, om een ander type voegprofiel te kiezen of om dit profiel te voorzien van geluidsreducerende sinusplaten.

De eisen behorende bij geluidsreducerende voegovergangen zijn vastgelegd in NBD 00401; "Leidraad geluidseisen aan voegovergangen".

Tekening SD-VOEG-03 laat de voorkeursvariant bij renovatie zien. Echter bij bestaande voegovergangen kan de bestaande ingestorte stalen onderdelen nog in goede staat zijn waardoor eenvoudiger aanpassingen mogelijk zijn.

Tekeningen

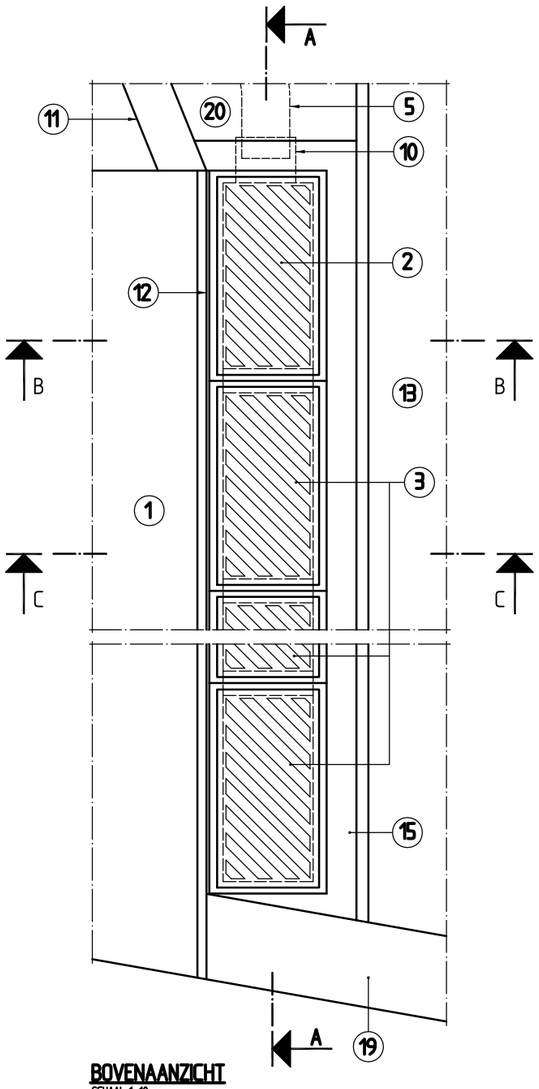
SD-VOEG-01	versie 0	01-01-08	Buigslappe voeg t.p.v. tussensteunpunt
Toelichting:	De getekende oplossing is die van een buigslappevoeg bij railbalkprofielen met een druklaag. De oplossing bij kokerbalken is behoudens de vorm van de wapening Ø12-75 identiek. De uit een kokerbalk stekende staven dienen niet voorbij de balkkop te reiken en derhalve is dan in de voeg bijlegwapening vereist.		

SD-VOEG-02	versie 0	01-01-08	Stalen randprofiel met ingeklemd rubbervoegprofiel (nieuwbouw)
Toelichting:	Voegovergang voor gebruik bij nieuwe kunstwerken.		

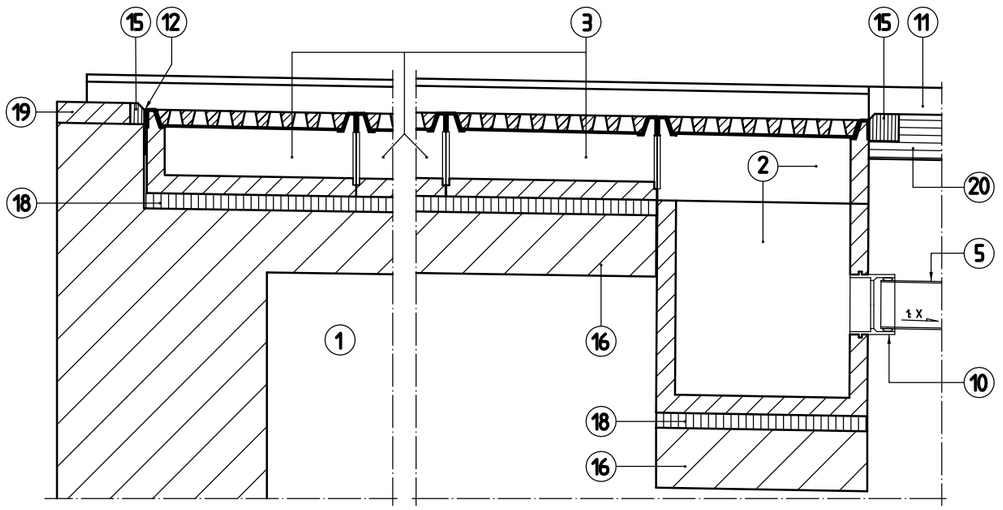
SD-VOEG-03	versie 0	01-01-08	Stalen randprofiel met ingeklemd rubbervoegprofiel (renovatie)
Toelichting:	Voegovergang voor gebruik bij renovatie van bestaande kunstwerken.		

Bijlage STANDAARDDETAIL TEKENINGEN

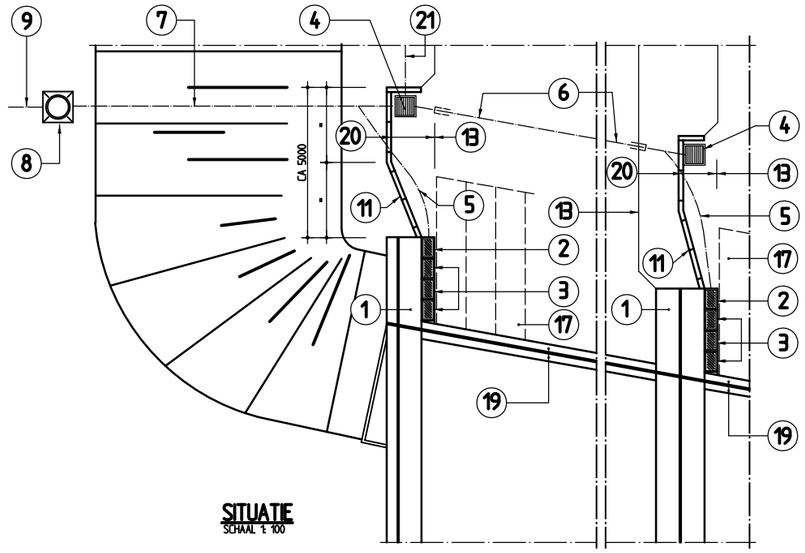
SD-HWA-01	Waterafvoer vast aan eindsteunpunt d.m.v. prefab gootconstructie
SD-HWA-02	Waterafvoer bij tussensteunpunt van ter plaatse gestort rijdek (afvoer buitenop tussensteunpunt geplaatst)
SD-HWA-03	Waterafvoer bij tussensteunpunt van ter plaatse gestort rijdek (afvoer in tussensteunpunt inwendig)
SD-LEUN-01	Drieregelig, ronde regel, H = 1000
SD-LEUN-02	Verzwaarde leuning
SD-LEUN-03	Spijltjesleuning langs fiets- en/of voetpad, H = 1100
SD-LEUN-04	Geleiderailanker type X
SD-LEUN-05	Halve stalen stepbarrier op verhoogde schampkant, t.b.v. renovatie
SD-LUIK-01	Luik (toegangsluik pompkelder)
SD-LUIK-02	Luik (toegangsluik koker)
SD-LUIK-03	Trekput (dagmaat 750 x 200 en 750 x 300)
SD-LUIK-04	Roosters tussen rijdekken (800 < dagmaat < 2200)
SD-SCHAMP-01	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. randelement met geleiderailconstructie en leuning)
SD-SCHAMP-02	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab schort met leuning)
SD-SCHAMP-03	Tussenbermconstructies (schampstrook met geleiderailconstructie en roosters tussen rijdekken)
SD-SCHAMP-04	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. schort met geleiderailconstructie en geluidwerend scherm)
SD-SCHAMP-05	Zijbermconstructies (schampstrook en prefab. schort met geleiderailconstructie, leuning en lichtmast)
SD-SCHAMP-06	Tussenbermconstructies (schampstrook met geleiderailconstructie en lichtmast)
SD-STOOT-01	Stootplaat, ter plaatse gestort, L ≤ 6000
SD-STOOT-02	Stootplaat, ter plaatse gestort, L > 6000
SD-STOOT-03	Voegloze overgang
SD-TALUD-01	Taludbekleding: tegels, klinkers e.d.
SD-TALUD-02	Taludbekleding: grindbetonzuilen
SD-VOEG-01	Buigslappe voeg t.p.v. tussensteunpunt
SD-VOEG-02	Stalen randprofiel met ingeklemd rubbervoegprofiel (nieuwbouw)
SD-VOEG-03	Stalen randprofiel met ingeklemd rubbervoegprofiel (renovatie)



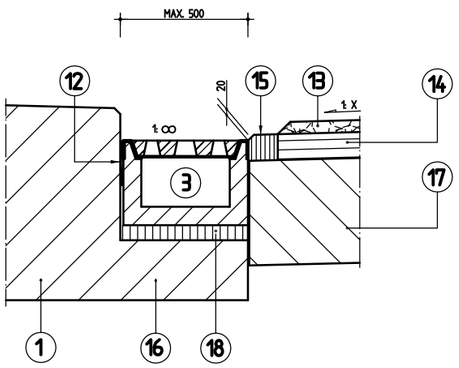
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 10



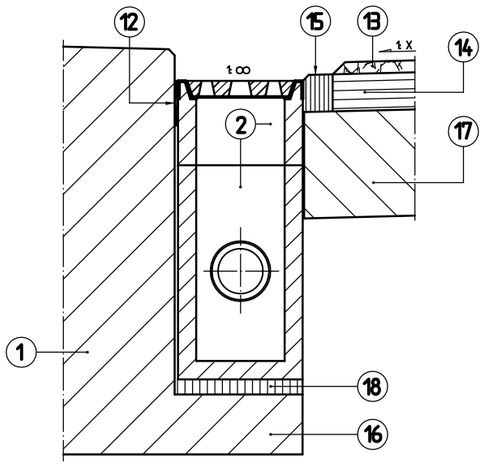
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10



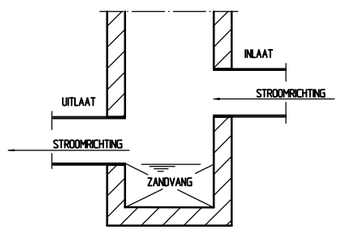
SITUATIE
SCHAAL 1: 100



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



PRINCIPE-SYSTEEM IN- EN UITLAATGARNITUUR
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	EINDSTEUNPUNTCONSTRUCTIE	GEWAPEND BETON	
2	PREFAB. GOOT MET ROOSTERCONSTRUCTIE (BOVENINLAAT), ONDERPUT MET ZANDVANG EN UITLAATGARNITUUR	GOOT: BETON ONDERPUT: BETON ROOSTERCON.: GIETIJZER	STANDAARD LEVERANCIER
3	PREFAB. AFVOERGOOT MET ROOSTER-CONSTRUCTIE (BOVENINLAAT)	GOOT: BETON ROOSTERCON: GIETIJZER	STANDAARD LEVERANCIER
4	PREFAB. PUT MET ZANDVANG EN ROOSTERCONSTRUCTIE (BOVENINLAAT) INCL. IN- EN UITLAATGARNITUUR	PUT: BETON ROOSTERCON: GIETIJZER	MIN: DAGMAAT 800 x 800 STANDAARD LEVERANCIER
5	VERBINDINGSBUIS	FLEXIBEL-HDPE	MINIMAAL ⌀ 160
6	VERBINDINGSBUIS MET T-AANSLUITING, DRUKSTEEKMOF EN MANTELBUIS	VERBINDINGSBUIS: HDPE MANTELBUIS: STAAL	VERB.BUIS MIN: ⌀ 160 MANT.BUIS MIN: ⌀ 200
7	VERBINDINGSBUIS MET T-AANSLUITING EN DRUKSTEEKMOF	HDPE	MINIMAAL ⌀ 160
8	(PREFAB.) PUT MET ZANDVANG EN DEKSELCONSTRUCTIE INCL. IN- EN UITLAATGARNITUUR	DEKSELCON: BETON GIETIJZER	MIN: DAGMAAT 1000 x 1000 STANDAARD LEVERANCIER
9	AFVOERBUIS VANAF PUT NAAR SLOOT OF RIOOL	HDPE	MINIMAAL ⌀ 200
10	INBOUWGARNITUUR VOOR INWENDIGE FLEXIBELE AANSLUITING	GIETIJZER MET AAN-GEVULCANISEERDE RUBBER MANCHET	STANDAARD LEVERANCIER
11	PREFAB. OPSLUITBAND	BETON	100 x 200
12	AFDICHTING	RUBBER BITUMEN	
13	WEGVERHARDING	ZDAB	
14	WEGVERHARDING	DAB	
15	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D=50
16	CONSOLE	GEWAPEND BETON	MIN: H=200
17	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	
18	STELRUIMTE (ONDERSABELING)	SPECIE	MIN: D=50
19	VOEGOVERGANG		
20	VERHARDING	DAB	
21	VERBINDINGSBUIS AANSLUITING OP WEGRIOLERING	PVC	MINIMAAL ⌀ 160

OPMERKINGEN :
- DE ROOSTERCONSTRUCTIES VOOR DE POS. 2 EN 3 DIENEN GESCHIKT TE ZIJN VOOR ZWAAR VERKEER
- DE AFMETINGEN VOOR DE POS. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 EN 10 DIENEN TE VOLDOEN AAN DE RESULTATEN WELKE VOLGEN UIT DE BEREKENING.
- INDIEN POS. 21 VAN TOEPASSING IS, KUNNEN POS. 7, 8 EN 9 VERVALLEN.
- POS. 1 EN 2 BEHOEVEN NIET GELIJK TE EINDIGEN.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat, Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

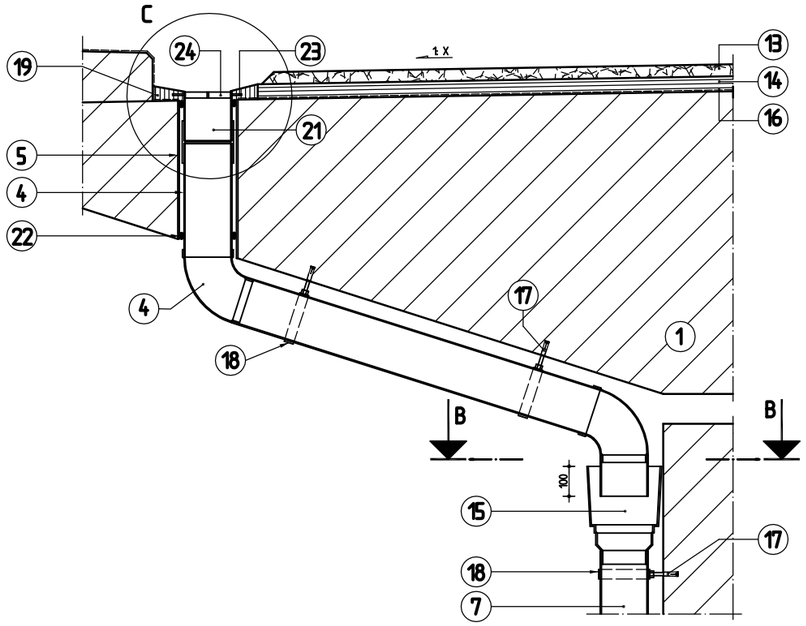
HEMELWATERAFVOEREN

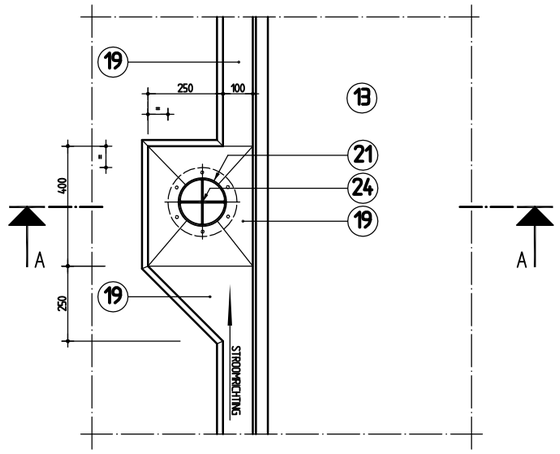
WATERAFVOER VAST AAN EINDSTEUNPUNT D.M.V. PREFAB GOOTCONSTRUCTIE

afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

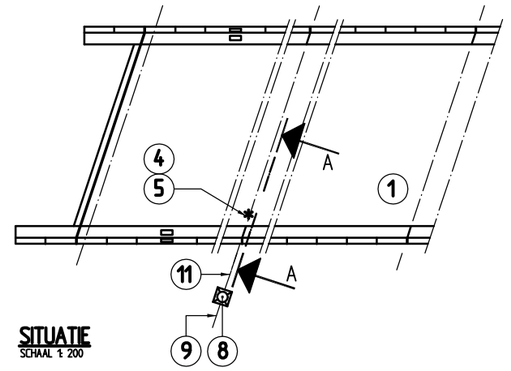
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr **SD-HWA-01**

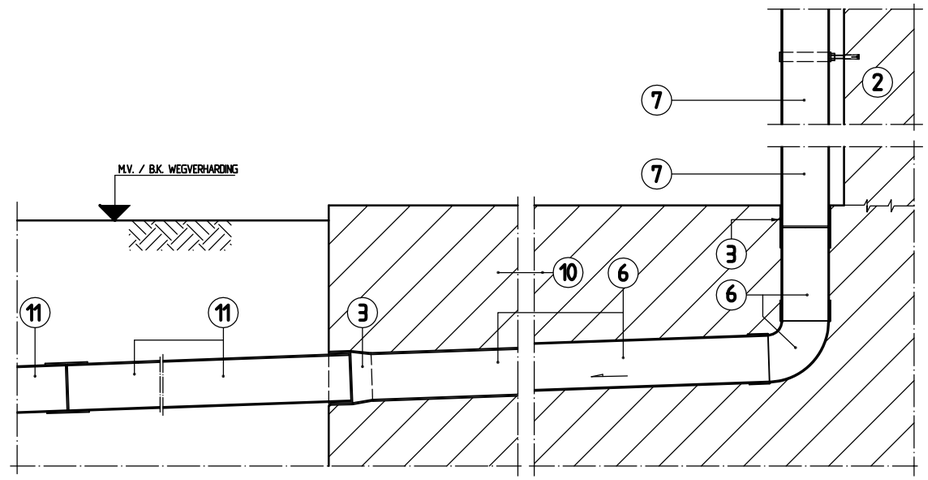




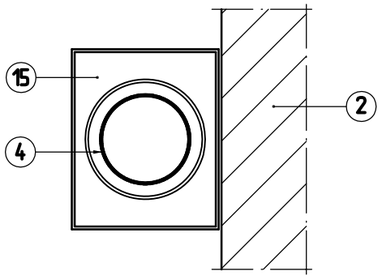
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 10



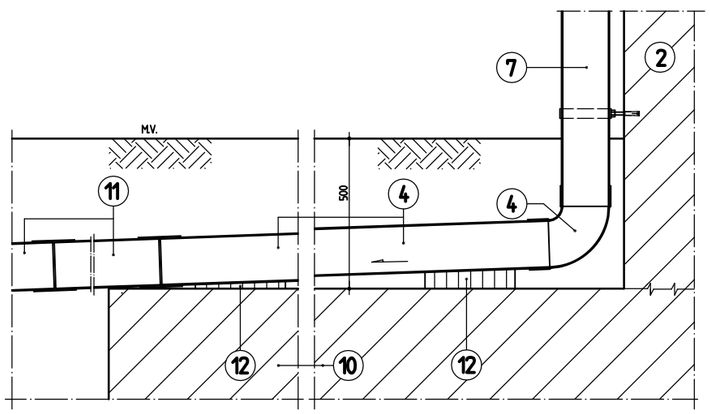
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



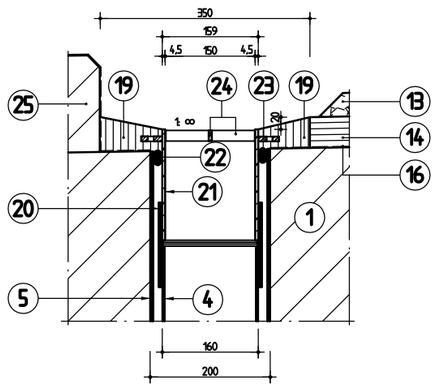
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



DETAIL C
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP. / GEW. BETON	
2	KOLOM/WAND	GEWAPEND BETON	
3	MOF MET RUBBERVERBINDING	HDPE	
4	AFVOERBUIS	HDPE	Ø160 / 152.2
5	MANTELBUIS	PVC	Ø200 / 193.8
6	AFVOERBUIS (FLEXIBEL)	HDPE	
7	AFVOERBUIS	STAAL	
8	(PREFABJ PUT MET ZANDVANG EN DEKSEL-CONSTRUCTIE INCL. IN- EN UITLAATGARNITUUR	PUT: BETON DEKSELCON: GIETIJZER	MIN. DAGMAAT 800 x 800 STANDAARD LEVERANCIER
9	AFVOERBUIS VANAF PUT NAAR SLOOT OF RIOOL	HDPE	MINIMAAL Ø 200
10	SLOOF	GEW. BETON	
11	AFVOERBUIS TOT PUT	HDPE	
12	ONDERSABELING	SPECIE	H.O.H. 1500
13	WEGVERHARDING	ZOAB	
14	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50
15	VERGAARBAK	PVC	AFHANKELIJK VAN VERPLAATSING RIJDEK
16	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
17	ANKER	SLAGANKER	M12 H.O.H. 1500
18	BEVESTIGINGSBEUGEL (INCL. DRAADEIND)	STAAL	
19	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN. D= 50
20	LUMMOF	HDPE	Ø167.8/160
21	AFVOERBUIS	R.V.S.	MAX: Ø159/150
22	AFDICHTING / AFSTANDHOUDER	RUBBER	STANDAARD LEVERANCIER
23	FLENS (MET ONTLUCHTINGSGATEN)	R.V.S.	Ø230/160 D= 8 GATEN Ø10
24	STRIP	R.V.S.	20 x 5
25	SCHAMPKANT	GEWAPEND BETON	

OPMERKINGEN :
- DE AFMETINGEN VOOR DE POS. 3, 4, 5, 6 ,7, 8 ,9, 11, 20 EN 21 DIENEN TE VOLDOEN AAN DE RESULTATEN WELKE VOLGEN UIT DE BEREKENING.
- POS. 7, 17 EN 18 THERMISCH VERZINKT.

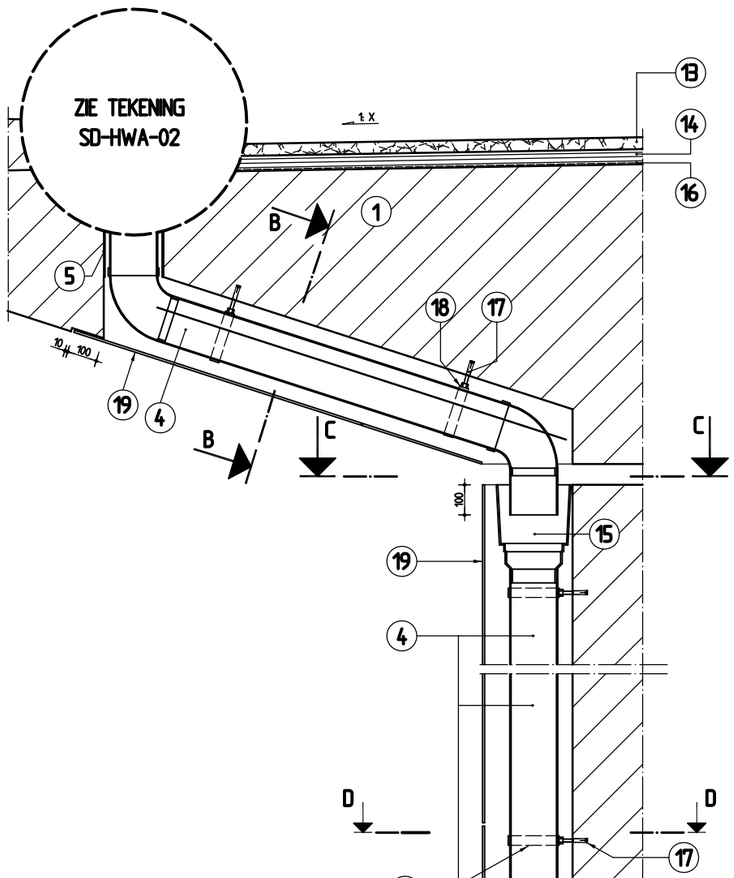
Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Rijkswaterstaat — hoofdafdeling — afdeling Civiele Techniek — bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

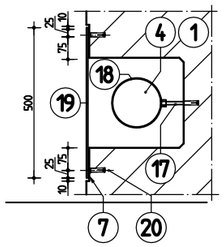
HEMELWATERAFVOEREN
WATERAFVOER BIJ TUSSENSTEUNPUNT VAN
TER PLAATSE GESTORT RIJDEK
(AFVOER BUITENOP TUSSENSTEUNPUNT GEPLAATST)

akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

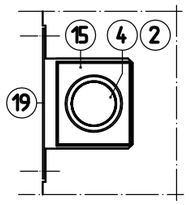
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-HWA-02



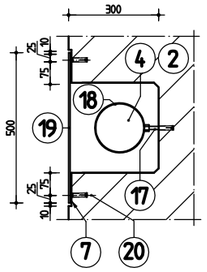
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10



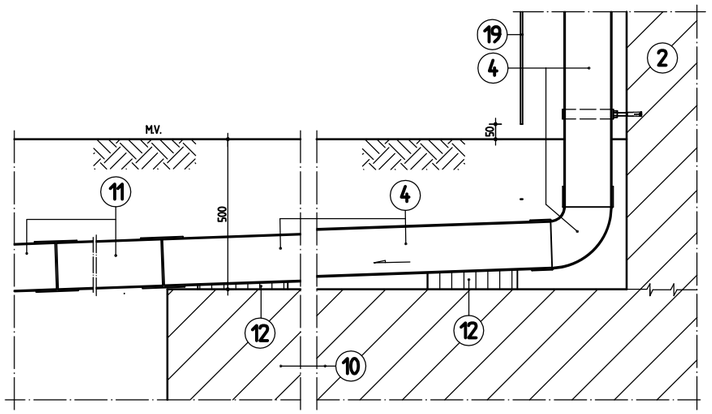
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



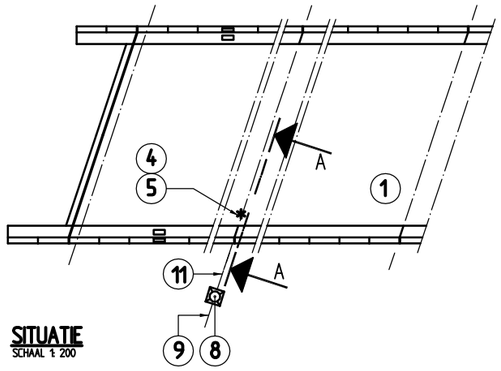
DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



SITUATIE
SCHAAL 1: 200

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP. / GEW. BETON	
2	KOLOM/WAND	GEW. BETON	
3	MOF MET RUBBERVERBINDING	HDPE	
4	AFVOERBUIS	HDPE	
5	MANTELBUIS	PVC	
6	AFVOERBUIS (FLEXIBEL)	HDPE	
7	OPLEGSTROOK (AAN OMRANDING VASTLIJMEN)	NEOPREEN 40° SHORE	D= 2 STANDAARD LEVERANCIER
8	(PREFAB.) PUT MET ZANDVANG EN DEKSEL-CONSTRUCTIE INCL. IN- EN UITLAATGARNITUUR	PUT: BETON DEKSELCON: GIETIJZER	MIN: DAGMAAT 800 x 800 STANDAARD LEVERANCIER
9	AFVOERBUIS VANAF PUT NAAR SLOOT OF RIOOL	HDPE	MINIMAAL ⌀ 200
10	SLOOF	GEW. BETON	
11	AFVOERBUIS TOT PUT	HDPE	
12	ONDERSABELING	SPECIE	H.O.H. 1500
13	WEGVERHARDING	ZOAB	
14	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D= 50
15	VERGAARBAK	PVC	AFHANKELIJK VAN VERPLAATSING RIJDEK
16	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
17	ANKER	SLAGANKER	M12 H.O.H. 1500
18	BEVESTIGINGSBEUGEL (INCL. DRAADEIND)	STAAL	
19	AFDEKPLAAT	STAAL	1000 x 500x 5
20	ANKER (MET PLATVERZONKEN SCHROEF EN BINNENZESKANT)	SLAGANKER	M12, 4 STUKS PER AFDEKPL.

OPMERKINGEN :
- DE AFMETINGEN VOOR DE POS. 3, 4, 5, 6, 8, 9 EN 11 DIENEN TE VOLDOEN AAN DE RESULTATEN WELKE VOLGEN UIT DE BEREKENING.
- POS. 17, 18, 19 EN 20 THERMISCH VERZINKT.

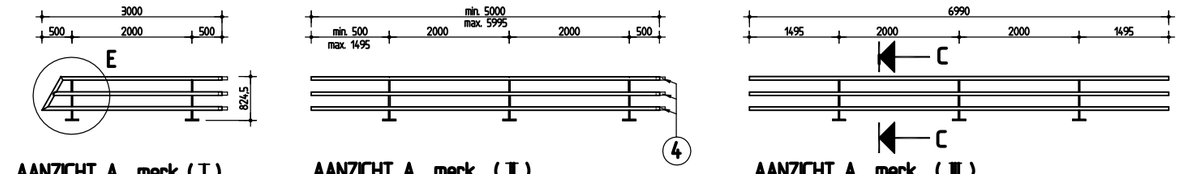
Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst — hoofdafdeling — afdeling Civiele Techniek — bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

HEMELWATERAFVOEREN
WATERAFVOER BIJ TUSSENSTEUNPUNT VAN
TER PLAATSE GESTORT RIJDEK
(AFVOER IN TUSSENSTEUNPUNT INWENDIG)

blkk. par. behoort bij in bladen, blad nr. formaat A1 schaal zie tekening

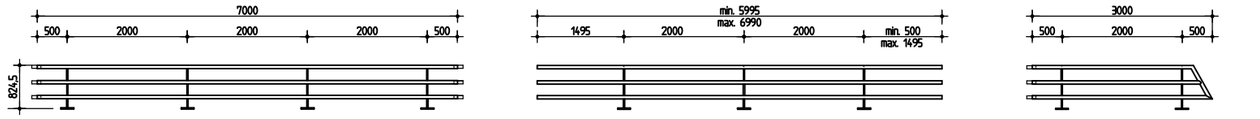
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr. SD-HWA-03



AANZICHT A merk (I)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (II)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (III)
SCHAAL 1: 50

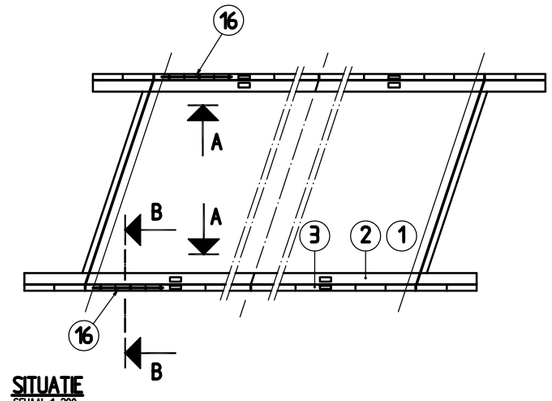


AANZICHT A merk (IV)
SCHAAL 1: 50

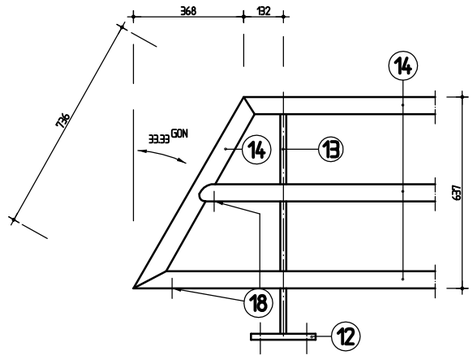
AANZICHT A merk (V)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (VI)
SCHAAL 1: 50

DE LENGTE VAN MERK I EN VI ZIJN AFHANKELIJK VAN DE LENGTE VAN DE VLEUGELWANDEN

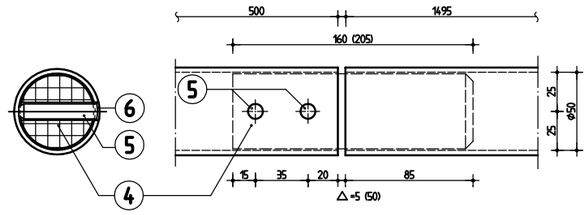


SITUATIE
SCHAAL 1: 200

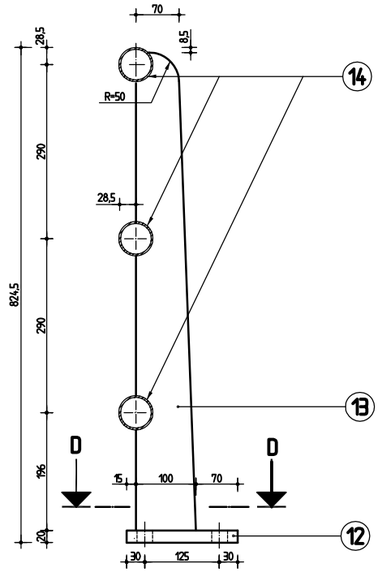


DETAIL E
SCHAAL 1: 10

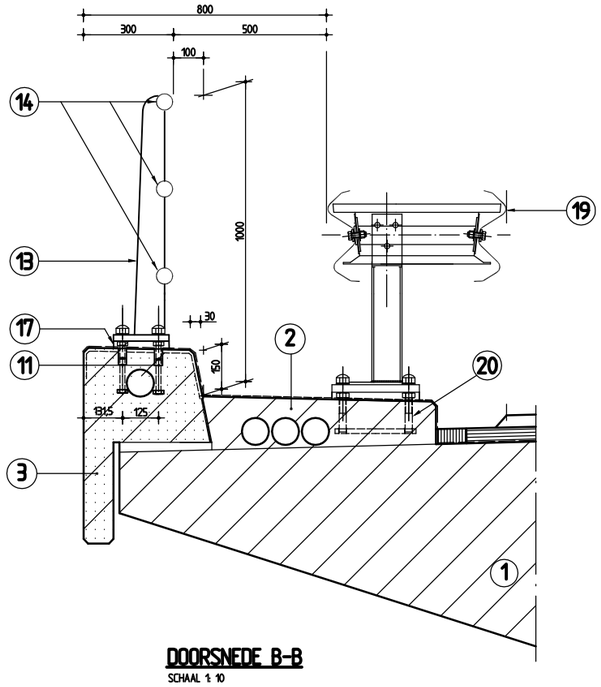
△= 5 T.P.V. VOEG TUSSEN 2 MERKEN
△= 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET 0 < VOEG < 60
△> 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET VOEG > 60
LENGTE SCHUIFPROP (POS.4) OVEREENKOMSTIG AANPASSEN



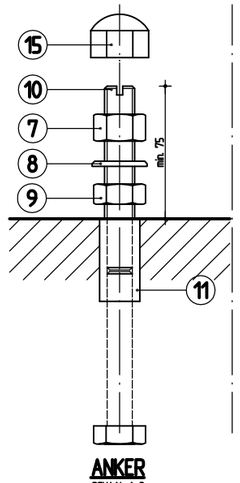
KOPPELING LEUNINGREGELS
SCHAAL 1: 2



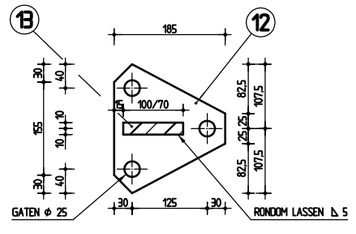
DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



ANKER
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUIDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. RANDELEMENT	GEWAPEND BETON	
4	SCHUIFPROP	TAVERNOL	Ø50 LG=160/205
5	PEN	KUNSTSTOF	Ø10 LG=55
6	GAT		Ø10
7	ZESKANTMOER	STAAL	M20-8
8	SLUITRING	STAAL	100HV D=4
9	LAGE ZESKANTMOER	STAAL	M20-5
10	DRAADEIND	STAAL 8.8	M20 LG=125
11	BOUTANKER	TYPE DEMU 1988	M20
12	PLAAT (VOETPLAAT)	STAAL	215/50 x 20 LG=185
13	STRIP (STUL)	STAAL	100/70 x 20 LG=796
14	RONDE BUIS (REGEL)	STAAL	Ø57/51 x 2.9
15	BESCHERMDOP	KUNSTSTOF LUV. BESTENDIG	M20
16	LEUNING		
17	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
18	ONTLUCHTINGSGAT		Ø10
19	GELEIDERAIL	STAAL	VLP-1R-133-60L/R
20	ANKER	TYPE K	

OPMERKINGEN :
- POS. 4; SCHUIFPROPPEN AANBRENGEN NA HET THERMISCH VERZINKEN.
- POS. 5; PENNEN HORIZONTAAL AAN ACHTERZIJDE LEUNING AANBRENGEN.
- POS. 7, 8, 9, 10, 12, 13 EN 14: THERMISCH VERZINKEN.
- POS. 11: ELECTROLYTISCH VERZINKEN.
- POS. 12, 13 EN 14; STAALKWALITEIT S235JRG2
- ALLE STAALVERBINDINGEN RONDOM LASSEN, TENZIJ ANDERS VERMELD.
- ALLE LASSEN 3 MM, TENZIJ ANDERS VERMELD.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

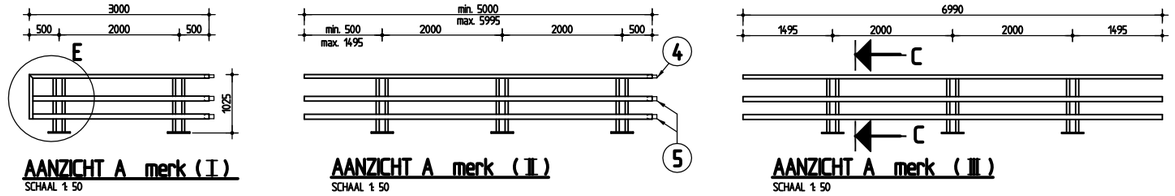
LEUNINGEN

DRIEREGELIG, RONDE REGEL, H=1000

akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

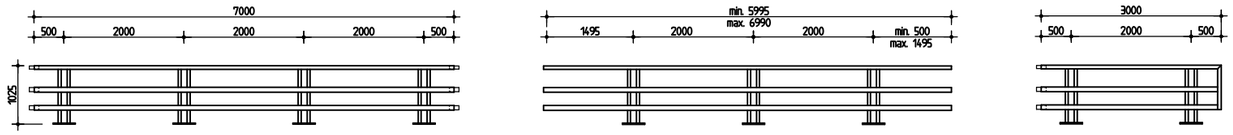
status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr **SD-LEUN-01**



AANZICHT A merk (I)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (II)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (III)
SCHAAL 1: 50

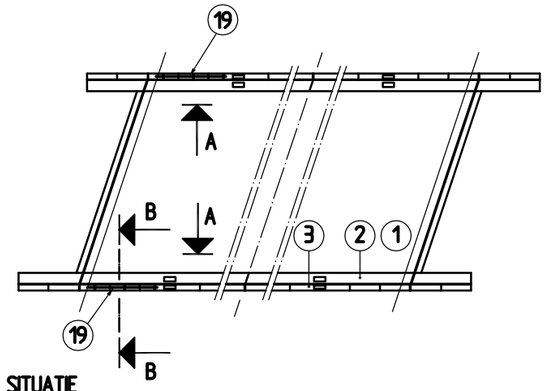


AANZICHT A merk (IV)
SCHAAL 1: 50

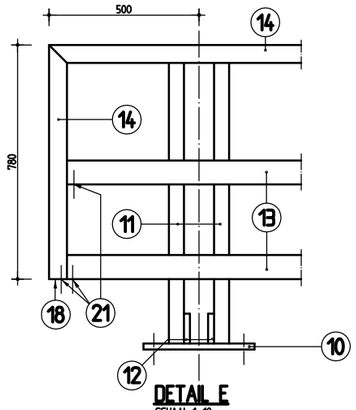
AANZICHT A merk (V)
SCHAAL 1: 50

AANZICHT A merk (VI)
SCHAAL 1: 50

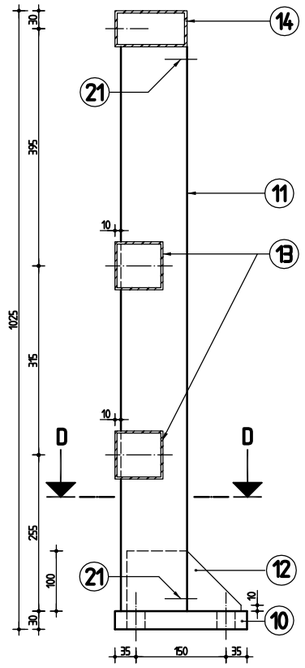
DE LENGTE VAN MERK I EN VI ZIJN AFHANKELIJK VAN DE LENGTE VAN DE VLEUGELWANDEN



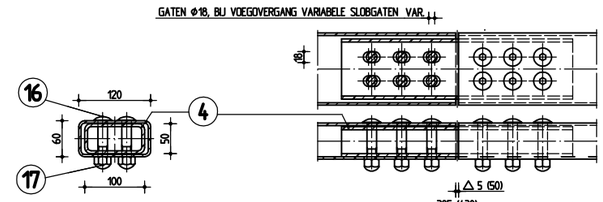
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



DETAIL E
SCHAAL 1: 10

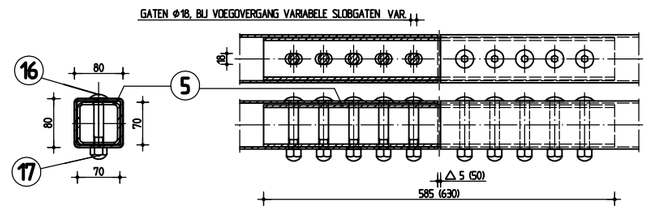


DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 5

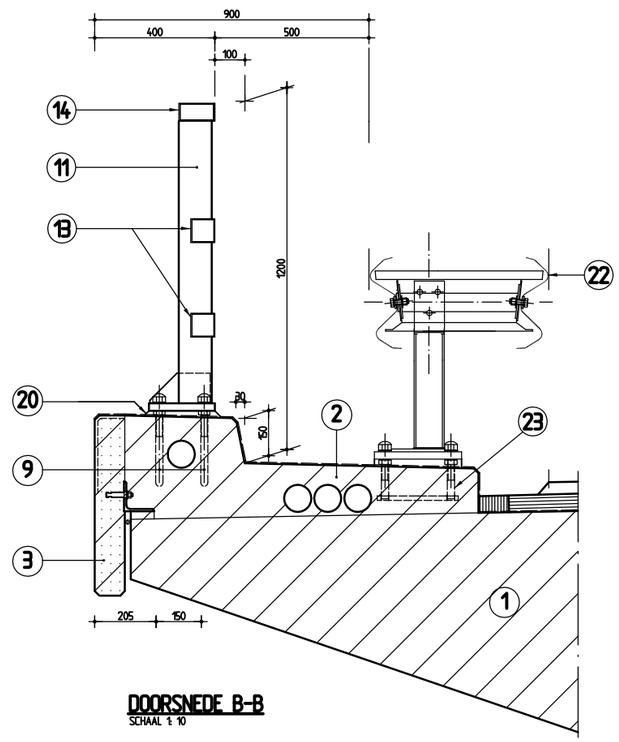


LASBUIS BOVENREGEL

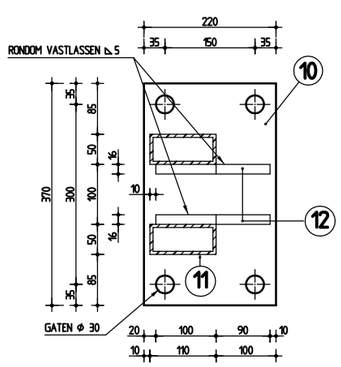
△ = 5 T.P.V. VOEG TUSSEN 2 MERKEN
△ = 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET 0 < VOEG < 60
△ > 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET VOEG > 60
LENGTE LASBUIS (POS.4 EN 5) OVEREENKOMSTIG AANPASSEN



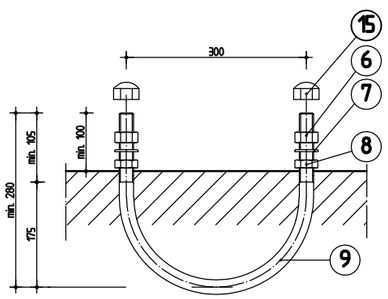
LASBUIS TUSSENREGELS
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 5



ANKER TYPE E1
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUIDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. RANDELEMENT	GEWAPEND BETON	
4	LASBUIS (BOVENREGEL)	STAAL	50x100x5, LG=385/430
5	LASBUIS (TUSSENREGEL)	STAAL	70x70x4,5, LG=585/630
6	ZESKANTMOER	STAAL	M24-5
7	SLUITRING	STAAL	100HV D=4
8	LAGE ZESKANTMOER	STAAL	M24-5
9	ANKER (TYPE E1)	STAAL	M24
10	PLAAT (VOETPLAAT)	STAAL	220x90, LG=370
11	RECHTHOEKIGE BUIS (STIJL)	STAAL	110x60x4,5, LG=935
12	PLAAT (SCHETSPLAAT)	STAAL	190/90x100x16
13	RECHTHOEKIGE BUIS (TUSSENREGEL)	STAAL	80x80x3,6
14	RECHTHOEKIGE BUIS (BOVENREGEL)	STAAL	120x60x4
15	BESCHERMDOP	KUNSTSTOF U.V. BESTENDIG	M24
16	LAAGBOLKOPSCHROEF MET BINNENZESKANT	STAAL	M16
17	LAGE DOPMOER	STAAL	M16
18	PLAAT (AFDICHTPLAAT)	STAAL	112x52x4
19	LEUNING		
20	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
21	ONTLUCHTINGSGAT		Ø10
22	GELEIDERAIL	STAAL	VLP-1R-133-60L/R
23	ANKER	TYPE K	

OPMERKINGEN :
- POS. 4 EN 5; LASBUIZEN AANBRENGEN NA HET THERMISCH VERZINKEN.
- POS. 4 T/M 14, 16, 17 en 18 THERMISCH VERZINKEN.
- POS. 4, 5, 10 T/M 14 EN 18 STAALKWALITEIT S235JRG2
- POS. 18; LASSEN D.MV. LAS 2 MM.
- ALLE STAALVERBINDINGEN RONDOM LASSEN TENZIJ ANDERS VERMELD.
- ALLE LASSEN 3 MM, TENZIJ ANDERS VERMELD.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

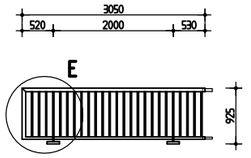
LEUNINGEN

VERZWAARDE LEUNING

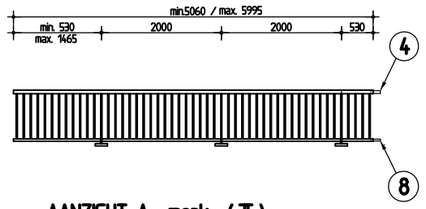
akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

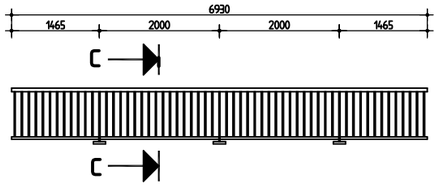
status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr. **SD-LEUN-02**



AANZICHT A merk (I)
SCHAAL 1: 50

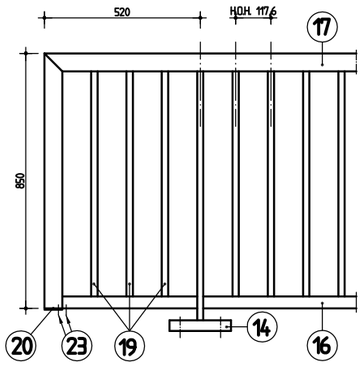


AANZICHT A merk (II)
SCHAAL 1: 50

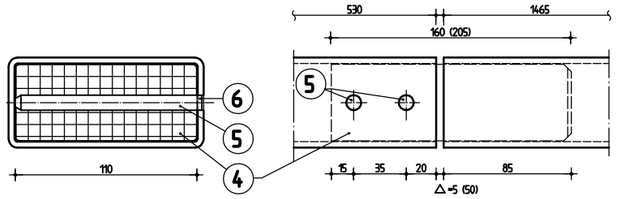


AANZICHT A merk (III)
SCHAAL 1: 50

DE LENGTE VAN MERK I IS AFHANKELIJK VAN DE LENGTE VAN DE VLEUGELWANDEN

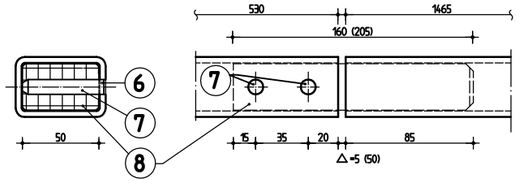


DETAIL E
SCHAAL 1: 10

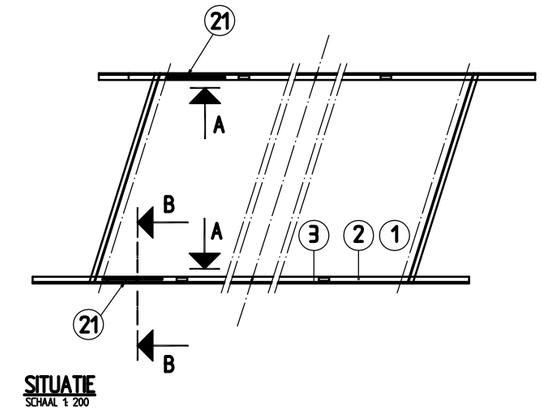


KOPPELING BOVENREGEL
SCHAAL 1: 2

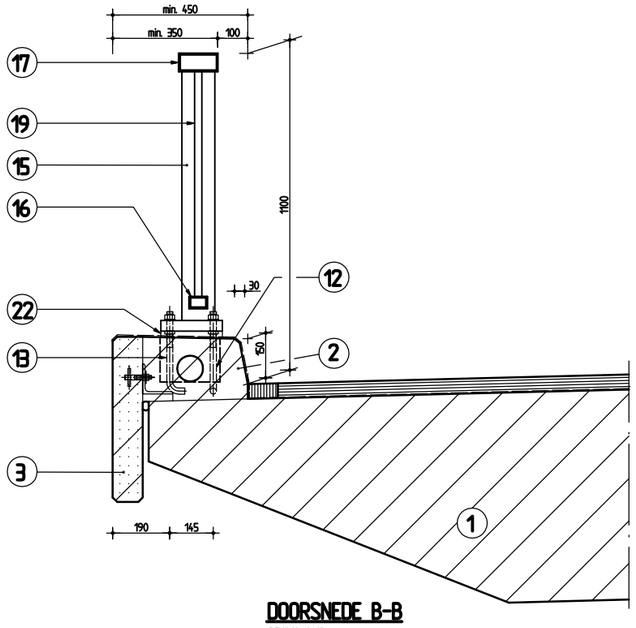
△= 5 T.P.V. VOEG TUSSEN 2 MERKEN
△= 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET 0 < VOEG < 60
△> 50 T.P.V. VOEGOVERGANG MET VOEG > 60
LENGTE SCHUIFPROP (POS.4 EN 8) OVEREENKOMSTIG AANPASSEN



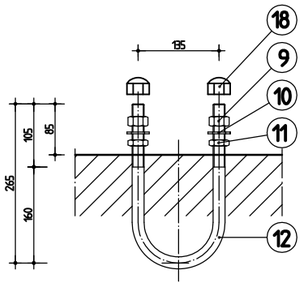
KOPPELING ONDERREGEL
SCHAAL 1: 2



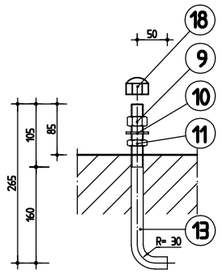
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



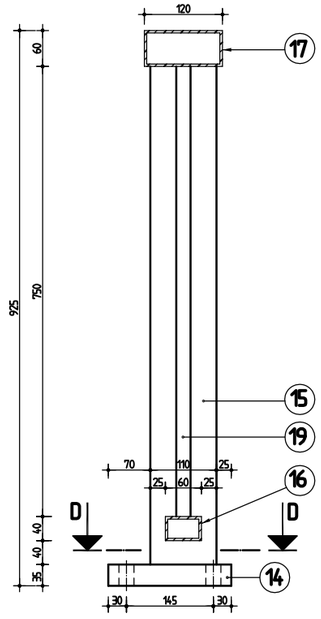
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



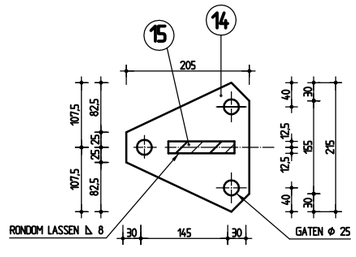
ANKER TYPE G
SCHAAL 1: 5



ANKER TYPE H
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. RANDELEMENT	GEWAPEND BETON	
4	SCHUIFPROP (BOVENREGEL)	TAVERNOL	50x110 LG=160/205
5	PEN	KUNSTSTOF	Φ10 LG=115
6	GAT		Φ10
7	PEN	KUNSTSTOF	Φ10 LG=55
8	SCHUIFPROP (ONDERREGEL)	TAVERNOL	30x50 LG=160/205
9	ZESKANTMOER	STAAL	M20-8
10	SLUITRING	STAAL	22-100 HV D=4
11	LAGE ZESKANTMOER	STAAL	M20-05
12	ANKER (TYPE G)	STAAL	M20
13	ANKER (TYPE H)	STAAL	M20
14	PLAAT (VOETPLAAT)	STAAL	215/50 x 35 LG=205
15	STRIP (STIJL)	STAAL	110 x 25 LG=830
16	RECHTHOEKIGE BUIS (ONDERREGEL)	STAAL	60 x 40 x 4
17	RECHTHOEKIGE BUIS (BOVENREGEL)	STAAL	120 x 60 x 4
18	BESCHERMDOP	KUNSTSTOF U.V. BESTENDIG	M20
19	SPIJL	STAAL	Φ24 LG=750
20	PLAAT (AFDICHTPLAAT)	STAAL	112 X 52 X 4
21	LEUNING		
22	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
23	ONTLUCHTINGSGAT		Φ10

OPMERKINGEN :
- POS. 4 EN 8; SCHUIFPROPPEN AANBRENGEN NA HET THERMISCH VERZINKEN.
- POS. 5 EN 7; PENNEN HORIZONTAAL AAN ACHTERZIJDE LEUNING AANBRENGEN.
- POS. 9 T/M 17, 19, EN 20 THERMISCH VERZINKEN
- POS. 14, 15, 16, 17, 19 EN 20 STAALKWALITEIT S235JRG2.
- POS. 20 LASSEN D.M.V. LAS 2 mm.
- ALLE STAALVERBINDIGEN RONDOM LASSEN, TENZIJ ANDERS VERMELD.
- ALLE LASSEN 3 mm, TENZIJ ANDERS VERMELD.

ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat — Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

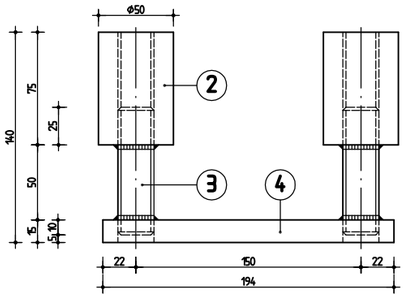
LEUNINGEN

SPIJLTJESLEUNING LANGS FIETS- EN/OF VOETPAD, H=1100

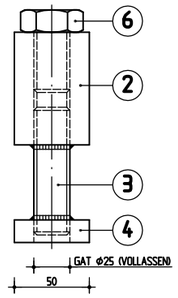
akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

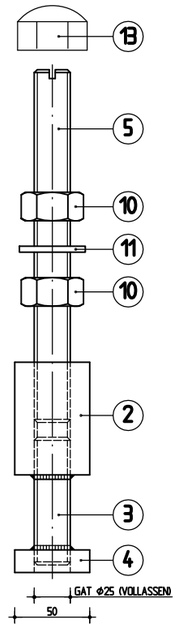
status DEFINITIEF — versie 0 — reg.nr. SD-LEUN-03



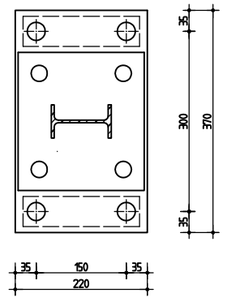
VOORAANZICHT X-ANKER
SCHAAL 1:2



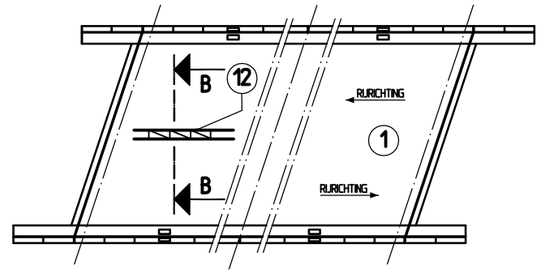
ZIJAANZICHT
X-ANKER (fase 1)
SCHAAL 1:2



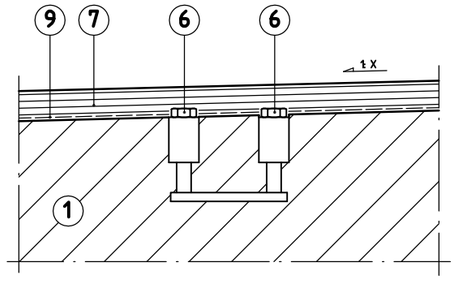
ZIJAANZICHT
X-ANKER (fase 2)
SCHAAL 1:2



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:5

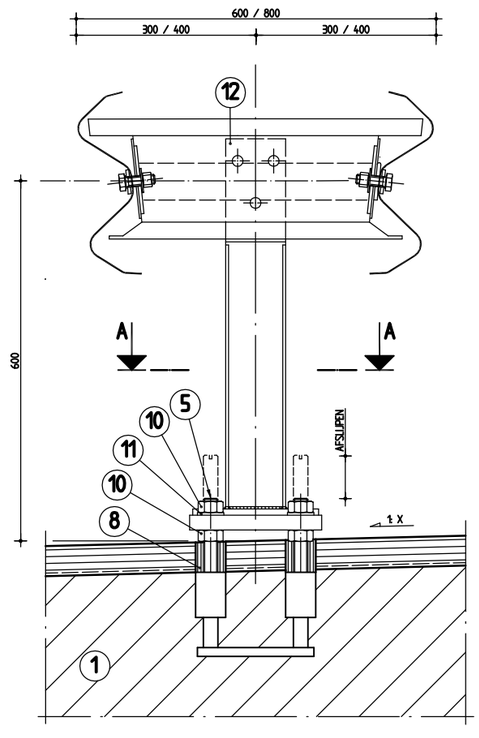


SITUATIE
SCHAAL 1:200



DOORSNEDE B-B (fase 1)
SCHAAL 1:5

- T.P.V. POS. 6 IN POS. 7 GATEN ø50 BOREN.
- POS. 6 VERVANGEN DOOR POS. 5.
- GEBOORDE GATEN OPVULLEN MET POS. 8.



DOORSNEDE B-B (fase 2)
SCHAAL 1:5

NA MONTAGE GELEIDERAILCONSTRUCTIE ANKERS AFSLIJPEN TOT + 5 mm. BOVEN DE MOEREN EN BIJWERKEN MET 1 LAAG ZINKRIJKE VERF EN AFDEKKEN MET BESCHERMDOP.

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	DRAADBUS	STAAL	ø50 LG=75
3	DRAADEIND	STAAL	M24 LG=85
4	STRIP	STAAL	50 x 15 LG=194
5	DRAADEIND	STAAL	M24 LG=235
6	ZESKANTBOUT	STAAL	M24-40
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D=50
8	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	ZESKANTMOER	STAAL	M24-5
11	SLUITRING	STAAL	M24 D=4
12	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	
13	BESCHERMDOP	KUNSTSTOF U.V. BESTENDIG	M24

OPMERKINGEN:
- POS. 2, 3, 4 EN 5: STAALKWALITEIT Fe 360 B FN
- POS. 10, 11 EN 13: STAALKWALITEIT KLASSE 4.6
- POS. 2, 3, 4, 6, 10 EN 11 THERMISCH VERZINKEN.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

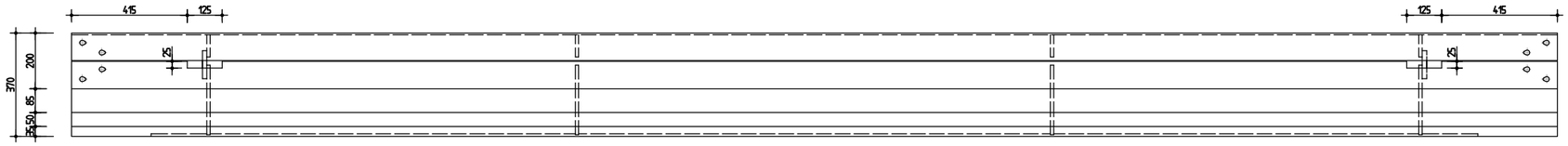
GELEIDERAILCONSTRUCTIES

GELEIDERAILANKER TYPE X

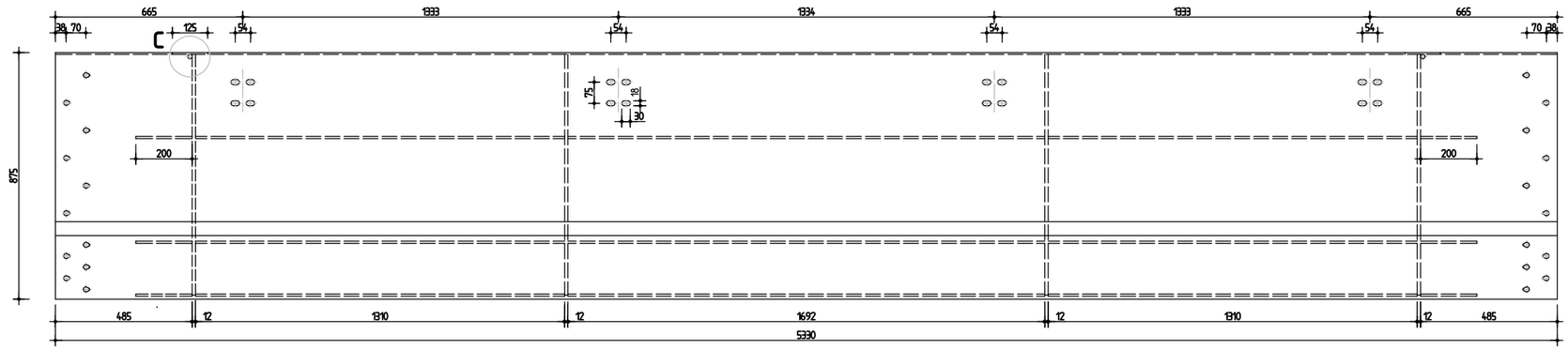
afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

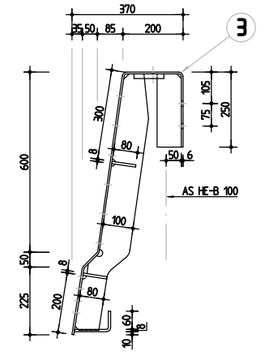
status DEFINITIEF | versie 0 | reg.nr. SD-LEUN-04



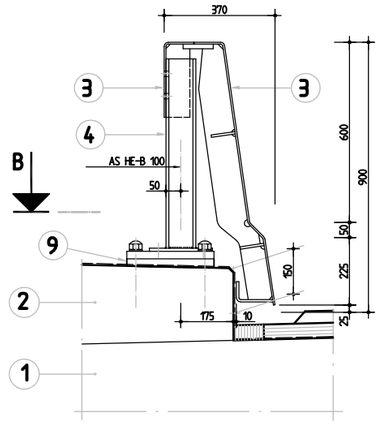
BOVENAANZICHT ½ STEPBARRIER
SCHAAL 1: 10



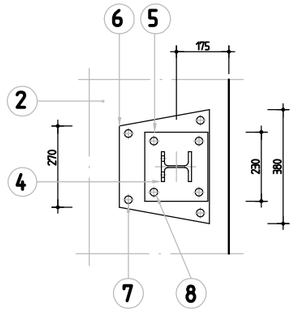
AANZICHT ½ STEPBARRIER
SCHAAL 1: 10



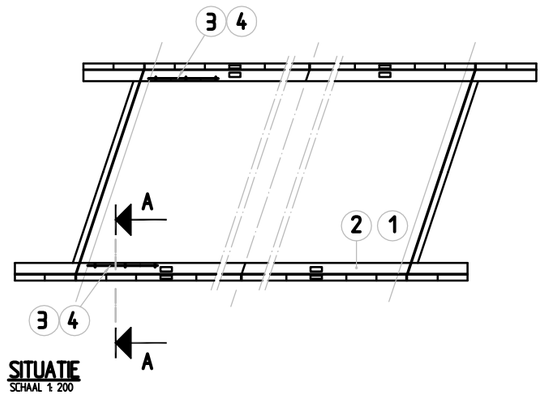
ZIJAANZICHT ½ STEPBARRIER
SCHAAL 1: 10



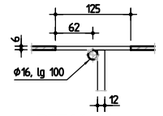
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE B
SCHAAL 1: 10



SITUATIE
SCHAAL 1: 200



DETAIL C
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	1/2 STEPBARRIER	STAAL	
4	HE-B PROFIEL	STAAL	HE-B 100
5	VOETPLAAT	STAAL	210 x 230 dik 10
6	GRONDPLAAT	STAAL	270 /380 x 290 dik 25
7	ANKERBOUTEN	STAAL	M24
8	ZESKANTBOUTEN	STAAL	M24
9	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	25

OPMERKINGEN :
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat, Bouwdienst

hoofdafdeling

afdeling
Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

HALVE STALEN STEPBARRIER
(RENOVATIE)

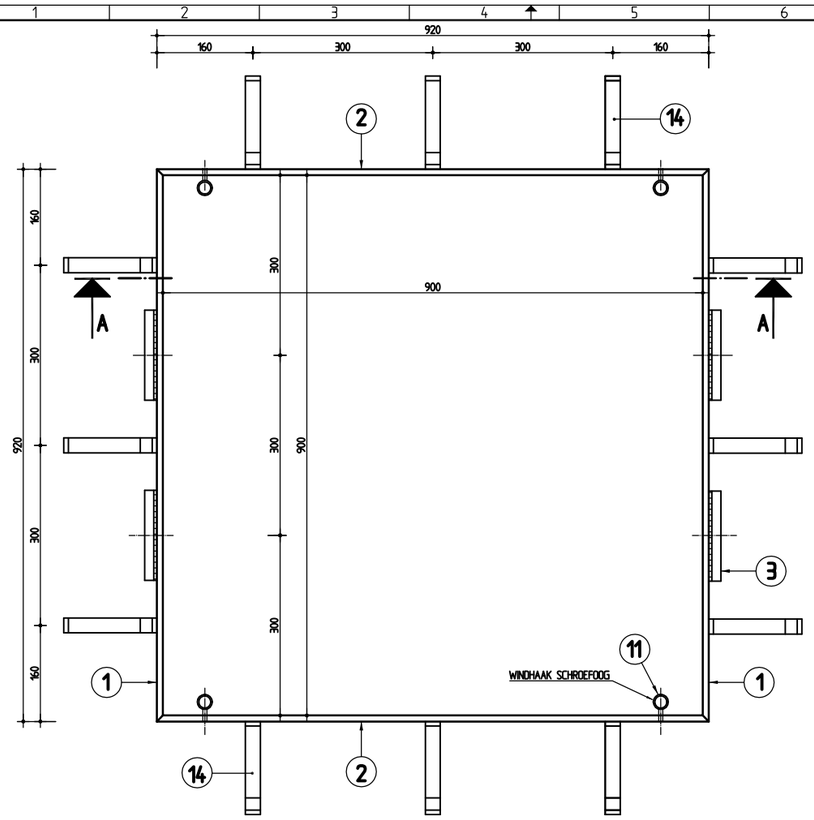
blk. par.

behoort bij

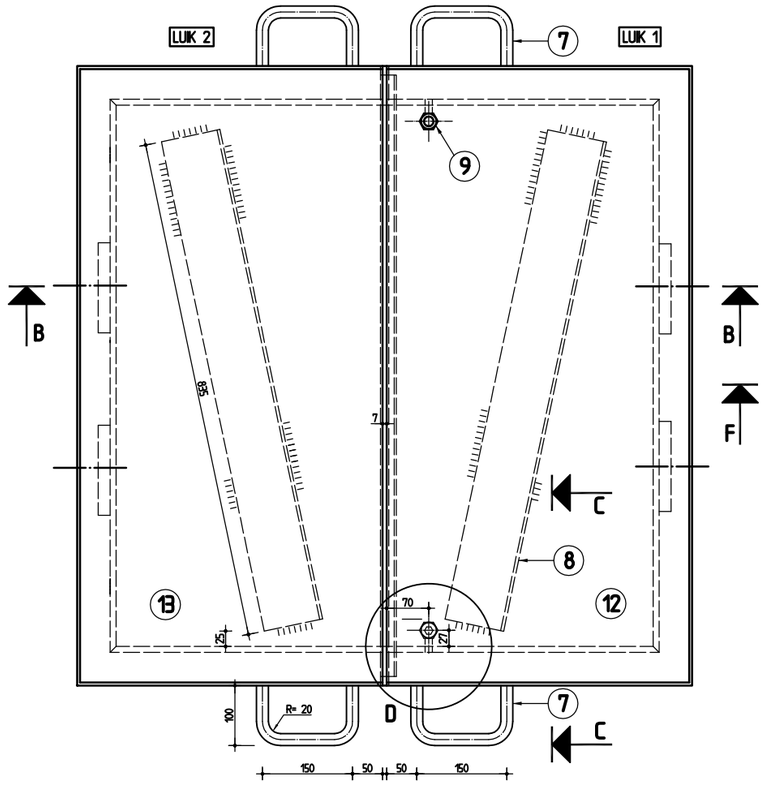
in bladen, blad nr.

formaat A1
schaal zie tekening

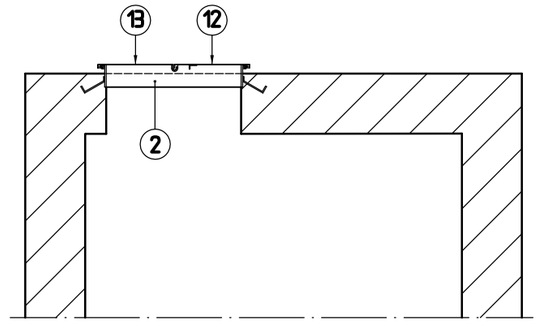
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr. SD-LEUN-05



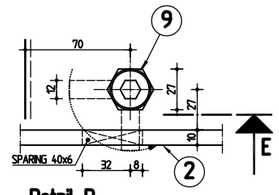
BOVENAANZICHT LUIKOMRANDING
SCHAAL 1: 5



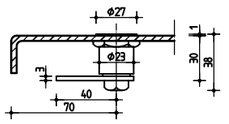
BOVENAANZICHT LUIK
SCHAAL 1: 5



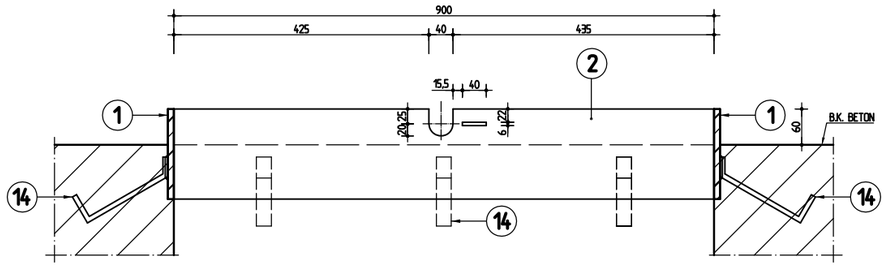
SITUATIE
SCHAAL 1: 20



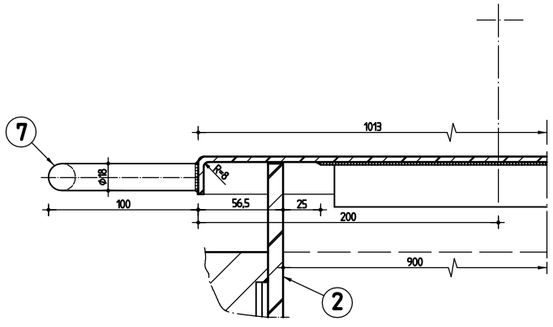
Detail D
SCHAAL 1: 2



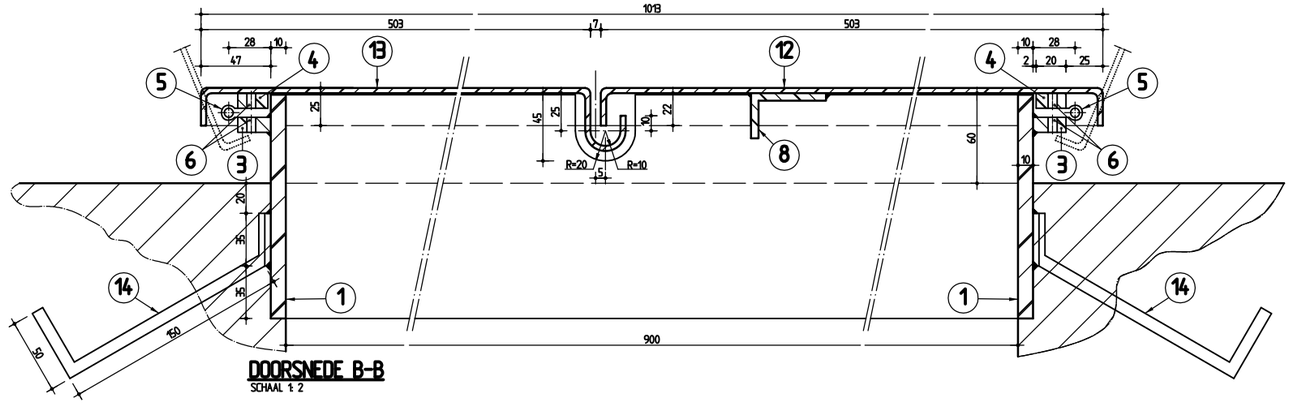
DOORSNEDE E
SCHAAL 1: 2



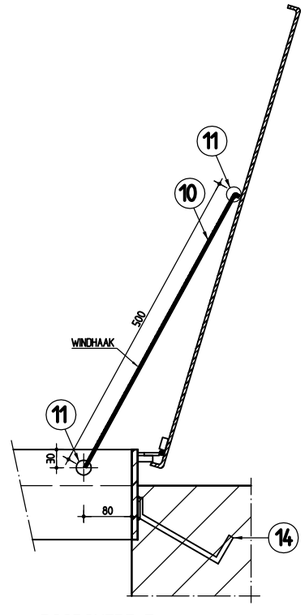
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 5



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE F
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	LUIK OMRANDING	ALUMINUM	920 x 150 x 10
2	LUIK OMRANDING	ALUMINUM	920 x 150 x 10
3	SCHARNIERSTRIP	ALUMINUM	150 x 22 x 10
4	SCHARNIERSTRIP	ALUMINUM	150 x 20 x 10
5	SCHARNIER	ALUMINUM	150
6	SCHARNIER VERZONKEN SCHROEVEN	ALUMINUM	M6 L=10
7	HANDGREP	ALUMINUM	Φ18, L= ca.280
8	L PROFIEL	ALUMINUM	50 x 30x 5 L=835
9	INBUS SLOT	STAAL	
10	WINDHAAK	ALUMINUM	Φ5 L=500
11	WINDHAAK SCHROEFOOG	ALUMINUM	
12	LUIK 1	ALUMINUM TRANENPLAAT	1063x 553 x 3.5
13	LUIK 2	ALUMINUM TRANENPLAAT	1063 x 594 x 3.5
14	ANKER	ALUMINUM	245 x 25 x 8

OPMERKINGEN :
- POS.14 ANKERS WARM BUIGEN.
- ALLE LASSEN 3 MM RONDOM, ALLE SCHERPE HOEKEN ROND SLIJPEN.
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

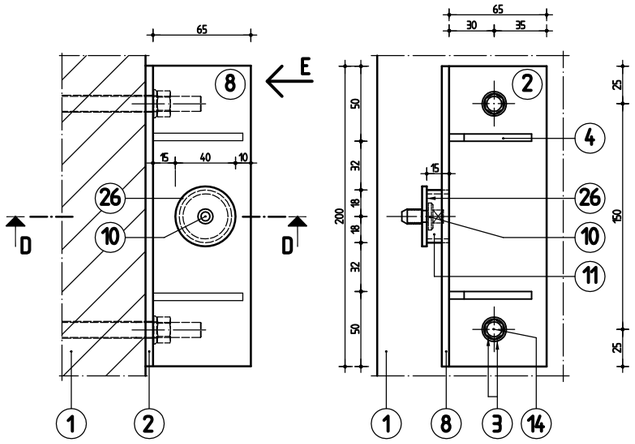
STANDAARDDETAILS

LUIKEN, TREKPUTTEN EN ROOSTERS

LUIK (TOEGANGSLUIK POMPKELDER)

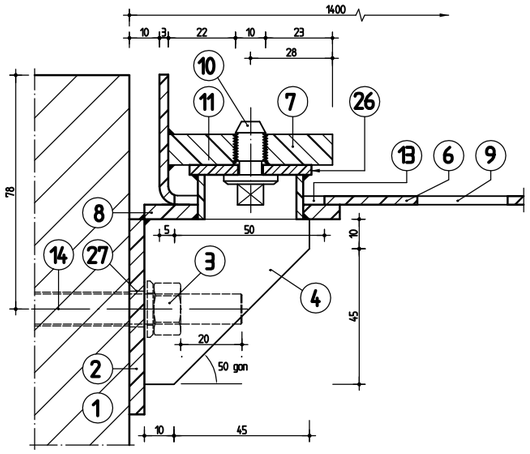
akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-LUIK-01

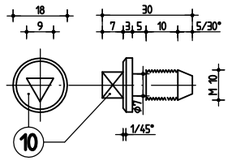


BOVENAANZICHT AANSLAGCONSTRUCTIE
SCHAAL 1: 2

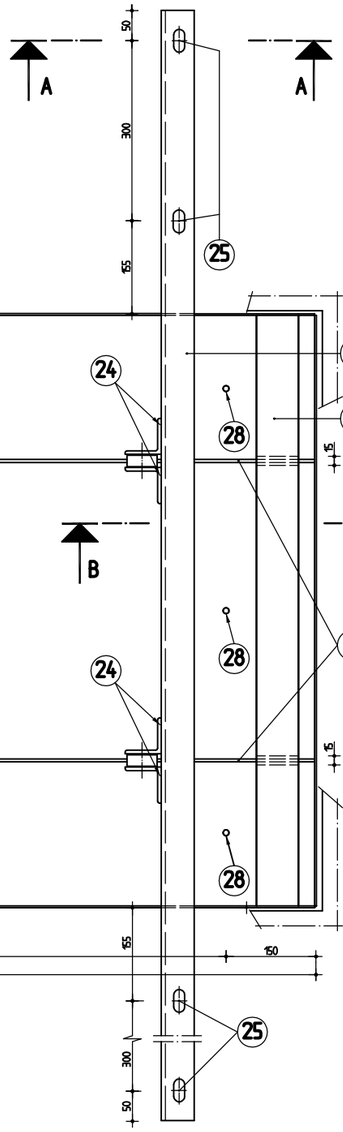
AANZICHT E
SCHAAL 1: 2



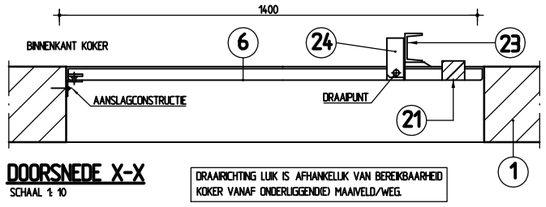
DOORSNEDE D-D + D"-D"
SCHAAL 1: 1



DETAIL BOUT
SCHAAL 1: 1

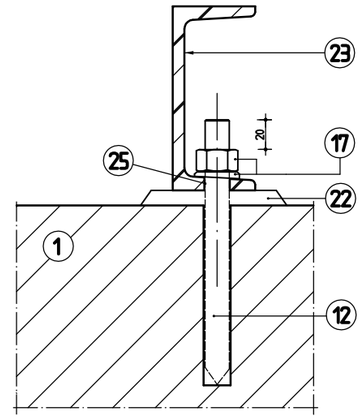


BOVENAANZICHT LUIK
SCHAAL 1: 5

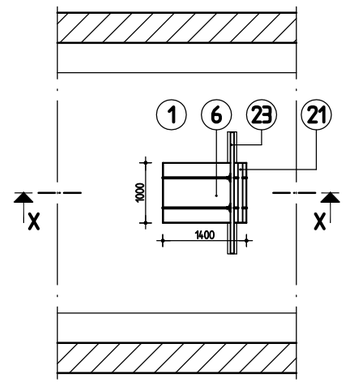


DOORSNEDE X-X
SCHAAL 1: 10

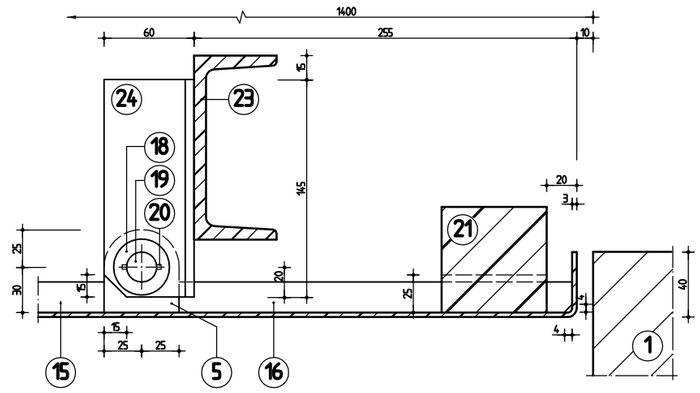
DRAAIRICHTING LUIK IS AFHANKELIJK VAN BEREIKBAARHEID KOKER VANAF ONDERLIGGEND(E) MAAIVELD/WEG.



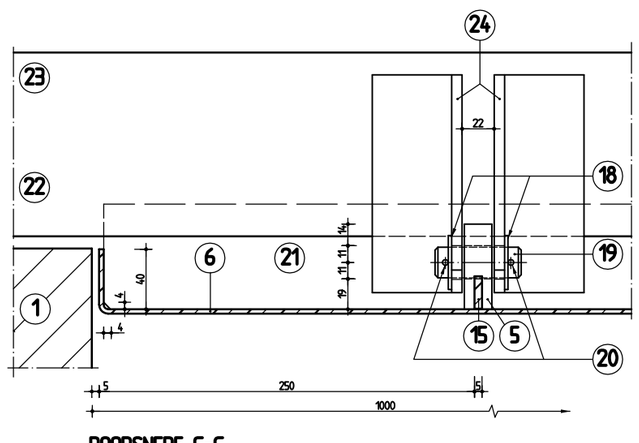
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 2



SITUATIE
SCHAAL 1: 50



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 2

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	KOKERCONSTRUCTIE	VOORGESPANNEN BETON	
2	STRIP (MET ANKERGATEN)	STAAL	200 x 65 x 5 GATEN Ø12
3	MOER MET SLUITRING	STAAL	M10
4	CONSOLE	STAAL	55 x 55 x 5
5	STRIP (MET GAT VOOR DRAAIPUNT)	STAAL	55 x 20 x 50 GAT Ø22
6	PLAAT (INCL. OPSTAANDE RANDEN)	STAAL	1460 x 1070 x 3
7	STRIP (MET TAPGAT VOOR BOUT)	STAAL	55 x 50 x 10 GAT Ø10
8	STRIP (MET GAT VOOR BUIS)	STAAL	200 x 65 x 5 GAT Ø36
9	GAT (VOOR HANDGREEP IN PLAAT)		125 x 30 R= 15
10	BOUT	STAAL	M10 x 30
11	BUIS	STAAL	Ø30/35 x 15
12	ANKER (MET DRAADEIND)	CHEMISCH ANKER	M16 BOORGAT Ø18
13	GAT (VOOR AFSLUITCONSTRUCTIE IN PLAAT)		Ø50
14	ANKER (MET DRAADEIND)	CHEMISCH ANKER	M10 BOORGAT Ø12
15	STRIP	STAAL	20 x 5 x 1062
16	STRIP	STAAL	20 x 2 x 262
17	MOER MET SLUITRING	STAAL	M16
18	SLUITRING	STAAL	Ø21/37 x 3
19	PEN (MET TWEE GATEN VOOR SPLITPENNEN)	STAAL	Ø20x60, GATEN Ø3.5 H.O.H. 44
20	SPLITPEN	STAAL	Ø3 x 35
21	CONTRAGEWICHT	STAAL	70 x 70 x 984
22	ONDERSABELING	SPECIE	MIN: 10
23	DRAAGBALK	STAAL	UNP 120 x 55 x 7, LG= 2000
24	VERBINDINGSSTUK (MET GAT VOOR DRAAIPUNT)	STAAL	L 60x60x6, LG= 145, GAT Ø22
25	SLOBGAT (VOOR ANKER)		36 x 18 R= 9
26	PLAAT (MET GAT VOOR BOUT)	STAAL	PLAAT Ø40x3 GAT Ø8
27	GAT (VOOR ANKER)		Ø12
28	GAT (VOOR ONTWATERING)		Ø10

OPMERKINGEN :
- DIEPTE BOORGATEN (POS. 12 EN 14) AFHANKELIJK VAN LEVERANCIER.
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.
- ALLE STAALVERBINDINGEN LASSEN TENZIJ ANDERS VERMELD.
- ALLE LASSEN 3 MM.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

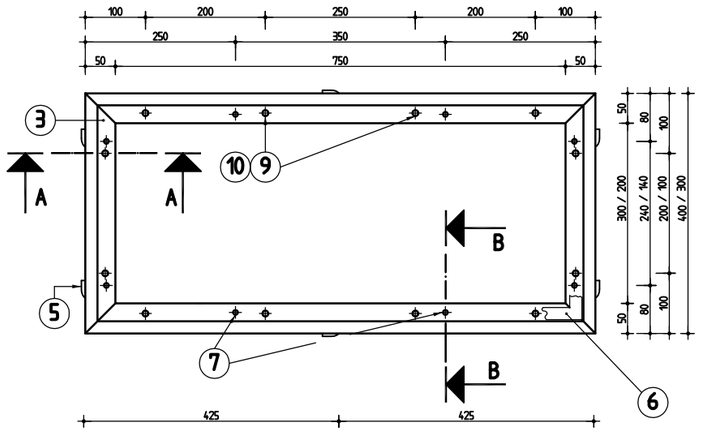
STANDAARDDETAILS

LUIKEN, TREKPUTTEN EN ROOSTERS

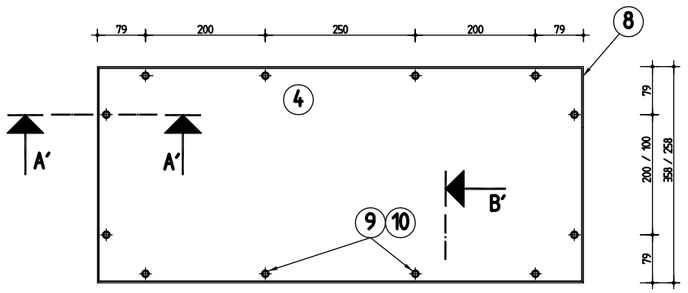
LUIK (TOEGANGSLUIK KOKER)

blk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

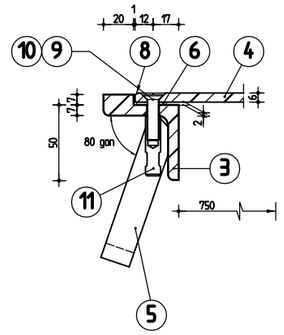
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d.	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d.	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr. SD-LUIK-02



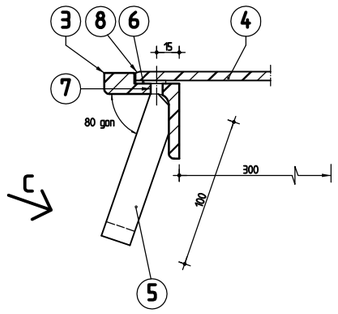
BOVENAANZICHT OMRANDING
SCHAAL 1: 5



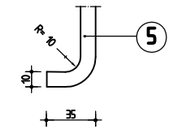
BOVENAANZICHT DEKSEL
SCHAAL 1: 5



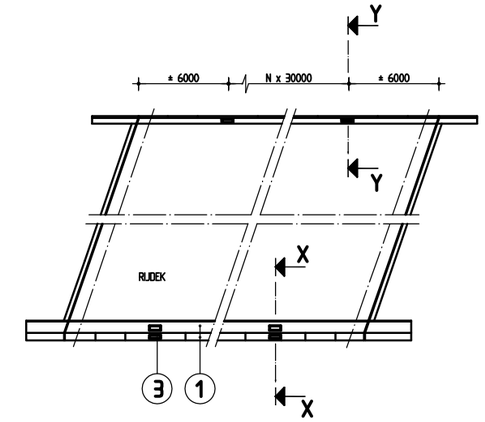
DOORSNEDE A-A en A'-A'
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE B-B en B'-B'
SCHAAL 1: 2

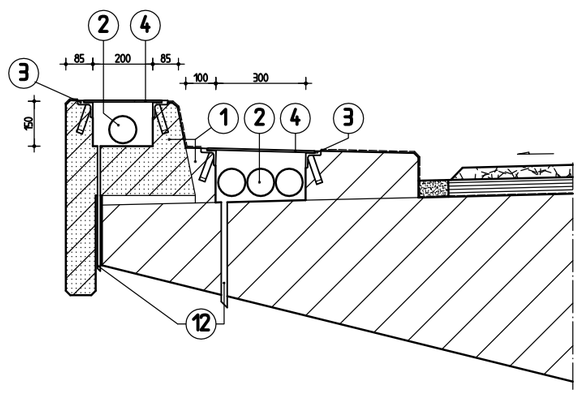


AANZICHT C
SCHAAL 1: 2

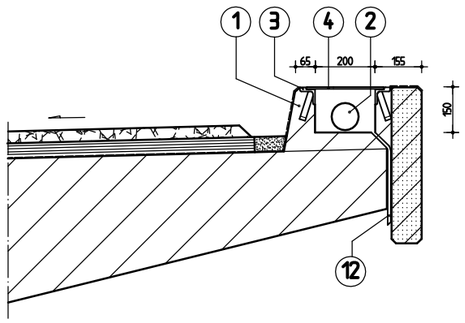


TREKPUTTEN SITUEREN TUSSEN TWEE LEUNINGSTIJLEN, GELEIDERAILSTIJLEN OF BINNEN HET PREFAB RANDELEMENT

SITUATIE
SCHAAL 1: 200



DOORSNEDE X-X
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE Y-Y
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	SCHAMPKANT	GEWAPEND BETON	
2	KABELDOORVOER	PVC	ø90
3	OMRANDING	STAAL	MONTAN PROFIEL NR. 416 50 x 50 x 7
4	DEKSEL	STAAL	808 x 358/258 x 6
5	ANKER	STAAL	20 x 10 x 130
6	OPLEGSTROOK (AAN OMRANDING VASTLIJMEN)	NEOPREEN	20 x 2
7	ONTLUCHTINGSGATEN		ø8
8	AFSCHUINING		4 x 2
9	SLOBGATEN		10 x 12
10	PLATVERZONKENSCHROEF MET BINNENZESKANT	STAAL	M8 x 25
11	BETONSCHROEFHULS (MET HECHTLAS VERBINDEN AAN OMRANDING)	STAAL	M8 x 40
12	AFVOERBUIS	PVC	ø20

OPMERKINGEN :
- POS. 5, ANKERS WARM BUIGEN.
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.
- ALLE STAALVERBINDINGEN LASSEN, TENZIJ ANDERS VERMELD.
- ALLE LASSEN 3 MM.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

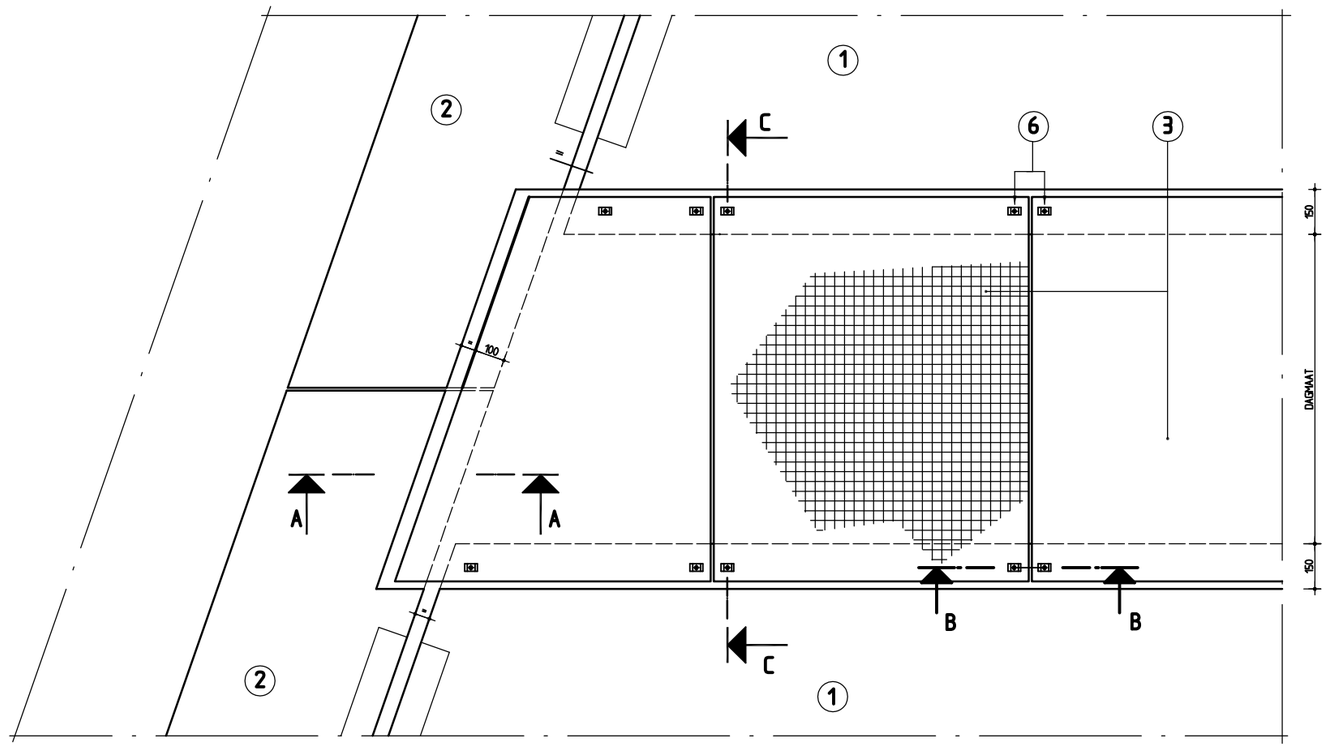
STANDAARDDETAILS

LUIKEN, TREKPUTTEN EN ROOSTERS

TREKPUT
(DAGMAAT 750 x 200 en 750 x 300)

afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

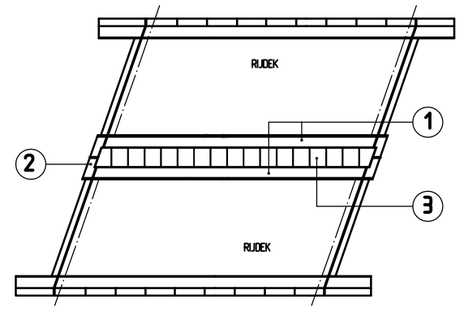
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d.	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d.	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-LUIK-03



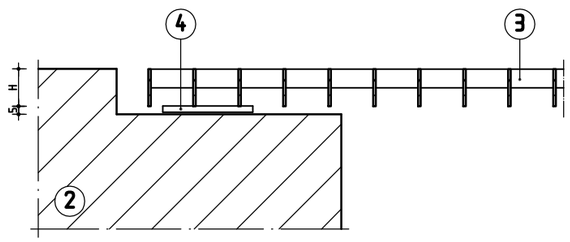
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 10

INDIEN ER SPRAKE IS VAN HOOGTEVERSCHIL TUSSEN BEIDE RUIDEKKEN DAN IS DE HELLING VAN HET ROOSTER 1:Y MET EEN MAXIMUM VAN 1:6. HELLING OPLEGVLAK IS EVENWIJDIG AAN HELLING ROOSTER.

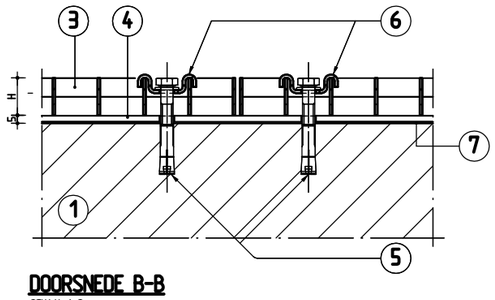
BIJ EEN GROTER HOOGTEVERSCHIL DIENT HET ROOSTER AANGEPAST TE WORDEN (ROOSTERVORM:).



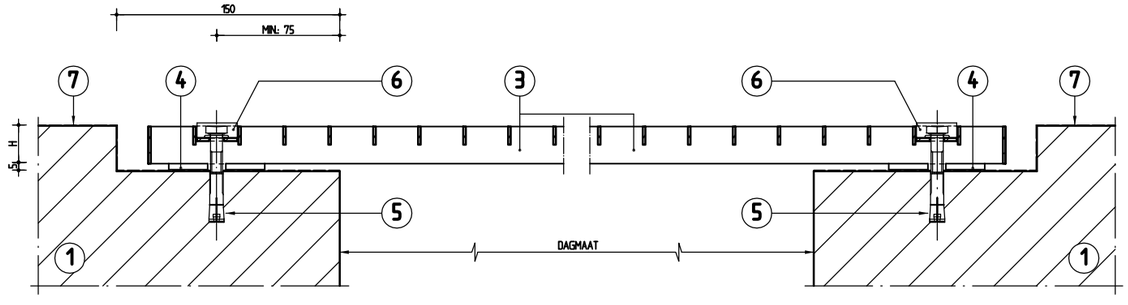
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 2



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 2

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	TUSSENBERMCONSTRUCTIE	GEWAPEND BETON	
2	EINDSTEUNPUNTCONSTRUCTIE	GEWAPEND BETON	
3	ROOSTERS	STAAL	STANDAARD LEVERANCIER L x B x H (B = *1000)
4	OPLEGSTROOK (AAN TUSSENBERMCONSTR. VASTLIJMEN)	NEOPREEN	60 x 5
5	ANKER (MET BOUT EN SLUITRING)	SLAGANKER	M8 BOORGAT Ø10
6	VERDIEPT ZADEL	STAAL	GESCHIKT VOOR M8 STANDAARD LEVERANCIER
7	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER

OPMERKINGEN :
- POS. 3 MAASWIJDTE CA. 30 x 30.
- POS. 3 BEREKENEN OP EEN TOELAATBARE BELASTING VAN 4 KN/M2.
- POS. 5 VIER ANKERS PER ROOSTER.
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

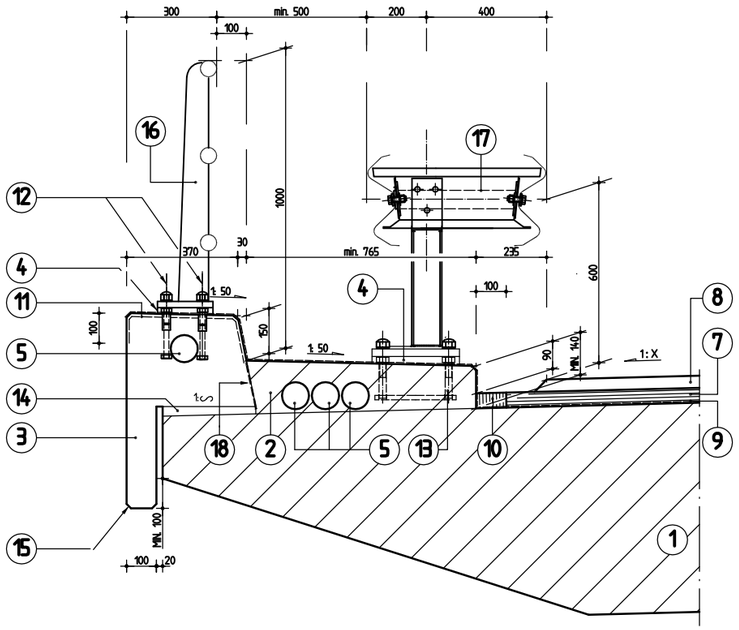
LUIKEN, TREKPUTTEN EN ROOSTERS

ROOSTERS TUSSEN RUIDEKKEN
(800 < DAGMAAT < 2200)

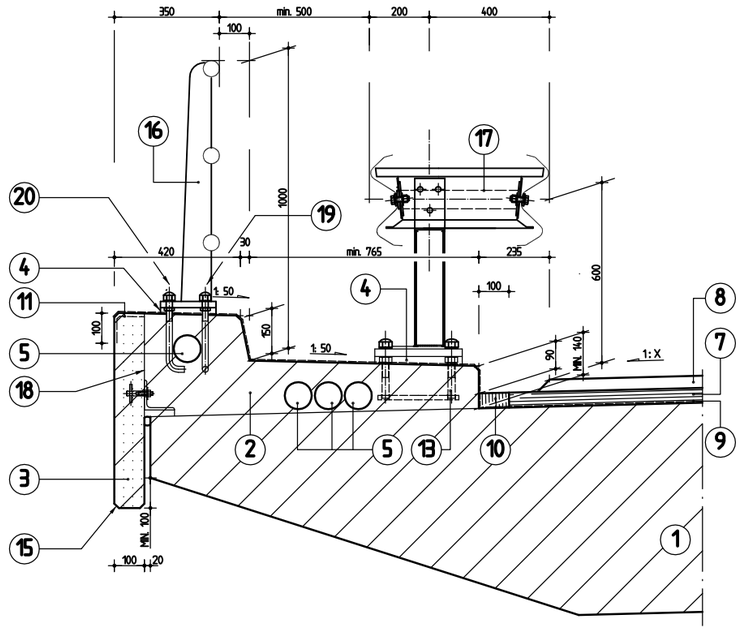
blkk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d.	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d.	dienstcode

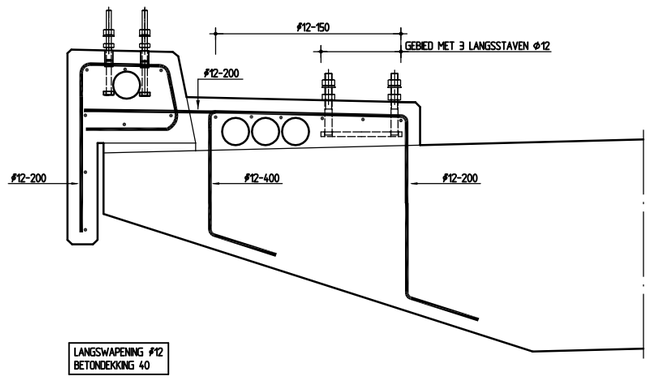
status DEFINITIEF | versie 0 | reg.nr. SD-LUIK-04



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

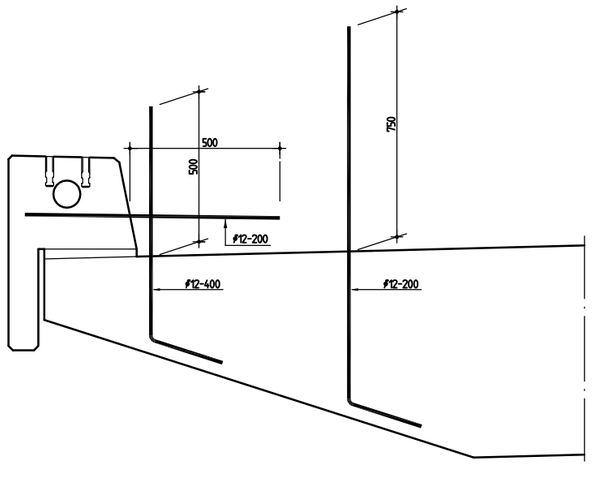


DOORSNEDE A-A (ALTERNATIEVE OPLOSSING)
SCHAAL 1: 10

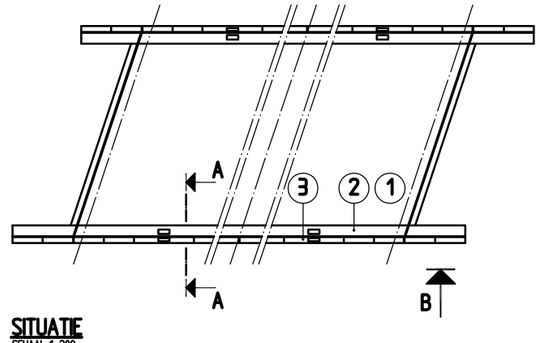


LANGSWAPENING Ø12
BETONDEKKING 40

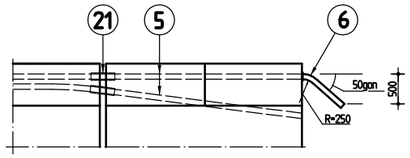
DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE A"-A"
SCHAAL 1: 10



SITUATIE
SCHAAL 1: 200



AANZICHT B
SCHAAL 1: 50

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUBEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. RANDELEMENT / SCHORT	GEWAPEND BETON	
4	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
5	KABELDOORVOER	PVC	Ø90/85.6
6	BUIS MET FLENS	RVS	Ø101.6/91.6
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D= 50
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D= 50
11	VOEGVULLING	KIT OP RUGVULLING	MIN: D= 10
12	BOOTANKER (MET DRAADEIND, SLUITRING EN ZESKANTMOER)	TYPE DEMU 1988	M20
13	ANKER (TYPE K)	STAAL	M24
14	ONDERSABELING	SPECIE	MIN: D= 25
15	VELLINGKANT		15 x 15
16	LEUNING	STAAL	
17	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	VLP-1R-133-60 L/R
18	STORTNAAD		
19	ANKER (TYPE G1)	STAAL	M20
20	ANKER (TYPE H1)	STAAL	M20
21	SCHUIFMOF	HDPE	

OPMERKINGEN :
- STANDAARD LENGTE PREFAB RANDELEMENTEN (INCL. VOEG) MIN. 2000 EN MAX. 4000.
- PREFAB RANDELEMENT T.P.V. VOEGOVERGANGEN ≤ STANDAARTLENGTE.
- VOEG TUSSEN DE PREFAB. RANDELEMENTEN IS MIN. 10.
- DE KOPSE KANT VAN DE PREFAB. RANDELEMENTEN HEEFT GEEN VELLINGKANTEN.
- GETEKENDE MAATVOERING IS VOOR ZOAB (pos. 8) DIKTE 40 MM.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

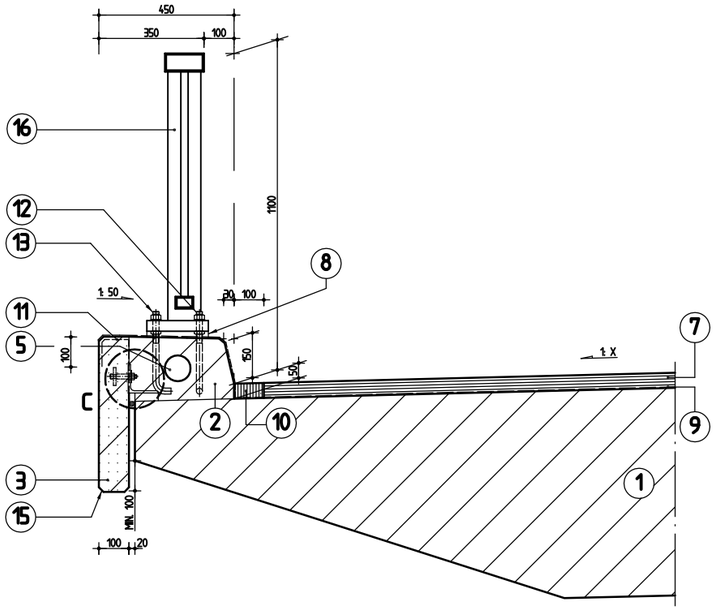
STANDAARDDETAILS

SCHAMPKANTEN
ZIJBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK EN PREFAB RANDELEMENT MET GELEIDERAILCONSTRUCTIE EN LEUNING)

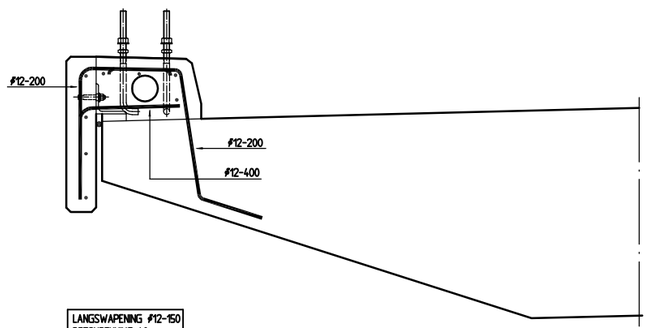
akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr. **SD-SCHAMP-01**

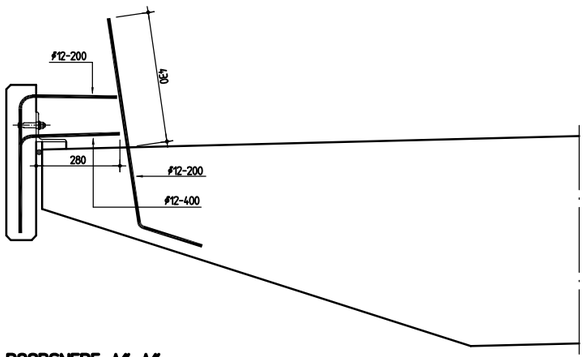


DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

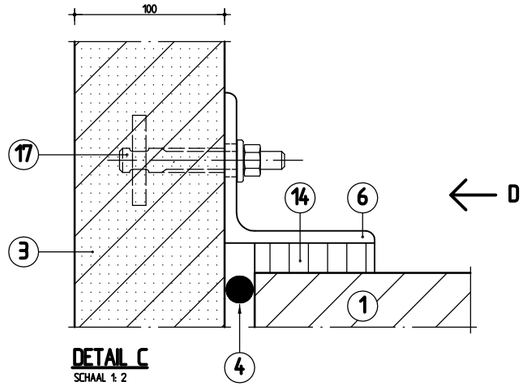


LANGSWAPENING ø12-150
BETONDEKKING 40

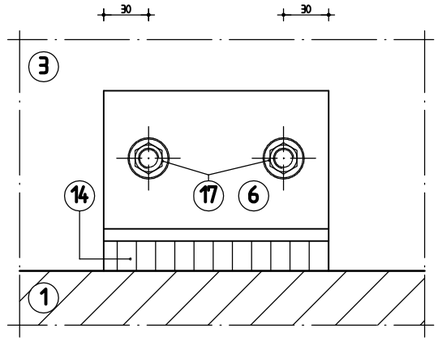
DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



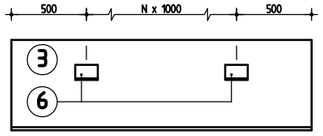
DOORSNEDE A"-A"
SCHAAL 1: 10



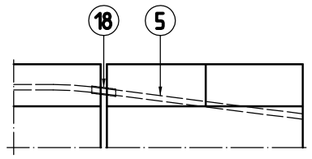
DETAIL C
SCHAAL 1: 2



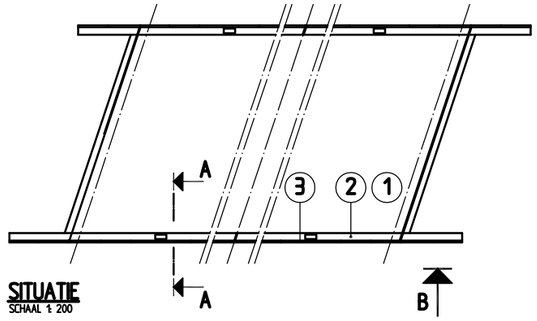
AANZICHT D
SCHAAL 1: 2



MAATVOERING HOEKSTALEN
SCHAAL 1: 20



AANZICHT B
SCHAAL 1: 50



SITUATIE
SCHAAL 1: 200

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUIDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. SCHORT	GEWAPEND BETON	
4	VULLING (OOK TUSSEN SCHORTEN)	KUNSTSTOF	
5	KABELDOORVOER	PVC	ø90/85.6
6	HOEKSTAAL	STAAL	L 100 x 100 x 8
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50
8	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN. D= 50
11	VOEGVULLING	KIT OP RUGVULLING	MIN. D= 10
12	ANKER (TYPE G)	STAAL	M20
13	ANKER (TYPE H)	STAAL	M20
14	ONDERSABELING	SPECIE	MIN. D= 25
15	VELLINGKANT		15 x 15
16	LEUNING	STAAL	
17	BETONSCHROEFHULS (MET DRAADEIND, SLUITRING EN ZESKANTMOER)	TYPE VEMO 1074-A	
18	SCHUIFMOF	HDPE	

OPMERKINGEN :

- STANDAARD LENGTE PREFAB SCHORTEN (INCL. VOEG) MIN. 2000 EN MAX. 4000.
- PREFAB RANDELEMENT T.P.V. VOEGOVERGANGEN ≤ STANDAARTLENGTE.
- VOEG TUSSEN DE PREFAB. SCHORTEN IS MIN. 10.
- DE KOPSE KANT VAN DE PREFAB. SCHORTEN HEEFT GEEN VELLINGKANTEN.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

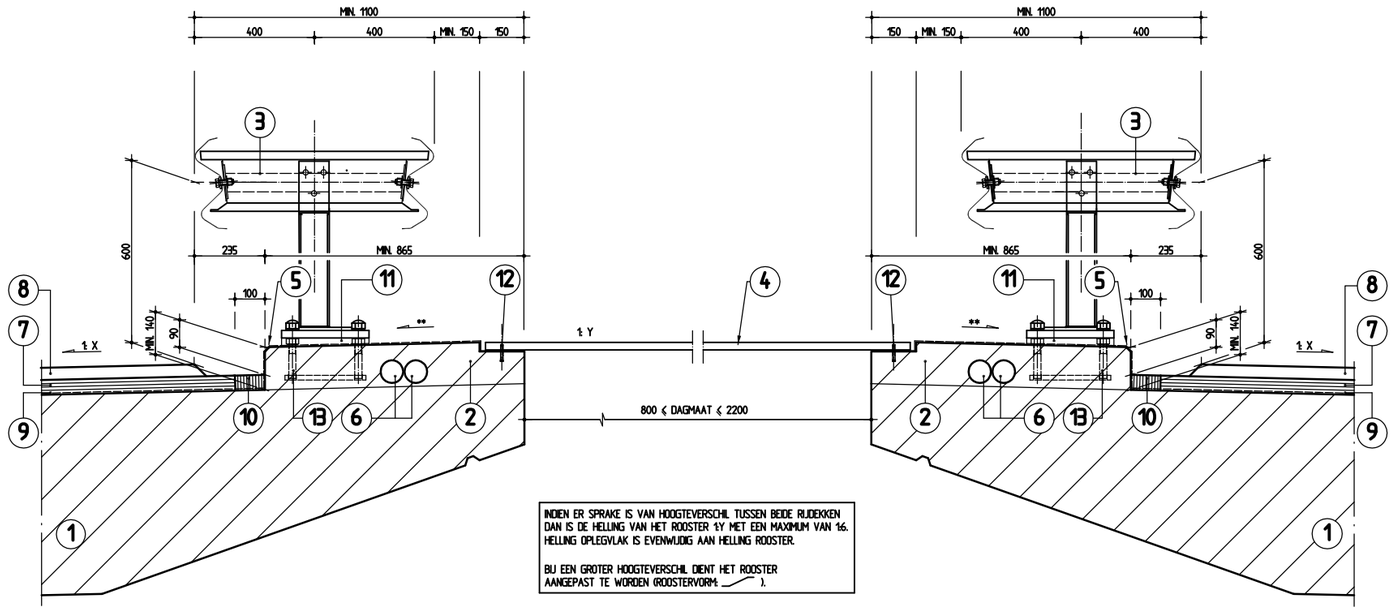
STANDAARDDETAILS

SCHAMPKANTEN
ZUIBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK EN PREFAB SCHORT MET LEUNING)

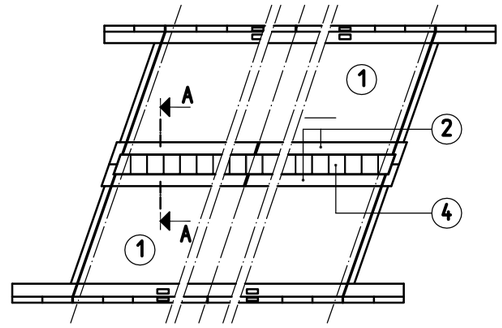
akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

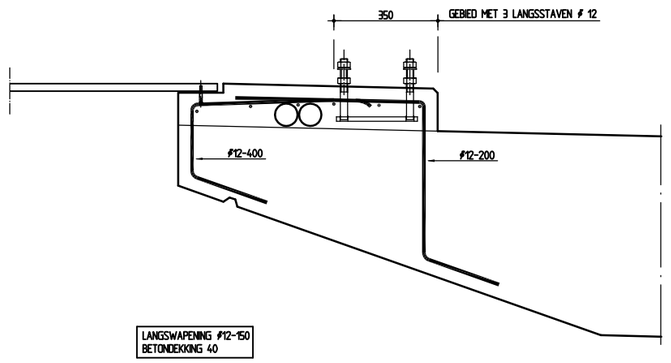
status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr. **SD-SCHAMP-02**



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

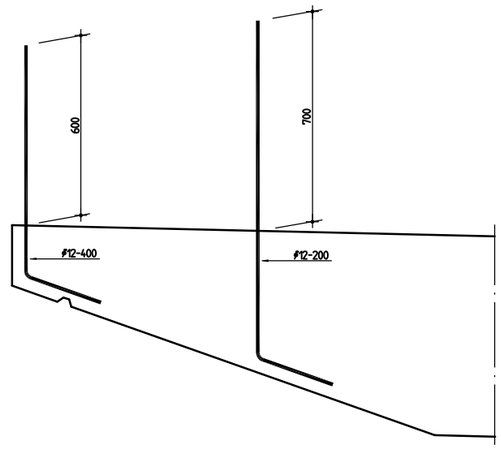


SITUATIE
SCHAAL 1: 200



LANGSWAPENING ∅12-150
BETONDEKKING 40

DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE A"-A"
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	VLP-2R-133-80 L/R
4	ROOSTERS	STAAL	
5	VELLINGKANT		15 x 15
6	KABELDOORVOER	PVC	∅90/85,6
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN. D= 50
11	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
12	ANKER (MET BOUT EN SLUITRING)	SLAGANKER	M8 BOORGAT ∅10
13	ANKER (TYPE K)	STAAL	M24

OPMERKINGEN :

- POS. 2 ; ** DE HELLING IN DE SCHAMPSTROOK IS 1:X MET EEN MINIMUM VAN 1: 50.
- POS. 12 EN 4 ; VOOR ROOSTERS (INCL. BEVESTIGING) ZIE SD-LUK-004
- GETEKENDE MAATVOERING IS VOOR ZOAB (pos. 8) DIKTE 40 MM.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling

afdeling
Civiele Techniek

bureau uitbesteding

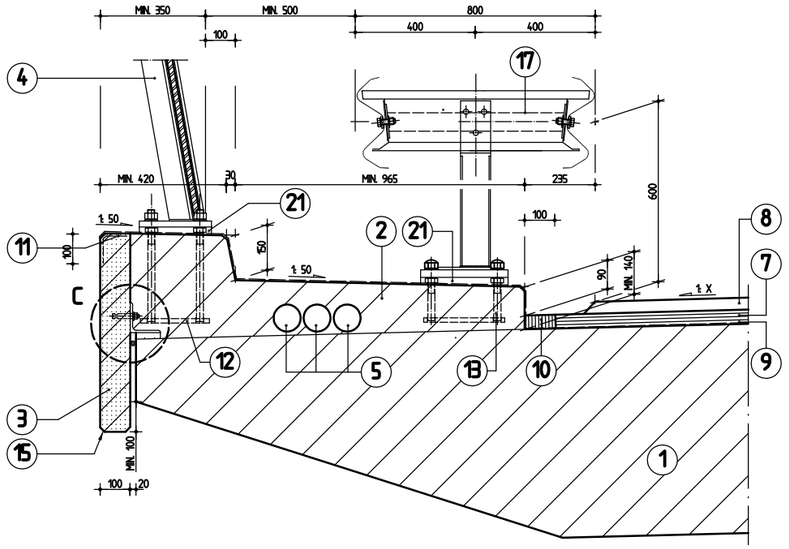
STANDAARDDETAILS

SCHAMPKANTEN
TUSSENBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK MET GELEIDERAILCONSTRUCTIE
EN ROOSTERS TUSSEN RIJDEKKEN)

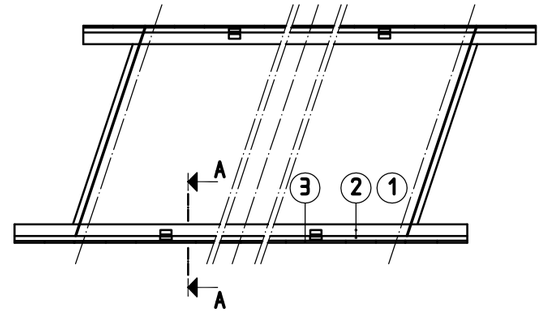
afd. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

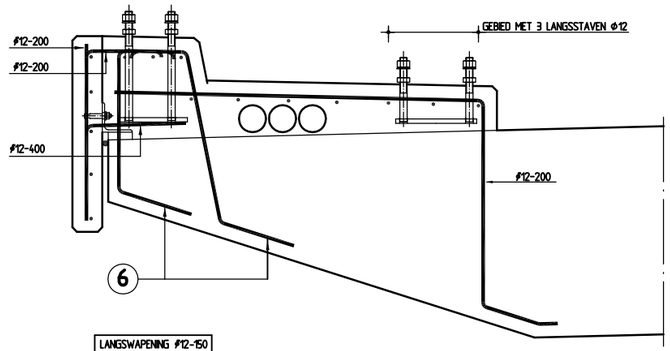
status **DEFINITIEF** | versie **0** | reg.nr. **SD-SCHAMP-03**



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

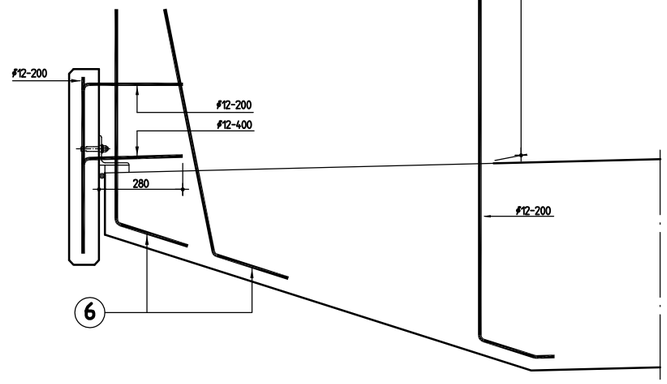


SITUATIE
SCHAAL 1: 200



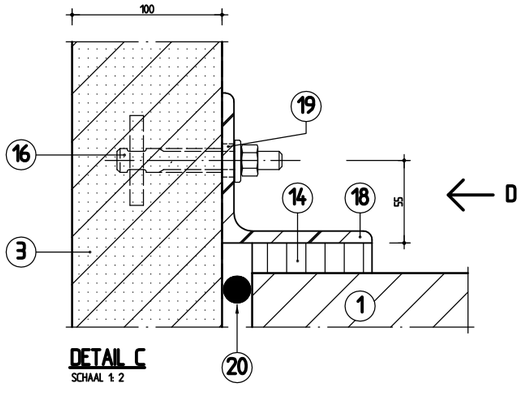
LANGSWAPENING Ø12-150
BETONDEKKING 40

DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10

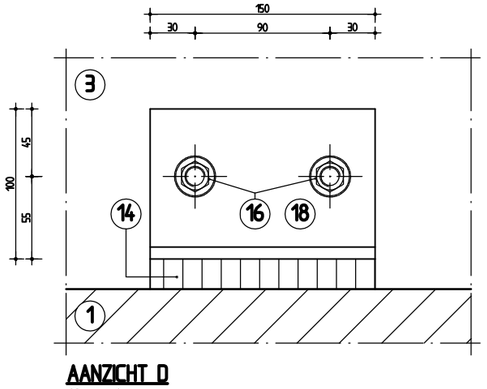


DOORSNEDE A"-A"
SCHAAL 1: 10

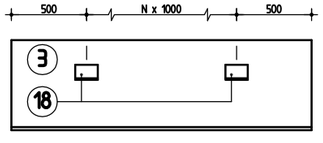
TOELICHTING			
POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. SCHORT	GEWAPEND BETON	
4	GELUIDWEREND SCHERM	AFHANKELIJK VAN TYPE	AFHANKELIJK VAN TYPE
5	KABELDOORVOER	PVC	Ø90/85.6
6	STEKKEN	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE GELUIDWEREND SCHERM
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN. D= 50
11	VOEGVULLING	KIT OP RUGVULLING	MIN. D= 10
12	ANKER	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE GELUIDWEREND SCHERM
13	ANKER (TYPE K)	STAAL	M24
14	ONDERSABELING	SPECIE	MIN. D= 25
15	VELLINGKANT		15 x 15
16	BETONSCHROEFHULS (MET DRAADEIND, SLUITRING EN ZESKANTMOER)	TYPE VEMO 1074-A	M12
17	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	VLP-2R-133-80 L/R
18	HOEKSTAAL	STAAL	L 100 x 100 x 8
19	RUIMEND GAT		Ø22
20	VULLING (OOK TUSSEN SCHORTEN)	KUNSTSTOF	
21	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25



DETAIL C
SCHAAL 1: 2



AANZICHT D
SCHAAL 1: 2



MAATVOERING HOEKSTALEN
SCHAAL 1: 20

OPMERKINGEN :

- STANDAARD LENGTE PREFAB SCHORTEN (INCL. VOEG) MIN. 2000 EN MAX. 4000.
- PREFAB SCHORTEN T.P.V. VOEGOVERGANGEN ≤ STANDAARTLENGTE.
- VOEG TUSSEN DE PREFAB. SCHORTEN IS MIN. 10.
- DE KOPSE KANT VAN DE PREFAB SCHORTEN HEEFT GEEN VELLINGKANTEN.
- GETEKENDE MAATVOERING IS VOOR ZOAB (pos. 8) DIKTE 40 MM.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

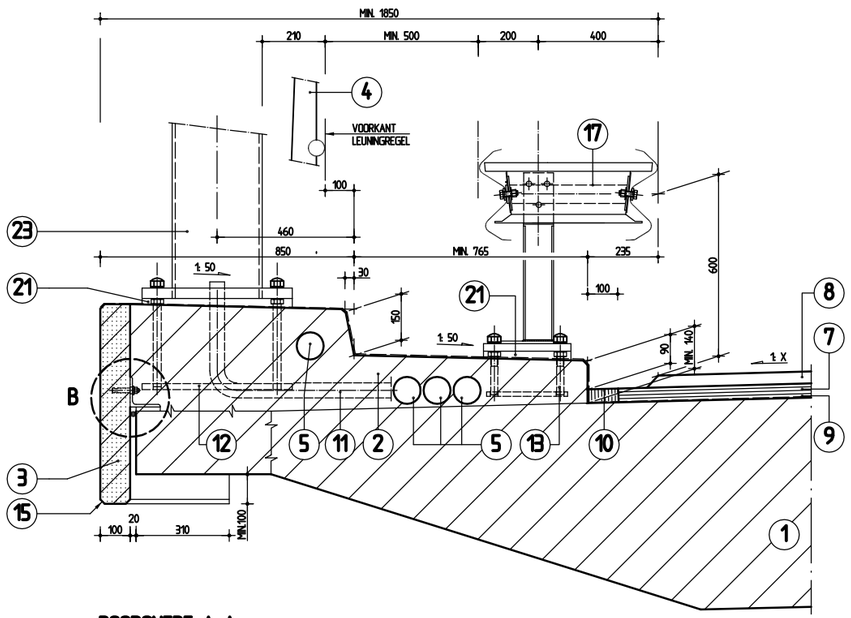
bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

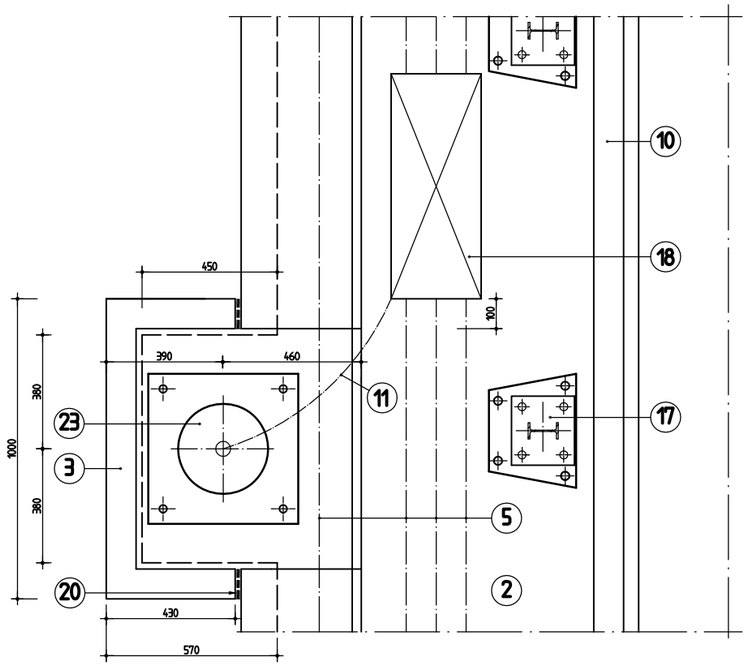
SCHAMPKANTEN
ZUIBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK EN PREFAB SCHORT MET GELEIDERAILCONSTRUCTIE EN GELUIDWEREND SCHERM)

afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

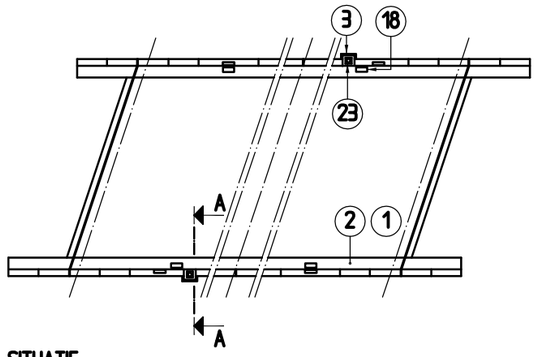
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-SCHAMP-04



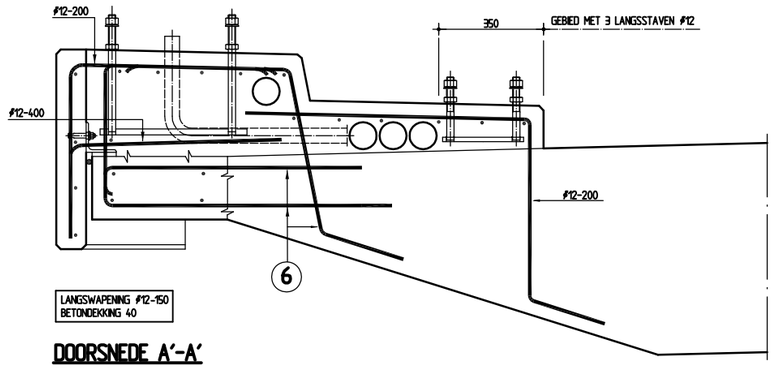
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 10

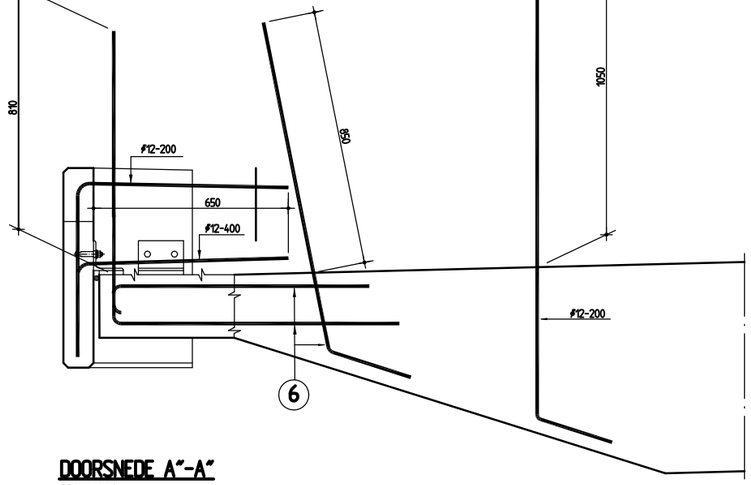


SITUATIE
SCHAAL 1: 200

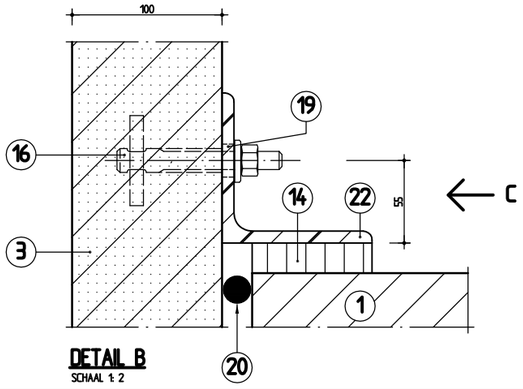


LANGSWAPENING #12-150
BETONDEKKING 40

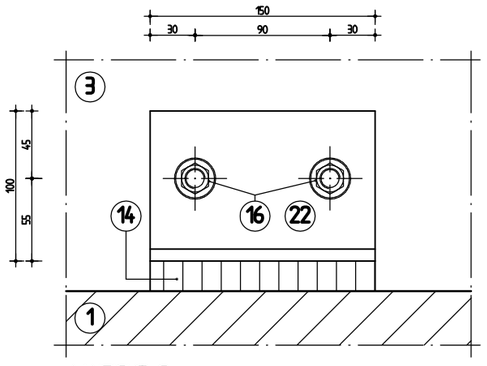
DOORSNEDE A'-A'
SCHAAL 1: 10



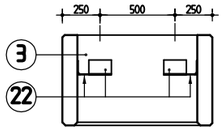
DOORSNEDE A"-A"
SCHAAL 1: 10



DETAIL B
SCHAAL 1: 2



AANZICHT C
SCHAAL 1: 2



MAATVOERING HOEKSTALEN
SCHAAL 1: 20

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	PREFAB. SCHORT	GEWAPEND BETON	
4	LEUNING	STAAL	
5	KABELDOORVOER	PVC	ø90/85.6
6	STEKKEN	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE LICHTMAST
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D= 50
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D= 50
11	KABELDOORVOER	PVC	MAX: ø50 / 43.6
12	ANKER	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE LICHTMAST
13	ANKER (TYPE K)	STAAL	M24
14	ONDERSABELING	SPECIE	MIN: D= 25
15	VELLINGKANT		15 x 15
16	BETONSCHROEFHULS (MET DRAADEIND, SLUITRING EN ZESKANTMOER)	TYPE VEMO 1074-A	M12
17	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	VLP-1R-133-60 L/R
18	TREKPUT	STAAL	
19	RUIMEND GAT		ø22
20	VULLING (OOK TUSSEN SCHORTEN EN PREFAB. RANDELEMENTEN)	KUNSTSTOF	
21	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
22	HOEKSTAAL	STAAL	L 100 x 100 x 8
23	LICHTMAST	STAAL / ALUMINUM	AFHANKELIJK VAN TYPE

OPMERKINGEN :

- STANDAARD LENGTE PREFAB SCHORTEN (INCL. VOEG) MIN. 2000 EN MAX. 4000.
- PREFAB SCHORTEN T.P.V. VOEGOVERGANGEN ≤ STANDAARTLENGTE.
- VOEG TUSSEN DE PREFAB. SCHORTEN IS MIN. 10.
- DE KOPSE KANT VAN DE PREFAB SCHORTEN HEEFT GEEN VELLINGKANTEN.
- GETEKENDE MAATVOERING IS VOOR ZOAB (pos. 8) DIKTE 40 MM.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst — hoofdafdeling — afdeling Civiele Techniek — bureau uitbesteding

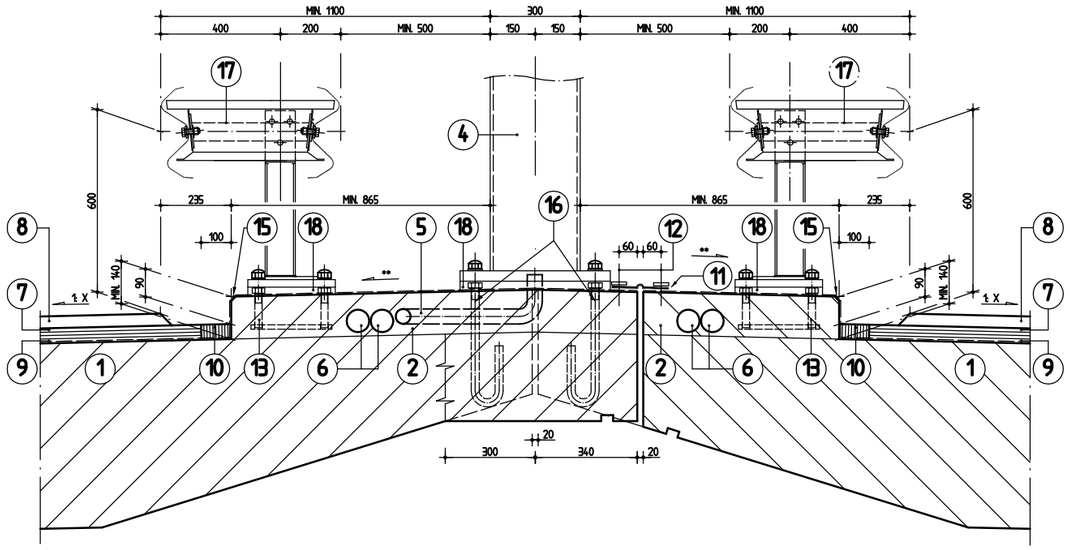
STANDAARDDETAILS

SCHAMPKANTEN
ZIJBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK EN PREFAB SCHORT MET
GELEIDERAILCONSTRUCTIE, LEUNING EN LICHTMAST)

sbk. par. — behoort bij — in bladen, blad nr. — formaat A1 — schaal zie tekening

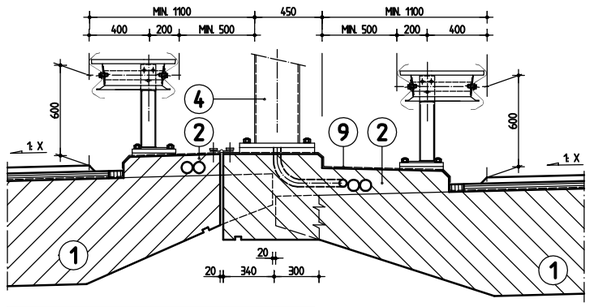
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

status DEFINITIEF — versie 0 — reg.nr. SD-SCHAMP-05



DOORSNEDE A-A

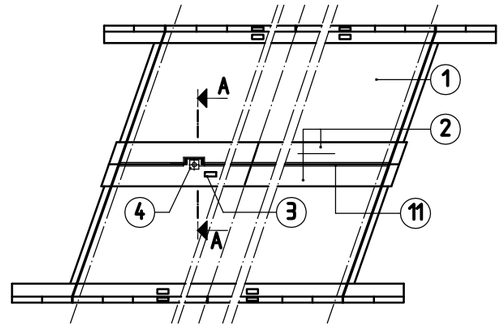
SCHAAL 1: 10



PRINCIPESCHEMA TUSSENBERMCONSTRUCTIE MET VERHOOGDE OPSTORT VAN SCHAMPSTROOK TER PLAATSE VAN LICHTMAST

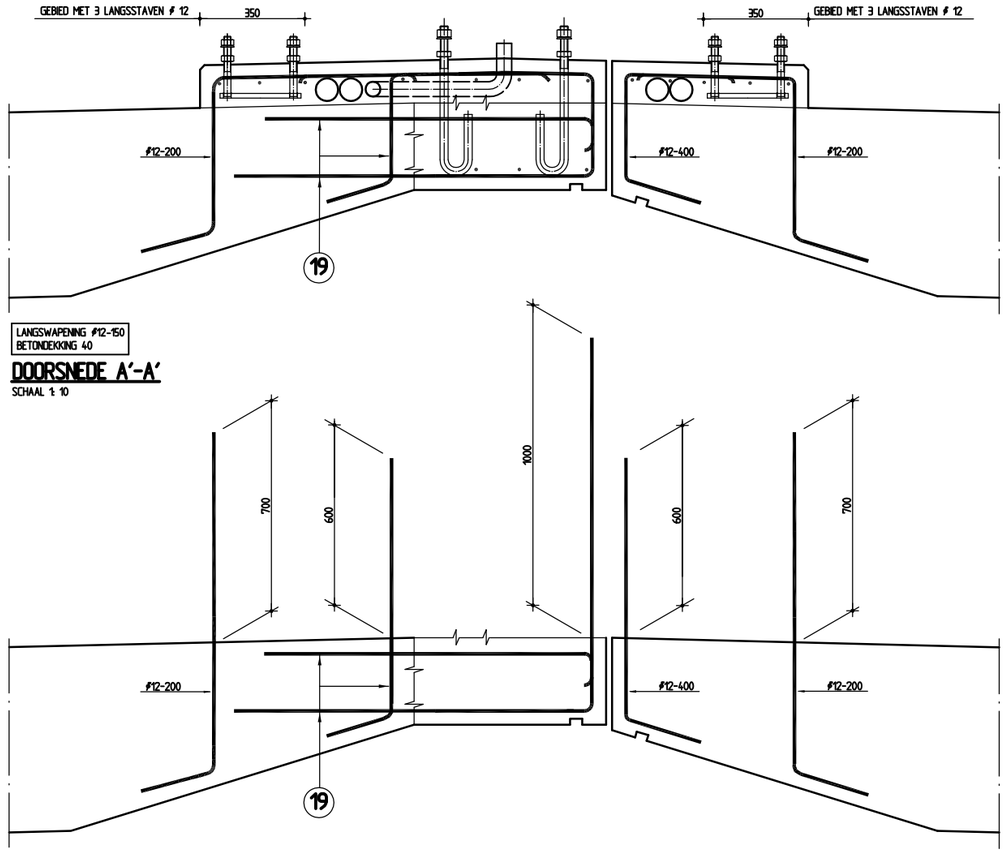
DOORSNEDE A-A (variant)

SCHAAL 1: 20



SITUATIE

SCHAAL 1: 200



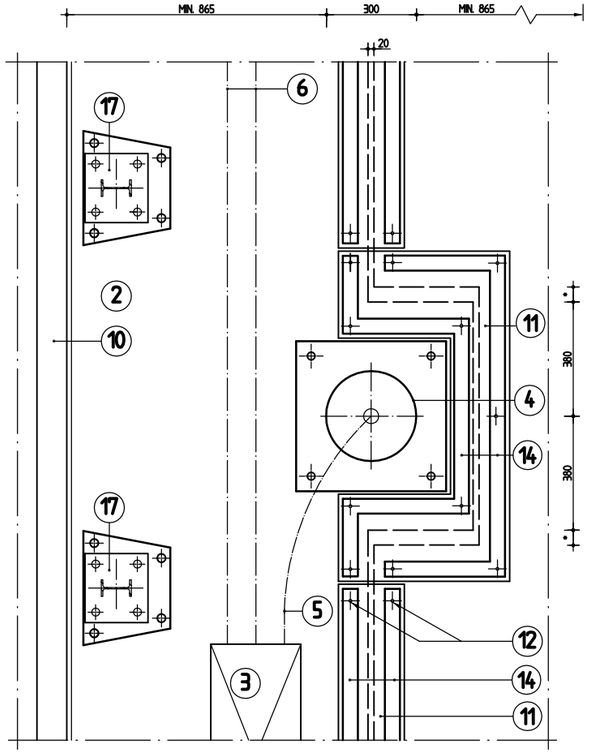
LANGSWAPENING ⌀12-150
BETONDEKKING 40

DOORSNEDE A'-A'

SCHAAL 1: 10

DOORSNEDE A"-A"

SCHAAL 1: 10



* MAAT AFHANKELIJK VAN ONDERLINGE VERPLAATSING VAN RUDEKKEN

BOVENAANZICHT

SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	TREKPUT	STAAL	DAGMAAT 300 x 750
4	LICHTMAST	STAAL / ALUMINUM	AFHANKELIJK VAN TYPE
5	KABELDOORVOER	PVC	⌀50/43.6
6	KABELDOORVOER	PVC	⌀90/85,6
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D= 50
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
10	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D= 50
11	AFDICHTING	RUBBER	
12	ANKER (MET BOUT EN SLUITRING)	SLAGANKER	M8 BOORGAT ⌀10
13	ANKER (TYPE K)	STAAL	M24
14	STRIP	STAAL	50 x 6 x L GATEN ⌀9 H.O.H. 500
15	VELLINGKANT		15 x 15
16	ANKER	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE LICHTMAST
17	GELEIDERAILCONSTRUCTIE	STAAL	VLP-1R-133-60 L/R
18	ONDERSABELING	KRIMPARME MORTEL	DIKTE ca. 25
19	STEKKEN	STAAL	AFHANKELIJK VAN TYPE LICHTMAST

OPMERKINGEN :

- POS. 2 ; ** DE HELLING IN DE SCHAMPSTROOK IS 1 : X MET EEN MINIMUM VAN 1 : 50.
- GETEKENDE MAATVOERING IS VOOR ZOAB (pos. 8) DIKTE 40 MM.
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

hoofdafdeling
Rijkswaterstaat
afdeling
Civiele Techniek

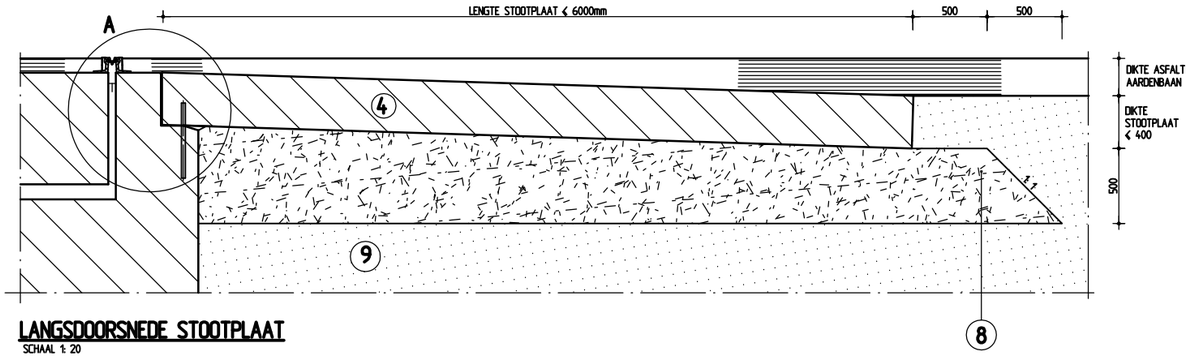
bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

SCHAMPKANTEN
TUSSENJBERMCONSTRUCTIES
(SCHAMPSTROOK MET GELEIDERAILCONSTRUCTIE EN LICHTMAST)

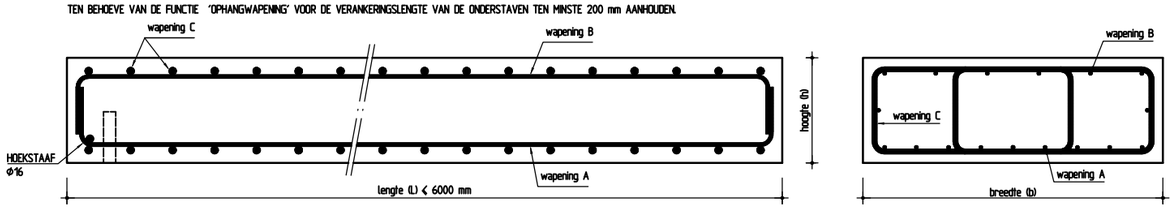
afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

gezakend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-SCHAMP-06



LANGSDOORSNEDE STOOTPLAAT
SCHAAL 1: 20

TEN BEHOEVE VAN DE FUNCTIE 'OPHANGWAPENING' VOOR DE VERANKERINGSLENGTE VAN DE ONDERSTAVEN TEN MINSTE 200 mm AANHOUDEN.

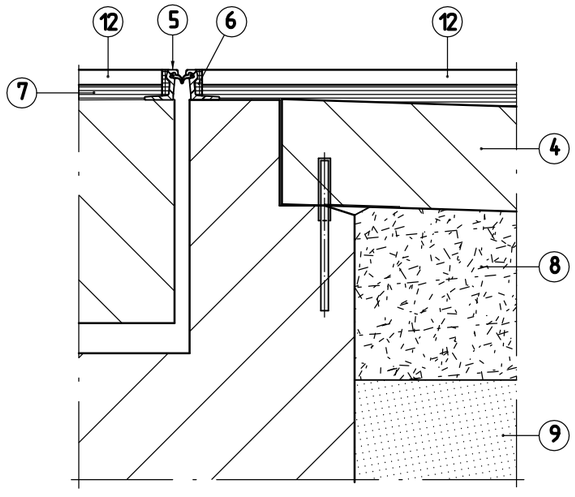


WAPENINGCONFIGURATIE STOOTPLATEN BREEDTE (b) = 1000 mm
SCHAAL 1: 10

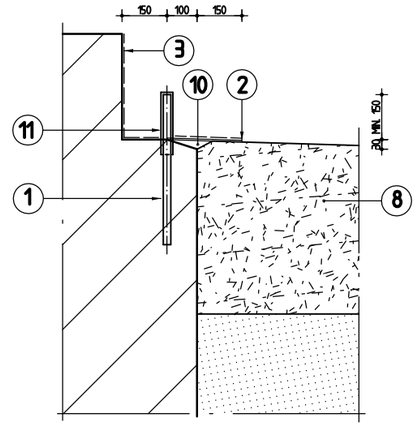
DE WAPENING IS BEPAALD ONDER VERKEERSBELASTING CONFORM NEN 6706, ZWAARSTE VERKEERSBELASTING BIJ EEN DEKKING VAN C= 35 mm.

h mm	b mm	L mm	Wap. A	Wap. B	Wap. C beugels
200	1000	2000	8Ø20	6Ø16	4sn. Ø10-125
250	1000	3000	8Ø25	6Ø16	4sn. Ø12-150
300	1000	4000	10Ø25	6Ø20	4sn. Ø12-200
350	1000	5000	11Ø25	6Ø20	4sn. Ø12-200
400	1000	6000	9Ø32	6Ø20	4sn. Ø12-250

VOOR OVERIGE STOOTPLAAT / STOOTVLOER BREEDTE DIENT DE WAPENING ZELF BEPAALD TE WORDEN.



DETAIL A
SCHAAL 1: 10



DETAIL STOOTPLAAT OPLEGGING
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	DOOK	STALEN Feb 500	Ø25, LG 500 H.O.H. 500
2	TRIPLEX	GEPERSTE HOUT	D= 4 mm + PLAKFOLIE 0,3 mm
3	ONTHECHTINGSMIDDEL		
4	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	
5	VOEGOVERGANG		
6	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	BREEDTE 25 mm
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50 mm
8	GESTABILISEERD ZAND	175 KG CEMENT / m3	
9	AARDEBAAN	ZAND / WEGFUNDERING	
10	HOLLE RUIMTE		
11	DENSOBAND		
12	WEGVERHARDING	ZOAB	

OPMERKINGEN :

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

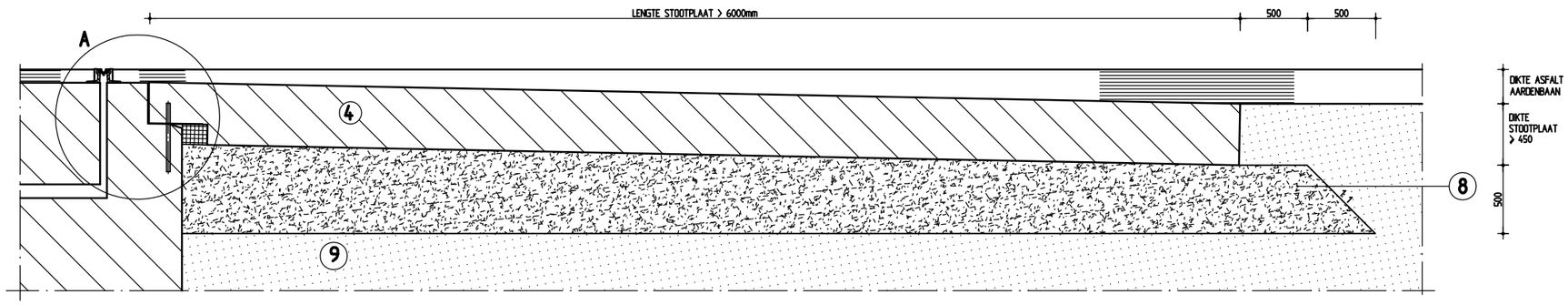
OVERGANGSCONSTRUCTIES

STOOTPLAAT TER PLAATSE GESTORT (L ≤ 6000)

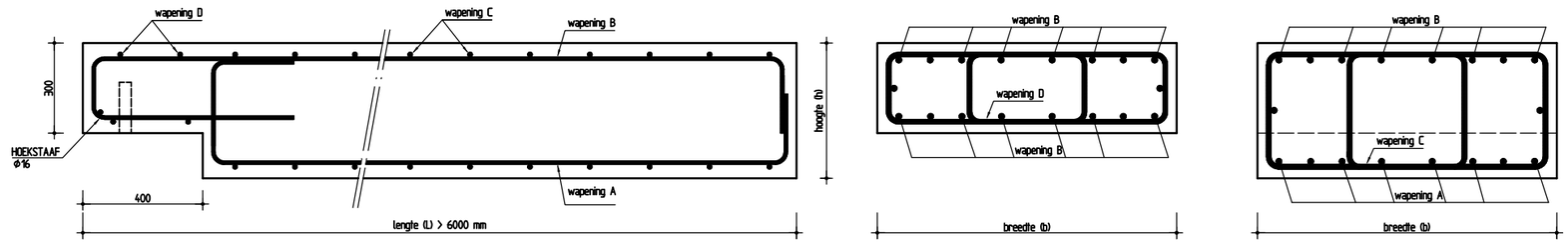
afk. RWS BD par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

status DEFINITIEF | versie 0 | reg.nr. SD-STOOT-01



LANGSDOORSNEDE STOOTPLAAT
SCHAAL 1: 20

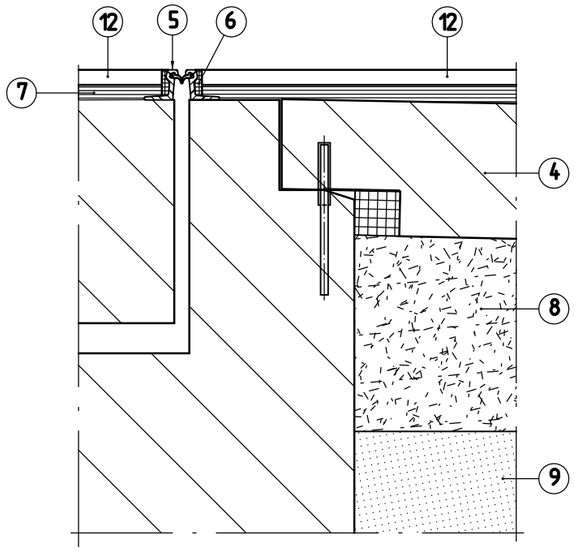


WAPENINGCONFIGURATIE STOOTPLATEN BREEDTE (b) = 1000 mm
SCHAAL 1: 10

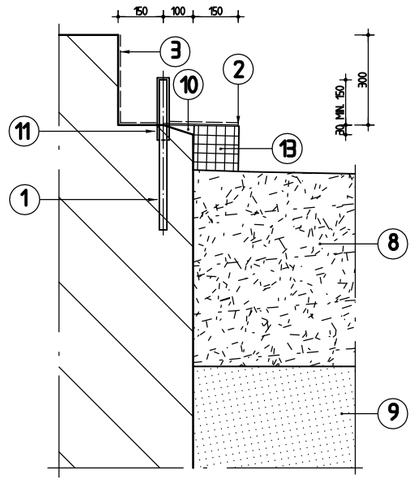
DE WAPENING IS BEPAALD ONDER VERKEERSBELASTING CONFORM NEN 6706, ZWAARSTE VERKEERSBELASTING BIJ EEN DEKKING VAN C= 35 mm.

h mm	b mm	L mm	Wap. A	Wap. B	Wap. C beugels plaat	Wap. D beugels in tand
450	1000	8000	11Ø32	6Ø25	4sn. Ø12-250	2sn. Ø12-200
550	1000	10000	12Ø32	6Ø25	4sn. Ø12-250	4sn. Ø12-200
650	1000	12000	13Ø32	6Ø25	4sn. Ø12-250	4sn. Ø12-200

VOOR OVERIGE STOOTPLAAT / STOOTVLOER BREEDTE DIENT DE WAPENING ZELF BEPAALD TE WORDEN.



DETAIL A
SCHAAL 1: 10



DETAIL STOOTPLAAT OPLEGGING
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
	DOOK	STALEN Feb 500	Ø25, LG 500 H.O.H. 500
2	TRIPLEX	GEPERSTE HOUT	D= 4 mm + PLAKFOLIE 0,3 mm
3	ONTHECHTINGSMIDDEL		
4	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	
5	VOEGOVERGANG		
6	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	BREEDTE 25 mm
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50 mm
8	GESTABILISEERD ZAND	175 KG CEMENT / m3	
9	AARDEBAAN	ZAND / WEGFUNDERING	
10	HOLLE RUIMTE		
11	DENSOBAND		
12	WEGVERHARDING	ZOAB	
13	TEMPEX		

OPMERKINGEN :

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat Bouwdienst
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

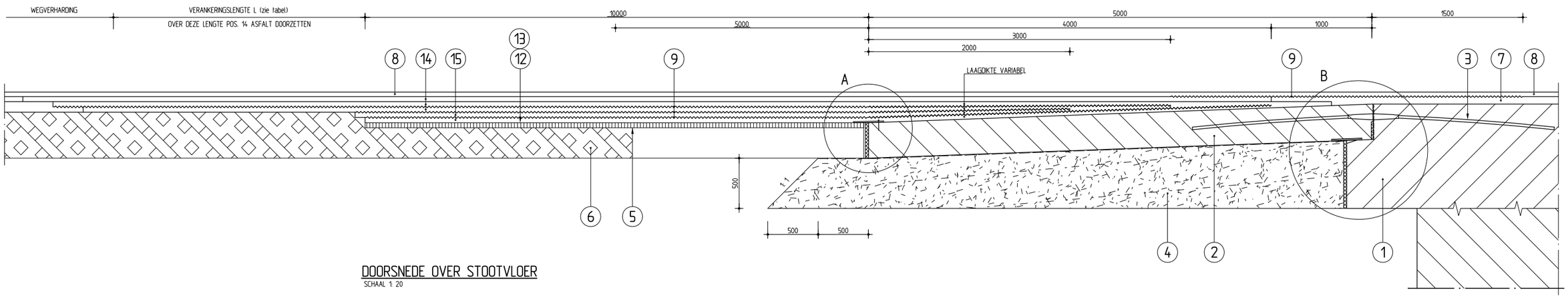
STANDAARDDETAILS

OVERGANGSCONSTRUCTIES

STOOTPLAAT TER PLAATSE GESTORT (L > 6000)

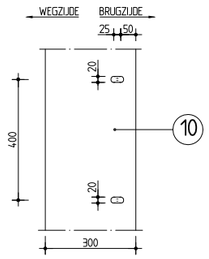
afk. RWS BD par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode	
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode	
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode	
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr. SD-STOOT-02	



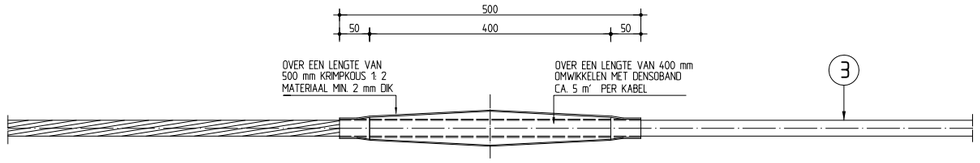
DOORSNEDE OVER STOOTVLOER

SCHAAL 1: 20



AANZICHT C

SCHAAL 1: 10



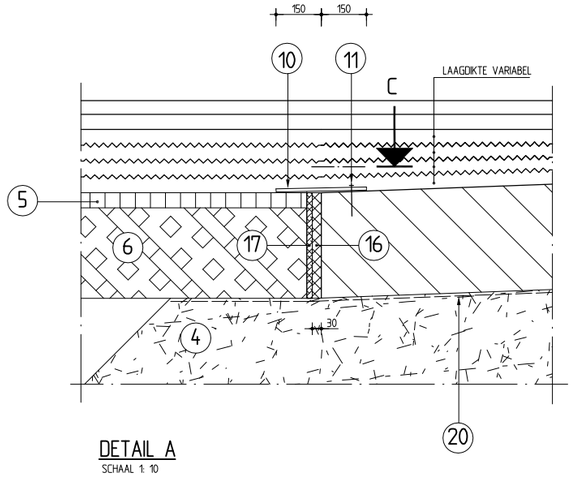
DETAIL OMKLEDING KOPPELING (KABEL H.O.H. AFSTAND = GEMIDDELD 700)

SCHAAL 1: 5

temperatuurbeweging t.p.v. einde stootvloer zomer - winter per zijde (mm)	minimale dikte totale asfaltpakket (incl. deklaag) (mm)	minimale aantal lagen pos. 15	minimale aantal lagen pos. 14	minimale aantal lagen pos. 9	verankerings-lengte L (m)
< 5	afhankelijk van verkeersbelasting	geen extra voorzieningen			
5 - 7	afhankelijk van verkeersbelasting	alleen pos. 3			
7 - 9	ca. 200	1	2	1	-
9 - 14	ca. 250	2	2	2	-
14 - 19	ca. 300	2	3	3	5
19 - 22	ca. 350	3	3	4	10
22 - 25	ca. 350	3	3	5	15

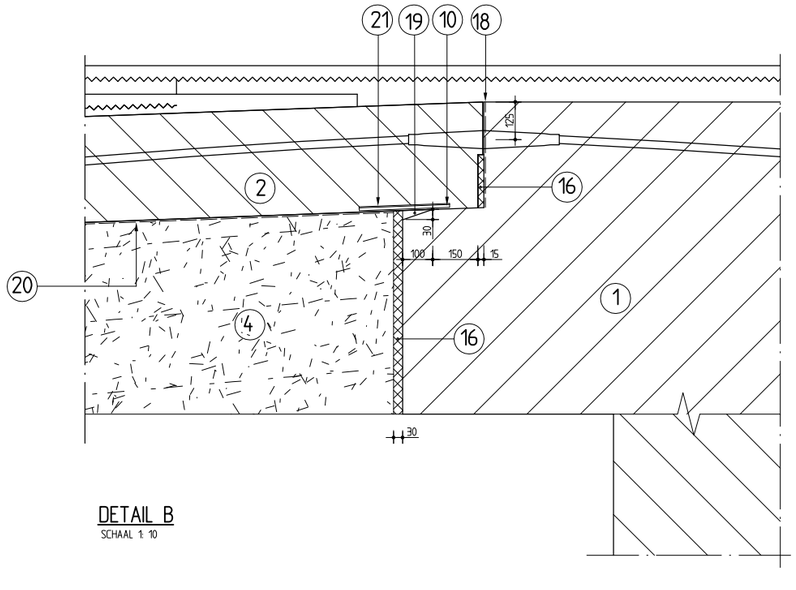
TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	(SEMI) INTEGRAAL KUNSTWERK	VOORGESPANNEN BETON / GEWAPEND BETON	
2	STOOTVLOER	GEWAPEND BETON	MIN. 5000 x 350
3	KABEL	RVS AISI 316	1x 19 DRADEN, Φ=22, LENGTE=3500
4	GESTABILISEERD ZAND	175 KG CEMENT / M3	
5	WERKVLOER	ASFALT	MIN. D= 50 mm
6	WEGFUNDERING	GRANULAAT	
7	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D= 50 mm
8	WEGVERHARDING	ZOAB	
9	ASFALTVERHARDING	GLASGRID 8501	
10	PLAAT	STAAL	300 x 10 x L
11	ANKER (MET BOUT EN SLUITRING)	STAAL	M 16, BOORGAT Φ20
12	KLEEFLAAG	EMUFLEX N	0,8 KG / m2
13	GLULAAG	SAMISEAL	2,5 KG / m2
14	GEMODIFICEERD WEGVERHARDING	STAB 0/16 MET SFBF-90 BITUMEN	D= 50
15	GEMODIFICEERD WEGVERHARDING	THERMIFALT	D= 50
16	DENSIT-FOAM	TA TYPE 4000	
17	MULTIPLEX	GEPERSTE HOUT	D= 18 mm
18	ONTHECHTINGSMIDDEL		
19	HOLLE RUIMTE		
20	FOLIE	HDPE	D= 2 mm
21	MULTIPLEX	GEPERSTE HOUT	D= 4 mm + PLAKFOLIE 0,3 mm



DETAIL A

SCHAAL 1: 10



DETAIL B

SCHAAL 1: 10

OPMERKINGEN :

- POS. 12: AFSTRODIEN MET DROOG BREKERZAND
- POS. 13: AFSTRODIEN MET CA. 10 KG / m2 STEENSLAG 8/16 (± 50% OPPERVLAK BEDEKT)
- POS. 13: AANBRENGEN OP POS.12 OVER GEHEEL OPPERVLAK POS. 2 EN POS. 5.
- OP POS. 9: HECHTLAAG AANBRENGEN 1,5 KG / m2 SAM-C 30 AFGESTROOID MET CA. 8 KG / m2 STEENSLAG 8/11 (± 50% OPPERVLAK BEDEKT).
- ALLE STALEN ONDERDELEN THERMISCH VERZINKEN.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling
Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

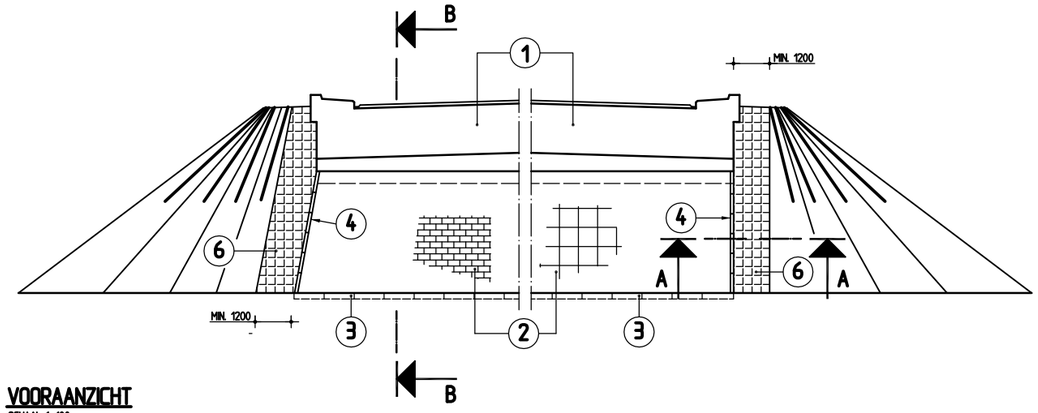
OVERGANGSCONSTRUCTIES

VOEGLOZE OVERGANG VOOR (SEMI) INTEGRALE KUNSTWERKEN

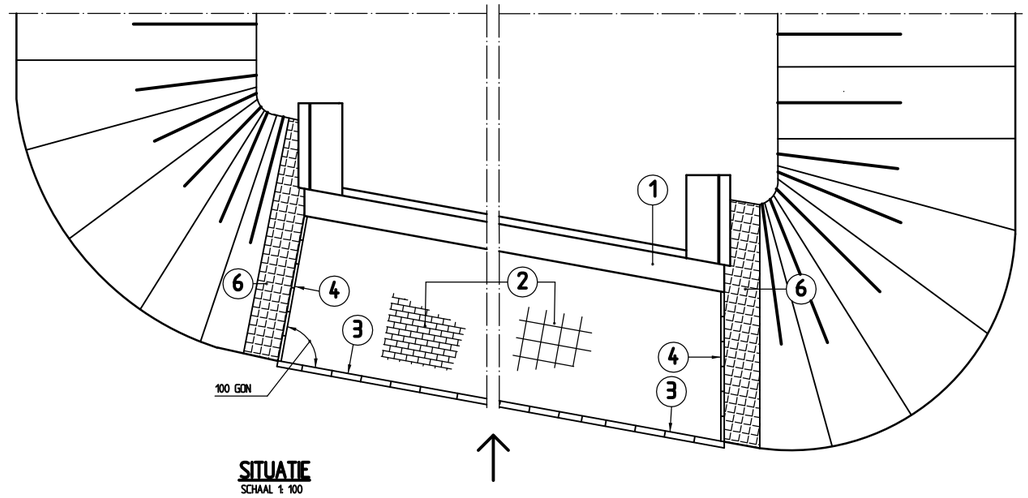
akk: RWS BD par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-04-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-04-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-04-2008	diensicode

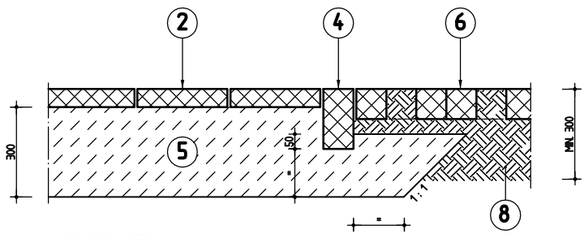
status DEFINITIEF versie 1 rtg.nr. SD-STOOT-03



VOORAANZICHT
SCHAAL 1: 100



SITUATIE
SCHAAL 1: 100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	EINDSTEUNPUNTCONSTRUCTIE	GEWAPEND BETON	
2	TALUDBEKLEDING	TEGELS: BETON KLINKERS: BETON OF BAKSTEEN	STANDAARD LEVERANCIER
3	PREFAB. OPSLUITBAND	BETON	200 x 250 x LENGTE
4	PREFAB. OPSLUITBAND	BETON	100 x 200 x LENGTE
5	VULLAAG	GESTABILISEERD ZAND	D= 300
6	TALUDBEKLEDING	GRASBETON - STENEN TEGELS	STANDAARD LEVERANCIER
7	WERKVLOER	ONGEWAPEND BETON	
8	BEKLEDING	TEELAARDE	
9	VULLING	ZAND- CEMENTMENGSEL	

OPMERKINGEN :

Rijkswaterstaat
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

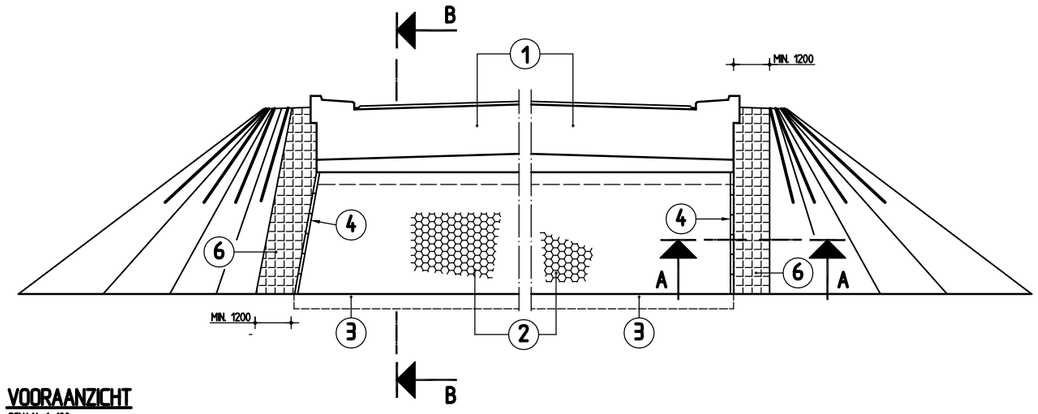
STANDAARDDETAILS

TALUDBEKLEDINGEN

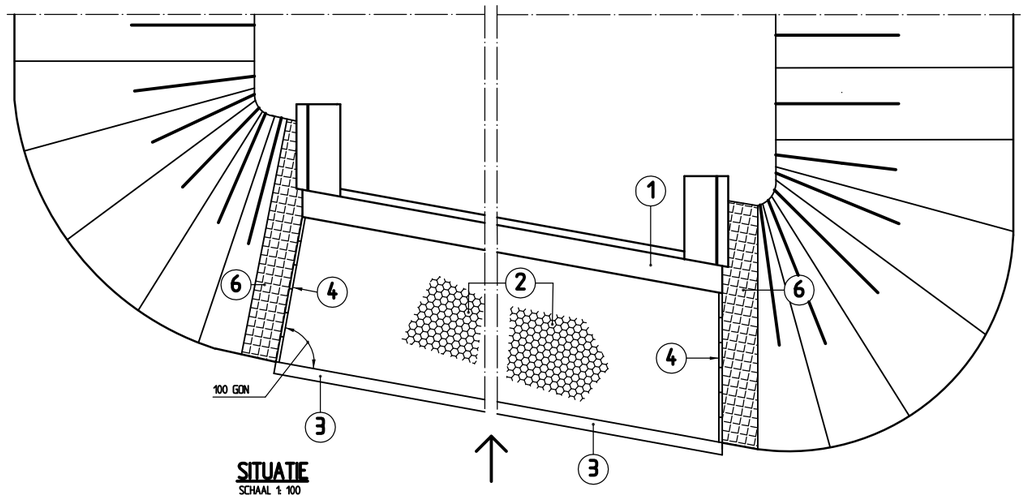
TALUDBEKLEDING:
TEGELS, KLINKERS E.D.

afd. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

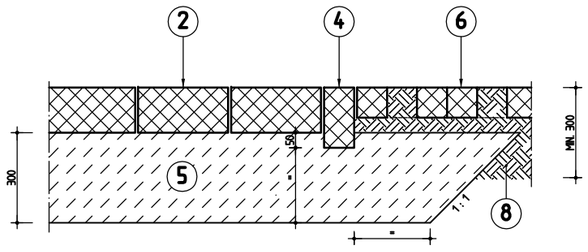
getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode
status DEFINITIEF		versie 0		reg.nr SD-TALUD-01



VOORAANZICHT
SCHAAL 1: 100



SITUATIE
SCHAAL 1: 100



DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 10

DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	EINDSTEUNPUNTCONSTRUCTIE	GEWAPEND BETON	
2	TALUDBEKLEDING	GRINDBETONZUILEN	MIN: H= 150
3	OPSLUITBALK	GEWAPEND BETON	400 x 500
4	PREFAB. OPSLUITBAND	BETON	100 x 200 x LENGTE
5	VULLAAG	GESTABILISEERD ZAND	D= 300
6	TALUDBEKLEDING	GRASBETON -STENEN -TEGELS	STANDAARD LEVERANCIER
7	WERKVLOER	ONGEWAPEND BETON	
8	BEKLEDING	TEELAARDE	
9	VULMATERIAAL	SPLIT	2/16

OPMERKINGEN :

Rijkswaterstaat Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat Bouwdienst
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

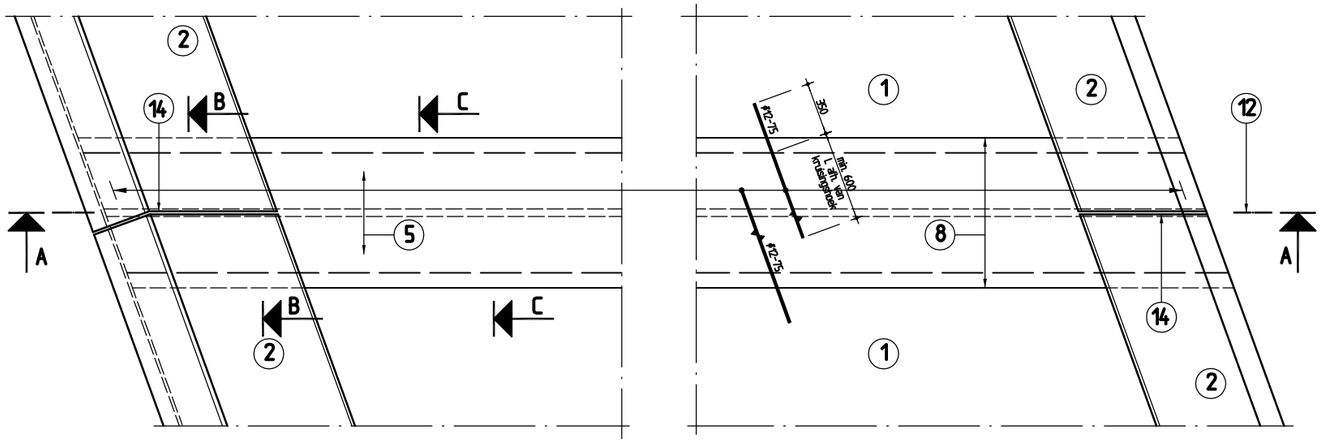
TALUDBEKLEDINGEN

TALUDBEKLEDING:
GRINDBETONZUILEN

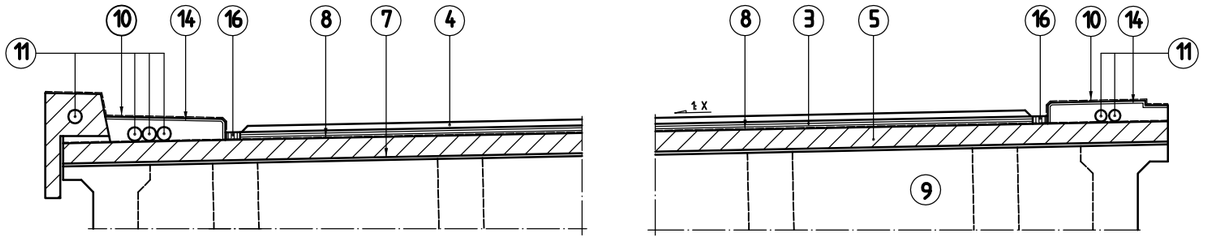
afk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

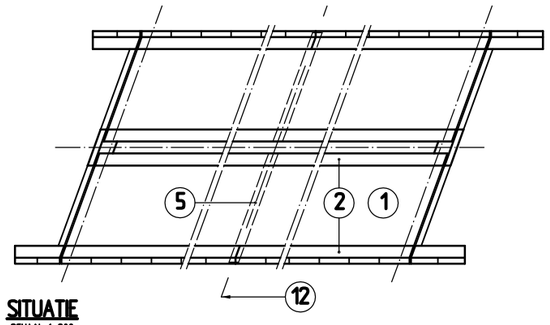
status DEFINITIEF | versie 0 | reg.nr. SD-TALUD-02



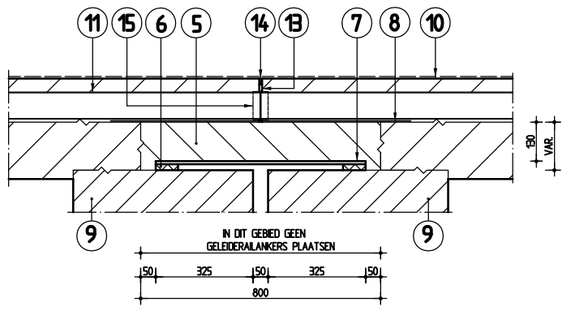
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 20



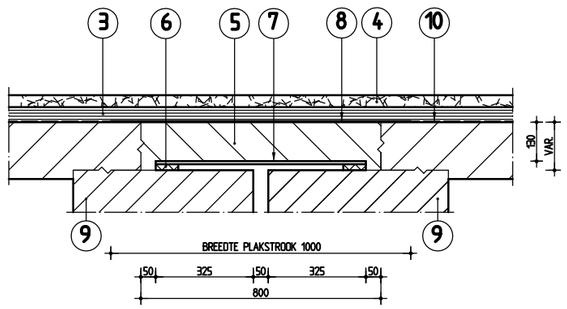
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 20



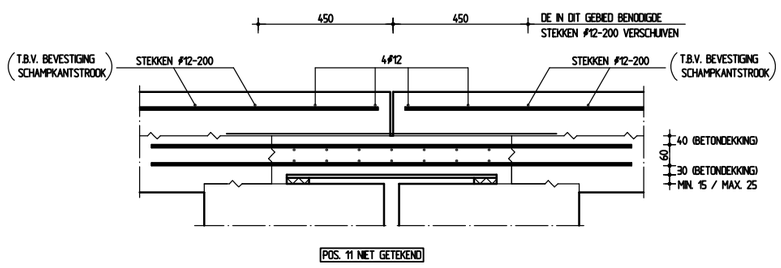
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



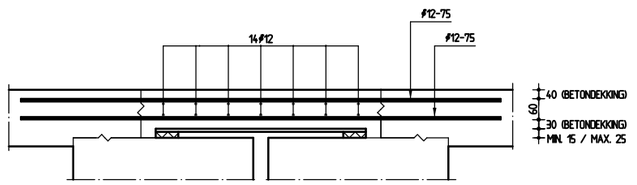
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE B'-B'
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE C'-C'
SCHAAL 1: 10

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	PREFAB VOORGESP. LIGGERS / GEW. BETON DRUKLAAG	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D=50
4	WEGVERHARDING	ZOAB	
5	BUIGSLAPPE VOEG	GEW. BETON	
6	STROOK	POLYSTYREEN	B=100
7	PLAAT	WATERVAST TRIPLEX	B=700
8	PLAKSTROOK	PLASTIKOL UDM2S	B=1000 D=5
9	DWARSDRAGER	GEW. BETON	
10	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
11	KABELDOORVOER	PVC	ø90/85.6
12	TUSSENSTEUNPUNT	GEWAPEND BETON	
13	VOEG		B=10
14	VOEGVULLING	KIT OP RUGVULLING	D=10
15	OMWIKKELING KABELDOORVOER	DENSOBAND	B=50
16	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D=50

OPMERKINGEN :

- POS. 11 T.P.V. POS 13 ONDERBREKEN

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

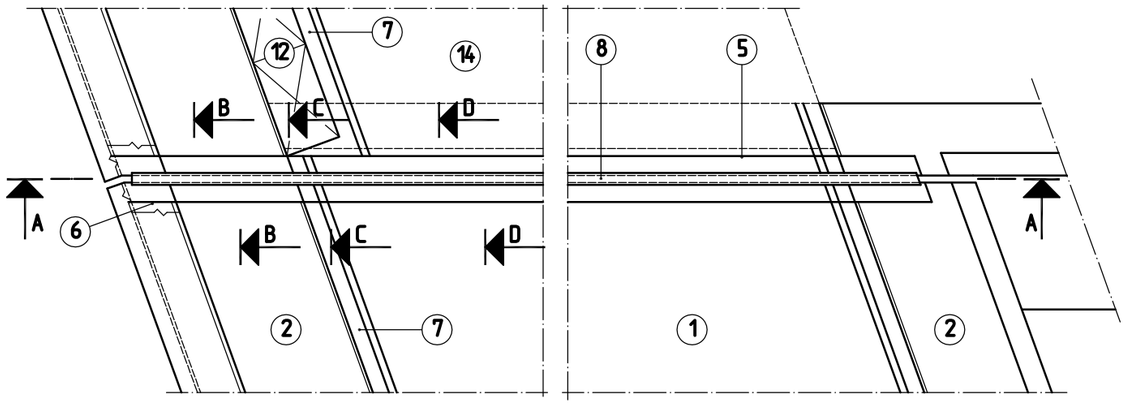
VOEGOVERGANGEN

BUIGSLAPPE VOEG T.P.V. TUSSENSTEUNPUNT

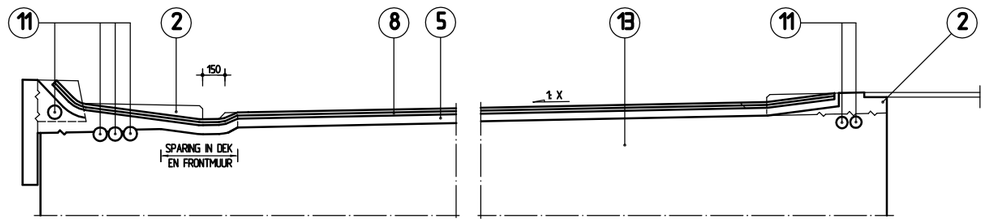
afk. RWS BD par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

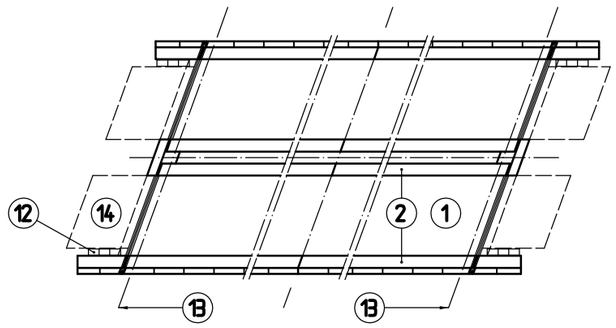
status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr. **SD-VOEG-01**



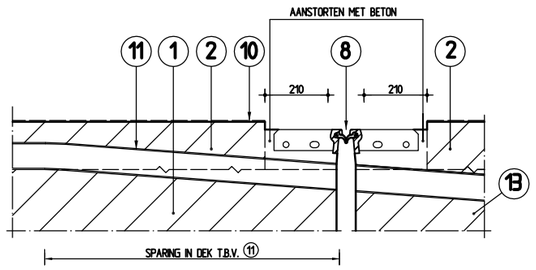
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 20



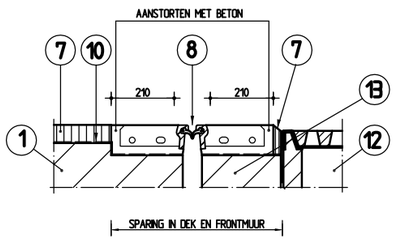
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 20



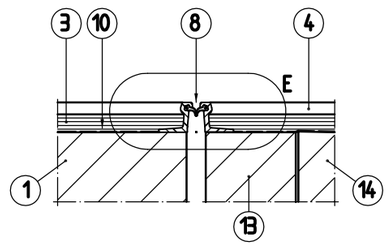
SITUATIE
SCHAAL 1: 200



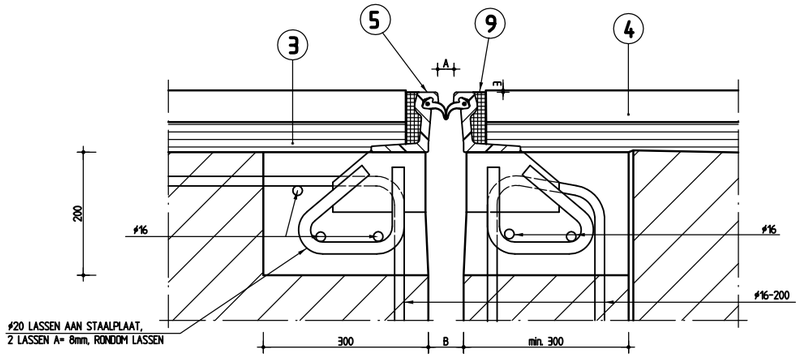
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 10



DETAIL E
SCHAAL 1: 5

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	WEGVERHARDING	DAB	MIN. D=50
4	WEGVERHARDING	ZOAB	
5	RANDPROFIEL	STAAL	
6	SPARING IN PREFAB RANDELEMENT		
7	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN. D=50
8	VOEGPROFIEL	RUBBER	AFH. VAN AFM. VOEG
9	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	BREEDTE 25
10	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
11	KABELDOORVOER	PVC	ø90/85.6
12	PREFAB GOOT		
13	EINDSTEUNPUNT	GEWAPEND BETON	
14	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	

INBOUWMATEN VOEGOVERGANG

BAND-PROFIEL	MAAT	TIJDSTIP	CONSTR. TEMPERATUUR T=-15°	T=10°	T=35°	DILATATIE-BEREIK
50	B	BIJ INBOUW VOEG	✽	55	✽	±15
	A	BIJ INBOUW VOEG	✽	35	✽	
80	B	BIJ INBOUW VOEG	✽	65	✽	±35
	A	BIJ INBOUW VOEG	✽	45	✽	

MAAT B IS T.B.V. BEKISTING FRONTWAND
✽ INVULLEN DOOR CONSTRUCTEUR

OPMERKINGEN :
- POS. 5; BOVENKANT PROFIEL 3 MM LAGER DAN AANSLUITEND ASFALT
- VOOR CONSERVERING, RUBBER, STAAL EN LASWERK ZIE NBD 00710

Ministerie van Verkeer en Waterstaat — Rijkswaterstaat Bouwdienst
hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek
bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

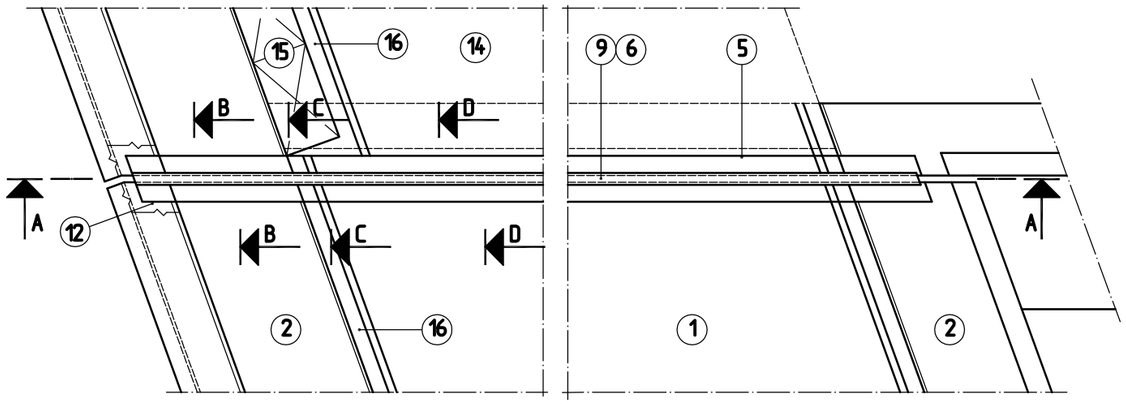
VOEGOVERGANGEN

STALEN RANDPROFIEL MET INGEKLEMDE RUBBERVOEGPROFIEL
(NIEUWBOUW)

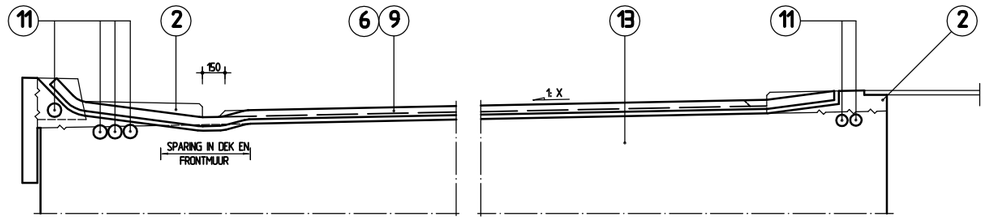
afk. RWS BD par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat: A1
schaal: zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

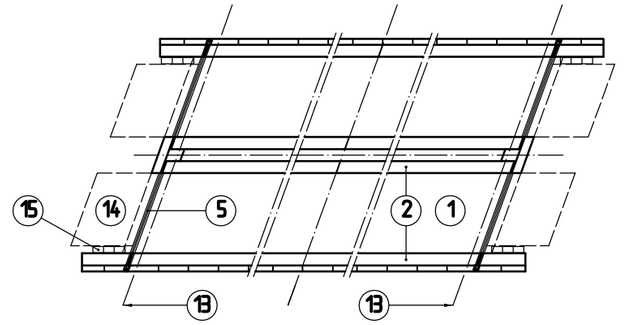
status: DEFINITIEF — versie: 0 — reg.nr.: SD-VOEG-02



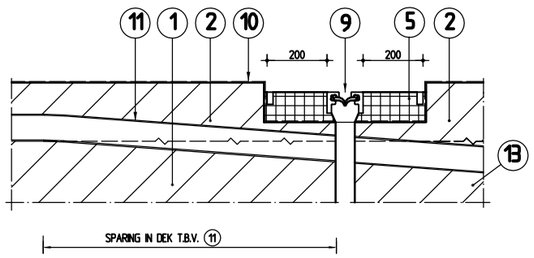
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1: 20



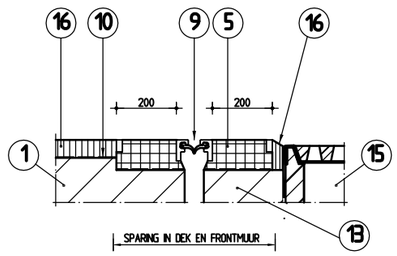
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1: 20



SITUATIE
SCHAAL 1: 200



DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1: 10

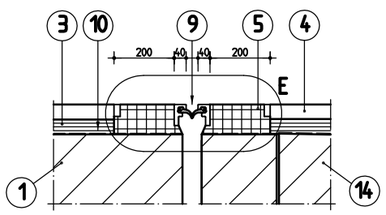
INBOUWMATEN VOEGOVERGANG						DILATATIE-BEREIK
BAND-PROFIEL	MAAT	TIJDSTIP	CONSTR. TEMPERATUUR			
			T=-15°	T=10°	T=35°	
50	B	BIJ INBOUW VOEG	*	55	*	±15
	A	BIJ INBOUW VOEG	*	35	*	
80	B	BIJ INBOUW VOEG	*	65	*	±35
	A	BIJ INBOUW VOEG	*	45	*	

MAAT B IS NIET RELEVANT BIJ RENOVATIE

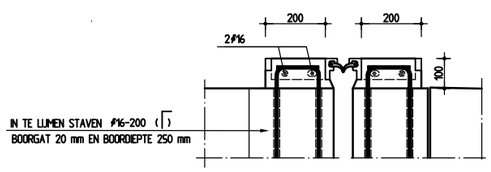
* INVULLEN DOOR CONSTRUCTEUR

TOELICHTING

POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM
1	RUBEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D=50
4	WEGVERHARDING	ZOAB	
5	VOEGOVERGANG	STAALVEZELBETON	DIKTE MIN. 100
6	RANDPROFIEL	STAAL	
7	STRIP	STAAL	180x70x20 H.O.H. 200
8	STRIP	STAAL	40 x 20
9	VOEGPROFIEL	RUBBER	AFH. VAN AFM. VOEG
10	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEVERANCIER
11	KABELDOORVOER	PVC	ø90/85.6
12	SPARING IN PREFAB RANDELEMENT		
13	EINDSTEUNPUNT	GEWAPEND BETON	
14	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	
15	PREFAB GOOT		
16	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MIN: D=50
17	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	

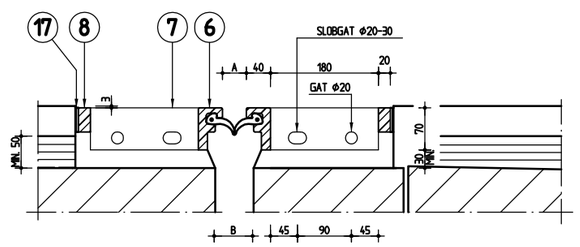


DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1: 10



DOORSNEDE D'-D'
SCHAAL 1: 10

VERANKERING BIJ C-C EN B-B IDENTIEK



DETAIL E
SCHAAL 1: 5

OPMERKINGEN :
- POS. 5; BOVENKANT 3 MM LAGER DAN AANSLUITEND ASFALT
- POS. 5; ZWARTE PIGMENT TOEVOEGEN
- POS. 7; BEVESTIGEN MET DUBBELE V-NAAD A = 8 MM RONDOM VASTLASSEN
- VOEGOVERGANG AANBRENGEN NA INZAGEN EN VERWIJDEREN POS. 3 EN 4
- VOOR CONSERVERING, RUBBER, STAAL EN LASWERK ZIE NBD 00710

Rijkswaterstaat
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Bouwdienst

hoofdafdeling
afdeling Civiele Techniek

bureau uitbesteding

STANDAARDDETAILS

VOEGOVERGANGEN

STALEN RANDPROFIEL MET INGEKLEMDE RUBBERVOEGPROFIEL
(RENOVATIE)

akk. par.
behoort bij
in bladen, blad nr.
formaat A1
schaal zie tekening

getekend	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	projectcode
gecontroleerd	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dossiercode
vrijgegeven	RWS BD	par.	d.d. 01-01-2008	dienstcode

status **DEFINITIEF** versie **0** reg.nr. **SD-VOEG-03**

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Eisen stootplaten

Doc.nr.:	RTD 1011
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	01-03-2014

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Eisen stootplaten

RTD 1011

Datum 01-03-2014
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-03-2014
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) is de opvolger van NBD 00750, de verouderde norm voor stootplaten. Stootplaten liggen bij kunstwerken om te voorkomen dat onacceptabele hellingsverschillen en hoogteverschillen in rijbanen ontstaan, en asfaltschades ontstaan ter plaatse van de overgang tussen de aan zettingen onderhevige aardenbaan en het zettingsvrije kunstwerk.

Deze RTD geeft de eisen die Rijkswaterstaat stelt aan betonnen stootplaten. Ook stootvloeren vallen daaronder. Standaard oplossingen die voldoen aan de gestelde eisen staan in RTD 1010 (Standaarddetails voor betonnen bruggen).

Dit document vervangt NBD 00750 versie 1.0 d.d. 01-02-2006.

Deze RTD is voortgekomen uit voorgenoemde NBD, invoering van Eurocodes en ROK.

Inhoud

Voorwoord 5
1 Algemeen 7
1.1 Onderwerp en toepassingsgebied 7
1.2 Leeswijzer 7
1.3 Terminologie 7
2 Overzicht verwijzingen 9
3 Eisen 10
3.1 Functionele eisen 10
3.2 Ontwerp randvoorwaarden 12
3.3 Constructief ontwerp 13
Bijlage met achtergrondinformatie 14
Restzettingen 15
Uitvoering en verdichting 15
Opsluiten aardenbanen 17
Tegenhellingen 18
Scheve kruisingen 19
Algemeen 19
Beëindigingshoek 20

1 Algemeen

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

(1) Overgangsconstructies zijn nodig omdat de weg op de aardenbaan door zetting van de ondergrond en inklinken van het zand van de aardenbaan zakt, terwijl kunstwerken meestal zettingsvrij zijn gefundeerd. Deze RTD beschrijft eisen die door Rijkswaterstaat worden gesteld aan overgangsconstructies in de vorm van betonnen stootplaten of -vloeren.

Andere typen overgangsconstructies dan stootplaten of -vloeren behoren niet tot de scope van deze RTD. Ook overgangsconstructies bij (semi)integraal bruggen behoren niet tot de scope.

(2) Deze RTD geldt niet voor het beoordelen van bestaande stootplaten of -vloeren.

(3) Deze RTD geldt ook bij uitbreidingen van bestaande overgangsconstructies in de vorm van stootplaten of -vloeren.

1.2 Leeswijzer

Tekst in normale opmaak is normatieve tekst. Net zoals in de Eurocodes wordt er gebruik gemaakt van beginselen die aangeduid worden met de letter P (een en ander volgens §1.4 van NEN-EN 1990).
Cursieve teksten en achtergronden zijn informatief.

1.3 Terminologie

Term	Uitleg
Integraal kunstwerken	Kunstwerken in de vorm van bruggen zonder voegovergangen en opleggingen, waarbij het dek constructief verbonden is met de onderbouw. Kleinschalige kokervormige onderdoorgangen vallen daar niet onder.
Restzettingen	Zettingen van het vrije uiteinden van stootplaten of -vloeren bepaald volgens EN 1997 en Specificatie Ontwerp Onderbouw versie 4 [3] hoofdstuk 1, die naar verwachting nog zullen optreden vanaf het moment dat deze constructies zijn aangebracht.
RWS-standdaardoplossingen	Dit zijn de stootplaten en –vloeren volgens de Standdaarddetails voor betonnen bruggen (NBD 1010).
Semi integraal kunstwerken	Kunstwerken in de vorm van bruggen zonder voegovergangen, maar wel met opleggingen.
Stootplaten	Langwerpige betonnen platen met een beperkte breedte die tezamen een overgangsconstructie vormen. *De RWS-standaardoplossing gaat uit van een breedte van 1,0 meter.*

Term	Uitleg
Stootvloeren	Betonnen platen met een breedte die minimaal gelijk is aan de asfaltverharding op een kunstwerk.
gon	Decimale graad (haakse hoek is 100^{gon})

2 Overzicht verwijzingen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.2	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken
RTD 1009	RTD 1009	1.0	Richtlijnen voor ontwerp asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD 1010	RTD 1010	1.0	Standaarddetails voor betonnen bruggen (zolang RTD 1010 nog niet gereed is, geldt NBD 00730)
NEN-EN normen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlagen).			
EN 1990	NEN-EN 1990	Zie ROK H2	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1991-1-1	NEN-EN 1991-1-1	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
EN 1991-2	NEN-EN 1991-2	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelastingen op bruggen.
EN 1992-2	NEN-EN 1992-2	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Betonnen bruggen – Regels voor ontwerp, berekening en detaillering
EN 1997-1	NEN 9997-1	Zie ROK H2	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels (Eurocode 7)

3 Eisen

3.1 Functionele eisen

(1)P Indien een verschil in zetting kan optreden tussen het kunstwerk en de aardenbaan naast het kunstwerk, moet de overgang aardenbanen – kunstwerk over de volle breedte van de asfaltverharding voorzien zijn van stootplaten of een stootvloer.

Deze eis geldt ook bij zettingsvrije kunstwerken die (veel) lager liggen dan de onderbouw van de weg en bij fiets- en voetbruggen.

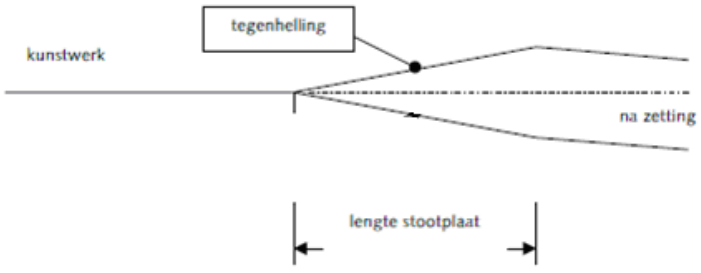
Aangenomen mag worden dat bij een onder een bestaande wegverharding ingeschoven kunstwerk ("trektunnels" en dergelijke) geen zettingsverschillen optreden.

(2)P Stootplaten of –vloeren moeten voorkomen dat er onacceptabele hellingsverschillen ontstaan in het verticale wegalignement ter plaatse van de overgang tussen stootplaten of -vloer en het rijdek van een kunstwerk.

(3) Het hellingsverschil tussen de bovenzijde van de bovenbouw van de weg op de stootplaat of –vloer en de bovenzijde van de bovenbouw van de weg op een kunstwerk dient in de langsrichting van de weg moet kleiner te zijn dan 1 : ontwerpsnelheid in km/uur. Hierbij moet de helling gemeten worden over een afstand van vier meter aan weerszijden van overgang tussen de stootplaten of –vloer en het rijdek.

In autosnelwegen met bijvoorbeeld een ontwerpsnelheid van 120 km/uur moet het hellingsverschil kleiner zijn dan 1:120.

(4) Een tegenhelling (zie figuur 1) mag bij openstelling van de weg niet groter zijn dan twee/derde van het toegestane hellingsverschil met een maximum van 1:150 in wegen met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur of meer en een maximum van 1:100 in wegen met een ontwerpsnelheid lager dan 100 km/uur.



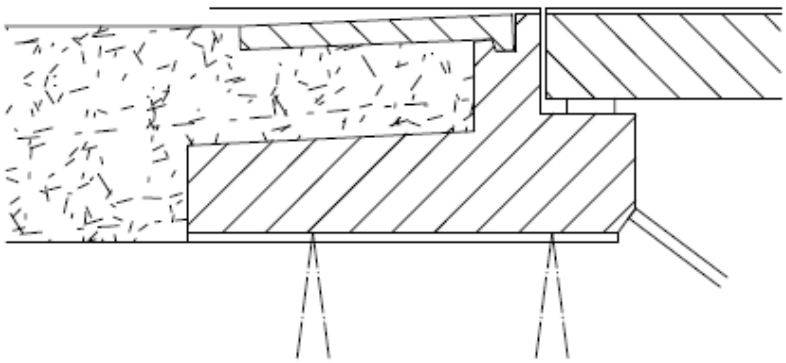
Figuur 1: tegenhelling

(5) Bij een scheve kruising moet het hoogteverschil tussen het linker- en rechterwiel van een as van een voertuig, bij ontwerpsnelheden van 80 km/uur of meer, niet groter kunnen zijn dan 15 mm. Bij lagere ontwerpsnelheden mag het hoogteverschil niet groter kunnen zijn dan 25 mm. Bij de bepaling van het hoogteverschil uitgaan van een wielafstand van 2,0 meter.

Dit is om kantelbewegingen van voertuigen te beperken. Bijvoorbeeld bij een scheve kruising in een weg met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur is de maximaal toelaatbare kruisingshoek 59^{gon}. Meer informatie over achtergronden van kantelbewegingen is beschreven in bijlage met achtergronden van deze RTD.

(6) Stootplaten en -vloeren moeten aan één uiteinde opgelegd worden op het landhoofd van een kunstwerk en moeten ongehinderd kunnen roteren om dit oplegpunt.

Onder stootplaten en –vloeren mogen geen elementen aanwezig zijn die de roteerbeweging kunnen hinderen. Bijvoorbeeld een brede funderingssloof van een eindsteunpunt van een brug die ver naar achteren steekt.
De RWS-standaardoplossing geeft speciale oplegdetails en gaat uit 5 mm onderlinge afstand tussen stootplaten.



Figuur 2. Voorbeeld van stootplaten of -vloeren die bij het roteren gehinderd worden door een funderingssloof van een landhoofd.

3.2 Ontwerp randvoorwaarden

(1) De minimale lengte van stootplaten en –vloeren in wegen met een ontwerpsnelheid van 80 km/uur of meer, is 5,0 meter. De minimale lengte van stootplaten en –vloeren ontwerpsnelheid lager dan 80 km/uur is 3,0 meter. Bij fiets- en voetgangersbruggen geldt een vaste lengte van 2,0 meter.

(2) De maximale lengte van stootplaten is 12 meter.

Stootplaten langer dan 12 meter beperken de beschikbaarheid van de weg voor speciale transporten.

(3) Stootplaten en –vloeren moeten per rijbaan en per landhoofd even lang zijn.

(4) Stootplaten en -vloeren moeten dusdanig aan kunstwerken gekoppeld zijn dat zij verplaatsingen van kunstwerken volgen.

De RWS-standaardoplossingen zijn voorzien van stalen doken.

(5) De dikte van de asfaltverharding op stootplaten of –vloeren moet in de lengterichting van de weg geleidelijk verlopen.

In de RWS-standaaroplossingen ligt de bovenzijde van de stootplaten en -vloeren aan de kunstwerkzijde op gelijke hoogte als de bovenzijde van het aansluitende rijdek en aan aardebaanzijden op gelijke hoogte als de wegfundering op de aardenbaan.

(6) Onder stootplaten en –vloeren moeten geen holle ruimtes kunnen ontstaan.

De RWS-standaardoplossing gaat uit van grondverbeteringen onder de gehele lengte van de stootplaten en -vloeren en daarop aansluitend over lengtes van minimaal 0,5 meter aan wegzijden. Deze grondverbeteringen bestaat uit gestabiliseerd zand met een cementhoeveelheid van 100 kg/m^3.

(7) De bovenzijde van stootplaten en –vloeren die direct onder de asfaltverharding liggen, moeten gehydrofobeerd worden.

Dit is dezelfde nabehandeling als bij betonnen rijvloeren. Meer informatie over hydrofoberen is beschreven in RTD 1009.

3.3 Constructief ontwerp

(1) De gevolgklasse van stootplaten en -vloeren is CC2 (EN 1990).

(2) De ontwerplevensduur is 100 jaar (EN 1990).

(3) Voor verkeersbelastingen moeten EN 1991-2 en de betreffende aanvullingen volgens ROK worden aangehouden.

(4) Bij het bepalen van de blijvende belastingen rekening houden met aanvullingen van de asfaltverharding ten behoeve van herprofielering van de weg.

(5) Stootplaten en -vloeren ontwerpen als een elastisch ondersteunde ligger c.q. plaat én als ligger c.q. plaat op twee steunpunten met een puntvormig oplegging op het landhoofd en een oplegging als een fundering op staal aan de aardenbaanzijde.

In het begin zijn stootplaten en –vloeren geheel ondersteund. Later gaat dit over in een ligger c.q. plaat op twee steunpunten.

(6) De gronddrukverdeling onder stootvloeren bepalen volgens §6.8(6) van EN 1997-1.

De gronddrukverdeling onder stootvloeren zal niet overal hetzelfde zijn. Bouwrijp maken van het invloedsgebied van stootvloeren volgens §6.9(2) van EN 1997-1 is aan te bevelen.

(7) De aan te houden milieuklassen voor bovenzijden van stootplaten en -vloeren zijn XC4, XD3 en XF4. Voor de overige zijden geldt XC2, XD2 en XF3.

Klassen volgens tabel 6-8 van de ROK waarbij de bovenzijde van stootplaten en -vloeren vergelijkbaar is met de bovenzijden rijdek brug en de overige zijden met betonnen constructies in grond.

Opmerking: De RWS standaardoplossingen volgens NBD 00730 voldoen niet aan bovenstaande, constructieve eisen! Deze zijn, constructief gezien, niet meer bruikbaar.

Bijlage met achtergrondinformatie

Restzettingen

(1) Restzettingen zijn zettingen van vrije uiteinden van overgangsconstructies die naar verwachting nog zullen optreden vanaf het moment dat de constructies zijn aangebracht. Optredende zettingen zijn afhankelijk van naverdichtingen aardenbanen, het samendrukken van slappe lagen in ondergronden van aardenbanen, uitvoering en verdichting.

(2) Naverdichtingen van aanvullingen achter kunstwerken, ook wel klink genoemd, ontstaat door verkeerstrillingen en indringing regenwater.

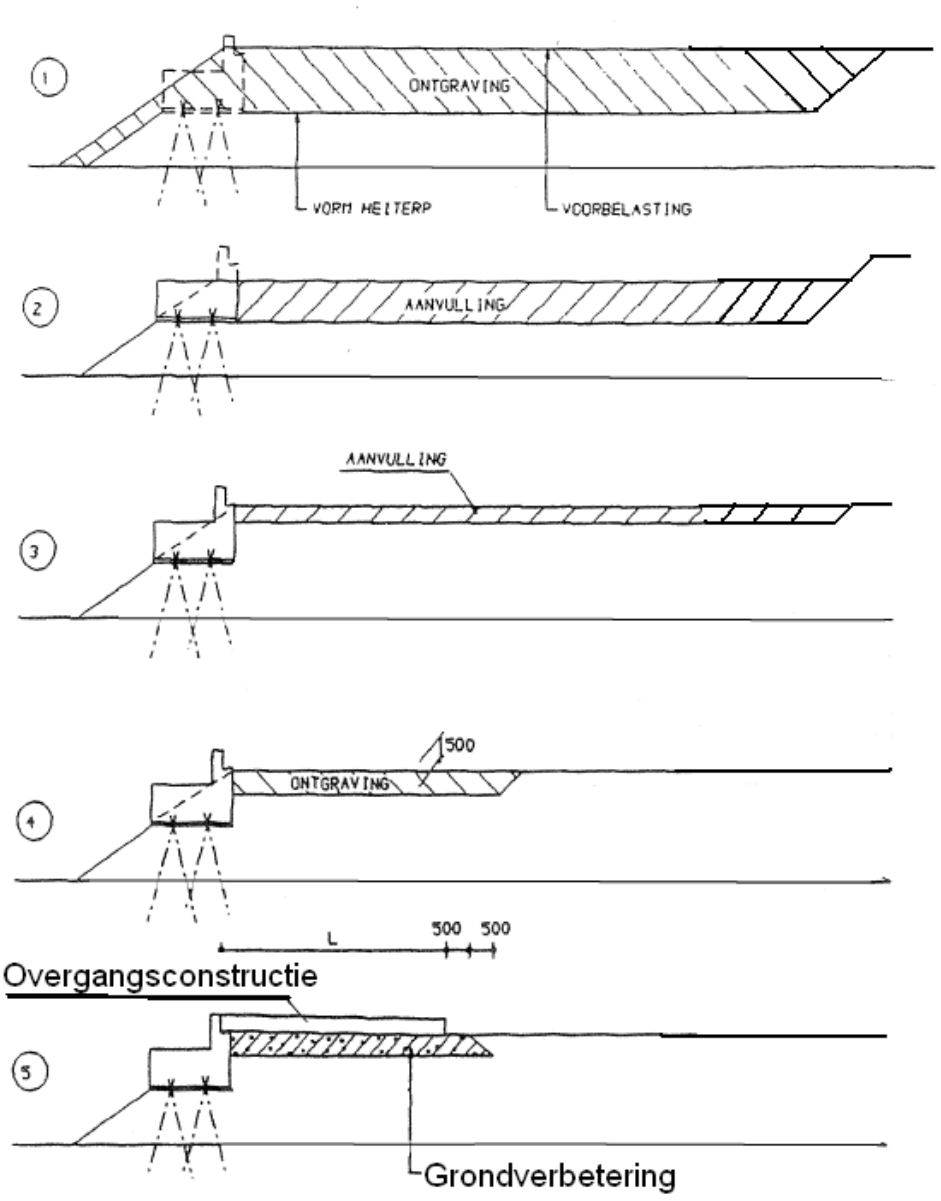
(3) Samendrukken slappe lagen ontstaat door het gewicht van aardenbanen. Restzettingen zijn te beperken door het zettingsproces te versnellen of te beperken. Mogelijkheden zijn ondermeer verwijderen van slappe lagen en toepassen van verticale drainages, overhoogten en lichte ophoogmaterialen.

Uitvoering en verdichting

(1) Bij zorgvuldige uitvoering worden ontgravingen van aardenbaan tot een minimum beperkt. Noodzakelijke ontgravingen moeten, zo nodig gefaseerd, zo snel mogelijk weer worden aangevuld en verdicht. Figuur B1 geeft de beste fasering weer. Goede verdichtingen binnen het invloedsgebied van overgangsconstructies voldoen aan eisen voor "zand in zandbed" volgens de Standaard RAW.

(2) Indien gestabiliseerd zand wordt aangebracht als grondverbetering onder overgangsconstructies kan deze het beste worden aangebracht volgens de "Mix in plant-methode".

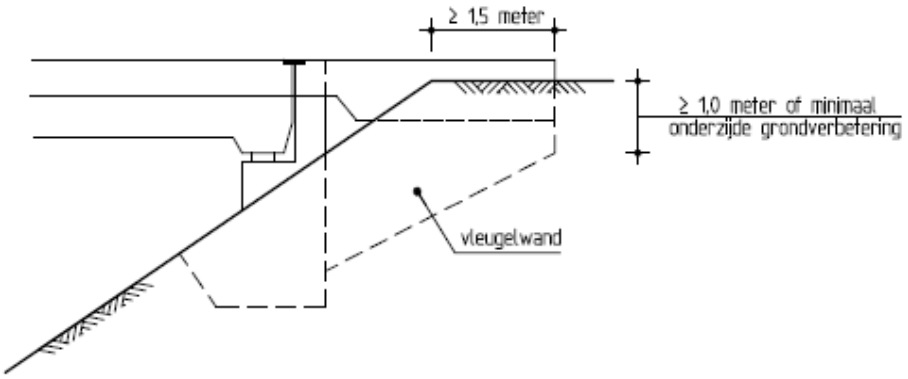
De "Mix in plant-methode" houdt in dat buiten het werk het zand mechanisch wordt gemengd met cement en (indien nodig) water. Daarna wordt het gestabiliseerde zand in het werk aangebracht en verdicht tot de vereiste verdichtingsgraad.



Figuur B1: Faseringen grondontgravingen en aanvullingen

Opsluiten aardenbanen

(1) Opsluiten van aardebanen achter kunstwerken door vleugelwanden evenwijdig aan rijbanen heeft een gunstige invloed op verticale zettingen onder overgangsconstructies. Dit komt door verhindering van horizontale verplaatsingen van aardenbanen, vooral bij smalle steunbermen. Vleugelwanden volgens figuur B2 voldoende diep en ver in aardenbanen steken.



Figuur B2: vleugelwanden

(2) In extreme gevallen waarbij forse uitdijingen in dwarsrichting van aardenbanen zijn te verwachten, overgangsconstructies opsluiten tussen damwandschermen.

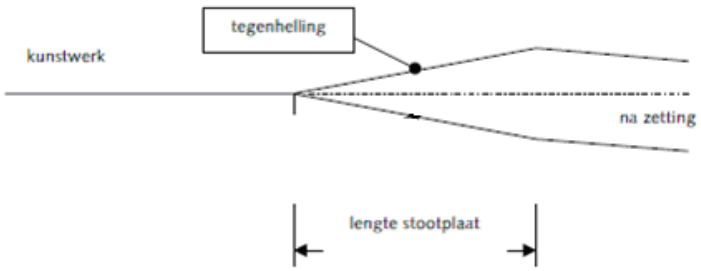
De lengte van de vleugelwand wordt niet alleen door bovenstaande bepaald. Andere factoren zijn de eindafvoeren voor het afstromende regenwater, kabeldoorvoeren, en de verankering van de leuningen, eventuele schermen en voertuigkeringen (voor deze laatste geldt: overgang kunstwerk – aardebaan en schuifconstructie ten hoogte voegovergangen mogen niet samenvallen).

Bij lange stootplaten en –vloeren is het niet reëel om lange vleugelwanden toe te passen.

Tegenhellingen

Om het tijdstip waarop het maximale toegestane hellingsverschil zal ontstaan zolang mogelijk uit te stellen is het toegestaan de stootplaten of –vloeren met een initiële "tegenhelling" uit te voeren (zie figuur B3). Omdat een dergelijke tegenhelling een hellingsverschil in het wegdek tot gevolg heeft, moet deze tegenhelling beperkt blijven tot 2/3 van het maximaal toelaatbare hellingsverschil. Het risico bestaat immers dat als de berekenende restzettingen achterblijven bij de voorspelling het kunstwerk permanent in een kuil ligt.

Voor wegen met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur of meer is de maximaal toegestane tegenhelling begrensd tot 1:150 en bij overige wegen tot een waarde van 1:100.

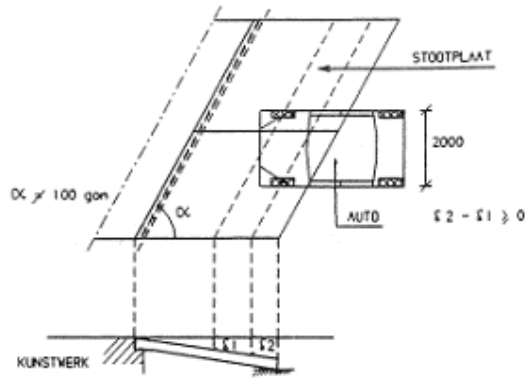


Figuur B3: tegenhellingen.

Scheve kruisingen

Algemeen

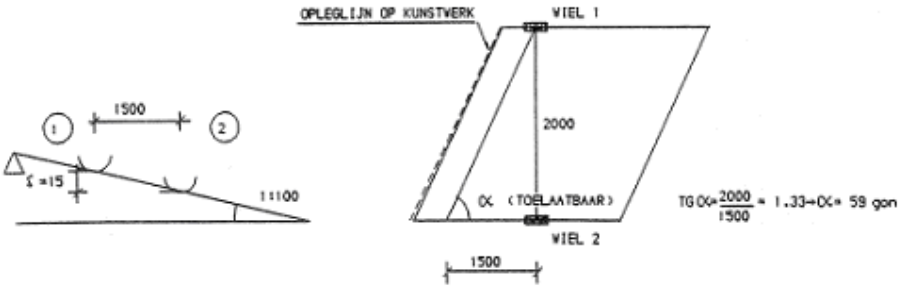
Bij kunstwerken met een schuine beëindiging ondergaat een voertuig vaak een kantelbeweging (om de lengte-as voertuig) zodra het zich op de stootplaten of –vloer bevindt. Deze kantelbeweging wordt veroorzaakt door het plotselinge hoogteverschil tussen het linker- en rechterwiel dat ontstaat na rotatie van de stootplaten of –vloeren na zetting van het uiteinde (zie figuur B4).



Figuur B4: Toelichting kantelbeweging

Voor wegen met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur of meer is op basis van deskundigheid bepaald dat het hoogteverschil niet meer mag zijn dan 15 mm. Hierbij wordt een wielstand van 2,0 meter aangehouden.

In figuur B5 staat een rekenvoorbeeld van een scheef kunstwerk in een weg met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur. Daaruit volgt dat de maximaal toegestane kruisingshoek 59^{gon} is.



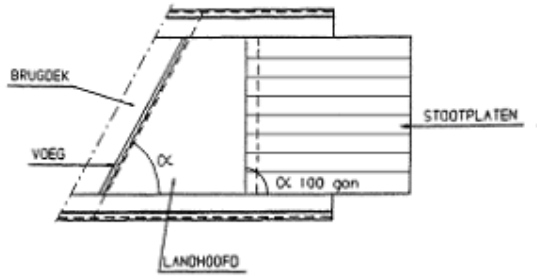
Figuur B5: rekenvoorbeeld bij 100 km/uur.

Voor wegen met een lagere ontwerpsnelheid dan 100 km/uur wordt een hoogteverschil van maximaal 25 mm toelaatbaar geacht.

Beëindigingshoek

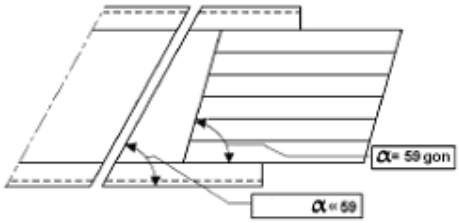
Indien de maximaal toegestane kruisingshoek kleiner is dan de kruisingshoek van het kunstwerken zijn er de volgende drie oplossingen mogelijk:

1) Het kunstwerk haaks beëindigen (100^{gon}). Deze oplossing heeft de voorkeur en is de meest veilige oplossing voor het verkeer, maar is ook de duurste qua stichtingskosten (figuur B6).



Figuur B6: haaks beëindigen (100^{gon})

2) Het kunstwerk beëindigen met de maximaal toegestane kruisingshoek (figuur B7).



Figuur B7: scheef beëindigen

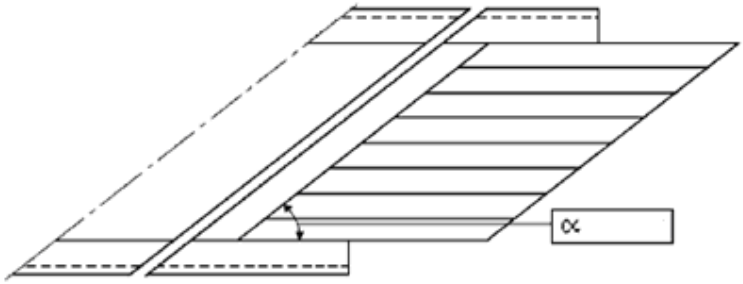
3) De lengte van de stootplaten of –vloeren vergroten zonder aanpassing beëindigingshoek van het kunstwerk (figuur B8).

   De langere lengte van de stootplaten of –vloeren ontleden aan een fictieve rekenhelling volgende formules:

   Bij ontwerpsnelheid van 100 km/uur of meer: 1: {2000/(tg α * 15)}
   Bij ontwerpsnelheid lager dan 100 km/uur: 1: {2000/(tg α * 25)}

   Waarin:
   α = kruisingshoek

   *Bij een kunstwerk met een kruisingshoek van 45^{gon} in een weg met een ontwerpsnelheid van 100 km/uur wordt de fictieve rekenhelling 1: {2000 / 0,848 * 15) = 1:155.*



Figuur B8: zonder aanpassing beëindigingshoek van het kunstwerk

Einde RTD 1011

EISEN VOOR HYDRAULISCHE BEWEGINGSWERKEN

document : **NBD 06000**
uitgave : **1 november 2005**

INHOUDSOPGAVE

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED 4
2. ALGEMEEN 4
2.1 Toepassing norm 4
2.2 Definities 4
2.3 Algemene eisen 7
2.4 Eisen voor de hydraulische installaties 7
2.5 Dynamische stabiliteit 9
2.6 Lasvoorschriften 10
3. HYDRAULISCH SCHEMA 11
3.1 Algemeen 11
3.2 Elektrische componenten 11
3.3 Meet- en ontluchtingspunten 12
3.4 Werkingsdiagrammen 12
4. HYDRAULISCHE EENHEID 13
4.1 Oliereservoir 13
4.2 Pompen en hydromotoren 15
4.3 Stuurkleppen, drukregelkleppen, balanceerkleppen e.d. 16
4.4 Accumulatoren 17
4.5 Drukmeting 17
4.6 Afsluiters 18
4.7 Filters 18
4.8 Kleppenblokken 19
4.9 Frames 19
4.10 Pompfiltratie systeem 19
4.11 Spoel-/suppletiepomp 20
4.12 Lekbak 20
5. LEIDINGWERK 21
5.1 Vloeistofsnelheden 21
5.2 Materialen 21
5.3 Afmetingen leidingen 21
5.4 Leidingbochten 21
5.5 Bewerken van de leidingen 21
5.6 Aftappen en ontluchten 22
5.7 Slangen 22
5.8 Pijpverbindingen 22
5.9 Bevestigingen 23
5.10 Lasdetails 24
5.11 Boutverbindingen 24
6. HYDRAULISCHE CILINDER 25
6.1 Algemeen 25
6.2 Zuiger 25
6.3 Zuigerstang 25
6.4 Cilinderkop 26
6.5 Cilindermantel 27
6.6 Cilinderbodem 27
6.7 Cilinder bevestiging 28
7. HYDRAULISCHE OLIE 29
7.1 Oliesoort 29
7.2 Water contaminatie 29
8. TEKENINGEN EN BEREKENINGEN 30
8.1 Tekeningen 30
8.2 Berekeningen 30
9. EINDDOCUMENTATIE 32
9.1 Algemeen 32

9.2 De bedienings- en onderhoudsvoorschriften ... 32
9.3 Instructie-/draaiboeken ... 33
9.4 Keuringsdocumenten en beproevingsprotocollen ... 33
9.5 Instandhoudingsplan voor de hydraulische installatie ... 33
10. CONSERVERING ... 35
10.1 Algemeen ... 35
10.2 Conversielagen ... 35
10.3 Thermisch verzinken ... 36
10.4 Conserveringssystemen ... 36
11. SPOELEN ... 37
11.1 Spoelvoorwaarden ... 37
11.2 Spoelen hydraulische installatie ... 37
11.3 Bemonstering bij spoelprocedures ... 37
12. KEURINGS- EN AFNAME EISEN ... 39
12.1 Algemeen ... 39
12.2 Hydraulische eenheid ... 39
12.3 Hydraulisch leidingwerk ... 39
12.4 Hydraulische cilinders ... 40
12.5 Spanningsarm gloeien van gelaste constructies ... 40
12.6 Niet-destructief onderzoek aan gelaste verbindingen ... 40
13. AFNAMEBEPROEVING ... 42
13.1 Algemeen ... 42
13.2 Beproeving in de fabriek (F.A.T.) ... 42
13.3 Beproeving op de bouwplaats (S.A.T.) ... 42
13.4 F.A.T. en S.A.T. protocol ... 43
14. VERWIJZINGEN ... 44
14.1 Lijst van normen ... 44

BIJLAGEN

Bijlage A
Bijlage B
Bijlage C

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

Deze norm geeft de eisen voor het ontwerpen, samenstellen, leveren, installeren en afname van hydraulische bewegingswerken voor beweegbare bruggen, waterkeringen en/of specifieke delen daarvan.
De norm is van toepassing op nieuwbouw-, verbeterings- en onderhoudswerken.

2. ALGEMEEN

2.1 Toepassing norm

De eisen voor hydraulische bewegingswerken zoals ze hierna verder worden vermeld, worden gedefinieerd als een bedrijfsnorm of ook wel norm. Als in de tekst van de voorwaarden het woord norm wordt vermeld dan wordt steeds dit hele document bedoeld. Als sprake is van een nationale-, internationale- of Europese norm dan wordt dat ook als zodanig aangegeven.

Afwijkingen van deze norm zijn alléén toegestaan na schriftelijke toestemming van de opdrachtgever

2.2 Definities

In aanvulling op de in de NEN-EN 982 en de NEN 6786 gegeven definities gelden de navolgende definities:

2.2.1 Actuator

De actuator is het onderdeel van de hydraulische installatie dat de energie van het drukmedium transformeert in mechanische energie (bijvoorbeeld motor, cilinder).

2.2.2 Normale belasting

De normale belasting is een belasting(scombinatie) die de actuator onder normale bedrijfsomstandigheden moet kunnen leveren of opnemen.

2.2.3 Buitengewone belasting

De buitengewone belasting is een belasting(scombinatie) die de actuator onder de meest ongunstige bedrijfsomstandigheden moet kunnen leveren of opnemen.

2.2.4 Gemiddelde (werk)druk

De gemiddelde (werk)druk is de gemiddelde effectieve druk welke gedurende een bewegingscyclus ter plaatse van de pomp(en) in de hydraulische installatie optreedt.

2.2.5 Maximale (werk)druk

De maximale (werk)druk is de hoogste druk die de pomp(en) moet(en) kunnen leveren.

2.2.6 Overstortdruk

De overstortdruk is de waarde, waarop de overstortkleppen in de hydraulische installatie of een deel daarvan afgesteld moeten staan.

2.2.7 Beproevingsdruk

De beproevingsdruk is de druk, waarop de hydraulische installatie moet worden beproefd.

2.2.8 Pompeenheid

Een pompeenheid bestaat uit een samengebouwde (elektro)motor met één of meerdere pompen op één as (zie figuur 1).

2.2.9 Kleppenblok
Een kleppenblok is een eenheid van, op een blok samengebouwde, stuur- en/of regelapparatuur en dergelijke.

2.2.10 Pompaggregaat
Een pompaggregaat is een eenheid welke bestaat uit één of meerdere, op één frame samengebouwde, pompeenheid(-heden), kleppenblok(ken) en eventueel, hulpapparaten (zie figuur 1).

2.2.11 Oliereservoir
Een oliereservoir is een eenheid welke bestaat uit een reservoir, met er aan bevestigd alle benodigde (hulp)apparatuur zoals filters, peilglas, niveausignalering en dergelijke.

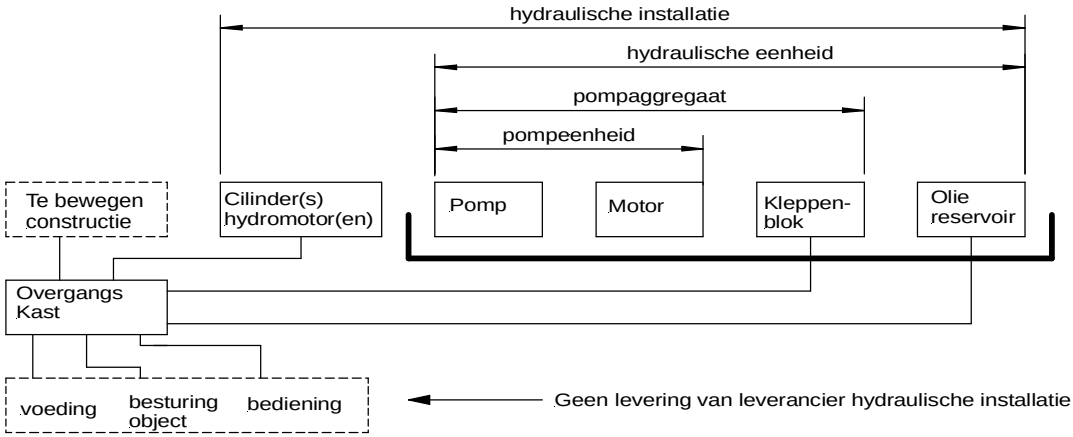
2.2.12 Hydraulische eenheid
Een hydraulische eenheid bestaat uit een oliereservoir en een pompaggregaat (eventueel samengebouwd tot één, geïntegreerde combinatie, zie figuur 1).

2.2.13 Leidingwerk
Leidingwerk is elke combinatie van fittingen, koppelingen of aansluitstukken met leidingen, slangen of buizen die een vloeistofstroming tussen componenten en/of eenheden toelaten.

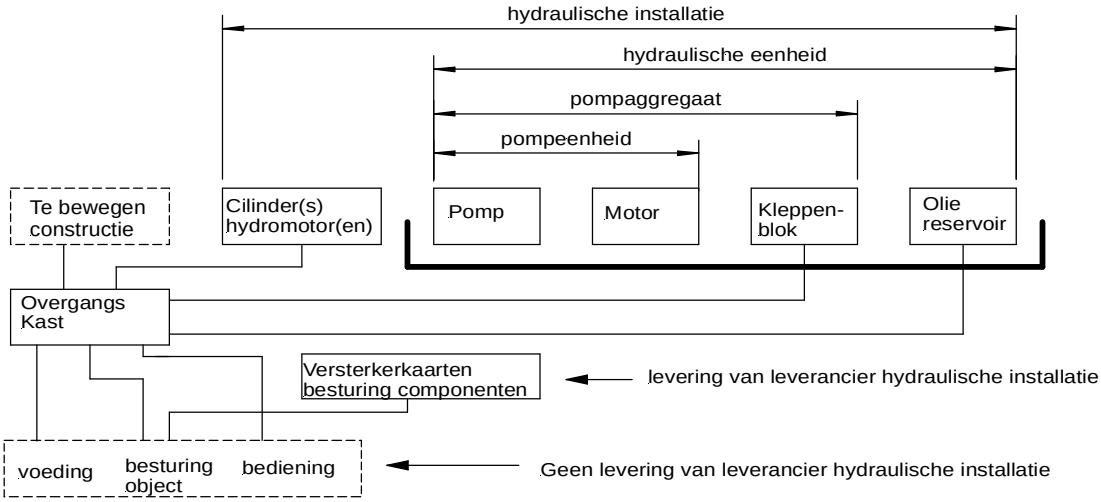
2.2.14 Hydraulische installatie
Een hydraulische installatie bestaat uit de hydraulische eenheid tezamen met de hydraulische cilinder(s) of de hydraulische motor(en) en het verbindend leidingwerk (zie figuur 1).

2.2.15 Te bewegen constructie
Een te bewegen constructie is het constructiedeel dat aangedreven/bewogen wordt door de hydraulische installatie.
Het constructiedeel kan bijvoorbeeld zijn: een sluisdeur, een schuif, een brugklap en dergelijke.

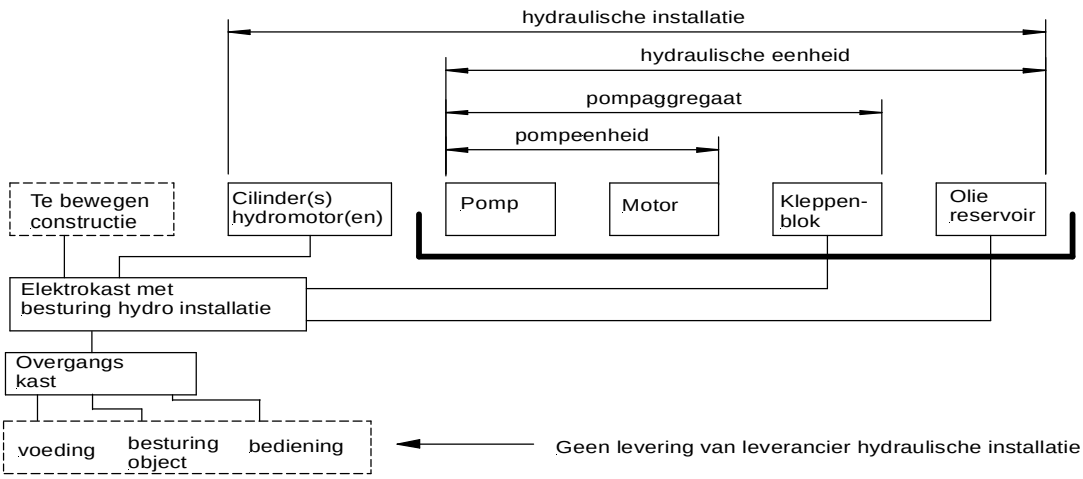
Schematisatie hydraulische installaties



Toepassingsgebied figuur " 1A "



Toepassingsgebied figuur " 1B "



Toepassingsgebied figuur " 1C "

Figuur 1

2.3 Algemene eisen

2.3.1 De leverancier van de hydraulische installatie moet aantonen dat zijn product voldoet aan de Europese richtlijnen in zake veiligheid en gezondheid door verklaringen van overeenstemming te verstrekken. Daarbij dient voldaan te worden aan de eisen uit de NEN-EN 982 en voor de elektrische onderdelen aan de NEN-EN-IEC 60204.

2.3.2 De werking van de hydraulische installatie moet voldoen aan de eisen die gesteld zijn in de functionele specificatie, functionele eisen en/of werkingsbeschrijving. Een en ander te verduidelijken middels bewegingsdiagrammen voor het openen en sluiten (kracht-weg-, snelheid-weg-, vermogen-weg- en volumestroom-weg-diagrammen).

2.3.3 Voor beweegbare bruggen geeft de norm NEN 6786 de in rekening te brengen belastingen en belastingscombinaties.

2.3.4 Voor de grootte van de normale en buitengewone belasting, belastingsfactoren, belastingscombinaties en aantal belastingswisselingen op beweegbare waterkeringen in de verschillende bedrijfssituaties/-toestanden wordt verwezen naar de meegeleverde functionele eisen.

2.4 Eisen voor de hydraulische installaties

2.4.1 Bij het ontwerp van de hydraulische installatie moet rekening houden met een startconditie waarbij de temperatuur van het systeem -10°C bedraagt. De maximale temperatuur in de installatie mag nooit meer zijn dan +60°C.
Het olietype en de hydraulische componenten moeten bestand zijn en veilig kunnen functioneren in het temperatuurbereik van -10°C tot +60°C.
Het olietype en de componenten van de hydraulische installatie die geplaatst zijn in buitenopstelling, moeten bestand zijn in het temperatuurbereik van -25°C tot +60°C.

2.4.2 De installatie moet zo gedimensioneerd worden dat de drukval over het leidingwerk (exclusief kleppen(blokken)) tijdens het bewegen van de constructie niet hoger is dan 10% van de maximum werkdruk.

2.4.3
- De maximaal toelaatbare (werk)druk in de hydraulische installatie ter plaatse van de pomp(en) mag niet meer bedragen dan 200 bar.
- De aan te houden waarde voor de overstortdruk moet altijd 10 % groter zijn dan de berekende waarde van de maximale (werk)druk.
- Overstortveiligheden mogen niet hoger afgesteld staan dan 250 bar.
- Tijdens een noodstop mag de druk in de installatie nooit hoger worden dan 1.2 x de waarde van de overstortdruk, hiermee moet rekening worden gehouden met dimensionering van de leidingen en de kleppen.

2.4.4 Tenzij anders in het contract is aangegeven, moet(en) de hydraulische eenheid(eenheden) in zijn geheel worden geplaatst en verwijderd.

2.4.5 Voor het maximaal toelaatbare geluidsniveau van de hydraulische eenheid onder alle bedrijfssituaties in de desbetreffende ruimte wordt verwezen naar het contract .

2.4.6 Alle meetinstrumenten moeten trillingvrij en gemakkelijk afleesbaar worden opgesteld.

2.4.7 Indien een hydraulische eenheid in een afgesloten kast is opgesteld, moeten de eenvoudig losneembare panelen zodanig worden aangebracht dat alle componenten inspecteerbaar en vervangbaar zijn. De meetinstrumenten moeten door een transparant paneel in de kast afleesbaar zijn. In de kast moeten verwarmingselementen worden geplaatst om condensvorming tegen te gaan.

2.4.9 Alle coderingen op het hydraulisch schema moeten d.m.v. resopal-platen worden aangegeven op de installatie. De resopal-platen moeten, na het uitharden van de conservering, met behulp van lijm of corrosievast stalen tiknagels worden bevestigd.

2.4.10 Bij bestaande projecten waar uitbreiding en/of revisie plaatsvindt, moeten voorshands de in het werk aanwezige fabrikaten worden toegepast.

2.4.11 Het gebruik van conische schroefdraadsoorten is niet toegestaan.

2.4.12 Alle componenten moeten standaard worden voorzien van fabrieksnaam, typenummer, instelbereik, max. werkdruk, spanning, stroomsterkte, veiligheidsklasse enz.

2.4.13 Leidingen moeten worden voorzien een kleurmarkering conform het hydraulisch schema. Kleurmarkeringen moeten d.m.v. verfringen of kleurvaste tape op de leidingen worden aangebracht. De plaats van de codering moet in overleg met de opdrachtgever worden bepaald.

2.4.14 Bij een hydraulische installatie met een basisvolume groter dan 1 m^3 en/of een pompdebiet groter dan 5.10^{-3} m^3/s moet de installatie worden voorzien van een separaat pomp-filtratie systeem.

2.4.15 Voor gesloten c.q. half open systemen moet in de hydraulische installatie een spoel-/suppletiepomp worden opgenomen.

2.4.16 Bij toepassing van een synthetische ester als hydraulische olie moet altijd een separaat pomp-filtratie systeem worden toegepast.

2.4.17 Tenzij anders in het contract anders is aangegeven, mogen warmtewisselaars niet worden toegepast.

2.4.18 Tenzij in het contract anders is aangegeven moeten de hydraulische cilinders voor beweegbare bruggen, hefschuiven e.d. die tijdelijk of constant onder (werk)druk staan, aan de belastingszijde voorzien zijn van een lekvrije lasthoudklep of een overeenkomstige klep. Dit geldt niet voor de hydraulische cilinders voor puntdeuren e.d.
Hydromotoren die tijdelijk of constant onder (werk)druk staan moeten worden voorzien van een mechanische rem.

2.4.19 De hydraulische installatie moet voorzien zijn van een slang-/leidingbreuk beveiliging met schakeltijdvertraging.
Het gebruik van volumestroom afhankelijke geschakelde slangbreuk beveiligingen is niet toegestaan.

2.4.20 Alle aansluitingen van de elektrische componenten, van de hydraulische installatie moeten door de hydrauliek leverancier tot op de klemmenstrook in de overgangskast afgemonteerd worden geleverd (zie figuur 1.a).
Dit geldt niet voor de elektrische componenten die grote vermogens vragen zoals de elektromotoren voor de hydraulische pompen.

Als er hydraulische componenten in de levering zijn die worden aangestuurd door middel van besturingselektronica (bijvoorbeeld versterkerkaarten), dan moet de hydrauliek leverancier

deze elektronica afgemonteerd in een kast mee leveren of toeleveren aan de leverancier van de elektrische- en besturingsinstallatie. (zie figuur 1.b)

Indien de hydrauliek leverancier buiten de besturingselektronica ook de PLC levert ten behoeve van de besturing van de hydrauliek, dan moet hij betreffende:
- het merk;
- het type;
- de communicatiekaart;
- de bus/profibus verbinding;

afstemmingsoverleg plegen met de leverancier van de elektrische- en besturingsinstallatie van het object zodat geen protocol problemen ontstaan. (zie figuur 1.c)

De elektrische componenten van de hydraulische installatie moeten voldoen aan de voorschriften die gelden voor de elektrische installatie, te weten de NIE 001 en de NIE 005.

2.4.21 Magneetspoelen mogen, tenzij anders in het contract is aangegeven, in rustsituatie niet bekrachtigd zijn;

2.4.22 Het vullen van het systeem moet via de retourfilters geschieden;

2.4.23 De maximale toelaatbare diameter voor persleidingen is 88.9 mm

2.4.24 Het leidingsysteem moet ontlucht kunnen worden

2.4.25 Elke cilinder moet worden voorzien van ontluchtingspunten, waarin Minimesz aansluitingen zijn aangebracht, waarmee de cilindermantel in het werk kan worden ontlucht. De positie van de ontluchtingspunten moet zodanig zijn dat er geen lucht in de cilinder kan achterblijven.

2.4.26 Op de hydraulische eenheid moeten manometers worden aangebracht die de optredende oliedruk aangeven van minimaal de (hoofd-)pompen, de toevoerzijde en afvoerzijde van de actuator en indien van toepassing van de stuuroliepomp.

2.5 Dynamische stabiliteit

De hydraulische installatie moet onder alle omstandigheden stabiel zijn.

De hydraulische installatie kan als stabiel worden beschouwd, indien de optredende drukvariaties "direct" na een externe verstoring, zoals: starten, stoppen, snelheidsveranderingen, windstoten en dergelijke, beperkt blijven tot maximaal 0,5 x de waarde van de gemiddelde (werk)druk.

Als randvoorwaarden hierbij gelden:
- de maximaal optredende druk "direct" na de externe verstoring mag niet groter worden dan 0,9 x de afstelling van de hoogst afgestelde veiligheidsklep;
- de minimaal optredende druk "direct" na de externe verstoring mag nooit lager worden dan 10.10^5 Pa. (10 bar);

de drukpieken moeten binnen 5 drukgolven uitdempen tot 0,1 x de waarde van de gemiddelde (werk)druk;

Voor bascule- en ophaalbruggen, bij een val met een statisch moment groter dan 1000 m^3, moet de stabiliteit aangetoond worden d.m.v. simulatieberekeningen.

2.6 Lasvoorschriften

De lasverbindingen moeten voldoen aan de gestelde eisen in NBD 07005 "Eisen booglassen voor staal- en werktuigbouwkundige constructies".
Alle componenten van de hydraulische installatie moeten voldoen aan kwaliteitsniveau I, uitgezonderd de tank, het frame en de diverse ondersteuningsconstructies voor leidingen. Deze moeten minimaal voldoen aan kwaliteitsniveau IV.

3. HYDRAULISCH SCHEMA

3.1 Algemeen

3.1.1 De aannemer levert bij elk hydraulisch aggregaat een hydraulisch schema, minimaal op A2 formaat, conform de laatste revisietekening in een plastic omslag.
De leidingen op het hydraulisch schema moeten zijn gekleurd volgens onderstaande kleurcode.

De kleurcode moet zijn:

Rood: Hoofdpersleidingen	⎫	leidingen met beide functies
	⎬	afwisselend van beide kleuren
Blauw: Hoofdretourleidingen	⎭	voorzien.
Geel: Nazuig- en aanzuigleidingen		
Groen: Lekolie afvoer		
Oranje: Stuurolieleidingen		

3.1.2 De symbolen van het hydraulische schema moeten zijn getekend volgens NEN 3348 of de ISO 1219-1.
De informatie op het schema moet minimaal voldoen aan de NEN-ISO 1219-2, waarbij minimaal wordt vastgelegd:

- de op de hydromotor(en) of cilinder(s) maximum werkende belasting(en);
- de volumestromen van de motoren en cilinders
- de hoofdafmetingen van de cilinders
- de zuigersnelheden en toerentallen van de hydromotoren bij het (de) effectieve pompdebiet(en);
- de max. werkdruk aan de pomp(en);
- de effectieve pomp opbrengst(en) bij de desbetreffende toerental en druk;
- de gegevens van de elektromotor(en);
- alle voor het onderhoud van belang zijnde afstelgegevens;
- schakelfuncties en/of schakeldrukken van de schakelaars;
- spanning en stroomsoort van alle elektrisch bediende elementen;
- de hoofdafmetingen van de leidingen;
- de poortnummers van de blokken;
- de grootte van alle hoofdcomponenten door middel van de stuklijst;
- van de componenten de pos. nummers, overeenkomend met de stuklijst;
- de toe te passen olie met type aanduiding.

3.2 Elektrische componenten

Op het hydraulisch schema moet bij elk aan te sluiten elektrisch component de codering volgens het elektrisch schema worden vermeld.
Dit geldt ook voor de positiesignalering(en).

3.3 Meet- en ontluchtingspunten

Op het hydraulisch schema moeten gecodeerde meet- en ontluchtingspunten worden opgenomen, zoals bij:

- pomp(en);
- drukbegrenzingsventielen, reduceerventielen en dergelijke;
- drukschakelaar(s);
- accumulator(en);
- de hoofdschuif;
- motor(en) of cilinder(s);
- leidingen met een lengte groter dan 12 m.

3.4 Werkingsdiagrammen

Op of bij het hydraulisch schema moeten in een matrix de schakelvoorwaarden van de elektrisch gestuurde componenten en een volgorde-tijd-diagram en/of volgorde-weg-diagram worden opgegeven.

4. HYDRAULISCHE EENHEID

4.1 Oliereservoir

4.1.1 Nominaal volume
Het nominaal volume van het reservoir moet tenminste gelijk zijn aan de som:

4.1.1.1 het minimum volume V_{min}
Het minimum volume kan gesplitst worden in:
- het basisvolume V_{basis}
- het reservevolume V_{res}

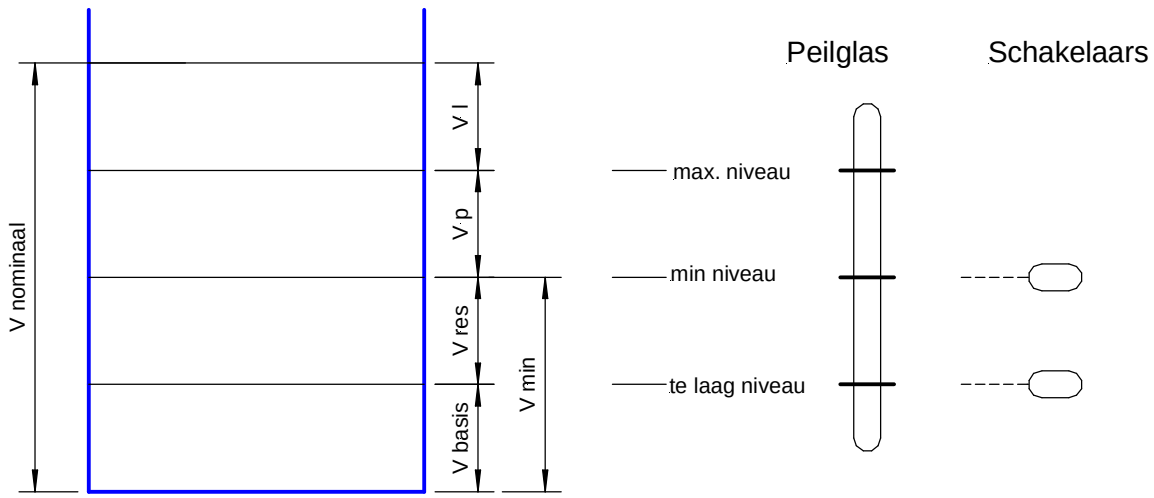
Het basisvolume V_{basis} moet 3x het debiet van de geïnstalleerde pompen geleverd in 1 minuut zijn.

Het reservevolume V_{res} moet gelijk zijn aan 1x het debiet van de geïnstalleerde pompen geleverd in 1 minuut.

Onder de geïnstalleerde pompen worden verstaan alle pompen, die tijdens het hoofdbedrijf, olie uit de tank zuigen.

4.1.1.2 het pendelvolume V_p
Het pendelvolume V_p is de maximale fluctuatie in het reservoir en wordt bepaald door:
- volumeverschil(len) van cilinder(s);
  volumeverschil(len) van accumulatoren

4.1.1.3 het luchtvolume V_L
Het luchtvolume V_L boven de vloeistofspiegel bij max. olieniveau
moet minimaal 15% van de totale inhoud van het reservoir zijn.



Figuur 2

4.1.2 Niveausignalering
Het minimum volume moet worden gesignaleerd door de niveausignalering "min.niveau".
Het basisvolume moet worden gesignaleerd door de niveausignalering "te laag niveau".

Bij het bereiken van het "te laag niveau" moet de hydraulische installatie uitgeschakeld worden.

4.1.3 Afmetingen e.d.

De afmetingen van de tank moeten zo bepaald worden dat de inhoud minimaal gelijk is aan het nominale volume zoals gedefinieerd bij 4.2.1.
Voor half gesloten of gesloten systemen mag van bovenstaande eis worden afgeweken, mits door middel van een warmtebalans berekening wordt aangetoond dat voldaan wordt aan de gestelde eisen in de paragrafen 2.4.1, 2.4.17 en 8.2.4.
Bij het bepalen van de afmetingen van de tank moet tevens rekening gehouden worden me

- bij "te laag" niveau moet de bovenzijde van de zuigleiding of aanzuigopening van de pomp ca. 2.5 * zuigleiding diameter onder het olieniveau blijven, de onderzijde van de zuigleiding moet minimaal 50 mm boven de bodem van het reservoir worden opgesteld;
- Een kalmeringsschot moet worden aangebracht in reservoirs groter dan 60.10^{-3} m^3 (60 dm^3) die het reservoir verdeelt in een retour- en zuigcompartiment.
  De afmetingen van de doorstroomopening(en) moet(en) zodanig zijn dat de doorstroom-snelheid bij maximaal verbruik niet hoger wordt dan 0,1 m/s.
  Het kalmeringsschot moet aan de bovenzijde zodanig van afmeting zijn dat de luchthoudende delen met elkaar zijn verbonden.
- Op het zuigcompartiment moet worden aangesloten:
  - de niveauschakelaar;
  - het peilglastoestel of kijkglas;
  - thermostaat;
  - temperatuurmeter.
- Op het retourcompartiment moet worden aangesloten:
  - lekolieleiding;
  - aftap met afsluiter;
  - vul- en beluchtingsfilters
- De bodem van het reservoir moet aflopend naar het aftappunt worden aangebracht;
- Retour- en zuigleidingen moeten zover mogelijk van elkaar worden opgesteld

4.1.5 Materialen

Toegestane materiaalsoorten zijn:

- aluminium, toegepast voor in de handel te verkrijgen reservoirs tot 60.10^{-3} m^3 (60 dm^3).
- voor alle reservoirs is tevens toegestaan: corrosievast-staal X2CrNiMo 17-12-2 volgens NEN-EN 10088-1 t/m 3 of gelijkwaardig.

Alle aan het reservoir te lassen onderdelen moeten van hetzelfde materiaal zijn.
Bij het aansluiten van niet corrosievast stalen onderdelen op het reservoir moet corrosie door potentiaal verschil worden voorkomen.

4.1.6 Appendages

4.1.6.1 Algemeen

Elk reservoir moet worden voorzien van:

- een inwendige of uitwendige balg;
- een kijkglas of peilglastoestel; inclusief merktekens maximaal niveau, minimaal niveau en te laag niveau;
- niveauschakelaars voor signalering olieniveaus;
- een aftap met kogelafsluiter;
- afhankelijk van de tankgrootte een afneembaar bovendeksel, inspectieluik of mangat;
- een identificatieplaat met de volgende gegevens;
  - naam fabrikant;
  - bouwjaar;

- nominaal volume;
- materiaal;
- typenummer;
- olieviscositeit;
- thermometer;
- hijspunten.

4.1.6.1 Niveauschakelaars
- moeten verwijderd kunnen worden zonder dat het reservoir behoeft te worden afgetapt;
- de signalering moet plaats vinden met een extern houdcontact;
- de niveauschakelaars moeten worden voorzien van een testknop of op zodanige wijze zijn geconstrueerd dat het mogelijk is om de schakelniveaus te testen.

4.1.6.2 Balgcompensatoren moeten worden toegepast bij reservoirs met een nominaal volume groter dan 60.10^{-3} m^3 (60 dm^3).
Een compensator mag zowel in het reservoir geplaatst worden als buiten het reservoir.
De balgcompensator en het reservoir moet worden voorzien van de benodigde veiligheden
De balgcompensator moet in verbinding staan met de tank en minimaal de luchtverplaatsing door het pendelvolume kunnen opnemen.

4.1.6.3 Aansluitingen t.b.v. leidingen, afsluiters e.d. boven een pijpmaat van uitwendig 38 mm moeten van SAE flenzen worden voorzien.

4.1.6.4 Afsluiters voor het aftappen moeten stofdicht worden afgesloten.

4.1.6.5 Uitstroomsnelheid in het reservoir mag maximaal zijn:
- retoursysteem 1 m/s; (hierbij wordt er van uit gegaan dat de oliestroom middels een pijp in het reservoir stroomt)

4.1.6.6 Zuigaansluitingen moeten zodanig worden gedimensioneerd dat een snelheid van 0,5 m/s niet wordt overschreden;

4.1.6.7 Bij een hydraulische eenheid waarbij de pomp in het reservoir, of het pompaggregaat op het reservoirdeksel wordt gemonteerd, moet(en) de bovenzijde van het reservoir voorzien worden van een opstaande rand met een aftappunt;

4.1.6.8 Alle aansluitingen op het reservoir, onder het max. niveau, moeten worden voorzien van afsluiters of terugslagkleppen;

4.1.6.9 Het reservoir moet zodanig stijf worden geconstrueerd dat door de oliedruk bij een volledige vulling de verplaatsing van de tankwand in dwarsrichting maximaal 1/400 bedraagt van de lengte van de betreffende wand;

4.1.6.10 De toe te passen thermometer moet:
- een meetgebied hebben van -25°C tot +100°C;
- een nauwkeurigheid hebben van 1,5% van de maximum aanwijzing;
- een huis hebben van corrosievast staal.

De temperatuur moet visueel afleesbaar t.p.v. zijn op het oliereservoir.
Bij te hoge temperatuur: signalering naar de besturingsinstallatie

4.1.6.11 Peilglastoestel/kijkglas
De afmeting moet zodanig gekozen zijn, dat niveaus (volgens figuur 2), afleesbaar zijn.
Het materiaal van onderflens/-raam moet corrosievast staal zijn.

4.2 Pompen en hydromotoren

4.2.1 Tenzij in het contract anders is aangegeven, moeten de gekozen pompen en hydromotoren een verwachte levensduur hebben van minimaal 15.000 uur bij volle capaciteit met een werkdruk die hoort bij normale bedrijfsomstandigheden.

4.2.2 De pompen moeten onbelast kunnen aanlopen.
Bij toepassing van een spoel-/suppletiepomp moet(en) de pomp(en) kunnen aanlopen bij de benodigde spoeldruk.

4.2.3 Elke pompeenheid en/of hydraulische eenheid moet op trillingsdempers gemonteerd worden en met flexibele slangen of compensatoren worden aangesloten op het oliereservoir, kleppenblok en/of leidingwerk. De dempingsgraad van de trillingsdempers moet minimaal 70% bedragen.

4.2.4 Tot een vermogen van maximaal 75 kW mag de pomp aan de electromotor worden bevestigd met behulp van een lantaarnstuk. Het lantaarnstuk voorzien van een olie lekaansluiting en opening om koppeling visueel te kunnen inspecteren.Bij een vermogen groter dan 75 kW moet de pomp op een pompstoel worden bevestigd. Tenzij door een berekening aangetoond kan worden dat bevestiging aan het lantaarnstuk van de elektromotor acceptabel is.

4.2.5 In de zuigleiding van de pomp moet een kogelkraan of vlinderklep worden aangebracht, behalve bij een pompopstelling in het oliereservoir.

4.2.6 De persleiding van elke pomp moet beveiligd worden tegen overdruk en stroming in ongewenste richting.
Drukken moeten ter plaatse meetbaar zijn.

4.2.7 De pomp en de elektromotor moeten worden gekoppeld door middel van een elastische doorslagvaste koppeling.

4.3 Stuurkleppen, drukregelkleppen, balanceerkleppen e.d.

4.3.1 De afmetingen van het montagevlak van de toegepaste kleppen moeten overeenkomstig de volgende normen zijn :
- NEN-ISO 4401 voor vierpoort stuurkleppen
- NEN-ISO 5781 voor drukregelkleppen (uitgezonderd veiligheidskleppen), volgordekleppen, drukontlastkleppen, smoorkleppen en terugslagkleppen.
- NEN-ISO 6263 voor gecompenseerde stroomregelkleppen
- NEN-ISO 6264 voor veiligheidskleppen
- NEN-ISO 7790 voor modulaire stapelbare vierpoortskleppen en vierpoortsstuurkleppen grootte 02, 03 en 05.

Bij toepassing van cartridge kleppen moeten de volgende normen worden gehanteerd:
- NEN-ISO 7368 voor tweepoorts patroonkleppen.

Inschroefbare drie- en vierpoortspatroonkleppen mogen niet worden toegepast.

4.3.2 Alle kleppen die dienen voor besturing en regeling moeten op een kleppenblok worden samengebouwd. De onderlinge afstand van de kleppen moet voldoende zijn ten behoeve van gebruik van gereedschappen, bouten en elektrische aansluitingen.

4.3.3 Elke elektrisch-bediende stuurklep moet worden voorzien van een noodhandbediening.

4.3.4 Bij kans op drukstoten als gevolg van compressie of decompressie moet een vertraagd schakelende klep of een voor-ontlasting worden toegepast.

4.3.5 Kleppen waarbij een of meerdere hydraulische parameters kunnen worden ingesteld, moeten voorzieningen hebben om de afstelling te blokkeren of een van een slot voorziene afsluiting, waarbij de sleutel gecodeerd moet zijn.

4.3.6 De lasthoudkleppen of een overeenkomstig werkende klep moet op de cilinder worden bevestigd.
Indien mogelijke moeten deze kleppen direct aan de cilinderpoort worden bevestigd als flens-aansluiting of door middel van blokmontage.
Als alternatief mag de klep elders op de cilinder worden bevestigd. Het verbindend leidingwerk van de cilinderpoort naar de klep moet dan worden uitgevoerd in gelast rvs leidingwerk voorzien van flenzen.

4.3.7 Magneetspoelen moeten continu bekrachtigd kunnen worden (100% inschakelduur.)
Magneetspoelen voorzien van LED-signalering en RC-netwerk.
Tenzij anders in het contract is aangegeven bedraagt de magneetspanning 24 Vdc.
De kleppen moeten kunnen functioneren bij een spanningsvariatie van ± 10% van de nominale spanning.

4.4 Accumulatoren

4.4.1 De accumulatoren moeten:
- zijn van het type balgaccumulator of zuigeraccumulator;
- bij een balgaccumulator voorzien zijn van een balg (gaszak) van Perbunan (de balg moet stikstof gevuld zijn);
- voorzien zijn van een smeedstalen fles;
- voorzien zijn van een vloeistofklep van gefosfateerd staal;
- geschikt zijn voor de maximaal optredende werkdruk van het desbetreffende circuit;
- voorzien zijn van een navulmogelijkheid;
- voorzien zijn van een veiligheidsblok;
- voorzien zijn van demonteerbare bevestiging beugels.
- voorzien zijn van een corrosiebeschermde vloeistofklep

4.4.2 Accuveiligheidsblok
Het veiligheidsblok, moet worden voorzien van een handafsluiter, een handaftap en een instelbare veiligheid.
Tevens moet een regelbaar smoorventiel met terugslagklep worden opgenomen.

4.5 Drukmeting

4.5.1 Meet- en ontluchtingspunten
Meet- en ontluchtingspunten en hun aansluitingen moeten zijn van het type Minimesz, Voss of gelijkwaardig. Het materiaal van de slangpilaar en de meetkoppeling moet van corrosievast staal zijn.
Meet- en ontluchtingskoppelingen/-aansluitingen moeten stofdicht afgesloten worden met een niet corroderende kap.
Meet- en ontluchtingspunten moeten gemakkelijk bereikbaar zijn.

4.5.2 Manometers
De toe te passen manometers moeten:
- glycerine gevuld zijn;
- een huis hebben van corrosievast staal;

- een huisdiameter hebben van minimaal 100 mm;
- aangesloten worden met meetkoppeling en meetslang;
- een meetnauwkeurigheid hebben volgens NEN-EN 837-1 klasse 1;
- een minimaal meetbereik hebben van 1,3 x max. werkdruk van het desbetreffende circuit.

4.5.3 Drukschakelaars en -sensoren

Drukschakelaars en -sensoren moeten een meetbereik hebben van 1,3x maximale werkdruk van het desbetreffende circuit.
Drukschakelaars en -sensoren moeten worden aangesloten met een meetslang met meetkoppeling.

4.6 Afsluiters

Afsluiters moeten zijn van het type kogelkraan of vlinderklep . De kogelkranen moeten een hardverchroomde kogel hebben. Afsluiters die buiten zijn opgesteld uitvoeren in corrosievast staal X2CrNiMo 17-12-2 volgens NEN-EN 10088-1 of gelijkwaardig

4.7 Filters

4.7.1 Algemeen

- De ΔP over een persfilter mag maximaal, gemeten bij +10^{o}C,1 bar zijn, bij een retourfilter 0,5 bar.
- Indien een filter is voorzien van een “bypass” dan mag de bypass onder normale bedrijfsomstandigheden, ook bij lage temperatuur start-condities, niet openen.
- In aanvulling van de minimale filtratie fijnheden zoals hierna vermeld moet het filtratie systeem zodanig worden gekozen dat de reinheid van de installatie onder de beoogde bedrijfs omstandigheden minimaal ISO -/17/14 overeenkomstig NEN-ISO 4406 zal zijn.
- De electrische vervuilingsindicator moet in het electrische systeem voorzien zijn van een instelbare schakelvertraging.
- Persfilters moeten worden toegepast in servo-of proportionaal systemen als het falen van een servo- of proportionaalklep tot een gevaarlijke situatie kan leiden.
- Zuigfilters mogen niet worden toegepast.

4.7.2 Retourfilters moeten:

- een filterfijnheid hebben met β_{10}>75 ;
- een verwisselbaar filter-element hebben;
- voorzien zijn van een "by-pass";
- een optische vervuilingsindicator hebben met een elektrische signalering.

Het retourfilter moet zo dicht mogelijk bij het oliereservoir worden opgesteld.
Indien dit niet mogelijk is moet het filter van een drukverschilschakelaar worden voorzien.

4.7.3 Persfilters moeten:

- een filterfijnheid hebben met β_{10}>75;
- zonder "by-pass" worden uitgevoerd;
- drukvast zijn tot een druk hoger als de max. afsteldruk van de drukregelklep;
- voorzien zijn van een aftap en van een ontluchting;
- voorzien zijn van een optische en elektrische vervuiling indicator.

4.7.4 Vulfilters moeten een filterfijnheid met β_{10}>75.

4.7.5 Bij het verwisselen van een filterelement mag het systeem niet leeglopen en het verzamelde vuil niet in het systeem dringen;

4.7.6 Niet ingebouwde filters moeten worden voorzien van een aftap.

4.8 Kleppenblokken

4.8.1 Kleppenblokken moeten minimaal worden uitgevoerd in constructie staal volgens NEN-EN 10025-2-S355J2+N of in veredelstaal C35+N volgens NEN-EN 10083-2 of Ck35 normaal gegloeid volgens SEW 550, of HYT 60

4.8.2 De poortnummers moeten in het blok worden ingeslagen en moeten na conservering zichtbaar blijven.

4.8.3 Alle aansluitvlakken moeten tenminste een gemiddelde ruwheid Ra ≤ 0,8 µm en een maximale ruwheid Rz ≤ 6,3 µm volgens NEN-ISO 4287 hebben en tenminste een vlakheid van 0,01 mm per 100 mm lengte.
Voor de toelaatbare oppervlakteruwheid van de aansluitvlakken van cartridges (of logiekelementen) moet worden voldaan aan de betreffende eisen van de leverancier.

4.8.4 De diameter van de boring(en) moet minimaal gelijk zijn aan de overeenkomstige grootte van de aangesloten kleppen en of aansluitpoorten.

4.9 Frames

4.9.1 De frames moeten thermisch verzinkt worden volgens de NBD 10000.
- Alle naden in het frame moeten rondom worden afgelast;
- Draadgaten moeten worden vermeden. Indien toch draaggaten worden aangebracht moeten deze worden nagesneden in verband met het thermisch verzinken.

4.9.2 De frames moeten op het beton worden bevestigd door middel van ankers .
De ankers moeten thermisch verzinkt zijn of in corrosievast staal worden uitgevoerd.

4.9.3 De voorzieningen voor de bevestiging van de kabelgoten respectievelijk kabelbuizen ten behoeve van de elektrische installatie moeten vóór het verzinken worden aangebracht.

4.9.4 Ten behoeve van de elektrische aarding van de elektrische installatie moet op het frame een aardnok worden voorzien met een diameter van 30 mm waarop een schroefdraad uiteinde van M16 is aangebracht. De aardnok moet zijn voorzien van de letters PE.

4.10 Pompfiltratie systeem

Het debiet van het pompfiltratie systeem moet zodanig gekozen worden dat de inhoud van het oliereservoir 2 keer in de 24 uur wordt gefilterd, tenzij anders in de contractsdocumenten is vermeld.

Het aantal schakelingen per 24 uur en de loopduur per schakeling moeten apart en willekeurig ingesteld kunnen worden.

Het pompfiltratie systeem moet voorzien zijn van waterabsorberende diepte filtratie elementen.

4.11 Spoel-/suppletiepomp

Het debiet van de spoel-/suppletiepomp moet minimaal 0,2 maal het debiet van de pomp van het gesloten gedeelte van de installatie bedragen.

4.12 Lekbak

De olie die vrijkomt bij onderhoud aan of vervanging van componenten van de hydraulisch eenheid moet altijd kunnen worden opgevangen in een lekbak. Afhankelijk van het ontwerp van de hydraulische eenheid moet deze lekbak onder het pompaggregaat of onder de gehele eenheid, of op het oliereservoir worden aangebracht. In de lekbak moet een aftap worden komen waarbij de hoogte t.o.v. de werkvloer ten minste 150 mm bedraagt.

5. LEIDINGWERK

5.1 Vloeistofsnelheden

Bij het bepalen van de inwendige leidingdiameter moet van de volgende maximum snelheden worden uitgegaan:

Zuigleiding	0,5 m/s
Retourleiding	2 m/s
Persleiding tot ∅ 28 mm	5 m/s
Persleiding groter dan ∅ 28 mm	4 m/s

5.2 Materialen

Tenzij in het contract anders staat aangegeven moeten de leidingen vervaardigd worden uit naadloze pijp met afmetingen en toleranties die voldoen aan NEN-EN-ISO 1127.
Materiaalkwaliteit moet corrosievast staal X2CrNiMo 17-12-2 volgens NEN-EN 10088-1 t/m 3 zijn of gelijkwaardig.

5.3 Afmetingen leidingen

Met uitzondering van de lekolie leidingen bij de hydraulische eenheid moet de buitendiameter van leidingen minimaal 12 mm bedragen.
De afmetingen van de leidingen moeten minimaal voldoen aan de volgende tabel.

Materiaal leiding	Maximale druk 16 bar	Maximale druk 250 bar
X2CrNIMo 17-12-2	12 * 2 16 * 2 20 * 3 25 * 3 30 * 4 38 * 5 48.3 * 2.77 60.3 * 2.77 88.9 * 3.05 114.3 * 3.05 168.3 * 3.4	12 * 2 16 * 2 20 *3 25 *2 30 *4 38 *5 48.3 * 7.14 60.3 * 8.74 88.9 * 11.13

Het is toegestaan afwijkende leidingdiameters en/of wanddikten te gebruiken. Aangetoond moet dan worden dat deze leidingen voldoen aan de eisen van NEN-EN 13480-3. Met als extra eis dat bij bepalingen van de rekenwaarde van de druk (p_c) de optredende druk(p_o) met een extra belastingsfactor van 1.4 vermenigvuldigd moet worden.

5.4 Leidingbochten

Bochten in de leidingen moeten een minimum buigstraal van 3D hebben.

5.5 Bewerken van de leidingen

Na het op lengte brengen van de leidingen bramen verwijderen.

5.6 Aftappen en ontluchten

Het leidingsysteem moet op het laagste punt d.m.v. een kogelkraan kunnen worden afgetapt. De bedieningshandel moet worden verwijderd

5.7 Slangen

5.7.1 De barstdruk van de slangen moet een viervoudige zekerheid hebben ten opzichte van de maximale werkdruk.

5.7.2 Slangen die in de buitenlucht en in een niet van de buitenlucht afgesloten ruimte worden toegepast moeten worden voorzien van corrosievast stalen koppelingen en slangpilaren.

5.7.3 Slangen die buiten worden toegepast moeten :
- bestendig zijn tegen:
  - U.V.straling
  - zout (zover van toepassing) en zoet water
- opgebouwd zijn met corrosievast stalen onderdelen;
- een buitenmantel hebben die geen vocht opneemt.

5.7.4 Slangaansluitingen

5.7.4.1 Voor slangaansluitingen tot en met 1" mogen slangkoppelingen, met 24° conus, zware uitvoering volgens NEN-EN-ISO 8434, worden toegepast.

5.7.4.2 Voor slangaansluitingen vanaf 1" mogen alleen SAE flenzen toegepast worden volgens NEN-ISO 6162.
Ingeval meerdere slangen parallel worden gebruikt, moet iedere slang tevens aan beide zijden voorzien zijn van een afsluiter.

5.7.4.3 De overgang van leiding op slang moet ondersteund worden.

5.8 Pijpverbindingen

5.8.1 Materialen
Tenzij in het contract anders staat aangegeven moeten laskegels, flenzen, laskoppelingen en de genoemde onderdelen in paragraaf 5.7 vervaardigd worden uit corrosievast staal X2CrNiMo 17-12-2 volgens NEN-EN 10088 of gelijkwaardig.

5.8.2 Schroefkoppelingen

5.8.2.1 Voor leidingdiameters t/m 25 mm uitwendig moeten schroefkoppelingen toegepast worden: zware uitvoering met laskegel (24°) en O-ring afdichting (90° shore) volgens NEN-EN-ISO 8434-4, of een Walform verbinding met elastische afsluiting welke aansluit op een koppeling conform NEN-EN-ISO 8434.

5.8.2.2 Schroefkoppelingen voor zuig- en retourleidingen tot 10 bar mogen worden uitgevoerd als snijringkoppelingen met dubbele snijkant overeenkomstig NEN-EN-ISO 8434-1.

5.8.3 Flenzen

5.8.3.1 Voor leidingdiameters groter dan 25 mm uitwendig moeten SAE flenzen worden toegepast met O-ring afdichting (90° shore).

5.8.3.2 Voor lage druk leiding tot 16 bar mogen flenzen volgens NEN-EN 1092-1 worden toegepast.

5.8.4 Verdeelblok

De overgangen van een leiding op meerdere leidingen of slangen moeten uitgevoerd worden als een kleppenblok en moet voldoen aan de eisen die gesteld zijn in 4.12.1 en 4.12.4.
Het verdeelblok moet met bouten op de ondersteuning aangebracht worden.

5.9 Bevestigingen

5.9.1 Leidingbeugels

5.9.1.1 Voor het bevestigen van leidingen moeten beugels van de zware serie worden toegepast voorzien van kunststof schalen, thermisch verzinkte dekplaten en thermisch verzinkte boutverbindingen. Als alternatief mogen dekplaten van X2CrNiMo 17-12-2, of gelijkwaardig en bevestigingsmiddelen van A4 kwaliteit worden gebruikt

5.9.1.2 Vóór de definitieve bevestiging moeten de groeven in de kunststof schalen worden voorzien van vet of siliconenkit.

5.9.1.3 Indien de leidingen worden geconserveerd dan moet bij de keuze van de schaaldiameter met de eventueel grotere diameter rekening worden gehouden.

5.9.1.4 Direct voor en na een bocht en t.p.v. koppelingen van flexibele slangen, moeten pijpbeugels geplaatst worden.

5.9.1.5 Maximale beugelafstand:
- t/m ∅ 20 mm uitwendig h.o.h. 1000 mm;
- t/m ∅ 48,3 mm uitwendig h.o.h.1500 mm;
- vanaf ∅ 48,3 mm uitwendig h.o.h. 2000 mm.

Indien tussen twee bochten de leidinglengte kleiner is dan 50% van bovengenoemde beugelafstand, dan kan men volstaan met één beugel.

5.9.1.6 Lasplaatjes van de beugels moeten rondom worden afgelast. De hierin aanwezige tapgaten moeten na het verzinken worden opgetapt.

5.9.1.7 Bij het beugelen van de leidingen moet rekening gehouden worden met:
- uitzetting van de leidingen;
- drukstoten in de leidingen.

5.9.1.8 Leidingen moeten zodanig gelegd worden, dat vervanging van componenten en/of leidingen zonder verwijdering van andere componenten en/of leidingen kan plaatsvinden.

5.9.2 Ondersteuningsconstructie voor leidingbeugels

5.9.2.1 Voor leidingstraten met één of meer leidingen van ∅ 48,3 mm uitwendig moet een ondersteuningsconstructie toegepast worden van minimaal UNP 100.

5.9.2.2 De ondersteuningsconstructies moeten aan het beton bevestigd worden d.m.v. ankers in thermisch verzinkte of corrosievaste uitvoering.

5.9.2.3 De bevestigingsmiddelen in de ondersteuningsconstructie moeten minimaal M12 zijn.

5.9.2.4 In de ondersteuningsconstructie moeten vóór het conserveren/verzinken, afwateringsgaten ∅ 10 mm aangebracht worden.

5.10 Lasdetails

Voor het lassen van pijpen geldt :
- alle stuiklassen moeten volledig doorgelast en inwendig uitgeslepen worden;
- bij soklassen moet een reeds gefosfateerde pijp toegepast worden.

5.11 Boutverbindingen

5.11.1 Voor leidingwerk

Bij corrosievast stalen leidingen moeten de bevestigingsmiddelen eveneens zijn van corrosievast staal.
- bouten van A4-70 volgens NEN-EN-ISO 4014/4017;
- moeren van A4-70 volgens NEN-EN-ISO 4032;
- sluitringen van A4 volgens NEN-EN-ISO 7090.

5.11.2 Voor verbinding cilinderkop/cilinderbodem/blokken met de cilindermantel

Indien de cilinderkop, -bodem en/of blokken door middel van boutverbindingen aan de cilindermantel bevestigd zijn, zijn cilinderschroeven met binnenzeskant toegestaan volgens NEN-EN-ISO 4762.
Materiaal maximaal 10.9 St.

5.11.3 Overige boutverbindingen
- zeskantbouten 8.8-tZn volgens NEN-EN-ISO 4014/4017
- moeren 8-tZn volgens NEN-EN-ISO 4032
- sluitringen St-tZn volgens NEN-EN-ISO 7089.

6. HYDRAULISCHE CILINDER

6.1 Algemeen

6.1.1 Bij cilinders die een drukkracht moeten leveren, moet de afstand tussen de zuiger en cilinderkop in nominaal uitgeschoven toestand minimaal 1,5 x de zuigerdiameter bedragen.

6.1.2 Voor enkelwerkende en dubbelwerkende cilinders, welke worden toegepast als een enkelwerkende, moet de ongebruikte aansluiting aan de cilinder worden voorzien van een op het oliereservoir aangesloten nazuigleiding.

6.2 Zuiger

6.2.1 Materiaal
De zuiger moet worden vervaardigd uit smeedstaal conform de eisen uit de NBD 9200 of uit stafmateriaal uit ongelegeerd constructiestaal of veredelstaal.
- Een zuiger van ongelegeerd constructiestaal moet worden uitgevoerd volgens NEN-EN 10025-2 S355J2+N of van gelijkwaardige kwaliteit.
- Een zuiger van veredelstaal moet worden uitgevoerd in C45E+QT volgens NEN-EN 10083-1 of van Ck45 veredeld volgens SEW 550 of van gelijkwaardige kwaliteit.

6.2.2 Lagering/geleiding zuiger
De lagering/geleiding van de zuiger moet vervaardigd worden uit een met vezels versterkte kunststof.

6.2.3 Verdraaien
De zuiger moet ten opzichte van de zuigerstang tegen los draaien worden geborgd.

6.3 Zuigerstang

6.3.1 Materiaal
De zuigerstang moet in één stuk worden vervaardigd uit ongelegeerd constructiestaal, veredelstaal of corrosievast staal.
- Een zuigerstang van ongelegeerd constructiestaal moet worden uitgevoerd volgens NEN-EN 10025-2 S355J2+N of van gelijkwaardige kwaliteit.
- Een zuigerstang van veredelstaal moet worden uitgevoerd in C45E+QT volgens NEN-EN 10083-1 of van Ck45 veredeld volgens SEW 550 of van gelijkwaardige kwaliteit.
- Een zuigerstang van corrosievast staal moet worden uitgevoerd in X17CrNi16-2 volgens NEN-EN 10088 of van gelijkwaardige kwaliteit.

6.3.2 Zuigerstangbedekking

6.3.2.1 Tenzij in het contract anders staat aangegeven moet de zuigerstang altijd worden voorzien van een bedekking.
De materiaalcombinatie voor de zuigerstangbedekking en de zuigerstanggeleiding moet zodanig gekozen worden dat geen galvanische werking op kan treden.
De bedekking moet aan één van de volgende voorwaarden voldoen:
- Zuigerstangen van ongelegeerd constructiestaal of veredelstaal moeten worden voorzien van een nikkel en chroomlaag of van een keramische bedekking.

Is in het contract niets voorgeschreven dan moet voor stangen met een diameter groter dan 80 mm gekozen worden voor een keramische bedekking.
- Zuigerstangen van corrosievast staal moeten worden voorzien van een chroomlaag.

6.3.2.2 Voor de eisen ten aanzien van de laagdikte wordt voor stangen die voorzien zijn van een nikkel en/of chroomlaag verwezen naar de "Eisen Nikkel en Chroom bedekkingen op zuigerstangen" (zie bijlage B).

6.3.2.3 Voor de eisen ten aanzien van keramische bedekkingen wordt verwezen naar de eisen die gesteld zijn in de NBD 10300.

6.3.2.4 In aanvulling op het gestelde in bijlage B "Eisen Nikkel en Chroom bedekkingen op zuigerstangen" en in de afwijking van het gestelde in de NBD 10300 gelden voor de oppervlakteruwheden de volgende eisen:
De oppervlakteruwheid Ra en/of de maximum ruwheidshoogte Rz volgens NEN-ISO 4287 mag niet meer dan 0,3 µm respectievelijk 3,2 µm bedragen.
De profieldoorsnijdingslengte op een diepte c van 1,5 µm moet minimaal 80% van de meetlengte bedragen.

6.3.2.5 Voor de stangbedekking moet een garantieverklaring worden afgegeven overeenkomstig de eisen van de NBD 10300

6.3.3 Oog/gaffelconstructie moet worden geborgd tegen verdraaien ten opzichte van de zuigerstang

6.4 Cilinderkop

6.4.1 Materiaal
De cilinderkop moet worden vervaardigd uit ongelegeerd constructiestaal of veredelstaal.
- Een cilinderkop van ongelegeerd constructiestaal wordt uitgevoerd in NEN-EN 10025-2-S355J2+N of van gelijkwaardige kwaliteit.
- Een cilinderkop van veredelstaal wordt uitgevoerd in C45E+QT volgens NEN-EN 10083-1 of van Ck45 veredeld volgens SEW 550 of van gelijkwaardige kwaliteit.

6.4.2 Lagering/geleiding zuigerstang
Het materiaal voor de zuigerstang lagering/geleiding moet voldoen aan het gestelde in punt 6.2.2

6.4.3 Afdichting

6.4.3.1 Dynamische afdichting
Afhankelijk van de wens van de opdrachtgever moeten dynamische afdichtingen dubbel dan wel viervoudig in de vorm van "dakvorm" manchetten worden uitgevoerd.

Dubbel uitgevoerde dynamische afdichtingen moeten bestaan uit:
- een wrijvingsarme afdichting voor het afbouwen van de oliedruk aan de drukzijde (stepseal);
- een robuuste afdichting van polyester, als reserve, aan de buitenzijde; deze stroeve afdichting mag niet door de olie worden aangedrukt.

Dynamische afdichtingen van horizontaal of schuin (tot een hellingshoek van 45°) opgestelde cilinders moeten zijn uitgevoerd met "dakvorm"manchetten.

Voor de dakvormmanchetten, de steun- en drukring moeten materialen gekozen worden die geen aanleiding kunnen geven tot stick slip verschijnselen.

6.4.4 Afstrijker

In de cilinderkop moet een voorziening(-en) worden aangebracht voor het afstrijken van zowel vuil als ijs.
Deze voorziening(-en) moet eenvoudig verwisselbaar zijn zonder demontage van cilinder of zuigerstang. Dit betekent dat een gedeelde vuil- of ijsafstrijker dezelfde functionaliteit moet hebben als een niet gedeelde.

6.4.5 Bevestiging

De cilinderkop moet door middel van bouten aan de cilindermantel worden bevestigd.

In afwijking van bovenstaande mag bij een cilinder waarbij de overstortdruk niet groter is dan 160 bar en de diameter van de cilindermantel (inwendig) de160 mm niet overschrijdt, de cilinderkop met behulp van een schroefdraadverbinding aan de mantel worden bevestigd.

6.5 Cilindermantel

6.5.1 Materiaal

De cilindermantel moet worden vervaardigd uit naadloze stalen pijp met als minimum kwaliteit S355J2H, volgens NEN-EN 10210-1.

6.5.2 Oppervlakteruwheid

De oppervlakteruwheid Ra en/of de maximum ruwheidshoogte Rz volgens NEN-ISO 4287 ter plaatse van het loopvlak van de zuiger, moet na de eindbewerking niet meer dan 0,4 µm respectievelijk 4 µm bedragen.
De profieldoorsnijdingslengte op een diepte c van 1,5 µm moet minimaal 80% van de meetlengte bedragen;

6.6 Cilinderbodem

6.6.1 Materiaal

De cilinderbodem moet worden vervaardigd uit smeedstaal conform de eisen uit de NBD 9200 of uit stafmateriaal met als minimum kwaliteit NEN-EN 10025-2 S355J2+N

6.6.2 Bevestiging

De cilinderbodem moet door middel van een las- of een boutverbinding aan de cilindermantel worden bevestigd.

Bij een gelaste cilinderbodem moet de vormgeving zodanig zijn dat ter plaatse van de las:
- eventueel aanwezig buigende moment optimaal wordt doorgeleid;
- de kerffactor gunstig is.

D.m.v. een berekening, zowel voor de uiterste grenstoestand overbelasten als vermoeiing moet worden aangetoond dat deze verbinding voldoet.

In afwijking van bovenstaande mag bij een cilinder waarbij de overstortdruk niet groter is dan 160 bar en de diameter van de cilindermantel (inwendig) de160 mm niet overschrijdt, de cilinderbodem met behulp van een schroefdraadverbinding aan de mantel worden bevestigd.

6.6.3 Afdichting

Indien de cilinderbodem door middel van een schroefdraad- of boutverbinding aan de mantel wordt bevestigd dan moet tussen de bodem en de mantel een statische afdichting worden aangebracht.

6.7 Cilinder bevestiging

6.7.1 Lagering

Tenzij in het contract anders is voorgeschreven, moeten het aangrijppunt aan de zuigerstang en het bevestigingspunt van de cilinder met zelfinstellende onderhoudsarme lagers worden uitgevoerd.

6.7.2 Cilindermantel bevestiging door middel van een schommeljuk

Als de cilinder middels een schommeljuk is opgehangen, dan moet de gekozen constructie zodanig zijn dat vervorming van de cilindermantel ten gevolge van de belasting niet van invloed is op de goede werking van de zuigerpakking.

6.7.3 Afdichting

Het complete lager moet door middel van een afdichting worden beschermd tegen stof en dergelijke.
In situaties waarbij het draaipunt onder water komt moeten extra afdichtingen worden aangebracht.

6.7.4 Materialen

De draaipuntspen moet worden uitgevoerd in C45E+QT volgens NEN-EN 10083-1 of van Ck45 veredeld volgens SEW 550 of van gelijkwaardige kwaliteit.

Het schommeljuk moet vervaardigd worden uit constructiestaal met als minimum kwaliteit NEN-EN 10025-2 S355J2+N + Z kwaliteit, waarbij rekening dient te worden gehouden met de walsrichting van het materiaal.

Een gaffel of oog moet worden uitgevoerd in gietstaal of constructiestaal.

- uit gietstaal: volgens NEN-EN 10293
- uit constructiestaal: NEN-EN 10025-2 S355J2+N of gelijkwaardig.

7. HYDRAULISCHE OLIE

7.1 Oliesoort

Slechts de navolgende oliesoorten zijn toegestaan:
- een hydraulische vloeistof gebaseerd op minerale olie (type HV);
- een synthetische ester van het type HEES (Hydraulic Oil Environmental Ester Synthetic). Deze olie moet voldoen aan de eisen uit bijlage C.

Beide oliesoorten moeten een viscositeitsklasse hebben van ISO VG 15 tot ISO VG 22 overeenkomstig de ISO 3448

De keuze van de oliesoort wordt door de opdrachtgever voorgeschreven.

7.2 Water contaminatie

Het watergehalte van minerale olie (type HV) mag niet meer bedragen dan 500 ppm.
Bij toepassing van een HEES olie is het maximaal toelaatbare watergehalte 1000 ppm

8. TEKENINGEN EN BEREKENINGEN

8.1 Tekeningen

In aanvulling op het gestelde in het contract moet ter toetsing van het ontwerp en de fabricage het tekeningenpakket minimaal bestaan uit:

- een hydraulisch schema conform de eisen in hoofdstuk 3;
- een opstellingstekening van de hydraulische eenheid, hydromotor of cilinder met de bijbehorende leidingloop;
- een samenstelling van het pompaggregaat inclusief kleppen met blokken;
- een samenstelling van het oliereservoir en frames;
- een samenstelling en detailtekeningen van de cilinders;
- een overzichtstekening van de leidingloop;

De tekeningen moeten zijn voorzien van een (separate) stuklijst waarop alle toegepaste componenten/onderdelen zijn vermeld.

8.2 Berekeningen

8.2.1 Tenzij de maatgevende belastingen door de opdrachtgever ter beschikking zijn gesteld, moet de aannemer berekeningen overleggen van:

- de maatgevende belasting op de cilinder voor de volgende uiterste grenstoestanden:
  . overbelasten
  . vermoeiing.
- De maatgevende druk in de hydraulische installatie voor de volgende bruikbaarheidsgrenstoestanden :
  . overschrijden maximale druk,
  . gemiddelde druk
  . overstortdruk.

Een en ander conform het gestelde in paragraaf 2.4 en te verduidelijken overeenkomstig de in paragraaf 5.4.2.2 van de NEN 6786 gevraagde grafieken.

8.2.2 De hydraulische installatie of onderdelen daarvan moet in de verschillende bedrijfssituaties voldoen aan de eisen die voortvloeien bij het beschouwen van de uiterste grenstoestand en de bruikbaarheidsgrenstoestand. Een en ander overeenkomstig het gestelde in de NEN 6786.

8.2.3 De volgende berekeningen moeten ter toetsing worden overlegd:
- drukverlies berekening bij - 10°
- vermogensberekening bij - 10°C;
- berekening van de koppeling tussen motor en pomp;
- berekening van de complete cilinder;
- berekeningen oliereservoir;
- warmtebalans hydraulische installatie;
- Voor bascule- en ophaalbruggen, bij een val met een statisch moment groter als 1000 m^3, moet een simulatieberekening gemaakt worden waarin wordt aangetoond dat aan de eisen v.w.b. dynamische stabiliteit conform artikel 2.5 wordt voldaan.

Voor overige eisen gesteld aan de berekeningen en de toetsingsprocedures zie het contract.

8.2.4 Uitgangspunten voor de vermogensberekening/warmtebalans elektromotor
Voor het bepalen van het benodigde vermogen (motorkoppel) moeten de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:
- Toegekend motorkoppel/motorvermogen
  Aan de hand van de "gemiddelde druk", verhoogd met het drukverlies bij -10 °C en het rendement van de pompen en dergelijke, moet het maatgevende vermogen voor de warmtebalans van de elektromotor bepaald worden. Tenzij in het contract andere eisen zijn vermeld, moet zijn uitgegaan van 1 bewegingscyclus per 10 minuten, waarbij de duur tussen openen en sluiten gelijk is aan nul.
- Grens-motorkoppel/motorvermogen
  Aan de hand van de "maximale druk", verhoogd met het drukverlies bij -10 °C en het rendement van de pompen en dergelijke, moet het grens-motorkoppel bepaald worden. Deze koppels worden geacht maximaal 3 sec op te treden.

8.2.5 Aanvullende eisen voor de berekening van de cilinder c.a.

8.2.5.1 Cilinders die voorzien zijn van een buffer moeten zodanig gedimensioneerd zijn dat de met de cilinder verbonden massa tot stilstand kan komen zonder dat de sterkte van de constructie of de cilinder overschreden wordt.

8.2.5.2 De dikte van de cilindermantel moet zo gedimensioneerd worden dat bij de maximale beproevingsdruk de speling tussen de cilindermantel en de zuiger kleiner is dan de maximale speling die voor de toegepaste afdichting toelaatbaar is.

8.2.5.3 Voor het bepalen van de optredende vlaktedruk op de geleiding van zuiger en zuigerstang wordt verwezen naar de rekenmethodiek van de fabrikant.
Er wordt een extra veiligheidsfactor verlangd van 2 op de door de fabrikant opgegeven toelaatbare spanning.

8.2.5.4 Gecontroleerd moet worden of door de indrukking van de geleidingen metallisch contact kan ontstaan tussen zuigerstang en cilinderkop respectievelijk zuiger en cilindermantel.

9. EINDDOCUMENTATIE

9.1 Algemeen

Tenzij anders vermeld in de contract documenten moet de aannemer in 4-voud de volgende documenten betreffende de hydraulische installatie leveren:

- Tekeningen pakket conform de eisen uit paragraaf 8.1;
- Berekeningen pakket conform paragraaf 8.2;
- De geplastificeerde en gekleurde hydraulische schema's conform de eisen uit paragraaf 3.1 bij elk hydraulisch systeem;
- Een handboek, bevattende de bedienings- en onderhoudsvoorschriften voor de hydraulische installatie;
- Instructie-/draaiboek t.b.v. de montage en demontage van de hydraulische installatie;
- Keurings- en beproevingsprotocollen;
- Instandhoudingsplan voor de hydraulische installatie.

Voor keramische deklagen wordt verwezen naar de NBD 10300
Voor de overige eisen gesteld aan de documenten en voor de eisen gesteld aan de toetsingsprocedures zie het contract.

9.2 De bedienings- en onderhoudsvoorschriften

De bedienings- en onderhoudsvoorschriften moeten zijn opgesteld in de Nederlandse taal.

Het geheel moet worden ingedeeld in hoofdstukken conform de navolgende opzet:

- Een algemeen gedeelte, bestaande uit:
  * Een tekeningenlijst en berekeningen overzicht;
  * Verklaring van overeenstemming conform paragraaf 2.3.1;
- Een beschrijving van de installatie die minimaal moet bevatten:
  * Een overzichtstekening van de complete hydraulische installatie;
  * Samenstellingstekeningen van de hoofdcomponenten met vermelding van hoofdmaten en gegevens;
  * Een beschrijving van de werking van de installatie met werkingsdiagrammen conform paragraaf 3.4;
  * De hydraulische en elektrische schema's van de hydraulisch installatie;
  * Specificatie en documentatie van alle toegepaste onderdelen met vermelding van fabrikaat, typenummer, vermogen, capaciteiten enz., inclusief de elektrotechnische randapparatuur;
- Een bedieningshandleiding, bestaande uit:
  * Bedieningsinstructies voor het bedienings- en onderhoudspersoneel;
  * Instructievoorschriften ingeval van noodbedrijf, alsmede een opgave van de handelingen die moeten worden verricht bij mogelijk optredende storingen;

- Een onderhoudsgedeelte, bestaande uit:
  * Bestelcodelijst van alle onderdelen met adreslijst van leveranciers;
  * Afstelinstructies, -gegevens en regelkarakteristieken van meet- en regelapparatuur;
  * Testvoorschriften en onderhoudsinstructies;
  * Smeerschema's (maximaal op A3-formaat) met vermelding van het smeermiddel, de smeerpunten en het smeerinterval;
  * Specificatie van de toegepaste olie; de benodigde hoeveelheid olie om het systeem te vullen;
  * Het spoelplan conform paragraaf 11.1;

* Een overzichtslijst van geconserveerde onderdelen met vermelding van de leverancier, het fabrikaat van de conserveringsmiddelen en de kleurcode;

Het geheel moet worden voorzien van een inhoudsopgave.

Alle bladen moeten per hoofdstuk worden genummerd en worden voorzien van index en tabbladen.
In de alfabetisch opgestelde lijst van toegepaste onderdelen moet ook worden verwezen naar de desbetreffende bladen.

Het geheel moet worden aangeleverd op A4-formaat, in 4-rings-ordners.

9.3 Instructie-/draaiboeken

Ten behoeve van de montage, demontage en/of de daarop volgende wisselingen van de cilinder en de hydraulische eenheid moeten instructie-/draaiboeken worden geleverd.

De boeken moeten zijn opgesteld in de Nederlandse taal.
De boeken moeten worden aangeleverd op A4-formaat, in 4-rings ordners. Het geheel moet worden ingedeeld in hoofdstukken voorzien van index en tabbladen.

Om tot een overzichtelijke indeling te komen moet elk instructie-/draaiboek minimaal de volgende hoofdstukken bevatten:

- Algemene informatie;
- Een stappenplan, waarin alle handelingen, werkzaamheden in chronologische volgorde worden aangegeven;
- Bijbehorende tekeningen, voorzien van relevante aanwijzingen;
- Checklisten.

9.4 Keuringsdocumenten en beproevingsprotocollen

In deze documentatie dienen de navolgende documenten te worden opgenomen:

- Garantiecertificaten;
- Certificaten betreffende het niet-destructief onderzoek;
- Kwaliteitsregistraties en materiaalcertificaten;
- Meetprotocollen van de verrichte metingen en de resultaten van de afnamebeproevingen en eindkeuringen overeenkomstig het gestelde in hoofdstuk 14;

Het geheel moet worden voorzien van een index en tabbladen en moet worden aangeleverd op A4-formaat, in 4-rings-ordners.

9.5 Instandhoudingsplan voor de hydraulische installatie

Ten behoeve van het instandhoudingsplan voor de hydraulische installatie dient een inspectie- en een onderhoudsplanning te worden opgesteld.
In deze planningen moeten de volgende aspecten worden opgenomen:

- Een beschrijving van de geplande inspecties met de daarbij behorende inspectie-intervallen en -kosten;
- Het opstellen van een onderhoudsstrategie met een beschrijving van de geplande onderhoudsactiviteiten en de daarbij behorende onderhoudsintervallen voor periodiek

en groot onderhoud, wisselschema's en de jaarlijkse onderhoudskosten gedurende de levensduur van de hydraulische installatie;
- Een beschrijving van de benodigde inspectie- en onderhoudsvoorzieningen;
- Een lijst met aanbevolen reserve onderdelen inclusief de gebruikelijke vervangingsintervallen;
- De verwachte niet-beschikbaarheid inzake inspecties en onderhoud.

Het instandhoudingsplan moet zijn opgesteld in de Nederlandse taal.
Het geheel moet worden ingedeeld in hoofdstukken voorzien van index en tabbladen en moet worden aangeleverd op A4-formaat, in 4-rings-ordners.

10. CONSERVERING

10.1 Algemeen

10.1.1 Van toepassing is de NBD 10000 en de hierna volgende bepalingen.

10.1.2 Fabrieksmatig geconserveerde onderdelen moeten geschikt zijn voor een niet afgeschermde buitenopstelling. Na montage en samenbouw moeten de onderdelen worden gereinigd. Beschadigde en geroeste plaatsen moeten grondig worden uitgeschuurd c.q. ontroest (reinheidsklasse P St3 volgens ISO 8501-2) en worden bijgewerkt met twee lagen sneldrogende zf/mio primer.

Hierna moeten de onderdelen geheel licht en gelijkmatig worden opgeruwd en worden voorzien van een één laag mio grondverf, sneldrogend, in een laagdikte van 60 micrometer en vervolgens dekkend worden afgeschilderd met een oliebestendige dekverf in een laagdikte van 50 micrometer volgens het conserveringssysteemblad NBD 16107.

De totale laagdikte van het conserveringssysteem moet na het aanbrengen van de lagen tenminste 230 micrometer bedragen. Indien deze laagdikte niet is bereikt moet een extra laag dekverf worden aangebracht.

10.1.3 Na montage van de hydraulische installatie moeten beschadigingen worden bijgewerkt.

10.1.4 Eindschakelaars, manometers, drukschakelaars, resopalplaatjes en dergelijke moeten pas na het conserveren worden aangebracht.

10.2 Conversielagen

10.2.1 Aluminium reservoirs
Voordat het conserveringssysteem wordt aangebracht moeten de uitwendige oppervlakken chemisch worden voorbehandeld door chromateren (6-waardig chroomzuur), zie bijlage A.

10.2.2 Corrosievaste stalen leidingen en reservoirs

10.2.2.1 Corrosievast stalen leidingen en reservoirs moeten t.p.v. de lassen worden gebeitst en gepassiveerd overeenkomstig de eisen uit de NBD 06100 of uitwendig behandelen met glasparelstralen

10.2.2.2 Corrosievast stalen reservoirs groter dan 0,2 m^3 (200 dm^3) uitwendig glasparelstralen of compleet beitsen en passiveren

10.2.2.3 Na het passiveren mogen de leidingen niet meer worden bewerkt.
Na het conserveren maatregelen nemen om vervuilen van de leidingen te voorkomen.

10.2.2.4 Corrosievaste stalen leidingen behoeven niet te worden geconserveerd, tenzij dit anders is vermeld in het contract.

10.3 Thermisch verzinken

10.3.1 Stalen frames, ondersteuningsconstructies, leidingbeugels, roosters, c.a. moeten thermisch worden verzinkt en behandeld volgens de NBD 10000.

10.3.2 In afwijking van het gestelde in de NEN-EN-ISO 4014/4017 en 4032 moeten boutverbindingen zoals genoemd in paragraaf 5.11.3, eveneens worden verzinkt en behandeld volgens de
NBD 10000.

10.3.3 Thermisch verzinkte bevestigingsmiddelen moeten worden voorzien van hetzelfde conserveringssysteem als van de te verbinden delen. Dit geldt niet voor het leidingwerk.

10.3.4 De onderdelen van de hydraulische installatie die in een buitenopstelling staan en die thermisch verzinkt zijn moeten voorzien zijn van een aanvullend conserveringssysteem conform de NBD 10000. Een uitzondering hierop zijn roosters.

10.4 Conserveringssystemen

10.4.1 Cilinders
Conserveringssysteemblad NBD 16312 voor cilinders die een permanente of semi-permanente belasting hebben in zoet- of zoutwater
Conserveringssysteemblad NBD 16365 voor de overige gevallen

10.4.2 Aluminium reservoirs
Systeem nr. 455.004, volgens NBD 16347

10.4.3 Kleppenblokken
Systeem nr. 455.004, volgens NBD 16347

10.4.4 Thermisch verzinkte onderdelen
Systeem nr. 455.004, volgens NBD 16347

10.4.5 Vlakken die met gietmortel in aanraking komen
Voorzien van een laag epoxy-primer in een laagdikte van 80-100 μm.

10.4.6 Kracht overdragende vlakken van voorspanverbindingen
Systeem nr. 100.001, volgens NBD 16000

10.4.7 Zuigerstangen
Het uitstekende deel van de zuigerstang moet beschermd worden met een conserveringsvet. Hiertoe dient de leverancier van de hydraulische installatie een smeeradvies te leveren. Aspecten die daarbij aan de orde moeten komen, zijn:

- Hechting
- Standtijd
- Milieubelasting
- Aantasting van de onderliggende deklaag
- De standtijd van het conserveringsvet moet minimaal 6 maanden zijn

11. SPOELEN

11.1 Spoelvoorwaarden

Voor de aanvang van het spoelen moet een spoelplan opgesteld worden
De aannemer moet spoelen met een speciale spoeleenheid.

- De vloeistofsnelheid en de temperatuur van de spoelvloeistof moeten zodanig zijn dat, rekening houdend met de viscositeit van de vloeistof, steeds een turbulente stroming ontstaat. De vloeistof snelheid moet bij het spoelen steeds minimaal 2 x zo groot zijn dan de berekende nominale vloeistofsnelheid in het betreffende tracé;

- De hydraulische olie wordt gebruikt als spoel medium, en niet wordt vervangen na het spoelen, dan mag de temperatuur van de vloeistof tijdens de werkelijke spoelperiode niet meer zijn dan maximaal 60 °C;

- De spoelfilters moeten zijn voorzien van vervuilingsindicatoren. De filterfijnheid moet afgestemd zijn op de te behalen reinheid. Er mogen geen bypass-functies op de filters aanwezig zijn;

- Tijdens het spoelen moet het leidingwerk ten minste drie maal met een hamer worden beklopt, in het bijzonder ter plaatse van appendages en bochten. Steeds met een tussentijd van minimaal 15 minuten;

- Als de spoelvloeistof niet de hydraulische olie is dan mag de spoelvloeistof maximaal 0,5% opgelost water bevatten.

11.2 Spoelen hydraulische installatie

Na het spoelen van het leidingwerk kan de gehele hydraulische installatie worden aangekoppeld en met hydraulische olie worden gevuld.

Vervolgens moeten de drukken van het systeem zodanig laag worden afgesteld dat de installatie net kan “bewegen”.
Na 1 uur draaien op deze lage druk, waarbij alle aandrijf bewegingen plaatsvinden, moet de reinheid van het systeem opnieuw worden gemeten.
De reinheid moet weer minimaal ISO -/17/14 zijn volgens NEN-ISO 4406.

11.3 Bemonstering bij spoelprocedures

11.3.1 Monsternamepunt

- De plaats van het monsternamepunt is altijd na de te spoelen kring, doch voor het spoelfilter.
- Het monsternamepunt moet overeenkomstig NEN-ISO 4021 zijn.

11.3.2 Monstername

Het monster moet worden genomen overeenkomstig de NEN-ISO 4021 of de NEN-ISO 11500.

11.3.3 Monsteranalyse

Hierbij zijn 2 werkmethoden toegestaan, namelijk:
- analyse door de aannemer zelf, volgens punt 12.4.4.1.
- analyse door een extern laboratorium, volgens punt 12.4.4.2;

11.3.3.1 Analyse door de aannemer zelf.
De door de aannemer gebruikte apparatuur moet regelmatig gecalibreerd wordt overeenkomstig de ISO 11171.

12. KEURINGS- EN AFNAME EISEN

12.1 Algemeen

12.2.1 Keuringsdocumenten, waarop de beproevingsresultaten vastgelegd worden, moeten voldoen aan de eisen uit de NEN-EN 10168.

12.2.2 Materialen moeten, waar van toepassing, bij levering via merken traceerbaar / identificeerbaar zijn naar het bijbehorende certificaat.

12.2.3 Gedurende het gehele productieproces dient de identificatie gewaarborgd te worden door omstempelen of d.m.v. een bedrijfseigen kwaliteitssysteem.
Dit geldt niet voor het leidingwerk.

12.2 Hydraulische eenheid

12.2.1 Oliereservoirs in corrosievast stalen uitvoering
De materialen moeten worden geleverd met een keuringsrapport 3.1 volgens NEN-EN 10204.

12.2.2 Kleppenblokken

12.2.2.1 De materialen moeten geleverd worden met een keuringsrapport 3.1 volgens NEN-EN 10204.

12.2.2.2 Na het rondom bewerken van het materiaal doch voor het aanbrengen van de boorpatronen moet het materiaal rondom 100% US-onderzocht worden volgens SEL 072 klasse 2.
Alle fouten groter dan 0,5 cm² moeten met vermelding van hun ligging in een keurings-rapport 3.1 volgens NEN-EN 10204 worden vermeld.

12.2.2.3 Na vaststellen van eventuele fouten, moet worden nagegaan of de locatie van de fouten van invloed is op de goede werking van de blokken.

12.2.3 Accumulatoren
Accumulatoren moeten geleverd worden meteen keuringscertificaat van het Stoomwezen of T.U.V.
Bij grote aantallen moet overeengekomen worden of er een type keuring of een stukskeuring plaatsvindt. Keuringscertificaat conform PED

12.2.4 Schuiven, kleppen, schakelaars, pompen, hydromotoren enz.
Aangetoond moet worden dat de gemonteerde onderdelen conform de stuklijst zijn.

12.3.6 Conservering
De keuring van de conservering vindt plaats conform NBD 10000.

12.3 Hydraulisch leidingwerk

Het materiaal voor de leidingen, flenzen en laskegels moet geleverd worden met een keuringsrapport 3.1 volgens NEN-EN 10204.

12.4 Hydraulische cilinders

12.4.1 Het materiaal voor de zuiger, zuigerstang, cilinderkop, cilindermantel inclusief flenzen, cilinderbodem en de in paragraaf 6.7.4 genoemde onderdelen van de cilinderbevestiging moeten geleverd worden met een keuringsrapport 3.1 volgens NEN-EN 10204.

12.4.2 Cilindermantel
De oppervlakte ruwheid van de cilindermantel moet elke 500 mm worden gemeten en vastgelegd.

12.4.3 Nikkel en / of Chroom Zuigerstangbedekking

12.4.3.1 Het aantal uit te voeren metingen van de laagdikte en oppervlakteruwheid is voor elke zuigerstangbedekking overeenkomstig het gestelde in de "Aanvullende eisen Nikkel en Chroom bedekkingen op zuigerstangen".

12.4.3.3 Voor de goed en afkeurcriteria van de laagdikte en uiterlijk van een nikkel en/of chroomlaag wordt verwezen naar de "Aanvullende eisen Nikkel en Chroom bedekkingen op zuigerstangen".

12.4.4 Keramische bedekkingen
Voor de vereiste keuringen aan keramische stangbedekkingen wordt verwezen naar de NBD 10300.

12.5 Spanningsarm gloeien van gelaste constructies

Indien de aannemer besluit om gelaste constructies spanningsarm te gloeien, gelden hiervoor de eisen uit de NBD 12000.

12.6 Niet-destructief onderzoek aan gelaste verbindingen

12.6.1 Voor de gestelde eisen aan het NDO onderzoek wordt verwezen naar NBD 11001: "Eisen niet-destructief onderzoek voor staal- en werktuigkundige constructies".

12.6.2 Ingeval van afkeur van één van de lassen kan de opdrachtgever eisen dat alle lassen worden onderzocht.
De kosten van dit onderzoek komen voor rekening van de aannemer.

12.6.3 Omvang vereist NDO onderzoek:
Alle onderdelen Kwaliteitsniveau I, zie tabel 1 van de NBD 11001 uitgezonderd oliereservoirs, frames en ondersteuningconstructies voor leidingen. Deze zijn kwaliteitsniveau IV .

Omschrijving	Röntgen	Magnetisch [1])	Ultrasoon [2])	Visueel
Kwaliteitsniveau I Alle componenten uit deze kwaliteitsklasse (uitgezonderd leidingen, met: • stompe las zonder spleet • stompe las met spleet • hoeklassen Leidingen	10%	100% 100% 100 %	100% 5%	100% 100% 100% 100%
Kwaliteitsniveau IV Oliereservoirs, frames en ondersteuningsconstructies voor leidingen				100%

[1]) Is Magnetisch onderzoek niet mogelijk, dan moet er een Penetrant onderzoek plaats vinden.
[2]) Voor US-onderzoek aan kleppenblokken zie paragraaf 13.3.2.

13. AFNAMEBEPROEVING

13.1 Algemeen

13.1.1 Voordat de aannemer aanvangt met de beproeving moet deze een beproevingsprotocol ter acceptatie indienen.
In het beproevingsprotocol moeten puntsgewijs alle te verrichten handelingen worden aangegeven.

13.1.2 De resultaten van deze beproeving moeten door de aannemer op het F.A.T. en S.A.T. protocol worden vastgelegd.

13.2 Beproeving in de fabriek (F.A.T.)

13.2.1 Reinheid installatie
Vóórdat de installatie wordt beproefd moet de reinheid van het systeem gerealiseerd zijn overeenkomstig hoofdstuk 11.

13.2.2 Cilinder
- De cilinder en olie temperatuur tijdens deze test moet tussen 15 en 40 °C zijn.
- De cilinder moet bij maximale werkdruk 2 x geheel IN en UIT worden bewogen.
- De buffering in de cilinder moet worden ingesteld.
- De cilinder moet per zijde op 1,3 x de waarde van de overstortdruk worden geperst. Vervolgens mag bij een constante omgevingstemperatuur de druk in 30 minuten tijd niet meer zakken dan 2% van oorspronkelijke druk.
- Daarnaast moet door middel van een visuele inspectie nagaan worden of er tijdens het afpersen (inwendige) lekkages aan stangzijde, bodemzijde of bij de zuiger zijn opgetreden.
- Lekkages moeten worden verholpen, waarna opnieuw beproefd moet worden.

13.2.3 Hydraulische eenheid beproeving
Tijdens de beproeving in de fabriek moeten de volgende zaken worden beproefd:
- afpersen van de hydraulische eenheid gedurende 30 min. op 1,3 x de waarde van de overstortdruk, zowel aan de hoge- als lagedrukzijde. Er mag daarbij geen lekkage optreden;
- controle op de werking van het systeem, e.e.a. conform het hydraulisch schema;

13.2.4 Hydraulische eenheid afname
De volgens zaken moeten in de fabriek worden afgenomen :
- functionele controle van de aangebrachte bekabeling;
- functionele controle van de werking van alle componenten;
- functionele controle van de instellingen;

13.3 Beproeving op de bouwplaats (S.A.T.)

13.3.1 Reinheid installatie

Vóórdat de installatie wordt beproefd moet deze ontlucht zijn en de reinheid van het systeem gerealiseerd zijn overeenkomstig hoofdstuk 11.

13.3.2 Afpersen leidingwerk
- Na het spoelen moet het leidingwerk op 1,3 x de waarde van de overstortdruk worden afgeperst en vervolgens gedurende 30 minuten op die afpersdruk worden afgesloten.
- Het drukverlies mag na 30 minuten niet meer zijn dan 2%.
- Daarnaast door middel van een visuele inspectie nagaan of lekkage is opgetreden.
- Lekkages moeten worden verholpen, waarna opnieuw beproefd moet worden.

.

13.3.3 Afnamebeproeving hydraulische installatie
- De afnamebeproeving van de hydraulische installatie moet in combinatie met de elektrische installatie worden uitgevoerd.
- De hydraulische installatie moet de volledige cyclus in beide richtingen doorlopen, zowel voor het hoofd- als noodbedrijf.
- Het aantal cycli moet zodanig zijn dat alle componenten op hun werking kunnen worden beproefd;
- Tijdens de beproeving moet aangetoond worden of voldaan wordt aan de eis ten aanzien van de dynamische stabiliteit zoals die is vastgelegd in paragraaf 2.6.
- Bij beweegbare bruggen moet de kruipsnelheid van de cilinders zodanig zijn dat de snelheid van de brug t.p.v. de vooroplegging, nabij eindstand gesloten, maximaal 0,02 m/s is.

13.3.4 Bij de S.A.T. moet de druk van de hoofdpomp, van de stangzijde en bodemzijde cilinders en van de stuuroliepomp in relatie tot de tijd bij het openen en sluiten door middel van een schrijvende meting worden vastgelegd.

13.3.5 De resultaten van de eindkeuring moeten in het S.A.T. protocol worden vastgelegd.

13.3.6 Controle op reinheid
Na de beproeving moet:
- de olie opnieuw worden bemonsterd en geanalyseerd conform paragraaf 11.3 t.b.v. de vaststelling van de ISO reinheidsklasse; Wordt niet voldaan aan de eisen die gesteld zijn in paragraaf 11.2 dan moet opnieuw gespoeld worden;
- voor alle filters moet een nieuw filterelement geleverd worden.

13.4 F.A.T. en S.A.T. protocol

13.4.1 Inhoud F.A.T. en S.A.T. protocol
Het beproevingsprotocol voor de FAT en SAT moet minimaal de volgende inhoud hebben:
- Testomgeving
  * configuratie;
- Procedure F.A.T. of S.A.T.
- Controle instellingen
  Controle op dichtheid
- Reinheid olie
- Testomschrijvingen
  * testcycli volgens 13.3
- Acceptatie
- Hydraulisch schema

14. VERWIJZINGEN

14.1 Lijst van normen

Normnummer: jaar van uitgifte	Titel van de norm.	Internationaal equivalent
NIE 001:2001	Opbouw, tekenen en coderen elektrische installaties	
NIE 005:2000	Eisen met betrekking tot de uitvoering van elektrotechnische installaties	
NBD 00100:2004	Eisen handelsproducten	
NBD 06100:1994	Eisen voor het beitsen en passiveren van corrosievast stalen onderdelen	
NBD 07005:2004	Eisen booglassen voor staal- en werktuigbouwkundige constructies	
NBD 09200:1996	Eisen smeedstaal en gewalst staal voor machineonderdelen	
NBD 09399:1994	Eisen gietstaal	
NBD 09799:2001	Eisen kunststoffen	
NBD 10000:2004	Eisen staalconservering nieuwbouw	
NBD 10300:2005	Eisen keramische bedekkingen	
NBD 11001:2005	Eisen niet-destructief onderzoek voor staal- en werktuigbouwkundige constructies	
NBD 12000:2004	Eisen spanningsarm gloeien van ongelegeerd en/of laaggelegeerd constructiestaal	
NBD 16000:2001	Conserveringsproduktblad Systeemcode: 100.001	
NBD 16107:2003	Conserveringssysteemblad	
NBD 16312:2005	Conserveringssysteemblad	
NBD 16347:2005	Conserveringsproduktblad Systeemcode: 455.004	
NBD 16365:2004	Conserveringssysteemblad	
NEN 2170:1970	Bepaling van de poreusheid van galvanische bedekkingen met nikkel, of met nikkel en chroom, met de ferroxylproef	
NEN 3348:1992	Hydraulische en pneumatische systemen en componenten grafische symbolen	
NEN 6786:2001	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)	
NEN 6786:2001/A1:2002	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB)	
NEN-EN 837-1:1997	Manometers. Deel 1: Manometers met Bourdon-buizen. Afmetingen, metrologie, eisen en beproeving	**EN 837-1:1996**
NEN- EN 837-1:1997 /C1:1998	Manometers. Deel 1: Manometers met Bourdon-buizen. Afmetingen, metrologie, eisen en beproeving	**EN 837-1:1996/C1:1998**
NEN-EN 982:1996	Veiligheid van machines. Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten. Hydrauliek	**EN 982:1996**
NEN-EN 1092-1:2002	Flenzen en hun verbindingen - Ronde flenzen voor buizen, afsluiters, hulpstukken en accessoires, PN-aansluitingen – Deel 1: Stalen flenzen	**EN 1092-1:2001**

***NEN-EN 10025-1:2004**	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 1: Algemene technische	**EN 10025-1:2004**
***NEN-EN 10025-2:2004**	leveringsvoorwaarden Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal	**EN 10025-2:2004**
NEN-EN 10083-1:1997	Veredelstaal. Deel 1: Technische leveringsvoorwaarden voor speciaalstaal (bevat wijzigingsblad A1:1996)	**EN 10083-1:1991** **EN 10083-1:1991/A1:1996**
NEN-EN 10083-2:1997	Veredelstaal. Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd kwaliteitsstaal (bevat wijzigingsblad A1:1996)	**EN 10083-2:1991** **EN 10083-2:1991/A1:1996**
NEN-EN 10088-1:2005	Corrosievaste staalsoorten. Deel 1: Lijst van corrosievaste staalsoorten	**EN 10088-1:1995**
NEN-EN 10088-2:2005	Corrosievaste staalsoorten - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor plaat en band van corrosievast staal voor algemeen gebruik	**EN 10088-2:2005**
NEN-EN 10088-3:2005	Corrosievaste staalsoorten - Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor halfproducten, staven, draad en profielen van corrosievast staal voor algemene doeleinden	**EN 10088-3:2005**
NEN-EN 10204:2004	Producten van metaal - Soorten keuringsdocumenten	**EN 10204:2004**
NEN-EN 10210-1:1994	Warmvervaardigde buisprofielen voor constructiedoeleinden van ongelegeerd en fijnkorrelig constructiestaal. Deel1: Technische leveringsvoorwaarden	**EN 10210-1:1994**
NEN-EN 10210-1:1994/ C1:1997	Warmvervaardigde buisprofielen voor constructiedoeleinden van ongelegeerd en fijnkorrelig constructiestaal. Deel1: Technische leveringsvoorwaarden	**EN 10210-1:1994**
NEN-EN 10293:2005	Steel castings for general engineering uses	**EN 10293:2005**
NEN-EN 13480-3:2002	Metalen industriële leidingsystemen - Deel 3 Ontwerp en berekening	**EN 13480-3:2002**
NEN-EN-IEC 60204-1:2001	Elektrische uitrusting van machines - Deel 1: Algemene eisen	**EN 60204-1:1997**
NEN-EN-IEC 60204-1:2001/C1:2002	Elektrische uitrusting van machines - Deel 1: Algemene eisen	
NEN-EN-ISO-1127:1996	Buizen van corrosievast staal - Afmetingen, toleranties en massa's per eenheid van lengte	**EN ISO 1127:1996**
NEN-ISO 1219-2:1996	Hydraulische en pneumatische systemen en componenten. Grafische symbolen en stroomschema's. Deel 2: Stroomschema's	**ISO 1219-2:1995**
NEN-ISO 4021:1995	Hydrauliek - Analyse van de deeltjesverontreiniging - Monstername uit een werkend systeem	**ISO 4021:1992**
NEN-ISO 4287:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid	**EN-ISO 4287:1997**
NEN-ISO 4287:1998/ C1:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid	**EN-ISO 4287:1998**
NEN-ISO 4287:1997/ C2:2005	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid	**EN-ISO 4287:1997/C2 2005**

NEN-ISO 4401:1995	Hydrauliek - Vier-poort stuurkleppen - Montagevlakken	**ISO 4401:1994**
NEN-ISO 4406:1999	Hydrauliek - Vloeistoffen - Methode voor codering van het verontreinigingsniveau door vaste deeltjes	**ISO 4406:1999**
NEN-ISO 5781:2000	Hydrauliek - Reduceerkleppen (uitgezonderd veiligheidskleppen), volgordekleppen, drukontlastkleppen, smoorventielen en terugslagkleppen - Montagevlakken	**ISO 5781:2000**
NEN-ISO 6162-1:2003	Hydrauliek - Flensverbindingen met gedeelde of eendelige flensklemmen en metrische of inch-schroefdraad - Deel 1: Flensverbindingen voor gebruik bij drukken van 3, 5 MPa (35 bar) tot 35 MPa (350 bar), DN 13 tot en met DN 127	**ISO 6162-1:2002**
NEN-ISO 6162-1:2003/ A1:2004	Hydrauliek - Flensverbindingen met gedeelde of eendelige flensklemmen en metrische of inch-schroefdraad - Deel 1: Flensverbindingen voor gebruik bij drukken van 3, 5 MPa (35 bar) tot 35 MPa (350 bar), DN 13 tot en met DN 127	**ISO 6162-1:2002/C1:2004**
NEN-ISO 6162-2:2003	Hydrauliek - Flensverbindingen met gedeelde of eendelige flensklemmen en metrische of inch-schroefbouten - Deel 2: Flensverbindingen voor gebruik bij drukken van 35 MPa (350 bar) tot 40 MPa (400 bar), DN 13 tot en met DN 51	**ISO 6162-2:2002**
NEN-ISO 6263:1997	Hydrauliek - Gecompenseerde stroomregelkleppen - Montagevlakken	**ISO 6263:1997**
NEN-ISO 6264:1998	Hydrauliek - Veiligheidskleppen - Montagevlakken	**ISO 6264:1998**
NEN-ISO 7368:1995	Hydrauliek - Tweepoortspatroonventielen - Inbouwafmetingen van patroonkamers	**ISO 7368:1989**
NEN-ISO 7790:1998	Hydrauliek - Modulair stapelbare vierpoortskleppen en vierpoortsstuurkleppen, grootte 02, 03 en 05 - Inbouwafmetingen	**ISO 7790:1997**
NEN-ISO 10763:1995	Hydrauliek - Gladde, naadloze en gelaste stalen precisiebuizen - Afmetingen en werkdrukken	**ISO 10763:1994**
NEN-ISO 11500:1997	Hydrauliek - Bepaling van de deeltjesverontreiniging door automatische telling met het principe van lichtabsorptie	**ISO 11500:1997**
NEN-ISO 11500:1997/ C1:1998	Hydrauliek - Bepaling van de deeltjesverontreiniging door automatische telling met het principe van lichtabsorptie	**ISO 11500:1997/C1:1998**
NEN-EN-ISO 1127:1996	Buizen van corrosievast staal - Afmetingen, toleranties en massa's per eenheid van lengte	**EN-ISO 1127:1996**
NEN-EN-ISO 1302:2002	Geometrische productspecificatie (GPS) - Aanduiding van oppervlaktegesteldheid in technische productdocumentatie	**EN-ISO 1302:2002**
NEN-EN-ISO 4014:2000	Zeskantbouten - Productklassen A en B	**EN-ISO 4014:2000**
NEN-EN-ISO 4017:2000	Tapbouten - Productklassen A en B	**EN-ISO 4017:2000**
NEN-EN-ISO 4032:2000	Zeskantmoeren, type 1 - Productklassen A en B	**EN-ISO 4032:2000**
NEN-EN-ISO 4762:2004	Cilinderschroeven met binnenzeskant	**EN-ISO 4762:2004**
NEN-EN-ISO 7089:2000	Vlakke sluitringen - Normale reeks - Productklasse A	**EN-ISO 7089:2000**
NEN-EN-ISO 7090:2000	Vlakke sluitringen, afgeschuind - Normale reeks - Productklasse A	**EN-ISO 7090:2000**
NEN-EN-ISO 8434-1:1997	Metalen buisverbindingen voor hydraulische, pneumatische en algemene toepassingen - Deel 1: Klemkoppeling met 24° inwendige conus	**EN-ISO 8434-1:1997**
NEN-EN-ISO 8434-4:2000	Metalen buisverbindingen voor hydraulische, pneumatische en algemene toepassingen - Deel 4: Aangelaste koppelstukken met 24°-conus voor afdichting met O-ring	**EN-ISO 8434-4:2000**

NEN-EU 168:1988	Produkten van de ijzer- en staalindustrie - Inhoud van keuringsdocumenten	
NEN-EN 10168:2004	Producten van staal - Keuringsdocumenten - Lijst van informatie en omschrijving	**EN 10168:2004**
ISO 1219-1:1991	Fluid power systems and components; graphic symbols and circuit diagrams; part 1: graphic symbols / Note: To be replaced by ISO/DIS 1219-1 (2004-02)	
ISO 3448:1992	Industrial liquid lubricants; ISO vicosity classification	
ISO 8501-2:1994	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 2: Preparation grades of previously coated steel substrates after localized removal of previous coatings	
ISO 11171:1999	Hydraulic fluid power - Calibration of automatic particle counters for liquids	
ISO 11171:1999/C1:2001	Hydraulic fluid power - Calibration of automatic particle counters for liquids; Technical Corrigendum 1	
SEL 072:1977	Ultrasonically tested heavy plate; technical delivery specifications	
INGETROKKEN		
SEW 550:1976	Steels for larger forgings; quality regulations	

Bijlage A

Chromateren Aluminium reservoirs

1. Chromaathoudende voorbehandeling

Deze chromaathoudende, of chroomfosfaathoudende voorbehandeling dient te worden uitgevoerd volgens DIN 50939:1988. Volledig gedemineraliseerd water moet gebruikt worden als laatste spoeling voor het lakken. De geleidbaarheid van het afdruipende water mag een maximum van
30 µS/cm bij 20 °C niet overschrijden. De geleidbaarheid dient slechts gemeten te worden bij open onderdelen en niet bij holle onderdelen. Het gewicht van de chromaatconversielaag dient tussen 0,4 en 0,8 g/m^2 te zijn voor de chromaatbehandeling (geel) en tussen 0,4 en 1,5 g/m^2 voor de chroom-fosfaatbehandeling (groen).

Voorbehandelde delen mogen niet langer dan 16 uur worden opgeslagen. Als regel dienen zij onmiddellijk na het voorbehandelen te worden gelakt. Het risico van onvoldoende hechting wordt groter naarmate de delen langer worden opgeslagen.

De partijen mogen nooit opgeslagen worden in een stoffige en schadelijke atmosfeer. Goede atmosferische omstandigheden moeten altijd gehandhaafd worden in de opslagruimte. Alle werknemers, die voorbehandelde delen hanteren, dienen schone katoenen handschoenen te dragen om verontreiniging van het oppervlak te voorkomen.
De delen moeten bij de volgende temperatuur te worden gedroogd:

chroomchromaat (geel)	:	maximaal 65 °C
chroomfosfaat (groen)	:	maximaal 85 °C

De toegestane maximale droogtemperatuur voor continue behandeling is 100 °C. De gespecificeerde temperaturen gelden als temperatuur van de metalen delen en niet voor de luchttemperatuur. De producten moeten grondig gedroogd worden, onafhankelijk van de productiemethode (continue / partijgewijs).

Bijlage B

Eisen Nikkel en Chroom bedekkingen op zuigerstangen

Algemeen
De resultaten van de beproevingen moeten in een protocol worden vastgelegd

Definities
In deze eisen wordt verstaan onder:
- Doorlopende poriën:
  Elke onderbreking in een bedekking die doorloopt tot op het basismateriaal met een diameter van de omschreven cirkel van minimaal 0,05 mm.
- Niet doorlopende poriën:
  Elke onderbreking in een bedekking die doorloopt tot op de bedekking direct daaronder.
- Imperfecties:
  Elke onderbreking in het verchroomde oppervlak die niet doorloopt over de volledige laagdikte.

Uit te voeren metingen aan de te bedekken onderdelen
Zowel van de onbedekte stang als ná het aanbrengen en bewerken van elke laag moet op elke meetplaats twee, loodrecht op elkaar staande, middellijnen gemeten en één oppervlakteruwheidsmeting verricht worden.

Het aantal meetplaatsen op een onderdeel is afhankelijk van de te bedekken lengte.
De afstand tussen de meetplaatsen mag maximaal 500 mm te bedragen.
Het minimum aantal meetplaatsen (bij te bedekken lengten $\leq$ 1000 mm) is echter drie.

De omgevingstemperatuur en de objecttemperatuur dienen tijdens het meten worden vastgelegd

Eisen t.a.v. de laagdikte
De dikte van de nikkellaag dient $\geq$ 100 μm te zijn.
De dikte van de chroomlaag na de eindbewerking dient $\geq$ 50 μm te zijn, maar mag de waarde van 80 μm niet overschrijden.

Visuele inspectie
Na de mechanische bewerking van de nikkel- en/of chroomlaag dient een visuele inspectie uitgevoerd te worden

Bij deze inspectie moet voor het héle oppervlak:
- de hechting van de nikkel- of chroomlaag gecontroleerd worden;
- het aantal doorlopende en niet doorlopende poriën en het aantal imperfecties bepaald worden.

Daarnaast moet, per 1000 mm bedekte lengte, één oppervlak van ten hoogste 150x150 mm^2 met behulp van een tenminste 3 maal vergrotende loep, geïnspecteerd worden.

Voor bepaalde stanggedeelten kunnen, indien dit in het contract van toepassing is verklaard, ,,verzwaarde keuringsmaatstaven" gelden.
Bedekkingen (of gedeelten van bedekkingen) waarvoor de "verzwaarde keuringsmaatstaven" gelden, moeten in z'n geheel met behulp van een tenminste 3 maal vergrotende loep geïnspecteerd worden.

Eisen t.a.v. de hechting
Zowel de nikkel- als chroomlaag mag geen zichtbare losse gedeelten en/of blazen vertonen. Repareren is niet toegestaan

Worden er bij genoemde inspectie zichtbare losse delen of blazen geconstateerd, dan wordt de nikkel- of chroomlaag afgekeurd.

Toelaatbaar aantal poriën en imperfecties
De afmetingen van de poriën en imperfecties worden vastgelegd door de middellijn van de omschreven cirkel.

Nikkellaag
- Voor de nikkellaag is bij de visuele inspectie het toelaatbare aantal doorlopende poriën per 1000 mm inspectie-lengte ≤ 5.
- Deze poriën d.m.v. dot-welden repareren. Na het dot-welden mag de omschreven cirkel van een gerepareerde plek niet groter zijn dan 3 mm.
  Andere reparatie-methoden behoeven de goedkeuring van de directie U.A.V.
- Middels een ferroxylproef volgens NEN 2170 moet aangetoond worden dat die poriën daarna volkomen gesloten zijn.

Chroomlaag
- Voor de chroomlaag is het toelaatbare aantal doorlopende poriën per 1000 mm inspectie-lengte na de eindbewerking ≤ 2.
- Deze poriën moeten d.m.v. dot-welden gerepareerd worden. Voor zuigerstangen van ongelegeerd of veredel staal moet - middels een ferroxylproef volgens NEN 2170 - aangetoond worden dat zij daarna volkomen gesloten zijn.
- Voor de chroomlaag bedraagt het toelaatbaar aantal niet doorlopende poriën per 1000 mm inspectie-lengte na de eindbewerking maximaal 5.
- Niet doorlopende poriën met een diameter $> 0{,}5$ mm d.m.v. dot-welden repareren.
- Niet doorlopende poriën met een diameter $\leq 0{,}5$ mm behoeven niet gerepareerd te worden, maar tellen wel mee voor het bepalen van het aantal poriën per inspectie-lengte.

Chroom- en nikkellaag
- Het toelaatbaar aantal imperfecties per 1000 mm inspectie-lengte na de eindbewerking is maximaal 20.
- Imperfecties met een diameter $> 0{,}5$ mm d.m.v. dot-welden repareren.
- Imperfecties met een diameter $\leq 0{,}5$ mm behoeven niet gerepareerd te worden, maar tellen wel mee voor het bepalen van het aantal imperfecties per inspectie-lengte. Scherpe randen (te detecteren met een 10 maal vergrotende loep) d.m.v. hand-polijsten afronden.
- Indien bij één of meerdere gerepareerde poriën en/of imperfecties de omschreven cirkel van de gerepareerde plek ná het dot-welden groter is dan 3 mm, dan wordt de chroomlaag afgekeurd.
- Overschrijding van het toelaatbare aantal poriën en/of imperfecties leidt eveneens tot afkeur van de betreffende laag.
- Ingeval van twijfel over het geconstateerde aantal poriën is de uitslag van een aanvullende ferroxylproef volgens NEN 2170 doorslaggevend.

Nadere omschrijvingen en voorwaarden bij de keuringsmaatstaven

1. Genoemd aantal poriën geldt zowel voor de visuele inspectie met het ongewapende oog als voor de inspectie met een loep, waarbij elke porie slechts éénmaal geteld dient te worden.

2. Het toelaatbaar aantal poriën van de genoemde soort voor, van 1000 mm afwijkende inspectie-lengten, wordt als volgt berekend:

$$n_a = \frac{l_a}{1000\ \text{mm}} \cdot n_{1000}$$

waarin:
n_{1000} = het toelaatbaar aantal poriën per 1000 mm inspectie-lengte.
n_a = het toelaatbaar aantal poriën voor de afwijkende lengte.
l_a = de afwijkende lengte in mm.

Het met bovenstaande formule berekende aantal poriën afronden op het dichtstbijzijnde gehele getal.

3. Indien incidenteel het aantal poriën (van de genoemde soort) per inspectie-lengte groter is dan het toelaatbare aantal, maar het totale aantal van die poriën (n_t) op de totale inspectie-lengte (l_t) is kleiner of gelijk dan
$n_t = \frac{l_t}{1000\ \text{mm}} \cdot n_{1000}$, dan beslist de opdrachtgever over de wel of niet accepteren.

4. Voor imperfecties gelden overeenkomende voorwaarden.

Bijlage C

Minder milieubelastende hydraulische vloeistoffen

Technische eisen aan hydraulische vloeistoffen.

Het product dient aan de technische specificaties te voldoen volgens VDMA 24568

Het hoofdbestanddeel van hydraulische vloeistoffen dient een verzadigde synthetische ester te zijn op basis van minerale grondstoffen. Een mengsel van een verzadigde ester met een andere oliesoort is niet acceptabel.

Bovenstaande vloeistof moet geleverd worden in de ISO-VG klasse 22 of lager. De kinematische viscositeit in mm^2/s mag bij -20^0 C niet hoger zijn dan 450. Aangetoond moet worden dat bij zwelproeven volgens DIN 53521 dat de zwelling van NBR rubber in de desbetreffende vloeistof niet groter is dan 10%.

Het tijdens gebruik toevoegen van extra dope's aan de hydraulische vloeistoffen is niet acceptabel.

Milieutechnische eisen
De minder milieubelastende hydraulische vloeistoffen moeten zijn voorzien van het milieukeurmerk "Blauwe Engel" volgens RAL-UZ 79, of moeten minimaal voldoen aan de onderstaande eisen. Als er geen keurmerk aanwezig is moeten de eigenschappen van de hydraulische vloeistoffen met betrekking tot biologische afbreekbaarheid en toxiciteit door een onafhankelijke deskundige worden bepaald.

Biologische afbreekbaarheid
Biologische afbreekbaarheid van het product moet voldoen aan een of meerdere van de onderstaande standaardtests en aangegeven grenswaardes.

Standaardtest biologische afbreekbaarheid

Methode	Tijd (dagen)	Gemeten factor	Criterium
Eenvoudig biologisch afbreekbaar			
Aangepaste AFNOR-proef (OESO 301 A)	28	Verlies van opgeloste organische koolstof	>70%
Aangepaste Sturm-proef (OESO 301 B)	28	Ontstaan van kool-dioxine	>60%
Aangepaste MITI(I)-proef (OESO 301 C)	28	Zuurstofbehoefte	>60%
Gesloten-flesproef (OESO 301 D)	28	Zuurstofbehoefte	>70%
Aangepaste OESO-proef (OESO 301 E)	28	Verlies van opgeloste organische koolstof	>70%
Primair biologisch afbreekbaar (alleen slecht oplosbare bestanddelen)			
CEC-L-33-A93	21	Verlies van koolwater-stoffen in infrarood-absorptie	>80%

Toxiciteit
Met betrekking tot de toxiciteit dienen de volgende testen te worden gedaan.

Vis	OECD 203/204
Kreeftachtigen	OECD 202 ISO 6341
Algen	OECD 201 ISO 8692

Van deze testen dienen de EC_{50} en de LC_{50} NEC waarden >1000/l te zijn.
EC_{50} concentratie waarbij in een vastgestelde tijd, bij 50% van de organismen een effect optreedt.

LC_{50} concentratie waarbij in een vastgestelde tijd, 50% van de organismen sterft.

EISEN KUNSTSTOFFEN

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw waaronder regeneraat- en recycling kunststoffen

document : NBD 09799
uitgave : 2001-01-10

TECHNISCHE LEVERINGSVOORWAARDEN VOOR OVERWEGEND GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN IN DE WATERBOUW EN DE WERKTUIGBOUW WAARONDER REGENERAAT- EN RECYCLING KUNSTSTOFFEN

In deze eisen worden de afkortingen UHMPE en HMPE gebruikt in plaats van UHMWPE en HMWPE.

INHOUDSOPGAVE pagina

1	**INLEIDING**		4
	1.1	Onderwerp	4
	1.2	Uitgangspunten en gevolg	4
	1.3	Kern van deze eisen	4
	1.4	Toepassingsgebied en condities	5
2	**GARANTIEBEPALINGEN EN GARATIETERMIJN**		6
3	**EISEN**		7
	3.1	Materiaaleisen	7
	3.1.1	Re-PE uv	7
	3.1.2	Re-HDPE 250 uv	7
	3.1.3	Re-HMPE 500 uv	8
	3.1.4	Re-UHMPE 1000 uv	8
	3.1.5	UHMPE 1000 uv (zonder regeneraat)	8
	3.1.6	UHMPE 1000 zuiver (naturel, zonder regeneraat)	9
	3.1.7	PETP	9
	3.1.8	HAWE	9
	3.2	Eigenschappen	9
	3.3	Vervaardiging en bewerking	9
	3.4	Minimum afrondingsstraal	10
	3.5	Oppervlaktegesteldheid en uiterlijk	10
	3.6	Rechtheid	10
	3.7	Maattolerantie	11
	3.8	Relatieve rek	11
4	**KEURINGINGEN**		12
	4.1	Leveranciersverklaring	12
	4.2	Standaardkeuringen	12
	4.3	Aanvullende keuringen	13
	4.3.1	Tribologische en fysische eigenschappen	14
	4.3.2	Materiaalkwaliteit	14
	4.3.3	Mechanische eigenschappen	14
	4.4	Proefstuk (vervangend proefstuk)	14
5	**GOEDKEUR OF AFKEUR**		15
	5.1	Goedkeur	15
	5.2	Afkeur	15
6	**KOSTEN, DIE VERBAND HOUDEN MET DE KEURING**		16

Vervolg Inhoudsopgave

7 DEFINITIES 17
7.1 Aanvullende keuringen 17
7.2 Keuringsambtenaar 17
7.3 Keuringseenheid 17
7.4 Leveranciersverklaring 17
7.5 Primaire kunststof 18
7.6 Proefmonster 18
7.7 Proefpin 18
7.8 Proefplaat 18
7.9 Proefstuk (vervangend proefstuk) 18
7.10 Recyclingkunststof 19
7.11 Regeneraat 19
7.12 Relatieve slijtvastheid 19
7.13 RePE 19
7.14 Slijtfactor 19
7.15 Standaardkeuringen 19
7.16 Vervormingstemperatuur 19
8 VERWIJZINGEN 20
8.1 Lijst van normen 20
20

BIJLAGEN

Bijlage 1 KEURINGSTABEL: Toepassingen, keuringen en te garanderen eigenschappen 21
Bijlage 2 Omschrijving van de buigproef 22
Bijlage 3 Omschrijving van de thermo-analytische tribotest 23
Bijlage 4 Aanvullende eisen voor glijstrippen die zijn samengesteld uit twee lagen kunststof met verschillende kwaliteit 24

Toelichting op aanduidingen van polyethenen

LDPE is een Low Density (Lage Dichtheid) polyetheen, vervaardigd volgens een hogedrukproces.
HDPE, HMPE en UHMPE zijn High Density polyethenen (Hoge Dichtheid),
vervaardigd volgens een lagedrukproces.
De afkoringen LD en HD hebben betrekking op de dichtheid, niet op het proces.

1 INLEIDING

1.1 Onderwerp

In dit stuk, hierna "eisen" genoemd, zijn de technische leveringsvoorwaarden alsmede de goed- en afkeurmaatstaven van kunststofprodukten omschreven. Deze eisen gelden voor alle bij de Bouwdienst Rijkswaterstaat (hierna te noemen: "de Directie") toe te passen constructiedelen van kunststof die overwegend glijdend of slijtend kunnen worden belast zoals wrijfstijlen, wrijfgordingen, steigerplanken en beschoeiingen, glijstrippen voor het bekleden van remmingwerken en kaderanden, aanslagen van sluisdeuren, stootranden, glijgeleidingen en glijafdichtingen van beweegbare waterkeringen, kabelleisloffen, glijlagers, taatsen, aandrijfmoeren, translerende en roterende seals, enzovoort.

1.2 Uitgangspunt en gevolg

Uitgangspunt bij het opstellen van deze eisen is het toepasbaar maken bij Rijkswaterstaat van producten die zijn vervaardigd van regeneraat- en recyclingkunststoffen op basis van polyetheen, naast producten van primaire kunststof (zie 7 voor de alfabetische lijst van definities). Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan het verlagen van het gebruik van grondstoffen (aardolie). Bovendien zijn producten van regeneraat- en recyclingkunststoffen goedkoper dan producten van primaire kunststoffen.

Het aantal door Rijkswaterstaat gebruikte kunststoftypen zal door deze eisen toenemen. Het kan lastig zijn om de primaire, de regeneraat- en recyclingkunstoffen te onderscheiden en te keuren. Daarom behoort het keuren van een functionele eigenschap - de relatieve slijtvastheid - thans tot de standaardkeuringen.

1.3 Kern van deze eisen

In de keuringstabel, zie bijlage 1, is aangegeven welk materiaal voor een bepaalde toepassing in aanmerking kan komen, welke eigenschappen dit materiaal moet hebben en welke keuringen van toepassing zijn. De kunststofleverancier moet bij levering garanderen in een leveranciersverklaring (7) dat de eigenschappen van de producten overeenkomen met de in dit stuk gestelde eisen en met alle eigenschappen die genoemd zijn in de brochure van de (grondstof)leverancier. Het proefstuk (7) moet geleverd zijn. Bovendien moeten de standaard keuringen volgens 4.2 altijd worden uitgevoerd. De aanvullende keuringen volgens 4.3 moeten worden uitgevoerd indien extra zekerheid nodig is of de tribologische eigenschappen inderdaad gehaald zullen worden, bij twijfel over de materiaalkwaliteit of indien het een bijzondere toepassing of een grote levering betreft.

1.4 Toepassingsgebied en condities

Het toepassingsgebied van deze eisen omvat de volgende kunststoffen en kunststoftypen.

1 Re-PE uv-stabiel:
Recycling kunststof gewonnen uit produkten van polyetheen.

2 Re-HDPE 250 uv-stabiel, regeneraat toegestaan:
Lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet.

3 Re-HMPE 500 uv-stabiel, regeneraat toegestaan:
Hoogmoleculair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet, al of niet vervaardigd uit of vermengd met regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld.

4 Re-UHMPE 1000 uv-stabiel, regeneraat toegestaan:
Ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet, met regene raat of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE bedoeld.

5 UHMPE 1000 uv-stabiel, zonder regeneraat:
Ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet.

6 UHMPE 1000 zuiver (naturel):
Ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen naturel, zonder regeneraat.

7 PETP:
Polyetheentereftalaat, een lineair gekristalliseerd thermoplastisch polyester.

8 HAWE:
Hardweefsel vervaardigd uit weefselversterkte hars.

De kunststofproducten kunnen worden toegepast onder de volgende condities, met uitzondering van UHMPE 1000 naturel (wit), dat niet langdurig aan de directe straling van het zonlicht mag worden blootgesteld:
- in en boven (zee)water;
- in de getijzône;
- in de directe straling van het zonlicht;
- in combinatie met (biologisch afbreekbare) smeermiddelen en hydraulische vloeistoffen;
- in combinatie met cementgebonden mortels en kunstharsmortels;
- onder alle in Nederland voorkomende weersomstandigheden.

2 GARANTIEBEPALINGEN EN GARANTIETERMIJN

Voor de producten geldt ten aanzien van de eigenschappen, vermeld in bijlage 1 en in de brochure van de (grondstof)leverancier, een garantietermijn van 10 jaar. Indien binnen de garantietermijn vermoed wordt dat niet meer aan alle gegarandeerde waarden wordt voldaan, dan kan de Directie één of meer aanvullende keuringen eisen op de destijds geleverde producten, overeenkomstig 4.3.

Voor het uitvoeren van deze keuring(en) wijst de Directie, afhankelijk van het aantal destijds geleverde producten, één of meer producten aan, waaruit een proefstuk genomen moet worden dat groot genoeg is voor het daaruit vervaardigen van de proefpinnen (7) enzovoort, die nodig zijn voor het uitvoeren van de geëiste (aanvullende) keuringen (7).

Indien het resultaat van één of meer van deze keuringen onvoldoende is, dan moeten alle destijds geleverde producten behorende bij de keuringseenheid (7) waaruit dat proefstuk genomen is, vervangen worden. In dat geval zijn de kosten voor het leveren van nieuwe producten en de keuringskosten voor rekening van de leverancier. Is het resultaat van alle keuringen echter voldoende, dan zijn alle kosten voor rekening van de Directie.

3 EISEN

3.1 Materiaaleisen

De producten moeten in getemperde toestand geleverd worden of in een gelijkwaardige toestand, verkregen door temperatuur- en produktiebeheersing gedurende en na het fabriceren. (Onder temperen wordt hier verstaan: een warmtebehandeling, waardoor de inwendige spanningen die tijdens het fabriceren van het product ontstaan, in voldoende mate verminderd worden).
De kunststofproducten moeten gedurende de garantietermijn toegepast kunnen worden onder de in 1. genoemde condities en daarbij verouderingsongevoelig, scheurongevoelig en taai zijn. UHMPE naturel (wit) mag alleen worden toegepast (en bewaard) waar geen zonlicht toeganke lijk is (zoals glijplaten in opleggingen, glijlagers, taatsen en aandrijfmoeren). Glijplaten in glijopleggingen mogen geen roet bevatten.

3.1.1 Re-PE-uv

Recycling kunststof gewonnen uit producten van polyetheen (ook wel met LDPE aangeduid). Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.2 Re-HDPE 250 uv

Regeneraat van lagedruk polyetheen.
Het materiaal waaruit het produkt is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:
- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan 250 000 (-);
- al of niet met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.3 Re-HMPE 500 uv

Regeneraat van hoogmoleculair lagedruk polyetheen.
Het materiaal waaruit het produkt is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:
- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan 500 000 (-);
- al of niet met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.4 Re-UHMPE 1000 uv

Regeneraat van ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen.
Het materiaal waaruit het produkt is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:
- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan $4 . 10^6$ (-);
- met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE uit de grondstof Hostalen GUR 412 of gelijkwaardig bedoeld;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.5 UHMPE 1000 uv (zonder regeneraat)

Ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen.
Het materiaal waaruit het produkt is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:
- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan $4 . 10^6$ (-);
- zonder bijmenging van één of meer soorten regeneraat;
- vervaardigd uit de grondstof Hostulen GUR 412 of gelijkwaardig;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2 ... 2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.6 UHMPE 1000 (naturel, zonder regeneraat)

Ultrahoogmoleculair lagedruk polyetheen.
Het materiaal waaruit het produkt is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan $4 . 10^6$ (-);
- zonder bijmenging van roet;
- zonder bijmenging van één of meer soorten regeneraat;
- vervaardigd uit de grondstof Hostalen GUR 412 of gelijkwaardig;
- kleur: wit;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.7 PETP

Polyetyleentereftalaat, een lineair gekristalliseerd thermoplastisch polyester.
Het materiaal moet voldoen aan de eigenschappen in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.1.8 HAWE

Weefselversterkte hars.
Het materiaal moet voldoen aan de eigenschappen in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde waarden.

3.2 Eigenschappen

De in dit stuk, de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof)leverancier vermelde eigenschappen gelden voor de in 1 en 3.1 vermelde materialen.

3.3 Vervaardiging en bewerking

Het bewerken tot gerede producten volgens de besteltekeningen geschiedt door of onder verantwoordelijkheid van de kunststofleverancier.
Om kerfwerking te voorkomen, moeten de volgende maatregelen in acht genomen worden: Het oppervlak van alle producten moet voldoen aan de gestelde eisen voor de oppervlakteruwheid op de bij de bestelling overlegde tekening(en). Indien er geen eisen aan de oppervlakteruwheid gesteld zijn, dan mag het oppervlak geen fouten of afwijkingen vertonen die nadelig kunnen zijn voor het goed functioneren van het product.

3.4 Minimum afrondingsstraal

Om kerfwerking te voorkomen, mogen (ook als dit niet uitdrukkelijk op de besteltekening is vermeld), in de kunststofproducten geen scherpe inwendige hoeken voorkomen, zoals diameterovergangen. De minimum toegestane afrondingsstraal is 1,5 mm.

3.5 Oppervlaktegesteldheid en uiterlijk

Bij PETP-produkten moet (om kerfwerking te voorkomen) de extrusiehuid geheel rondom zijn verwijderd. De verwijderde huid moet tenminste 2 mm dik zijn. Deze dient zodanig te worden verwijderd dat hierbij geen spanningen in het materiaal worden ingevoerd.

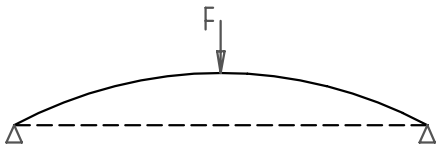
Als voor, tijdens of na het bewerken, naar het oordeel van de keuringsambtenaar, in het oppervlak één of meer van de onderstaande verschijnselen voorkomen:
- (haar)scheuren,
- een schubachtige structuur,
- een onregelmatige structuur,
- duidelijke kleurschakeringen,
- een van de in 3.1.1 ... 3.1.6 genoemde (enigszins) afwijkende kleur, dan moeten bovendien één of meer aanvullende keuringen worden uitgevoerd, tenzij de afwijkende kleur zich bevindt op lasnaden.

Het aantal en de soort uit te voeren aanvullende keuringen wordt bepaald door de keuringsambtenaar. Deze aanvullende keuring is van toepassing op de betreffende keuringseenheid.

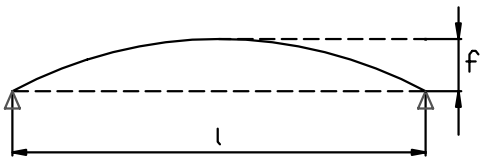
3.6 Rechtheid

De rechtheid in beide richtingen van alle massieve langwerpige producten met een lengte van 1 m of meer moet voldoen aan de volgende twee eisen:
* de kracht F voor het rechtdrukken moet, tenzij anders vermeld, gelijk zijn aan of kleiner zijn dan 250 N, zie figuur a;
* de rechtheidsafwijking mag niet groter zijn dan de met één van de navolgende formules bepaalde waarde f, zie figuur b:
  $f = 0{,}1 \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (12 \cdot e)$ mm (voor symbolen en eenheden, zie bijlage 2).
  Voor producten met een rechthoekig dwarsprofiel geldt:
  $f = 0{,}1 \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (6 \cdot d)$ mm (voor symbolen en eenheden, zie bijlage 2).

figuur a



figuur b



3.7 Maattolerantie

Als op de besteltekening geen tolerantie is aangegeven, dan geldt - afgezien van de temperatuursinvloed - een tolerantie van +0,2 ... 0 mm voor uitwendige afmetingen, en een tolerantie van 0 ... -0,2 mm voor inwendige afmetingen.

3.8 Relatieve rek

Op langwerpige massieve kunststofprodukten met een lengte van 1 m of meer moet een buigproef uitgevoerd worden volgens bijlage 2. Het resultaat van de buigproef is voldoende, als het produkt na het veroorzaken van de volgens bijlage 1 geëiste relatieve rek geen blijvende vervorming, scheuren of breuk vertoont.

Het resultaat van de buigproef is onvoldoende, als het produkt na het bereiken van de volgens bijlage 2 te berekenen doorbuiging, een blijvende vervorming, scheuren of breuk vertoont.

4 KEURINGEN

Elke levering wordt per keuringseenheid (7) gekeurd.

De keuringen worden onderscheiden in:
- Standaardkeuringen (4.2, 7) en
- Aanvullende keuringen (4.3, 7).

De Directie dient ten minste acht dagen tevoren te worden verwittigd van de aanvang van de keuringen. Deze moeten door of in aanwezigheid van een keuringsambtenaar (7) uitgevoerd worden.

De keuringsresultaten moeten in de leveranciersverklaring worden vastgelegd.

4.1 Leveranciersverklaring

Levering van de bestelde producten moet gelijktijdig met de leveranciersverklaring (7) plaatsvinden. De leveranciersverklaring moet aan de keuringsambtenaar worden overhandigd.

4.2 Standaardkeuringen

Onder de standaardkeuringen vallen:
- het aantonen dat aan de zandslurryeisen is voldaan zoals genoemd in bijlage 1, uit te voeren met een proefplaat (7), zoals is omschreven in DIN-ISO 5834-2;
- de vervaardiging en bewerking zoals omschreven in 3.3;
- de minimum afrondingsstraal zoals omschreven in 3.4;
- de oppervlaktegesteldheid en het uiterlijk zoals omschreven in 3.5;
- de rechtheid, zoals omschreven in 3.6;
- de maattolerantie zoals omschreven in 3.7;
- de relatieve rek (mits van toepassing) zoals omschreven in 3.8.

Tenzij anders wordt overeengekomen, is het aantal te keuren producten afhankelijk van het aantal producten per keuringseenheid (7), zie tabel 4.2.

Tabel 4.2. Aantal te keuren produkten per keuringseenheid voor de standaardkeuringen

Aantal producten per keuringseenheid (n_{ke})	Aantal te keuren producten per keuringseenheid (n_k)
1 ... 10	alle producten
11 ... 100	10 produkten[1])
101 of meer	10% van het aantal produkten[1])[2])

[1]) **Deze producten worden door de Directie uit de keuringseenheid gekozen.**
[2]) **Naar boven afronden tot het dichtstbijzijnd heel getal.**

Het resultaat van de standaardkeuringen is voldoende, als:
- Het resultaat van alle keuringen volgens 4.2 uitgevoerd op het aantal volgens tabel 4.2 gekozen producten, voldoet aan alle gestelde eisen;
  of:
- Het resultaat van enkele keuringen volgens 4.2 uitgevoerd op het aantal volgens tabel 4.2 gekozen producten, niet voldoet aan alle gestelde eisen, mits:
  * alle producten die niet aan alle gestelde eisen voldoen, zijn afgekeurd en vervangen door producten, waarvan het resultaat van alle keuringen volgens 4.2 wél aan alle gestelde eisen voldoet;
  * alle keuringen waarvan de resultaten bij één of meer producten onvoldoende zijn, uitge voerd worden op alle producten van de keuringseenheid ($n_k = n_{ke}$);
  * het totaal aantal producten waarvan de keuringsresultaten onvoldoende zijn, niet meer dan 10% van het aantal producten van de keuringseenheid is (n_a = max. 0,1 n_{ke}).

Het resultaat van de standaardkeuringen is onvoldoende, als het totaal aantal producten waarvan de keuringsresultaten niet voldoen aan de in 4.2 gestelde eisen, meer dan 10% van het aantal producten van de keuringseenheid bedraagt. In dat geval wordt de gehele keuringseenheid afgekeurd.

4.3 Aanvullende keuringen

Door de keuringsambtenaar kunnen één of meer aanvullende keuringen per keuringseenheid worden geëist. De aanvullende keuringen moeten uitgevoerd worden door een door de Directie goed te keuren beproevingsinstituut. Er zijn drie aanvullende keuringen, te weten:
- keuring van de waarden voor de slijtfactor, de wrijvingscoëfficiënt en de vervormingstemperatuur (zie in kolom 4, 5, en 6 van tabel 1);
- keuring van de materiaalsoort en -kwaliteit;
- keuring van de materiaaleigenschappen.

De geëiste aanvullende keuringen moeten worden uitgevoerd op proefpinnen enzovoort, vervaardigd uit een (vervangend) proefstuk.

Het resultaat van de aanvullende keuringen is voldoende als:
- Het resultaat van één of meer keuringen volgens 4.3.1 ... 4.3.2 - voor zover deze zijn geëist
- voldoet aan de gestelde eisen;

of:
- Het resultaat van één of meer keuringen volgens 4.3.1 ... 4.3.2 - voor zover deze zijn geëist
- niet voldoet aan de gestelde eisen, mits:

het resultaat van alle herkeuringen op het dubbele aantal proefpinnen enzovoort, genomen uit twee nieuwe (vervangende) proefstukken, voldoet aan de gestelde eisen.

Het resultaat van de aanvullende keuring is onvoldoende, als het resultaat van één of meer keuringen volgens 4.3.1 ... 4.3.2 - voor zover deze zijn geëist - niet voldoet aan de gestelde eisen. In dat gevalwordt de gehele keuringseenheid afgekeurd.

4.3.1 Tribologische en fysische eigenschappen

De in bijlage 1 kolom 4, 5 en 6 vermelde slijtfactor (k), wrijvingscoëfficiënt (f) en vervormingstemperatuur Tdv worden met de in bijlage 3 omschreven thermo-analytische tribotest aangetoond. De proef wordt uitgevoerd met een proefpin.

Het resultaat van deze keuring is voldoende, als de proefresultaten van deze proefpin voldoen aan de in tabel 1 kolom 4, 5 en 6 vermelde waarden. Voldoen de proefresultaten niet aan de vermelde waarden, dan gelden de tribologische eigenschappen als onvoldoende.

4.3.2 Materiaalkwaliteit

De in 3.1.1 ... 3.1.8 geëiste materiaalsoort en -kwaliteit worden met één of meer materiaalanalyses aangetoond. De analyses moeten worden uitgevoerd op proefmonsters (7).

Bij de materiaalanalyse wordt de aard van het materiaal bepaald door middel van:
- smeltindex;
- infraroodspektroskopie + beoordeling roetverdeling;
- roetgehalte.

Het resultaat van deze keuring is voldoende als de analyseresultaten voldoen aan de in 3.1 gestelde eisen. Voldoen één of meer analyseresultaten niet aan de gestelde eisen, dan geldt de materiaalkwaliteit als onvoldoende.

4.3.3 Mechanische eigenschappen

Op aanwijzing van de keuringsambtenaar moeten de in 3.1.1 ... 3.1.8 geëiste mechanische eigenschappen zoals de treksterkte, de rek bij breuk en de kerfslagtaaiheid worden aangetoond.

Het resultaat van deze keuring is voldoende als de proefresultaten voldoen aan de in 3.1.1 ... 3.1.8 gestelde eisen. Voldoen één of meer proefresultaten niet aan de gestelde eisen, dan gelden de mechanische eigenschappen als onvoldoende.

4.4 Proefstuk (vervangend proefstuk)

Levering van de bestelde producten moet gelijktijdig met één of meer (n_p) proefstukken (7) of vervangende proefstukken plaatsvinden. Deze moet(en) aan de keuringsambtenaar worden overhandigd. Indien er aanvullende keuringen verricht zijn, dan moeten de restanten van de (vervangende) proefstukken, inclusief de proefstaven, enzovoort, overhandigd worden.

Per keuringseenheid (7) moet één (vervangend) proefstuk geleverd worden.

Indien een levering (of een deel daarvan) bestaat uit een groot aantal keuringseenheden, bestaande uit producten van gelijke vorm en afmetingen (bijvoorbeeld, omdat die producten uit verschillende halffabrikaten vervaardigd zijn), dan wordt voor zulke keuringseenheden het aantal te leveren (vervangende) proefstukken volgens tabel 4.4 gekozen.

Tabel 4.4 Aantal te leveren (vervangende) proefstukken bij keuringseenheden, bestaande uit producten met gelijke vorm en afmetingen.

Aantal keuringseenheden met gelijke vormen afmetingen	Aantal te leveren (vervangende) proefstukken n_{pa}
1 ... 5	1
1 ... 10	2
11 of meer	3

5 GOEDKEUR OF AFKEUR

5.1 Goedkeur

De produkten van een keuringseenheid zijn goedgekeurd, als aan alle onderstaande voorwaarden voldaan is:
- de leveranciersverklaring geleverd is, zie 4.1;
- het resultaat van de standaardkeuringen voldoende is, zie 4.2;
- het resultaat van de aanvullende keuringen - voor zover geëist - voldoende is, zie 4.3;
- de vereiste (vervangende) proefstukken geleverd zijn;
  of, indien één of meer aanvullende keuringen uitgevoerd zijn:
  de restanten van de (vervangende) proefstukken, de proefmonsters, proefplaten, enzovoort, geleverd zijn.

5.2 Afkeur

De producten van een keuringseenheid zijn afgekeurd, als aan één of meer van de onder 5.1 genoemde voorwaarden niet is voldaan.

Indien van een levering het resultaat van de aanvullende keuringen, uitgevoerd op proefmonsters, proefpinnen enzovoort, uit drie of meer proefstukken niet voldoet aan de gestelde eisen (n_{pa} groter of gelijk aan 3), dan is hiermee zonder verdere beproeving de gehele levering afgekeurd.

6 KOSTEN DIE VERBAND HOUDEN MET DE KEURING

Alle met de keuringen verband houdende kosten, alsmede de kosten voor het leveren van de (vervangende) proefstukken en de kosten voor het vervangen van afgekeurde producten, zijn voor rekening van de leverancier.

De kosten van de aanvullende keuringen (4.3), inclusief de kosten voor het vervaardigen van de proefpinnen, enzovoort, komen bij goedkeuring voor rekening van de Directie.

7 DEFINITIES

In deze eisen gelden de volgende (alfabetisch gerangschikte) definities:

7.1 Aanvullende keuringen

De aanvullende keuringen omvatten de keuringen die slechts van toepassing zijn voor zover deze door de Directie worden geëist. Ze worden uitgevoerd op monsters, proefpinnen enzovoort, (afhankelijk van de keuring), die vervaardigd zijn uit het (vervangend) proefstuk.

7.2 Keuringsambtenaar

De keuringsambtenaar is de door de Directie gemachtigde ambtenaar of een door de Directie gevolmachtigde, die met de keuring van de kunststofproducten is belast.

7.3 Keuringseenheid

Een keuringseenheid bestaat uit elke verzameling producten van een levering, die aan beide onderstaande voorwaarden voldoet:

- producten die op dezelfde wijze uit hetzelfde halffabrikaat vervaardigd of samengesteld zijn en die (voor zover van toepassing) tevens dezelfde warmtebehandeling(en) ondergaan hebben;
- producten van gelijke vorm en met gelijke nominale afmetingen, of bij langwerpige producten (zoals strippen en staven), producten met gelijke vorm en afmetingen van de dwarsdoorsneden.

Onder:

- "dezelfde wijze van vervaardigen" wordt verstaan: vervaardigd bij één fabrikant, op dezelfde machine(s), en onder dezelfde condities;
- "dezelfde warmtebehandeling" wordt verstaan: dezelfde soort warmtebehandeling (inclusief dezelfde opwarm- en afkoelsnelheid), gelijktijdig uitgevoerd in dezelfde oven of inrichting en onder dezelfde condities.

7.4 Leveranciersverklaring

De leveranciersverklaring is een document waarin de leverancier bevestigt, dat de geleverde producten voldoen aan alle gestelde eisen (3) en waarin de resultaten van de standaardkeuringen (4.2) worden verschaft, en voor zover geëist, tevens de resultaten van de aanvullende keuringen (4.3).

Bovendien moet in de leveranciersverklaring worden opgegeven:
- merknaam, type en chargenummer van de grondstof;
- wie het halffabrikaat vervaardigde;
- soortnaam, merknaam en type van de kunststof;
- wie de producten bewerkte;
- alle overeengekomen afwijkingen van en aanvullingen op deze eisen en keuringen.

De leveranciersverklaring is slechts geldig, indien deze zowel door de leverancier als door de keuringsambtenaar van Directie is ondertekend.

7.5 Primaire kunststof

Kunststof die gemaakt is uit granulaat afkomstig van de grondstof, zonder toevoeging van herverwerkt materiaal.

7.6 Proefmonster

Een in overleg met de keuringsambtenaar uit het proefstuk te nemen stuk materiaal, waarvan de afmetingen voldoende zijn voor het uitvoeren van een materiaalanalyse overeenkomstig 4.3.2. Voor de materiaalanalyse is een materiaalvolume van 25 cm^3 voldoende.

7.7 Proefpin

Een in overleg met de keuringsambtenaar uit het proefstuk te vervaardigen pin voor het uitvoeren van de in bijlage 3 omschreven thermo-analytische tribotest. De oppervlakte van het wrijvingsvlak moet minimaal 90 mm^2 bedragen.

7.8 Proefplaat

Een in overleg met de keuringsambtenaar uit het proefstuk te vervaardigen proefplaat voor het uitvoeren van de in DIN-ISO 5834-2 omschreven zandslurrytest. De afmetingen van de proefplaat zijn 76,2 mm * 25,4 mm * 6,35 mm.

7.9 Proefstuk (vervangend proefstuk)

Een op aanwijzing van de Directie uit een keuringseenheid te nemen stuk van het gerede product, waarvan de afmetingen voldoende zijn om daaruit alle proefmonsters en proefstaven enzovoort te kunnen vervaardigen, die nodig zijn voor het uitvoeren van de aanvullende keuringen, en van de onderstaande gegevens te voorzien. De lengte van het (vervangend) proefstuk moet echter minstens 250 mm bedragen.

Indien de afmetingen van het gerede product te klein zijn voor het nemen van het proefstuk, dan moet een vervangend proefstuk geleverd worden. Het vervangend proefstuk is een stuk materiaal, dat op dezelfde wijze van hetzelfde halffabrikaat vervaardigd is als het gerede product, en dat tevens dezelfde warmtebehandeling(en) ondergaan heeft (zie 3.1 en 3.3).

Het proefstuk (vervangend proefstuk) is slechts geldig, indien dit met slagletters in één van de kopse vlakken is voorzien van de volgende gegevens:
- merknaam en type kunststof;
- naam van de leverancier;
- naam van het werk, waarvoor de kunststof is bestemd;
- opdrachtnummer.

7.10 Recyclingkunststof

Met recyclingkunststof wordt hier kunststof bedoeld die gewonnen is uit afvalprodukten van polyetheen.

7.11 Regeneraat

Met regeneraat wordt hier intern vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld.

7.12 Relatieve slijtvastheid

De slijtvastheid in procenten ten opzichte van UHMPE 1000 naturel (wit, zonder regeneraat (zie 3.1.6) op basis van de grondstof Hostalen GUR 412 - met een relatieve slijtvastheid van 100% - bepaald door middel van de zandslurrytest volgens DIN-ISO 5834-2.

7.13 RePE

Recyclingkunststof gewonnen uit producten van polyetheen, door leveranciers ook wel met LDPE aangeduid.

7.14 Slijtfactor

De slijtfactor (k) is de bij een proefstuk veroorzaakte slijtage (m), gedeeld door de glijdend afgelegde weg van het proefstuk (m) en de gemiddelde vlaktedruk ($N.mm^{-2}$). k = ... $*10^{-9}$ mm^{-2}/N.

7.15 Standaardkeuringen

De standaardkeuringen omvatten de keuringen, die bij elke levering uitgevoerd moeten worden op het in tabel 4.2 vastgelegde aantal producten per keuringseenheid.

7.16 Vervormingstemperatuur

De temperatuur tijdens het uitvoeren van de thermografische tribotest waarbij de vervormingssnelheid van het proefstuk (de pin) toeneemt.

8 VERWIJZINGEN

8.1 Lijst van normen

Document	Uitgave	Titel
DIN-ISO 5834-2	2000	Chirurgische Implantate - Ultrahochmolekulares Polyethylen - Teil 2: Halbzeuge (ISO 5834-2:1998)
NEN EN ISO 527-1	9604	Kunststoffen - Bepaling van de trekeigenschappen - Deel 1: Algemene beginselen (ISO 527-1:1993+C1:1993)

LITERATUUR

1. Honselaar (TNO-Industrie); TNO-rapport 92/05172/HON; Tribotechnische eigenschappen kunststoffen en hout, nieuw en recycled materiaal; april 1992.
2. Honselaar (TNO-Industrie); TNO-rapport 93M/08935/HON; Tribotechnische eigenschappen kunststoffen en hout, invloed ruwheid contramateriaal; 20 augustus 1993.

BIJLAGE 1 KEURINGSTABEL: Toepassingen, keuringen en te garanderen eigenschappen.
(Niet alle te garanderen eigenschappen zijn hier genoemd).

(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)
SLIJTINTENSITEIT (1...5) en TOEPASSINGEN **1 = jaarlijks** **2 = wekelijks** **3 = dagelijks** **4 = ieder uur** **5 = ieder kwartier**	**KUNSTSTOF SOORT**	**STANDAARD-KEURINGEN[2)]**		**AANVULLENDE KEURINGEN[3)]**		
		Zand-slurry-waarde[4)] (%)	**Relatieve rek[5)] bij -15 °C (%)**	**Slijt-factor[6)] 20-150 °C (k) mm^2/N**	**Wrijvings-coëffi-ciënt[7)] (f)**	**Vervorm-temp.[8)] °C (Tdv)**
Produkten die tijdens montage of gebruik in zonlicht kunnen komen						
		<	**>**	**< * 10^{-9}**	**<**	**>**
1: Wrijfgording, wrijfstijl, aanslag, steigerplank, beschoeiing	Re-PE[9)]	500	2	1000	0,30	125
2: Wrijfgording, wrijfstijl, aanslag, stootrand	Re-HDPE 250 uv	550	2	1200	0,15	125
3: Wrijfgording, aanslag, stootrand	Re-HMPE 500 uv	450	n.v.t.	800	0,15	135
4: Glijgeleiding, glijafdichting, kabelgeleiding	Re-UHMPE 1000 uv	140	n.v.t.	12	0,15	140
5: Hydrogeleiding, glijgeleiding, glijafdichting	UHMPE 1000 uv	115	n.v.t.	8	0,17	140
Produkten die zijn ingebouwd of permanent zijn afgesloten van zonstraling						
5: Glijlager, taats, transportmoer, glijoplegging, seal	UHMPE 1000 zuiver (naturel)[10)]	115	n.v.t.	8	0,17	140
5: Glijlager	PETP[11)]	800	n.v.t.	70	0,30	n .v.t.
5: Glijlager, taats	HAWE[12)]	6500	n.v.t.	150	0,45	n.v.t.

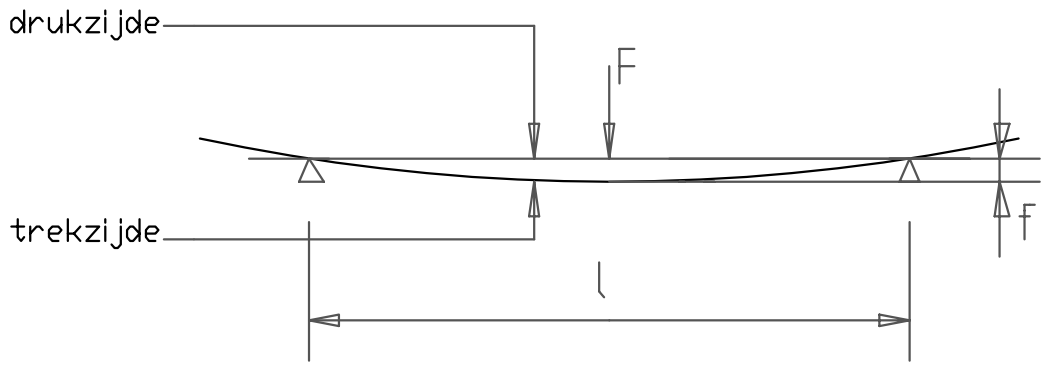
Betekenis symbolen: < = kleiner dan; > = groter dan.

1) Het minst-slijtvaste van de onderstaande materialen is vele malen slijtvaster dan azobe [Lit. 2].
2) Zie ook de overige standaardkeuringen in 4.2 waaronder de buigproef, zie 3.8.
3) Zie ook de overige aanvullende keuringen in 4.3.
4) Relatieve waarde ten opzichte van UHMPE 1000 zuiver (naturel, GUR 412) bepaald met de zandslurrytest volgens DIN-ISO 5834-2.
5) De relatieve rek bij -15°C wordt bepaald met de buigproef op gerede producten, zie bijlage 2.
6) Slijtfactor (k) bepaald volgens de thermo-analytische tribotest op basis van gewichtsafname na verwijdering van de eventuele slijtagebaard, zie bijlage 3 [Lit. 1].
7) Wrijvingscoëfficiënt bij 25 °C, bepaald volgens de thermo-analytische tribotest, zie bijlage 3, [Lit. 1].
8) Temperatuur waarbij de vervormingssnelheid, gedurende het uitvoeren van de thermo-analytische tribotest, toeneemt, zie bijlage 3.
9) RePE: Product vervaardigd uit recyclingmateriaal of daarmee vermengd.
10) Indien vervorming en/of temperatuurstijging door wrijvingswarmte te hoog is, dan wordt PETP of HAWE toegepast.
11) Indien p > 20 MPa of dT > 80 °C, dan wordt HAWE toegepast.
12) p < 150 MPa en dT<250 °C.

BIJLAGE 2 OMSCHRIJVING VAN DE BUIGPROEF

De buigproef moet uitgevoerd worden bij een temperatuur van -15 °C op producten die zich reeds 24 uur binnen deze temperatuurgrenzen bevinden. Per product moet (tenzij anders wordt overeengekomen) de buigproef in tegengestelde richtingen worden uitgevoerd.

Proefopstelling



Door een symmetrisch aangebrachte kracht F moeten de glijstrippen zo zwaar belast worden, dat de doorbuiging f (zie figuur), uitgaande van f = 0 en rechte glijstrippen, tenminste gelijk is aan:

$f = e \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (12 \cdot e)$ mm

Voor producten met een rechthoekig dwarsprofiel geldt:

$f = e \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (6 \cdot d)$ mm

waarin:

- e = de getalwaarde van relatieve rek in % in de op trek belaste vezels van het glijvlak, zie tabel 1.
- L = de afstand tussen de opleggingen in mm;
- e = de vezelafstand in mm vanaf de neutrale lijn tot aan de op trek belaste zijde;
- d = de dikte in mm.

Kracht F en de oplegkrachten moeten met afgeronde voorwerpen (r_{min} = >10 mm) op de producten worden overgebracht, zodat het product ter plaatse van de oplegpunten niet ontoelaatbaar wordt ingedrukt. Zodra doorbuiging f is bereikt, moet kracht F worden weggenomen.

Waarschuwing:

Bij eventuele breuk kunnen materiaaldeeltjes wegspringen. Daarom wordt aanbevolen om de proefopstelling af te schermen.

BIJLAGE 3 OMSCHRIJVING VAN DE THERMO-ANALYTISCHE TRIBOTEST

1 Doel en resultaten

Doel van deze test is het meten en registreren van het verloop van de dynamische wrijvingscoëfficiënt bij een temperatuur die stijgt van de omgevingstemperatuur tot 150 °C in circa 20 uur, en het verloop van de slijtage en de vervorming daarbij.

Resultaten zijn:
- De dynamische wrijvingscoëfficiënt bij 25 °C.
- De slijtfactor (k = ... * 10^{-9} mm^2/N) na afloop van de test op basis van de gewichtsafname van de pin na verwijdering van de eventuele slijtagebaard [Lit. 1].
- De temperatuur waarbij de vervormingssnelheid toeneemt.

2 Proefopstelling

De tribologische en vervormingseigenschappen genoemd in bijlage 1 moeten beproefd worden met een roterende proefmethode. Hierbij wordt het te testen proefstuk - de pin - gedrukt tegen een roterende ring.

De parameters zijn hierbij:

- Pin:	Testmateriaal met een wrijvingsoppervlak van minimaal 90 mm^2, aangepast aan de radius van de proefring. De contactvlakken van pin en ring moeten geheel conform zijn.
- Ring:	Kogellagerstaal 100Cr6.
- Ruwheid contactvlak ring:	Ra = 0,5 mm. (De aangegeven oppervlakteruwheid wordt door slijpen aangebracht en gemeten dwars op de glijrichting).
- Vlaktedruk p:	2,5 N / mm^2 .
- Glijsnelheid v:	0,01 m / s.
- Milieu:	Lucht.
- Smering:	Geen: de wrijvingsvlakken moeten volkomen vetvrij zijn.

BIJLAGE 4. AANVULLENDE EISEN VOOR GLIJSTRIPPEN DIE ZIJN SAMENGESTELD UIT TWEE LAGEN KUNSTSTOF MET VERSCHILLENDE KWALITEIT

TOEPASSINGSGEBIED

Deze aanvullende eisen zijn van toepassing op glijstrippen waarvan alleen de glijlaag (van bijvoorbeeld 20 mm dikte) bestaat uit UHMPE en waarvan de onderlaag bestaat uit een goedkoper polyetheen van regeneraat of recyclingmateriaal. Deze tweelaags-glijstrippen kunnen voordelen bieden boven de gebruikelijke indien een grote dikte is vereist in combinatie met een gewenste slijtvastheid van de glijlaag (slijtintensiteit 2 ... 5), zie tabel 1.

FABRICAGE

De glijstrip wordt geproduceerd in één procesgang. Hierbij worden de onderste poederlaag (voor de onderlaag) en de bovenste poederlaag (voor de glijlaag) gelijktijdig tijdens het smeltpersproces tot één glijplaat gevormd. Een stolverbinding tussen de twee lagen is toegestaan. (Onder een stolverbinding wordt verstaan dat de tweede laag tijdens het stollen verbonden wordt aan de eerder gefabriceerde slijtlaag).

HECHTING GLIJLAAG/ONDERLAAG

Indien de glijstrip wordt geproduceerd in één procesgang, moet de hechting tussen deze platen worden aangetoond met een trekproef volgens NEN EN ISO 527-1.De treksterkte in het hechtvlak moet groter zijn dan 0,75 maal de treksterkte van het zwakste uitgangsmateriaal. Indien de glijstrip wordt geproduceerd door middel van stolverbinding, moet de verbinding in stand blijven bij de buigproef volgens bijlage 2.

MATERIAALEISEN

Het PE waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

Glijlaag: UHMPE 1000 uv: naar keuze zijn hier de materiaaleisen onder 3.1.2 ... 3.1.5 van toepassing mits aan de bovenstaande eis ten aanzien van de verbinding glijlaag/onderlaag kan worden voldaan.

Onderlaag: Naar keuze zijn hier de materiaaleisen onder 3.1.1 ... 3.1.3 van toepassing mits aan de onderstaande eis ten aanzien van de hechting glijlaag/onderlaag kan worden voldaan.

EISEN CONSERVERING STALEN- EN ALUMINIUM ONDERDELEN t.b.v. BETONNEN KUNSTWERKEN

Document : NBD 10005
Uitgave : 02-02-2005



INHOUDSOPGAVE pagina

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED 3
1.1 Inleiding 3
1.2 Gebruik eisen 3

2. OPPERVLAKTEBEHANDELING 5
2.1 Thermisch verzinken 5
2.2 Sendzimir verzinken 5
2.3 Thermisch verzinken van bevestigingsmiddelen 5
2.4 Metalliseren (metaalspuiten) 5
2.5 Anodiseren 5

3. VOORBEHANDELING TEN BEHOEVE VAN ORGANISCHE DEKLAGEN (VERFSYSTEMEN) EN METALLISEREN 6
3.1 Stralen, reinheidsgraad Sa 2½ 6
3.2 Aanstralen thermisch verzinkte oppervlakken inclusief bevestigingsmiddelen 6
3.3 Chemisch voorbehandelen van continu-dompelverzinkte band- en plaatmateriaal 6
3.4 Schoonmaken 6
3.5 Plaatselijk roestvrijmaken 6
3.6 Herstel van beschadigde thermisch verzinkte oppervlakken 6

4. OPPERVLAKBEHANDELING, VOORBEHANDELING EN CONSERVERINGSSYSTEEM PER CONSTRUCTIE EN ONDERDELEN 7
4.1 Stalen constructies en onderdelen 7
4.2 Aluminium constructies en onderdelen 10
4.3 Roestvaststalen constructies/onderdelen 10

5. NORMATIEVE VERWIJZINGEN 11

1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

1.1 Inleiding

1.1.1 Voorliggend document "EISEN VOOR HET CONSERVEREN VAN STALEN- EN ALUMINIUM ONDERDELEN t.b.v. BETONNEN KUNSTWERKEN, d.d. 18 mei 2004", vervangt de oude richtlijn "Voorschriften voor het conserveren van stalen constructies en onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken c.a., d.d. januari 1995".

1.1.2 Aanleiding tot het opstellen van de nieuwe "EISEN" was dat er in de oude richtlijn werd verwezen naar inmiddels vervallen NEN-normen en NBD-produktbladen.
De nieuwe "EISEN" zijn aangepast aan de huidige stand der techniek en aan de eisen voor NBD-normen.

1.1.3 De nieuwe " EISEN" zijn nu opgenomen als NBD-norm.

1.2 Gebruik eisen

1.2.1 In dit document wordt beschreven de oppervlaktebehandeling, de voorbehandeling en de toe te passen conserveringssystemen van stalen en aluminium constructies en onderdelen voor betonnen weg- en waterbouwkundige kunstwerken.

1.2.2 In paragraaf 2 worden de technische randvoorwaarden en eisen voor de oppervlaktebehandeling aangegeven. Onder oppervlaktebehandeling wordt verstaan het aanbrengen van een metallieke laag, bijvoorbeeld d.m.v. thermisch verzinken.

1.2.3 In paragraaf 3 worden de technische randvoorwaarden en eisen voor de voorbehandeling aangegeven. Onder voorbehandeling wordt verstaan het (aan)stralen of chemisch voorbehandelen vóór het aanbrengen van (organische) verflagen.

1.2.4 In paragraaf 4 worden in een overzicht de constructies en onderdelen, met daarbij in de respectievelijke kolommen, de codes van oppervlaktebehandeling (paragraaf 2), voorbehandeling (paragraaf 3) en het conserveringssysteem aangegeven.

1.2.5 In de kolommen staan soms meerdere keuzemogelijkheden aangegeven. Deze worden gescheiden door een "/" teken. Bijvoorbeeld "--/3.2". Dit betekent dan een keuze tussen het niet uitvoeren van een activiteit "--"(niets doen), of het uitvoeren van een voorbehandeling volgens "3.2"(aanstralen). De eerst aangegeven keuzemogelijkheid is standaard.

1.2.6 Overige niet in dit document genoemde en in omvang veelal kleine staalconstructies en onderdelen in principe thermisch verzinken of anderszins fabrieksmatig van een zinklaag voorzien. Deze zinklaag wordt vaak van een extra organische deklaag (verfsysteem) voorzien om de beschermende werking van de zinklaag onder agressieve omstandigheden zolang mogelijk te laten voortduren. Ook esthetische-, signaal- of veiligheidsoverwegingen zijn een goede grond voor een aanvullende conservering.

1.2.7 In paragraaf 4, de kolom "oppervlaktebehandeling", wordt aangegeven welke constructies en onderdelen in een verzinkerij of conserveringsbedrijf van een zinklaag moeten worden voorzien en wat dit voor soort laag dient de zijn. Deze lagen mogen niet op de bouwplaats worden aangebracht.

1.2.8 In paragraaf 4, de kolom "voorbehandeling" wordt aangegeven hoe de constructies en onderdelen moeten worden voorbehandeld. De in deze kolom beschreven werkzaamheden kunnen zowel bij een conserveringsbedrijf als op de bouwplaats plaats vinden.

1.2.9 In paragraaf 4, de kolom "conserveringssysteem" wordt verwezen naar de van toepassing zijnde NBD-normen (Conserveringssysteembladen). In deze NBD-normen zijn de leveranciers vermeld, de

naam van de producten en de droge laagdikten van de afzonderlijke verflagen. De NBD-normen zijn digitaal beschikbaar op het Intranet van Bouwdienst en kunnen worden aangevraagd bij de Bibliotheek van de Bouwdienst.

1.2.10 In dit document is geen beschrijving opgenomen van de wijze waarop de conserveringslagen moeten worden aangebracht en de specifieke uitvoeringseisen die hierbij gelden. Hiervoor wordt verwezen naar de NBD 10000, de suppletie op hoofdstuk 56 van de Standaard RAW of de Standaard RAW bepalingen.
Algemeen kan worden gesteld dat organische deklagen (verflagen) op grotere constructies en onderdelen kunnen worden gespoten. Voorwaarden bij de uitvoering zijn dat bijvoorbeeld betonoppervlakken en andere aangrenzende c.q. overige constructies, onderdelen en (passerend) verkeer, niet met verf worden verontreinigd of besmeurd. Kleinere oppervlakken en situatiegevoelige omstandigheden kunnen bepalend zijn om de lagen door middel van kwastapplicatie aan te brengen.

1.2.11 Bij alle voorbehandelings- en applicatiewerkzaamheden dienen minimaal de wettelijk geldende voorschriften inzake Milieumaatregelen te worden nagekomen.

2. OPPERVLAKTEBEHANDELING

2.1 Thermische verzinken

De uitvoering moet geschieden volgens NEN-EN-ISO 1461 "Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen - Specificaties en beproevingen".

Tevens is van toepassing NEN 5254 "Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesheradiseerde producten (duplex-systeem)".

2.2 Sendzimir verzinken

De uitvoering moet geschieden volgens NEN-EN 10327 "Continu-dompelverzinkte band en plaat van laag koolstofstaal voor kouddieptrekken - Technische leveringsvoorwaaden"

2.3 Thermisch verzinken van bevestigingsmiddelen

De uitvoering moet geschieden volgens NEN-EN-ISO 10684:2004 "Bevestigingsartikelen - Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen".

2.4 Metalliseren (metaalspuiten)

Het metalliseren moet geschieden met aluminum, e.e.a. volgens het gestelde in NDB10300"Eisen Thermische Spuitlagen".

2.5 Anodiseren

Het anodiseren moet geschieden volgens NEN 5255 c.q. zijn voorzien van kwaliteitskeurmerk EURAS/EWAA.

3. VOORBEHANDELING TEN BEHOEVE VAN ORGANISCHE DEKLAGEN (VERFSYSTEMEN) EN METALLISEREN

3.1 Stralen, reinheidsgraad Sa 2½

Nadat de constructies en onderdelen zijn gereedgekomen en voorlopig goedgekeurd worden, moeten deze op een zodanige wijze gestraald worden dat een metalliek blank uiterlijk is verkregen. Reinheidsgraad Sa 2½ volgens NEN-EN-ISO 8501-1.

3.2 Aanstralen thermisch verzinkte oppervlakken inclusief bevestigingsmiddelen

Oppervlakken die worden voorzien van een organische deklaag (verfsysteem) moeten worden aangestraald overeenkomstig het gestelde in NEN 5254. In aanvulling hierop wordt bepaald dat de oppervlakte ruwheid na het stralen moet liggen tussen de waarden N9-B-a en N9-B-b van Rugotest nr.3 volgens ASTM D4417.

Het aanstralen moet op een zodanige wijze worden uitgevoerd dat alle verontreinigingen en corrosieproducten zijn verwijderd van het zinkoppervlak. Het aangestraalde oppervlak moet egaal mat zijn. Van de zinklaag mag niet meer dan 10 micrometer worden afgestraald.

3.3 Chemische voorbehandeling van continu-dompelverzinkte band- en plaat materiaal

Continu-dompelverzinkte band en plaat materiaal volgens NEN-EN 10327, moet worden voorbehandeling volgens het gestelde in NEN 5254, hoofdstuk 7.2.

3.4 Schoonmaken

Voor het aanbrengen een organische verflaag op een gespoten aluminumlaag geldt dat deze vrij moet zijn van iedere vorm van oppervlakteverontreiniging. Dit kan b.v. bereikt worden door grondig borstelen en/of afblazen met perslucht.

3.5 Plaatselijk roestvrijmaken

Geroeste plaatsen en beschadigde plaatsen, moeten op een zodanige wijze worden behandeld dat een metalliek blank uiterlijk is verkregen.
Reinheidsgraad P St 3 volgens NEN-EN-ISO 8501-2.
Omvangrijkere of zware beschadigingen moeten bij voorkeur met vacuümblast-straalapparatuur worden hersteld. Reinheidsgraad P Sa 2½ volgens NEN-EN-ISO 8501-2.

3.6 Herstel van beschadigde thermisch verzinkte oppervlakken

Beschadigingen in de zinklaag moeten worden bijgewerkt volgens de methoden die in NEN-EN-ISO 1461 zijn omschreven, waarbij het gebruik van zinkspray niet is toegestaan.

4. OPPERVLAKBEHANDELING, VOORBEHANDELING EN CONSERVERINGSSYSTEEM PER CONSTRUCTIE EN ONDERDELEN

4.1. Stalen constructies en onderdelen

CONSTRUCTIES EN ONDERDELEN	OPPERVLAKTE-BEHANDELING	VOORBEHANDELING	CONSERVERINGSSYSTEEM
leuningen:			
* regel, stijl en voetplaat	2.1	3.2	NBD 16347
* sierplaat	2.1	3.2	NBD 16347
geleiderails:			
* stijl en voetplaat	2.1	--	--
* afstandhouder en plank	2.1	--	--
* leuningregel	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
* leuninghouder	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
* sierplaat	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
barrier (staal):			
* compleet	2.1	--	--
barrier (beton):			
* geleidebuis	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
* leuninghouder	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
luiken en omrandingen	2.1	--	--
trekputten:			
* afdekplaat	2.1	--	--
* omrandingen	2.1	--	--
roosters voor: trappen, bordessen, schachten, putten en vloeren	2.1	--	--
luchtroosters- en ventilatieroosters	2.1	3.2	NBD 16347
trap- en bordesconstructies, ladders	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
deuren en kozijnen:			
* deurframe	2.1	3.2	NBD 16347
*deurbeplating a)	2.2	3.3	NBD 16347/ Poedercoat-systeem volgens art. 36.36.07 van de Standaard RAW Bepalingen
* kozijn	2.1	3.2	NBD 16347

CONSTRUCTIES EN ONDERDELEN	OPPERVLAKTE-BEHANDELING	VOORBEHANDELING	CONSERVERINGSSYSTEEM
afschermramen N.S.: * draagconstructie	2.1	--	--
ophangconstructie draagkabels N.S.	2.1	--	--
hemelwaterafvoer: * afvoerpijpen, buizen en goten * ophangbeugels * afdekplaat	2.1 2.1 2.1	--/3.2 --/3.2 3.2	--/NBD 16347 --/NBD 16347 NBD 16347/ Poedercoat-systeem volgens art. 36.36.07 van de Standaard RAW Bepalingen
uithouders voor scheepvaartseinen	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
licht-, geluids-, stop- en signaleringsmasten c.a.	2.1	--/3.2	--/NBD 16347
frames, kabelrekken en goten voor electro	2.1	--	--
opleggingen	NBD 00702A	NBD 00702A	NBD 00702A
voegovergangen	NBD 00710	NBD 00710	NBD 00710
in te betonneren onderdelen: * bevestigingsankers * U-profielen en hoeklijnen * stel-, montage- en afdekplaten * hijsogen	 2.1 2.1 2.1 2.1	 -- -- -- --	 -- -- -- --
bevestigingsmiddelen algemeen: * rvs staal * staal	 -- 2.3	 -- b)	 -- b)
damwanden: * in zoetwater * in zoutwater of * in zoutwater 1) * droog * damwandsloof * ankerstang en wartel * ankergording	 -- -- 2.4 -- 2.1 2.1 2.1	 3.1 3.1 -- 3.1 --/3.2 --/3.2 --/3.2	 NBD 16312 NBD 16312 -- NBD 16312/ NBD 16365 e) --/NBD 16347 d) --/c) --/NBD 16347 d)

CONSTRUCTIES EN ONDERDELEN	OPPERVLAKTE-BEHANDELING	VOORBEHANDELING	CONSERVERINGSSYSTEEM
onderbouw:			
* stalen funderingspalen of	--	--/3.1	--/NBD 16312/NBD 16365 e)
* stalen funderingspalen 1)	2.4	--	--
* stalen kolommen of	--/ 2.1	3.1/3.2	NBD 16312/NBD 16365 e)
* stalen kolommen 1)	2.4	--	--
geleidewerken:			
* stalen palen en buizen of	--	--/3.1	--/NBD 16312/NBD 16365 e)
* stalen palen en buizen 1)	2.4	--	--
* draagconstructie wrijfgordingen e.d.	2.1	--	--
* bevestigingsmiddelen: - rvs staal	--	--	--
- staal	2.3	b)	b)
onderdelen t.b.v.:	2.1	--	--
* schotbalkopsluitingen etc.	2.1	--	--
* schotbalksponningen	2.1	--	--
* krooshekken	2.1	--	--
* kleppenwerk in duikers en stuwen	2.1	--	--
dekzerkprofielen, bolders, haalkommen en haalpennen	2.1	--/3.2	--/NBD 16347 d)
paalmutsen	2.1	--/3.2	--/NBD 16347 d)
geluidbeperkende constructies	GCW 2001	GCW 2001	GCW 2001

Toelichting:

a) Sendzimirplaat of zinkaluminiumplaat
b) zie conservering constructie c.q. onderdeel
c) beschermen met bitumen/tape/densoband
d) alternatieve systeem mogelijkheden - afhankelijk van situering, functie en kleurafwerking
e) Bij de NBD 16312, ligt de nadruk op bescherming en duurzaamheid en minder op de esthetische aspecten.
Bij de NBD 16365 ligt de nadruk op de esthetische aspecten, zoals kleur en glans

1) Indien een oppervlak gemetalliseerd wordt, is het vanuit een oogpunt van duurzaam beschermen niet zinvol om een organische deklaag aan te brengen. Mogelijk wel van uit een esthetisch oogpunt.

4.2. Aluminium constructies en onderdelen

CONSTRUCTIE / ONDERDEEL	OPPERVLAKTE-BEHANDELING	VOORBEHANDELING	CONSERVERINGSSYSTEEM
geluidbeperkende constructies a)	GCW 2001	GCW 2001	GCW 2001
lichtmasten a)	--	--	--
deuren en kozijnen: a) * frame * beplating * kozijn	2.5 blank anodiseren/ kleur anodiseren	--	--
luiken en afdekplaten a)	--	--	--
afschermramen NS : aluminium roosters	--	--	--

Toelichting:
a) zeewaterbestendige kwaliteit aluminium

4.3. Roestvaststaal

CONSTRUCTIE / ONDERDEEL	OPPERVLAKTE-BEHANDELING
alle onderdelen m.u.v. bevestigingsmiddelen als bouten, moeren en volgringen e.d., tenzij ze esthetisch een integraal onderdeel zijn	beitsen en passiveren volgens NBD 06100

5. NORMATIEVE VERWIJZINGEN

De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn. Op het ogenblik van publicatie van de onderhavige norm waren de vermelde versies van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien; partijen die overeenkomsten sluiten op basis van deze norm wordt daarom aanbevolen na te gaan of het mogelijk is, de meest recente versie van onderstaande normatieve documenten toe te passen.

Normnummer: jaar van uitgifte	Titel van de norm	Internationaal equivalent
NEN 5254:2003	Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem)	
NEN 5255:1976	Anodische oxidelagen op aluminium en aluminiumlegeringen aangebracht volgens een gelijkstroom/zwavelzuur- of gelijkstroom/zwavelzuur/oxaalzuur-proces - Eisen en keuringsmethoden	
NEN-EN 10327:2004	Continu-dompelverzinkte band en plaat van laag koolstofstaal voor kouddieptrekken - Technische leveringsvoorwaarden	EN 10327:2004
NEN-EN-ISO 1461:1999	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen - Specificaties en beproevingen	EN ISO 1461:1999
NEN-EN-ISO 8501-1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen	EN-ISO 8501-1:2001
NEN-EN-ISO 8501-2:2001/A1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Informatief amendment voor Deel 1: Representatieve fotografische voorbeelden van de uiterlijke verandering van staal na gestraalde behandeling met verschillende schuurmiddelen	EN-ISO 8501-1:2001 /A1:2001
NEN-EN-ISO 8501-2:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 2: Voorbehandeling voor voorheen bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen	EN-ISO 8501-2:2001
NEN-EN-ISO 10684:2004	Bevestigingsartikelen - Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen	EN-ISO 10684:2004
ASTM D 4417:2003	Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel	
NBD 00702A:2004	Eisen voor Brugopleggingen	
NBD 00710:2004	Eisen voor Voegovergangen	
NBD 06100:1994	Eisen voor het Beitsen en Passiveren van Corrosievast Stalen Onderdelen	
NBD 10000:2004	Eisen staalconservering nieuwbouw	
NBD 10300:2002	Eisen thermische spuitlagen - Technische leveringsvoorwaarden thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie	
NBD 16312:2005	Conserveringssysteemblad (weg-en waterbouwkundige staalconstructies voor onderwater toepassing)	
NBD 16318:2001	Conserveringsproduktblad (systeemcode 444.012)	
NBD 16347:2005	Conserveringsproduktblad (systeemcode 444.004)	
NBD 16365:2005	Conserveringssysteemblad (weg-en waterbouwkundige staalconstructies)	
GCW 2001	Richtlijn geluidsbeperkende constructies langs wegen	

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Eisen voor kunststofslijtlagen

Doc.nr.:	RTD 1015
Versie:	1.1
Status:	Definitief
Datum:	01-12-2014

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.









Eisen voor Kunststofslijtlagen

RTD 1015

Datum	01-12-2014
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-12-2014
Status	Definitief
Versienummer	1.1

Voorwoord

Kunststofslijtlagen zijn kritische onderdelen in wegen en dienen aan zware eisen te voldoen. Daarbij zijn met name de volgende aspecten belangrijk:

1) Duurzaamheid:
   Vanwege de hoge eisen die gesteld worden aan beschikbaarheid is er maar weinig tijd beschikbaar voor onderhoud. Een lange levensduur van de slijtlaag is gewenst.
2) Stroefheid:
   Het wegverkeer dient veilig gebruik te kunnen maken van de infrastructuur.
3) Waterdichtheid:
   Onderliggende constructies dienen duurzaam te worden beschermd tegen de schadelijke invloeden van water en dooizouten.

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) geeft de eisen voor kunststofslijtlagen op basis van thermohardende kunststoffen, aan te brengen op stalen, betonnen, bitumineuze of houten ondergronden van kunstwerken.

Het document vervangt het volgend document:
- NBD 10201 versie d.d. 09-09-2004

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

1	**ALGEMEEN**	**6**
1.1	Onderwerp en toepassingsgebied	6
1.2	Termen en definities	6
2	**OVERZICHT NORMATIEVE VERWIJZINGEN**	**7**
3	**EISEN AAN DE ONDERGROND**	**9**
3.1	Aanvullende bepalingen stalen ondergronden	9
3.2	Aanvullende bepalingen betonnen ondergronden	9
3.3	Aanvullende bepalingen bestaande ondergronden	10
4	**EISEN AAN PRODUCT EN SLIJTLAAGSYSTEEM**	**11**
4.1	Oplosmiddelgehalte	11
4.2	Bestandheid tegen warmte	11
4.3	Verlies van afstrooimateriaal	11
4.4	Waterafvoerend vermogen	11
4.5	Polijstgetal	11
4.6	Weerstand tegen indrukkingen	11
4.7	Bepalen van de scheurbestendigheid	11
4.8	Corrosietest	12
4.9	Fingerprints	12
4.10	Aanvullend onderzoek bij wijzigingen	12
5	**APPLICATIE VAN DE SLIJTLAAG**	**13**
5.1	Algemene bepalingen voor applicatie	13
5.2	Applicatie op een stalen ondergrond	13
5.3	Applicatie op een betonnen ondergrond	14
5.4	Applicatie op een houten ondergrond	14
6	**BEPROEVING NA APLICATIE**	**15**
6.1	Algemeen	15
6.2	Hechtsterkte staal	15
6.3	Hechtsterkte beton en hout	15
7	**DOCUMENTATIE**	**16**
7.1	Product	16
7.2	Uitvoering	16
8	**GARANTIE**	**17**

1 ALGEMEEN

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

Kunststofslijtlagen op basis van thermohardende kunststoffen, aan te brengen op bereden en/of belopen stalen, betonnen, bitumineuze of houten ondergronden van kunstwerken.

1.2 Termen en definities

1.2.1 Product
Het product omvat een compleet slijtlaagsysteem, aangebracht volgens de specificaties van de leverancier en bestaande uit een combinatie van een (eventuele) primerlaag, één of meer kunststoflagen en een afstrooimateriaal

1.2.2 Slijtlaagsysteem
Een uit één of meerdere lagen opgebouwd systeem dat de stroefheid van het onder verkeer liggende oppervlak voor langere termijn garandeert en in sommige gevallen een beschermende werking heeft naar de ondergrond.

1.2.3 Primerlaag
Een (eerste) laag die als functie heeft het bevorderen van de hechting tussen de ondergrond en de rest van het slijtlaagsysteem en/of corrosiewering.

1.2.4 Kunststoflaag
De samenstelling van thermohardende kunststoffen met eventuele (an)organische vulmiddelen.

1.2.5 Afstrooimateriaal
Slijtvaste en stroefmakende korrel, die op een niet uitgeharde kunststoflaag wordt uitgestrooid en na een bepaalde tijd is verankerd in de uitgeharde kunststof.

1.2.6 Vol en zat afstrooien
Het aanbrengen van afstrooimateriaal op een zodanige wijze dat er een overmaat aan materiaal op het ingestrooide oppervlak aanwezig is.

2 OVERZICHT NORMATIEVE VERWIJZINGEN

De bepalingen van onderstaande normatieve documenten maken onderdeel uit van deze RTD. Op het ogenblik van publicatie van de onderhavige RTD waren de vermelde versies van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien; partijen die overeenkomsten sluiten op basis van deze RTD dienen de meest recente versie van onderstaande normatieve documenten toe te passen.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 1097-8	NEN-EN 1097-8	2009	Beproevingsmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 8: Bepaling van de polijstwaarde
ISO 4624	NEN-EN-ISO 4624	2003	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting
EN 6722	NEN-EN 6722	2002	Voorschriften Beton uitvoering
ISO 8501-1	NEN-EN-ISO 8501-1	2007	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten – Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid – Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen
ISO 8502-6	NEN-EN-ISO 8502-6	2006	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Beproevingen voor de beoordeling van de oppervlaktereinheid - Deel 6: Extractie van oplosbare verontreinigingen voor analyse - Methode volgens Bresle
ISO 8503-4	NEN-EN-ISO 8503-4	2012	Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante produkten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 4: Methode voor de kalibratie van vergelijkingmonsters voor de ISO ruwheid en voor de bepaling van de ruwheid - Methode met taster
ISO 9001	NEN-EN-ISO 9001	2008	Kwaliteitsmanagementsystemen - Eisen
ISO 12944	NEN-EN-ISO 12944-2	1998	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van verfsystemen – Deel 2: Indeling van belastingsklassen
ISO 20340	NEN-ISO 20340	2009	Paints and varnishes — Performance requirements for protective paint systems for offshore and related structures
ISO/IEC 17025	NEN-EN-ISO/IEC 17025	2005	Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria
	CUR-aanbeveling 20	2011	Bepaling van de hechtsterkte van mortels op beton, methode 1

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
	CROW Werk in Uitvoering 96a	2013	Maatregelen op autosnelwegen
	CROW Werk in Uitvoering 96b	2005	Maatregelen op de rijbaan

3 EISEN AAN DE ONDERGROND

3.1 Aanvullende bepalingen stalen ondergronden

3.1.1 De gerepareerde plekken in de slijtlaag bijwerken conform het productblad van de leverancier.

3.1.2 De opdrachtnemer moet door meting aantonen dat de ruwheid aan gestelde eisen voldoet. De ruwheid moet voorafgaande aan het overlagen volgens ISO 8503-4 worden gemeten. De oppervlakteruwheid van het gestraalde oppervlak moet overeenkomen met een Rz-waarde tussen 50 en 100 µm. Frequentie vereiste metingen: 1 per 10 m² doch minimaal per brugdek of brugsectie (afhankelijk van de constructie en behandeld gedeelte). De opdrachtnemer moet vooraf aangeven hoe de meting wordt ingericht, het aantal metingen en hoe de resultaten worden gepresenteerd. Visuele ruwheid bepalingsmethoden (bijvoorbeeld de Rugotest) zijn alleen als indicatie toegestaan.

3.1.3 Het staaloppervlak moet Sa 2 ½ worden gestraald. De reinheidsgraad van het gestraalde oppervlak moet integraal worden beoordeeld op basis van de ISO 8501. Het resultaat moet worden vastgelegd in het dagrapport.
Het gebruik pianodraad en/of koperslak als straalmiddels is niet toegestaan.

3.1.4 De hoeveelheid oplosbare zouten op het gestraalde oppervlak mag maximaal 50 mg/m² bedragen, gemeten volgens de ISO 8502-6.

3.2 Aanvullende bepalingen betonnen ondergronden

3.2.1. Betonnen ondergronden moeten zodanig worden gereinigd/opgeruwd en voorbehandeld, dat de hechting aan het oppervlak van het beton minimaal 1,5 N/mm2 is.

3.2.2 Om een goede inbedding van het afstrooimateriaal te waarborgen moet het te behandelen betonoppervlak een vlakheid hebben conform het gestelde in Hoofdstuk 42.12.10 van de "Standaard 2010".

3.2.3 De afwijking in de vlakheid meten met behulp van een rei bestaande uit een rechte metalen geleider met stelpootjes. Langs de geleider een meetklokje bewegen zonder de geleider te verplaatsen.

3.2.4 In ten minste zes punten de afwijking in de vlakheid meten als de afwijking van het bovenvlak ten opzichte van de denkbeeldige echte lijn tussen de raakpunten van de stelpootjes met het oppervlak.

3.2.5 In aanvulling op artikel 12.8.3 van NEN 6722 mogen bij de bovenvlakken van de vloeren en dekken die in het zicht blijven of waar een verhardingslaag of een slijtlaag wordt aangebracht, de in lid 02 bedoelde afwijkingen onder een rei van 1 m en 3 m lengte, respectievelijk ten hoogste 3 mm en 5 mm mag bedragen.

3.2.6 Het gestelde in lid 03 is niet van toepassing als uitgaande van een normale verdeling het 95%- punt van de in lid 02 bedoelde afwijkingen ten hoogste gelijk is aan de in lid 03 gestelde eis.

3.2.7 In aanvulling op artikel 12.8.3 van NEN 6722 mogen bij de bovenvlakken van wanden met een hoogte van h m, die in het zicht blijven. de in lid 02 bedoelde afwijkingen onder een rei van 1 m en 2 m in lengte, respectievelijk ten hoogste 3 +0.5.h mm en 5 + 0,5.h mm bedragen.

3.2.8 Het gestelde in lid 05 is niet van toepassing als uitgaande van een normale verdeling het 95%-punt van de in lid 02 bedoelde afwijkingen ten hoogstens gelijk is aan de in lid 05 gestelde eis.

3.3 Aanvullende bepalingen bestaande ondergronden

3.4.1 Oude slijtlaagdelen moeten geheel worden verwijderd, tenzij in het contract anders is omschreven.

3.4.2 Het verwijderen van bestaande slijtlagen moet zodanig worden uitgevoerd, dat de ondergrond niet wordt beschadigd.

3.4.3 In geval, volgens het contract, de bestaande slijtlaag (deels) niet behoeft te worden verwijderd, moet deze voorafgaande aan het overlagen grondig worden geïnspecteerd, zowel visueel als door afkloppen, steken, etc.
Alle losse plekken, of daar waar voor de slijtlaag negatieve effecten vanuit de ondergrond visueel waarneembaar zijn aan het slijtlaagoppervlak (bijv. roestverschijnselen), moet de slijtlaag worden verwijderd tot in het omliggende gebied met een gezonde ondergrond. Deze plekken moeten worden behandeld overeenkomstig voorschriften voor de desbetreffende ondergrond in de productbladen.

3.4.4 De uitgevoerde reparaties moeten door de opdrachtnemer in kaart worden gebracht en in een meetprotocol worden vastgelegd, met vermelding van de toegepaste reparatiemethode.

4 EISEN AAN PRODUCT EN SLIJTLAAGSYSTEEM

In dit hoofdstuk zijn de eisen opgenomen waaraan het slijtlaagsysteem (product) aantoonbaar moet voldoen. De uitvoering en rapportage van de testen moet worden uitgevoerd door een onafhankelijk en volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd laboratorium.

Indien een kunststofslijtlaagsysteem gekeurd is volgens de BRL K19143 (de voormalige Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 9143) en een Kiwa productcertificaat heeft, vervallen de proeven uit dit hoofdstuk en moet voorafgaand aan de werkzaamheden een Kiwa productcertificaat worden overlegd.
Het is niet toegestaan producten van verschillende productcertificaten te combineren, zonder dat ook deze combinatie door Kiwa N.V. is goedgekeurd.

4.1 Oplosmiddelgehalte

De toegepaste bindmiddelen in de kunststoflaag moeten, behoudens de primer, oplosmiddelvrij zijn.

4.2 Bestandheid tegen warmte

De bestandheid tegen warmte van de kunststoflaag moet zodanig zijn dat het massaverlies na de proef kleiner of gelijk is aan 3% (m/m).
Het beoordelen van blazen, scheuren of uitzweten van de kunststoflaag is hier niet van toepassing.

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143

4.3 Verlies van afstrooimateriaal

Het maximum verlies van afstrooimateriaal (α_{max}) moet kleiner dan 26,0 % (m/m).

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143

4.4 Waterafvoerend vermogen

Van een nog niet bereden product moet de uitstroomtijd volgens Becker kleiner of gelijk aan 150 seconden zijn.

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143

4.5 Polijstgetal

Het polijstgetal van het afstrooimateriaal moet tenminste 53 zijn.

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143.

4.6 Weerstand tegen indrukkingen

Er mag geen doorponsing tijdens de wielspoorproef optreden.

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143

4.7 Bepalen van de scheurbestendigheid

Scheurvorming mag pas optreden na 1.900.000 aslastherhalingen

Bepalingsmethode: Conform BRL K19143

4.8 Corrosietest

De corrosiebescherming van de slijtlaag moet voldoen aan de eisen conform NEN-ISO 20340.

Bepalingsmethode
Conform NEN-ISO 20340.De proef volgens de ISO 15711 (cathodic disbonding) uit de NEN-ISO 20340 hoeft niet uitgevoerd te worden

Als alternatief kan er voor worden gekozen om de Van Balen Corrosieradproef uit te voeren; onder het systeem onderworpen aan een wisseldompelproef in kunstmatig zeewater mag na 13 weken testen geen blaarvorming zijn opgetreden. Deze proef is omschreven in de BRL K19143 .

4.9 Fingerprints

Fingerprints van de afzonderlijke componenten moeten worden vastgelegd.

Bepalingsmethode
Conform BRL K19143. Bepaling van fingerprints van blanco, afzonderlijke componenten, geen mengels.

Bij het toepassen van een eerder getest product zonder Kiwa productcertificaat zullen de eerdere testresultaten, inclusief fingerprints, moeten worden overlegd. Tevens moeten van het op het werk aangeleverde product monsters genomen worden ter bepaling van de fingerprints om aan te tonen dat de samenstelling van het geleverde product niet gewijzigd is ten opzichte van het eerdere product.

4.10 Aanvullend onderzoek bij wijzigingen

In matrix 1 van BRL K19143 wordt aangegeven welk onderzoek verricht moet worden bij wijzigingen aan het goedgekeurde basisproduct of aan de ondergrond.

5 APPLICATIE VAN DE SLIJTLAAG

5.1 Algemene bepalingen voor applicatie

5.1.1 De behandeling van de ondergrond, alsmede de applicatie van de slijtlaag moet volgens de bijbehorende productbladen/ verwerkingsvoorschriften worden uitgevoerd.

5.1.2 Tijdens de werkzaamheden moeten alle daarvoor in aanmerking komende delen zoals draaipunten, asdelen, machinewerken, lagers, ventilatieopeningen, hemelwaterafvoeren, tandbanen, etc. geheel worden afgeschermd tegen vervuiling. Er moeten tevens maatregelen getroffen worden om te voorkomen dat (slijtlaag)-materialen op onderliggende (brug)constructies, etc. terecht komen.

5.1.3 Afkomende materialen moeten worden afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf. Deze bedrijven zijn vermeld in de "Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit". http://www.bodemrichtlijn.nl

5.1.4 Tijdens de werkzaamheden moeten de omgevingscondities (temperatuur omgeving en ondergrond, relatieve vochtigheid, dauwpunt) 24 uur per dag gemeten worden, zowel tijdens voorbehandeling, applicatie als uitharding.
De meetresultaten moeten schriftelijk worden vastgelegd.

5.1.5 Uiterlijk
Het oppervlak van de primer en de daarop aangebrachte lagen mogen geen gebreken zoals blazen en vuilinsluitingen vertonen.

5.1.6 Laagdikte
De minimum c.q. maximum dikte van de kunststofslijtlaag moet voldoen aan de opgave van de leverancier (gespecificeerde dikte) met inbegrip van de door de producent opgegeven toleranties.

Bepalingsmethode
Bepaal de laagdikte per opgebrachte laag door middel van het volume per aangebrachte laag te bepalen.

Als alternatief op de bovengenoemde methode kan de laagdikte bepaald worden met behulp van de trekblokjes (dolly's) die hij de beproeving op hechtsterkte beschikbaar komen.
Met optische hulpmiddelen (bijvoorbeeld een loep) kan de laagdikte rondom bepaald worden.

5.1.7 Direct na het aanbrengen van de in te strooien slurrylaag moet het afstrooimateriaal gelijkmatig vol en zat worden ingestrooid.

5.1.8 Na het uitharden van de slurrylaag moet het losliggende afstrooimateriaal worden verwijderd.

5.2 Applicatie op een stalen ondergrond

Ter plaatse van lasverbindingen in een rijdek welke meer dan 2 millimeter boven de plaat uitsteken en bij overgangen van de lasnaden welke niet vloeiend verlopen kan de beoogde laagdikte plaatselijk niet worden gerealiseerd. In deze gevallen moet de laagdikte van de (eerste) slurrylaag zodanig zijn afgestemd op de overdikte van deze lassen dat de minimum laagdikte ook op deze plaatsen bereikt wordt. Zo nodig moet eerst een uitvullaag worden aangebracht.

5.3 Applicatie op een betonnen ondergrond

Tijdens het aanbrengen van de eerste laag mag er geen direct zonlicht op het oppervlak staan.

5.4 Applicatie op een houten ondergrond

Bij verwerking van de slurrylaag op een houten brugdek moeten zodanige maatregelen worden getroffen zodat de planken onafhankelijk van elkaar kunnen bewegen zonder dat de slurrylaag kan worden opgedrukt.

6 BEPROEVING NA APLICATIE

6.1 Algemeen

Per 500 m2 behandeld brugdekoppervlak, doch minimaal per brugdek of brugsectie of dagproductie, moeten ten minste vier hechtproeven op a-selecte plaatsen, op voldoende afstand van elkaar worden uitgevoerd. Bij onderschrijding van bovenvermelde waarde vindt, bij afkeuring, maximaal tweemaal een herkeuring plaats waarbij telkens het aantal metingen wordt verdubbeld. Als hierbij opnieuw onderschrijding van de minimum hechtwaarde wordt aangetoond volgt afkeuring van de slijtlaag op het betreffende meetvak.
De hechtproef vindt plaats nadat het materiaal is uitgehard conform het productblad van de leverancier. Na proefneming moet de slijtlaag op deze locatie gerepareerd worden, conform voorschriften op het productblad.

6.2 Hechtsterkte staal

De hechting tussen de onderlinge lagen en/of de ondergrond moet tenminste 4 N/mm2 bedragen.

Bepalingsmethode
ISO 4624

6.3 Hechtsterkte beton en hout

De gemiddelde hechtsterkte tussen de onderlinge lagen en/of de ondergrond van drie metingen moet minimaal 1,5 N/mm2 bedragen, gemeten bij een temperatuur van de ondergrond van minimaal 15 en maximaal 35 graden Celsius. De individuele waarnemingen mogen niet lager zijn dan 1,0 N/mm2

Bepalingsmethode
De hechtsterkte van het slijtlaagsysteem op het proefstuk moet bepaald worden conform CUR aanbeveling 20, methode 1.

7 DOCUMENTATIE

In het opleverdossier van het Werk levert de opdrachtnemer minimaal de volgende complete documentatie aan:

7.1 Product

De leverancier van het slijtlaagsysteem dient (naast wettelijk vereiste informatie) minimaal de hierna volgende gegevens op de productinformatiebladen te verschaffen:

a. soort en type product;
b. omschrijving en wijze van het aanbrengen;
c minimaal benodigde uithardings- en behandeltijden voor inbedrijfsname;
d. gespecificeerde droge laagdikte met de bijbehorende toleranties;
e. dichtheid van primer en kunststoflaag;
f. volumepercentage vaste stof van het mengsel;
g. mengverhouding van de componenten, op te geven in volumedelen en/of in massadelen;
h. opslagstabiliteit (tijd en temperatuur) na productiedatum;
j. merking;
i. vochtgehalte minerale oppervlak voor het aanbrengen van het beschermingssysteem;
j de wijze van voorbehandeling van de ondergrond;
k. maximale verwerkingsduur, bij verschillende omgevingstemperaturen;
l. minimale en maximale verwerkingscondities;
m. wijze van nabehandeling indien van toepassing.

7.2 Uitvoering

a. productbladen van alle gebruikte materialen;
b. gebruikte afstrooimateriaal met minimaal gegevens over:
   - korrelverdeling;
   - polijstgetal;
   - handelsnaam.
c. keuringsregistraties, voortvloeiend uit de eisen in de productbladen en in dit document, ingevuld tijdens voorbehandeling/applicatie/uitharding, waaronder:
   - 24-uursregistratie van de temperatuur van omgeving en ondergrond, relatieve vochtigheid, dauwpunt;
   - de toegepaste straalmiddelen en ruwheidsmetingen;
   - de toegepaste primer onder vermelding van de batchnummers en de laagdiktemetingen;
   - hoeveelheid verwerkt slijtlaagmateriaal onder vermelding van de chargenummers alsook de dikte van de afzonderlijke lagen;
   - eventuele bijzonderheden;
   - welk gedeelte van de constructie werd behandeld (zo nodig op een schets weergegeven).
d. meetschets met exacte locaties van niet verwijderde en overlaagde slijtlaagresten alsmede van gerepareerde plekken in de ondergrond;
e. resultaten hechtproeven;
f. garantieverklaring conform het gestelde onder hoofdstuk 8 van dit document, inclusief voorwaarden/onderhoudsadvies;
g. verklaring dat de geleverde producten voldoen en de werkzaamheden uitgevoerd zijn volgens de eisen van deze RTD.

8 GARANTIE

8.1 De opdrachtnemer garandeert de deugdelijkheid van de door hem geleverde en aangebrachte kunststofslijtlaag inclusief primer- en afstrooilagen gedurende drie (3) jaar na de oplevering van het werk.

De garantie houdt in dat de onderdelen van het Werk gedurende de garantieperiode blijven voldoen aan de onder 8.2 vermelde eisen.
Indien tijdens de garantieperiode blijkt dat een onderdeel van het Werk niet of niet langer voldoet aan één of meerdere van de vermelde eisen, zal de Opdrachtnemer voor zijn rekening en risico, op eerste schriftelijk verzoek van de Opdrachtgever, het onderdeel herstellen of vervangen en wel zodanig dat het onderdeel weer (geheel) voldoet aan de vermelde eisen.
In de schriftelijke aanzegging van de Opdrachtgever wordt een redelijke termijn vermeldt waarbinnen de Opdrachtnemer met het herstel of de vervanging moet zijn aangevangen en een redelijke termijn waarbinnen het herstel of de vervanging moet zijn voltooid.
Indien de Opdrachtnemer geen gevolg geeft aan de schriftelijke aanzegging van de Opdrachtgever, is de Opdrachtgever gerechtigd, zonder nadere sommatie of ingebrekestelling, het herstel of de vervanging voor rekening van de Opdrachtnemer door derden te laten uitvoeren.

De garantieverplichting van de Opdrachtnemer vervalt in die gevallen waarbij de Opdrachtnemer bewijst dat het niet voldoen aan de vermelde eisen een gevolg is van factoren die niet voor zijn rekening en/of risico komen.

Het bepaalde in § 28 en § 32 van de UAV-GC 2005 is uitdrukkelijk niet van toepassing in het kader van de garantieverplichtingen van de Opdrachtnemer.
Indien gedurende de garantieperiode(s) één van de partijen gebreken aan de door de Opdrachtnemer aangebrachte constructie(s) constateert of er aanwijzingen zij dat deze kunnen worden verwacht, stelt zij de andere partij daarvan schriftelijk op de hoogte.
Uiterlijk één maand voor het verstrijken van elke garantieperiode, nemen de Opdrachtgever en de Opdrachtnemer gezamenlijk de toestand op waarin de desbetreffende, door de Opdrachtnemer, aangebrachte constructie(s) verkeert c.q. verkeren. De Opdrachtgever neemt daartoe het initiatief. De toestand wordt vastgelegd in een door beide partijen ondertekend proces-verbaal.
Paragraaf 46 van de UAV-GC 2005 is tijdens de garantieperiode van overeenkomstige van toepassing.

8.2 De Opdrachtnemer garandeert dat de slijtlaag voldoet aan de volgende eisen:
- op niet meer dan 10% van een rechthoekig oppervlak van tenminste 1 m² mag het slijtlaagmateriaal dan wel afstrooimiddel verdwenen zijn;
- geen roestvorming onder de slijtlaag aanwezig is;
- geen scheurvorming in de slijtlaag aanwezig is;
- de hechting tussen slijtlaag en ondergrond dan wel tussen de lagen onderling minstens 1,5 N/mm² zijn.

8.3 De opdrachtnemer moet gebreken, die onder de garantie vallen, herstellen onder de door de Opdrachtgever (beheerder) aan te geven uitvoeringstijdstippen en omstandigheden. Hierin zijn begrepen het afvoeren van de afkomende en het leveren van de nieuwe goedgekeurde materialen; e.e.a. volgens de geldende milieubepalingen.
Indien de verkeersveiligheid hierbij in het geding is moet de opdrachtnemer de herstelwerkzaamheden onverwijld op eerste aanzegging van de Opdrachtgever (beheerder) uitvoeren. De hiervoor benodigde verkeersmaatregelen overeenkomstig het gestelde in CROW Werk in Uitvoering 96a en 96b moeten in overleg met de beheerder door de opdrachtnemer of door derden worden verzorgd en komen ten alle tijden ten laste van de opdrachtnemer.

EISEN TECHNISCHE DEKLAGEN

Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage

document: NBD10300
uitgave: 21-12-2010

1. Onderwerp en Toepassingsgebied 4
1.1 Onderwerp 4
1.2 Toepassingsgebied 4

2. Definities 6

3. Normatieve verwijzingen 7

4. Eisen 9
4.1 Gebruiksduur 9
4.2 Eisen aan kwaliteitssysteem en ervaring 9
4.2.1. Kwaliteitsplan hoofdaannemer 9
4.2.2. Kwaliteitssysteem voor applicateurs; algemeen 9
4.2.3. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van aluminium deklagen 10
4.2.4. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van thermisch gespoten deklagen 10
4.2.5. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van galvanische deklagen 10
4.3 Ervaringseisen applicateur 10
4.3.1. Algemeen 10
4.3.2. Aluminium deklagen 10
4.4 Eisen aan het Spuitproces 11
4.4.1. Algemeen 11
4.5 Eisen aan het bad- c.q. galvaniseerproces 11
4.6 Technische eisen 12
4.6.1. Corrosiewerendheid 12
4.6.2. Slijtvastheid 12
4.6.3. Erosiecorrosiewerendheid 12
4.6.4. Mechanische belastbaarheid en stootvastheid 12
4.6.5. Straalreinheid 12
4.6.6. Afrondingen 13
4.6.7. Straalruwheid voor aanbrengen 13
4.6.8. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel na eindbewerking 13
4.6.9. Hardheid van de deklaag 13
4.6.10. Hechtsterkte 13

5. Keuringen 15
5.1 Overzicht keuringen 15
5.2 Kwalificatiekeuring 16
5.2.1. Algemeen 16
5.2.2. Galvanostatische test 16
5.2.3. Keuren van reparaties in galvanische deklagen door middel van dotwelden 17
5.3 Afnamekeuringen 17
5.3.1. Laagdiktemeting 17
5.3.2. Corrosiewerendheid: Elektrochemische Product Qualificatie (EPQ-test) 18
5.3.3. Straalreinheid 19
5.3.4. Straalruwheid 19
5.3.5. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel 19
5.3.6. Hardheid 19
5.3.7. Hechtsterkte 19

6. Documentatie 20
6.1 De leveranciersverklaring 20
6.2 Garantie 20

6.2.1. Garantietermijn 20
6.2.2. Voorwaarden en gebreken 20
6.3 Keuringsresultaten 20
6.4 Materiaalcertificaten 20

1. Onderwerp en Toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Dit document beschrijft de eisen voor thermisch gespoten deklagen en *galvanische deklagen* die in opdracht van Rijkswaterstaat zijn aangebracht voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en/of slijtage.

1.2 Toepassingsgebied

Deze norm is van toepassing op de volgende thermisch gespoten deklagen:

1. Aluminium gespoten deklagen
   De eisen gelden voor aluminium deklagen (TSA: Thermal Sprayed Aluminium) die als doel hebben oppervlakken van werktuigkundige onderdelen en constructiedelen te beschermen tegen corrosie, maar geen functie hebben als loopvlak voor afdichtingen of glijlagers. Voor het metalliseren van staalconstructies met Aluminium en Zink/Aluminium 85/15 wordt verwezen naar OGOS-500-TRL (Eisendeel) en OGOS-501-TRL (Handreiking).

   Opmerkingen
   1. Voorbeelden van toepassingen: op assen bij pengatverbindingen en spelingsverbindingen, onderrolwagens, kabeltrommels, frames, hydraulische kleppenblokken etc.
   2. Bij de vereiste oppervlakteruwheid tevens als loopvlak voor glijlagers indien glijweg en belasting relatief gering zijn. Zie bijlage A.

2. Thermisch gespoten deklagen als loopvlak voor translerende afdichtingen.
   De eisen gelden voor deklagen die als voornaamste doel corrosiebescherming hebben, en tevens als loopvlak voor afdichtingen en glijbussen in hydraulische cilinders dienen, maar waarbij slijtage niet het maatgevende faalmechanisme is.

   Opmerkingen
   1. Voorbeelden van toepassingen: cilinderstangen, op assen ter plaatse van afdichtingen etc.
   2. Voor deze toepassing komen alle processen en samenstellingen van lagen in aanmerking. Gedacht kan worden aan HVOF-technieken of NiCr, eventueel voorzien van een keramische toplaag, insmeltlagen, lasercladlagen, oplaslagen, etc.

3. Thermisch gespoten deklagen als loopvlak voor glijsloffen in combinatie met kunststof glijgeleidingen, glijlagers, taatsen en roterende afdichtingen. De eisen gelden specifiek voor deklagen die zowel corrosiewerend als zeer slijtvast moeten zijn.

   Opmerkingen
   1. Voorbeelden van toepassingen: glijsloffen en glijstrippen, loopvlakken van assen met kunststof glijlagers, loopvlakken voor roterende afdichtingen.
   2. Voor deze toepassing komen alle processen en samenstellingen van deklagen in aanmerking. Gedacht kan worden aan HVOF-technieken of NiCr, eventueel voorzien van een keramische toplaag, insmeltlagen, oplaslagen etc.

Deze norm is tevens van toepassing op de volgende deklagen die door middel van badprocessen zijn aangebracht, hierna aangeduid met galvanische deklagen:

4. *Chroom-Nikkellagen - waarbij chroom de toplaag vormt - als loopvlak voor translerende afdichtingen. De eisen gelden voor chroomnikkellagen die als voornaamste doel corrosiebescherming hebben en tevens als loopvlak voor afdichtingen dienen, maar waarbij slijtage van de deklaag niet het maatgevende faalmechanisme is.*

   Opmerking
   Voorbeelden van toepassingen: cilinderstangen, op assen ter plaatse van afdichtingen etc.

5. *Zeer slijtvaste galvanische deklaag als loopvlak voor bijvoorbeeld glijsloffen in combinatie met kunststof glijgeleidingen, glijlagers, taatsen, spindels en roterende afdichtingen. De eisen gelden specifiek voor deklagen die zowel corrosiewerend als zeer slijtvast moeten zijn.*

   Opmerking
   Voorbeelden van toepassingen: bekleding van het glijvlak van de glijsloffen of glijbanen van translerende geleidingen, loopvlak van assen met kunststof glijlagers, loopvlak voor roterende afdichtingen, cilinderstangen die onder zeer abrasieve condities functioneren.

Cursieve tekst betreft galvanisch deklagen!

2. Definities

Gebruiksduur:	Tijdsduur dat een deklaag in staat is zijn functies te vervullen.
Beschermduur:	Tijdsduur dat een deklaag in staat is het onderliggende staal tegen corrosie te beschermen.
Deklaag:	De thermisch gespoten deklaag of de galvanische deklaag.
Dummy:	Proefstuk van hetzelfde materiaal en met dezelfde doorsnede als het te keuren product.
Spuitvlak:	Oppervlak dat in dezelfde procesgang zonder onderbrekingen is behandeld en vergelijkbaar van vorm is.

<u>Gebruikscondities:</u>

Atmosferisch:	Toepassingen waarbij de laag minder dan twee maal per jaar twee dagen achtereen nat is door contact met zeewater en/of strooizouten. **Opmerking** Bijvoorbeeld: door ventilatie en temperatuurregeling geconditioneerde ruimte.
Cyclisch:	Toepassingen waarbij de laag meer dan twee maal per jaar minstens twee dagen, maar minder dan een week achtereen nat door contact met zeewater en/of strooizouten. **Opmerking** Bijvoorbeeld: cilinders voor ophaal- en basculebruggen of puntdeuren in de open lucht of in geventileerde kelders.
Immersie:	Toepassingen waarbij de laag meer dan twee maal per jaar een week of meer achtereen nat is door contact met zeewater. **Opmerking** Bijvoorbeeld: cilinders voor nivelleerschuiven of andere toepassingen in de splashzone of onder water. Deze conditie geldt ook voor kelders en riolen nabij zeewater.

<u>Keuringen:</u>

Kwalificatiekeuring:	Keuring op een vergelijkbaar proefstuk om aan te tonen dat de voorgestelde laag aan de eisen voldoet.
Afnamekeuringen:	Keuringen op het werkstuk zelf die tijdens of na de daadwerkelijke applicatie uitgevoerd worden om vast te stellen of de aangebrachte deklaag voldoet aan de eisen.

3. Normatieve verwijzingen

De volgende documenten bevatten bepalingen die, indien ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn.

Normnr: uitgiftejaar	Titel van de norm	Internationaal equivalent
NEN-EN 15520:2007	Thermisch spuiten; Aanbevelingen voor bouwontwerp van componenten van thermisch gespoten deklagen.	
ANSI/AWS C 2.18:1993	Protection of Steel with Thermal Sprayed Coatings of Aluminum and Zinc and their Alloys and Composites / Note: reaffirmation of ANSI/AWS C2.18-93.	
ANSI/AWS C 2.16:2002	Guide for Thermal Spray Operator Qualification / Note: revision of ANSI/AWS C2.16-1992.	NEN-EN-ISO 14918-1998
NEN-EN-ISO 14918-1998	Thermisch Spuiters – Het kwalificeren van thermische spuiters.	
ASTM G59-97(2003)	Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements / Note: Reapproved 2003 Invullen. Galvanostatische test.	
ASTM G61:1986	Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements for Localized Corrosion Susceptibility of Iron-, Nickel-, or Cobalt-Based Alloys / Note: Reapproved 2003.	
NEN-EN-ISO 4287:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.	EN ISO 4287:1998
NEN-ISO 4287:1998/ C1:1998	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlaktegesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlaktegesteldheid.	EN ISO 4287:1998
NEN-ISO 4287:1998/ C2:2005	Geometrische productspecificaties (GPS) - Oppervlakgesteldheid: Profielmethode - Termen, definities en parameters voor de oppervlakgesteldheid.	ISO 4287:1997/Cor 2:2005
NEN-EN 582:1994	Thermisch spuiten - Bepaling van de hecht-treksterkte.	EN 582:1993
NEN-EN-ISO 4624:2003	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting.	EN ISO 4624:2003
NEN-EN-ISO 6508-1:1999	Metalen - Hardheidsmeting volgens Rockwell - Beproevingsmethode (schaal A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T).	EN ISO 6508-1:1999
NEN-EN-ISO 8501-1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid - Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.	EN ISO 8501-1:2001
NEN-EN-ISO 8501-2:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van	EN ISO 8501-2:2001

	oppervlaktereinheid - Deel 2: Voorbehandeling voor voorheen bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.	
NEN-EN-ISO 8503-4:1995	Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 4: Methode voor de kalibratie van vergelijkingsmonsters voor de ISO-ruwheid en voor de bepaling van de ruwheid - Methode met taster.	EN ISO 8503-4:1995
NEN-EN-ISO 8504-1:2001	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Oppervlaktevoorbehandelingsmethoden - Deel 1: Algemene principes	EN ISO 8504-1:2001
NEN-EN-ISO 9001:2000	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen	EN ISO 9001:2000
ASTM-B177-01 (Reapproved 2006)	Standard Guide for Engineering Chromium Electroplating.	
NEN-EN-ISO 17475:2010	Elektrochemische beproevingsmethoden - Richtlijnen voor geleiding van potentiostatische en potentiodynamische polarisatiemetingen.	
NEN-EN-ISO 1456:2009	Metallieke deklagen - Elektrolytisch aangebrachte deklagen van nikkel, nikkel plus chroom, koper plus nikkel en koper plus nikkel plus chroom.	
NEN-EN-ISO 6507-1	Hardheidsbepaling volgens Vickers voor deklagen tot een dikte van 0,5 mm	
NEN-ISO 15726-2009	Metallieke deklagen - elektrolytische zinklegeringen met nikkel, cobalt of ijzer.	
ISO 2063:2005	Thermal spraying - Metallic and other inorganic coatings - Zinc, aluminium and their alloys.	

4. Eisen

De gestelde eisen gelden voor alle thermische deklagen waaronder lasercladlagen, opgelaste deklagen en galvanische deklagen tenzij uitdrukkelijk anders vermeld.

4.1 Gebruiksduur

Tenzij anders is bepaald in het contract, dient de deklaag zijn functie tenminste 50 jaar te vervullen.

Opmerkingen

1. Er wordt een garantieperiode van 10 jaar geëist. Deze is in combinatie met een positief keuringsresultaat volgens deze norm voldoende voor het verwachten van een gebruiksduur van tenminste 50 jaar en noodzakelijk voor het aantonen van de beschikbaarheidseis van beweegbare civiele installaties van Rijkswaterstaat.
2. De applicateur dient op de hoogte te zijn van de gebruiksomstandigheden.
3. Bij de keuze van de deklaag dient, naast de gebruikscondities conform de definitielijst, rekening gehouden te worden met condities die specifiek zijn voor het project.

Voorbeelden van condities die op kunnen treden zijn:

- Stilstandtijd langer dan 2 weken (een langere stilstandtijd kan aanleiding geven tot spleetcorrosie; dit is mede afhankelijk van de omgevingstemperatuur).
- zoet, zout, brak water.
- in ‘splashzone’.
- straling van het zonlicht.
- stromend water.
- ijsafzetting.
- nitraten en zuren (b.v. ten gevolge van hemelwaterafvoer en vogeluitwerpselen bij bruggen).
- aanwezigheid van strooizouten.
- omgevingstemperaturen van -20 tot +80 °C.
- aanwezigheid van (stuif)zand.
- toepassing van (biologisch afbreekbare) smeermiddelen en hydraulische vloeistoffen.

4.2 Eisen aan kwaliteitssysteem en ervaring

4.2.1. Kwaliteitsplan hoofdaannemer

De hoofdaannemer dient in de ontwerpnota of het kwaliteitsplan een onderbouwing voor de keuze van de deklaag in relatie tot de toepassing te geven.

Opmerking

Dit kan onder meer met een onderzoeksrapportage van de voorgestelde deklaag door een onafhankelijk instituut waarin wordt aangetoond dat deze voldoet aan de door Rijkswaterstaat gestelde eisen.

4.2.2. Kwaliteitssysteem voor applicateurs; algemeen

De applicateur dient:

1. NEN-EN-ISO9001 gecertificeerd te zijn met betrekking tot het aanbrengen van technische deklagen.
2. Te voldoen aan deklaagspecifieke kwaliteitseisen.

4.2.3. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van aluminium deklagen

Eisen aan het metalliseerbedrijf
Er moet aantoonbaar gewerkt worden volgens NEN-EN-ISO 14992 en/of ANSI/AWS C2.18-93. Tevens moet het bedrijf minimaal 3 jaar ervaring met het metalliseren van een object hebben. Er moet minimaal één object met een oppervlak van minimaal 50% van het te metalliseren oppervlak zijn uitgevoerd, waarbij toe te passen materiaal of methode moet hetzelfde zijn al waarmee ervaring is opgedaan.

Eisen aan de metalliseerder
De metalliseerder moet gecertificeerd zijn volgens NEN-EN-ISO 14918 en/of volgens ANSI/AWS C2.16 waarbij de theoretische en praktische kennis van de metalliseerder door een onafhankelijke instantie zijn getoetst.

4.2.4. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van thermisch gespoten deklagen

De applicateur dient aan te tonen dat hij gebruik maakt van een European Thermal Spray Specialist (ETSS) van EWF (European Welding Federation) of gelijkwaardig. De persoonlijke ETSS-certificering valt onder de certificering van het GTS (Gemeinschaft Thermisch Spritzen) die de certificering verzorgt op bedrijfsniveau, procesniveau en (persoonlijk) operatorniveau; de applicateur dient hierbij GTS-gecertificeerd te zijn.

4.2.5. Kwaliteitssysteem voor applicateurs van galvanische deklagen

Het applicatieproces dient te voldoen aan de volgende ISO-normen: Eisen voor galvanische lagen ISO 1456-2009 of ISO 15726-2009.

4.3 Ervaringseisen applicateur

4.3.1. Algemeen

De applicateur dient tenminste vijf jaar ervaring te hebben in het aanbrengen van technische deklagen. Gedurende deze periode dient hij tenminste vijf projecten met de voorgestelde laag zelf uitgevoerd te hebben in vergelijkbare toepassing en afmeting. Onder vergelijkbare afmetingen wordt verstaan: minimaal een oppervlak van 50% van het oppervlak van de te leveren laag.

4.3.2. Aluminium deklagen

Voor aluminium deklagen mag de ervaringseis worden verlaagd naar 2 jaar. In deze periode dient bij tenminste één project met de voorgestelde laag zelf uitgevoerd te hebben in vergelijkbare toepassing en afmeting en bovendien na positief resultaat van de in deze norm beschreven standaardkeuring. De kosten van deze keuring komen voor rekening van de applicateur. Onder vergelijkbare afmetingen wordt verstaan minimaal een oppervlak van 50 % van het oppervlak van de te leveren laag. Als aanvullende eis tijdens de uitvoering van het werk geldt dan dat per TSA-spuiter per dag een proefstuk gemaakt dient te worden met dezelfde systeemdikte. Op dit proefstuk moet een Pull-off-test volgens NEN-EN-ISO 4624 uitgevoerd worden, waarbij de hechting minimaal 5 MPa moet bedragen.

4.4 Eisen aan het Spuitproces

4.4.1. Algemeen

De volgende eisen worden gesteld aan het spuitproces.

1. Het proces dient reproduceerbaar te zijn.
   - In het kwaliteitssysteem van de applicateur dienen procedures opgenomen te zijn die de reproduceerbaarheid van het proces garanderen.
2. In de procedures dienen tenminste de volgende zaken vastgelegd te zijn:
   - toe te passen poeder of draad en type materiaalcertificaten.
   - poeder- of draadcontrole inclusief spuittechniek.
   - spuitparameters inclusief onder- en bovengrens.
     Opmerking
     Het dauwpunt moet minimaal 5°C onder de luchttemperatuur en 3°C onder de materiaaltemperatuur liggen. De relatieve luchtvochtigheid mag niet hoger dan 85% zijn.
   - nabewerking.
   - metingen en keuringen.
   - goed- en afkeurcriteria voor het eindproduct.
   - reparatieprocedure (indien van toepassing).
3. Tijdens het proces dienen alle relevante parameters of resultaten vastgelegd te worden zoals:
   - de gasstroom.
   - primair en secundair gas.
   - stroom en spanning.
   - de poeder- of draadtoevoer.
   - toerental werkstuk.
   - snelheid/positie in langsrichting.
   - afstand spuitstuk tot werkstuk.

Voor lagen op ronde objecten zoals cilinderstangen en assen die in de fabriek aangebracht worden, geldt aanvullend op bovenstaande eisen:

4. Het proces dient volledig geautomatiseerd uitgevoerd te worden.
5. Het aanbrengen van de laag of lagen dient in een onafgebroken procesgang plaats te vinden. Indien hieraan niet kan worden voldaan, dient de (trapsgewijze) overgang zodanig te worden gerealiseerd dat deze dezelfde beschermduur biedt als de naastgelegen deklaag. Dit dient te worden aangetoond met EPQ-testen op het gerede product.
6. Tijdens het proces dient het werkstuk zich in een beschermende geconditioneerde omgeving te bevinden.

4.5 Eisen aan het bad- c.q. galvaniseerproces

De volgende eisen worden gesteld aan het bad- c.q. galvaniseerproces.

1. *Het proces dient volledig reproduceerbaar uitgevoerd te worden.*
2. *In het kwaliteitssysteem van de applicateur dienen procedures opgenomen te zijn die de reproduceerbaarheid van het proces garanderen.*
3. *In de procedures dienen per product tenminste de volgende zaken te worden vastgelegd:*
   - *maatvoering voorbewerking.*
   - *maatvoering nabewerking.*
   - *galvaniseerparameters inclusief onder- en bovengrens.*
   - *type nabewerking, bijvoorbeeld schuren, honen of slijpen.*
   - *metingen en keuringen.*
   - *reparatieprocedure c.q. herbewerkingsprocedure.*
4. *Tijdens het proces dienen alle relevante parameters of resultaten vastgelegd te worden zoals:*
   - *de behandelprocedure, waaronder badvolgorde en tijd.*
   - *badparameters waaronder badanalyse, temperatuur en stroomdichtheid.*
   - *afwijkingen dienen geregistreerd te worden.*
   - *innamecontrole.*
   - *tussentijdse controle met eventuele reparatiewerkzaamheden.*
   - *eindcontrole.*

4.6 Technische eisen

4.6.1. Corrosiewerendheid

De deklaag dient het onderliggende basismateriaal gedurende de Gebruiksduur te beschermen tegen corrosie.

Aluminium deklagen

De vereiste laagdikte dient bepaald te worden op basis van de toepassing. De minimale laagdikte is 260 µm.

Opmerking

Indien de laagdikte gekozen wordt op basis van bijlage B, mag aangenomen worden dat met die laagdikte de Beschermduur gerealiseerd kan worden.

Thermisch gespoten deklagen en *galvanische deklagen* als loopvlak voor afdichtingen of glijlagers

1. Door middel van een Galvanostatische test (kwalificatiekeuring volgens 5.2) dient aangetoond te worden dat de gekozen laag tegen corrosie beschermt.
2. Voor afzonderlijke producten (afnamekeuring volgens 5.3) dient met behulp van de EPQ-test (Elektrochemical Product Qualification, zie 5.3.2.) aangetoond te worden dat de doorgaande porositeit de toegestane waarde niet overschrijdt.
3. Reparaties in de coating kunnen worden beoordeeld op kwaliteit met behulp van een EPQ-test.

4.6.2. Slijtvastheid

De corrosiewerendheid van de laag mag gedurende de Gebruiksduur niet verloren gaan als gevolg van slijtage. De laagdikte die nodig is voor de corrosiewerendheid moet vergroot worden met tweemaal de berekende slijtage die gedurende de Gebruiksduur optreedt.

Opmerking

In bijlage C van deze norm is een overzicht opgenomen van bekende slijtfactoren voor het berekenen van de te verwachten slijtage. Voor materiaalcombinaties waarvan (nog) geen slijtfactoren bekend zijn, zullen door middel van praktijkproeven of op basis van een proefopstelling onder relevante condities en parameters de slijtfactoren bepaald moeten worden voor het berekenen van de slijtage.

4.6.3. Erosiecorrosiewerendheid

De deklaag mag niet gedurende de Gebruiksduur verloren gaan als gevolg van erosiecorrosie. Deze corrosievorm kan zich voordoen bij bijvoorbeeld hydrostatische glijlagers doordat de oxidehuid wordt verwijderd door het langsspuitende water in combinatie met glijdend contact.

4.6.4. Mechanische belastbaarheid en stootvastheid

De deklaag moet onder reële en relevante parameters, montage- en gebruikscondities optredende vervormingen en stoten kunnen opnemen zonder dat deze beschadigt.

4.6.5. Straalreinheid

Op het moment van het aanbrengen van de laag dient het oppervlak een minimale straalreinheid te hebben van Sa 2½…Sa3 conform NEN-EN-ISO 8501-1.

Opmerking

Bij renovatiewerkzaamheden moet het oppervlak voor het stralen eerst volledig schoon en vrij zijn van zouten, aangroei, fecaliën, vet, olie- en vuilaanslag. Het chloridengehalte bepalen met een chloridentest conform NEN-EN-ISO 8501-2. De hoeveelheid oplosbare zouten op de gereinigde oppervlakken mag niet meer zijn dan 20 mg/m^2.

4.6.6. Afrondingen

Scherpe overgangen in het te conserveren gebied dienen voorzien te worden van een minimale afrondingsstraal van r = 2 mm.

4.6.7. Straalruwheid voor aanbrengen

Bij aluminium deklagen dient gestraald te worden met een kantig grit tot een ruwheid Ry5, 80-120 µm conform NEN-EN-ISO 8504-1. Voor de andere deklagen dient de applicateur zelf de vereiste straalruwheid vast te stellen.

4.6.8. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel na eindbewerking

De minimale waarde voor R_{mr} en de maximale waarden voor R_a en R_z staan in tabel 1.

4.6.9. Hardheid van de deklaag

De minimale waarden voor de hardheid van de deklaaglaag staan in tabel 1.

4.6.10. Hechtsterkte

De minimale waarden voor de hechtsterkte staan in tabel 1.

Opmerking
Om bij oppervlakken waarop een aluminium laag wordt aangebracht, de vereiste hechtsterkte te behalen, moet het werkstuk minimaal onder een hoek van 30° gestraald en gespoten kunnen worden.

Tabel 1 Overzicht technische eisen

Functie	**Deklaag die (na bewerking) ook als glijvlak of passingvlak kan functioneren**	**Deklagen als loopvlak voor glijvlakken met een relatief korte glijafstand zoals bij translerende afdichtingen**		**Deklagen als loopvlak voor glijvlakken met een relatief lange glijafstand zoals translerende geleidingen, glijlagers, draadspindels en roterende afdichtingen**	
Soort	**TSA-laag: Thermisch gespoten Aluminium**	**Thermische spuitlaag**	***Galvanische Chroom-Nikkellaag***	**Thermische spuitlaag**	***Galvanische deklaag***
Gebruiksduur	50 jaar	50 jaar	*50 jaar*	50 jaar	*50 jaar*
Corrosie-werendheid	Minimale laagdikte 260 µm	Galvano-statische test + EPQ-test	*Galvano-statische test + EPQ-test*	Galvano-statische test + EPQ-test	*Galvano-statische test + EPQ-test*
Laagdikte [1)]	Afhankelijk van toepassing, maar minimaal 260 µm	Afhankelijk van toepassing	*Afhankelijk van toepassing en proces*	Afhankelijk van toepassing	*Afhankelijk van toepassing en proces*
Slijtvastheid [2)]	Aantonen op basis van slijtage-berekening	Aantonen op basis van slijtage-berekening	*Aantonen op basis van slijtage-berekening*	Aantonen op basis van slijtage-berekening	*Aantonen op basis van slijtage-berekening*
Voorbewerking					
Straalreinheid	≥ Sa 2½	≥ Sa 2½	*≥ Sa 2½*	≥ Sa 2½	*≥ Sa 2½*
Straal/slijp-ruwheid	Ry5 80 tot 120 µm	Te bepalen door applicateur	*Te bepalen door applicateur*	Te bepalen door applicateur	*Te bepalen door applicateur*
Afrondingen	r ≥ 3 mm	r ≥ 3 mm	*r ≥ 3 mm*	r ≥ 3 mm	*r ≥ 3 mm*
Nabewerking[3)]					
Rmr [3)] volgens NEN-ISO 4287	mr (-1,5; 2,0) = >80%	mr (-1,5; 2,0) = >80%	*mr (-1,5; 2,0) = >80%*	mr (-1,5; 2,0) = >80%	*mr (-1,5; 2,0) = >80%*
Ra [3)] volgens NEN-ISO 4287	< 0,5 µm [4)]	>0,2< 0,4 µm [4)]	*>0,2< 0,4 µm [4)]*	>0,2< 0,4 µm [4)]	*>0,2< 0,4 µm [4)]*
Rz [3)] volgens NEN-ISO 4287	< 5,0 µm [4)]	< 5,0 µm [4)]	*< 5,0 µm [4)]*	< 5,0 µm [4)]	*< 5,0 µm [4)]*
Rpk	< 0,3 µm [4)]	< 0,3 µm [4)]	< 0,3 µm [4)]	< 0,3 µm [4)]	< 0,3 µm [4)]
Hardheid toplaag	-	Macrohardheid > 400 HV	*Macrohardheid > 900*	Macrohardheid[4)] > 1100 HV	*Macrohardheid[2)] > 1100/ ? Hv*
Hechtsterkte	> 5 MPa > 15 MPa voor glijvlakken en ascontactvlakken	> 30 MPa	*> 50 MPa[5)]*	> 50 MPa[5)]	*> 50 MPa[5)]*
Garantietermijn	10 jaar	10 jaar	*10 jaar*	10 jaar	*10 jaar*

1) Zie bijlage B.
2) Zie bijlage C voor het controlereen van de slijtage in relatie tot de beschikbare slijtdikte.
3) In glijrichting gemeten.
4) Geldt voor glijvlakken en in glijrichting gemeten. Bij keramiek is de bovengrens toelaatbaar. De door de afdichtingsfabrikant geëiste ruwheidswaarde is doorslaggevend.
5) Met name voor zwaar belaste vlakken zal de waarde afhangen van de gewenste slijtfactor en de belastbaarheid van de laag. In het verleden zijn goede ervaringen opgedaan met de 34F-laag op basis van NiCrWo (HV ~ 1100 bij een matrixhardheid van HRc 59-62).

5. Keuringen

5.1 Overzicht keuringen

Onderstaande tabel geeft aan welk type keuring op welke laag moet worden uitgevoerd.

Opmerking
Aanvullende keuringen maken geen deel uit te maken van het beproevings- en keuringsplan.

Tabel 2 Overzicht beproevingen en keuringen
1. Kwalificatiekeuringen.
2. Afnamekeuringen.

KEURINGEN	DES-TRUC-TIEF?			
		Aluminium deklaag	Deklagen als loopvlak voor translerende afdichtingen etc.	Deklagen als loopvlak voor translerende geleidingen, glijlagers etc.
1. Laagdiktemeting	nee	**2**	**2**	**2**
2. EPQ-test[2)]	nee	**Niet mogelijk**	**2**	**2**
3. Galvanostatische test	ja	**Niet mogelijk**	**1**	**1**
4. Straalreinheid	nee	**2**	**2**	**2**
5. Straalruwheid	nee	**2**	**2**	**2**
6. Oppervlaktegesteldheid	nee	**2**[1)]	**2**	**2**
7. Hechtsterkte	nee	**2**	**2**[3)]	**2**[3)]
8. Hardheid	ja/nee	**2**[3)]	**2**	**2**

1) Alleen van toepassing voor glijvlakken.
2) Bij de EPQ-test wordt niet alleen gecontroleerd op doorgaande porositeit, maar ook op de stabiliteit van het corrosiegedrag van de deklaag; bij onderdelen die aan de eisen voldoen is deze test niet-destructief.
3) Deze eigenschappen volgen uit deklaagkeuze en applicatieproces en behoeven slechts bij bijzondere noodzaak te worden aangetoond.

5.2 Kwalificatiekeuring

5.2.1. Algemeen

De kwalificatiekeuring omvat een galvanostatische test die moet worden uitgevoerd op een proefstuk dat representatief is voor het te fabriceren werkstuk.

De deklaag die voor de kwalificatiekeuring wordt gebruikt, dient van dezelfde samenstelling, op dezelfde wijze en onder dezelfde condities (dus niet onder laboratoriumcondities) door de applicateur zelf met behulp van vergelijkbare apparatuur te zijn aangebracht als de te leveren deklaag. Daarnaast dient de procesbeheersing dusdanig te zijn dat voldoende zeker is dat de aan te brengen laag dezelfde eigenschappen heeft als de laag die beproefd is.

Indien de applicateur bij een eerdere levering heeft aangetoond dat de kwalificatiekeuring van een bepaalde deklaag voldoet aan de eisen, dan is een kwalificatiekeuring voor de nieuwe levering niet vereist.

5.2.2. Galvanostatische test

De galvanostatische test moet worden uitgevoerd op een koolstofstalen proefstuk voorzien van een ongesealde deklaag. De diameter van het proefstuk moet groter zijn dan 50 mm.

Opmerking
De galvanostatische test is een destructieve kwalificatietest die dient om te bepalen of de deklaag geschikt is voor de betreffende condities. Tijdens de test wordt de porositeit voor en na een gesimuleerde gebruiksperiode gemeten.

De test moet in de volgende stappen worden uitgevoerd:

1. Meet de porositeit van de deklaag met de EPQ-test volgens paragraaf 5.3.2, echter met 3,4% NaCl-oplossing in water gedurende minstens 100 uur.

   Opmerking
   Bij de EPQ-test wordt niet alleen de doorgaande porositeit, maar ook de stabiliteit van het corrosiegedrag van de deklaag gecontroleerd.

2. Bepaal uit de polarisatiecurve uit de EPQ-test de corrosiestroomdichtheid icor volgens ASTM G59-97(2003) en de repassiveringsstroomdichtheid irepass volgens ASTM G61-86 (2003).

3. Een nieuw oppervlak op hetzelfde proefstuk moet onder dezelfde condities als bij de EPQ-test gedurende 1000 uur galvanostatisch worden geëxposeerd bij een positieve stroomdichtheid van igalvstat = 10 x icor, maar maximaal de stroomdichtheid irepass waarbij repassivering optreedt. Hierbij wordt ISO 17475 aangehouden.

4. Na de onder 3. genoemde expositie moet in dezelfde opstelling de EPQ-test worden uitgevoerd, echter gedurende 100 uur. De gemeten potentiaal, stroomdichtheid en het uiterlijk moeten voldoen aan de eisen zoals vermeld in paragraaf 5.3.2.

Opmerking
Door de galvanostatische test mag de deklaag wel aangetast worden, maar het substraat moet beschermd blijven. De deklaag moet na de 100 uur wel gerepassiveerd zijn. Hierdoor kunnen dezelfde eisen aan de potentiaal en/of de stroomdoorgang bij 0 mV versus Ag/AgCl worden gesteld als bij de afnamekeuring, zie paragraaf 5.3.2.

In de rapportage behoren grafieken van beide potentiaalmonitoringen en de bepaling van de repassiveringsstroomdichtheid te worden opgenomen.

5.2.3. Keuren van reparaties in galvanische deklagen door middel van dotwelden

Bij galvanische deklagen kan besloten om poriën in de toplaag te repareren. Reparaties zijn bedoeld om lokaal de kwaliteit naar een acceptabel niveau te brengen. Reparaties worden beoordeeld op basis van een kwalificatiekeuring van de reparatiemethode, en een productkeuring.

Vooraf dient het proces gekwalificeerd te zijn door middel van een kwalificatiekeuring van ten minste 50 reparaties op een proefstuk. Deze kwalificatie bestaat uit dezelfde testen (EPQ-test) als beschreven in hoofdstuk 5.3.2, met dezelfde criteria.

Het oppervlak dient voor het aanbrengen van een reparatie zeer goed gereinigd te worden met een daarvoor geschikt middel. De reparatie moet volgens een vastgelegde procedure worden uitgevoerd. In de procedure moeten zijn vastgelegd:

1. *toeslagmateriaal.*
2. *productiemethode.*
3. *afmeting.*
4. *lasparameters.*
5. *tijd.*
6. *capaciteit.*

Er mogen na het aanbrengen van een reparatie geen scheuren in of rondom de reparatie aanwezig zijn (vergroting loep 10x). Scheuren naast een reparatie mogen niet opnieuw worden gerepareerd. Een gerepareerde deklaag met een scheur naast de reparatie wordt afgekeurd. Wanneer twijfel bestaat over een porie dan wel de kwaliteit van een reparatie, dan kan door middel van EPQ-test bepaald worden of de porie of scheur tot op het staal doorloopt. Hiervoor gelden de criteria in paragraaf 5.3.2.

Er mogen maximaal 10 reparaties per product worden uitgevoerd. De EPQ-test dient te worden uitgevoerd op minimaal 1 en maximaal 10 reparaties per product, zie de NBD 06000. Bovendien mag de gesommeerde gerepareerde oppervlakte per product maximaal 10 mm^2 bedragen.

5.3 Afnamekeuringen

De proeven dienen uitgevoerd te worden op het werkstuk zelf of op een dummy die in dezelfde procesgang als het werkstuk is meegespoten. Deze dummy dient eenzelfde vorm als het werkstuk te hebben en van hetzelfde materiaal vervaardigd te zijn.

5.3.1. Laagdiktemeting

Bij het toepassen van een meerlaagssysteem dient de laagdikte voor iedere laag afzonderlijk aangetoond te worden.

Het aantal meetplaatsen bedraagt:

- 1 meetplaats per 500 mm lengte bij ronde werkstukken.
- 10 meetplaatsen per m^2 voor gevarieerde constructiedelen.
- 5 meetplaatsen per m^2 voor continue vlakken groter dan 20 m^2.
- 5 meetplaatsen per strekkende meter per voor-, achter- en/of binnenzijde van smalle constructies en/of profielen zoals hoekstaal, leuningregels en staanders, verstijvingen, leidingwerk, goten enzovoort.
- Minimaal 3 meetplaatsen per afzonderlijk geconserveerd gebied.

De laagdikte mag ook worden aangetoond aan de hand van meetrapporten van voordraaimaat, maat na het opspuiten van de hechtlaag en de eindmaat.

Dit principe van laagdiktebepaling geldt ook voor galvanisch aangebrachte deklagen.

Voor de wijze van meten geldt het volgende:
- De kop van de laagdiktemeter moet ter plaatse van het contact met de laag een diameter hebben van 4 mm.
- Het gebruik van standaard-laagdiktemeters is toegestaan.
- De laagdiktemeter dient gekalibreerd te zijn voor het type deklaag, het substraatmateriaal en de nominale laagdikte (certificaat).
- Laagdiktemetingen aan ronde onderdelen dienen te worden uitgevoerd op twee omtreksposities per meetplaats onder een hoek van 90° ten opzichte van elkaar.

Opmerking
Voor ronde werkstukken kan volstaan worden met een meetrapport van de voordraaimaat van het werkstuk en een meetrapport na het aanbrengen van iedere afzonderlijke laag.

In aanvulling op het voorafgaande geldt voor aluminium deklagen:
- Per meetplaats dienen drie laagdiktemetingen te worden uitgevoerd.
- De drie metingen dienen uitgevoerd te worden op een onderlinge afstand van 0,1 meter.
- Het gemiddelde van drie laagdiktemetingen per meetplaats mag niet minder zijn dan 75% van de nominale laagdikte.
- Bij 90% van de metingen mag de laagdikte niet minder dan 85% van de nominale laagdikte zijn.

Opmerking
Indien er twijfel bestaat of de minimale laagdikte van 0,75 maal de nominale laagdikte overal is gehaald, dient de constructie met zoet water te worden besproeid en vervolgens gedurende een week geëxposeerd te worden aan de buitenlucht. Plaatsen met mogelijk onvoldoende laagdikte zijn dan te herkennen aan een bruine uitslag. Met behulp van aanvullende diktemetingen dient bepaald te worden welke plaatsen onvoldoende laagdikte hebben. Deze plaatsen moeten worden gestraald en opgedikt. Deze procedure mag niet toegepast worden op vlakken die na het aluminiseren geverfd of geseald moeten worden. Zie ook bijlage B.

5.3.2. C**orrosiewerendheid: Elektrochemische Product Qualificatie (EPQ-test)**

Op deklagen die worden toegepast als loopvlak voor afdichtingen of lagers, dient per werkstuk één EPQ-test uitgevoerd te worden volgens NEN-EN-ISO 17475:2010. De EPQ-test dient op de deklaag zonder sealer, olie of soortgelijke nabehandeling te worden uitgevoerd. De EPQ-test moet met 0.5% NaCl-oplossing in water worden uitgevoerd gedurende minimaal 24 uur. Het natte oppervlak van de laag moet minimaal 10 cm^2 bedragen.

Opmerking
1. Tot leveringen van vijf producten moet de EPQ-test op alle producten worden uitgevoerd. Indien de levering bestaat uit meer dan vijf producten, dan moet de EPQ-test bovendien worden uitgevoerd op één product per keuringseenheid met een minimum van 25% van het aantal producten.
2. De EPQ-test kan ook in de praktijksituatie worden uitgevoerd voor het meten van de resterende beschermduur in het relevante milieu.
3. Deze test is voor hydraulische cilinderstangen mogelijk door aan de zijde van de stang die voortdurend in de cilinder blijft, niet te sealen over een stanglengte van minimaal 150 mm vanaf de start van de deklaag.

De EPQ-test bestaat uit een potentiaalmeting tijdens minimaal tien uur expositie en een polarisatiecurve op hetzelfde oppervlak na deze expositie.

De gemeten potentiaal mag tijdens de gehele expositie **niet lager zijn dan -0.35mV versus verz. Ag/AgCl.** Bij een hogere potentiaal is een deklaag op een koolstofstalen ondergrond voldoende afsluitend, en bij een lagere potentiaal te weinig afsluitend. Voor deklagen met een aangetoonde passieve elektrochemische potentiaal van lager dan -350 mV vervalt dit potentiaalcriterium.

De polarisatiecurve na de minimaal 24 uur expositie wordt opgenomen volgens ISO 17475:2005. Hierbij wordt het oppervlak gepolariseerd vanaf niet meer dan 200mV onder de elektrochemische potentiaal, met een snelheid van maximaal 1mV/s, tot 0 V vs. verz. Ag/AgCl. De stroomdichtheid mag tijdens de gehele curve **niet hoger zijn dan 1µA/cm^2.** Bij een hogere stroomdichtheid is de deklaag te actief.

Na het meten van de polarisatiecurve mag er - zonder schoonmaken - bij een vergroting van 10x geen zichtbare lokale corrosie zijn opgetreden. Dit moet in de rapportage met een foto worden bewezen.

5.3.3. Straalreinheid

De straalreinheid van het oppervlak dient bepaald te worden volgens NEN-EN-ISO 8501-1.

5.3.4. Straalruwheid

De straalruwheid dient bepaald te worden volgens NEN-EN-ISO 8503-4.

5.3.5. Oppervlaktegesteldheid en materiaalaandeel

De R_{mr}, R_a en R_z dienen bepaald te worden conform NEN-ISO 4287. Bij glijvlakken moeten de R_{mr}, R_a en R_z worden gemeten in de glijrichting.

Het aantal meetplaatsen per strekkende meter is minimaal vier. De posities hiervan moeten verspreid en niet op één doorsnede van het onderdeel liggen. Het minimum aantal meetplaatsen is vier per onderdeel.

5.3.6. Hardheid

De macro hardheidsbepalingen of hardheidsbepaling volgens Rockwell dient te worden uitgevoerd volgens NEN-EN-ISO 6508-1; de hardheidsbepaling volgens Vickers voor deklagen tot een dikte van 0,5 mm dient uitgevoerd te worden volgens NEN-EN-ISO 6507-1.

5.3.7. Hechtsterkte

De hechtsterkte moet worden aangetoond met trekproeven volgens NEN-EN 582 met proefvorm A en een diameter van 25 mm. Om beschadigingen te voorkomen, dient in plaats van het insnijden van de laag rondom de dolly de proefbelasting met een factor 1,2 verhoogd te worden. Hiermee wordt de extra sterkte als gevolg van het niet-insnijden verdisconteerd. De proefbelasting moet beheerst worden aangebracht om beschadiging te voorkomen. Per spuitvlak dienen ten minste 3 metingen uitgevoerd te worden.

6. Documentatie

6.1 De leveranciersverklaring

De applicateur dient een leveranciersverklaring af te geven waarin hij verklaart:
1. dat de laag voldoet aan alle gestelde eisen.
2. dat de testen zijn uitgevoerd conform deze norm.
3. dat de spuit- c.q. galvaniseer- c.q. bewerkingsparameters binnen de vooraf geaccepteerde grenzen zijn gebleven met verwijzing naar het document waarin deze grenzen zijn beschreven.
4. dat de juiste grondstoffen zijn toegepast.

6.2 Garantie

De opdrachtnemer dient een garantieverklaring af te geven, waarin hij zich verbindt om voor zijn rekening alle tijdens de garantieperiode optredende gebreken zoals genoemd in 6.2.2 op eerste aanzegging van de opdrachtgever zo spoedig mogelijk te herstellen. De garantie betreft het verwijderen van de oude deklaag en het aanbrengen van een nieuwe deklaag (het verwijderen en opnieuw aanbrengen van de oude deklaag vereist een grondige lokale inspectie op ondercorrosie en wellicht een separate reiniging van het gestraalde oppervlak). In de garantieverklaring dienen duidelijk de voorwaarden (6.2.2) en de ingangs- en vervaldatum te zijn opgenomen.

6.2.1. Garantietermijn

De opdrachtnemer dient de kwaliteit van de deklaag voor een termijn van 10 jaar te garanderen, te rekenen vanaf de dag van oplevering.

6.2.2. Voorwaarden en gebreken

In de garantietermijn mag de deklaag geen enkele indicatie vertonen van corrosieve aantasting van het basismateriaal (afgezien van aantastingen die het gevolg zijn van mechanische beschadiging onder niet-functionele condities en/of parameters). Het oppervlak van de deklagen moet vrij zijn van elke vorm van gebreken zoals:
- put- en kratervorming.
- blaasvorming.
- delaminatie, afschilfering en onthechting.
- uitslag.
- uitbreken van materiaaldeeltjes.
- effecten ten gevolge van corrosie van het onderliggende staal of de deklaag.
- oppervlakteruwheid van loopvlakken die de voorgeschreven waarden in Tabel 1. overschrijden.

6.3 Keuringsresultaten

De keuringsresultaten dienen vastgelegd te worden in keuringsprotocollen. Deze protocollen bevatten tenminste de volgende gegevens:
- projectgegevens.
- onderdeel waar keuring betrekking op heeft.
- datum van de keuring.
- gebruikte meetapparatuur.
- meetomstandigheden, indien van invloed.
- aantal metingen en de locaties.
- meetresultaten.
- gestelde eis.
- resultaat van de keuring.

6.4 Materiaalcertificaten

Alle materiaalcertificaten behoren tot de einddocumentatie.

Bijlage A Beschrijving van de thermische spuitlagen en galvanische deklagen (Informatief)

Koudgespoten deklagen

Deze lagen kunnen worden aangebracht met verschillende processen. Hun kenmerk is een lage sterkte en een middelhoge hechtsterkte. Een verder onderscheid wordt gemaakt naar het typisch karakter: onedele en edele deklagen die al of niet worden ingesmolten.

1 Aluminium deklaag, onedel

Dit is een actief beschermende zelfreparerende deklaag. Behalve een eventuele toevoeging van 5% (AlMg5) worden geen andere materialen aan de laag toegevoegd. Als gevolg van verbranding is het magnesium nauwelijks terug te vinden in de deklaag. Het aluminium aan te brengen door middel van elektrisch draadboogspuiten of autogeen draadspuiten. De lagen hebben direct na het aanbrengen een open structuur. De beschermende werking tegen corrosie is kathodisch. Het opofferen van deze laag neemt af tot vrijwel nihil door opvullen van poriën met aluminiumoxiden en kalkneerslag op defecten. De vorming van de afsluitende passieve oppervlaktefilm vermindert de milieubelasting in belangrijke mate.

Bij elektrisch boogspuiten worden twee aluminiumdraden naar elkaar toegevoerd terwijl op de twee draden potentiaalverschil wordt gezet. Op het moment dat beide draden elkaar bijna raken, springt er een vonk over en wordt het aluminium gesmolten en met een luchtstroom op het staal gespoten. Bij autogeenspuiten wordt een aluminiumdraad of aluminiumpoeder door middel van een zuurstofgasmengsel gesmolten en met een luchtstroom op het staal gespoten.

Aluminium deklagen kunnen op locatie worden aangebracht. In verband met vormgevingseisen kunnen kleureisen gelden en is het gebruik van een kleurdekkende verflaag mogelijk.

Door het sealen wordt:
- uitspoelen van aluminiumoxides door langsstromend water voorkomen;
- de beschermduur verlengd.

In de omgeving van of in contact met vloeibaar beton, cementgebonden mortel of kunstharsmortel dient contact met de aluminium laag te worden voorkomen met bijvoorbeeld een verfcoating.

Aluminium deklagen kunnen door middel van draaien, slijpen, schuren of rollen geschikt gemaakt worden om als loopvlak voor afdichtingen en glijlagers van UHMWPE of HAWE te worden gebruikt mits de slijtage niet nadelig is voor de Gebruiksduur van de deklaag. Bij het kiezen van de laagdikte moet rekening worden gehouden met dikte-afname door slijtage. Zie bijlage C.

2 Edele deklagen op nikkelbasis

Deze deklagen zijn in principe bedoeld als loopvlak voor afdichtingen.

Ingesmolten metaallagen

3 Door middel van insmelten aangebrachte legering van WC/Co-NiCrBSi

Dit is een zeer dichte ingesmolten deklaag met een extreem hoge hechting en slijtvastheid. Deze lagen zijn in principe bedoeld als loopvlak voor glijlagers. Deze laag worden opgebracht met bijvoorbeeld autogeen poederspuiten en ondergaat aansluitend een insmeltbehandeling die afhankelijk van het materiaaltype varieert van 1030 … 1100 °C, gevolgd door langzame afkoeling. Kenmerkend zijn: grote dichtheid, hoge sterkte en sterke hechting aan de ondergrond doordat de laag hierin gedeeltelijk diffundeert. De laag is door de wolframcarbiden zeer slijtvast. Door de warmtebehandeling kan vervorming optreden. Om deze reden blijft de toepassing beperkt tot onderdelen waarbij een machinale nabewerking mogelijk is voor het bereiken van de juiste eindmaten.

Rijkswaterstaat heeft goede ervaringen met de laag WC/Co-NiCrBSi (bijvoorbeeld Metco 34F) als thermische spuitlaag op stilstaande assen voor roterende glijlagers van UHMWPE (Noordersluis IJmuiden).

Op de koolstofstalen glijsloffen van de roldeuren in Hansweert werd vanaf 1986 de insmeltlegering Metco 12C-insmeltlegering toegepast; deze legering bevat geen wolframcarbiden en werd destijds door de leverancier aanbevolen vanwege de betere vloeieigenschappen die tijdens het aanbrengen op de platte glijsloffen noodzakelijk zijn tijdens het insmelten. De glijsloffen worden gebruikt in combinatie met UHMWPE-glijbanen die zich op de betonnen drempels bevinden. In 2010 blijkt het glijvlak voor ongeveer 50% te zijn aangetast door spleetcorrosie die tijdens stilstandperioden moet zijn opgetreden. De deklaag was nog intact, maar grotendeels afgesleten en toe aan vervanging.

Aanbrengen door middel van lasercladden heeft als voordeel dat het insmelten zeer lokaal plaatsvindt en het onderdeel nauwelijks vervormt. Daardoor is het mogelijk lasercladden toe te passen op langere werkstukken zoals cilinderstangen en glijsloffen. Voor zover bekend is het (nog) niet mogelijk om door middel van lasercladden de zeer slijtvaste Metco 34F-laag aan te brengen.

Galvanische deklagen

Galvanische deklagen zijn langs elektrolytische weg op metaal aangebrachte deklagen die het onderdeel onder maritieme condities de gewenste eigenschappen geven ten aanzien van gebruiksduur, slijtvastheid, uiterlijk en/of afmeting.

Tabel 3. Keuzetabel overzicht van de toepassingsgebieden van technische deklagen

Thermische spuitlagen	**Aluminium op koud substraat** [1)]	**Edele thermische deklaag (NiCr) op koud substraat** [1)]	**Slijtvaste edele thermische deklaag (NiCr+WC) ingesmolten** [1)]	**Galvanische deklaag**[1)]
Werktuigonderdelen:				
• Zuigerstangen	-	V	V[2)]	V
• Pengatverbindingen	V	-	V	V
• Voor UHMWPE glijgeleiding	V[3)]	-	V[2)4)]	V[3)]
• Voor UHMWPE en HAWE lagerbussen	V[3)]	V[3)]	V[2)4)]	V
• Stootnokken	-	-	V	-

1. Het controleren van de slijtdikte met behulp van de slijtfactoren uit bijlage C is noodzakelijk.
2. Als dit geen problemen met het kromtrekken van de stang geeft.
3. Mits glad nabewerkt in de glijrichting: oppervlaktegesteldheid mr (-1,5; 2,0) = >80% in glijrichting en bij aantonen dat gebruiksduur wordt gehaald door middel van een slijtageberekening.
4. Bovendien geschikt bij zeer lange glijafstand zoals op loopwielassen in onderrolwagens; sinds 1980 positieve ervaringen als deklaag op loopwielassen (Noordersluis IJmuiden).

Bijlage B Toelichting met betrekking tot Aluminium deklagen (Normatief)

In onderstaande tabel staat aangegeven welke nominale laagdikte moet worden aangebracht in welk milieu. Indien aluminiumlaag als loopvlak dient, moet twee maal de slijtdikte boven op de onderstaande dikte worden aangebracht. De totale nominale laagdikte is dan de som van de waarde uit de tabel en tweemaal de slijtdikte.

Tabel 4. Nominale laagdiktes voor Aluminiumlagen

Milieu	Gebruiksduur aluminium laag	Aluminium laag dikte-afname in µm per jaar	Aluminium laag dikte-afname in µm per 50 jaar	Aan te brengen aluminium laagdikte in µm[1)]
Landlucht	50	< 0,3	< 15	260 [1)]
Zeelucht	50	< 0,3	< 15	260 [1)]
Zoet water	50	0,3	15	300
Zeewater	50	5	150	350
Zeer agressief	50	10	250	450

1) Gebaseerd op een drempelwaarde van 200 µm in lucht. Door het gebruik van bepaalde sealers kan met een kleinere laagdikte worden volstaan. Zie ook de publicatie Thermisch gespoten Aluminium of TSA-lagen, Toepassing, kosten en ontwerpaspecten van FME-CWM.

1 Aanvangsroest bij aluminium lagen

De aluminium deklaag is aanvankelijk poreus. De porositeit wordt na expositie aan de omgeving opgevuld met aluminiumoxiden. Voordat de poriën zijn opgevuld met oxiden, zijn deze toegankelijk voor water. Na de eerste expositie aan water kan hierdoor - vooral bij aluminium lagen tot een dikte van circa 200 µm (dit is mede afhankelijk van de porositeit) - een bruine uitslag ontstaan, ook wel ‘aanvangsroest’genoemd. Uit metingen moet blijken of de geëiste laagdikte al of niet is aangebracht.

2 Vergroten van de dikte van de aluminium laag

Waar de dikte van de aluminium laag onvoldoende is, moet deze worden aangestraald totdat alle roest is verdwenen. Vanwege de hardheid van aluminiumoxide is het zeer tijdrovend om aluminiumlagen door middel van stralen volledig te verwijderen. Dit is ook niet noodzakelijk. Na het aanstralen en het verwijderen van de roest wordt de aluminium laag in de juiste dikte aangebracht. Hierbij ontstaat overlap met de laag met voldoende laagdikte. Dit is geen bezwaar mits ook deze is aangestraald en eventuele verontreinigingen zijn verwijderd.

3. Vliegroest bij aluminium lagen

Bruine uitslag kan ook het gevolg zijn van vliegroest. Vliegroest ontstaat als ijzerdeeltjes op de aluminium laag terechtkomen en daar corroderen, of door het langsstromen van roestwater van stalen delen elders. Vliegroest kan zoals aanvangsroest met een borstel (geen staalborstel) worden verwijderd. Door middel van metingen dient vastgesteld te worden of de laagdikte voldoende is.

4. Bruine uitslag tijdens de gebruiksduur bij aluminium lagen

Het ontstaan van bruine uitslag tijdens de gebruiksduur kan een aanwijzing zijn dat de dikte van de aluminium laag onvoldoende geworden is. Eerst moet worden nagegaan of de uitslag het gevolg is van aanvangsroest of vliegroest. Dit is het geval als de uitslag met een borstel (geen staalborstel) kan worden verwijderd.

5. Interlamellaire delaminatie bij aluminium lagen

Delaminatie van aluminium lagen kan het gevolg zijn van interlamellaire onthechting. Deze situatie kan zich voordoen indien de aluminium laag in twee fases met een te lange tussentijd op de vereiste dikte wordt gespoten. In de tussentijd kan oxidevorming van de aluminium laag en / of neerslaan van chloriden die zich in de lucht bevinden de hechting aan de later opgespoten aluminium laag verminderen. Een oorzaak kan ook een te hoge applicatietemperatuur zijn; hierdoor worden spanningen evenwijdig aan het substraat ingebracht die ook interlamellaire scheuren kunnen veroorzaken. Tijdens het “opbouwen” van de laagdikte moet de tijdsduur tussen de passages worden beperkt.

Bijlage C Slijtfactoren en wrijvingscoëfficiënten (Informatief)

Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties met UHMWPE

In de volgende tabel zijn f (wrijvingscoëfficiënt) en k (slijtfactor) van UHMPE in combinatie met materialen met verschillende oppervlakteruwheden weergegeven. De wrijvingskracht in een glijvlak kan worden berekend door de normaalkracht op het glijvlak te vermenigvuldigen met de wrijvingscoëfficiënt. De slijtage kan worden berekend door de slijtfactor k (mm^2/N) te vermenigvuldigen met de glijweg (mm) en de gemiddelde vlaktedruk (N/mm^2). De slijtfactoren gelden bij translerende glijvlakken. (Bij roterende glijvlakken heeft de geometrie grote invloed op de slijtfactor; deze is afhankelijk van de mate waarin de slijtfactor wordt verkleind door 'stofsmering' van slijtdeeltjes die de glijvlakken niet kunnen ontwijken). De wrijvingscoëfficiënten gelden in principe bij translerende en roterende glijvlakken.

De gegevens in deze tabel gelden bij de volgende conditie en parameters:
- In water.
- Een vlaktedruk van 2,5 N/mm^2.
- Een glijsnelheid van 10 mm/s.
- Een temperatuur lager dan 70°C.
- De opgegeven oppervlakteruwheid van het hardste glijvlak.

De oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak heeft meer invloed op de tribowaarden dan het glijvlakmateriaal zelf. Bij een hogere vlaktedruk en bij een lagere glijsnelheid gelden lagere wrijvingscoëfficiënten, en andersom.

Tabel 5. Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties met UHMWPE

Materiaalcombinaties	**Slijtfactor k (mm^2/N)**	**Wrijvingscoëfficiënt**			**Ruwheid Ra (µm)**
		f	**fs**	**fso**	
UHMWPE / RVS	$4*10^{-9}$ / $0,1*10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Chroom	$4*10^{-9}$ / $0,1*10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Galv. Coating (b.v. Lunac2+)	$4,4*10^{-9}$ / $0,002*10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / Aluminium laag op staal	$4*10^{-9}$ / $0,3*10^{-9}$	0,15	0,15	0,16	0,4
UHMWPE / 12E-insmeltlegering	$4*10^{-9}$ / $1,3*10^{-9}$	0,15	0,15	0,15	0,4
UHMWPE / Azobé	$3*10^{-9}$ / $10*10^{-9}$	0,17	0,18	0,20	0,8
UHMWPE / Verzinkt staal	$20*10^{-9}$ / $1*10^{-9}$	0,18	0,19	0,22	1,6
UHMWPE / Graniet geboord	$35*10^{-9}$ / nihil	0,19	0,20	0,23	2,0
UHMWPE / Staal ongeroest	$40*10^{-9}$ / nihil	0,20	0,21	0,24	2,5
UHMWPE / Staalkabel vet	$40*10^{-9}$ / nihil	-	-	-	-
UHMWPE / Beton glad	$65*10^{-9}$ / nihil	0,21	0,23	0,27	3,2
UHMWPE / Staal geroest	$160*10^{-9}$ / nihil	0,22	0,25	0,34	6,3
UHMWPE / Beton ruw	$230*10^{-9}$ / nihil	0,23	0,27	0,42	10,0

Opmerkingen bij de tabel:
- f: de dynamische wrijvingscoëfficiënt.
- fs: de statische wrijvingscoëfficiënt in de voorgaande glijrichting.
- fso: de statische wrijvingscoëfficiënt bij het omkeren van de glijrichting onder belasting (tegen de vezelrichting in). N.B.: nivelleerschuiven worden onder vervalbelasting geheven, maar dalen onbelast.
- De ruwheidswaarde geldt in glijrichting.
- Een temperatuurcontrole dient altijd te worden uitgevoerd.
- Bepalend voor de belastbaarheid van UHMWPE is niet de vlaktedruk, maar de temperatuurstijging door wrijvingswarmte en de indrukking onder belasting.

Statistische bovenwaarden van wrijvingscoëfficiënten van UHMWPE in combinatie met RVS of metalen glijvlakken met een relevante oppervlakteruwheid in glijrichting

Van UHMWPE in combinatie met een glijvlak met een oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak van Ra< 0,5 µm zijn een groot aantal wrijvingscoëfficiënten beschikbaar. In RWS-rapport NIO-A-R-200207: "Wrijvingscoëfficiënt van zuiver UHWMPE uv bij een oppervlakteruwheid van het hardere glijvlak van circa 0,5 µm Ra met gemiddelden, standaardafwijking en bovenwaarden" van 2 juli 2002 zijn deze statistisch bewerkt. In tabel 6 volgt de samenvatting daarvan.

Samenvatting van statistisch afgeleide wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinatie UHWMPE / RVS 316 met een oppervlakteruwheid <Ra 0,5 µm in glijrichting onder droge (n = 45) en natte (n = 48) condities. Deze waarden zijn ook van toepassing op UHMWPE in combinatie met hardere glijvlakken in het algemeen met een vergelijkbare of lagere oppervlakteruwheid in glijrichting

Tabel 6. Statistische bovenwaarden van wrijvingscoëfficiënten van UHMWPE in combinatie met RVS of metalen glijvlakken met een relevante oppervlakteruwheid in glijrichting

Vlakte-druk	**Glijsnel-heid**	**Wrijvingscoëfficiënt (f) -**						**Aantal -**
p	v	Gemiddelde (u)	Standaard-afwijking (s)	Bovenwaarden (z)				n
(N/mm^2)	(mm/s)	(-)	(-)	Z(90%)	Z(95%)	Z(99%)	Z(99,9%)	(-)
1…50	0,01…100	0,081	0,033	0,123	0,135	0,158	0,182	93

Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties van UHMWPE en HAWE in combinatie met galvanische deklagen

De gegevens in tabel 7 gelden onder de volgende condities en parameters:

- *In water.*
- *Vlaktedruk circa 2 N/mm^2.*
- *Glijsnelheid 10 mm/s.*
- *Temperatuur kleiner dan 70 °C.*
- *Onderstaande oppervlakteruwheid van de glijvlakken.*

Tabel 7. Slijtfactoren van translerende glijvlakken en wrijvingscoëfficiënten van materiaalcombinaties van UHMWPE en HAWE in combinatie met galvanische deklagen

Materiaalcombinaties	***Slijtfactor k (mm^2/N)***	***Wrijvings-coëfficiënt $f_{dynamisch}$ (-)***	***Ruw-heid Ra (µm)***
UHMWPE / Galvanische deklaag[2)]	*$4,3*10^{-9}$ / $0,002*10^{-9}$*	*0,14*	*0,4*
HAWE[1)] / Galvanische deklaag[2)]	*$5,0*10^{-9}$ / $0,002*10^{-9}$*	*0,25*	*0,4*

1) Hardweefsel, bijvoorbeeld Feroform T814 of gelijkwaardig.

2) Bijvoorbeeld Lunac2+ of gelijkwaardig. De vermelde slijtfactoren zijn laboratoriumwaarden.

Tribowaarden van glijlagers in wielgeleidingen

De kunststof lagerbus draait om de stilstaande metalen as. De contacthoek is circa 60°. Daarom moet er voor het berekenen van de slijtage van glijlager en as van worden uitgegaan dat de glijweg van de as circa zes maal zo groot als de glijweg van het glijlager. Als referentie zijn de tribologische eigenschappen genoemd van de vroeger gebruikelijke materiaalcombinatie Brons / Staal

De gegevens in deze tabel gelden onder de volgende condities en parameters:
- In water.
- Vlaktedruk circa 2 N/mm^2.
- Glijsnelheid 100 mm/s.
- Temperatuur kleiner dan 70 °C.
- Onderstaande oppervlakteruwheid van de glijvlakken.

Tabel 8. Tribowaarden van glijlagers in wielgeleidingen

Materiaalcombinaties	**Slijtfactor k (mm^2/N)**	**Wrijvings-coëfficiënt f_{dyn} (-)**	**Ruw-heid Ra (µm)**
UHMWPE / Insmeltlegering ni-cr	$1{,}1*10^{-9}$ / $0{,}1*10^{-9}$	0,14	0,4
UHMWPE / Insmeltlegering ni-cr-wo	$2{,}3*10^{-9}$ / $0{,}01*10^{-9}$	0,14	0,4
UHMWPE / Staal geroest	$1{,}9*10^{-9}$ / $0{,}3*10^{-9}$	0,18	0,8
UHMWPE / Galvanische deklaag[2)]	$4{,}3*10^{-9}$ / $0{,}002*10^{-9}$	*0,14*	*0,4*
HAWE[1)] */ Galvanische deklaag*[2)]	$5{,}0*10^{-9}$ / $0{,}002*10^{-9}$	*0,25*	*0,4*
Referentiecombinatie:			proces-
Brons / Staal geroest	$312*10^{-9}$ / $5{,}0*10^{-9}$	0,38	ruwheid

1) *Hardweefsel, bijvoorbeeld Feroform T814 of gelijkwaardig.*
2) *Bijvoorbeeld Lunac2+ of gelijkwaardig m.b.t. tribologische eigenschappen. De vermelde slijtfactoren zijn laboratoriumwaarden.*

titel: **CONSERVERINGSSYSTEEMBLAD**

Instructieblad

In dit conserveringssysteemblad zijn geaccepteerde conserveringsystemen opgenomen die kunnen worden toegepast op weg- en waterbouwkundige staalconstructies voor onderwatertoepassing.
Op dit **instructieblad** is het toepassingsgebied aangegeven. Deze informatie is bedoeld voor de ontwerper of bestekschrijver. Het blad **besteksbijlage** is van toepassing op het contractdocument.

Algemene informatie	
Object categorie	***Documenten***
Onderwatertoepassing (Immersiebelasting)	• Toelichting gebruiker SCON-P-01066

Nadere beschrijving

Toepassingsgebied:

Staalconstructies met een permanente of semi permanente belasting in zoet- of zoutwater (Im2).

Ondergrond:

Constructiestaal, gestraald minimale reinheidsgraad Sa 2½, volgens ISO 8501-1:1988, Rz waarde 50-100 µm

Opmerking:

Voor thermisch verzinkte onderdelen en/of machinale onderdelen die tot de constructies behoren, wordt verwezen naar de NBD wijzer voor conserveringssysteembladen.

Decompositie

Kunstwerksoort	**Hoofdonderdeel**	**Onderdeel**
SB staal beweegbaar	sluisdeur	
	draaipunt	
SV staal vast	remming en/of geleidewerk	
	schotbalk	
	sluiskolk	bolder
		haalkom
	ponton (uitwendig)	
M mechanisch	Rolwagen	

De lijst met onderdelen is niet limitatief. Verfsystemen kunnen op meerdere onderdelen worden toegepast.

Uitzonderingssituaties

Ondergrond/Vorm/Constructie

- inwendige ruimten (gesloten)
- zware oppervlaktecorrosie
- putvormige corrosie
- materiaalafname (staal)
- handhaven bestaande conservering

Gebruikerseisen/omstandigheden

- afwijkende levensduur
- bijzondere onderhoudseisen
- extra zware gebruikersomstandigheden
- esthetische eisen (kleur en glans)
- toepassing van opgedrukte stroom (KB)

Indien voor het object een uitzonderingssituatie van toepassing is, wordt geadviseerd de keuzemethodiek toe te passen.

Voor advies over staalconserveren kunt u terecht bij het Rijkswaterstaat Steunpunt Conserveringskennis
Tel. 088 – 7972590.

Afd/Opsteller	Toetser	Autorisator	Uitgavedatum	Status
A.J. Seegers	C. Nieuwland	F.J. van Dooren	02-02-2011	Definitief

Geaccepteerde systemen NBD16312

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Interzinc 52 Intercure 420 Intercure 420 Interthane 990	40 µm 125 µm 125 µm 80 µm	

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Intercure 324 Intercure 384 Interthane 990	125 µm 150 µm 75 µm	

Hempel Coatings Nederland B.V. te Vlaardingen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Hempadur 1550 Hempadur GF 3585 (versie 1995) Hempadur GF 3585 (versie 1995)	150 µm 300 µm 300 µm	

Hempel Coatings Nederland B.V. te Vlaardingen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Hempadur Multi-stenght 45751 Hempadur Multi-stenght 45751 Hempadur Multi-stenght 45751 Hempathane topcoat 55210	125 µm 200 µm 200 µm 50 µm	

Jotun Nederland B.V. te Spijkenisse		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Jotamastic 87 alu Jotamastic 87 red toned Jotamastic 87 alu Hardtop HB	200 µm 200 µm 200 µm 100 µm	

Geaccepteerde systemen NBD16312 (vervolg)

Sigma Coatings B.V. te Rotterdam		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Sigmacover 805 Sigmacover 805 Sigmadur 520	150 µm 150 µm 75 µm	

Sika B.V. te Maarssen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Friazinc R Icosit SW 500	40 µm 450 µm	

Sika B.V. te Maarssen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Friazinc R Icosit-Poxicolor S Icosit EG 5	60 µm 150 µm 80 µm	

titel: **CONSERVERINGSSYSTEEMBLAD**

Instructieblad

In dit conserveringssysteemblad zijn geaccepteerde conserveringsystemen opgenomen die kunnen worden toegepast op weg- en waterbouwkundige staalconstructies.
Op dit **instructieblad** is het toepassingsgebied aangegeven. Deze informatie is bedoeld voor de ontwerper of besteksschrijver. Het blad **besteksbijlage** is van toepassing op het contractdocument.

Algemene informatie	
Object categorie	***Documenten***
Atmosferische belasting zonder UV-belasting	• Toelichting gebruiker SCON-P-01066

Nadere beschrijving

Toepassingsgebied:

Staalconstructies met atmosferische toepassing zonder UV-belasting.

Ondergrond:

Constructiestaal, gestraald minimale reinheidsgraad Sa 2½, volgens ISO 8501-1:1988, Rz waarde 50-100 µm.

Voor tijdelijke hulpconstructies en in te betonneren onderdelen kan worden volstaan met reinheidsgraad Sa 2, volgens ISO 8501-1:1988.

Opmerking:

Voor onderdelen die tot de constructies behoren, zoals thermisch verzinkte onderdelen en/of machinale onderdelen, wordt verwezen naar de NBD wijzer voor conserveringssysteembladen.

Voor tijdelijke hulpconstructies en in te betonneren onderdelen kan worden volstaan met de eerste (primer) laag van de systemen zoals opgenomen in de volgbladen.

Indien in het bestek is bepaald dat de eerste laag met kwastapplicatie wordt aangebracht in plaats van spuitapplicatie, dan betreft dit een extra laag van 60 µm die wordt gevolgd door het in de besteksbijlage genoemde systeem.

Decompositie		
Kunstwerksoort	**Hoofdonderdeel**	**Onderdeel**
SB staal beweegbaar	Val	
	Klap	
	Tijdelijke hulpconstructies	
SV **staal vast**	Constructie onder de rijvloer	
	Tijdelijke hulpconstructies	
De lijst met onderdelen is niet limitatief. Verfsystemen kunnen op meerdere onderdelen worden toegepast.		

Uitzonderingssituaties
Ondergrond/Vorm/Constructie
– inwendige ruimten (gesloten)
– zware oppervlaktecorrosie
– putvormige corrosie
– materiaalafname (staal)
– handhaven bestaande conservering
Gebruikerseisen/omstandigheden
– afwijkende levensduur
– bijzondere onderhoudseisen
– extra zware gebruikersomstandigheden
– esthetische eisen (kleur en glans)
Indien voor het object een uitzonderingssituatie van toepassing is, wordt geadviseerd de keuzemethodiek toe te passen.

Voor advies over staalconserveren kunt u terecht bij het Rijkswaterstaat Steunpunt Conserveringskennis
Tel. 030-2857833

Afd/Opsteller	Toetser	Autorisator	Uitgavedatum	Status
A.J. Seegers	R. Noordzij	F.J. van Dooren	11-09-2006	Definitief

Geaccepteerde systemen NBD16325

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Interzinc 52 Intercure 420 Intercure 420 Interthane 990	40 µm 125 µm 125 µm 80 µm	

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Intercure 324 Intercure 384 Interthane 990	125 µm 150 µm 75 µm	

Hempel Coatings Nederland B.V. te Vlaardingen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Hempadur Multi-stenght 45751 Hempadur Multi-stenght 45751 Hempadur Multi-stenght 45751 Hempathane topcoat 55210	125 µm 200 µm 200 µm 50 µm	

Jotun Nederland B.V. te Spijkenisse		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Jotamastic 85 alu Jotamastic 85 red toned Jotamastic 85 alu Hardtop HB	200 µm 200 µm 200 µm 100 µm	

Jotun Nederland B.V. te Spijkenisse		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Primastic Universal Primastic Universal Hardtop AS/HB	200 µm 200 µm 50 µm	

Geaccepteerde systemen NBD16325 (vervolg)

Sigma Coatings B.V. te Rotterdam		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Sigmacover 805 Sigmacover 805 Sigmadur 520	150 µm 150 µm 75 µm	

Sigma Coatings B.V. te Rotterdam		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Sigmacover 280 Sigmacover 456 Sigmadur 520	80 µm 140 µm 60 µm	

Sika B.V. te Maarssen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Friazinc R Icosit-Poxicolor S Icosit EG 5	60 µm 150 µm 80 µm	

titel: **CONSERVERINGSSYSTEEMBLAD**

Instructieblad

In dit conserveringssysteemblad zijn geaccepteerde conserveringsystemen opgenomen die kunnen worden toegepast op weg- en waterbouwkundige staalconstructies.
Op dit **instructieblad** is het toepassingsgebied aangegeven. Deze informatie is bedoeld voor de ontwerper of besteksschrijver. Het blad **besteksbijlage** is van toepassing op het contractdocument.

Algemene informatie	
Object categorie	***Documenten***
Atmosferische belasting met UV-belasting	• Toelichting gebruiker SCON-P-01066

Nadere beschrijving

Toepassingsgebied:

Staalconstructies, atmosferische toepassing met UV-belasting.

Ondergrond:

Constructiestaal, gestraald minimale reinheidsgraad Sa 2½, volgens ISO 8501-1:1988, Rz waarde 50-100 µm

Voor tijdelijke hulpconstructies en in te betonneren onderdelen kan worden volstaan met reinheidsgraad Sa 2, volgens ISO 8501-1:1988.

Opmerking:

Voor onderdelen die tot de constructies behoren, zoals thermisch verzinkte onderdelen en/of machinale onderdelen, wordt verwezen naar de NBD wijzer voor conserveringssysteembladen.

Voor tijdelijke hulpconstructies en in te betonneren onderdelen kan worden volstaan met de eerste (primer) laag van de systemen zoals opgenomen in de volgbladen.

Indien in het bestek is voorgeschreven dat de eerste laag met kwastapplicatie wordt aangebracht in plaats van spuitapplicatie, dan betreft dit een extra laag van 60 µm die wordt gevolgd door het bovengenoemde systeem.

Decompositie

Kunstwerksoort	Hoofdonderdeel	Onderdeel
SB staal beweegbaar	Bovenbouw	Hameistijl Balans Ballastkist
	Tijdelijke hulpconstructies	
SV staalvast	Constructie boven de rijvloer	Boogconstructie Pyloon
	Tijdelijke hulpconstructies	

De lijst met onderdelen is niet limitatief. Verfsystemen kunnen op meerdere onderdelen worden toegepast.

Uitzonderingssituaties

Ondergrond/Vorm/Constructie

- inwendige ruimten (gesloten)
- zware oppervlaktecorrosie
- putvormige corrosie
- materiaalafname (staal)
- handhaven bestaande conservering

Gebruikerseisen/omstandigheden

- afwijkende levensduur
- bijzondere onderhoudseisen
- extra zware gebruikersomstandigheden

Indien voor het object een uitzonderingssituatie van toepassing is, wordt geadviseerd de keuzemethodiek toe te passen.

Voor advies over staalconserveren kunt u terecht bij het Rijkswaterstaat Steunpunt Conserveringskennis Tel. 030-2857833.

Afd/Opsteller	Toetser	Autorisator	Uitgavedatum	Status
A.j. Seegers	R. Noordzij	F.J. van Dooren	11-09-2006	Definitief

Geaccepteerde systemen NBD16365

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Interzinc 52	40 µm	
Intercure 420	125 µm	
Intercure 420	125 µm	
Interthane 990	80 µm	

Akzo Nobel Coatings B.V.		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Intercure 324	125 µm	
Intercure 384	150 µm	
Interthane 990	75 µm	

Baril Coatings B.V. 's-Hertogenbosch		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Fortipox 604	80 µm	
Poluran 180	80 µm	
Poluran 196	60 µm	

Baril Coatings B.V. 's-Hertogenbosch		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Poluran 248 IH Primecoat	60 µm	
Poluran 249 IH Multicoat	100 µm	
Poluran 196 Multifinish	60 µm	

Hempel Coatings Nederland B.V. te Vlaardingen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Hempadur Multi-stenght 45751	125 µm	
Hempadur Multi-stenght 45751	200 µm	
Hempadur Multi-stenght 45751	200 µm	
Hempathane topcoat 55210	50 µm	

Geaccepteerde systemen NBD16365 (vervolg)

Jotun Nederland B.V. te Spijkenisse		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Jotamastic 85 alu Jotamastic 85 red toned Jotamastic 85 alu Hardtop HB	200 µm 200 µm 200 µm 100 µm	

Jotun Nederland B.V. te Spijkenisse		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Primastic Universal Primastic Universal Hardtop AS/HB	200 µm 200 µm 50 µm	

Schaepman's Lakfabrieken B.V. te Zwolle		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Epocryl MIO HS Primer Epocryl MIO HS Primer Belticryl HS	125 µm 125 µm 75 µm	

Sigma Coatings B.V. te Rotterdam		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Sigmacover 805 Sigmacover 805 Sigmadur 520	150 µm 150 µm 75 µm	

Sigma Coatings B.V. te Rotterdam		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Sigmacover 280 Sigmacover 456 Sigmadur HB 520	80 µm 140 µm 60 µm	

Geaccepteerde systemen NBD16365 (vervolg)

Sika B.V. te Maarssen		
PRODUKTNAAM	LAAGDIKTE	DATASHEET
Friazinc R Icosit-Poxicolor S Icosit EG 5	60 µm 150 µm 80 µm	

Deltares

Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode

Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden

Ed Calle

1204875-002

© Deltares, 2012, A

Deltares

Titel
Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS Waterdienst	1204875-002	1204875-002-GEO-0008	22

Trefwoorden
Kunstwerken natte waterbouw/ waterkeringen/ veiligheid/ belastingfactoren

Samenvatting
Het van kracht worden van de Eurocode heeft invloed op ontwerpberekeningen bij waterkerende kunstwerken die deel uitmaken van primaire waterkeringen. In de Leidraad Kunstwerken (LK, 2003) wordt aangegeven hoe rekenwaarden van vervalbelastingen worden bepaald bij extreme buitenwaterstanden. Dit zijn de waterstanden met normfrequenties die in de Waterwet zijn vastgelegd (normfrequenties: 1/1250, 1/2000, 1/4000 en 1/10.000 per jaar).
Dit gebeurt door de vervalbelastingen op het kunstwerk, of onderdelen ervan, bij de waterstand met normfrequentie te vermenigvuldigen met een belastingfactor.

De berekeningsprocedure voor het bepalen van de belastingfactoren in de LK is afgestemd op de (toen geldende) algemene regelgeving voor constructieveiligheid, vastgelegd in de NEN 6700 (TGB). In dit rapport is onderzocht hoe belastingfactoren veranderen, als afgestemd moet worden op de Eurocode (EN 1990) en Nationale Annex. De betrouwbaarheidseisen hierin zijn strenger dan in de NEN 6700.

Belastingfactoren in de Leidraad Kunstwerken zouden groter moeten worden, als vastgehouden wordt aan het (ongeschreven) beleid (van Rijkswaterstaat) dat voor waterkerende kunstwerken in primaire waterkeringen minimaal de hoogste veiligheidsklasse in de algemene regelgeving geldt. Indien ook wordt vastgehouden aan een 'eenvoudige' methode, met één belastingfactor voor alle situaties, dan moet de huidige belastingfactor worden verhoogd van 1,25 naar 1,50. Zou het beleid gewijzigd worden en de minimale eis voor constructieveiligheid conform de Reliability Class 2 in de Eurocode worden, dan zullen belastingfactoren iets toenemen. De factor voor de 'eenvoudige' methode moet dan verhoogd worden van 1,25 naar 1,30.

Voor een afweging is nadere inventarisatie via het doorrekenen van praktijkcases sterk aan te bevelen.

Dit rapport is het eerste van een drietal rapporten over dit onderwerp. In het tweede rapport wordt ingegaan op belastingfactoren bij 'dagelijkse' vervalbelastingen. Het derde rapport heeft betrekking op een alternatief voor belastingfactoren, namelijk het werken met ontwerpwaarden voor waterstanden.

Referenties
Referenties zijn gegeven als voetnoot

Bijdragen / medewerking van:
Ton Vrouwenvelder (TNO)
Martin van der Meer (Fugro GeoServices)

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	nov. 2011	Ed Calle		Harry Schelfhout		Jos Maccabiani	
2	Jan. 2012	Ed Calle		Harry Schelfhout		Jos Maccabiani	
3	Jan. 2012	Ed Calle		Harry Schelfhout		Jos Maccabiani	
4	Mei 2012	Ed Calle		Harry Schelfhout		Jos Maccabiani	

Status
definitief

Deltares

Titel
Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
RWS Waterdienst	1204875-002	1204875-002-GEO-0008	22

Inhoud

1 Inleiding 1
1.1 Probleemstelling 1
1.2 Vragen aan Deltares 1
1.2.1 Vraag 1 2
1.2.2 Vraag 2 2
1.3 De opdracht en dit rapport 3
1.4 Leeswijzer 3

2 Analyse, aanpak en resultaten 5
2.1 Werkwijze in de LK i.c.m. met de oude algemene regelgeving (NEN 6700) 5
2.1.1 Veiligheidsnormen conform de Waterwet in de LK 5
2.1.2 Vertaling van toelaatbare faalkansen naar partiële veiligheidsfactoren 7
2.1.3 Beperkingen aan toelaatbare faalkansen 8
2.1.4 Stappen bij berekening totale belastingfactor; resultaten oude situatie 9
2.2 Belastingfactoren bij de nieuwe regelgeving (Eurocode) 12
2.2.1 Betrouwbaarheidseisen in Eurocode en Nationale Annex 12
2.2.2 Totale belastingfactoren bij keuze CC3 als minimum eis 13
2.2.3 Totale belastingfactoren bij keuze voor CC2 als minimumeis 14
2.2.4 Minimale belastingfactoren i.v.m. onzekerheden rekenmodellen belastingeffecten 16

3 Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten bij herziening LK 17
3.1 Conclusies 17
3.2 Aanbevelingen / advies 18
3.3 Andere aandachtspunten bij herziening van de Leidraad Kunstwerken 18

Bijlage(n)

A Achtergrondinformatie A-1
A.1 Veiligheidsfilosofie NEN 6700 serie (TGB) A-1
A.2 Eisen volgens de Waterwet en neerslag in de LK A-1

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Het van kracht worden van de Eurocode NEN-EN 1990 (Eurocode) en de Nationale Annex (NA) in 2010 heeft consequenties voor het ontwerpen van kunstwerken in de Natte Waterbouw die (tevens) de functie van primaire waterkering hebben.

Kunstwerken werden vóór die tijd ontworpen met behulp van de Leidraad Kunstwerken (2003). In deze Leidraad wordt uitgegaan van eisen ten aanzien van constructieve betrouwbaarheid, die gerelateerd zijn aan beveiligingsnormen voor primaire waterkeringen in de Waterwet (voorheen de Wet op de Waterkering). De betrouwbaarheidseisen (in termen van vereiste betrouwbaarheidsindices) zijn vertaald in aan te houden belastingfactoren op door waterstandsverschillen geïnduceerde vervalbelastingen op constructies en constructieonderdelen. In combinatie met materiaalfactoren conform de algemene regelgeving (NEN 6700) leveren deze belastingfactoren ontwerpen met de vereiste betrouwbaarheid conform de Waterwet.

Naast de betrouwbaarheid als waterkering gelden eisen met betrekking tot de constructieveiligheid, die in de algemene regelgeving zijn vastgelegd. Voor zover de eisen conform de Waterwet en de algemene regelgeving verschillen, is de strengste van de twee maatgevend voor het ontwerp. Bij de vroegere algemene regelgeving (NEN 6700) was de eis met betrekking tot constructieve veiligheid minder streng dan de eisen die voortkwamen uit de Waterwet. Het gevolg hiervan was dat waterkerende kunstwerken, die ontworpen werden conform de Leidraad Kunstwerken, automatisch ook voldeden aan de eisen ten aanzien van constructieve betrouwbaarheid in de NEN 6700.

Met de Eurocode en NA zijn veranderingen in de vereiste constructieve betrouwbaarheid ingevoerd. Voor, met name, constructies in de hoogste veiligheidsklasse [1] (RC 3, Reliability Class 3) is de vereiste betrouwbaarheidsindex verhoogd van 3,6 tot 4,3 (betrekking hebbende op een referentieperiode van 50 jaar). Voor waterkeringen die in deze klasse vallen is dit een strengere eis dan conform de Waterwet. Het voldoen aan de eisen in de Leidraad Kunstwerken impliceert niet langer dat ook voldaan wordt aan de algemene regelgeving.

1.2 Vragen aan Deltares

De Leidraad Kunstwerken (LK) is (en blijft) de vigerende leidraad voor het ontwerpen van waterkerende kunstwerken die deel uitmaken van primaire waterkeringen. De hierin geformuleerde eisen ten aanzien van constructieveiligheid, die voortkomen uit de beveiligingsnormen in de Waterwet, blijven vooralsnog van kracht. Maar, door het van kracht worden van de nieuwe Eurocode is de afstemming van de LK met de algemene regelgeving voor bouwconstructies in het geding. De huidige in de LK opgenomen belasting- en materiaalfactoren, die samen de gewenste veiligheid conform de Waterwet, van ontwerpen van waterkerende kunstwerken realiseren, sluiten (mogelijk) niet aan op de voorschriften voor belasting- en materiaalfactoren in de Eurocode.

[1] *In de Eurocode wordt gesproken over Gevolgklassen (Consequence Classes; CC1, CC2 en CC3). In de Nationale Annex Geotechniek over veiligheidsklassen RC1, RC2, RC3. Deze klasse indelingen en de bijbehorende constructieve veiligheidseisen (in termen van vereiste betrouwbaarheidsindices) komen met elkaar overeen.*

1.2.1 Vraag 1

Gevraagd wordt hoe, met gebruikmaking van de huidige methodiek in de LK, wel een goede aansluiting aan de Eurocode kan worden verkregen.

Hierbij gaat het om situaties met extreme belastingen (maatgevende belastingen door waterstanden en golven), conform de beveiligingnormen in de Waterwet.

Een bijkomende vraag is hoe omgegaan moet worden met 'dagelijks' voorkomende vervalbelastingen, zoals vervalbelastingen bij schutten, maar ook vervalbelastingen in onderhoudssituaties, waarbij bijvoorbeeld een sluiskolk wordt drooggelegd. Conform de Eurocode zou op deze tijdelijke belastingen een belastingfactor van 1,5 moeten worden toegepast. Echter, bij het vaststellen van die vervalbelastingen wordt doorgaans al uitgegaan van nauwkeurig te bepalen extremen in de verschillende situaties. De hoge belastingfactor is daarom wellicht onnodig conservatief. De specifieke vraag is om een minder conservatieve belastingfactor af te leiden.

Gevraagd wordt voorgestelde aanpassingen van het gebruik van de methodiek in de LK toe te passen op een drietal demonstratie cases met verschillende beveiligingsnormen conform de Waterwet, namelijk de 1/10.000, 1/4000 en 1/1250 normen. Voorgesteld is deze cases te baseren op een drietal momenteel onderhanden zijnde ontwerpprojecten, namelijk Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk, (ESA, 1/10.000), Volkeraksluis (1/4000) en Heumen of Meppeler-diepsluis (1/1250). Met deze toepassingen worden consequenties van de nieuwe regels volgens de Eurocode, ten opzichte van het vroeger vigerende NEN voorschrift, zichtbaar gemaakt.

1.2.2 Vraag 2

Een tweede vraag betreft het volgende. In de aanpak volgens de LK worden vereiste beveiligingsniveaus bij het ontwerpen gerealiseerd middels belastingfactoren op vervalbelastingen op constructies (of constructieonderdelen), bij volgens de beveiligings-normen in de Waterwet behorende maatgevende waterstanden en golfbelastingen. Er wordt als het ware gerekend met 'zwaar water', waarbij aangrijpingspunten van de krachten op constructieonderdelen niet veranderen door de belastingfactor.

Gevraagd wordt om na te gaan of (en hoe) deze aanpak met belastingfactoren vervangen kan worden door een werkwijze waarmee ontwerpwaarden voor de aan waterstand en golven gerelateerde belastingen worden bepaald, waarmee aan de veiligheidseisen wordt voldaan. Net als bij belastingfactoren in de LK zouden hierin mogelijk ook de additionele veiligheidsfactoren op materiaalfactoren, nodig bij constructie betrouwbaarheidseisen die strenger zijn dan de algemene regelgeving, verdisconteerd kunnen worden.

Ook hierbij wordt gevraagd de voorgestelde werkwijzen toe te passen op de eerder genoemde ontwerpcases, om de effecten ten opzichte van de LK methode na te gaan.

Onder hydraulische belastingen worden bij bovenstaande vragen verstaan:

- Belastingen door waterstand.
- Belastingen door golven.
- Belastingen door translatiegolven (aan Deltares wordt gevraagd hoe omgegaan kan worden/zou moeten worden met deze belastingen).

1.3 De opdracht en dit rapport

De opdracht betreft het onderzoeken van de in paragraaf 2.2 geformuleerde vragen. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de volgende onderdelen:

1. Belastingfactoren op vervalbelastingen bij maatgevende hydraulische belastingen.
2. Belastingfactor op vervalbelastingen onder dagelijkse omstandigheden. [2]
3. Vervangen belastingfactoren door ontwerpwaarden voor waterstanden en golfbelastingen. [3]
4. Consequentieanalyse van gewijzigde belastingfactoren of van de werkwijze met ontwerpwaarden ten opzichte van de huidige werkwijze, aan de hand van het doorrekenen van cases.

De consequentieanalyse behoort niet tot de huidige opdracht. Om praktische redenen zal die later via een separate opdracht worden uitgevoerd, nadat nieuwe belastingfactoren, c.q. (procedures voor het bepalen van) vervangende ontwerpwaarden, zijn afgeleid.

De huidige opdracht omvat dus alleen de onderdelen 1, 2 en 3. Conform de opdracht wordt over deze onderdelen gerapporteerd in separate rapporten.

Dit rapport betreft onderdeel 1, het afleiden van belastingfactoren op vervalbelastingen bij maatgevende hydraulische omstandigheden. Dit gebeurt zowel voor de oude situatie (met NEN 6700 als randvoorwaarde) als de nieuwe situatie (met de Eurocode als randvoorwaarde). Met deze belastingfactoren kunnen t.z.t. vergelijkende berekeningen aan cases worden uitgevoerd.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden belastingfactoren voor de oude (NEN 6700) en nieuwe (Eurocode) situatie afgeleid. In hoofdstuk 3 volgen conclusies en aanbevelingen.

2. *Concept rapportage: Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 2: Belastingfactoren dagelijkse omstandigheden. Deltares Rapport 1204875-002-GEO-0011, versie 2 Maart 2012*
3. *Conceptrapportage: Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 3: Ontwerpwaarden Waterstanden, Deltares Rapport 1204875-002-GEO-0010, versie 2 Februari 2012*

2 Analyse, aanpak en resultaten

2.1 Werkwijze in de LK i.c.m. met de oude algemene regelgeving (NEN 6700)

2.1.1 Veiligheidsnormen conform de Waterwet in de LK

De beveiligingsnormen voor primaire waterkeringen worden in de Waterwet gegeven in termen van norm overschrijdingskansen (verder aangeduid als normfrequenties) per jaar van hydraulische belastingen waarop de waterkeringen moeten zijn berekend. Die normfrequenties zijn 1/10.000, 1/4000, 1/2000, 1/1250 voor respectievelijk Noord- en Zuid-Holland, de kustgebieden, het benedenrivieren- en overgangsgebied, en het bovenrivierengebied. Daarnaast kent de wet normfrequenties van 1/500 voor dijkring 40 in het bovenrivierengebied, en tenslotte 1/20 voor de Maaskaden.

In de LK worden deze normfrequenties omgerekend tot toelaatbare faalkansen voor kunstwerken. Daarbij wordt in principe uitgegaan van een dijkvakachtige benadering, waarbij de toelaatbare faalkans per jaar voor een kunstwerk gesteld wordt op 0,01 keer de normfrequentie. De '0,01' wordt faalruimte factor genoemd. Vanwege de veronderstelde sterke afhankelijkheid van de verschillende hoofd faalmechanismen die aan de faalkans bijdragen, via de waterstand, wordt gesteld dat deze toelaatbare faalkans beschikbaar is als faalkansruimte voor elk van deze hoofd faalmechanismen (falen als gevolg van overloop/golfoverslag, en falen als gevolg van constructief of grondmechanisch bezwijken). De toelaatbare faalkansen worden omgerekend tot vereiste waarden van de betrouwbaarheidsindex volgens:

$$\beta = -\Phi^{-1}(P_{f,toel}) = -\Phi^{-1}(0{,}01\,F_{norm}) \qquad (1)$$

Hierin is F_{norm} de normfrequentie, $P_{f,toel}$ de toelaatbare faalkans, β de vereiste betrouwbaarheidsindex en $\Phi^{-1}(\ )$ de inverse van de standaard normale kansfunctie. De betrouwbaarheidsindex heeft betrekking op een referentieperiode van 1 jaar en wordt daarom ook wel genoteerd als β_1.

Niettegenstaande de keuze voor een dijkvakbenadering wordt voor waterkerende constructies, zoals met kistdammen of diepwanden versterkte dijken, die ook onder de werking van de LK vallen, met een verdiscontering van het lengte-effect, als deze constructies, gemeten in de lengterichting van de waterkering, langer dan 100 meter zijn. Deze verdiscontering wordt gemakshalve meegenomen door de vereiste betrouwbaarheidsindex simpelweg 10% te vergroten, ongeacht de werkelijke lengte van de constructie.(boven de 100 m).

De intentie bij de opzet van de LK was om zo goed mogelijk aan te sluiten aan de algemene regelgeving met betrekking tot constructieveiligheid. Deze regelgeving was, indertijd, vastgelegd in NEN 6700. Hier komen we in paragraaf 2.1.2 uitgebreider op terug. Vooruitlopend daarop merken we op dat de in de veiligheidsfilosofie in de NEN 6700 wordt uitgegaan van toelaatbare faalkansen voor een referentieperiode gelijk aan de geplande levensduur. Voor normale bouwconstructies is dat 50 jaar, maar in beginsel kan die vrij gekozen worden, met een minimum van 15 jaar. De vereiste betrouwbaarheidsindex, en dus de toelaatbare faalkans, is in de NEN 6700 in beginsel niet afhankelijk van de keuze van de geplande levensduur. In bijlage A1 is de veiligheidsfilosofie van NEN 6700 weergegeven.

De geplande levensduur voor waterkeringen, doorgaans aangeduid als planperiode, is in de regel 50 of 100 jaar (voor dijken 50 jaar, voor kunstwerken 100 jaar). De toelaatbare faalkans voor waterkeringen is wel afhankelijk van de gekozen planperiode. Als de toelaatbare faalkans per jaar $P_{f,\ toel,\ 1\ jr}$ is, dan is in beginsel de toelaatbare faalkans voor N jaar (bijvoorbeeld N = 50 of 100 jaar) gelijk aan $P_{f,\ toel,\ N\ jr} = N\ P_{f,\ toel,\ 1\ jr}$. In die zin lopen de veiligheidsfilosofie conform de Waterwet en conform de NEN 6700 enigszins uiteen.

Wanneer we in het vervolg spreken over de referentieperiode, bedoelen we daarmee de planperiode, of geplande levensduur, of een deel van de planperiode (bijv. 1 jaar, of 10 jaar).

De drive om de veiligheidsfilosofie conform de Waterwet en conform de NEN 6700 zo goed mogelijk op elkaar af te stemmen was geen doel op zich. In bijlage A.2 wordt uitgelegd dat een onderliggend argument was dat door de afstemming ook voordelen bij het ontwerpen van waterkerende constructie werden verwacht.

In tabel 2.1 zijn de toelaatbare faalkansen conform de Waterwet weergegeven, voor de normfrequenties 1/1250, 1/2000, 1/4000 en 1/10000. Gegeven zijn de faalkansen per jaar en de hiermee overeenkomende betrouwbaarheidsindices, conform vergelijking (1). Verder de faalkansen en de overeenkomstige betrouwbaarheidsindices voor planperioden van 50 en 100 jaar. In tabel 2.1 is ook een referentieperiode van 10 jaar opgenomen. Dit heeft te maken met beperkingen aan de toelaatbare faalkansen, zoals die in tabel 2.1 voor referentieperioden van 50 en 100 jaar zijn gegeven. In paragraaf 2.1.3 gaan we daar nader op in.
Alle betrouwbaarheidsindices zijn ook gegeven met de verdiscontering van lengte-effect, in de vorm van de 10% toeslag op de betrouwbaarheidsindex.

normfreq.	P_f 1 jr	β_1		P_f 10 jr	β_{10}	
			l.e.			l.e.
1/1250	8,0E-06	4,31	4,75	8,0E-05	3,78	4,15
1/2000	5,0E-06	4,42	4,86	5,0E-05	3,89	4,28
1/4000	2,5E-06	4,56	5,02	2,5E-05	4,06	4,46
1/10000	1,0E-06	4,75	5,23	1,0E-05	4,26	4,69

normfreq.	P_f 50 jr	β_{50}		P_f 100 jr	β_{100}	
			l.e.			l.e.
1/1250	4,0E-04	3,35	3,69	8,0E-04	3,16	3,47
1/2000	2,5E-04	3,48	3,83	5,0E-04	3,29	3,62
1/4000	1,3E-04	3,66	4,03	2,5E-04	3,48	3,83
1/10000	5,0E-05	3,89	4,28	1,0E-04	3,72	4,09

Tabel 2.1 Normfrequenties, toelaatbare faalkansen per jaar, 10 jaar, 50 jaar en 100 jaar, en de hiermee corresponderende betrouwbaarheidsindices (zonder en met verdiscontering van 10% lengte-effect)

2.1.2 Vertaling van toelaatbare faalkansen naar partiële veiligheidsfactoren

Voor de praktijk worden toelaatbare faalkansen omgerekend naar partiële veiligheidsfactoren, namelijk belastingfactoren en materiaalfactoren. Belastingfactoren worden toegepast op berekende belastingen (of belastingeffecten) en materiaalfactoren worden toegepast op (berekende) schattingen van de sterkte.

De berekende belasting, is, in dit geval, de belasting op de waterkering (of onderdelen ervan) die voortkomt uit het verval van de waterstand over de waterkering bij het optreden van de maatgevende waterstand. De maatgevende waterstand is de waterstand met overschrijdingsfrequentie per jaar gelijk aan de normfrequentie. Dit is de gebruikelijke rekenmaat bij waterkeringen. Voor het realiseren van de vereiste betrouwbaarheidsindices, zoals aangegeven in tabel 2.1, is doorgaans nog een extra belastingfactor nodig, die afhankelijk is van de toelaatbare faalkans en de referentieperiode. In de LK is voor de berekening van deze extra belastingfactor de volgende formule gegeven:

$$\gamma_S = \frac{u - B\,log(\Phi(\alpha_S\beta_N)/\,f_N) - h_b}{u - B\,log(norm) - h_b} = \frac{1 - \frac{B}{u'}\,log(\Phi(\alpha_S\beta_N)/\,f_N)}{1 - \frac{B}{u'}\,log(norm)} \qquad (2)$$

Hierin zijn:

γ_S de benodigde belastingfactor;

norm de overschrijdingskans per jaar (1/1250, 1/2000, 1/4000, 1/10.000) van de hydraulische belastingen waar de waterkering op berekend moet zijn conform de Waterwet. De hierbij optredende waterstand noemen we MHW (maatgevende hoogwaterstand);

β_N de met de *norm* afgeleide vereiste betrouwbaarheidsindex (tabel 2.1);

Φ de standaard normale kansverdeling;

f_N de referentieperiode [jr] (in de LK ook wel aangeduid als levensduurfactor);

h_b de binnenwaterstand, indien die hoger is dan de door water belaste onderkant van de beschouwde constructie (of het beschouwde constructieonderdeel). Indien die lager is dan wordt h_b gelijk genomen aan die onderkant [m + NAP];

u de 'liggingparameter' van de Gumbelverdeling van de buitenwaterstand, dit is de waterstand die met een kans van 0,63 per jaar wordt overschreden [m + NAP]. Deze parameter kan berekend worden met: $u=MHW+B\,log(norm)$;

u' het verschil $u-h_b$ [m];

B de decimeringhoogte van de waterstand in het lage frequentiegebied (zeg f< 0,1 per jaar) [m];

α_s invloedscoëfficiënt voor onzekerheid van de belasting = -0,7 (ISO gestandaardiseerd);

log de logaritme met grondtal 10.

In vergelijking (2) is de noemer in het eerste rechterlid het maatgevende verval van de waterstand over de waterkering (=maatgevende waterstand – binnenwaterstand), met overschrijdingskans *norm* per jaar. Daarmee wordt gerekend bij het bepalen van de belastingen (en belastingeffecten) op het kunstwerk of onderdelen ervan. De teller is het verval, waarmee zou moeten worden gerekend om te voldoen aan de eis ten aanzien van de betrouwbaarheidsindex β_N , gebaseerd op een referentieperiode van f_N jaar. Aan die eis wordt voldaan, althans voor wat betreft de belastingkant, als gerekend wordt met een verval dat slechts met kans $\Phi(\alpha_S\beta_N)$ wordt overschreden in een periode van f_N jaar.

Er is van uitgegaan dat de vervallen over de waterkering bij extreme buitenwaterstanden statistisch gekarakteriseerd worden met behulp van een Gumbel kansverdeling, met liggingparameter *u* en decimeringhoogte *B.* De kansverdeling per jaar kan omgerekend worden naar een kansverdeling per f_N jaar. De decimeringhoogte *B* blijft daarbij hetzelfde, maar de liggingparameter wordt dan $u + B \log(f_N)$. Voor de berekening van belastingfactoren is alleen de verhouding *B/u'* van belang. Deze representeert de relatieve variatie en is dus een soort variatiecoëfficiënt.

Uitgangspunt voor vergelijking (2) is verder dat belastingen (en belastingeffecten) lineair evenredig zijn met de optredende vervallen over de waterkering. De Leidraad Kunstwerken gaat hier van uit. Lopende de VNK studie is het inzicht gegroeid dat dit niet voor alle mogelijke faalmechanismen een voor de hand liggend uitgangspunt is. Er zijn mechanismen waarbij het belastingeffect evenredig is met het kwadraat of zelfs de derde macht van het optredende verval (*base shear* en *base moment*). Dit is een belangrijk aandachtspunt bij de herziening van de Leidraad, maar laten we nu nog even buiten beschouwing.

Aan de sterktekant is in de LK ervoor gekozen aan te sluiten aan de materiaalfactoren in de NEN 6700. Echter, die gelden in beginsel bij een vereiste betrouwbaarheidsindex van 3,6 (de hoogste veiligheidsklasse in de NEN 6700). Voor andere waarden van de vereiste betrouwbaarheidsindex worden in de LK correctiefactoren gebruikt die het verschil met 3,6 verdisconteren. Deze correctiefactoren worden berekend met behulp van de formule:

$$\gamma_{R,corr} = e^{\{\alpha_R(\beta_N - 3{,}6)\sqrt{\ln(1+V_R^2)}\}} \qquad (3)$$

Hierin is:

$\gamma_{R,corr}$ de correctiefactor;
α_R de probabilistische invloedsfactor voor de sterkte, = 0,8 (ISO gestandaardiseerd);
β_N de vereiste betrouwbaarheidsindex;
V_R de variatiecoëfficiënt van de sterkte eigenschap;
ln de natuurlijke logaritme.

De variatiecoëfficiënt V_R is in beginsel de variatiecoëfficiënt van de sterkte eigenschappen die beschouwd worden. In de LK is ervoor gekozen om zowel de belastingfactor als de correctie op de materiaalfactoren bij elkaar te nemen in één factor, namelijk de totale belastingfactor. Daarvoor was het nodig om één representatieve variatiecoëfficiënt van de sterkte eigenschappen te kiezen; een veilige aanname is $V_R = 0{,}20$. De totale belastingfactor is het product $\gamma_S \gamma_{R,corr}$:

$$\gamma_{S,tot} = \frac{1 - \frac{B}{u'}\log(\Phi(\alpha_S \beta_N)/f_N)}{1 - \frac{B}{u'}\log(norm)} \; e^{\{\alpha_R(\beta_N - 3{,}6)\sqrt{\ln(1+V_R^2)}\}} \qquad (4)$$

2.1.3 Beperkingen aan toelaatbare faalkansen

Aan de in tabel 2.1 weergeven toelaatbare faalkansen en de hier uit voortvloeiende totale belastingfactoren worden twee beperkingen gesteld.

De eerste komt voort uit de gedachte dat bij gekozen referentieperioden van 50 of 100 jaar de faalkansen in de eerste jaren van de levensduur van een constructie veel groter kunnen zijn dan de toelaatbare faalkansen per jaar, die conform de geest van de Waterwet toelaatbaar zijn[4]. In het verleden is daar in ENW (TAW) verband discussie over geweest. De uitkomst hiervan was dat door de werkgroep ENW Veiligheid (toen nog TAW Probabilistische Methoden) geadviseerd werd om de toelaatbare faalkans in een aaneengesloten periode van 10 jaar, tijdens de (beoogde) levensduur van een kunstwerk, niet groter te kiezen dan 10 keer de toelaatbare faalkans die voor 1 jaar geldt. Bij het opstellen van de Leidraad Kunstwerken (zowel de eerste versie in 1999 als de latere versie in 2003) is die aanbeveling overgenomen.

De tweede beperking komt voort uit de gedachte dat de eis aan constructieve veiligheid van een waterkering nooit minder streng mag zijn dan volgens de (oude) algemene regelgeving, de NEN 6700. In de LK wordt, conform het traditionele gebruik bij Rijkswaterstaat, hierbij de hoogste veiligheidsklasse van de NEN 6700 als minimum aangehouden: dus een vereiste betrouwbaarheidsindex van 3,6, waarbij uitgegaan wordt van een referentieperiode van 50 jaar. De NEN 6700 (en ook de Eurocode, zie paragraaf 2.2) schrijft geen belastingfactoren voor m.b.t. de extreme (met de normfrequentie corresponderende) hydraulische belastingen op primaire waterkeringen. Deze belastingfactoren kunnen echter met behulp van vergelijking (4) worden berekend. Dit heeft dan tevens het voordeel dat belastingfactoren bij de verschillende uitgangspunten op onderling consistente wijze bepaald worden.

2.1.4 Stappen bij berekening totale belastingfactor; resultaten oude situatie

Concreet betekenen deze twee beperkingen de volgende werkwijze bij het bepalen van de totale belastingfactor op vervalbelastingen:

1. Bepaal de toelaatbare faalkans voor een waterkering en daarmee de vereiste betrouwbaarheidsindex, aan de hand van de normfrequentie voor het dijkringgebied, de faalruimte factor en de gekozen planperiode. De vereiste betrouwbaarheidsindex heeft betrekking op de gekozen planperiode. Hierbij wordt rekening gehouden met eventueel te verdisconteren lengte-effect. Dat kan op twee manieren, namelijk:
   a. Bij een dijkvakachtige benadering, zoals in de LK, door de vereiste betrouwbaarheidsindex voor een korte strekking te vermenigvuldigen met een factor 1,10 (als de lengte van het kunstwerk in de lengterichting van de waterkering groter is dan 100 m). De grootte van deze factor, noch de grens bij 100 m zijn bij het opstellen van de LK nader onderbouwd; het gaat dus om een pragmatische keuze. Het is wenselijk om bij een herziening van de LK de mogelijkheid open te houden voor het toepassen van een beter onderbouwde schatting, zoals voorgestaan wordt onder 1b.
   b. Bij een dijkringachtige benadering, door de faalkans voor een dijkring (of dijkringdeel) te delen door een lengte-effect factor. Dit geeft de faalkans voor een ‘dwarsdoorsnede’ van de waterkering. De faalkans voor de dijkring of dijkringdeel kan afgeleid zijn uit de normfrequentie en een faalruimte factor. De lengte-effect factor volgt uit een probabilistische beschouwing. De toelaatbare faalkans voor de ‘dwarsdoorsnede’ wordt omgerekend tot de vereiste betrouwbaarheidsindex.

4. Daar staat tegenover dat de toeslag voor relatieve zeespiegelrijzing et cetera, die op de buitenwaterstand wordt gezet, in de eerste 10 jaren feitelijk wel een extra veiligheidsmarge inhoudt. Dit effect is in de ENW discussie en in LK echter niet in beschouwing genomen.

N.B. deze benadering is in dit rapport niet uitgewerkt. Ze is relevant wanneer in de toekomst voor de LK een dijkringachtige benadering wordt gekozen en in het geval de levensduurbeschouwing ook in andere leidraden (met name de Leidraad Rivieren en het bijbehorende Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies) wordt overgenomen. Hierin wordt (deels) wel van de dijkringachtige benadering uitgegaan.

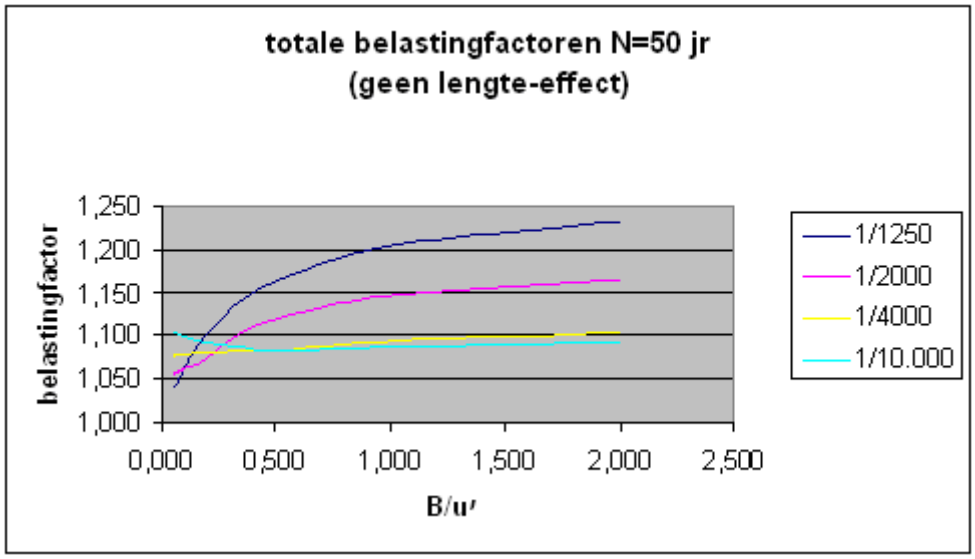
Met de vereiste betrouwbaarheidsindex β_N , de bijbehorende referentieperiode f_N en de kenmerken van de Gumbel verdeling, *B/u'*, wordt de belastingfactor berekend met behulp van vergelijking (4).

Dit levert de totale belastingfactor: $\gamma_{S,\,tot}\,(\beta_N,\, f_N)$ met *N=50* of *100* jaar.

2. Controle op de eerste beperking: bepaal, eveneens met vergelijking (4) de totale belastingfactor, uitgaande van *N=10* jaar: levert de belastingfactor $\gamma_{S,\,tot}\,(\beta_{10},\, f_{10})$.
3. Controle op de tweede beperking: bepaal, eveneens met vergelijking (4) de totale belastingfactor: $\gamma_{S,\,tot}\,(\beta_{NEN\ 6700},\, f_{50})$, waarin $\beta_{NEN\ 6700} = 3{,}6$.
4. De totale belastingfactor is:

$$\gamma_{S,\,tot} = max\{\gamma_{S,\,tot}\,(\beta_N,\, f_N);\ \gamma_{S,\,tot}\,(\beta_{10},\, f_{10});\ \gamma_{S,\,tot}\,(\beta_{NEN\ 6700},\, f_{50})\}$$

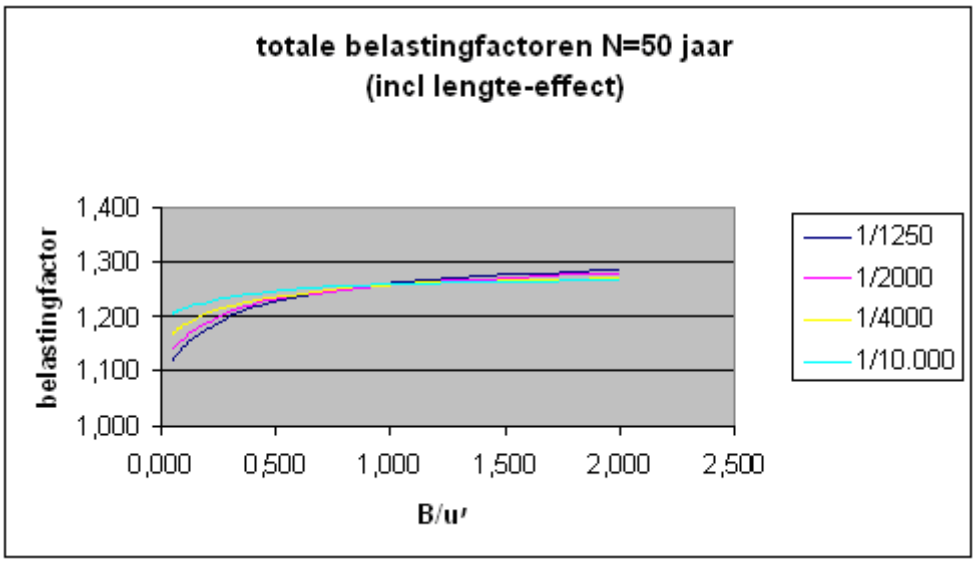
In de figuren 1a en 1b zijn de op deze wijze berekende belastingfactoren weergegeven; in figuur 1a voor kunstwerken waarbij lengte-effect geen rol speelt en in figuur 1b voor 'lange' kunstwerken waarbij lengte-effect in de faalkans verdisconteerd is in de 10% opslag op de betrouwbaarheidsindex die volgt uit de Waterwet norm (dus bij NEN 6700 wordt geen lengte-effect toeslag toegepast).



Figuur 1a: Belastingfactoren op vervalbelastingen conform de LK, uitgaande van de vereiste betrouwbaarheidsindex β_{50} bij een referentieperiode van 50 jaar met als randvoorwaarden dat de belastingfactor niet kleiner is dan:

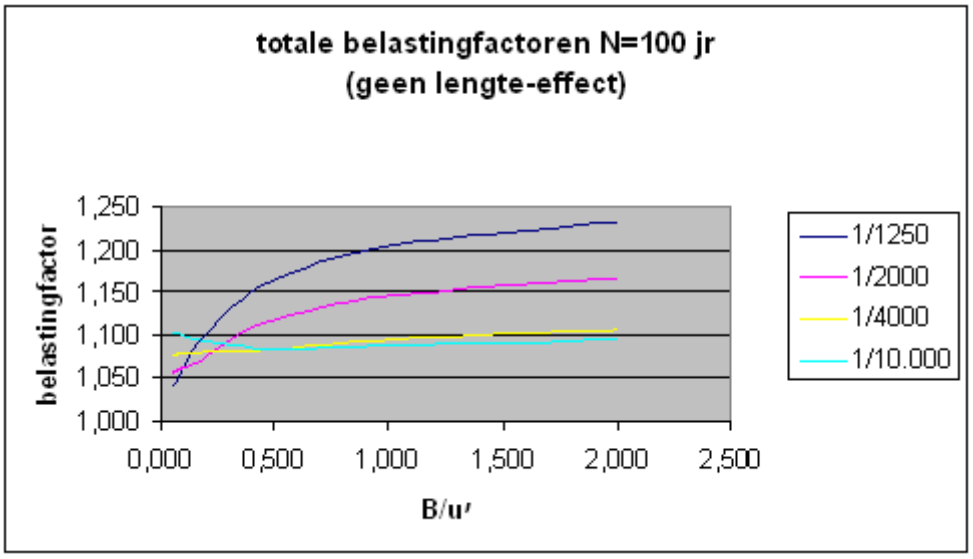
1) de belastingfactor die volgt uit de vereiste betrouwbaarheidsindex β_{10} bij een referentieperiode van 10 jaar en

2) de belastingfactor die volgt uit $\beta_{NEN6700} = 3{,}6$ in combinatie met een referentieperiode van 50 jaar.



Figuur 1b: Belastingfactoren als in figuur 1a, maar met verdiscontering van lengte-effect (10% toeslag op β_{50} en β_{10})

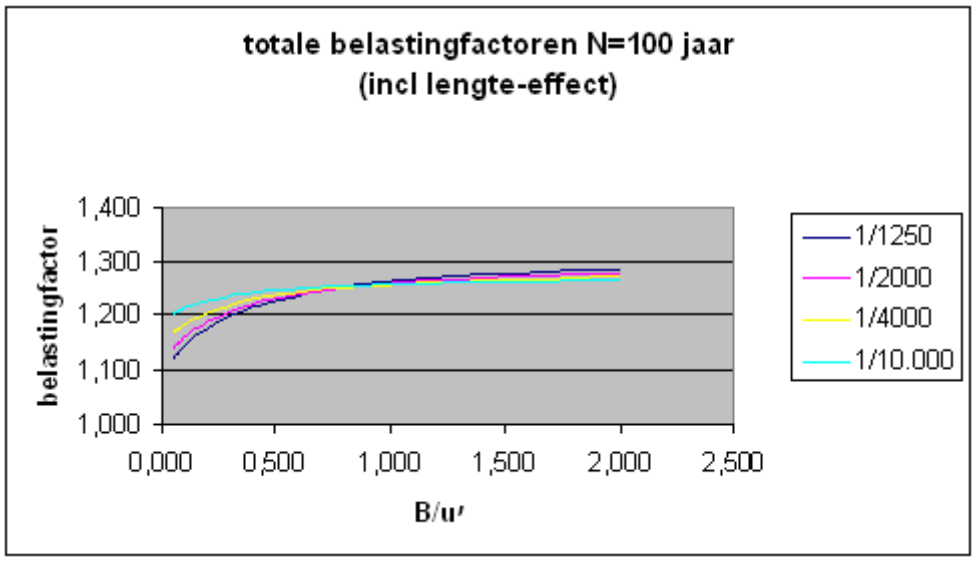
In de figuren 1c en 1d zijn de berekende totale belastingfactoren gegeven, die horen bij een gekozen planperiode van 100 jaar. Hierbij gelden overigens dezelfde twee randvoorwaarden.



Figuur 1c: Belastingfactoren op vervalbelastingen conform de LK, uitgaande van de vereiste betrouwbaarheids-index β_{100} bij een referentieperiode van 100 jaar met als randvoorwaarden dat de belastingfactor niet kleiner is dan:

1) de belastingfactor die volgt uit de vereiste betrouwbaarheidsindex β_{10} bij een referentieperiode van 10 jaar en

2) de belastingfactor die volgt uit $\beta_{NEN6700}$ =3,6 in combinatie met een referentieperiode van 50 jaar.



Figuur 1d: Belastingfactoren als in figuur 1c, maar met verdiscontering van lengte-effect (10% toeslag op β_{100} en β_{10})

Uit vergelijking van de figuren 1c met 1a en de figuren 1d met 1b volgt dat de gekozen grootte van de planperiode (50 of 100 jaar) er praktisch niet toe doet. De belastingfactor die volgt uit referentieperiode van 10 jaar blijkt altijd maatgevend indien het lengte-effect wordt meegenomen. Ook de beperking die voortvloeit uit de NEN 6700 is hierbij dan niet van invloed.

De range *B/u' = 0,05 – 1* omvat, praktisch gesproken, de *B/u'* verhoudingen zoals die voorkomen langs primaire waterkeringen in Nederland. De hoogste waarde van de belastingfactoren binnen die range is *1,25.* Om die reden is deze waarde in de LK opgenomen, als 'eenvoudige methode' voor ontwerpberekeningen. Deze factor wordt toegepast op uit de ontwerpwaterstanden (met norm overschrijdingsfrequentie) voortkomende vervalbelastingen. De hiermee berekende ontwerpbelastingen worden gebruikt in combinatie met de materiaalfactoren in de NEN 6700.

2.2 Belastingfactoren bij de nieuwe regelgeving (Eurocode)

2.2.1 Betrouwbaarheidseisen in Eurocode en Nationale Annex

In de Eurocode en NA worden, evenals in de NEN 6700, drie veiligheidsklassen of betrouwbaarheidsklassen onderscheiden. De vereiste betrouwbaarheidsindices in de NEN 6700 zijn respectievelijk 3,2, 3,4 en 3,6. Dit zijn betrouwbaarheidsindices die betrekking hebben op de geplande levensduur van een constructie, die in beginsel vrij te kiezen is (met minimum van 15 jaar) maar als referentie op 50 jaar wordt gesteld. In de Eurocode en NA is dit systeem hetzelfde gebleven. Echter, de Eurocode hanteert de term 'Gevolgklassen'. De in de Eurocode voorgestelde vereiste betrouwbaarheidindices voor de gevolgklassen zijn sterker gedifferentieerd dan in de NEN 6700. Deze betrouwbaarheidsindices zijn 3,3, 3,8 en 4,3 voor de gevolgklassen CC1, CC2 en CC3 (tabel 2.2). In de Nationale Annex zijn de in de Eurocode voorgestelde betrouwbaarheidsindices verbindend verklaard. Daarmee hebben ze ook een wettelijke basis.

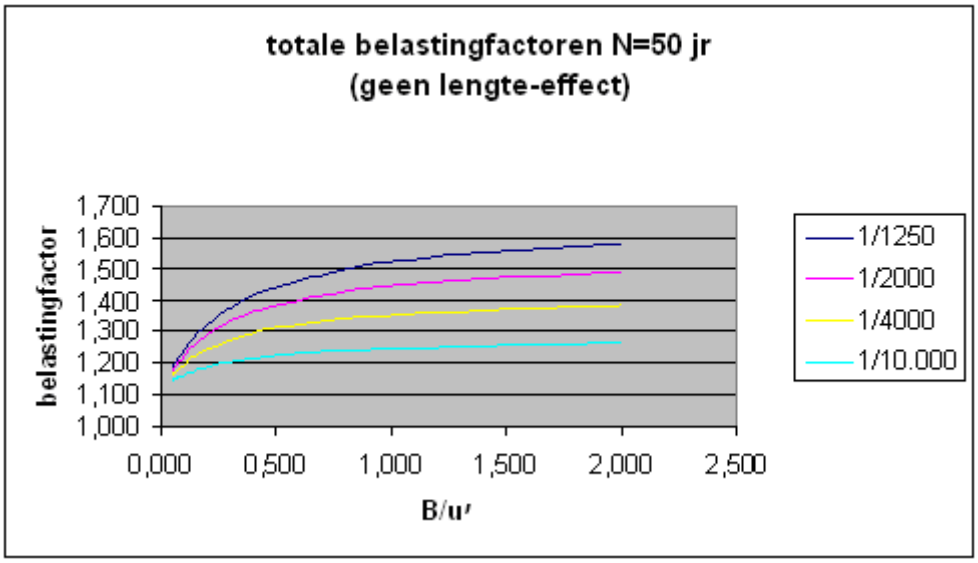
Gevolgklasse CC [a)]	Omschrijving	Voorbeelden van gebouwen en civieltechnische werken
CC3	**Grote** gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of **zeer grote** economische, sociale of gevolgen voor de omgeving	Tribunes, openbare gebouwen waarbij de gevolgen van het bezwijken groot zijn (bijv. een concertzaal)
CC2	**Middelmatige** gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, **aanzienlijke** economische, sociale of gevolgen voor de omgeving	Woon- en kantoorgebouwen, openbare gebouwen waar de gevolgen van bezwijken beperkt zijn (bijv. een kantoorgebouw)
CC1	**Geringe** gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, of **kleine** of **verwaarloosbare** economische, sociale of gevolgen voor de omgeving	Gebouwen voor de landbouw waar mensen normaal niet verblijven (bijv. opslagschuren, tuinbouwkassen)

Tabel 2.2 Gevolgklassen in de Eurocode (tabel B1, Bijlage B bij NEN-EN 1990)

2.2.2 Totale belastingfactoren bij keuze CC3 als minimum eis

Wanneer, met het van kracht worden van de nieuwe Eurocodes vastgehouden wordt aan het ongeschreven beleid dat tenminste voldaan wordt aan eisen volgens de hoogste veiligheidklasse, dan heeft dat consequenties voor de belastingfactoren. Immers, de vereiste betrouwbaarheidsindex voor de hoogste veiligheidsklasse in de Eurocode (CC3) is aanzienlijk groter dan in de NEN 6700.

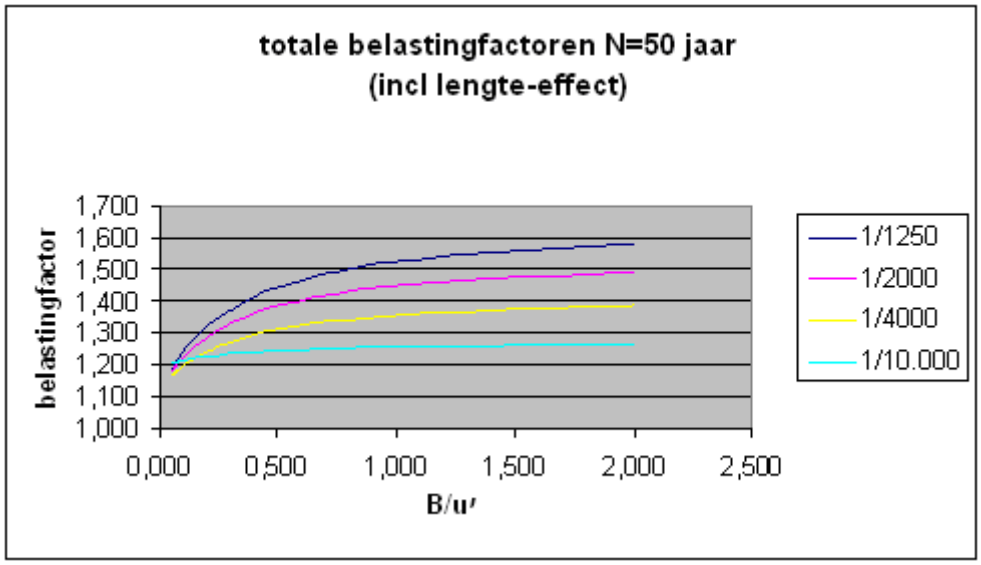
Met deze betrouwbaarheidsindex, gekoppeld aan een referentieperiode van 50 jaar, kunnen we met behulp van de stappen in paragraaf 2.1.4 nieuwe belastingfactoren berekenen. In de figuren 2a en 2b zijn deze weergegeven.



Figuur 2a: Belastingfactoren op vervalbelastingen conform de LK, uitgaande van de vereiste betrouwbaarheids-index β_{50} bij een referentieperiode van 50 jaar met als randvoorwaarden dat de belastingfactor niet kleiner is dan:

1) de belastingfactor die volgt uit de vereiste betrouwbaarheidsindex β_{10} bij een referentieperiode van 10 jaar en

2) de belastingfactor die volgt uit de Eurocode β_{EC} =4,3 in combinatie met een referentieperiode van 50 jaar



Figuur 2b: Als figuur 2a, maar inclusief verdiscontering van lengte-effect (dat wil zeggen 10% toeslag op de vereiste betrouwbaarheidsindices β_{50} en β_{10})

In figuur 2a zien we dat, t.o.v. figuur 1a, voor alle normfrequenties 1/1250 tot 1/10000 de belastingfactoren, voor een deel van de B/u' verhoudingen sterk, toenemen, als gevolg van de nieuwe minimumeis (β_{50} = *4,3*). In figuur 2b zien we, t.o.v. figuur 1b, hetzelfde, met uitzondering van de kleinste normfrequentie, 1/10000. Dit omdat bij die normfrequentie de eis conform de Waterwet maatgevend blijft, als er lengte-effect verdisconteerd wordt.

Net als in de oude systematiek van de LK, zou ook nu een 'eenvoudige' methode, bestaande uit één algemeen toepasbare belastingfactor, kunnen worden aangehouden. Deze belastingfactor moet dan ca. 1,5 worden (was 1,25).

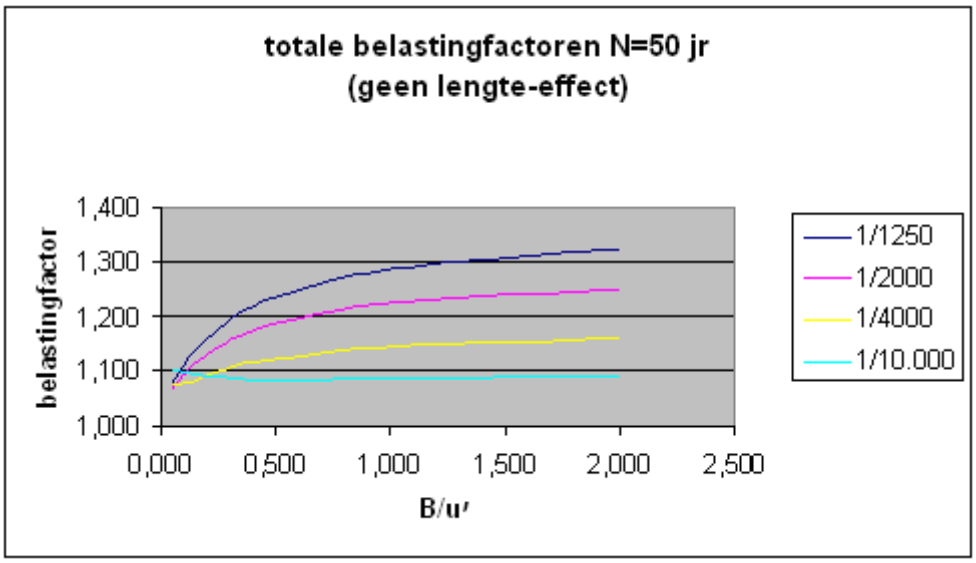
De belastingfactoren moeten worden toegepast op bij de waterstanden met normfrequenties berekende vervalbelastingen en in combinatie met de materiaalfactoren in de Eurocode en Nationale Annex. Deze materiaalfactoren zijn overigens dezelfde als in de NEN 6700[5].

Ook hier kan aangetoond worden dat de keuze van de planperiode, 50 of 100 jaar, geen invloed heeft op de berekende totale belastingfactoren. Vergelijking van de figuren 2a en 2b laat tevens zien dat verdiscontering van het lengte-effect nu nauwelijks een rol speelt. Dit komt doordat de (minimaal vereiste) betrouwbaarheidsindex uit de Eurocode (van 4,3) voor het overgrote deel maatgevend is en hierbij speelt lengte-effect geen enkele rol.

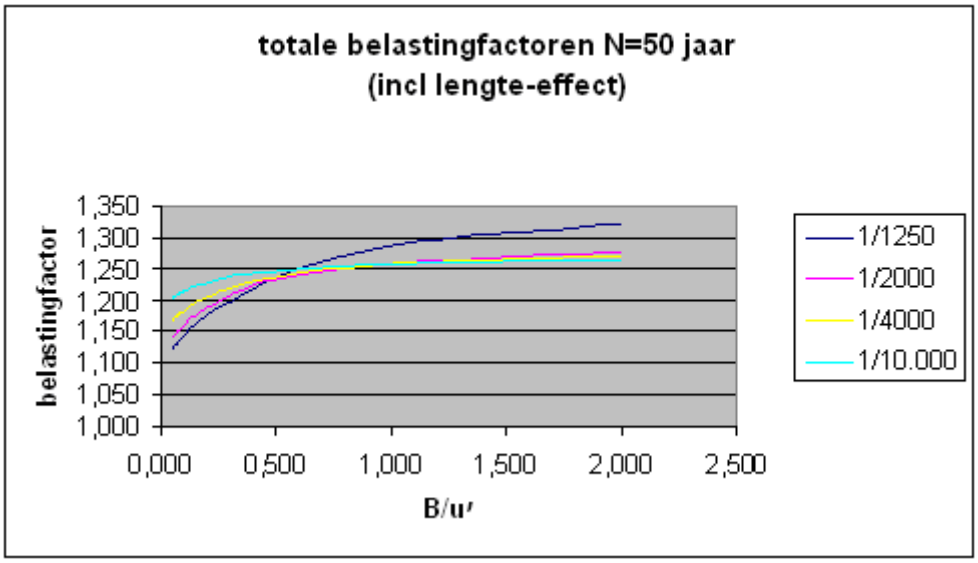
2.2.3 Totale belastingfactoren bij keuze voor CC2 als minimumeis

Bij deze keuze is de minimumeis aan de betrouwbaarheidsindex β= *3,8* (zie tabel 2.1). In de figuren 3a en 3b zijn de daarbij behorende belastingfactoren weergegeven.

[5] *De hogere betrouwbaarheidsindex (CC3 van de Eurocode) ten opzichte van de NEN wordt in de Nationale Annex bij benadering verdisconteerd door een toeslag van 10% op de theoretisch benodigde belastingfactoren. In de analyse hier wordt die toeslag (theoretisch correct) meegenomen m.b.v. de (exponentiële) correctieterm in vergelijking (4)*



Figuur 3a: Belastingfactoren op vervalbelastingen conform de LK, uitgaande van de vereiste betrouwbaarheids-index β_{50} bij een referentieperiode van 50 jaar met als randvoorwaarden dat de belastingfactor niet kleiner is dan
1) de belastingfactor die volgt uit de vereiste betrouwbaarheidsindex β_{10} bij een referentieperiode van 10 jaar en
2) de belastingfactor die volgt uit de Eurocode β_{EC} =3,8 in combinatie met een referentieperiode van 50 jaar



Figuur 3b: Als figuur 3a, maar inclusief verdiscontering van lengte-effect (dat wil zeggen 10 % toeslag op de vereiste betrouwbaarheidsindices β_{50} en β_{10})

De belastingfactoren in de figuren 3a en 3b zijn, met name voor de 1/1250^{e} normfrequentie enigszins groter dan in de figuren 1a en 1b. Voor de ‘eenvoudige methode’ neemt de belastingfactor ten opzichte van de NEN 6700 iets toe, namelijk tot 1,30. De toename van de belastingfactoren is aanzienlijk minder dan bij toepassen van CC3 uit de Eurocode als minimumeis.

Om die reden zou overwogen kunnen worden, om bij het stellen van de nevenvoorwaarde niet, of niet in alle gevallen, uit te gaan van de CC3 in de Eurocode, maar van CC2.

Die keuze zou een wijziging van het (ongeschreven) beleid zijn. De rechtvaardiging zou moeten voortkomen uit de vraag of de nieuwe eis in de Eurocode het 'rechtzetten' van algemeen te lage veiligheidseisen in de NEN 6700 betreft, of het toevoegen van een nieuwe klasse, speciaal voor constructies, waarvan het bezwijken zeer grote maatschappelijke en/of materiële consequenties met zich meebrengt. Kijkend naar tabel 2.1 lijkt dit laatste het geval te zijn. Een aanzienlijk deel van de constructies, waarvoor vroeger een betrouwbaarheidsindex van 3,6 werd vereist, zit nu in CC2 van de Eurocode. De meeste, zo niet alle, waterkerende kunstwerken zullen normaliter onder die veiligheidsklasse vallen.

Een nadere consequentieanalyse, namelijk het doorrekenen van praktijkvoorbeelden, zoals bedoeld in activiteit 4, kan mogelijk nog wel aanleiding zijn om af te zien van zo'n beleidswijziging, als zou blijken dat de hogere veiligheidseis een aanvaardbare toename van kosten met zich meebrengt.

2.2.4 Minimale belastingfactoren i.v.m. onzekerheden rekenmodellen belastingeffecten

De Eurocode schrijft in beginsel het gebruik van een belastingfactor voor, die ook onzekerheden in het rekenmodel voor de berekening van belastingeffecten verdisconteert; zie het rapport betreffende activiteit 2, genoemd in voetnoot 2 bij paragraaf 1.3. Doorgaans is bij vervalbelastingen bij extreme buitenwaterstanden de verdisconteerde onzekerheid over deze belastingen, via de ontwerpwaarden, zo groot dat combineren met nog eens een rekenmodelonzekerheid praktisch weinig verschil maakt. Alleen wanneer onzekerheden ten aanzien belastingen door buitenwaterstand of golven klein zijn is een benodigde additionele verdiscontering van rekenmodelonzekerheden van belang.

In het rapport betreffende activiteit 3, zie voetnoot 3 in paragraaf 1.3, is aangetoond dat hieraan voldaan kan worden door bij het aflezen van de grafieken in de figuren 2a, 2b, 3a en 3b uit te gaan van een minimale waarde van *B/u'* van *0,10.*

3 Conclusies, aanbevelingen en aandachtspunten bij herziening LK

3.1 Conclusies

Eisen voor constructieve veiligheid van waterkerende kunstwerken in primaire waterkeringen zijn vastgelegd in de Leidraad Kunstwerken. Deze eisen zijn gerelateerd aan veiligheidsniveaus in de Waterwet. Rijkswaterstaat hanteert als neveneis dat daarbij ook ten minste voldaan moet worden aan de eisen van de hoogste veiligheidsklasse in de algemene regelgeving voor veiligheid van bouwconstructies. Dit is ongeschreven beleid.

Tot vóór het van kracht worden van de Eurocode (en de Nationale Annex) was de algemene regelgeving vastgelegd in de NEN 6700. Eisen aan constructieve betrouwbaarheid van waterkerende kunstwerken die voortkomen uit de Waterwet bij alle veiligheidsniveaus waren, uitgezonderd het 1/250^{e} niveau voor de Maaskaden en het 1/500^{e} niveau voor dijkring 40, strenger dan in de NEN 6700. Met het van kracht worden van de Eurocode is dat echter niet meer het geval. In de Eurocode is een hoogste veiligheidsklasse ingevoerd, waarin de eis voor constructieve veiligheid beduidend hoger is dan in de NEN 6700.

De strengere eisen die voortkwamen uit de Waterwet, ten opzichte van de NEN 6700, zijn in de TAW Leidraad Kunstwerken vertaald in een extra belastingfactor op de (effecten van) hydraulische belastingen onder maatgevende omstandigheden. Belastingeffecten bij het optreden van maatgevende hydraulische belastingen, vermenigvuldigd met die belastingfactoren kunnen dan als rekenbelastingen worden opgevat, die, in combinatie met materiaalfactoren (op de constructiesterkte) in de NEN 6700, een ontwerp leveren, dat minimaal de vereiste constructieveiligheid heeft.

Ten behoeve van een later uit te voeren inventarisatie van de consequentie van het van kracht worden van Eurocode is onderzocht hoe de belastingfactoren veranderen. De materiaalfactoren in de Nationale Annex bij de Eurocode zijn ongewijzigd gebleven ten opzichte van de NEN 6700. De conclusies van dit onderzoek zijn als volgt.

Wanneer uitgegaan wordt van het (ongeschreven) beleid dat ten minste voldaan moet worden aan de hoogste veiligheidklasse (Gevolgklasse CC3), dan impliceert de Eurocode dat de belastingfactoren in de Leidraad Kunstwerken aanzienlijk moeten worden verhoogd.

Dit geldt voor waterkerende kunstwerken in dijkringen met alle normfrequenties, uitgezonderd 1/10.000, wanneer lengte-effect verdisconteerd moet worden. De figuren 1a en 1b in dit rapport geven de oude belastingfactoren en de figuren 2a en 2b de nieuwe (1a en 2a zonder lengte-effect, 1b en 2b met lengte-effect). Naast de normfrequentie en het al dan niet behoeven verdisconteren van lengte-effect, zijn de belastingfactoren afhankelijk van een statistische parameter, die de variatie van vervalbelasting karakteriseert (B/u', waarbij u de liggingparameter is van de Gumbel verdeling en B de decimeringhoogte).

Deze veiligheidsklasse in de Eurocode geldt voor bouwconstructies, waarbij bij bezwijken grote aantallen slachtoffers zouden kunnen vallen en/of de economische schade zeer groot is. Wanneer het genoemde beleid zou worden versoepeld en gekozen kan worden voor Gevolgklasse CC2 in de Eurocode, dan nemen de belastingfactoren in de Leidraad Kunstwerken iets toe. In de figuren 3a en 3b zijn de nieuw belastingfactoren weergegeven.

Deze veiligheidsklasse komt, qua eis aan de constructieveiligheid bijna overeen met de hoogste veiligheidsklasse in de NEN 6700.

In de Leidraad Kunstwerken is een eenvoudige methode ingevoerd, waarbij één belastingfactor voor hydraulische belastingen is vastgesteld voor alle normfrequenties, waarbij wel of geen lengte-effect verdisconteerd hoeft te worden en die onafhankelijk is van de verhouding *B/u'*. Deze factor is nu 1,25. Wil men in de nieuwe situatie ook zo'n eenvoudige benadering, dan moet die factor verhoogd worden tot 1,5, als gevolgklasse CC3 van de Eurocode van toepassing is. Wordt gekozen voor gevolgklasse CC2, dan is de toename kleiner; dan wordt deze belastingfactor maximaal 1,30.

Deze belastingfactoren worden gebruikt in combinatie met materiaalfactoren in de Nationale Annex bij de Eurocode. Deze materiaalfactoren zijn gelijk aan die in de NEN 6700.

Voor bestaande waterkerende kunstwerken heeft een eventuele verhoging van de belastingfactoren in de Leidraad Kunstwerken geen gevolg. Voor de periodieke toetsing op (water)veiligheid, conform de Waterwet, zijn alleen de uit de Waterwet voortkomende eisen voor constructieveiligheid van toepassing. De algemene regelgeving (zowel NEN 6700 als Eurocode) vereist (normaliter) geen toetsing van bestaande bouwconstructies. Voor toetsing van bestaande bouwconstructies is echter wel regelgeving in voorbereiding.

3.2 Aanbevelingen / advies

De primaire vraag voor de voorliggende studie was (zie paragraaf 1.1), hoe uitgaande van de (opzet in de) bestaande LK, een aansluiting aan de Eurocode kan worden gerealiseerd, vergelijkbaar met de aansluiting aan de NEN 6700 die er nu is.

Wanneer vastgehouden wordt aan het beleid dat voor (primaire) waterkerende kunstwerken minimaal de hoogste veiligheidsklasse van de algemene regelgeving geldt, dan wordt die aansluiting gerealiseerd door gebruik te maken van de paragraaf 2.2.2. afgeleide belastingfactoren: in de figuren 2a en 2b, of de 'eenvoudige' belastingfactor van 1,5.

Aanbevolen wordt om dit beleid te evalueren. De hoge betrouwbaarheidseis in de Eurocode komt niet voort uit inzicht dat de betrouwbaarheidseisen in de NEN 6700 'overall' te laag waren, maar is toegevoegd als extra veiligheidsklasse voor bouwconstructies waarvan het bezwijken zeer grote maatschappelijke impact heeft. Overwogen moet worden of wel alle waterkerende kunstwerken in die veiligheidsklasse moeten vallen. Temeer omdat de eisen die uit de Waterwet normen worden afgeleid vaak minder streng zijn, terwijl bij het vaststellen van die normen de maatschappelijke impact is meegewogen.

Aanbevolen wordt ook om de materiële consequenties van aanpassing van de belastingfactoren nader te inventariseren aan de hand van doorrekenen van praktijkcases. Aan de hand van zo'n inventarisatie kan mede beoordeeld worden of het wenselijk is het huidige beleid te handhaven, dan wel te herzien.

3.3 Andere aandachtspunten bij herziening van de Leidraad Kunstwerken

Lopende activiteit 1 van deze korte studie zijn aandachtspunten naar voren gekomen, die niet direct bij de huidige vraagstelling passen, maar wel relevant zijn bij de beoogde herziening van de Leidraad Kunstwerken in 2012. Dit betreft:

1. Nagegaan moet worden of, en hoeveel, correctie op de afgeleide belasting-factoren nodig is, ingeval de belastingeffecten sterk niet-lineair evenredig zijn met

het verval. Dit pleit overigens voor een werkwijze waarbij niet met belastingfactoren wordt gewerkt die toegepast worden op berekende belastingen of belastingeffecten bij de ‘norm’ waterstand, maar direct met ‘ontwerp’ waterstanden. Dit komt bij activiteit 3 van de onderhavige studie aan de orde.

2. In dit rapport is uitgegaan van de ISO gestandaardiseerde invloedscoëfficiënten voor belasting en sterkte. Dit is conform de werkwijze in de LK nu. Maar niet zeker is of dat onder alle omstandigheden voldoend veilige belastingfactoren, of ontwerpwaarden van waterstanden, levert. In het kader van activiteit 3 zal hier ook nog naar gekeken worden, voor zover de budgettaire projectruimte dit toestaat, maar mogelijk is een uitgebreider studie nodig.
3. In de LK is als opzet voor een dijkvakbenadering gekozen. Gezien het streven om te komen tot een overstromingskans gestuurd ontwerp- en toetsinstrumentarium, is het zeer wenselijk om bij een herziening van de LK de ringbenadering als uitgangspunt te kiezen. Hierbij hoort een opdeling van de faalkansruimte per kunstwerk over aan de faalkans bijdragende mechanismen (faalkansbegroting) en relateren van faalkansruimte per kunstwerk aan de toelaatbare overstromingskans per dijkring of dijkringdeel.

A Achtergrondinformatie

A.1 Veiligheidsfilosofie NEN 6700 serie (TGB)

In de NEN 6700 en de Eurocode worden veiligheidseisen op generiek niveau geformuleerd in termen van de na te streven betrouwbaarheidsindex. In beginsel is die onafhankelijk is van de ontwerplevensduur (referentieperiode). Voor veiligheidsklasse 3 is de betrouwbaarheidsindex dus altijd 3,6, ongeacht of de referentieperiode 20, 50 of 100 jaar is. Bij een “betrouwbaarheidsindex ongeacht de referentieperiode” zijn de faalkansen op jaarbasis kleiner voor grotere referentieperioden en groter naarmate de referentieperiode kleiner is. Dit is bij benadering optimaal vanuit een economisch perspectief. De standaardreferentieperiode is 50 jaar, daar zijn de belasting- en materiaalfactoren op uitgelijnd.

In de praktijk werkt de constructeur niet met betrouwbaarheidsindices maar partiële factoren en karakteristieke belastingen. Omdat de betrouwbaarheidsindices onafhankelijk zijn van de levensduur zijn ook de partiële factoren onafhankelijk van de referentieperiode. Het verschil komt tot uiting in de keuze van de karakteristieke waarden voor de variabele belasting. Uitgegaan wordt van de waarde die gemiddeld eenmaal in de ontwerplevensduur wordt overschreden. Die wordt dus hoger bij grotere referentieperioden en daarmee ontstaan voor grotere referentieperioden zwaarder gedimensioneerde constructies.

Voor hele korte referentieperioden kan dit leiden tot onveilige constructies in verband met de menselijke veiligheid. In NEN6700 is ervoor gekozen dit niet te laten resulteren in een grotere betrouwbaarheidsindex voor kleine referentieperioden, maar in de eis dat voor de veiligheidsklassen 2 en 3 de referentieperiode niet kleiner mag worden gekozen dan 15 jaar.

A.2 Eisen volgens de Waterwet en neerslag in de LK

De benadering bij waterkeringen is dat toelaatbare faalkansen worden geformuleerd als kans per jaar, gerelateerd aan het beveiligingsniveau volgens de Waterwet (en daarvóór de Wet op de Waterkering). Over de grootte van toelaatbare faalkansen in relatie tot het beveiligingsniveau is door de jaren heen veel discussie geweest (dijkvak- of dijkringfilosofie). Voor de eenvoud gaan we hier uit van de keuze, die in de Leidraad Kunstwerken is gemaakt, namelijk dat de toelaatbare faalkans per jaar voor (korte) kunstwerken 1/100ste van de beveiligingsnorm is (1/1250, …, 1/10000) is. Bij ‘lange kunstwerken’ (lengte > 100 m), moet wel met lengte-effect rekening gehouden worden. Het gaat daarbij doorgaans om dijken met harde constructies, zoals kistdammen of diepwanden. Lengte-effect wordt hierbij verdisconteerd door de vereiste betrouwbaarheidsindex voor korte kunstwerken met 10 % te vergroten.

Deze toelaatbare faalkansen per jaar leiden tot hoge vereiste betrouwbaarheidsindices. Worden die vertaald in partiële factoren voor belasting en sterkte (materiaalfactoren), dan leidt dat tot overdreven veilige constructies. De faalkans voor een willekeurig jaar komt dan wel overeen met de toelaatbare faalkans per jaar. Maar bezien over een langere periode, zeg de planperiode van 50 jaar, is de faalkans veel kleiner dan 50 keer de toelaatbare faalkans per jaar. Dat komt omdat de sterkte van de constructie (in tegenstelling tot de belasting) over die 50 jaar bijna volledig gecorreleerd is.

In de jaren negentig is, naar aanleiding van op stapel staande dure ontwerpen van kistdammen en diepwanden in dijken (o.a. bij Hardinxveld) besloten om voor harde constructies over te gaan op een langere referentieperiode dan één jaar. Bij een toelaatbare faalkans per jaar van $P_{f,\ toel}$ zou de toelaatbare faalkans in N jaar gelijk zijn aan N $P_{f,\ toel}$. Immers, de toelaatbare faalkans per jaar is faalkansruimte, die gerelateerd is aan toelaatbare overschrijdingskansen (toelaatbare overstromingskansen) per jaar, en bij beschouwing van een langere periode speelt correlatie van de sterkte geen rol. Die redenering zou er echter toe leiden dat, naarmate de referentieperiode langer gekozen wordt, de eis aan constructieveiligheid af zou nemen. En ook dat de faalkans in het eerste jaar van de levensduur van de constructie veel groter wordt dan aan de beveiligingsnorm gerelateerde toelaatbare faalkans per jaar. Om die discrepantie te beperken is door TAW-E (nu ENW-Veiligheid) als aanvullende eis geformuleerd dat de faalkans, betrokken op 10 opvolgende jaren binnen de levensduur, niet groter mag zijn dan 10 keer de aan de beveiligingsnorm gerelateerde toelaatbare faalkans per jaar.

In de (eerste versie van) de LK (1999) is de afstemming tussen de NEN 6700 en de uit de Waterwet voortkomende eisen nader uitgewerkt. Daarbij is de levensduurfactor geïntroduceerd. Dit is de bedoelde periode van 10 jaar, hoewel in de LK in beginsel de mogelijkheid wordt gegeven om hiervoor een kortere periode te kiezen. Vergelijking (4) in de hoofdtekst komt uit de LK en is bedoeld om bij de vereiste betrouwbaarheidsindices en de bijbehorende referentieperiode de benodigde belastingfactor te berekenen die in combinatie met vervalbelastingen bij MHW worden berekend. Tevens is hierin ook een correctie op de materiaalfactoren meegenomen, die nodig is als de vereiste betrouwbaarheidsindex groter is dan 3,6.
Uitgangspunt in de LK is dat de berekende vereiste betrouwbaarheidsindex in combinatie met de bijbehorende referentieperiode (via de levensduurfactor) niet tot een onveiliger ontwerp mag leiden dan volgens de hoogste veiligheidsklasse in de NEN 6700. Voor die veiligheidsklasse geldt een vereiste betrouwbaarheidsindex van 3,6 in combinatie met een referentieperiode van 50 jaar. Hierbij wordt geen lengte-effect verdisconteerd, omdat hiervan in de NEN 6700 geen sprake is.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijn Ontwerp Kunstwerken

Bijlagendocument deel B

Richtlijnen genoemd in de ROK

waarvan staat aangegeven dat ze bij RWS GPO

verkrijgbaar zijn (voor zover beschikbaar)

versie 1.3 dd 02-04-2015

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.








Bijlagendocument deel B

Richtlijnen genoemd in de ROK

waarvan staat aangegeven dat ze bij RWS GPO

verkrijgbaar zijn (voor zover beschikbaar)

versie 1.3 dd 02-04-2015

versiebeheer:

versie	Wijzigingen
1.0	Eerste uitgave 30-01-2012 beschikbare documenten
1.1	ROK Bijlagedocument deel A versie 1.1 d.d. 21-05-2012 Uitgave bij 1e erratum bij ROK versie 1.0 (tot versie 1.1); Bijgevoegde documenten zijn dezelfde en gelijk aan bijlagendocument delen A en B versie 1.0; Wijziging betreffen verbeteringen en aanpassin-gen in overzichtstabel aan het begin van de bijlagendocumenten A en B: - Aanpassing kolom omschrijving en verwijzing t.a.v. Verkeerskundige Draagconstructies (portalen en uithouders) - Nieuwe code RTD1011 (nog niet beschikbaar) voor wel bijgevoegde NBD00750 “Overgangsconstructies (stootplaten)” aan tabel toegevoegd - RTD1008 (nog niet beschikbaar) “Richtlijnen ontwerp hemelwaterafvoer” aan tabel toegevoegd
1.2	ROK Bijlagedocument deel A versie 1.2 d.d. 01-00-2013 De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd (A en B samen): - toegevoegd is RTD1009: Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen kunstwerken; versie 1.0 dd mei 2012 (werd genoemd in versie 1.1 als zijnde in voorbereiding) - vervallen is: RTD1013 Specificatie bliksem en overspannings-beveiliging - opgenomen is een nieuwe versie van RTD1014 Generieke Eisen Elektrotechnische Installaties V3.0 dd 17-12-2012 - Toegevoegd is rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten (als tijdelijk stuk tot de RTD 1008 Richtlijn ontwerp hemelwaterafvoer, gereed is) - Uit de lijst verwijderd: RTD1016 Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten, en schermen op bruggen en viaducten (was nog niet beschikbaar, de verschillende onderwerpen staan in de ROK zelf)
1.3	ROK Bijlagedocumenten versie 1.3 d.d. 02-04-2015 De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd (A en B samen): - NBD00100 Eisen handelsproducten is vervangen door RTD 1018 Handelsproducten zoals toegepast in werktuigbouwkundige installaties van kunstwerken - NBD00500 Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen is vervangen door RTD 1019 met gelijke naam - NBD00639 eisen staalkabels is vervangen door RTD 1020 met gelijke naam - NBD00750 Overgangsconstructies (stootplaten) is vervangen door RTD 1011 eisen Stootplaten - NBD10201 Epoxy slijtlagen op staal is vervangen door RTD 1015 Eisen voor kunststof slijtlagen - Meerkeuzematrix voegovergangen is omgezet naar RTD 1007-1 - NBD00400 en 00710 mbt voegovergangen zijn aangepast en samengevoegd tot RTD 1007-2 - RTD 1007-3 Geluidseisen voor voegovergangen, nieuwe versie - RTD 1007-4 Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies, toegevoegd - RTD 1012 Eisen voor brugopleggingen, nieuwe versie - RTD 1002 Hydrofoberen van beton, nieuwe versie - RTD 1022 Richtlijn veiligheidsschermen, nieuwe RTD - Toegevoegd is document Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden 1204875-002-GEO-0008, Deltares, 2012

Overzicht bijgevoegde documenten:

Geel = document is bijgevoegd
Rood = document is nog niet beschikbaar (er kan een vervangend geel document zijn)
Paars = oude benaming van een naar RTD omgeschreven document

Dit bijlagendocument bestaat uit 2 delen (A en B). In de tabel is aangegeven in welke deel een document zich bevindt.

Norm/document	**Nieuwe code**	**Omschrijving/verwijzing**	**Dat.**	**In Pdf**	**deel**	**Opm**
Verkeerskundige draagconstructies (Portalen en Uithouders)		Voor de documenten "Componentspecificatie Verkeerskundige draagconstructies (VDC)" en "Verkeerskundige draagconstructies (VDC's), Beschrijving standaard RWS Verkeerskundige Draagconstructies" incl. bijlagen wordt verwezen naar de site http://www.rijkswaterstaat.nl/kenniscentrum/bouwrichtlijnen infrastructuur/portalen/		Nee		
NBD00100	RTD 1018	Eisen handelsproducten	2014	Ja	A	
NBD00500	RTD 1019	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen	2014	Ja	A	
NBD00639	RTD 1020	Eisen staalkabels	2014	Ja	A	
NBD00730	RTD 1010	Standaarddetails voor betonnen bruggen, versie 1.1	2009	Ja	A	2
NBD00750	RTD1011	Eisen stootplaten	2014	Ja	A	~~7~~
NBD06000	Nvt	Eisen voor hydraulische bewegingswerken	2005	Ja	A	
NBD09799	Nvt	Eisen kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw	2001	Ja	A	
NBD10005	Nvt	Eisen conservering stalen en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken	2005	Ja	A	
NBD10201	RTD 1015	Eisen voor kunststof slijtlagen	2014	Ja	A	
NBD10300	Nvt	Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)	2010	Ja	A	
NBD16312(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)	2011	Ja	A	
NBD16325(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting	2006	Ja	A	
NBD16365(informatief)	Nvt	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting	2006	Ja	A	
1204875-002-GEO-0008	Nvt	Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1: Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden, Deltares, 2012	2012	JA	A	
Meerkeuzematrix Voegovergangen	RTD 1007-1	Meerkeuzematrix voegovergangen	2013	Ja	B	~~3~~
NBD00400 NBD00710	RTD 1007-2	Eisen voor voegovergangen (versie 3)	2014	Ja	B	~~4~~
NBD00401	RTD 1007-3	Geluidseisen voegovergangen	2013	Ja	B	
RTD 1007-4		Richtlijnen voor flexibele voegovergang-constructies	2013	Ja		
SCON-2007-337-TCE	Nvt	Code of Practice metaalconservering RWS	2008	Ja	B	
SCON-2008-683-TCE	Nvt	PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008. *Eisen, testmethoden, nu en*	2008	Ja	B	

Norm/document	Nieuwe code	Omschrijving/verwijzing	Dat.	In Pdf	deel	Opm
		in de toekomst, deelrapport 2,Voorlopige systeemeisen, incl. bijlage 1A en 1B: De testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw (1A) of onderhoud (1B)				
OGOS-500-TRL	Nvt	Eisen thermische spuitlagen: Eisendeel	2010	Ja	B	
OGOS-501-TRL	Nvt	Eisen thermische spuitlagen: Handreiking	2010	Ja	B	
RTD 1009	Nvt	Richtlijn asfalt op KunstWerken	2012	Ja	B	
NBD00702A incl. losse bijl. belastingcombinaties	RTD 1012	Eisen voor brugopleggingen	2015	Ja	B	
~~RTD1013~~	~~Nvt~~	~~Specificatie Bliksem- en overspanningsbeveiliging V1.1a~~	~~2010~~	~~Ja~~	~~B~~	9
RTD 1014	Nvt	Generieke eisen elektrotechnische installaties V3.0	2012	Ja	B	
~~Diversen tekeningen mbt stalen stepbarrier genoemd in 13.12~~	~~Nvt~~	~~voor tekeningen stalen stepbarrier~~	~~2012~~	~~Ja~~	~~B~~	9
CTO 3L10314254	Nvt	voorschrift NS d.d. 840807	1984	Ja	B	
RTD 1002	Nvt	Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2 (versie 2)	2014	Ja	B	~~5~~
RTD 1003	Nvt	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen van vaste bruggen	Nvt	Nee		6
RTD 1004	Nvt	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten	Nvt	Nee		6
RTD 1005	Nvt	Beste practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten	Nvt	Nee		6
~~RTD 1016~~	~~Nvt~~	~~Voertuigkeringen, leuningen, lichtmasten en schermen op bruggen en viaducten~~	~~Nvt~~	~~Nee~~		9
rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten	RTD 1008	RTD Richtlijnen ontwerp hemelwaterafvoer is in voorbereiding, tot gereedkomen is genoemd document van toepassing	1990	Ja	B	8
RTD 1022	Nvt	Richtlijn veiligheidsschermen	2015	Ja	B	

Opmerking:

1. ~~Opmerking vervallen~~
2. Document RTD 1010 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de NBD-versie 1.1 van 2009
3. ~~Document RTD 1007-1 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de versie 4 van 12-04-2010~~
4. ~~RTD 1007-2 wordt een samenvoeging en actualisatie van de NBD00400 en NBD710. Laatst genoemde documenten bijgevoegd~~.
5. ~~RTD 1002 is inhoudelijke gelijk aan het eerder uitgegeven document met dezelfde titel met versienr. 2011-1, d.d. 11-01-2011~~
6. Document wordt thans opgesteld. Er bestaat geen vervangend document.
7. ~~Document RTD 1011 wordt thans opgesteld/aangepast. Bijgevoegd is de NBD00750~~
8. rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten is van toepassing totdat RTD 1008 Richtlijn ontwerp hemelwaterafvoer gereed is
9. document vervallen

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Hydrofoberen van beton,

Aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2

Doc.nr.:	RTD 1002
Versie:	2.0
Status:	Definitief
Datum:	03-07-2014

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.

Hydrofoberen van beton

RTD 1002

Datum	03-07-2014
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	03-07-2014
Status	Definitief
Versienummer	2.0

Voorwoord

In deze RTD worden, als aanvulling op NEN-EN 1504-2, eisen gesteld aan het hydrofoberen van beton

Algemeen
In Nederland wordt door Rijkswaterstaat vanwege duurzaamheideisen hoofdzakelijk gebouwd met beton dat is gemaakt met CEM III/B met een wcf van 0,45. Daarom eist Rijkswaterstaat dat de werking van een hydrofobeermiddel aangetoond moet worden op deze in Nederland gangbare beton en heeft aanvullend op NEN-EN 1504-2 eisen geformuleerd. In hoofdlijn is de aanvullende eis dat de testen beschreven in NEN-EN 1504-2 uitgevoerd dienen te worden op proefstukken gemaakt met CEM III/B in plaats van CEM I.
Een extra eis betreft de hittebestendigheid van het hydrofobeermiddel, noodzakelijk als het beton later op temperatuur wordt belast door warm ($\pm 180^{o}$ C.) asfalt. Dit is bij viaducten en bruggen een veel voorkomende situatie. Deze eis komt niet in NEN-EN 1504-2 voor.
De exacte details en eisen voor het uitvoeren van de aanvullende proeven zijn hieronder toegelicht. Indien een proef of detail niet wordt genoemd in de onderstaande tekst moet de methode van NEN-EN 1504-2 worden gevolgd met als enige verschil dat de proefstukken vervaardigd zijn met CEM III/B volgens onderstaande mengselbeschrijving.

N.B. Deze testen zijn *aanvullend* op NEN-EN 1504-2 en zijn dus geen vervanging van de daarin opgenomen testen.

Met deze RWS Richtlijn vervalt het rapport BSW 93-26 ‘Aanbeveling voor de keuring van hydrofobeermiddelen voor beton volgens de eisen van de Bouwdienst Rijkswaterstaat’ (dec. 1993).

Mengselsamenstelling
De proeven moeten worden uitgevoerd op een betonmengsel met samenstelling C (0,45) volgens NEN-EN 1766, waarbij het in de norm vereist cement CEM I 42,5 R moet worden vervangen door CEM III/B 42,5 N. C (0,45) is de aanduiding voor een mengsel met 360 kg/m^3 cement en een wcf van 0,45. De maximale korrelgrootte is 20 mm. De korrelverdeling moet zodanig zijn dat de voorgeschreven sterkte-eisen worden gehaald. De voorgeschreven gemiddelde 28-daagse kubusdruk sterkte is (50±5) N/mm^2.

Opmerking 1: In afwijking van bovenstaande hoeft er geen onderzoek te worden gedaan naar de vorst-dooizoutbestandheid en de alkalibestandheid van het hydrofobeermiddel op beton met CEM III/B cement, mits dit onderzoek conform NEN-EN 1504-2 is uitgevoerd aan beton met CEM I cement.

Opmerking 2: Er worden geen aparte eisen gesteld aan hydrofobeermiddelen voor vliegasbeton. Op jonge leeftijd (tot 91 dagen) zal het beton vrij poreus zijn waardoor het hydrofobeermiddel gemakkelijk kan indringen. Op een grotere ouderdom (vanaf 91 dagen) zal het beton ongeveer net zo dicht zijn als beton gemaakt met hoogovencement. Er kan dus worden aangenomen dat de testen op hoogovencement beton representatief zijn voor vliegasbeton.

Applicatie hydrofobeermiddel
Het is niet toegestaan om extra hydrofobeermiddel aan te brengen indien er na de voorgestelde procedure onvoldoende hydrofobeermiddel is opgenomen door een kubus. Het aanbrengen van het hydrofobeermiddel volgens de procedure van de producent en/of leverancier is toegestaan.

Bepaling indringdiepte hydrofobeermiddel
Op het gebied van indringdiepte moet het hydrofobeermiddel voldoen aan de volgende eisen:

- De indringdiepte van het hydrofobeermiddel in de proefstukken met een mengselsamenstelling volgens C (0,45) met CEM III/B moet voldoen aan twee eisen:
  - De indringdiepte moet op alle punten van het behandelde oppervlak tenminste 1 mm bedragen.
  - De gemiddelde indringdiepte per proefstuk over het gehele behandelde oppervlak moet minimaal 2 mm zijn.
- De indringdiepte van de proefstukken met een mengselsamenstelling volgens C (0,70) met CEM I 42,5 R of CEM III/B moet voldoen aan de eis voor “class II” zoals deze is gedefinieerd in NEN-EN 1504-2.

De gemiddelde indringdiepte moet worden bepaald door vier metingen uit te voeren op één proefstuk met een nauwkeurigheid van 0,5 mm. Een gespleten kubus telt vier indringvlakken voor het hydrofobeermiddel, in het midden van ieder van de vier vlakken moet een meting worden genomen. Deze proef moet op drie verschillende kubussen worden uitgevoerd. Iedere afzonderlijke kubus moet voldoen aan de gestelde eisen met betrekking tot de indringdiepte.

Verdampingsnelheid van gehydrofobeerd beton
Het hydrofobeermiddel moet voldoen aan de eisen voor “class I”.

Hitte bestendigheid hydrofobeermiddel
<u>Inleiding</u>
Indien het hydrofobeermiddel wordt gebruikt op een werk waar ook asfalt wordt aangebracht moet de hittebestendigheid van het hydrofobeermiddel vooraf worden aangetoond. Deze beproeving wordt uitgevoerd door bij de waterabsorptieproef (NEN-EN 13580) 3 extra kubussen op te nemen in de proevenserie in aanvulling op de 9 kubussen in deze proevenserie. De extra kubussen hebben dezelfde mengselsamenstelling als de kubussen voor de waterabsorptieproef. Deze drie kubussen moeten behandeld worden met hydrofobeermiddel volgens het regime “aanbrengen hydrofobeermiddel” beschreven in de proefbeschrijving van de waterabsorptieproef. Het is niet toegestaan om extra hydrofobeermiddel aan te brengen indien er na de voorgestelde procedure onvoldoende hydrofobeermiddel is opgenomen door een kubus. Het aanbrengen van het hydrofobeermiddel volgens de procedure van de producent en/of leverancier is toegestaan.

Testprocedure

De proef begint 14 dagen na behandeling met het hydrofobeermiddel. Dit sluit aan bij de gevolgde procedure voor de normale absorptieproef. De drie kubussen worden gedurende 30 minuten in een voorverwarmde oven geplaatst bij 160°C. Na afkoeling worden de kubussen onder een laag van (25 ± 5) mm gedestilleerd water (geleidbaarheid < 50 µS) geplaatst. De kubussen worden gewogen voordat deze in het water worden geplaatst (massa = i_1). De behandelde kubussen worden na 24 uur uit het water gehaald. Vervolgens worden de oppervlakken afgedroogd en worden de kubussen opnieuw gewogen (massa = i_2).

Met behulp van de onderstaande formule wordt de absorptieratio van het verhitte behandelde beton ten opzichte van het niet verhitte onbehandelde beton berekend:

$$AR = \frac{I_{tm}}{I_{um}} \cdot 100\%$$

Waarbij I_{tm} de gemiddelde waarde is van de waterabsorptie van de behandelde verhitte kubussen:

$$I_{tm} = \frac{i_2 - i_1}{\sqrt{24} \cdot 0{,}06} \left[\frac{g}{h^{0,5} m^2} \right]$$

I_{um} is de gemiddelde waterabsorptie van onbehandelde kubussen; deze is reeds bepaald als referentie voor de onverhitte waterabsorptie.

Eis

De absorptieratio moet < 30% nadat de kubussen beproefd zijn op hittebestendigheid.

Versie beheer

versie	**datum**	**aanpassing**
1, 2011	11-01-2011	N.v.t., 1e versie van deze richtlijn
2, 2014	03-07-2014	Opmerking 1 aangepast: proef m.b.t. alkalibestandheid toegevoegd. Algemeen: Met enkele taalkundige aanpassingen is de leesbaarheid verbeterd.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen (met factsheets)

Doc.nr.:	RTD 1007-1
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	1-4-2013

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen

(met factsheets)

RTD 1007-1

Datum 1-4-2013
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-04-2013
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) 1007-1 'Meerkeuzematrix Voegovergangen' is een handreiking (géén norm) voor het kiezen van een geschikt voegovergangconcept in *objectspecifieke* situaties. Tevens bied het document uitgebreide informatie voor de beheersing van de kwaliteit en de risico's in ontwerp-, uitvoering- en beheerfase.

De RTD 1007-1 "Meerkeuzematrix Voegovergangen" moet worden gebruikt met kennis van de volgende documenten:
- RTD 1007-2 'Eisen voor Voegovergangen'
- RTD 1007-3 'Geluideisen voor voegovergangen'
- RTD 1007-4 'Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies'

Samen vormen deze vier documenten één samenhangend pakket

Het belang van het woord *'objectspecifiek'* is groot. Het wil zeggen dat elk kunstwerk met zijn eigen vorm, afmetingen, bodemgesteldheid, aansluitende wegverharding en dergelijke, een aparte beoordeling noodzakelijk maakt voor wat betreft het type voegovergang dat kan worden toegepast.

Om de keuze voor de juiste voegovergang mogelijk te maken geeft de RTD 1007–1 informatie over alle typen voegovergangen *("voegovergangconcepten"*) die in Nederland zijn toegepast en waar gebruikservaringen van bekend zijn. Tevens zijn in deze versie voor de volledigheid ook concepten opgenomen waar in Nederland voor zover bekend nog geen ervaringen mee zijn opgedaan. Deze concepten zijn als zodanig herkenbaar door het ontbreken van gegevens over de bewezen prestaties; slechts beperkte leverancierseigen (niet gevalideerde) informatie is opgenomen. Met het in de tijd beschikbaar komen van betrouwbare (internationale) ervaringen ten aanzien van deze concepten, worden deze factsheets in volgende versies verder uitgebreid.

Met het verschijnen van deze vijfde versie is daarmee een volgende stap gezet in het delen en borgen van de kennis van en ervaring met de diverse voegovergangconcepten. Dit is tevens één van de belangrijkste doelstelling van het "Platform Voegovergangen en Opleggingen (PVO)", het platform waar Rijkswaterstaat samen met (markt)partijen continu wil werken aan verbeteringen van producten & processen en het (door)ontwikkelen, delen en borgen van noodzakelijke specialistische kennis op het gebied van voegovergangen en opleggingen. Voor het verder doorontwikkelen van deze RTD is het van belang dat gebruikerservaringen als ook nieuwe kennis en ervaringen via het PVO worden ontsloten. Daarmee wil ik alle gebruikers dan ook oproepen optimaal gebruik te maken van dit platform.

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

Voorwoord 5

1 Inleiding 9
1.1 Algemeen: 9
1.2 Wijzigingen 9
1.3 Terminologie 10

2 Factsheets 11
2.1 Eén Factsheet per Voegovergangconcept 11
2.2 Toelichting functionele eisen met specifieke onderliggende aspecten 12
2.2.1 Bewegingsvrijheid 12
2.2.2 Mechanische weerstand tegen belasting uit de constructie 13
2.2.3 Mechanische weerstand tegen belasting uit verkeer 13
2.2.4 Gebruiksvriendelijkheid en veiligheid 13
2.2.5 Geluid 14
2.2.6 Waterdichtheid 14
2.3 RAMS-aspecten met specifieke onderliggende aspecten 14
2.3.1 Betrouwbaarheid 14
2.3.2 Beschikbaarheid 15
2.3.3 Onderhoudbaarheid 16
2.3.4 Veiligheid 16
2.4 Overige informatie 16

3 Meerkeuzematrix 18
3.1 Gebruik Meerkeuzematrix bij autosnelwegen resp. niet-autosnelwegen 18
3.2 Prestatiebeoordelingsniveau: getallen en tekens 18
3.2.1 Prestaties uitgedrukt in getallen 19
3.2.2 Prestaties uitgedrukt in tekens 19

4 Geluideisen en GeluidLabelWaarde (GLW) 21

5 Voegbewegingen 24
5.1 Brugdekbewegingen 24
5.1.1 Materiaal 25
5.1.2 Constructievorm en afmetingen 25
5.1.3 Oplegsysteem 25
5.1.4 Stijfheid van de onderbouw en de fundering 26
5.2 Bepaling horizontale voegbewegingen 27
5.3 Bepaling verticale voegbewegingen 27

6 Niet-beschikbaarheidsindex 29
6.1 Het begrip ‘Beschikbaarheid’ 29
6.2 Vast onderhoud resp. Variabel onderhoud 29
6.3 Categorie indeling uitvoeringstijd 29
6.4 Vaststellen Niet-beschikbaarheidsindex 30

7 CHECKLIST VOEGOVERGANGEN 31
7.1 Algemeen 31
7.2 Stappenplan 31

TOELICHTING BIJLAGEN 33

Bijlage 1: Meerkeuzematrix voegovergangen 35
Bijlage 2 Niet-beschikbaarheidsmatrix voegovergangen 37
Bijlage 3: CHECKLIST VOEGOVERGANGEN 39
Bijlage 4: Factsheets 42

Familie 1. Nosing joints 43
Factsheet concept 1.1a 43
Factsheet concept 1.1b 46
Factsheet concept 1.1c 49
Factsheet concept 1.2a1 52
Factsheet concept 1.2a2 55
Factsheet concept 1.2a3 58
Factsheet concept 1.2b1 59
Factsheet concept 1.2b2 62
Factsheet concept 1.3a 65
Factsheet concept 1.3b 66
Factsheet concept 1.4a1 67
Factsheet concept 1.4a2 70
Factsheet concept 1.4b 73
Factsheet Concept 1.5a 76
Factsheet concept 1.5b 79

Familie 2. Vingervoegen (cantilever joints) 82
Factsheet concept 2.1a1 82
Factsheet concept 2.1a2 85
Factsheet concept 2.1b1 88
Factsheet concept 2.1b2 91
Factsheet concept 2.2a 92
Factsheet concept 2.2b 95

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints) 97
Factsheet concept 3.1 97
Factsheet concept 3.2 100
Factsheet concept 3.3 103
Factsheet concept 3.4 105

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints) 106
Factsheet concept 4.1a 106
Factsheet concept 4.1a1 109
Factsheet concept 4.1b 110
Factsheet concept 4.1c 113
Factsheet concept 4.2 116

Familie 5. Verborgen voegovergangen (buried joints) 117
Factsheet concept 5.1 117
Factsheet concept 5.2 119
Factsheet concept 5.3 120

Familie 6. Overgangsconstructies voor integrale kunstwerken 121
Factsheet concept 6.1 121

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints) 123
Factsheet concept 7.1a1 123
Factsheet concept 7.1a2 126
Factsheet concept 7.2a1 129
Factsheet concept 7.2a2 133
Factsheet concept 7.3a1 137
Factsheet concept 7.3a2 141

1 Inleiding

1.1 Algemeen:

Op hoofdlijnen bestaat dit document uit de volgende drie onderdelen:

Onderdeel 1. Factsheets
Per voegovergangconcept is steeds één factsheet opgenomen. In de factsheet is alle relevante informatie van dat concept samengebracht zoals de productfamilie, de zes Functionele Eisen, de vier RAMS-aspecten en onderliggende aspecten.
Meer informatie over Factsheets, Functionele Eisen en de RAMS-aspecten is opgenomen in Hoofdstuk 2.

De aspecten geluid, voegbewegingen en beschikbaarheid behoeven toelichting.
Geluid: Hoofdstuk 4 is geheel gewijd aan de geluidaspecten bij voegovergangen. Onder meer wordt ingegaan op de geluidseisen en de GeluidLabelWaarde (GLW). Overigens wordt voor een goed begrip van alle geluidsaspecten verwezen naar RTD 1007-3 "Geluidseisen voegovergangen".
Voegbewegingen: In Hoofdstuk 5 wordt kort ingegaan op de brugdekbewegingen en de daaruit volgende bewegingen t.p.v. de voegovergang.
Beschikbaarheid: Hoofdstuk 6 bevat de onderbouwing van de beoordelingsniveaus van het RAMS-aspect "Beschikbaarheid". Er wordt een systematiek geïntroduceerd die leidt tot het gebruik van de zogenaamde "Niet-beschikbaarheidsindex" die is opgenomen in Bijlage 2.
De set met Factsheets is opgenomen in Bijlage 4.

Onderdeel 2. Meerkeuzematrix
In de Meerkeuzematrix zijn de prestaties en beoordelingen voor alle voegovergangconcepten overzichtelijk en verkort weergegeven per Functionele Eis en RAMS-aspect. Deze matrix kan worden gezien als een consumententabel.
In Hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de opbouw en het gebruik van de Meerkeuzematrix. De Meerkeuzematrix zelf is opgenomen in Bijlage 1.

Onderdeel 3. Checklist
Om per object tot een gefundeerde keuze voor een bepaald type voegovergang te komen wordt een checklist aangeboden. In Hoofdstuk 7 wordt het gebruik van de Checklist behandeld als brondocument voor de keuze van de meest geschikte oplossing en als input voor het ontwerp. Het format van de Checklist is opgenomen als Bijlage 4.

1.2 Wijzigingen

Voorliggende RTD 1007 - 1 'Meerkeuzematrix Voegovergangen' vervangt de gelijknamige versie van 12 april 2010.

Wijzigingen betreffen de indeling, de inhoud en de lay-out. Wijzigingen zijn onder andere het gevolg van gebruikservaring met de Meerkeuzematrix en het ontwerp, de uitvoering en het beheer van voegovergangen.

Belangrijkste wijzigingen:
- De concepten zijn waar nodig nader uitgesplitst en de nummering aangepast. Voor een volledig overzicht, zie overzicht voorin bijlage 4;
- de functionele eisen en de RAMS-aspecten zijn nader gedefinieerd en toegelicht (Hoofdstuk 2);
- het format van de factsheets is aangepast en uitgebreid met algemene informatie en aandachtspunten t.a.v. ontwerp/fabricage, uitvoering en beheer (Hoofdstuk 2);
- de toevoeging van nieuwe concepten als gevolg van geluideisen en innovatie impulsen. De gevalideerde concepten uit de prijsvraag 'Stille en Duurzame Voegovergangen' van Rijkswaterstaat zijn als nieuwe en/of gewijzigde factsheets opgenomen in de Meerkeuzematrix (Hoofdstuk 2 en 3);
- de prestatiebeoordelingsniveaus zijn in aantal teruggebracht van zes naar vier (-- , - , + , ++) en nader gedefinieerd (Hoofdstuk 3);
- de opname van de GeluidLabelWaarde (GLW). De GLW is gebaseerd op het geluidsniveau van personenvoertuigen die de voegovergang passeren, gemeten aan de bovenzijde van het kunstwerk (Hoofdstuk 4);
- informatie over het niet-beschikbaar zijn van de voegovergang als gevolg van onderhoud en vervanging (Hoofdstuk 5);
- de aanpassing/uitbreiding van de Checklist (Hoofdstuk 7);

1.3 Terminologie

In dit document wordt vrijwel overal de term *'voegovergang'* gebruikt.
In een aantal gevallen wordt de spreektaal gevolgd en de term *'voeg'* of *'voegen'* gebruikt zoals bij de productfamilies vingervoegen en mattenvoegen.

Een bepaald type voegovergang wordt in dit document aangegeven met term *'voegovergangconcept'* dan wel *'concept'*.

RTD1007-2 bevat een vrij uitgebreide lijst van veel gehanteerde termen en de bijbehorende uitleg.

2 Factsheets

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de indeling en de inhoud van de Factsheets.

Daarbij komen achtereenvolgens aan bod:
- Factsheets en voegovergangconcepten (2.1)
- Functionele Eisen (2.2)
- RAMS-aspecten (2.3)
- Overige informatie (2.4)

2.1 Eén Factsheet per Voegovergangconcept

Om de keuze voor de juiste voegovergang in een bepaald kunstwerk mogelijk te maken geeft de RTD 1007–1 informatie over alle typen voegovergangen (‘*voegovergangconcepten*’). Daartoe is voor elk voegovergangconcept een eigen factsheet opgesteld.

Er zijn zowel factsheets opgesteld van concepten waarvan de prestaties bekend zijn als van concepten waarvan de prestaties nog niet vanuit de (Nederlandse) praktijk bekend zijn. Van laatstgenoemde concepten is de informatie op de factsheet sterk gereduceerd. Het ligt in de bedoeling de informatie in toekomstige versies verder uit te breiden als er meer betrouwbare informatie beschikbaar komt.

De verkorte factsheets dienen dus niet op dezelfde wijze gebruikt te worden als de volledige factsheets! De informatie betreft in de regel een samenvatting van de algemene (niet gevalideerde) informatie vanuit de leverancier die niet gebaseerd is op Nederlandse praktijkervaringen. Alleen volledige factsheets bieden dus een voldoende basis om te komen tot een juiste keuze. Alleen deze concepten zijn dan ook opgenomen in de meerkeuzematrix in bijlage 1.

De informatie in de factsheets is enerzijds aangeleverd door producenten en anderzijds waar relevant ontleend aan expertmeningen en praktijkervaring.

<u>Indeling en inhoud factsheets</u>
In één factsheet is alle relevante informatie van één specifiek voegovergangconcept samengebracht, zoals de code van het concept, de productfamilie, de zes Functionele Eisen, de RAMS-aspecten en onderliggende aspecten.

Om de factsheets overzichtelijk te houden wordt de informatie steeds aangeboden in de volgende vier delen:

Deel 1 geeft de code van het concept en beschrijft de familie en het voegovergangconcept. Ook is een tekening en/of foto bijgevoegd.
Deel 2 beschrijft de prestaties in relatie tot de zes Functionele Eisen voor Voegovergangen (onderstaand toegelicht in 2.2).
Deel 3 beschrijft de prestaties in relatie tot de vier RAMS-aspecten (onderstaand toegelicht in 2.3).
Deel 4 geeft overige informatie en aandachtspunten m.b.t. ontwerp, fabricage, uitvoering beheer en informatie over leveranciers (onderstaand toegelicht in 2.4).
De set met Factsheets is opgenomen als <u>Bijlage 4</u>.

Voorin bijlage 4 is een overzicht opgenomen van alle concepten met hyperlinks naar de betreffende factsheets.

2.2 Toelichting functionele eisen met specifieke onderliggende aspecten

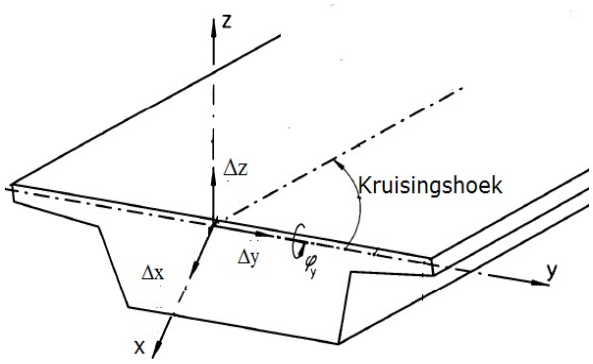
Met betrekking tot voegovergangen zijn zes functionele eisen te onderscheiden. Deze hebben betrekking op:
1. Bewegingsvrijheid
2. Mechanische weerstand tegen belasting uit de constructie
3. Mechanische weerstand tegen belasting uit verkeer
4. Gebruiksvriendelijkheid en veiligheid
5. Geluid
6. Waterdichtheid

Deze Functionele Eisen gelden voor alle concepten en worden hieronder toegelicht.

2.2.1 Bewegingsvrijheid

Functionele eis: *"Bieden van ruimte om rijdekken te laten verlengen, verkorten, verplaatsen in verticale richting en roteren ten opzichte van de steunpunten en/of rijdekken van kunstwerken."*

De in de Meerkeuzematrix en de factsheets vermelde waarden zijn de waarden ten opzichte van de neutrale stand. Deze bestaat dus uit een pluswaarde en een minwaarde.
- Δx: Verplaatsing loodrecht op de voegovergang
- Δy: Verplaatsing evenwijdig aan de voegovergang.
- Δz: Verticale verplaatsing.
- Kruisingshoek α: de scherpe hoek waaronder de voegovergang de as van de weg kruist. De langs- en dwarstranslaties van de brug moeten bij een kruisingshoek < 100 gon ontbonden worden in een waarde loodrecht op en een waarde evenwijdig aan de voegovergang.



Figuur 1: Assenstelsel t.p.v. voegovergang.

2.2.2 Mechanische weerstand tegen belasting uit de constructie

Functionele eis: "*Het opnemen van belastingen ontstaan door verplaatsing van de rijdekken van kunstwerken."*

Hieronder wordt verstaan: De mate van bestandheid tegen verplaatsing van de rijdekken zonder dat er schade aan de voegovergang en zijn bevestiging/verankering ontstaat.

2.2.3 Mechanische weerstand tegen belasting uit verkeer

Functionele eis: " *Het opnemen van door het verkeer opgewekte belastingen (statisch en dynamisch)".*

Hieronder wordt verstaan:
De mate van bestandheid tegen horizontale en verticale krachten die worden uitgeoefend op de voegovergang zonder dat er schade aan de voegovergang en zijn bevestiging/verankering ontstaat.

De weerstand die de voegovergang op de lange termijn nog kan leveren is daarin bepalend. Hierin speelt met name het aantal zware voertuigen per jaar per rijstrook een belangrijke rol. In EN-1991-2 is in tabel NB.5-4.5(n) een indeling in verkeerscategorieën gemaakt:

Tabel NB.5 – 4.5(n): Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer		
Verkeerscategorie		Aantal
1	Autosnelwegen en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	$2{,}0 \times 10^6$
2	(Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	$0{,}5 \times 10^6$
3	Wegen met weinig vrachtverkeer	$0{,}125 \times 10^6$
4	Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	$0{,}05 \times 10^6$

Niet alle voegovergangen zijn geschikt voor iedere categorie.

2.2.4 Gebruiksvriendelijkheid en veiligheid

Functionele eis: *"Waarborgen van een veilige en comfortabele passage van het verkeer".*

Hieronder wordt verstaan:
De comfort- en veiligheidsbeleving van de weggebruiker bij het passeren van de voegovergang. Deze wordt beïnvloed door de:
- Oneffenheid in de voegovergang en de aansluiting van de voegovergang op de verharding.
- Stroefheid van het oppervlak van de voegovergang.

Om verwarring met het RAMS aspect "veiligheid" te vermijden worden in de factsheets uitsluitend de termen "Oneffenheid" resp. "Stroefheid" gebruikt.

2.2.5 Geluid

Functionele eis: *"Minimaliseren van contact- en/of pulsgeluid als gevolg van het passeren van de voeg".*

Hieronder wordt verstaan: het beperken van het geproduceerde piekgeluid dat door voegtuigpassages worden veroorzaakt boven het overige geluid van wegverkeer hetgeen als hinderlijk door de omgeving wordt ervaren.

Geluidhinder kan optreden door het toepassen van een te luid type voegovergang en als voegovergangen onvlak in het wegdek zijn ingebouwd. De kans op geluidhinder neemt toe op wegvakken waar vanwege geluidbeheersing een stil wegdek (ZOAB, tweelaags ZOAB) en of geluidschermen worden toegepast. In die gevallen zal dus een "stiller" type voegovergang moeten worden toegepast.

Van elk nieuw in te bouwen concept moet op voorhand worden aangetoond dat deze in desbetreffende situatie voldoet aan de geluideis volgens RTD 1007-3 Geluideisen voegovergangen. Van elk concept in dit document is daartoe een GeluidLabelWaarde (GLW) bepaald die met 90% zekerheid niet zal worden overschreden.
Overige informatie over de geluideisen en GeluidLabelWaarde (GLW) is opgenomen in Hoofdstuk 4.

2.2.6 Waterdichtheid

Functionele eis: *"Water keren en afvoeren".*

Hieronder wordt verstaan: het vermogen van de voegovergang om water te keren c.q. af te voeren om daarmee gevolgschaden aan onderliggende constructies te voorkomen.

2.3 RAMS-aspecten met specifieke onderliggende aspecten

"RAMS" staat voor:

	R	**A**	**M**	**S**
Engels	**R**eliability	**A**vailability	**M**aintainability	**S**afety
Nederlands	Betrouwbaarheid	Beschikbaarheid	Onderhoudbaarheid	Veiligheid

Onderstaande definities zijn ontleend aan de 'Leidraad RAMS' van Rijkswaterstaat.

2.3.1 Betrouwbaarheid

Definitie: *"De waarschijnlijkheid dat de vereiste functie wordt uitgevoerd onder gegeven omstandigheden gedurende een bepaald tijdsinterval".*

Aspect: 'Levensduur'
De tijdsduur waarin de voeg, gegeven de (belasting)omstandigheden, betrouwbaar functioneert.

Van invloed op ontwerplevensduur zijn:
- de mechanische weerstand tegen optredende (veranderlijke) belastingen
- weerstand tegen slijtage (inwendig/uitwendig)
- weerstand tegen aantasting

Uitgangspunten voor het halen van deze levensduur in de praktijk zijn:
- het ontwerp is op gevalideerde wijze tot stand gekomen en de resultaten zijn geverifieerd aan de gestelde eisen.
- materialen voldoen aan de specificaties van het ontwerp
- de uitvoering (fabricage/montage) heeft plaatsgevonden volgens de geldende uitvoeringsvoorschriften en er is geverifieerd of deze in overeenstemming is met de uitgangspunten van het ontwerp
- het reguliere onderhoud plaats vindt conform de instructies van de leverancier.
- het gebruik is in overeenstemming met de uitgangspunten van het ontwerp

Er wordt onderscheid gemaakt in vervangbare en niet vervangbare delen. Vervangbare delen zijn onderdelen die zonder destructief sloopwerk vervangen kunnen worden. Niet vervangbare onderdelen zijn onderdelen die niet vervangbaar zijn zonder destructief sloopwerk.

In de factsheets is ervaringsinformatie opgenomen met betrekking tot de levensduur bij toepassing in autosnelwegen uitgaande van beperkt onderhoud, tenzij anders vermeld. Van concepten die in principe niet bedoeld zijn voor toepassing in auto(snel)wegen is, voor zover bekend, de levensduur bij toepassing in niet-auto(snel)wegen ook opgenomen.

Aspect: 'Uitvoeringsongevoeligheid'
De mate waarin het betrouwbaar functioneren van de voegovergang ongevoelig is voor uitvoeringsfouten. De uitvoeringsrisico's zijn per concept aangegeven.

Aspect: 'Slijtvastheid'
De mate van bestandheid tegen slijtage als gevolg van bewegingen en passerend verkeer.

Aspect: 'Aantastingsongevoeligheid'
De mate van bestandheid tegen chemisch-fysische aantasting.

2.3.2 Beschikbaarheid

Definitie: *"De fractie van de tijd dat de vereiste functie kan worden uitgevoerd onder gegeven omstandigheden".*

De mate waarin de voegovergang niet beschikbaar zal zijn voor verkeer wegens onderhoud aan de voegovergang. Al het onderhoud (vast en variabel) dat moet worden uitgevoerd aan de voegovergang gedurende de gehele levensduur van het kunstwerk waarbij de voegovergang niet of niet volledig kan worden gebruikt, kan worden gekwantificeerd en over de gehele levensduur van het kunstwerk (gesteld op 100 jaar) worden gesommeerd. In Hoofdstuk 6 "Niet-beschikbaarheidindex" is de systematiek hiervoor beschreven.

2.3.3 Onderhoudbaarheid

Definitie: *"De waarschijnlijkheid dat de activiteiten voor onderhoud mogelijk zijn binnen de hiervoor vastgestelde tijden, onder gegeven omstandigheden om de vereiste functie te kunnen (blijven) uitvoeren".*

Bij de beoordeling van dit aspect is ervan uitgegaan dat 'vastgestelde tijden' werkbaren uren betreffen. Werkbare uren (WBU) zijn per definitie die uren van de dag waarin de verkeersintensiteit kleiner is dan de capaciteit van het verkeerssysteem.
Binnen de WBU blijft de hinder beperkt tot enige vertraging, als gevolg van bijvoorbeeld snelheidslimieten en verkeersregelingen.

Onderscheid wordt gemaakt in:
Vast Onderhoud: het uitvoeren van regulier onderhoud om het optimaal functioneren van de voegovergang mogelijk te maken en gevolgschade te voorkomen
Variabel Onderhoud: het vervangen van vervangbare onderdelen of de gehele voegovergang in geval einde levensduur is bereikt.

2.3.4 Veiligheid

Definitie: *"Het vrij zijn van onaanvaardbare risico's in termen van letselschade aan mensen".*

Dit betreft een waardering van de gevolgen voor de veiligheid bij (onverhoopt) falen van onderdelen of de hele voegovergang al gevolg van fouten in ontwerp, uitvoering en/of beheer.

2.4 Overige informatie

De prestaties zoals aangegeven in de factsheets/Meerkeuzematrix gelden bij een kwalitatief goed ontwerp, uitvoering en beheer. De onder dit deel van de factsheet opgenomen aandachtspunten kunnen worden gelezen als belangrijke voorwaarden voor het behalen van de genoemde prestaties.

Afhankelijk van de fase (ontwerp, uitvoering, beheer) dient aan deze punten aandacht geschonken te worden.

Ontwerp
In de ontwerpfase dienen genoemde aandachtspunten op voorhand meegenomen te worden in het ontwerp als geheel, inclusief detaillering en engineering van de voegovergang. In het geval van de toepassing van reeds bestaande "standaard" oplossingen, is het aan te bevelen om de uitgangspunten van het "standaard" ontwerp te toetsen aan de hand van de objectspecifieke situatie en de consequenties van eventuele afwijkingen nader te beschouwen.

Uitvoering
In de uitvoeringsfase dienen de genoemde aandachtspunten voor de uitvoering samen met de eerder genoemde uitvoeringsrisico's verwerkt te worden in het kwaliteitsplan.

Beheer
In de beheerfase zijn genoemde aandachtspunten van belang voor het beheer- en onderhoudsplan dat als basis dient voor het verdere operationele proces van inspectie en onderhoud.

Leveranciers
Naast bovengenoemde aandachtspunten is ten slotte enige informatie gegeven over de belangrijkste of grootste leveranciers van het betreffende concept. Voor verdere informatie wordt verwezen naar de websites van deze leveranciers.

3 Meerkeuzematrix

De prestaties van alle voegovergangconcepten zijn overzichtelijk weergegeven in de 'Meerkeuzematrix Voegovergangen'. Deze is opgenomen in bijlage 1.

De Meerkeuzematrix kan worden gezien als een soort consumententabel met informatie over alle verschillende voegovergangconcepten in Nederland. Voor elk voegovergangconcept is aangegeven hoe deze scoort op de in Hoofdstuk 2 behandelde Functionele Eisen, RAMS-aspecten en onderliggende aspecten.
Met andere woorden: de Meerkeuzematrix geeft de prestatiebeoordelingsniveaus weer aan de hand van de functies (Functionele Eisen) van de voegovergang-concepten en de kwaliteit (RAMS-aspecten) van de voegovergangconcepten.

Bij de prestatiebeoordeling in de Meerkeuzematrix worden zowel getallen als tekens gebruikt Met getallen wordt bijvoorbeeld de functionele eis 'bewegingsvrijheid' aangegeven. Met tekens (--. -. +. ++) wordt bijvoorbeeld de prestatie aangegeven m.b.t. het RAMS-aspect 'Waterdichtheid'.

Vergelijking van enerzijds informatie van de gegeven object- en contractspecifieke situatie met anderzijds de informatie uit de Meerkeuzematrix leidt tot de meest geschikte voegovergangconcepten in die specifieke situatie.
Bij meerdere geschikte concepten zullen financiële en planningstechnische afwegingen uiteindelijk leiden tot de keuze van het meest gewenste concept.

3.1 Gebruik Meerkeuzematrix bij autosnelwegen resp. niet-autosnelwegen

Autosnelwegen
Het waardeoordeel in de Meerkeuzematrix betreft voegovergangconcepten in autosnelwegen. Bij de waarderingen is uitgegaan van hoge verkeersintensiviteit, maximale levensduur en beperkt onderhoud.

Niet-autosnelwegen
Toepassing van voegovergangconcepten in niet autosnelwegen kan leiden tot afwijkend (gunstiger) waardeoordeel. Een toepassing van één bepaald type voegovergang binnen de bebouwde kom kan dus zeer goed geschikt zijn, maar tegelijk zeer ongeschikt voor toepassing in een snelweg. In deze versie van dit document is dit nog niet nader uitgewerkt.

3.2 Prestatiebeoordelingsniveau: getallen en tekens

In de Meerkeuzematrix worden de prestaties van de voegovergangconcepten op twee manieren weergegeven: in getallen en in tekens.

3.2.1 Prestaties uitgedrukt in getallen

De getallen vertegenwoordigen prestaties per voegovergangconcept en onderliggende aspecten bij 'Functies voegovergangen' en 'Kwaliteit (RAMS)'. Het betreft prestaties in het licht van de volgende aspecten:

- Functionele Eis 1: 'Bewegingsvrijheid' en 'Kruisingshoek'
- Functionele Eis 5: 'Geluidlabelwaarde' (zie ook Hoofdstuk 4)
- 'Levensduur' (als onderliggend aspect bij het RAMS-aspect 'Betrouwbaarheid').

De getallen in de kolommen bewegingsvrijheid, kruisingshoek en GLW zijn verstrekt door leveranciers, ontleend aan brochures, het resultaat van onderzoek, testen en of praktijkervaring. De getallen in de kolom levensduur zijn eveneens verstrekt door leveranciers, ontleend aan constructieve analyses of het resultaat van praktijkervaring.

3.2.2 Prestaties uitgedrukt in tekens

Waardeoordeel wordt per aspect uitgedrukt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de bekende schaal zoals gebruikt in consumententests:

-- : slecht;
- : matig;
+ : redelijk;
++ : goed.

De tekens vertegenwoordigen het beoordelingsniveau van de overige onderliggende aspecten. Deze aspecten zijn nader gedefinieerd in tabel 1. In de factsheets is waar nodig, nuttig of zinvol een toelichting gegeven van het beoordelingsresultaat.

Tabel 1: beoordelingsniveaus prestaties

Aspect	-- (slecht)	- (matig)	+ (redelijk)	++ (goed)
Functionele Eis 1 Bewegingsvrijheid en kruisingshoek (GETAL)**				
Functionele Eis 2 Mechanisme weerstand tegen belasting uit de constructie	Op korte termijn schade mogelijk door opspankrachten	Op langere termijn schade waarschijnlijk door opspankrachten	Beperkte opspankrachten, weinig kans op schade	Geen opspankrachten
Functionele Eis 3 Mechanische weerstand tegen verkeersbelasting	Doorgaans geschikt voor verkeerscat 3/4 Op korte termijn schade op intensief bereden wegen (cat 1).	Doorgaans geschikt voor verkeerscat 3/4. Op middellange termijn schade op intensief bereden wegen (cat 1)	Doorgaans geschikt voor verkeerscat 1 t/m 4. Op lange termijn schade op intensief bereden wegen (cat 1)	Doorgaans geschikt voor verkeerscat 1 t/m 4. Goed bestand tegen schade op intensief bereden wegen (cat 1)
Functionele Eis 4.1 Oneffenheid	Opvallende waarneembare oncomfortabele overgang	Waarneembare onvlakke overgang	Vlakke overgang, beperkt waarneembaar	Volledig vlak, nauwelijks waarneembaar
Functionele Eis 4.2 Stroefheid	Stroefheid neemt t.o.v. de verharding sneller af en vraagt om extra onderhoud	Overeenkomstig verloop stroefheid verharding. Onderhoud gelijktijdig met verharding	Stroefheid neemt t.o.v de verharding langzamer af. Op lange termijn onderhoud nodig.	Stroefheid niet relevant i.v.m. beperkt rijoppervlak voeg. Geen onderhoud nodig
Functionele Eis 5 Geluid (GETAL)**				
Functionele Eis 6 Waterdichtheid	Op relatief korte termijn gevoelig voor lekkage; corrigeren niet mogelijk zonder vervangen hele voegovergang	Op relatief korte termijn gevoelig voor lekkage; corrigeren door vervangen onderdelen, uitvoeren reparaties	Op lange termijn lekkage mogelijk. Eenvoudig te corrigeren door variabel onderhoud	Duurzaam waterdicht, ongevoelig voor lekkage (m.u.v. mechanische schade)
RAMS Betrouwbaarheid Levensduur (GETAL)**				
RAMS Betrouwbaarheid Uitvoeringsongevoelig heid	Kwetsbaar ontwerp, hoge kans op fouten, met grote gevolgen op korte termijn	kwetsbaar ontwerp met hoge kans op fouten met gevolgen op middellange termijn	Robuust ontwerp met kans op fouten met gevolgen op lange termijn	Robuust ontwerp en lage kans op fouten en nauwelijks gevolgen
RAMS Betrouwbaarheid Slijtvastheid	gevoelig voor slijtage met grote gevolgen voor het functioneren	gevoelig voor slijtage, met beperkte gevolgen voor het functioneren	beperkt gevoelig voor slijtage, zonder gevolgen voor functioneren	Niet gevoelig voor slijtage
RAMS Betrouwbaarheid Aantasting	gevoelig voor aantasting met grote gevolgen voor het functioneren	gevoelig voor aantasting, met beperkte gevolgen voor het functioneren	beperkt gevoelig voor aantasting, zonder gevolgen voor functioneren	Niet gevoelig voor aantasting
RAMS Beschikbaarheid *	Totaalscore Niet-beschikbaarheidsindex >150	Totaalscore Niet-beschikbaarheidsindex >100 en ≤ 150	Totaalscore Niet-beschikbaarheidsindex >50 en ≤ 100	Totaalscore Niet-beschikbaarheidsindex ≤ 50
RAMS Onderhoudbaarheid - vast onderhoud - vervangen onderdelen - vervangen voegovergangen	Onderhoud niet uitvoerbaar in WBU; langdurende stremming nodig (>1 dag)	Onderhoud niet uitvoerbaar in WBU; kortdurende stremming nodig (≤1 dag)	Onderhoud uitvoerbaar in WBU, verspreid over meer dan 2 WBU interval	Onderhoud uitvoerbaar binnen 1 of 2 WBU intervallen
RAMS Veiligheid	Direct letselschade bij falen	Grote kans op letselschade bij falen	Kleine kans op letselschade bij falen	Geen letselschade mogelijk bij falen

* *Zie voor de prestatiebeoordeling m.b.t. het RAMS aspect 'Beschikbaarheid' Hoofdstuk 6 resp. Bijlage 2: 'Niet-beschikbaarheidsindex'.*

** *Functionele eis 1, Functionele eis 5, en het onderliggend aspect 'Levensduur' bij het RAMS-aspect 'Betrouwbaarheid' worden niet weergegeven met de aanduidingen --, -, +, en ++, maar met een getal. Deze getallen zijn opgenomen in de Meerkeuzematrix en in de Factsheet voor het betreffende type voegovergang*

4 Geluideisen en GeluidLabelWaarde (GLW)

Voor een goed begrip van onderstaande tekst wordt uitdrukkelijk aanbevolen om kennis te nemen van 'RTD 1007-3 Geluidseisen Voegovergangen'.

Om de geluidhinder van voegovergangen te beperken, worden aan nieuw in te bouwen voegovergangen geluideisen gesteld. Deze geluideisen worden bepaald volgens de 'RTD 1007-3 Geluideisen Voegovergangen'. Van een nieuw in te bouwen voegovergang moet op voorhand worden aangetoond dat de voegovergang in desbetreffende situatie voldoet aan de geluideis. Van elk voegconcept in dit document is daartoe een GeluidLabelWaarde (GLW) bepaald, welke met 90% zekerheid niet zal worden overschreden.

Door de GLW te confronteren aan de geluideis kan worden aangetoond dat een bepaalde voegconstructie voldoet. Hiervoor geldt dat de GLW lager moet zijn dan de geluideis.

Naast constructieve randvoorwaarden is de geluidemissie bepalend voor de keuze van het meest geschikte type voegovergang in een specifieke situatie. Het geluidsniveau aan de onderzijde van het kunstwerk wordt niet betrokken in de keuze voor het type voegovergang. Uitgangspunt is dat het door middel van een juist ontwerp en uitvoering (inbouw binnen geëiste toleranties), in alle gevallen mogelijk zal zijn om de geluidemissie aan de onderzijde van een kunstwerk te laten voldoen aan de eis.

De GLW is gebaseerd op het geluidsniveau van personenvoertuigen die de voegovergang passeren, gemeten aan de bovenzijde van het kunstwerk. De meetmethode wordt beschreven in de RTD 1007-3.
De geluidemissie van een voegovergang, en dus ook de GLW, neemt toe met de voertuigsnelheid. In de factsheets wordt de GeluidLabelWaarde weergegeven bij alle snelheden. In de matrix wordt de GeluidLabelWaarde weergegeven bij de referentie snelheid van 120 km/h.
Voor de bepaling van de GLW bij andere snelheden, kan gebruik gemaakt worden van de vergelijking: $GLW(v) = GLW(100km/h) + b*\log(v/100)$. Daarbij is factor b de constante die de snelheidsinvloed aangeeft en is gelijk aan de toename in het geluidniveau per decade snelheidstoename. De snelheidsinvloed is per concept verschillend.

In tabel 3 is voor de verschillende typen voegovergangen, de GLW weergegeven voor snelheden van 50 tot 130 km/u. Tevens is ook de factor b die de snelheidsinvloed beschrijft weergegeven. De concepten met geluidbeperkende voorzieningen worden in de tabel aangeduid met een 's' achter het betreffende Familie/Conceptnummer.

Wanneer voegconcepten uit familie 1 worden ingebouwd met een kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW van niet geluidreducerende concepten gecorrigeerd worden met $(\alpha-100)*0{,}0642$. Zie tabel 2.

Tabel 2:

Kruisinghoek (gon)	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
Correctie dB(A)	-3,9	-3,2	-2,6	-1,9	-1,3	-0,6	0

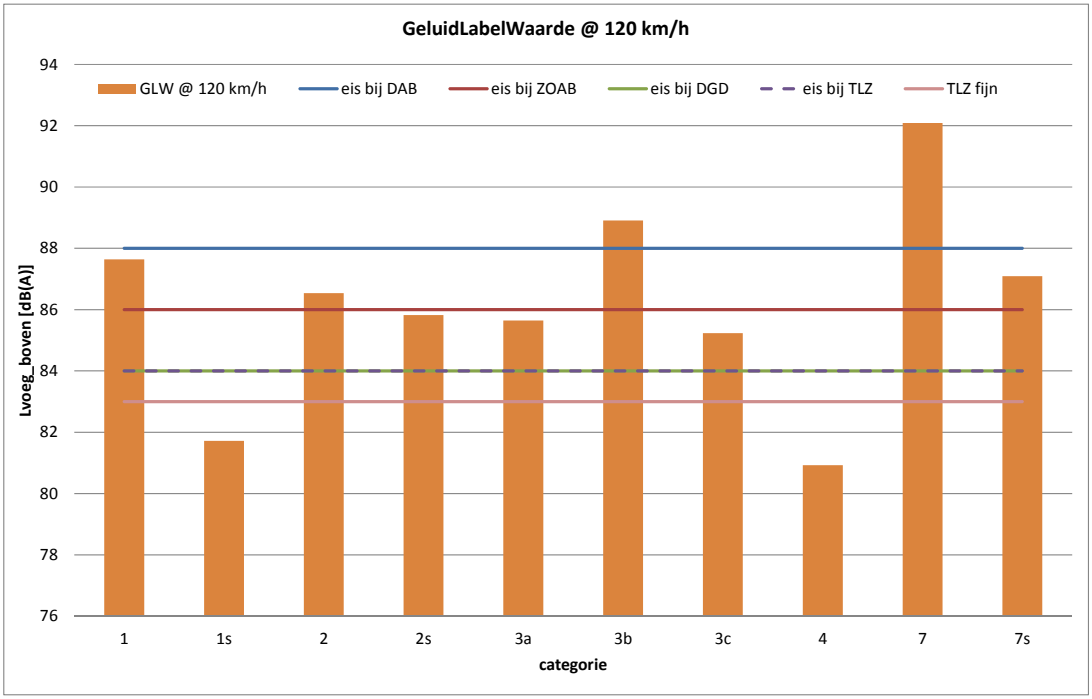
Uitgangspunt bij het gebruik van de GLW als toetsing aan de geluideis is dat de voegconstructie wordt ingebouwd conform de RTD 1007-2 'Eisen voor Voegovergangen'. Onvlakheden in de realisatie van een voegconstructie leiden tot een toename van de geluidemissie.

Wanneer na inbouw van de voegconstructie twijfel bestaat over de gerealiseerde geluidprestatie kan middels een geluidmeting een aanvullende toetsing plaatsvinden. De meetmethode en beoordelingsmethode zijn beschreven in de 'RTD 1007-3 Geluideisen Voegovergangen'.

Tabel 3: GeluidLabelWaarde (GLW) bij verschillende ontwerpsnelheden

Familie / Concept	**b**	**50 km/h**	**60 km/h**	**70 Km/h**	**80 km/h**	**90 km/h**	**100 km/h**	**110 km/h**	**120 km/h**	**130 km/h**
1. Nosing Joints **zonder** geluidbeperkende voorziening	28,6	76,8	79,0	80,9	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
1s. Nosing Joints **met** geluidbeperkende voorziening	24,0				77,5	78,7	79,8	80,8	81,7	82,6
2. Vingervoegen **zonder** geluid beperking	18,1				83,4	84,3	85,1	85,9	86,5	87,2
2s. Vingervoegen **met** geluidbeperking	21,5				82,0	83,1	84,1	85,0	85,8	86,6
3a. Mattenvoeg 3.1	20,6				82,0	83,1	84,0	84,9	85,6	86,4
3b. Mattenvoeg 3.2	24,1				84,7	85,9	87,0	88,0	88,9	89,7
3c. Mattenvoeg 3.3	22,9				81,2	82,4	83,4	84,4	85,2	86,0
4. Flexibele voegen	18,7				77,6	78,6	79,4	80,2	80,9	81,6
5. Verborgen voeg	18,7				77,6	78,6	79,4	80,2	80,9	81,6
6. Overgangsconstructie voor Integraal KW: GLW: n.v.t.; Geluidsniveau gelijk aan het geluidsniveau van wegdek.										
7. Lamellenvoegen **zonder** geluidbeperkende voorziening	25,8				87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0
7s. Lamellenvoegen **met** geluidbeperkende voorziening	25,8				82,5	83,9	85,0	86,1	87,1	88,0

N.b.: De 's' achter de nummers 1,2 en 7 staat voor 'Silent', de conceptgroep met geluidreducerende voorziening.



Toelichting:
DAB: Dicht asfaltbeton;
ZOAB: Zeer Open Asfaltbeton;
DGD: Dunne Geluidreducerende Deklagen;
TLZ: tweelaags ZOAB

Figuur 2: Geluidlabelwaarde 120 km/h

5 Voegbewegingen

Het op de juiste wijze bepalen van voegbewegingen voor het kiezen van de juiste voegovergang en het verder ontwerpen is van groot belang. In dit Hoofdstuk wordt kort ingegaan om de brugdekbewegingen en de daaruit volgende bewegingen ter plaatse van de voegovergang.

Voor een goed begrip van onderstaande tekst wordt uitdrukkelijk aanbevolen om kennis te nemen van RTD 1007-2 'Eisen voor voegovergangen'.

5.1 Brugdekbewegingen

Alle mogelijke belastingen die op het brugdek worden utgeoefend en van invloed zijn op verplaatsingen ter plaatse van de voegovergangen dienen beschouwd te worden. RTD 1007-2 "Eisen voor voegovergangen" geeft aan dat de volgende zaken beschouwd moeten worden:

1) Bewegingen ten gevolge van temperatuursverschillen. Te onderscheiden zijn:
   a. Gelijkmatige temperatuurcomponent
   b. Ongelijkmatige temperatuurscomponent
2) Bewegingen ten gevolge van (resterende) krimp en kruip van beton
3) Bewegingen ten gevolge van (rest)zettingen van de fundering
4) Bewegingen ten gevolge van verkeersbelastingen. Te onderscheiden zijn:
   a. horizontale translaties in de rijrichting ten gevolge van remkrachten
   b. horizontale translaties loodrecht op de rijrichting ten gevolge van centrifugaalkrachten bij horizontale boogstralen r < 1500 m.
   c. horizontale en verticale translaties ten gevolge van doorbuigen van de overspanning met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen
   d. verticale translaties ten gevolge van een eventuele invering van de opleggingen en ter plaatse van de voegovergang
5) Bewegingen ten gevolge van windbelastingen.

Onderscheid kan gemaakt worden in horizontale verplaatsingen en verticale verplaatsingen. Het bepalen van de optredende verplaatsingen kan een lastige opgave zijn. Het gaat in dit kader te ver om hier een complete beschouwing of procedure op te nemen. Constructiekennis is een vereiste om te komen tot een juiste bepaling.
In algemene zin kan gesteld worden dat het verplaatsingsgedrag voornamelijk wordt bepaald door:

- het constructiemateriaal,
- de constructievorm/geometrie,
- het oplegsysteem
- de stijfheid van de onderbouw en de fundering

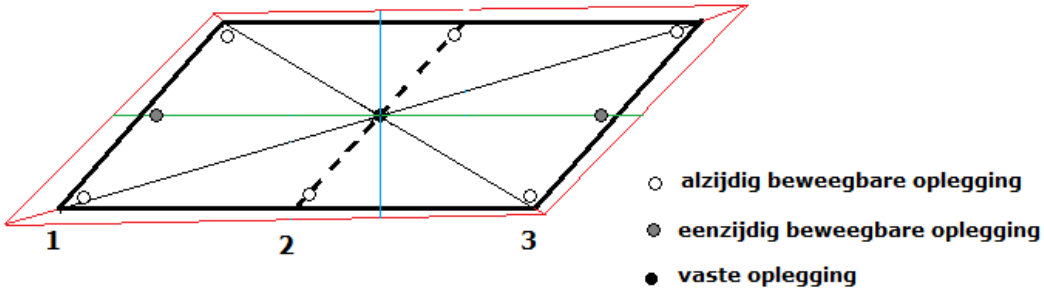
Een en ander wordt hieronder kort toegelicht.

5.1.1 *Materiaal*

De uitzettingscoëfficiënten, thermische geleidbaarheid en specifieke warmtecapaciteit zijn materiaalafhankelijk. De daarmee gepaard gaande mate en snelheid van vervormingen ten gevolge van stijging/daling van de constructietemperatuur is dus per materiaal verschillend.
Naast temperatuursinvloeden spelen ook andere materiaalgerelateerde zaken een rol. Zo ondergaan betonconstructies tijdsafhankelijke en permanente vervormingen ten gevolge van krimp en kruipgedrag. Ook heeft ieder materiaal andere mechanische eigenschappen (met name de elasticiteitsmodulus) die invloed hebben op de stijfheid en dus de vervormingen die optreden onder een gegeven belasting.

5.1.2 *Constructievorm en afmetingen*

De constructievorm en afmetingen, zowel in bovenaanzicht als in doorsnede bepalen mede het verplaatsingsgedrag. De stijfheid van de constructie speelt daarbij een grote rol. Naast de mechanische materiaaleigenschappen bepalen de constructieafmetingen en constructievorm het vervormingsgedrag.
Over het algemeen gedraagt een betonnen rijdek zich onder invloed van verkeersbelasting stijver dan een stalen rijdek.
Een orthotroop rijdek verplaatst anders dan een massieve plaat. Een scheve plaat verplaatst anders dan een rechthoekige plaat.
Ter illustratie is in figuur 3 een voorbeeld van een massieve scheve plaat gegeven. Een scheve plaat zal ten gevolge van temperatuur in lengte en dwarsrichting niet gelijkmatig willen uitzetten als gevolg van temperatuursveranderingen. In dit voorbeeld zullen de contouren van het rijdek (dikke zwarte lijn) ten gevolge van temperatuurstijging wijzigen (de rode lijnen, overdreven uitvergroot). Dit voorbeeld laat zien dat voegbewegingen niet voor de gehele voeg gelijk zijn.



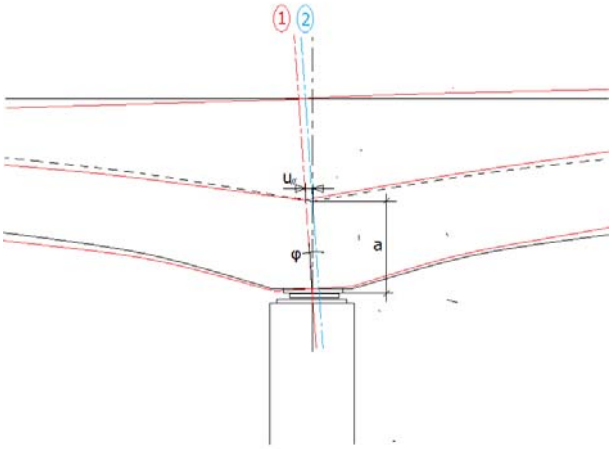
Figuur 3: Ongelijkmatige uitzetting massieve scheve plaat.

5.1.3 *Oplegsysteem*

Het oplegsysteem bepaalt welke vrijheidsgraden de constructie heeft. Voor kunstwerken met een oplegsysteem bestaande uit een combinatie van vaste, eenzijdig beweegbare en alzijdig beweegbare opleggingen of kunstwerken met een geleidingssysteem geldt dat de verplaatsingen voor een deel zijn verhinderd of beperkt. In bovenstaand voorbeeld zal ter plaatse van de langsas van het brugdek (groene lijn) alleen een verplaatsing in lengterichting van het rijdek mogelijk zijn. Evenredig met de afstand tot die as zijn weer dwarsverplaatsingen mogelijk.
In een dergelijk oplegsysteem dient wel rekening gehouden te worden met de eventuele aanwezige speling in de individuele opleggingen of geleidingen.

Een vaste oplegging kan een opgelegde verplaatsing veroorzaken voor alle opleggingen in het systeem indien het brugdek een hoekverdraaiing ondergaat ter plaatse van het steunpunt met de vaste oplegging. Zie figuur 4.

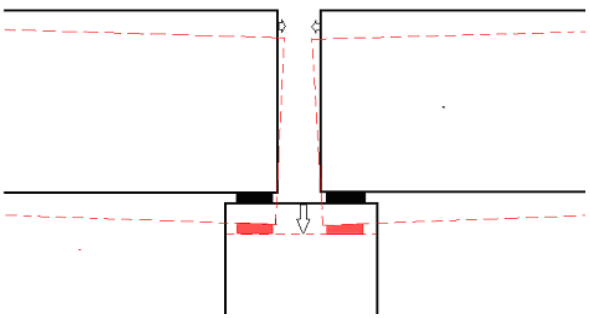
In geval van een beweegbare oplegging ondergaat het brugdek ter plaatse van de steunpunt as een hoekverdraaiing vanuit de neutrale lijn volgens lijn nr 2; in geval van een vaste oplegging treedt dezelfde hoekverdraaiing op maar nu vanuit de oplegging, waardoor een translatie $u_{//}$ aan het oplegsysteem en de voegovergang wordt opgelegd. Deze verplaatsing heeft een waarde van $\varphi \cdot a$, waarbij a de afstand is tussen de neutrale lijn van het brugdek en de bovenkant van (het roterende deel van) de oplegging.



Figuur 4: opgelegde verplaatsing vanuit vaste oplegging bij hoekverdraaiing

5.1.4 *Stijfheid van de onderbouw en de fundering*

Als gevolg van verticale en horizontale krachten op de onderbouw en de fundering zal de onderbouw iets kunnen vervormen en verplaatsen met mogelijke consequenties voor de voegbewegingen (rotatie, translatie), zie figuur 5.
Vooral het zettingsgedrag van de fundering bepaalt hoe groot deze vervormingen zijn. Zettingen van de fundering zijn vaak tijdsafhankelijk en kunnen lang doorgaan alvorens ze een eindwaarde bereiken. Bij nieuwbouw is het van belang dat (ongelijkmatige) restzettingen worden geminimaliseerd. Soms is dit echter niet mogelijk of om andere redenen ondergeschikt. Zeker in die gevallen dient er rekening gehouden te worden met de effecten van deze (ongelijkmatige) restzettingen. Naast verticale zettingen kunnen ook horizontale deformaties optreden, bijvoorbeeld bij landhoofden gefundeerd op gewapende grond.
Zowel bij het ontwerp van het kunstwerk als de voegovergangen dient met zettingen rekening gehouden te worden.



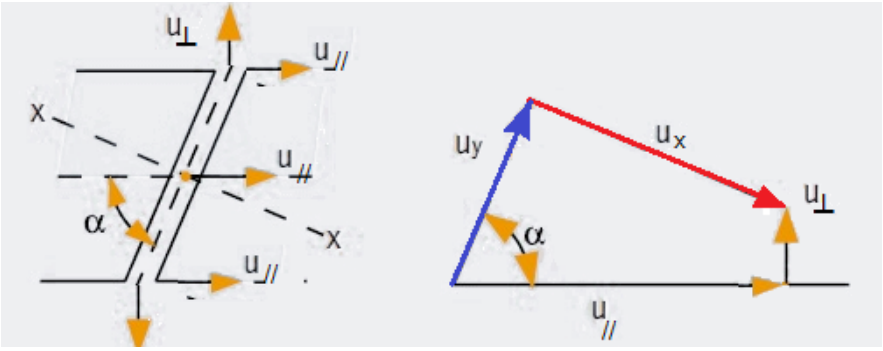
Figuur 5: voorbeeld van voegbewegingen ten gevolge van (verticale) zettingsverschillen

5.2 Bepaling horizontale voegbewegingen

De diverse combinaties van brugdekbewegingen/vervormingen dienen omgezet te worden in voegbewegingen loodrecht op de voeg (x-as) en evenwijdig aan de voeg (y-as).
Het is gebruikelijk om de horizontale verplaatsingen van het brugdek ter plaatse van de voeg aan te geven in verplaatsingen evenwijdig aan de rijrichting ($u_{//}$) en verplaatsingen haaks op de rijrichting ($u_{\perp}$). Deze verplaatsingen zijn dus niet voor de gehele voeg hetzelfde. Alle maatgevende punten dienen beschouwd te worden. Vaak zijn dit de beëindigingen van de voegovergang.

Het omrekenen naar de voegverplaatsingen vindt als volgt plaats:
$u_x = u_{//} * sin\ \alpha + u_{\perp} * cos\ \alpha$
$u_y = u_{//} * cos\ \alpha + u_{\perp} * sin\ \alpha$

Ter illustratie zijn in het rechterdeel van figuur 6 de verplaatsingen van het bovenste deel van de voegovergang in het linkerdeel van de figuur grafisch weergegeven.



Figuur 6: Omzetting brugdekverplaatsingen naar voegbewegingen.

5.3 Bepaling verticale voegbewegingen

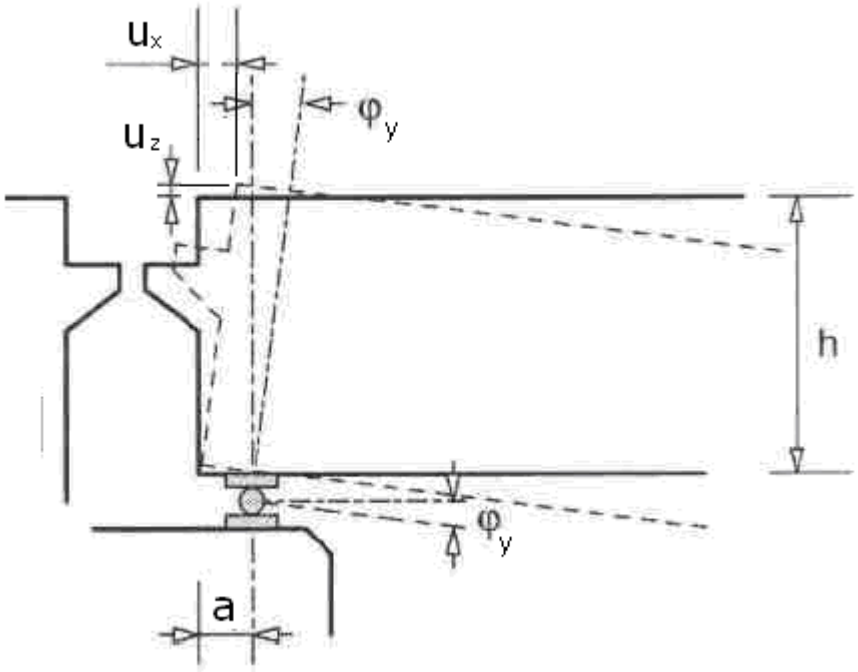
De verticale voegbewegingen (z-richting) worden bepaald door:
- de indrukking van de opleggingen
- de hoekverdraaiingen φ_y van het rijdek om de gemeenschappelijke as van de opleggingen
- de helling in het wegalignement

In figuur 7 en 8 is een en ander geïllustreerd.

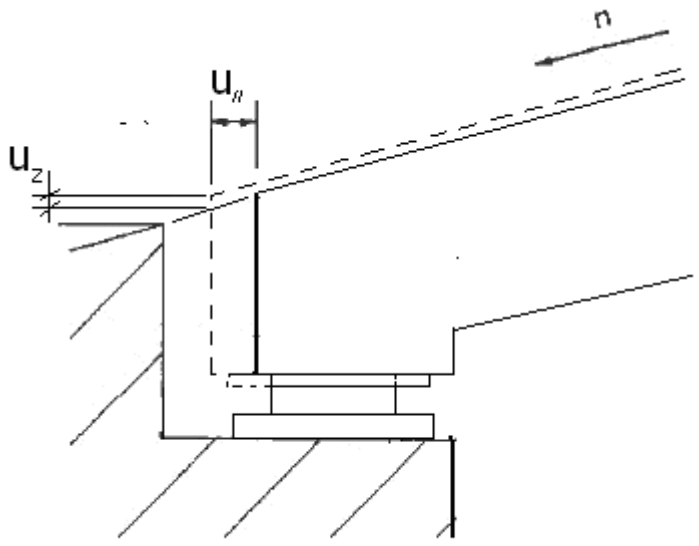
In formulevorm: $u_z = u_{z;dw} + u_{z;opl} + \varphi_y \cdot a + n * u_{//}$
waarin:

$u_{z;dw}$ = vervorming van de dwarsdrager tussen en in het verlengde van de opleggingen van het betreffende steunpunt (ten gevolge van verkeer en ongelijkmatige temperatuurcomponent) [mm]
$u_{z;opl}$ = indrukking oplegging ten gevolge van verkeersbelasting [mm]
φ_y = hoekverdraaiingen van het rijdek om de gemeenschappelijke y-as van de opleggingen (ten gevolge van verkeer en ongelijkmatige temperatuurcomponent)
a = lengte overstek brugdek t.o.v hart oplegging [mm]
n = hellingspercentage in langrichting van het brugdek ter plaatse van de voeg [%]
$u_{//}$ = horizontale verplaatsing in rijrichting [mm]

N.b.: Indien de doorbuiging bekend is dan kan de hoekverdraaiing φ_y als volgt worden benaderd:
$\varphi_y = 4*f/l_{h,}$ waarin:
f = maximale doorbuiging brugdek onder verkeersbelasting [mm]
l_h = lengte van de overspanning van het aangrenzende veld [mm]



Figuur 7: Verplaatsingen ten gevolge van doorbuiging van het brugdek.



Figuur 8: Verticale verplaatsingen ten gevolge van langshelling van de weg.

6 Niet-beschikbaarheidsindex

6.1 Het begrip 'Beschikbaarheid'

Betrouwbare voegovergangen zijn het grootste deel van de tijd beschikbaar voor gebruik. Alleen in geval van noodzakelijk onderhoud zijn de voegovergangen tijdelijk niet beschikbaar.

Om de mate waarin voegovergangen niet beschikbaar zijn voor de diverse concepten met elkaar te kunnen vergelijken is het nodig dat de niet-beschikbaarheid van een voegovergangconcept voor de gehele lifecycle van het kunstwerk (100 jaar) worden bepaald. Daartoe is een eenvoudige systematiek ontwikkeld die heeft geleid tot een zogenoemde "niet-beschikbaarheidsindex". De systematiek wordt hieronder kort toegelicht.

Opmerking:
- *In tegenstelling tot het RAMS-aspect "onderhoudbaarheid" is het voor het RAMS-aspect "beschikbaarheid" niet relevant of onderhoud in de werkbare uren (WBU) plaatsvindt of niet.*
- *Buiten beschouwing is gelaten of er sprake is van een overlappende niet-beschikbaarheid van het wegdek. Weliswaar valt in de praktijk het onderhoud aan het wegdek en het onderhoud van de voegovergang vaak samen, maar dit is niet noodzakelijkerwijs altijd het geval.*
- *Uitgangspunt zijn de (standaard) onderhoudsadviezen en ontwerplevensduren voor het betreffende voegovergangconcept.*

6.2 Vast onderhoud resp. Variabel onderhoud

Bij onderhoud - en dus ook in deze systematiek - wordt onderscheid gemaakt in:
- Vast Onderhoud: het uitvoeren van regulier onderhoud om het optimaal functioneren van de voegovergang mogelijk te maken en grote gevolgschade te voorkomen. Het betreft voornamelijk het reinigen en het uitvoeren van kleine reparaties. Dit onderhoud heeft geen vaste relatie met onderhoud aan het wegdek.
- Variabel Onderhoud: het vervangen van vervangbare onderdelen of de gehele voegovergang in geval einde levensduur is bereikt. Variabel onderhoud wordt normaliter gelijktijdig met het onderhoud aan het wegdek uitgevoerd. Om die reden worden minimale eisen aan de ontwerplevensduur gesteld.

6.3 Categorie indeling uitvoeringstijd

De in de praktijk benodigde uitvoeringstijden voor het uitvoeren van het onderhoud zijn afhankelijk van een aantal factoren. Om in generieke zin iets te kunnen zeggen over de uitvoeringstijd worden in de hier gehanteerde systematiek categorieën gehanteerd. Iedere categorie bestaat uit een bepaalde reeks aan uitvoeringstijden.

Tabel 4: categorie indeling uitvoeringstijden

Categorie	Uitvoeringstijd	Equivalent
1	1-8 uur	1 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur
2	8-16 uur	2 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur
3	16-24 uur	3 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur
4	24-32 uur	4 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur 1 doorgaande stremming van 21:00 - 6:00 uur een etmaal later
5	32-40 uur	5 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur - 2 uur
6	40-48 uur	6 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur
7	48-56 uur	7 x WBU autosnelweg 21:00 - 6:00 uur 1 doorgaande weekendstremming van vr 21:00 uur - ma 6:00 uur

6.4 Vaststellen Niet-beschikbaarheidsindex

In tabel 4 is per type onderhoud het interval en de categorie (1 t/m 7) voor de uitvoeringstijd opgenomen. Deze gegevens vormen het uitgangspunt voor de berekening van de zogenaamde 'Niet-beschikbaarheidsindex', zie bijlage 2.

In de Niet-beschikbaarheidsindex wordt voor de gehele levensduur van het kunstwerk (uitgangspunt is 100 jaar) de 'niet-beschikbaarheid' weergegeven als gevolg van onderhoud aan elk van de verschillende typen voegovergang.

De al genoemde categorie indeling 1 t/m 7 uit de tabel 4 is in de Niet-beschikbaarheids-index steeds terug te vinden in de verschillende kolommen '*duur'*.

Het berekenen van de Niet-beschikbaarheidsindex gaat als volgt:
- De indexscore voor vast onderhoud kan direct worden berekend op basis van de ingevoerde waarden.
- De indexscore voor variabel onderhoud betreft de sommatie van de categoriewaarden van de in de tijd uitgezette onderhoudstijdstippen.
- De Niet-beschikbaarheidsindex betreft de totaalscore van de indexscores van vast- en variabel onderhoud.

De zo vastgestelde Niet-beschikbaarheidsindex wordt in de kolom "categorie" vertaald naar een waardeoordeel. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de bekende schaal zoals gebruikt in consumententests: **--** (slecht) / **-** (matig) / **+** (redelijk) / **++** (goed). Zie paragraaf 3.2 voor de criteria van de verschillende prestatieniveaus.

Opmerking:
Een kwalificatie "slecht" betekent niet dat een voegovergang in absolute zin vaak niet beschikbaar is. Het betekent wel dat het concept t.o.v. andere beschikbare concepten verhoudingsgewijs langer niet beschikbaar is gedurende de levensduur van het kunstwerk.

Het resultaat is overgenomen in de Factsheets en de Meerkeuzematrix.

In de niet-beschikbaarheidsindex is waar nodig een nadere toelichting gegeven in de kolom 'uitgangspunten'.

7 CHECKLIST VOEGOVERGANGEN

7.1 Algemeen

De Checklist Voegovergangen is hét hulpmiddel voor het vaststellen van de meeste geschikte concepten in objectspecifieke situaties.

Het woord *objectspecifiek* is erg belangrijk. Het wil zeggen dat elk kunstwerk met zijn eigen vorm, afmetingen, bodemgesteldheid, aansluitende wegverharding, enzovoort, een aparte beoordeling noodzakelijk maakt voor wat betreft het type voegovergang dat kan of mag worden toegepast.
Immers: hoezeer twee kunstwerken ook op elkaar lijken, ze zijn nooit identiek. Ga daarom steeds uit van een unieke situatie voor elk kunstwerk en voor elke bepaling van het juiste type voegovergang voor dat kunstwerk.

7.2 Stappenplan

Op basis van de contracteisen en –aanvullende voorwaarden (waaronder langdurige onderhoudsverplichtingen / beschikbaarheidseisen met bijbehorende boeteclausule) dient reeds vroeg in het ontwerpproces van het een keuze gemaakt te worden.

Bij nieuwe kunstwerken is het van belang dat afwegingen m.b.t. voegovergangen reeds vroeg in het ontwerpproces van het kunstwerk gemaakt worden.

Afwegingen bij nieuwbouw:
- Het ontwerpen van een integraalkunstwerk zonder dilataties: een bewuste keuze voor voegovergangsfamilie 6
- Het verspreiden van de voegbewegingen over meerdere kleine dilataties (korte overspanningen in het brugdek): een bewuste voor voegovergangsfamilies 5
- Het (maximaal) beperken van het aantal voegovergangen: kiezen voor geconcentreerde (grotere) voegbewegingen.

Bij bestaande kunstwerken liggen deze voorwaarden reeds vast.

Stappen die leiden tot de meest geschikte en gewenste toepassing:

Stap 1
- Filter de contracteisen uit de vraagspecificatie.
- Verzamel en analyseer de beschikbare objectgegevens, zoals
  1. tekeningen brugdek, landhoofd (frontwand), oplegsysteem/opleggingen.
  2. meetgegevens asfaltdiktes t.p.v. de voeg
  3. berekeningen brugdekbewegingen (translaties en rotaties)
- Indien gegevens van bestaande kunstwerken ontbreken: maak op basis van gericht technische inspecties/aanvullend onderzoek en eventuele vergelijking met andere gelijksoortige (nabijgelegen) kunstwerken uit dezelfde bouwperiode waar wel gegevens van beschikbaar zijn een zo goed mogelijke inschatting van de situatie, de constructie en de brugdekbewegingen

Stap 2
Vul de Checklist zo compleet mogelijk in (zie Bijlage 3).

Stap 3
Filter op basis van de checklist de meest geschikte en gewenste voegovergangconcepten uit de Meerkeuzematrix.

Stap 4
Maak een uitgebreide risicoanalyse en stel op basis van de vraagspecificatie en bedrijfseigen interne procedures het meest geschikte concept vast.

Het resultaat van deze stappen vormt de basis voor het verdere ontwerpproces.

Het format “Checklist Voegovergangen” is opgenomen als Bijlage 3.

TOELICHTING BIJLAGEN

Algemeen
Bij deze handreiking zijn vier bijlagen opgenomen.
Waar de Meerkeuzematrix (Bijlage 1) in één samenhangend overzicht de prestaties van alle voegovergangconcepten laat zien, daar laat elke Factsheet (Bijlage 4) steeds voor één voegovergangconcept, de precieze prestaties zien.

Het oordeel voor het RAMS-aspect "Beschikbaarheid" wordt toegelicht in de zogenaamde "Niet-beschikbaarheidsindex (Bijlage 2).

De Checklist Voegovergangen (Bijlage 3) biedt een hulpmiddel voor het vaststellen van de meest geschikte voegovergangconcepten in objectspecifieke situaties.

Bijlage 1
In Bijlage 1 is de 'Meerkeuzematrix Voegovergangen' weergegeven, zie ook Hoofdstuk 3.
De Meerkeuzematrix geeft in één overzicht een prestatiebeoordeling voor alle voegovergang-concepten met betrekking tot de zes Functionele Eisen, de vier RAMS-aspecten en de onderliggende aspecten.

Per onderliggend aspect wordt het waarde oordeel in de Meerkeuzematrix steeds onderbouwd in de Factsheet van het betreffende voegovergangconcept. De Meerkeuzematrix (Bijlage 1) en de Factsheets (Bijlage 4) vormen zo een samenhangend systeem.

Het waarde oordeel in de Meerkeuzematrix betreft voegovergangconcepten in Autosnelwegen. Toepassing van voegovergangconcepten in Niet-autosnelwegen kan leiden tot een afwijkend (gunstiger) waardeoordeel, zie het gestelde in RTD 1007-1, Hoofdstuk 3.1.

Gebruik als referentie bij de prestatiebeoordelingen in de Meerkeuzematrix steeds het gestelde in Hoofdstuk 3.2: 'Prestaties uitgedrukt in getallen' resp. 'Prestaties uitgedrukt in tekens'.

Tabel 2 'Beoordelingsniveaus prestaties' in Hoofdstuk 2 geeft voor op elk onderliggend aspect van Functionele Eisen en RAMS een toelichting op deze prestatiebeoordelingen.
De beoordeling met betrekking tot het RAMS aspect 'Beschikbaarheid' wordt toegelicht in Bijlage 2: 'Niet-Beschikbaarheidsmatrix', zie hieronder.

Bijlage 2
In Bijlage 2 is de 'Niet-beschikbaarheidsindex' weergegeven.
De Niet-beschikbaarheidsindex geeft in één overzicht voor alle voegovergangconcepten de prestaties weer (gedurende de hele lifecycle van het kunstwerk) met betrekking tot het RAMS aspect 'Beschikbaarheid aan de hand van het Vast en Variabel onderhoud', zie Hoofdstuk 6.

De tekens --, - , + en ++ in de kolom 'score' geven de prestatiebeoordeling weer voor het betreffende voegovergangconcept. Deze zijn 1 op 1 overgenomen in de Meerkeuzematrix bij het RAMS-aspect 'Beschikbaarheid'.

De cijfers in de kolom 'Indexscore totaal' zijn naar de 4 klassen (slecht, matig, redelijk, goed)
ingedeeld volgens Tabel 2 van Hoofdstuk 3.2, bij het RAMS-aspect 'Beschikbaarheid'.

De prestatiebeoordeling met betrekking tot beschikbaarheid is ook opgenomen in de desbetreffende factsheet.

Bijlage 3
Deze bijlage bevat het format van de Checklist Voegovergangen. De Checklist is het hulpmiddel voor het vaststellen van de meest geschikte voegovergangconcepten in objectspecifieke situaties. Zie het gestelde in Hoofdstuk 7.

Bijlage 4
In deze bijlage is de gehele set met Factsheets opgenomen.
Voorin is een overzichtstabel opgenomen met hyperlinks naar de betreffende factsheets.

Bijlage 1: Meerkeuzematrix voegovergangen

De matrix geeft een beoordeling van prestaties op basis van functies en kwaliteit. De beoordeling is als volgt geklassificeerd:

-- Slecht - Matig + Redelijk ++ Goed

Ontbrekende volgnummers betreffen de niet in deze matrix opgenomen factsheets, door onvoldoende significante ervaringsgegevens.

			Functies voegovergangen										**Kwaliteit (RAMS)**										**Opmerkingen**
			1				**2**	**3**	**4**		**5**	**6**											
			bewegingsvrijheid				mechanische weerstand		gebruiksvriendelijkheid en veiligheid		geluid	waterdichtheid	betrouwbaarheid					beschikbaarheid	onderhoud-baarheid			veiligheid	
Familie		**Concept (zie factsheets)**	Δx [mm]	Δy [mm]	Δz [mm]	kruisingshoek (gon)	uit de constructie	uit het verkeer	oneffenheid	stroefheid	GLW bij 120 km/u		levensduur onderdelen	levensduur constructie	uitvoerings ongevoeligheid	slijtvastheid	aantastings ongevoeligheid	beschikbaarheid	vast onderhoud	vervangen onderdelen	vervangen constructie	risicio op letselschade	
1. Nosing Joints																							
1.1	Rijroosters met stalen randprofielen en ingeklemde voegprofielen	**1.1 a**	+/-12,5	+/- 4	+/- 3	20-100	++	++	-	++	87.6	-	10	40	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.1 a mod	+/-15	+/-15	+/- 10	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	25	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.1 b	+/-30	+/- 4	+/- 3	20-100	++	++	-	++	87.6	+	10	40	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.1 b mod	+/-20	+/-20	+/- 10	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	25	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.1 c	+/-10 tot +/- 30	+/- 4	+/- 3	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	40	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.1 c mod	+/-30	+/-30	+/- 10	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	25	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
1.2	Stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen in verankerde onderbouw van de constructie met en zonder voegovergangsbalken zonder (a1/b1) en met (a2/b2) geluidbeperkende maatregelen.	**1.2 a1**	+/-40	+/- 40	+/- 10	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	40	++	++	+	-	++	++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.2 a2	+/-40	+/- 4 tot +/- 40	+/- 10	65-100	++	+	+	++	81.7	++	10	40	+	++	+	-	++	++	--	-	GLW bij 100 gon
		1.2 b1	+/-40	+/- 40	+/- 10	20-100	++	++	-	++	87.6	++	10	25	+	++	+	-	++	+/++	--	++	GLW bij 100 gon
		1.2 b2	+/-40	+/- 40	+/- 10	65-100	++	+	+	+/++	81.7	++	10	25	+	++	+	-	++	+/++	--	-	GLW bij 100 gon
1.4	Stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen in onverankerde voegovergangsbalken van polymeerbeton. Zonder geluidbeperkende maatregelen (a1) of met (a2).	**1.4 a1**	+/-40	+/- 40	+/- 10	20-100	++	-	-	++	87.6	++	10	15	-	++	+	-	++	+/++	--	-	GLW bij 100 gon.
		1.4 a2	+/-40	+/- 8 tot +/- 40	+/- 3	79-100	++	-	+	++	81.7	++	10	15	-	++	+	-	++	+/++	--	-	GLW bij 100 gon. Nog geen ervaringen in autosnelwegen.
		1.4 b	+/-40	+/- 40	+/- 10	20-100	++	--	-	++	87.6	++	10	5	+/-	--	+	--	++	++	-	-	GLW bij 100 gon
1.5	Gelijmde voegprofielen in verankerde staalvezel beton- of kunstharsbalken.	**1.5 a**	+/-15 (VA) +/-17,5(ACME)	+/- 4	+/- 3	20-100	++	+	-/+	++	87.6	-	10	25	+	+	+	-	++	++	--	+	GLW bij 100 gon
		1.5 b	+/-15 (VA) +/-17,5(ACME)	+/- 4	+/- 3	20-100	++	--	-/+	++	87.6	-	10	20	-	+	--	-	++	++	--	+	GLW bij 100 gon. Levensduur is sterk afhankelijk van de kwaliteit van de uitvoering en regelmatig onderhoud
2. Vingervoegen (cantilever joints / supported joints)																							
2.1	Uitkragende voegovergangen. (A1 en b1 zonder en a2 met geluid-beperkende constructie.)	**2.1 a1**	+/- 250	+/- 7	+/- 8	65-100	++	++	+	+	86.5	+	25	40	++	++	-	-	++	+	--	-	
		2.1 a2	+/- 350	+/- 5	+/- 3	65-100	++	++	+	+	85,8	+	25	40	++	++	-	-	++	++	--	-	
		2.1 b1	+/- 300	+/- 7	+/- 3	65-100	++	-	+	+	86,5	+	25	40	--	++	-	-	++	++	--	--	
2.2	Ondersteunde voegovergangen.	**2.2 a**	+/- 475	+/- 5	+/- 3	65-100	++	+	+	+	86.5	+	25	40	-	++	-	-	++	++	--	+	
		2.2 b	+/- 375	+/- 5	+/- 3	65-100	+	+	+	+	86.5	+	25	40	-	++	-	-	++	++	--	-	
3. Mattenvoegen (mat joints)																							
3.1	Gewapende matten voegovergangen	**3.1**	+/- 70	+/- 5	+/- 10	80-100	-	--	+	+	85.6	--	10	10	--	+	-	-	++	+	--	--	Minder geschikt in snelwegen, rijrichtingen en bochten
3.2	Geperforeerde voegovergangen.	**3.2**	+/- 60	+/- 40	+/- 10	80-100	+	--	+	+	88.9	+	15	40	+	-	++		++	+	--	-	
3.3	Gewelfde voegovergangen.	**3.3**	+/- 50	+/- 50	+/- 10	80-100	-	-	+	+	85.2	++	15	40	+	+	+	-	++	+	--	+	Slechte ervaringen met grote voegbewegingen.

De matrix geeft een beoordeling van prestaties op basis van functies en kwaliteit. De beoordeling is als volgt geklassificeerd:

-- Slecht - Matig + Redelijk ++ Goed

Ontbrekende volgnummers betreffen de niet in deze matrix opgenomen factsheets, door onvoldoende significante ervaringsgegevens.

			Functies voegovergangen										Kwaliteit (RAMS)										Opmerkingen
			1				2	3	4		5	6											
			bewegingsvrijheid				mechanische weerstand		gebruiksvriendelijkheid en veiligheid		geluid	waterdichtheid	betrouwbaarheid					beschikbaarheid	onderhoud-baarheid			veiligheid	
Familie		**Concept (zie factsheets)**	Δx [mm]	Δy [mm]	Δz [mm]	kruisingshoek (gon)	uit de constructie	uit het verkeer	oneffenheid	stroefheid	GLW bij 120 km/u		levensduur onderdelen	levensduur constructie	uitvoerings ongevoeligheid	slijtvastheid	aantastings ongevoeligheid	beschikbaarheid	vast onderhoud	vervangen onderdelen	vervangen constructie	risicio op letselschade	
4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)																							
4.1	Bitumineuze voegovergangen.	**4.1 a**	+ 10/- 20	+/- 5	+/- 1,5	20-100	+	--	++	+	80.9	-	nvt	3-5	--	--	+	-	++	++	-	-	
		4.1 b	+/- 25	+/- 5	+/- 3	65-100	++	+	++	+	80.9	++	10	25	+	+	+	++	++	++	+	+	Dit concept is ook in prefab beschikbaar
		4.1 c	+/- 10	+/- 10	+/- 3	20-100	+	+	++	++	80.9	+	10	10	+	+	++	++	++	++	+	+	Levensduurverwachting secundaire wegen > 10 jaar.
5. Verborgen voegovergangen (buried joints)																							
5.1	Voegloze overgang van gemodificeerd gewapend asfaltbeton.	**5.1**	+/-5	+/- 2,5	+/-1,5	0-100	++	++	++	++	80,9	++	10	20	++	++	++	++	++	++	++	++	
6. Overgangsconstructies voor integrale kunstwerken																							
6.1	Voegloze voegovergang voor integraalbruggen.	**6.1**	+/- 15	+/- 3	+/- 3	15-100	++	++	++	++	n.v.t.	++	nvt	30	++	++	++	++	++	++	++	++	Toepassing alleen bij nieuwbouw van integrale kunstwerken. De voegovergang bevindt zich onder het wegdek. De waarderingen betreffen in het algemeen de kwaliteit van het wegdek.
7. Lamellenvoegen (modular joints)																							
7.1	Lamellenvoegen met afzonderlijke dwarsdragers per lamel Zonder (a1) of met (a2) geluidreducerende maatregelen.	**7.1 a1**	Van +/- 80 tot +/ 320	Vanaf +/- 10	Vanaf +/- 10	65-100	++	++	-	++	92.1	++	10	40	+	+	-	-	++	+	--	++	Levensduur is zeer afhankelijk van de mate van verkeersintensiteit, verkeersbelasting en onderhoud. GLW bij 4 lamellen. Bij de lamellen-voegen zonder geluidsreducerende maatregelen kan de GLW wordt gecorrigeerd voor het aantal lamellen [n] met (n-4)*0,627
		7.1 a2	Van +/- 100 tot +/- 300	+/- 10	Vanaf +/- 10	65-100	++	++	+	++	87.1	++	10	40	+	+	-	--	++	--	--	++	
7.2	Lamellenvoegen met centrale dwarsdrager. Zonder (a1) of met (a2) geluidreducerende maatregelen.	**7.2 a1**	Van +/- 80 tot +/ 1200	Van +/- 12 tot +/- 20	Van +/- 10 tot +/- 20	45-100	++	++	--	+	92.1	++	10	40	+	+	-	-	++	+	--	+	
		7.2 a2	Van +/- 80 tot +/ 1200	Van +/- 12 tot +/- 20	+/- 10	65-100	++	++	+	++	87.1	++	10	40	+	+	-	--	++	+	--	+	
7.3	Lamellenvoegen met zwenktraversen. Zonder (a1) of met (a2) geluidreducerende maatregelen.	**7.3 a1**	Van +/- 80 tot +/ 1440	+/-10	+/-10	50-100	++	++	--	+	92.1	++	10	40	+	+	-	-	++	+	--	+	
		7.3 a2	Van +/- 100 tot +/ 1500	+/- 10	+/- 10	65-100	++	++	+	++	87.1 (4 lamellen)	++	10	40	+	+	-	--	++	+	--	+	

Bijlage 2 Niet-beschikbaarheidsmatrix voegovergangen

familie / concept	omschrijving familie / concept	vast onderhoud		vervangen constructie		vervangen onderdelen		overzicht variabel onderhoud (jaar na inbouw)																				Uitgangspunten/opmerking	indexscore			
		interval (jaar)	duur (cat)	interval (jaar)	duur (cat)	interval (jaar)	duur (cat)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		vast onderhoud	variabel onderhoud	totaal	score
1	**Nosing Joints**																														
1.1a	Rijroosters met stalen randprofielen en ingeklemde voegprofielen, type Enkele Grote Voeg (EGV).	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**2**		**1**		**1**		**1**		**5**		**2**			**5**		**2**			**5**		Na 40 jaar modificatie met klauwprofiel, levensduur 25 jaar. Bij vervangen onderdelen tevens herstel conservering niet bereden delen en reparatie roostervulling / slijtlaag.	**100**	**22**	**122**	**-**
1.1b	Rijroosters met stalen randprofielen en ingeklemde voegprofielen., type kokerprofiel Maurer.	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**2**		**1**		**1**		**1**		**5**		**2**			**5**		**2**			**5**			**100**	**22**	**122**	**-**
1.1c	Rijroosters met stalen randprofielen en ingeklemde voegprofielen, type Acmé.	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**2**		**1**		**1**		**1**		**5**		**2**			**5**		**2**			**5**			**100**	**22**	**122**	**-**
1.2a1	In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder geluidreducerende voorzieningen.	**1**	**1**	**40**	**5**	**10**	**2**		**1**		**1**		**1**		**5**		**1**			**5**		**1**			**5**		Conservering: thermisch verzinkt, onderhoudsvrij. Na 40 jaar modificatie klauwprofiel, levensduur 25 jaar, meerdere malen mogelijk. Extra tijd bij sinusplaten.	**100**	**20**	**120**	**-**
1.2a2	In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen met geluidreducerende voorzieningen.	**1**	**1**	**40**	**5**	**10**	**3**		**2**		**2**		**2**		**5**		**2**			**5**		**2**			**5**			**100**	**25**	**125**	**-**
1.2b1	Renovatiemodel volgens NBD 00400 zonder geluidbeperkende voorziening.	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**2**		**1**			**5**		**1**			**5**		**1**			**5**		**1**			Conservering: thermisch verzinkt, onderhoudsvrij. Extra tijd bij sinusplaten	**100**	**19**	**119**	**-**
1.2b2	Renovatiemodel volgens NBD 00400 met geluidbeperkende voorziening.	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**3**		**2**			**5**		**2**			**5**		**2**			**5**		**2**				**100**	**23**	**123**	**-**
1.4a1	Stalen randprofielen met ingeklemde rubberprofielen in onverankerde voegovergangbalken van polymeerbeton zonder geluidbeperkende voorziening	**1**	**1**	**15**	**7**	**10**	**1**			**7**			**7**			**7**			**7**			**7**			**7**			**100**	**42**	**142**	**-**
1.4a2	Stalen randprofielen met ingeklemde rubberprofielen in onverankerde voegovergangbalken van polymeerbeton met geluidbeperkende voorziening	**1**	**1**	**15**	**7**	**10**	**1**			**7**			**7**			**7**			**7**			**7**			**7**			**100**	**42**	**142**	**-**
1.4b	Stalen randprofielen met ingeklemde rubberprofielen en aangelaste deuvels of wapening in onverankerde voegovergangbalken van polymeerbeton.	**1**	**1**	**5**	**5**	**10**	**1**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	Niet geschikt voor autosnelwegen	**100**	**95**	**195**	**--**
1.5a	Gelijmd voegprofiel in verankerde staalvezelbetonbalken.	**1**	**1**	**25**	**5**	**10**	**1**		**1**			**5**		**1**			**5**		**1**			**5**		**1**			Vast onderhoud betreft herstel van lokale schade aan de voegovergangsbalken en opnieuw verlijmen van het rubber.	**100**	**19**	**119**	**-**
1.5b	Gelijmd voegprofiel in verankerde kunstharsbalken.	**1**	**1**	**20**	**5**	**10**	**1**		**1**		**5**		**1**		**5**		**1**		**5**		**1**		**5**		**1**			**100**	**25**	**125**	**-**
2	**Vingervoegen (cantilever joints / supported joints)**																													**0**	
2.1a1	Uitkragende vingervoegen met vingers in de vorm van een rechthoek of parallellogram en een stalen onderbouw.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		Conservering: thermisch verzinkt, onderhoudsvrij. Na 40 jaar vervangen hele constructie. .	**100**	**26**	**126**	**-**
2.1a2	Uitkragende vingervoegen met vingers in de vorm van een trapezium of driehoek en een stalen onderbouw.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**			**100**	**26**	**126**	**-**
2.1b1	Uitkragende vingervoegen met vingers in de vorm van een rechthoek of parallellogram zonder stalen onderbouw.	**1**	**1**	**25**	**6**	**10**	**2**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**			**100**	**26**	**126**	**-**
2.2a	Ondersteunde vingervoegen aan één zijde scharnierend vast en aan de andere zijde scharnierend transleerbaar. Vingers rechthoekig.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**			**100**	**26**	**126**	**-**
2.2b	Ondersteunde vingervoegen aan één zijde verend ingeklemd (vast) en aan de andere zijde scharnierend transleerbaar opgelegd.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**			**100**	**26**	**126**	**-**
3	**Mattenvoegen (mat joints)**																													**0**	
3.1	Gewapende mattenvoegen.	**1**	**1**	**10**	**3**	**10**	**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		Vervangen rubbermat, verankeringen, rubberafdichtng en betonreparatie onderliggende constructie.	**100**	**27**	**127**	**-**
3.2	Geperforeerde voegovergangen.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2-4**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		Conservering: thermisch verzinkt, onderhoudsvrij. Na 40 jaar vervangen hele constructie	**100**	**26**	**126**	**-**
3.3	Gewelfde voegovergangen.	**1**	**1**	**40**	**6**	**10**	**2-4**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**		**2**		**2**		**6**		**2**			**100**	**26**	**126**	**-**
4	**Flexibele voegovergangen (flexible joints)**																													**0**	
4.1a	Traditionele bitumineuze voegovergang.	**1**	**1**	**5**	**2**	**-**	**-**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**		**100**	**38**	**138**	**-**
4.1b	Bitumineuze voegovergang met een aangepast bindmiddel en wapening in de vorm spiraalveren.	**-**	**-**	**25**	**4**	**10**	**1**		**1**		**1**	**4**		**1**		**1**	**4**		**1**		**1**	**4**		**1**		**1**	Uitgangspunt voor vervanging is in situ aangebrachte voegovergang. Bij prefab voegovergang is een reductie op de uitvoeringstijd mogelijk.	**0**	**20**	**20**	**++**
4.1c	Bitumineuze voegovergang met verbeterd bindmiddel, wapening in de vorm van geogrid met aan weerszijden van de voegovergang een overgangsbalk.	**-**	**-**	**10**	**3**	**-**	**-**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**		**3**			**0**	**27**	**27**	**++**
5	**Verborgen voegovergangen (buried joints)**																														
5.1	Voegloze overgang van gemodificeerd gewapend asfaltbeton.	**-**	**-**	**20**	**1**	**10**	**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**		**1**			**0**	**9**	**9**	**++**

familie / concept	omschrijving familie / concept	vast onderhoud		vervangen constructie		vervangen onderdelen		overzicht variabel onderhoud (jaar na inbouw)																			Uitgangspunten/opmerking	indexscore			
		interval (jaar)	duur (cat)	interval (jaar)	duur (cat)	interval (jaar)	duur (cat)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		vast onderhoud	variabel onderhoud	totaal	score
6	**Overgangsconstructies voor integrale kunstwerken**																														
6.1	Overgangsconstructie voor integrale kunstwerken.	-	-	-	-	-	-						**1**						**1**						**1**		Geen onderhoud nodig. Volgt in principe de levenscyclus van de asfaltconstructie op de aardebaan (reconstructie na 30 jaar)	**0**	**3**	**3**	++
7	**Lamellenvoegen (modular joints)**																														
7.1 a1	Lamellenvoegen met aan dwarsdragers vastgelaste lamellen zonder geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**3**		**3**		**3**		**3**		**7**		**3**			**7**		**3**		**3**			Conservering: thermisch verzinkt Na 40 jaar renovatie kast-in kast, levensduur 25 jaar Na 65 jaar volledige vervanging, levensduur 40 jaar	**100**	**32**	**132**	-
7.1 a2	Lamellenvoegen met aan dwarsdragers vastgelaste lamellen met geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**6**		**6**		**6**		**6**		**7**		**6**			**7**		**6**		**6**				**100**	**50**	**150**	-
7.2 a1	Lamellenvoegen met centrale dwarsdrager zonder geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**3**		**3**		**3**		**3**		**7**		**3**			**7**		**3**		**3**				**100**	**39**	**139**	-
7.2 a2	Lamellenvoegen met centrale dwarsdrager geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**5**		**5**		**5**		**5**		**7**		**5**			**7**		**5**		**5**				**100**	**44**	**144**	-
7.3 a1	Lamellenvoegen met zwenktraversen zonder geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**3**		**3**		**3**		**3**		**7**		**3**			**7**		**3**		**3**				**100**	**32**	**132**	-
7.3 a2	Lamellenvoegen met zwenktraversen met geluidreducerende voorziening	**1**	**1**	**40**	**7**	**10**	**6**		**6**		**6**		**6**		**7**		**6**			**7**		**6**		**6**				**100**	**50**	**150**	-

Bijlage 3: CHECKLIST VOEGOVERGANGEN

Identificatie		
Kunstwerk	Topcode:	
	Naam:	
	Wegnummer:	
Voegovergang	Locatie / Steunpuntnr:	Hectometrering:
Gegevens		
Wegfunctie / wegverkeer	In autosnelweg (A) / autoweg (N) / secundaire weg/ fietspad / voetpad /	.....
	Aantal zware voertuigen per jaar per rijstrook met zwaar verkeer (N_{obs})	.....
	Maximale snelheid verkeer:	..... km/uur
	Hellingspercentage weg:	..... %
Inbouwruimte	Afmetingen voegsparing brugdek (bxh):	..... mm x ..... mm
	Breedte frontwand landhoofd ter hoogte van de voegovergang:	..... mm
Geometrie brugdek/landhoofd	Kruisingshoek:	..... gon
	Werkende lengte brugdek in relatie tot voegovergang:	..... m
	Werkende breedte brugdek:	..... m
	Constructiehoogte brugdek:	..... m
	Lengte overstek brugdek (hart oplegging tot hart voeg):	..... m
	Theoretische breedte voegsponning volgens tek. (neutrale stand): Gemeten breedte voegsponning (min / max): Constructietemperatuur tijdens meting:	..... mm ..... mm/.....mm ..... °C
	Klankkast onder voeg aanwezig:	ja / nee
Wegverharding	Type (DAB, ZOAB, DZOAB):	.....
	Dikte wegverharding ter plaatste van de voegovergang:	..... mm
	Aanwezigheid verdiepte goot?	ja / nee
Geluidscherm	Aanwezig / voorzien:	ja / nee
Opleg/geleidingssysteem	Type opleggingen (staal / rubber / pot / bol-segment / ……):	.....
	Vaste oplegging aanwezig?	ja / nee
	Eenzijdige beweegbare oplegging / zijwaartse geleiding aanwezig?	ja / nee
	Speling op geleiding eenzijdig beweegbare oplegging / geleiding:	..... mm (+/-)
Bij bestaand kunstwerk:	Bestaand type voegovergang:	.....
	Voegovergang al eerder vervangen?	ja / nee / onbekend
Bij betonnen kunstwerken:	Voorspanning in brugdek aanwezig t.p.v. van de voegovergang?	ja / nee
	Tandoplegging aanwezig?	ja / nee
	Zware wapeningsconcentratie in aangrenzende beton constructie?	ja / nee

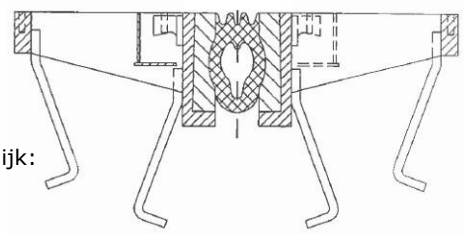
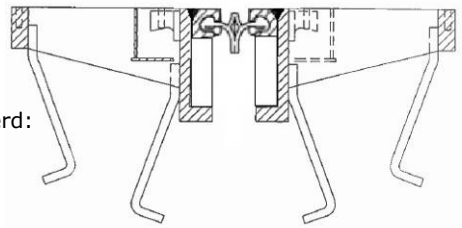
Noodzakelijke gegevens volgens RTD 1007-2 (Functionele eisen)				
1. Bewegingsvrijheid	**Resumé tussenresultaten berekeningen:** -Hor. translatie in rijrichting $\Delta L_{//}$ [mm] -Hor. translatie haaks op rijrichting $\Delta L_{\perp}$ [mm] -Vert. translatie Δz [mm] -Hoekverdraaiing om oplegas φ_y [mrad]	**Δx[mm] =** *$\Delta L_{//} \sin(\alpha)$* + *$\Delta L_{\perp} \cos(\alpha)$*	**Δy[mm]=** *$\Delta L_{//} \cos(\alpha)$* + *$\Delta L_{\perp} \sin(\alpha)$*	**Δz [mm]**
1. Temperatuur *				
1a. Gelijkmatige temperatuurs-component *(opm: combinatiefactor met 1b: ω=0,35)*	$\Delta L_{//}$ = ... mm $\Delta L_{\perp}$ = ... mm Δz = ... mm (t.g.v. helling)	....	....	....
1b. Ongelijkmatige temperatuurcomponent *(opm: combinatiefactor met 1a: ω=0,75)*	$\Delta L_{//}$ = ... mm $\Delta L_{\perp}$ = ... mm Δz = ... mm (t.g.v. kromming)	....	....	....
2. Krimp/kruip				
2a. Verwachte (resterende) krimp verkorting (beton)	$\Delta L_{//}$ = ... mm $\Delta L_{\perp}$ = ... mm Δz = ... mm (t.g.v. helling)	....	....	....
2b. Verwachte (resterende) kruipverkorting (beton				
3. Windbelasting *				
	$\Delta L_{\perp}$ = ... mm $\Delta L_{//}$ = ... mm	....	....	....
4. Verplaatsingen/zettingen van het steunpunt				
	Verticale deformatie (zetting): .....mm Horizontale deformaties steunpunt: .....mm φ_y = ... mrad / -.....mrad $\Delta L_{//}$ = ... mm of Δx = ... mm	....	....	....
5. Verkeersbelasting *				
5a. Verkeersbelasting (verticaal) *(opm: combinatiefactor met 5b = 0,80)*	φ_y = ... mrad (t.g.v. doorbuiging) Δz = ... mm (indrukking oplegging en/of doorbuiging dwarsdrager)	....	....	....
5b. Verkeersbelasting (horizontaal) *(opm: combinatiefactor met 5a = 0,80)*	$\Delta L_{//}$ = ... mm (t.g.v remkrachten) $\Delta L_{\perp}$ = ... mm (t.g.v. centrifigaalkrachten bij r<1500 m)	....	....	....
	Totale verplaatsing bruikbaarheidsgrens-toestand (SLS)	**....**	**....**	**....**
	Totale verplaatsing uiterste grenstoestand (ULS) = 1,2 * SLS	**....**	**....**	**....**
** Opmerking: voor de niet overheersende veranderlijke belastingen dient de combinatiefactor 0,8 te worden toegepast*				
2. Mechanische weerstand tegen belasting uit de constructie	Is de constructie voldoende in staat opspankrachten op te kunnen nemen? *Toelichting: Dit aspect is alleen relevant indien bepaalde voegtypes worden overwogen waarbij opspankrachten kunnen optreden. Denk daarbij aan voegovergangtypes zoals mattenvoegen en bitumineuze voegovergangen.*	ja / nee / onbekend		
3. Mechanische weerstand tegen belasting uit verkeer	Is sprake van intensief vrachtverkeer? *Toelichting: intensief vrachtverkeer:zie NEN1991-2 tabel 4.5(n): ≥500.000 zware motorvoertuigen per jaar* Is sprake van ligging in bocht (r<1500m)? Is sprake van ligging in helling (>4%)? Kan sprake zijn van zettingen of spoorvorming?	Ja/nee Ja/nee Ja/nee Ja/nee		
4. Comfort en veiligheid	Spleetbreedte	Maximaal toegestane spleetbreedte (loodrecht op voegas) afhankelijk van kruisingshoek en aanwezigheid fietsverkeer: Zie RTD1007-2	..... mm	

	Oneffenheid	Eis volgens contract/norm: Zie RTD1007-2	..... mm
	Stroefheid	Stroefheidseis volgens contract: Zie RTD1007-2	
5. **Geluidniveau**	Geluidniveau bovenzijde	Eis conform RTD1007-3 Het geluidniveau van een voegovergangs-constructie is afhankelijk van de voertuig-snelheid, asfalttype en wel of niet aanwezig zijn van een geluidsscherm.	..... dB
	Geluidniveau onderzijde	Eis conform RTD1007-3 Het geluidniveau is gekoppeld aan het geluidsniveau aan de bovenzijde. In bestaande situaties dient mede in overweging te worden genomen of overlast daadwerkelijk optreedt (bebouwing).	..... dB
		Geluidbeperkende voorzieningen noodzakelijk? Mede afhankelijk van klankkasteffecten door geometrie brugdek / onderbouw.	ja / nee / onbekend
6. **Waterdichtheid**	Waterdichtheid vereist?		ja / nee
Noodzakelijke gegevens volgens RTD 1007-2 (Kwaliteit RAMS)			
Betrouwbaarheid	Vereiste levensduur van de gehele voegovergang volgens contract.		..... jaar
	Slijtvastheid: Eisen aan de periode waarbinnen geen onderhoud gepleegd hoeft te worden aan slijtagegevoelige onderdelen.		..... jaar
	Aantasting: Eisen aan de periode waarbinnen geen onderhoud gepleegd hoeft te worden aan onderdelen die gevoelig zijn voor aantasting.		..... jaar
Beschikbaarheid (De mate van toelaatbare verkeershinder ten gevolge van onderhoud gedurende levensduur kunstwerk.)	Eis met betrekking tot niet-beschikbaar-heid ten gevolge van regulier vast onderhoud (reinigen van de voegspleten en het uitvoeren van kleine reparaties). [Maximaal aantal keren per tijdseenheid + maximaal aantal uren per keer.]		.....
	Eis met betrekking tot niet beschikbaarheid ten gevolge van variabel (groot) onderhoud / vervangen van onderdelen / vervangen van de hele voegovergangsconstructie. [Maximaal aantal keren per tijdseenheid + maximaal aantal uren per keer.]		.....
Onderhoudbaarheid (Binnen WBU)	Aantal beschikbare werkbare uren (WBU) voor vast onderhoud. *Getoetst dient te worden of dit onderhoud binnen de WBU mogelijk is*		WBU eis = ... uur
	Aantal beschikbare werkbare uren (WBU) voor variabel onderhoud (vervangen van onderdelen en reparaties) Snelheidsbeperking buiten WBU toegestaan? *Getoetst dient te worden of dit onderhoud binnen de WBU mogelijk is zonder snelheidsbeperkingen buiten de WBU, bijvoorbeeld als gevolg van de inzet van een tijdelijke hulpbrug.*		WBU eis = ... uur ja / nee
	Is stremming buiten de WBU toegestaan? Welke eis is gesteld aan de maximale aaneengesloten stremmingsduur? *Getoetst dient te worden of vervanging binnen deze beschikbare tijd mogelijk is. Indien dit niet mogelijk is, dient getoetst te worden of vervanging binnen de WBU mogelijk is met inzet van tijdelijke hulpbruggen.*		ja / nee ..... uur

Bijlage 4: Factsheets

Nr	Familie	Concept (type)		Concept (subtype)	
		Nr.	Omschrijving	Nr.	Omschrijving
1	**Nosing Joints**				
1.1	Rijroosters met stalen randprofielen en ingeklemde voegprofielen.	1.1a	Enkele Grote Voeg		
		1.1b	Kokerprofiel Maurer		
		1.1c	ACME-pakket		
1.2	In constructie opgenomen stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen.	1.2a	Nieuwbouwmodel aan te brengen voor asfalteren	1.2a1	Nieuwbouwmodel zonder geluidbeperkende voorziening.
				1.2a2	Nieuwbouwmodel met geluidbeperkende voorziening.
				1.2a3	*Nieuwbouwmodel met geluidbeperkend randprofiel.*
		1.2b	Renovatiemodel aan te brengen na asfalteren.	1.2b1	Renovatiemodel zonder geluidbeperkende voorziening.
				1.2b2	Renovatiemodel met geluidbeperkende voorziening.
1.3	*Randprofielen met ingeklemde voegprofielen en boutverankering/voorspanstaven*	*1.3a*	*Randprofielen met ingeklemde voegprofielen met horizontale boutverankering/ voorspanstaven*		
		1.3b	*Randprofielen met ingeklemde voegprofielen en verticale boutverankering/ voorspanstaven.*		
1.4	Stalen randprofielen met ingeklemde randprofielen in onverankerde voegovergangbalken van polymeerbeton	1.4a	Onverankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen	1.4a1	Concept met polymeerbeton zonder geluidbeperkende voorziening
				1.4a2	Concept met polymeerbeton en geluidbeperkende voorziening
		1.4b	Onverankerde stalen randprofielen met aangelaste stalen wapening of deuvels met ingeklemde voegprofielen		
1.5	Gelijmde voegprofielen in verankerde voegbalken	1.5a	Ingelijmd voegprofiel in staalvezelbetonbalken		
		1.5b	Ingelijmd voegprofiel in kunstharsbalken		
2	**Vingervoegen (cantilever joints / supported joints)**				
2.1	Uitkragende vingervoegen	2.1a	Vingerplaten die d.m.v. voorspanbouten zijn voorgespannen op een stalen onderbouw.	2.1a1	Stalen symmetrische elementen: rechthoekige vingers (kamplaten)
				2.1a2	Idem met driehoekige vingers (zaagtand-platen) met geluidsreducerend effect
		2.1b	Vingerplaten die rechtstreeks of via speciebed d.m.v. voorspan-ankers zijn voorgespannen tegen de betonconstructie	2.1b1	Symmetrische elementen: rechthoekige vingers (kamplaten)
				2.1b2	*Idem met driehoekige vingers (zaagtand-platen) met geluidsreducerend effect*
2.2	Ondersteunde vingervoegen	2.2a	Vingervoegen aan één zijde scharnierend vast en aan de andere zijde scharnierend transleerbaar.		
		2.2b	Vingervoegen aan één zijde verende ingeklemd (vast) en aan de andere zijde scharnierend transleerbaar opgelegd.		
3	**Mattenvoegen (mat joints)**				
3.1	Gewapende mattenvoegen				
3.2	Geperforeerde voegen				
3.3	Gewelfde voegen				
3.4	*Geribbelde mattenvoeg*				
4	**Flexibele voegovergangen (flexible joints)**				
4.1	Bitumineuze voegovergangen	4.1a	Traditionele bitumineuze voeg samengesteld uit bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen en mineraal aggregaat.		
		4.1a1	Verbeterde bitumineuze voeg met overgangsbalken en voegmassa samengesteld uit bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen en mineraal aggregaat.		
		4.1b	Bitumineuze voegovergang samengesteld uit een bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen, mineraal aggregaat en spiraalveren tussen in de onderliggende constructie verankerde stalen hoeklijnen.		
		4.1c	Bitumineuze voegovergang aangebracht in drie afzonderlijke lagen met verbeterd bitumineus bindmiddel, asfaltwapening tussen bovenste en tussenlaag en aan weerszijden gietasfaltstroken.		
4.2	*Volledig elastisch voegovergangen van polymeerbeton*				
5	**Verborgen voegovergangen (buried joints)**				
5.1	Voegovergang als onderdeel gemodificeerd asfaltbeton, over volledige objectlengte aangebracht. Constructie: stalen compo-nent dat voegspleet deels overbrugt, DAB, rekspreidende inlage, gemodificeerd asfaltbeton dat beweging opneemt				
5.2	*Op constructie bevestigde en onder asfalt verborgen afdichtingselementen. Constructie: afdichtingscomponent (bv rubber-mat) die voegspleet overbrugt en afdicht, membraan, rekspreidende asfaltwapening of scheurinleidende zaagsnede met flexibele voegvulling*				
5.3	*Voegovergang als onderdeel van gemodificeerd asfaltbeton, over volledige objectlengte aangebracht. Constructie: gemodificeerd asfaltbeton. Ter plaatse van voegovergangen wordt tussen de asfaltlagen asfaltwapening aangebracht*				
6	**Overgangsconstructies voor integrale kunstwerken**				
6.1	Overgangsconstructie voor integrale kunstwerken				
7	**Lamellenvoegen (modular joints)**				
7.1	Voegovergang, elke lamel voorzien van aangelaste dwarsdragers, die in stalen doosconstructie (kast) voorgespannen zijn opgelegd			7.1a1	zonder geluidreducerende voorziening
				7.1a2	met geluidreducerende voorziening
7.2	Voegovergang alle lamellen met beugels verbonden op centrale dwarsdragers.			7.2a1	zonder geluidreducerende voorziening
				7.2a2	met geluidreducerende voorziening
7.3	Voegovergang alle lamellen met beugels verbonden op centrale zwenkdwarsdragers .			7.3a1	zonder geluidreducerende voorziening
				7.3a2	met geluidreducerende voorziening

Familie 1. Nosing joints

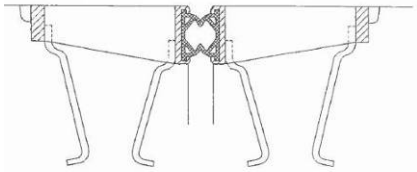
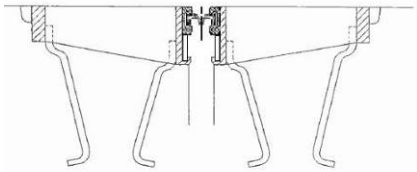
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.1a*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	Oorspronkelijk:  Gemodificeerd: 
Beschrijving concept	
In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type Enkele Grote Voeg (EGV ontwerp Directie Bruggen) en modificatie met klauwprofiel.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Oorspronkelijke EGV Δx= +/- 12,5 mm Δy= +/- 4 mm Δz= +/- 3 mm	Gemodificeerde EGV Δx= +/- 15 mm Δy= +/- 15 mm Δz= +/- 10 mm Δx is afhankelijk van beschikbare ruimte na verwijderen bestaand pakket.
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet en op termijn slijtage van de voegbalken	
Stroefheid	Goed, rijroosters zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	- Oorspronkelijk profiel: matig. De pakketten zijn niet altijd afgelast waardoor achterloopsheid ontstaat. De waterafdichting tussen voegprofiel en staal is afhankelijk van de verlijming en de voorspanning in relatie tot relaxatie van het voegprofiel. - Modificatie tot klauwprofiel: goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: Oorspronkelijk profiel: 40 jaar. Modificatie: 25 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp en de uitvoering.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's bij vervanging rubberpakket of modificatie tot klauwprofiel: - schade aan rooster bij verwijderen stalen strips van de rubber pakketten; - slechte passing van de in te lassen klauwprofielsectie waardoor geen goede afsteuning op de onderliggende staalconstructie en/of het klauwprofiel te hoog of te laag in de sponning komt; - beschadiging van de conservering op de klauwprofielen door laswarmte.
Slijtvastheid	Goed. Op termijn kan enige slijtage van de roostervulling plaatsvinden in combinatie met fysische aantasting (zie hieronder).
Aantastings-ongevoeligheid	Redelijk. - Aantasting conservering waardoor corrosie van de stalen randprofielen kan optreden. De stalen strips van de rubberpakketten zijn vaak oorspronkelijk intermitterend gelast, waardoor spleetcorrosie heeft geleid tot roest met lekkage als gevolg. De ogenschijnlijk excessieve roestvorming heeft toch maar weinig afname van het staalprofiel tot gevolg (circa 4mm roest = 1 mm materiaalverlies). - Verwering (en vorst/dooischade) van de bovenzijde van de roostervulling; - Tijdens het verhardingsproces van het beton in de roostervakken krimpt het beton. In de hierdoor ontstane krimpnaden kan water indringen. Hierdoor kan corrosie ontstaan (volumetoename ijzeroxide) of volumetoename door vorst. Het beton wordt verbrijzeld, waardoor het passerende wegverkeer het beton door middel van een vacuümeffect uit de roosters kan verwijderen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De voegafdichtingen buiten het bereden gebied dienen jaarlijks gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na 10 jaar. Zo nodig dient een slijtlaag aangebracht te worden indien de betonnen roostervulling meer dan 3 mm onder de staalconstructie ligt. Deze werkzaamheden zijn mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de gehele voegovergang na 40 jaar is in de meeste gevallen niet aan de orde. De roosterconstructie is in de meeste gevallen nog zeer geschikt om te te modificeren. Daarbij kan het bestaande rubberpakket (inclusief stalen strips) worden verwijderd en kunnen klauwprofielen worden ingelast. Na het inlassen dient de conservering te worden hersteld. Een dergelijke modificatie is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed (geen risico).

Overige informatie	
Algemeen	De EGV wordt niet meer gefabriceerd. Ze zijn in de jaren '60 en '70 veel toegepast en bevinden zich anno 2012 nog steeds in veel kunstwerken, soms nog met de originele afdichtingprofielen. De staal-rubberpaketten zijn niet altijd doorgaand afgelast. Er zijn geen geluidbeperkende maatregelen aan de bovenzijde beschikbaar, maar de onderstaande concepten zijn zeer goed modificeerbaar. Wel dient rekening worden gehouden met het aantonen van de vereiste restlevensduur. Voor modificatie bestaan speciale smalle klauwprofielen bijv Maurer C-profiel (22 mm breed) en RW SF30U (25 mm breed). De stalen strippen van het oorspronkelijke EGV-profiel hebben een breedte van 25 mm. Als om bepaalde redenen toch besloten moet worden de voegovergang niet te modificeren maar geheel te vervangen dan dient zorgvuldig te werk worden gegaan om de sloopschade aan de onderliggende constructie te beperken of te voorkomen. Dit is een arbeidsintensief proces.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Voldoende tijd voor inspectie/onderzoek naar de mate van aantasting en sponningbreedte, ontwerp en voorbereiding van de modificatie; - Voor modificatie is op het moment van inbouwen een minimale sponning van 75mm nodig (2x22mm+30mm) om het rubber nog te kunnen inlepelen; - Voor de modificaties geldt dat de klauwprofielen in het bereden gedeelte volledig ondersteund dienen te worden door middel van een aangelaste stalen strip die steunt op sponning aan de onderzijde van het rijrooster. Het achterwege laten van deze ondersteuning zal tot gevolg hebben dat de klauwprofiel aan vermoeiing onderhevig is en op termijn loskomt; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Het hoogteverschil tussen bovenkant roosterconstructie en betonvulling/ asfaltverharding dient beperkt te blijven (rooster maximaal 3 mm hoger). Een groter verschil zal op termijn gaan leiden tot schade (vervormingen, lasbreuk); - De originele EGV rubberprofielen worden niet meer gemaakt. Als modificatie tot klauwprofiel niet mogelijk is of nog niet noodzakelijk gevonden wordt, is het vaak mogelijk de rubberprofielen te vervangen door een ingelijmd ACME-profiel. De uitholling in de bestaande strippen maakt dat deze niet geschikt zijn om een dergelijk rubberprofiel op te verlijmen. Vaak is het mogelijk deze strippen om te draaien en opnieuw vast te lassen. De hechtvlakken dienen gestraald te worden om voldoende hechting te krijgen. Als de pakketten intermitterend gelast zijn geweest is er door achterloopsheid vaak sprake van spleetcorrosie waardoor de stalen strippen van het rijrooster zijn aangetast. De kwaliteit (waterdichtheid) van dergelijke aanpassingen is sterk afhankelijk van de kwaliteit van de uitvoering en een blijvende voorspanning van het rubber (minimaal 5 mm indrukking bij de grootste voegopening); - De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Oorspronkelijke EGV wordt niet meer gefabriceerd. Speciale smalle klauwprofielen voor modificaties worden onder andere geleverd door: - Maurer *www.maurersoehne.nl* - Reisner & Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 1. Nosing joints

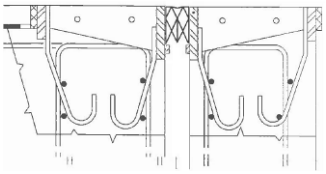
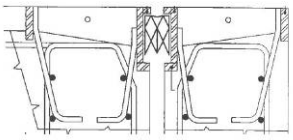
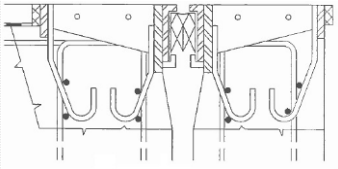
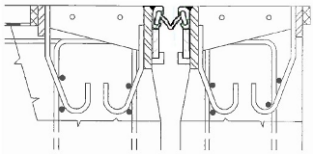
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.1b*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	Oorspronkelijk:  Gemodificeerd (voorbeeld): 
Beschrijving concept	
In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type Maurer kast- of kokerprofiel D60 en modificatie met klauwprofiel.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Oorspronkelijke Maurer kokerprofiel: Δx= +/- 30 mm Δy= +/- 4 mm Δz= +/- 3 mm	Gemodificeerd kokerprofiel: Δx= +/- 20mm Δy= +/- 15 mm Δz= +/- 10 mm
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet en op termijn slijtage van de voegbalken	
Stroefheid	Goed. rijroosters zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW | 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	- Oorspronkelijk profiel: redelijk. - Modificatie tot klauwprofiel: goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: Oorspronkelijk profiel: 40 jaar. Modificatie: 25 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp en de uitvoering.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's bij vervanging rubberpakket of modificatie tot klauwprofiel: - slechte passing van de in te lassen klauwprofielsectie waardoor geen goede afsteuning op de onderliggende staalconstructie en/of het klauwprofiel te hoog of te laag in de sponning komt; - beschadiging van de conservering op de klauwprofielen door laswarmte.
Slijtvastheid	Goed. Op termijn kan enige slijtage van de roostervulling plaatsvinden in combinatie met fysische aantasting (zie hieronder).
Aantastings-ongevoeligheid	Redelijk. - Aantasting conservering waardoor corrosie van de stalen randprofielen kan optreden. Waterkerende functie kan daarmee in het geding komen - Verwering (en vorst/dooischade) van de bovenzijde van de roostervulling; - Tijdens het verhardingsproces van het beton in de roostervakken krimpt het beton. In de hierdoor ontstane krimpnaden kan water indringen. Hierdoor kan corrosie ontstaan (volumetoename ijzeroxide) of volumetoename door vorst. Het beton wordt verbrijzeld, waardoor het passerende wegverkeer het beton door middel van een vacuümeffect uit de roosters kan verwijderen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De voegafdichtingen buiten het bereden gebied dienen jaarlijks gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na 10 jaar. Zo nodig dient een slijtlaag aangebrachtte worden indien de betonnen roostervulling meer dan 3 mm onder de staalconstructie ligt. Deze werkzaamheden zijn mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de gehele voegovergang na 40 jaar is in de meeste gevallen niet aan de orde. De roosterconstructie is in de meeste gevallen nog zeer geschikt om te te modificeren. Daarbij kan het bestaande rubberpakket en de bovenste rand van het kokerprofiel worden verwijderd en kunnen klauwprofielen worden ingelast. Na het inlassen dient de conservering te worden hersteld. Een dergelijke modificatie is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed (geen risico).

Overige informatie	
Algemeen	Het Maurer kokerprofiel wordt niet meer gefabriceerd. Ze zijn in de jaren '60 en '70 veel toegepast en bevinden zich anno 2012 nog steeds in veel kunstwerken, soms nog met de originele afdichtingprofielen. Er zijn geen geluidbeperkende maatregelen aan de bovenzijde beschikbaar, maar de onderstaande concepten zijn zeer goed modificeerbaar. Wel dient rekening te houden met de aantoonbaarheid van de vereiste restlevensduur. Voor modificatie bestaan speciale smalle klauwprofielen bijv Maurer C-profiel (22 mm breed) en RW SF30U (25 mm breed). Als om bepaalde redenen toch besloten moet worden de voegovergang niet te modificeren maar geheel te vervangen dan dient zorgvuldig te werk te worden gegaan om de sloopschade aan de onderliggende constructie te beperken of te voorkomen. Dit is een arbeidsintensief proces.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Voldoende tijd voor inspectie / onderzoek naar de mate van aantasting en sponningbreedte, ontwerp en voorbereiding van de modificatie; - Voor modificatie is op het moment van inbouwen een minimale sponning van 75 mm nodig (2x22 mm+30 mm) om het rubber nog te kunnen inlepelen; - Voor de modificaties geldt dat de klauwprofielen in het bereden gedeelte volledig ondersteund dienen te worden door middel van een aangelaste stalen strip die steunt op sponning aan de onderzijde van het rijrooster. Het achterwege laten van deze ondersteuning zal tot gevolg hebben dat de klauwprofiel aan vermoeiing onderhevig is en op termijn loskomt; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Het hoogteverschil tussen bovenkant roosterconstructie en betonvulling/ asfaltverharding dient beperkt te blijven (rooster maximaal 3 mm hoger). Een groter verschil zal op termijn gaan leiden tot schade (vervormingen, lasbreuk); - De originele afdichtingsprofielen zijn nog leverbaar. De kokerprofielen zijn slechts vervangbaar als de klauwen de fixerende en waterafdichtende functie nog kunnen vervullen. Indien de materiaaldoorsnede ter plaatse van de klauwen door corrosie is afgenomen kan de waterdichtheid niet gegarandeerd worden; - De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Oorspronkelijke Maureur stalen doos / kasprofiel wordt niet meer gefabriceerd vangwege vervanging door het moderne klauwprofiel. Speciale smalle klauwprofielen voor modificaties worden onder andere geleverd door: - Maurer *www.maurersoehne.nl* - Reisner & Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 1. Nosing joints

Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.1c*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	Oorspronkelijke voegovergang: - geen pakket, zonder bovenpet  Oorspronkelijke voegovergang: - geen pakket, met bovenpet:  Oorspronkelijke voegovergang: - pakket, met bovenpet:  Gemodificeerde voegovergang: 
Beschrijving concept	
In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type ACME, met of zonder 'bovenpet' en/of aangevulkaniseerde stalen strippen ('pakket') en modificaties met klauwprofiel.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Oorspronkelijke ACME: Δx= +/- 30 mm maximaal (bij ACME60), zie info algemeen Δy= +/- 4 mm Δz= +/- 3 mm Gemodificeerde ACME: Δx= +/- 30mm Δy= +/- 30 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	45-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet en op termijn slijtage van de voegbalken	
Stroefheid	Goed, rijroosters zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	- Oorspronkelijk profiel: goed, mits voorzien van een volledig afgelaste naad en mits goed	

	verlijmd. De pakketten zijn niet altijd afgelast waardoor achterloopsheid en spleetcorrosie ontstaat. De waterafdichting tussen voegprofiel en staal is afhankelijk van de kwaliteit van de verlijming en de voorspanning in relatie tot relaxatie van het voegprofiel; - Modificatie tot klauwprofiel: goed.

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: oorspronkelijk profiel: 40 jaar, modificatie: 25 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp. Belangrijkste risico's bij vervanging rubberpakket of modificatie tot klauwprofiel: - schade aan rooster bij verwijderen stalen strips van de rubber pakketten; - slechte passing van de in te lassen klauwprofielsectie waardoor geen goede afsteuning op de onderliggende staalconstructie en/of het klauwprofiel te hoog of te laag in de sponning komt; - beschadiging van de conservering op klauwprofielen als gevolg van laswarmte.
Slijtvastheid	Goed. Op termijn kan enige slijtage van de roostervulling plaatsvinden in combinatie met fysische aantasting (zie hieronder).
Aantastings-ongevoeligheid	Redelijk. - Aantasting conservering waardoor corrosie van de stalen randprofielen kan optreden. De stalen strips van de rubberpakketten zijn vaak oorspronkelijk intermitterend gelast, waardoor spleetcorrosie heeft geleid tot roest met lekkage als gevolg. De ogenschijnlijk excessieve roestvorming heeft toch maar weinig afname van het staalprofiel tot gevolg (circa 4 mm roest = 1 mm materiaalverlies). - Verwering (en vorst / dooischade) van de bovenzijde van de roostervulling; - Tijdens het verhardingsproces van het beton in de roostervakken krimpt het beton. In de hierdoor ontstane krimpnaden kan water indringen. Hierdoor kan corrosie ontstaan (volumetoename ijzeroxide) of volumetoename door vorst. Het beton wordt verbrijzeld, waardoor het passerende wegverkeer het beton door middel van een vacuümeffect uit de roosters kan verwijderen. -
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van de afdichtingsprofielen na circa 10 jaar. Dit is mogelijk binnen de WBU. Zo nodig dient een slijtlaag aangebrachtte worden indien de betonnen roostervulling meer dan 3 mm onder de staalconstructie ligt. Ook deze werkzaamheden zijn mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de gehele voegovergang na 40 jaar is in de meeste gevallen niet aan de orde. De roosterconstructie is in de meeste gevallen nog zeer geschikt om te te modificeren. Daarbij kan het bestaande rubberpakket (incl eventuele stalen strips) worden verwijderd en kunnen klauwprofielen worden ingelast. Na het inlassen dient de conservering te worden hersteld. Een dergelijke modificatie is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed (geen risico)

Overige informatie

Algemeen

Beschikbare typen:

Type	Capaciteit Δx	Breedte rubber in sponning (min/max) [mm]	Hoogte profiel
ACME20	+/- 10 mm	20-45	53
ACME35	+/- 17,5 mm	35-70	87
ACME45	+/- 22,5 mm	50-95	90
ACME60	+/- 30 mm	55-115	100

Deze voegovergangen worden niet meer gefabriceerd. Ze zijn in de jaren '60 en '70 veel toegepast en bevinden zich anno 2012 nog steeds in veel kunstwerken, soms nog met de originele goed functionerende afdichtingprofielen. ACME-profielen zijn nog steeds goed te verkrijgen.

Er zijn geen geluidbeperkende maatregelen aan de bovenzijde beschikbaar, maar de onderstaande concepten zijn zeer goed modificeerbaar. Wel dient rekening gehouden te worden met de aantoonbaarheid van de vereiste restlevensduur.

Voor modificatie bestaan er, naast standaard klauwprofielen met een breedte van 35 mm, ook speciale smalle klauwprofielen bijv Maurer C-profiel (22 mm breed) en RW SF30U (25 mm breed). Op het moment van inbouwen is een minimale sponning van 75mm nodig (2x22 mm+30 mm) om het rubber nog te kunnen inlepelen. Alleen ACME45 en ACME60 voegprofielen (met of zonder strippen) of AMCE35 voegprofielen met strippen (pakket) zijn daarmee geschikt voor modificatie.

Als om bepaalde redenen toch besloten moet worden de voegovergang niet te modificeren maar geheel te vervangen dan dient zorgvuldig te werk te worden gegaan om de sloopschade aan de onderliggende constructie te beperken of te voorkomen. Dit is een arbeidsintensief proces.

Aandachtspunten ontwerp en fabricage (modificaties)

- Voldoende tijd voor inspectie / onderzoek naar mate van aantasting en sponningbreedte, ontwerp en voorbereiding van de modificatie;
- Voor modificatie is op het moment van inbouwen een minimale sponning van 75 mm nodig (2x22 mm+30 mm) om het rubber nog te kunnen inlepelen;
- Voor de modificaties geldt dat de klauwprofielen in het bereden gedeelte volledig ondersteund dienen te worden door middel van een aangelaste stalen strip die steunt op sponning aan de onderzijde van het rijrooster. Het achterwege laten van deze ondersteuning zal tot gevolg hebben dat de klauwprofiel aan vermoeiing onderhevig is en op termijn loskomt;
- Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.

Aandachtspunten uitvoering (modificaties)

- Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.

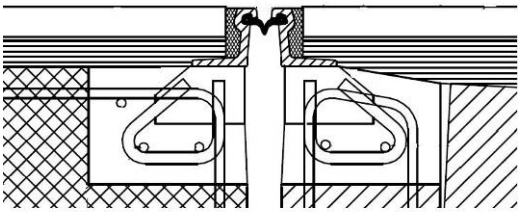
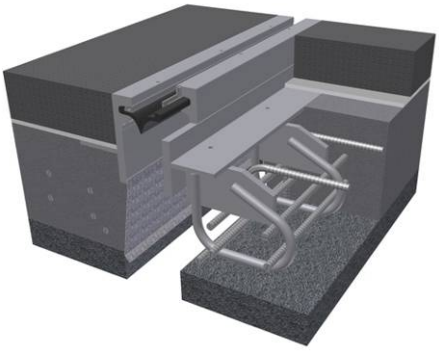
Aandachtspunten beheer

- Het hoogteverschil tussen bovenkant roosterconstructie en betonvulling / asfaltverharding dient beperkt te blijven (rooster maximaal 3 mm hoger). Een groter verschil zal op termijn gaan leiden tot schade (vervormingen, lasbreuk);
- Bij vervanging van de originele afdichtingsprofielen is de verlijming van groot belang. De ACME-profielen zoals deze nu worden geleverd hebben een geringere veerstijfheid waardoor van voorspanning niet of nauwelijks meer sprake is. De hechtvlakken dienen gestraald te worden om voldoende hechting te krijgen. Als de pakketten intermitterend gelast zijn geweest is er door achterloopsheid vaak sprake van spleetcorrosie waardoor de stalen strippen van het rijrooster zijn aangetast. Hier dient rekening mee gehouden te worden;
- De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden.
- Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht.

Leveranciers

Oorspronkelijke ACME rijroosters wordt niet meer gefabriceerd. Speciale smalle klauwprofielen voor modificaties worden onder andere geleverd door:
- Maurer *www.maurersoehne.nl*
- Reisner & Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 1. Nosing joints

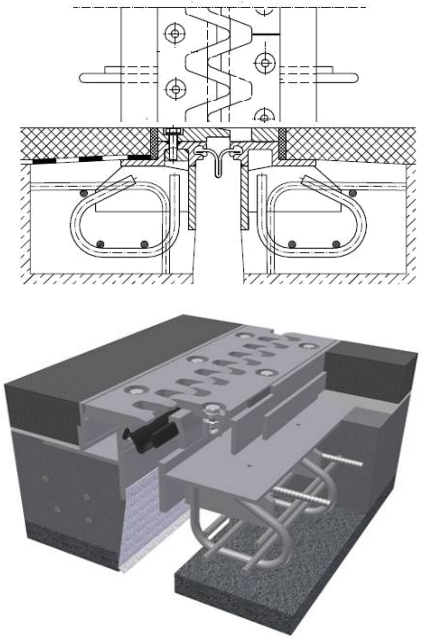
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.2a1*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	 
Beschrijving concept	
In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder overgangsbalken zonder geluidreducerende voorzieningen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed, beperkt bereden oppervlak en robuust ontwerp.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet.	
Stroefheid	Goed. Niet relevant in verband met beperkte breedte bereden oppervlak.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: Snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: aanvankelijk 40 jaar. Onderbouw is zeer geschikt voor modificatie.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie; - Positionering langswapening (knopen) niet conform ontwerp; - Luchtinsluiting tijdens storten beton; - Niveauverschillen met aansluitend asfalt bij achteraf aanbrengen van het asfalt - Onvoldoende verdichting asfalt tegen de voeg aan bij achteraf aanbrengen van het asfalt (met op termijn schade aan de voeg tot gevolg) - Beschadiging van conserveringslagen in het bereden oppervlak bij achteraf aanbrengen van asfalt
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage conservering in bereden oppervlak, niet van invloed op het functioneren.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Conservering veroudert, hetgeen leidt tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). Thermisch verzinkte uitvoeringen kunnen een zeer hoge duurzaamheid hebben. De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De voegafdichtingen buiten het bereden gebied dienen jaarlijks gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na 10 jaar. Thermisch verzinkte uitvoering heeft geen onderhoud nodig. De maatregel is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft slechts het vervangen van het aan het asfalt grenzende stalen deel (bovenbouw) in verband met aantasting (corrosie). Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed door robuust ontwerp, geringe uitvoeringsrisico's en beperkte beheerinspanning.

Overige informatie	
Algemeen	Het concept is bedoeld voor inbouw in nieuwe constructies waarbij van te voren in het ontwerp van het kunstwerk de benodigde sparingen kunnen worden ingepast. Een belangrijk kenmerk is dat het ingestorte verankerde deel (onderbouw) in principe de levensduur van het kunstwerk heeft en niet vervangen hoeft te worden. Het op deze onderbouw gelaste klauwprofiel kan worden verwijderd, waarna een nieuw klauwprofiel op de bestaande onderbouw kan worden gelast. Dit in tegenstelling tot het renovatiemodel (concept 1.2.b.1).
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief de details van de schampkantoplossingen. - Asfaltdikte is een belangrijk raakvlak. Standaardconstructie is gebaseerd op een bepaalde asfaltdikte. Indien de asfaltdikte groter is, dan dient de verankering daarop aangepast te worden t.b.v. een juiste krachtsafdracht. - Detaillering t.b.v. thermisch verzinken - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden. Dit kan voorkomen worden door het klauwprofiel fabrieksmatig te vormen d.m.v. buigen en/of zetten. - Optioneel is de toepassing van een RVS klauwprofiel* (alleen verkrijgbaar via Maurer) waarbij gedurende de levensduur geen corrosie aan de bovenzijde mogelijk is.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en eventueel geluidbeperkende maatregelen; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig dichtgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Aansluitend asfalt mag geen spoorvorming vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Op korte termijn heeft dit geen gevolgen, maar het heeft wel effect op de te verwachten levensduur (door vermoeiingseffecten); Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Het niet uitvoeren van vast onderhoud (reinigen) kan leiden tot een verkorte levensduur.
Leveranciers	- Maurer *www.maurer-soehne.nl* - Mageba *www.mageba.ch* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 1. Nosing joints

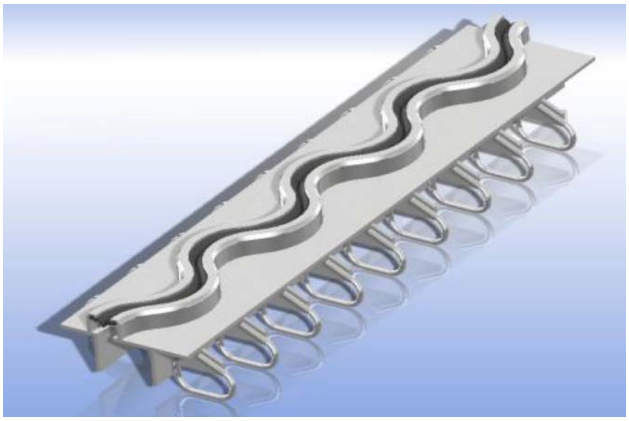
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.2a2*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder overgangsbalken met geluidreducerende voorzieningen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= varieert per leverancier: van +/-4mm tot +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	65 tot 100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk, op lange termijn schade mogelijk op intensief bereden wegen (schade aan sinusplaten, loskomen boutverbindingen)	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk, door de geluidreducerende afdekplaten ontstaat een geleidelijkere overgang waardoor deze comfortabeler wordt ervaren dan bij een rechte voegspleet.	
Stroefheid	Goed. Niet relevant in verband met beperkte breedte bereden oppervlak.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,5 | 78,7 | 79,8 | 80,8 | 81,7 | 82,6 De geluidmaatregel bij randprofielvoegen bestaat meestal uit het toepassen van sinusvormige platen.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: Afdichtingsprofiel: 10 jaar; Geluidreducerende afdekplaten: 40 jaar. Niet vervangbare delen: aanvankelijk 40 jaar. Onderbouw is zeer geschikt voor modificatie.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. Robuust ontwerp, waarbij de vlakke aansluiting en correcte bevestiging van de geluidreducerende maatregelen een belangrijk aandachtspunt is. Op dit punt bestaat een zekere kans op fouten met gevolgen voor met name geluid en de gebruiksveiligheid. Belangrijkste risico's: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (ook in langrichting van de voegovergang in verband met bewegingen in y-richting); - Geen vlakke aansluiting tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw ; - Onjuiste voorspanning en onvoldoende borging van de bevestiging tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw; - Niveauverschillen met aansluitend asfalt bij achteraf aanbrengen van het asfalt - Onvoldoende verdichting asfalt tegen de voeg aan bij achteraf aanbrengen van het asfalt (met schade tot gevolg) - Beschadiging van conserveringslagen in het bereden oppervlak bij achteraf aanbrengen van asfalt
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage conservering in bereden oppervlak, is niet van invloed op het functioneren.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Door de geluidbeperkende maatregelen ontstaat een sterkere vervuiling waardoor snellere aantasting van de stalen randprofielen plaats kan vinden.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na 10 jaar. Thermisch verzinkte uitvoering heeft geen onderhoud nodig. De maatregel is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft slechts het vervangen van het aan het asfalt grenzende stalen deel (bovenbouw) in verband met aantasting (corrosie). Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig, kans op letselschade bij falen van de fixatie van de geluidreducerende afdekplaten.

Overige informatie	
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief de details van de schampkantoplossingen. - Asfaltdikte is een belangrijk raakvlak. Standaardconstructie is gebaseerd op een bepaalde laagdikte. Indien de asfaltdikte groter is, dan dient de verankering daarop aangepast te worden t.b.v. een juiste krachtsafdracht. - Detaillering t.b.v. thermisch verzinken. - Rekening houden met zijdelingse verplaatsingen van het brugdek als gevolg het oplegsysteem in verband met kans op aanlopen geluidreducerende platen - Opvijzelvoorziening opdat sinusplaten bij vijzelen niet verwijderd hoeven te worden. - Validatie van het ontwerp van de verbinding tussen de geluidreducerende plaat en de onderbouw. Uit de praktijk blijkt deze verbinding gevoelig is voor falen als gevolg onjuiste detaillering en / of fabricage toleranties (onder andere vlakheid plaat en onderbouw, staalkwaliteit, passing draad bout versus gat/moer, voorspanning, borging tegen lostrillen en aanrijding bij spoorvorming asfalt). - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten worden vermeden. Dit kan voorkomen worden door het klauwprofiel fabrieksmatig te vormen d.m.v. buigen en/of zetten. - Optioneel is de toepassing van een RVS klauwprofiel* (alleen verkrijgbaar via Maurer) waarbij gedurende de levensduur geen corrosie aan de bovenzijde mogelijk is.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en zijdelingse verplaatsingen als gevolg van het oplegsysteem; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig dichtgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Op korte termijn heeft dit geen gevolgen, maar het heeft wel effect op de te verwachten levensduur (door vermoeiingseffecten) Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden.
Leveranciers	- Maurer *www.maurersoehne.nl* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de* - Mageba *www.mageba.ch*

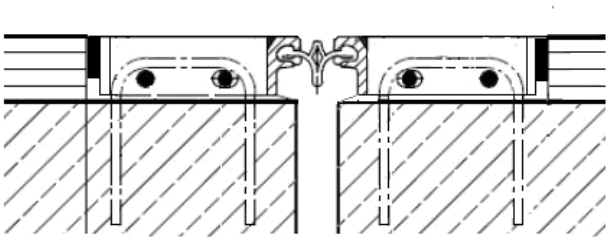
Familie 1. Nosing joints

Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.2a3*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
In constructie verankerde golfvormige stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen	

Overige informatie

Algemeen	Met dit concept is in Nederland nog geen ervaring opgedaan, daarom kan nog geen (gevalideerde) informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen! Door de leverancier worden de volgende specificaties opgegeven: · Zelfreinigend · 100% waterdicht · De enige geluidsarme constructie zonder boutverbindingen en losse delen · Duurzaam, 40 jaar levensduur verwachting · Thermische verzinkt of conserveringsysteem · Prefab geleverd tot elk gewenste lengte · Lassen in het werk tot een minimum beperkt · Rubber eenvoudig uitwisselbaar · Dilatatie van 5 t/m 95 mm (+/- 45 mm)
Aandachtspunten	
Leveranciers	Maurer *www.maurersoehne.nl*

Familie 1. Nosing joints

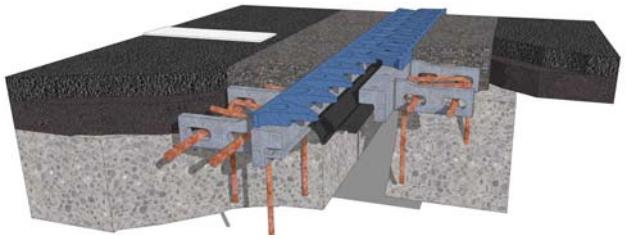
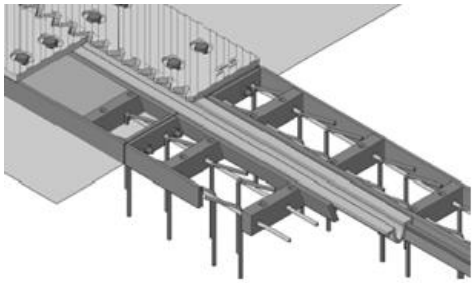
Beschrijving concept	*Factsheet concept 1.2b1*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting	Renovatiemodel  
Familiedefinitie	
In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder geluidreducerende voorzieningen. Renovatiemodel zonder geluidbeperkende maatregelen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet en op termijn slijtage van de voegbalken	
Stroefheid	Goed. Voegdorpels van staalvezelbeton zijn voldoende stroef	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: 25 jaar of 40 jaar afhankelijk van het ontwerp, zie opmerking onder algemeen. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van de fabricage en montage en de kwaliteit van het onderhoud (conservering).
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk, robuust ontwerp met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met beperkte directe gevolgen maar met mogelijke effecten op de langere termijn (levensduur). De belangrijkste risico's zijn: - Beschadiging kunstwerk bij aanbrengen verankering; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie en vlakheid aansluitingen wegverharding; - Verankering niet conform ontwerp aangebracht (verankeringslengte en / of positie stekken) door conflicten met in onderliggende constructie aanwezige wapening; - Bouwplaats(stoot)lassen, met name bij de goot niet (duurzaam) waterdicht; - Onvoldoende steun randprofiel op onderliggende constructie door onvoldoende opvulling / verdichting staalvezelbeton onder randprofiel; - Lekkage aansluiting op de randconstructie door onvoldoende hechting en krimp; - Slechte weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangbalken; - Onvlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereden delen van de voegdorpels. Staalvezelbeton is voldoende slijtvast. Op lange termijn kan door slijtage en verwering het aanbrengen van een slijtlaag nodig zijn om gevolgschade aan het randprofiel te voorkomen en een verbetering van het rijcomfort te bewerkstelligen. Als aan de achterzijde geen stalen aanrijdstrip is aangebracht kan de staalvezelbeton gaan afbrokkelen.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). Thermisch verzinkte uitvoering behoeft in principe geen onderhoud. De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Door de geluidbeperkende maatregelen ontstaat een sterkere vervuiling waardoor snellere aantasting van de stalen randprofielen plaats kan vinden.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed/redelijk. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na circa 10 jaar. Redelijk indien de constructie niet thermisch verzinkt is maar voorzien is van een verfsysteem, dan dient de conservering eveneens bijgewerkt te worden te worden. Dit is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Na 25 jaar moet er van uitgegaan worden dat de gehele constructie vervangen moet worden (inclusief de verankering, die bij het slopen grotendeels als verloren moet worden beschouwd). Slijtage, vermoeiingseffecten en aantasting van het randprofiel met bijbehorende lekkage spelen daarbij een belangrijke rol. Vervangen van alleen het randprofiel is praktisch niet goed uitvoerbaar in tegenstelling tot concept 1.2.a.1. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed (geen risico).

Overige informatie	
Algemeen	Het concept is bedoeld voor vervanging van andere type enkelvoudige voegovergangen in bestaande constructies en is in principe niet bedoeld om bij nieuwe kunstwerken te worden ingebouwd. Rekentechnisch is het mogelijk om aan dit concept een vermoeiingslevensduur van 40 jaar toe te kennen. Echter dient bij een dergelijke levensduur ook rekening gehouden te worden met aantasting van het staal door een onvoldoende (onderhouden) corrosiebescherming. Het ontwerp dient hierin te voorzien. Mocht toch besloten worden dit model toe te passen bij nieuwbouw, dan moet men zich realiseren dat dit bij vervanging consequenties heeft voor de constructies onder de voegovergangen. In tegenstelling tot het nieuwbouwmodel, waar de stalen onderbouw gebruikt kan worden als fundatie voor een nieuwe voegovergang, zal de voegovergang volledig vervangen moeten worden, inclusief verankering. In het kader van LCC en risicobeheersing verdient toepassing van dit concept 1.2b1 bij nieuwbouw niet de voorkeur.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Als aan de achterzijde een stalen aanrijdstrip wordt aangebracht (zie figuur; niet aanwezig bij variant op foto), wordt voorkomen dat het staalvezelbeton kan afbrokkelen. - Vooraf dient nagegaan te worden of de voegovergangsconstructie in een bestaande constructie is in te passen (asfaltdikte) en te verankeren en of schade als gevolg van sloopwerk en het aanbrengen van ankers geen risico's introduceert voor het draagvermogen van de hoofddraagconstructie; - Detaillering ten behoeve van thermisch verzinken - In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de effecten van uitkragende randprofielen in geval van een grotere voegspleet in de onderliggende constructie; - Nodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden. Dit kan voorkomen worden door het klauwprofiel fabrieksmatig te vormen d.m.v. buigen en/of zetten.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en zijdelingse verplaatsingen als gevolg van het oplegsysteem; - Verankering staalprofiel aan de betonconstructie conform ontwerp uitvoeren; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig dichtgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Dit kan leiden tot randschade met mogelijke effecten ten aanzien van de levensduur (door onthechting en vermoeiingseffecten van de verankering); - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht. Tevens dient bij het verwijderen van de aansluitende asfaltdeklaag voorkomen te worden dat de freesmachine de staalvezelbalk beschadigt - De afdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winter) gereinigd te worden.
Leveranciers	Maurer *www.maurersoehne.nl* Smits Neuchatel *www.smitsneuchatel.nl* Spanstaal/Mageba *www.mageba.ch* Brabotech *www.brabotech.nl* Edilon)(sedra contracting *www.edilonsedracontracting.com* BAM betontechnieken *www.bambetontechnieken.nl*

Familie 1. Nosing joints

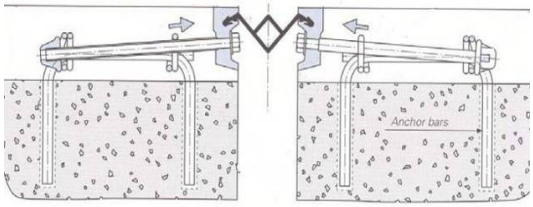
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.2b2*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	 
Beschrijving concept	
In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen en geluidreducerende voorzieningen (renovatiemodel). De geluidreducerende voorzieningen kunnen zich zowel alleen boven het randprofiel bevinden als ook over de gehele breedte van het staalprofiel.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= varieert per leverancier: van +/-4mm tot +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm Onder de geluidbeperkende maatregel is maximum Δx van 100mm toegestaan.	
Kruisingshoek	65 tot 100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk, op lange termijn schade mogelijk op intensief bereden wegen (schade aan sinusplaten, loskomen boutverbindingen)	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk, door de geluidreducerende afdekplaten ontstaat een meer geleidelijke overgang waardoor deze als comfortabeler wordt ervaren als bij een rechte voegspleet. Op termijn slijtage van de voegbalken waardoor oneffenheid toeneemt.	
Stroefheid	Redelijk tot goed, afhankelijk van type. Voegdorpels van staalvezelbeton zijn voldoende stroef. Indien de geluidreducerende voorzieningen over de gehele breedte van de voegconstructie worden aangebracht, dient de stroefheid door middel van een profilering en/of speciale coating te worden verzekerd.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,5 | 78,7 | 79,8 | 80,8 | 81,7 | 82,6 De geluidmaatregel bij randprofielvoegen bestaat meestal uit het toepassen van sinusvormige platen.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Levensduur vervangbare delen: afdichtingsprofiel 10 jaar, geluidreducerende afdekplaten 25 jaar. Niet vervangbare delen: 25 jaar of 40 jaar afhankelijk van het ontwerp, zie opmerking onder algemeen. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing), de fabricage en de uitvoering (montage).
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk, robuust ontwerp met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met mogelijke gevolgen op zowel korte als lange termijn. Belangrijkste uitvoeringsrisico's: - Beschadiging kunstwerk bij aanbrengen verankering; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie; - Verankering niet conform ontwerp aangebracht (verankeringslengte en / of positie stekken) door conflicten met in onderliggende constructie aanwezige wapening; - Onvoldoende steun randprofiel op onderliggende constructie door onvoldoende opvulling/verdichting staalvezelbeton onder randprofiel; - Lekkage ter plaatse van de aansluiting op de randconstructie door onvoldoende hechting en krimp; - Slechte weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangbalken. - Onvlakheid voegbalken en aansluitingen wegdek; - Onvlakheid aansluiting tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw - Onvoldoende voorspanning en borging van de bevestiging tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereden delen van de voegdorpels en de geluidreducerende platen. Staalvezelbeton is voldoende slijtvast. Op lange termijn kan door slijtage en verwering het aanbrengen van een slijtlaag nodig zijn om gevolgschade aan het randprofiel te voorkomen en een verbetering van het rijcomfort te bewerkstelligen. Slijtage conservering in bereden oppervlak is niet van invloed op het functioneren.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Door de geluidbeperkende maatregelen ontstaat een sterkere vervuiling waardoor snellere aantasting van de stalen randprofielen plaats kan vinden. Het toepassen van een speciaal vuilwerend rubberprofiel verdient aanbeveling.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. Door de geluidbeperkende maatregelen ontstaat een meer compacte constructie die slechter zelfreinigend is dan concept 1.2.b1. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed/redelijk. Dit betreft het vervangen van de voegprofielen na circa 10 jaar. Redelijk indien de constructie niet thermisch verzinkt is maar voorzien is van een verfsysteem, dan dient de conservering eveneens bijgewerkt te worden te worden. Dit is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Na 25 jaar moet er van uitgegaan worden dat de gehele constructie vervangen moet worden (inclusief de verankering, die bij het slopen grotendeels als verloren moet worden beschouwd). Slijtage, vermoeiingseffecten en aantasting van het randprofiel met bijbehorende lekkage spelen daarbij een belangrijke rol. Vervangen van alleen het randprofiel is praktisch niet goed uitvoerbaar in tegenstelling tot concept 1.2a2.Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig, kans op letselschade bij falen van de fixatie van de geluidreducerende afdekplaten

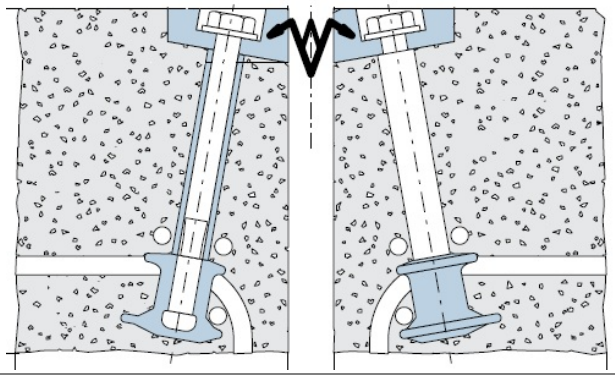
Overige informatie	
Algemeen	Het concept is bedoeld voor vervanging van andere type enkelvoudige voegovergangen in bestaande constructies en is in principe niet bedoeld om bij nieuwe kunstwerken te worden ingebouwd. Rekentechnisch is het mogelijk om aan dit concept een vermoeiingslevensduur van 40 jaar toe te kennen. Bij een dergelijke levensduur dient echter ook rekening gehouden te worden met aantasting van het staal door een onvoldoende (onderhouden) corrosiebescherming. Het ontwerp dient hierin te voorzien. Mocht toch besloten worden dit model toe te passen bij nieuwbouw, dan moet men zich realiseren dat dit bij vervanging consequenties heeft voor de constructies onder de voegovergangen. In tegenstelling tot het nieuwbouwmodel, waar de stalen onderbouw gebruikt kan worden als fundatie voor een nieuwe voegovergang, zal de voegovergang volledig vervangen moeten worden, inclusief verankering. In het kader van LCC en risicobeheersing verdient toepassing van dit concept 1.2b2 bij nieuwbouw niet de voorkeur.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vooraf dient nagegaan te worden of de voegovergangsconstructie in een bestaande constructie is in te passen (i.v.m. grotere inbouwhoogte, asfaltdikte) en te verankeren en of schade ten gevolge van sloopwerk en het aanbrengen van ankers geen risico's introduceert voor het draagvermogen van de hoofddraagconstructie; - Detaillering ten behoeve van thermisch verzinken - In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de effecten van uitkragende randprofielen in geval van een grotere voegspleet in de onderliggende constructie; - Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - Rekening houden met zijdelingse verplaatsingen van het brugdek als gevolg het oplegsysteem in verband met kans op aanlopen geluidreducerende platen; - Validatie van het ontwerp van de verbinding tussen de geluidreducerende plaat en de onderbouw. Uit de praktijk blijkt deze verbinding gevoelig is voor falen als gevolg onjuiste detaillering en/of fabricagetoleranties (onder andere vlakheid plaat en onderbouw, staalkwaliteit, passing draad bout versus gat/moer, voorspanning, borging tegen lostrillen en aanrijding bij spoorvorming asfalt; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden. Dit kan voorkomen worden door het klauwprofiel fabrieksmatig te vormen d.m.v. buigen en/of zetten.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en zijdelingse verplaatsingen als gevolg van het oplegsysteem; - Verankering staalprofiel aan de betonconstructie conform ontwerp uitvoering - Nabehandeling beton vanwege gevoeligheid voor scheuren boven de stalen strippen; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Dit kan leiden tot randschade aan de overgangsbalk met mogelijke effecten ten aanzien van de levensduur (door onthechting en vermoeiingseffecten van de verankering). Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient dan een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Bouten dienen na applicatie van de voegovergang na enige tijd opnieuw aangedraaid te worden in verband met spanningsverlies; - De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden.
Leveranciers	- Maurer *www.maurersoehne.nl* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de* - Mageba *www.mageba.ch* - Smits Neuchatel *www.smitsneuchatel.nl* - Brabotech *www.brabotech.nl* - Spanstaal *www.spanstaal.nl* - Edilon Sedra *www.edilonsedracontracting.com* (toepassing Provinciale overheid) - Rowij *www.rowij.nl* - Colijn Tensa: *www.tensa.nl*

Familie 1. Nosing joints

Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.3a*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Aluminium randprofielen met ingeklemde voegprofielen en in horizontale richting geplaatste boutverankering / voorspanstaven.	

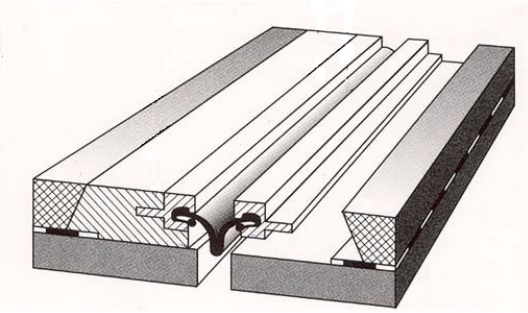
Overige informatie	
Algemeen	Met dit concept is in Nederland nog geen ervaring opgedaan, daarom kan nog geen informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen. Expertmening Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur: vanwege de risicovolle verankering wordt bij intensief vrachtverkeer een korte levensduur verondersteld.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Freyssinet / CIPEC (type WR) *www.freyssinet.nl*

Familie 1. Nosing joints

Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.3b*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Randprofielen met ingeklemde voegprofielen en in verticale richting geplaatste boutverankering / voorspanstaven.	

Overige informatie	
Algemeen	Met dit concept is in Nederland nog geen ervaring opgedaan, daarom kan nog geen informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Freyssinet / CIPEC *www.freyssinet.nl*

Familie 1. Nosing joints

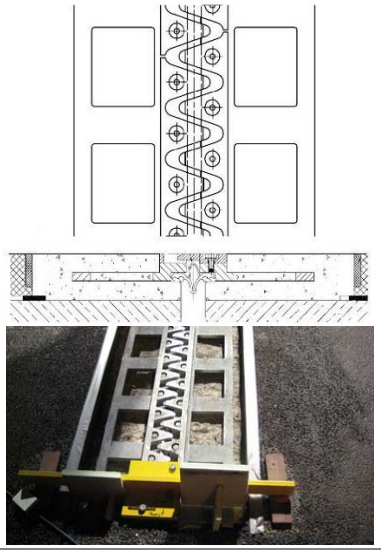
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.4a1*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Onverankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder geluidreducerende voorzieningen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Matig, op basis van Duitse ervaring in gelijkwaardige situaties en toepassing in Nederland: A10 Zuid in object Amstelveenseweg, knooppunt Nootdorp en Oosterscheldekering.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet.	
Stroefheid	Goed. Voegdorpels van polymeerbeton afgewerkt / ingeschuurd met een fijne korrel zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 jaar. Niet vervangbare delen: 15 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van de uitvoering en de kwaliteit van het onderhoud (conservering).
Uitvoerings-ongevoeligheid	Matig in verband met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met directe gevolgen en met mogelijke effecten op de langere termijn (levensduur). De belangrijkste risico's zijn: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie; - Onvoldoende hechting staalprofiel aan voegbalk; - Onvoldoende trek- of hechtsterkte ondergrond (minimaal 1,5 N/mm2); - Onvoldoende kwaliteit en hechting van eventuele opstortingen / uitvullingen; - Materialen / bouwstoffen niet verwerkt volgens voorschriften; - Onvoldoende steun randprofiel op onderliggende constructie door onvoldoende opvulling /verdichting onder randprofiel; - Slechte weersomstandigheden tijdens uitvoering; - Onvlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereden delen van de voegdorpels. Polymeerbeton is voldoende slijtvast. Uit het oogpunt van verbetering van de stroefheid kan het nodig zijn na verloop van tijd een slijtlaag aan te brengen.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Polymeerbalken gevoelig voor scheurvorming door verhinderde krimp. Risico op onthechting van ondergrond door verschil uitzettingscoëfficiënt materialen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De afdichtingen dienen minimaal eenmaal per jaar (na de winter) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Bij levensduurverwachting van 15 jaar (in autosnelwegen) is tussentijds vervangen van onderdelen waarschijnlijk niet noodzakelijk. Bij toepassing in secundaire wegen met een hogere levensduurverwachting betreft het variabel onderhoud het vervangen van de voegprofielen en herstellen van de conservering (indien niet thermisch verzinkt) na circa 10 à 15 jaar nodig. Dit is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Na 15 jaar (in autosnelwegen) of 25 jaar (in secundaire wegen) moet er van uitgegaan worden dat de gehele constructie vervangen moet worden. Schade aan de polymeerbalken, slijtage en aantasting van het randprofiel en voegbalken met bijbehorende lekkage spelen daarbij een belangrijke rol. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd inclusief verharding: 24-32 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Vanwege het ontbreken van constructieve ankers.

Overige informatie	
Algemeen	Het concept is bedoeld voor vervanging van andere type enkelvoudige voegovergangen in bestaande constructies waarbij een verankering in de bestaande constructie niet mogelijk of als risicovol wordt ingeschat. Het concept is in principe niet bedoeld om bij nieuwe kunstwerken te worden ingebouwd.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vooraf dient de werkelijk aanwezige voegspleet in het kunstwerk in relatie tot de constructietemperatuur in beeld gebracht te zijn om na te gaan of dit type voeg toepasbaar is. Dit type voegovergang kan niet worden uitgebouw bij een te grote voegspleet; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Representatieve waarde van de potentiële hechtsterkte van de constructie dient vooraf door middel van proeven bepaald te worden; - Aaneengesloten droge periode van circa vier dagen is vereist in verband met de benodigde hechting. Constructie en luchttemperatuur tussen 4 en 25 °C; - Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en eventueel geluidbeperkende maatregelen; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Bij vervanging asfalt aan weerszijden van de voegovergangen bestaat het risico op onthechting als gevolg van frezen. Tevens dient er dan aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Het niet uitvoeren van vast onderhoud (reinigen) kan leiden tot een verkorte levensduur of schade.
Leveranciers	- Maurer *www.maurersoehne.nl* - Mageba *www.mageba.ch*

Familie 1. Nosing joints

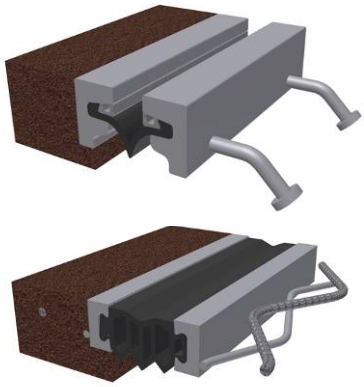
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.4a2*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Onverankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen en geluidreducerende voorzieningen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 Δy= varieert per leverancier van +/-4 mm tot +/- 40 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	79-100 gon Sinusplaten in diverse hoekmaten te verkrijgen. Standaard haaks profiel geschikt voor 100 gon tot 93 gon. Standaard schuin profiel geschikt voor 92-79 gon. Schuinere hoeken eventueel als maatwerk mogelijk	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Matig op basis van ervaring met soortgelijk concept. Het is niet bekend of dit concept geschikt is in situaties met intensief zwaar verkeer.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk, door de geluidreducerende afdekplaten ontstaat een meer geleidelijke overgang waardoor deze als comfortabeler wordt ervaren als bij een rechte voegspleet.	
Stroefheid	Goed. Voegdorpels van polymeerbeton, afgewerkt / ingeschuurd met een fijne korrel zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,5 | 78,7 | 79,8 | 80,8 | 81,7 | 82,6 De geluidmaatregel bij randprofielvoegen bestaat meestal uit het toepassen van sinusvormige platen.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (afdichtingsprofiel): 10 à 15 jaar. Niet vervangbare delen: 15 jaar (verwachting in autosnelwegen overeenkomstig concept 1.4.a1) tot 25 jaar (in secundaire wegen). De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van de uitvoering.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Matig. Gevoelig ontwerp met kans op uitvoeringsfouten met mogelijk directe gevolgen. De belangrijkste risico's zijn: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie en vlakheid aansluitingen wegverharding; - Bouwplaats(stoot)lassen, met bij de goot niet (duurzaam) waterdicht; - Onvoldoende hechting staalprofiel aan voegbalk; - Onvoldoende trek- en / of hechtsterkte ondergrond (minimaal 1,5 N/mm2); - Kwaliteit en hechting van eventuele opstortingen/uitvullingen; - Materialen / bouwstoffen iet verwerkt volgens voorschriften; - Onvoldoende steun randprofiel op onderliggende constructie door onvoldoende opvulling / verdichting staalvezelbeton onder randprofiel; - Slechte weersomstandigheden tijdens uitvoering; - Onvlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek; - Onvlakheid aansluiting tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw; - Onvoldoende voorspanning en borging van de bevestiging tussen geluidreducerende afdekplaten en onderbouw.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereden delen van de voegdorpels. Polymeerbeton is voldoende slijtvast. Uit oogpunt van verbetering van de stroefheid kan het nodig zijn na verloop een slijtlaag aan te brengen.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Polymeerbalken gevoelig voor scheurvorming door verhinderde krimp. Risico op onthechting van ondergrond door verschil in uitzettingscoëfficiënt materialen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De voegafdichtingen buiten het bereden gebied dienen jaarlijks gereinigd te worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot een verkorte levensduur. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Bij levensduurverwachting van 15 jaar (in autosnelwegen) is tussentijds vervangen van onderdelen waarschijnlijk niet noodzakelijk. Bij toepassing in secundaire wegen met een hogere levensduurverwachting betreft het variabel onderhoud het vervangen van de voegprofielen en het herstellen van de conservering (indien niet thermisch verzinkt) na circa 10 à 15 jaar. Dit is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Na 15 jaar (in autosnelwegen) tot 25 jaar (in secundaire wegen) moet er van uitgegaan worden dat de gehele constructie vervangen moet worden. Slijtage, vermoeiingseffecten en aantasting van het randprofiel met bijbehorende lekkage spelen daarbij een belangrijke rol. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd inclusief verharding: 24-32 uur.
	Veiligheid
Veiligheid	Matig, vanwege het risico van de verbinding van de geluidreducerende afdekplaten en de afwezigheid van constructieve ankers.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit concept is nog geen ervaring in Nederland in autosnelwegen en weinig ervaring in secundaire wegen. De voegovergang is in 2011 ingebouwd in de Schellingwouderbrug en de Amsterdamsebrug te Amsterdam. In Zwitserland is dit concept sinds 2003 toegepast. Ervaringen zijn niet bekend. Het concept is bedoeld voor vervanging van andere type enkelvoudige voegovergangen in bestaande constructies waarbij een verankering in de bestaande constructie niet mogelijk of als risicovol wordt ingeschat. Het concept is in principe niet bedoeld om bij nieuwe kunstwerken te worden ingebouwd. De voegovergang is in het buitenland volgens de daar vastgestelde richtlijnen ontworpen en getest. Hiervoor geldt een vast aantal lastwisselingen / voertuigpassages met een vastgestelde verdeling aan aslasten. RWS hanteert andere uitgangspunten waardoor een rekentechnische vertaalslag noodzakelijk is om aan te tonen dat deze constructie ook in de Nederlandse snelwegen geschikt kan zijn voor toepassing in (zwaarbelaste) snelwegen.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vooraf dient de werkelijk aanwezige voegspleet in het kunstwerk in relatie tot de constructietemperatuur in beeld gebracht te worden om na te gaan of dit type voeg toepasbaar is. Dit type voeg kan niet worden ingebouwd bij een te grote voegspleet; - Rekening houden met zijdelingse verplaatsingen van het brugdek als gevolg het oplegsysteem in verband met kans op aanlopen geluidreducerende platen; - Validatie van het ontwerp van de verbinding tussen de geluidreducerende plaat en de onderbouw. In de praktijk blijkt dat deze verbinding gevoelig is voor falen als gevolg onjuiste detaillering en / of fabricagetoleranties (onder andere vlakheid plaat en onderbouw, staalkwaliteit, passing draad bout versus gat / moer, voorspanning, borging tegen lostrillen en aanrijding bij spoorvorming asfalt); - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Representatieve waarde van de potentiële hechtsterkte van de constructie dient vooraf door middel van proeven bepaald te worden; - Aaneengesloten droge periode van circa 4 dagen is vereist in verband met de benodigde hechting. Constructie en luchttemperatuur tussen 4 en 25 °C; - Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en eventueel geluidbeperkende maatregelen; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Bij vervangen asfalt bestaat het risico op onthechting als gevolg van frezen. Tevens dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Het niet uitvoeren van vast onderhoud (reinigen) kan leiden tot een verkorte levensduur.
Leveranciers	- Mageba *www.mageba.ch* / Smits Neuchatel *www.smitsneuchatel.nl*

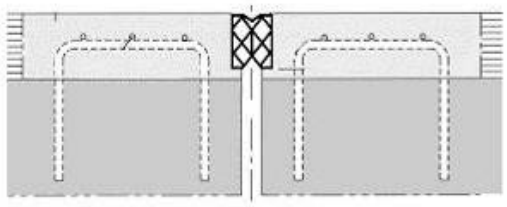
Familie 1. Nosing joints

Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.4b*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Stalen randprofielen met aangelaste stalen wapening of deuvels met ingeklemde voegprofielen zonder geluidreducerende voorzieningen en verankerde of onderankerde voegbalken van staalvezelbeton of kunsthars.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm Δy= +/- 40 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er worden geen opspankrachten opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Slecht. Negatieve ervaring in Nederland. Slagvastheid onder verkeersbelasting is onvoldoende. Dit kan leiden tot: scheurvorming, afbrokkeling, onthechting en lasbreuk tussen wapening en randprofiel.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet.	
Stroefheid	Goed. Voegdorpels van polymeerbeton afgewerkt / ingeschuurd met een fijne korrel zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 10 jaar. Niet vervangbare delen, in rijkswegen: 5 jaar (bron: incidenten in rijkswegen). In wegen met lichtere verkeersbelasting is een langere levensduur te verwachten.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. Eenvoudig concept met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met gevolgen voor het functioneren. Belangrijkste risico's: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie en vlakheid aansluitingen wegverharding; - Bouwplaats(stoot)lassen, met bij de goot niet (duurzaam) waterdicht; - Onvoldoende trek- of hechtsterkte ondergrond (minimaal 1,5 N/mm2); - Slechte weersomstandigheden tijdens uitvoering; - Materialen / bouwstoffen niet verwerkt volgens voorschriften; - Onvoldoende steun randprofiel op onderliggende constructie door onvoldoende opvulling / verdichting beton onder randprofiel; - Onvlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereden delen van de voegdorpels. Polymeerbeton is voldoende slijtvast. Uit oogpunt van verbetering van de stroefheid kan het nodig zijn na verloop van tijd een slijtlaag aan te brengen. In rijkswegen is slijtage gezien de beperkte levensduur niet maatgevend.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereden oppervlakken (in bijzonder de conservering in het klauwprofiel). De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit. Polymeerbalken gevoelig voor scheurvorming door verhinderde krimp. Risico op onthechting van ondergrond door verschil in uitzettingscoëfficiënt materialen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De voegafdichtingen buiten het bereden gebied dienen jaarlijks gereinigd te worden. Schade aan de voegbalken dienen dan eveneens hersteld te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Gezien geringe levensduurverwachting in rijkswegen is tussentijds vervangen van onderdelen waarschijnlijk niet noodzakelijk.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Matig. Na vijf jaar (in autosnelwegen) moet er van uitgegaan worden dat de gehele constructie vervangen moet worden. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie uitvoeringstijd inclusief verharding: 24 uur.
	Veiligheid
Veiligheid	Matig. Door slechte schokbestendigheid kunnen er gaten in de voegovergangbalken vallen.

Overige informatie	
Algemeen	Het concept is bedoeld voor vervanging van andere type enkelvoudige voegovergangen in bestaande licht belaste constructies (geen groot aandeel zwaar verkeer) waarbij een verankering in de bestaande constructie niet mogelijk of als risicovol wordt ingeschat. Het concept is in principe niet bedoeld om bij nieuwe kunstwerken te worden ingebouwd.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vooraf dient de werkelijk aanwezige voegspleet in het kunstwerk in relatie tot de constructietemperatuur in beeld gebracht te worden om na te gaan of dit type voeg toepasbaar is. Deze voegovergang kan vanwege de zwakke verankering van het randprofiel niet worden ingebouwd bij een te grote voegspleet; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden. -
Aandachtspunten uitvoering	- Representatieve waarde van de potentiële hechtsterkte van de constructie dient vooraf door middel van proeven bepaald te worden; - Aaneengesloten droge periode van circa vier dagen is vereist in verband met de benodigde hechting. Constructie en luchttemperatuur tussen 4 en 25 °C; - Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en eventueel geluidbeperkende maatregelen; - Vlakheid aansluitingen wegverharding; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn.
Aandachtspunten beheer	- Bij vervangen asfalt aan weerszijden van de voegovergang bestaat het risico op onthechting als gevolg van frezen; Tevens dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht - Het niet uitvoeren van vast onderhoud (reinigen) kan leiden tot schade.
Leveranciers	- Reissner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de* - Freyssinet / Cipec *www.freyssinet.nl*

Familie 1. Nosing joints	**Factsheet**
Familiedefinitie	*Factsheet Concept 1.5a*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting	
Beschrijving concept	
Gelijmde (VA/ACME) voegprofielen in verankerde staalvezelbetonbalken.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 30 mm Δy= +/- 4 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. Er worden wel opspankrachten opgebouwd (zie informatie algemeen).	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk, op lange termijn schade mogelijk op intensief bereden wegen.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig tot redelijk in verband met aanwezige voegspleet met uitvullend rubberprofiel.	
Stroefheid	Goed. Voegdorpels van staalvezelbeton zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 10 jaar. Niet vervangbare delen: 25 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk in verband met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met directe gevolgen voor de duurzaamheid. De belangrijkste risico's zijn: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie. Voorinstelling is in verband met de temperatuur van het kunstwerk door toepassing van standaard bekisting niet eenvoudig of problematisch; - Onvoldoende trek- of hechtsterkte van de ondergrond; - Verankering niet conform ontwerp (positie en verankeringslengte); - Niet volgen van de uitvoeringsinstructies en niet toepassen van door de leverancier voorgeschreven materialen / bouwstoffen en mengverhoudingen voor de staalvezelbeton en rubberlijm; - Onvlakheid van verticale vlakken van de sponning, voor optimale verlijming; - Onvoldoende hechting lijm op rubber - Slechte weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangbalken; - Onvlakheid tussen aanstortingen en aansluitend wegdek.
Slijtvastheid	Redelijk. Staalvezelbeton al dan niet voorzien van slijtlaag behoeft enig onderhoud. Afdichtingsprofiel kan bij hoge temperaturen bereden worden en is dan in zekere mate aan slijtage onderhevig.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Het reinigen van de voegovergang is zeer goed mogelijk. In het geval van oppervlakteschades en onvoldoende stroefheid is herstel binnen een nacht WBU goed mogelijk.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Rubber vervangen en reparaties aan de voegbalk zijn in korte tijd mogelijk (binnen 1 WBU interval).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Modificatie is niet mogelijk en de gehele voegovergang dient vervangen te worden. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd inclusief verharding: 24 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk. Door slechte schokbestendigheid kunnen gaten in de voegovergang vallen.

Overige informatie

Algemeen

Toepassing van concept 1.5a in autowegen wordt afgeraden.

Beschikbare typen:

Type	Capaciteit Δx	Breedte rubber in sponning (min/max) [mm]	Hoogte profiel	Maximale Opspankracht [kN/m]
VA10	+/- 5 mm	25-35	44	17
VA30	+/- 15 mm	35-65	45	42
VA45	+/- 22,5 mm	48-93	60	45
VA60	+/- 30 mm	57-117	70	47
ACME20	+/- 10 mm	20-45	53	
ACME35	+/- 17,5 mm	35-70	87	6,0
ACME45	+/- 22,5 mm	50-95	90	6,5
ACME60	+/- 30 mm	55-115	100	6,7

VA-profielen presteren slechter dan Acmé-profielen. VA-profielen werden van oorsprong niet gelijmd, zijn kokerprofielen met dikke wanden en daarom stijver van karakter. Acmé-profielen werden van oorsprong gelijmd, zijn inwendig voorzien van diagonale schotten en dunnere wanden waardoor ze soepeler van karakter zijn.

Aandachtspunten ontwerp en fabricage

Voldoende blijvende 'voorspanning' in het rubberprofiel (minimaal 5 mm blijvende indrukking bij grootste voegopening). Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.

Aandachtspunten uitvoering

Lijmverbindingen van afdichtingen zijn gevoelig voor uitvoeringsfouten. Verlijmen is problematisch. Een goede hechting (rubber opruwen!) en een goede aansluiting van het voegprofiel op de voegovergangbalken zijn van belang.
- Scherpe kanten aan de bovenzijde van de dorpels vermijden om afbrokkeling te voorkomen, door het aanbrengen van een vellingkant 5x5 mm;
- Inwatering via kopse kanten rubberprofiel voorkomen door afdichten;
- Voegprofiel dient uit één stuk te bestaan over de volledige lengte van de voegovergang.

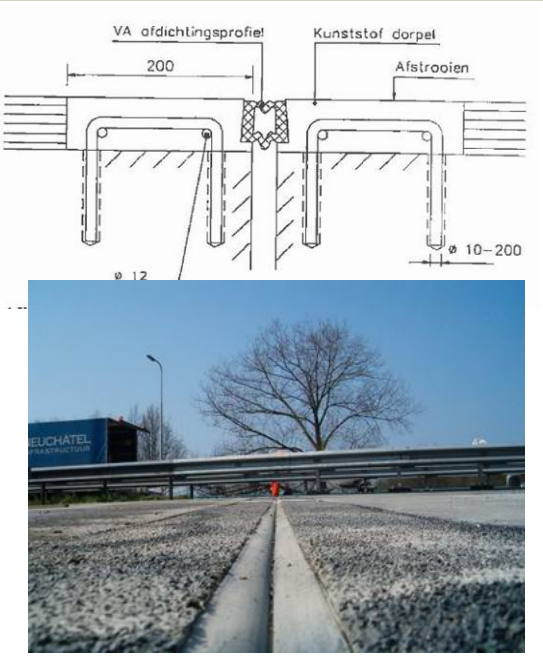
Aandachtspunten beheer

- Het rubber relaxeert. De waterkerende functie neemt in de loop der tijd af. Regelmatige inspectie en onderhoud is noodzakelijk om de beoogde levensduur te halen. Zonder deze handelingen zal de voegovergang voortijdig falen met grote kans op gevolgschade aan de omringende onderdelen.
- Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht

Leveranciers

Dit type voegovergang wordt nauwelijks meer in rijkswegen toegepast.
In de regel werden deze concepten aangebracht door betonreparatiebedrijven.

Familie 1. Nosing joints

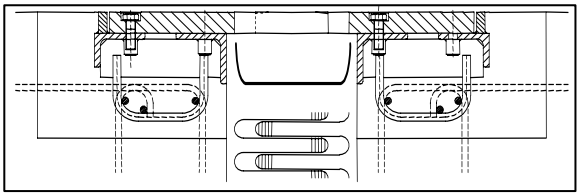
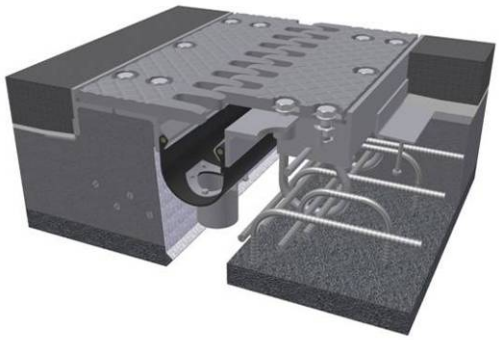
Familiedefinitie	*Factsheet concept 1.5b*
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.	
Beschrijving concept	
Gelijmde (VA/ACME) voegprofielen in verankerde kunstharsbalken.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 30 mm Δy= +/- 4 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	20-100 gon	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Slecht. De balken zijn gevoelig voor verkeersbelasting (stootbelasting). Dit kan leiden tot: scheurvorming, afbrokkeling, onthechting, hoogteverschillen tussen de voegdorpels en de aansluitende verharding dienen beperkt te blijven.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Matig tot redelijk in verband met aanwezige voegspleet met uitvullend rubber	
Stroefheid	Goed. Afgestrooide voegdorpels van kunsthars zijn voldoende stroef.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,6 | 84,1 | 85,4 | 86,6 | 87,6 | 88,6 Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 10 jaar. Niet vervangbare delen: 15 tot 20 jaar indien regelmatig onderhoud (reparatie) wordt uitgevoerd. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Matig in verband met aanwezige kans op uitvoeringsfouten met directe gevolgen voor de duurzaamheid. De belangrijkste risico's zijn: - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie. Voorinstelling is in verband met de temperatuur van het kunstwerk door toepassing van standaard bekisting niet eenvoudig of problematisch; - Onvoldoende trek- of hechtsterkte ondergrond; - Verankering niet conform ontwerp (positie en verankeringslengte); - Niet volgen van de uitvoeringsinstructies en niet toepassen van door de leverancier voorgeschreven materialen / bouwstoffen en mengverhoudingen voor de kunsthars en rubberlijm; - Onvlakheid van verticale vlakken van de sponning, voor optimale verlijming; - Slechte weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangbalken; - Onvlakheid tussen aanstortingen en aansluitend wegdek.
Slijtvastheid	Redelijk. Kunstharsbalken voorzien van slijtlaag behoeven enig onderhoud Afdichtingsprofiel kan bij hoge temperaturen worden bereden en is dan in zekere mate aan slijtage onderhevig.
Aantasting-ongevoeligheid	Slecht. Kunsthars gevoelig voor scheurvorming door verschil in uitzettingscoëfficiënt materialen / verhinderde krimp en onthechting van de ondergrond ten gevolge van doorgaand krimpgedrag. De rubberafdichting veroudert en verliest in loop der tijd zijn elasticiteit
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Kleine reparaties aan de voegbalk en opnieuw verlijmen rubber zijn in korte tijd mogelijk (binnen WBU).
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Rubber vervangen en reparaties aan de voegbalk zijn in korte tijd mogelijk (binnen WBU).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Modificatie is niet mogelijk en de gehele constructie moet worden vervangen. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Er dient rekening gehouden te worden met veel sloopschade en repartiewerk aan het onderliggende beton ten gevolge van hoge hechting kunsthars aan beton. Indicatie benodigde uitvoeringstijd inclusief verharding: 24 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk. Door slechte schokbestendigheid kunnen gaten in de voegovergang vallen.

Overige informatie	
Algemeen	Dit type voegovergang wordt niet meer in rijkswegen toegepast. Beschikbare type VA-profielen (=capaciteit in x-richting): 10, 30, 45 en 60. Beschikbare type ACME-profielen (=capaciteit in x-richting): 20, 35, 45, 60. Type 45 en 60 zijn in dit concept in principe niet toepasbaar vanwege de breedte van deze niet lastdragende profielen in het rijoppervlak (>80 mm).
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Voldoende bljvende 'voorspanning' (minimaal 5 mm blijvende indrukking bij grootste voegopening). - Relatie tussen kunstwerk dagmaat en de vormgeving van de voegbalk met voorziening voor het rubber (een VA30 heeft zijn beperking in de benodigde oplegnokjes voor het rubber. In "geknepen" toestand heeft het profiel dan een tamelijk kleine voegsponning nodig). - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	Lijmverbindingen van afdichtingen zijn gevoelig voor uitvoeringsfouten. Verlijmen is problematisch.Een goede verlijming en een goede aansluiting van het voegprofiel op de voegovergangbalken zijn van belang. - Alleen verwerken bij droog weer en temperatuur tussen 5 en 20 °C; - Laagdikte dient beperkt te blijven in verband met warmteontwikkeling. Zo nodig eerst uitvullaag aanbrengen en laten uitharden en afkoelen; - Scherpe kanten aan de bovenzijde van de dorpels vermijden om afbrokkeling te voorkomen, door aanbrengen van een vellingkant 5x5 mm; - Inwatering via kopse kanten rubberprofiel voorkomen door afdichten; - Voegprofiel dient uit één stuk te bestaan over de volledige lengte van de voegovergang.
Aandachtspunten beheer	- Het rubber relaxeert. De waterkerende functie neemt in de loop der tijd af. - Regelmatige inspectie en onderhoud is noodzakelijk om de beoogde levensduur te halen. Zonder deze handelingen zal de voegovergang voortijdig falen met grote kans op gevolgschade aan de omringende onderdelen. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	In de regel werden deze concepten aangebracht door betonreparatiebedrijven.

Familie 2. Vingervoegen (cantilever joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 2.1a1*
Deze voegovergang bestaat uit uitkragende symmetrische of niet-symmetrische elementen (zoals kam- of zaagtandplaten) die de voegspleet overbruggen en aan beide zijden van de voegspleet zijn verankerd. De uitkragende tanden of vingers dragen de verkeersbelasting, de ruimte tussen de tanden wordt gebruikt voor het opnemen van de dilataties. De elementen sluiten aan op de aangrenzende verharding en liggen op dezelfde hoogte van elkaar en de aangrenzende verharding.	
Beschrijving concept	
Stalen rechte symmetrische elementen met rechthoekige vingers (kamplaten) die door middel van voorspanbouten zijn voorgespannen op een stalen onderbouw. In de onderbouw is een gootslab opgenomen die water opvangt en afvoert.	

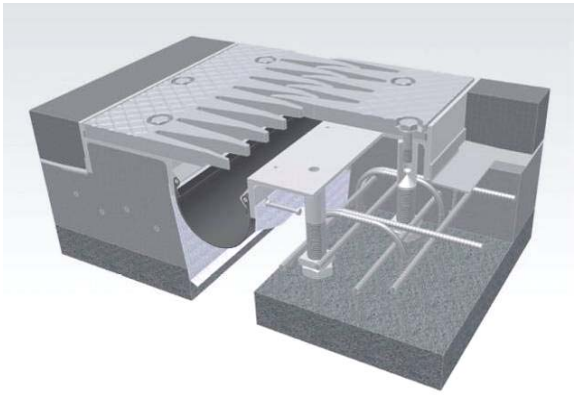
Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 250 mm Δy= +/- 7 mm Δz= +/- 8 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, er kunnen geen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed. Robuust ontwerp.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Maatregelen treffen bij fietspaden bij Δx ≥ 100 mm. Voor de zijdelingse verplaatsingen (Δy) is het noodzakelijk dat afhankelijk van de bewegingen ruimte gecreëerd wordt tussen de tanden. Deze ruimtes zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.	
Stroefheid	Redelijk. De stroefheid wordt bereikt met ruitvormige groeven van circa 2 mm in het stalen oppervlak.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW | 83,4 | 84,3 | 85,1 | 85,9 | 86,5 | 87,2
	Onderzijde kunstwerk	Bij gebruikmaking van een rubberen hemelwaterafvoergoot zijn geluidbeperkende maatregelen in principe niet noodzakelijk. Rubberen slabben van afvoergoten kunnen als gevolg van luchtverplaatsing door passeren van voertuigen tegen omliggende constructies klapperen. Het effect van het klapperen kan beperkt worden door de contactvlakken te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Meetgegevens van vingervoegen met een hemelwaterafvoersysteem van harde materialen zijn niet beschikbaar.

	Functionele eis 6
Waterdichtheid	RedelijkMatig. De voegovergangen zijn open. Waterdichtheid wordt bereikt door het toepassen van een rubberen afvoersysteem (slab) of een systeem van harde materialen. Een voorwaarde voor het functioneren van de HWA is het tijdig reinigen van het systeem.

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 25 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit. Korte verankeringen kunnen vermoeiing vertonen, resulterend in breuk van de ankers.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, nauwelijks gevolgen. Belangrijkste risico's: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met noodzakelijke ruimte voor het opnemen van bewegingen als gevolg van temperatuur, kruip, krimp en dergelijke; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegovergang in alignement van de weg; - Verankering niet conform ontwerp aangebracht (verankeringslengte en / of positie stekken) door conflicten met in onderliggende constructie aanwezige wapening; - Vulling onder stalen fundatieplaten van vingervoegen; - Berekening en toepassing aandraaimoment bouten; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Vingerplaten met groeven zijn zeer slijtvast. Vingerplaten met slijtlaag minder slijtvast dan groeven, maar goed mits onbeschadigd tijdens applicatie en vast onderhoud in gebruik.
Aantasting	Matig. Vervuiling kan lekkage van het afvoersysteem veroorzaken met gevolgschade voor de omringende constructie.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren. De goten moeten twee keer per jaar gereinigd worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot falen van de gootconstructie met gevolgschade aan de omringende onderdelen zoals beton- of staalconstructies, opleggingen en taluds.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Dit betreft het vervangen van ankerbouten, het rubberen hemelwaterafvoersysteem en mogelijk de conservering van vingerplaten. Dit is 'eenvoudig' mogelijk door de modulaire opbouw. Indicatie benodigde uitvoeringstijd is twee WBU intervallen.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft de gehele constructie. De funderingsconstructie moet als 'niet vervangbaar zonder destructief sloopwerk' worden beschouwd. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 40-48 uur
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Grote kans op letselschade als gevolg van falen van de fixatie van de vingerplaten.

Overige informatie	
Algemeen	Kenmerkend voor dit concept is de waterdoorlatendheid van de vingers en de geringe hoeveelheid onderdelen. Het hemelwater wordt opgevangen in een gootconstructie onder de voegovergang. Omdat hemelwater ook vervuiling meeneemt van het wegoppervlak, is een adquaat onderhoudsregime nodig om falen van het hemelwaterafvoersysteem te voorkomen.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten; - Bij bepaling Δy (zijdelingse verplaatsing) ook rekening houden met oplegsysteem en kwispeleffecten. Aanlopen van vingers voorkomen; - Spleetruimte tussen brugdek en landhoofd voor plaatsing hemelwater afvoergoten; - Vermoeiingsgevoeligheid boutverbinding vingerplaten; - Waterafvoercapaciteit hemelwaterafvoersysteem.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en zijdelingse verplaatsingen als gevolg van het oplegsysteem; - Verbinding vingerplaten met onderbouw; - Kwalificatie aandraaimethode bouten (montagevolgorde); - Vlakke aansluiting vingerplaten op ondergrond; - Vlakheid aansluiting wegverharding.
Aandachtspunten beheer	- Het hemelwaterafvoersysteem moet minimaal tweemaal per jaar gereinigd worden: voor de herfst en na de winter; - Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Op korte termijn heeft dit geen gevolgen, maar het heeft wel effect op de te verwachten levensduur (door vermoeiingseffecten). Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	- Mageba *www.mageba.ch* - Maurer *www.maurer-soehne.nl* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 2. Vingervoegen (cantilever joints)

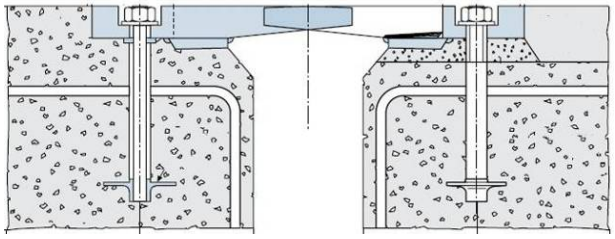
Familiedefinitie	*Factsheet concept 2.1a2*
Deze voegovergang bestaat uit uitkragende symmetrische of niet-symmetrische elementen (zoals kam- of zaagtandplaten) die de voegspleet overbruggen en aan beide zijden van de voegspleet zijn verankerd. De uitkragende tanden of vingers dragen de verkeersbelasting, de ruimte tussen de tanden wordt gebruikt voor het opnemen van de dilataties. De elementen sluiten aan op de aangrenzende verharding en liggen op dezelfde hoogte van elkaar en de aangrenzende verharding.	
Beschrijving concept	
Stalen rechte symmetrische elementen met driehoekige vingers (zaagtandplaten) met geluidreducerend effect die door middel van voorspanbouten zijn voorgespannen op een stalen onderbouw. In de onderbouw is een gootslab opgenomen die water opvangt en afvoert.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 350 mm Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. Robuust ontwerp.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Maatregelen treffen bij fietspaden bij Δx ≥ 100 mm. Voor de zijdelingse verplaatsingen (Δy) is het noodzakelijk dat afhankelijk van de bewegingen ruimte gecreëerd wordt tussen de tanden. Deze ruimtes zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.	
Stroefheid	Redelijk. De stroefheid wordt bereikt door het aanbrengen van ruitvormige groeven met een diepte van circa 2 mm in het stalen oppervlak.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,0 | 83,1 | 84,1 | 85,0 | 85,8 | 86,6
	Onderzijde kunstwerk	Bij gebruikmaking van een rubberen hemelwaterafvoergoot zijn geluidbeperkende maatregelen in principe niet noodzakelijk. Rubberen slabben van afvoergoten kunnen als gevolg van luchtverplaatsing door passeren van voertuigen tegen omliggende constructies klapperen. Het effect van het klapperen kan beperkt worden door de contactvlakken te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Meetgegevens van vingervoegen met een hemelwaterafvoersysteem van harde materialen zijn niet beschikbaar.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk. De voegovergangen zijn open. Waterdichtheid wordt bereikt door het toepassen van een rubberen afvoersysteem (slab) of een systeem van harde materialen.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 25 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit. Korte verankeringen kunnen vermoeiing vertonen, resulterend in breuk van de ankers.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's zijn: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met noodzakelijke ruimte voor het opnemen van - Bewegingen als gevolg van temperatuur, kruip, krimp en dergelijke; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegovergang in alignement van de weg; - Verankering niet conform ontwerp aangebracht (verankeringslengte en / of positie stekken) door conflicten met in onderliggende constructie aanwezige wapening; - Vulling onder stalen fundatieplaten van vingervoegen; - Berekening en toepassing aandraaimoment bouten; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Vingerplaten met groeven zeer slijtvast. Vingerplaten met slijtlaag minder slijtvast dan groeven, maar goed mits onbeschadigd tijdens applicatie en vast onderhoud in gebruik.
Aantasting	Redelijk. Vervuiling kan lekkage van het afvoersysteem veroorzaken met gevolgschade voor de omringende constructie.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De goten moeten regelmatig gecontroleerd worden op vervuiling en regelmatig gereinigd worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot falen van de gootconstructie met gevolgschade aan de omringende onderdelen zoals beton-/staalconstructies, opleggingen en taluds. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen na 10 jaar van vingerplaten, ankerbouten, het rubberen hemelwaterafvoersysteem en mogelijke de conservering van vingerplaten. Dit is 'eenvoudig' mogelijk door de modulaire opbouw. Vervanging is mogelijk binnen twee WBU intervallen.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft de gehele constructie. De funderingsconstructie moet als 'niet vervangbaar zonder destructief sloopwerk' worden beschouwd. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Grote kans op letselschade als gevolg van falen van de fixatie van de vingerplaten.

Overige informatie	
Algemeen	Kenmerkend voor dit concept is de waterdoorlatendheid van de vingers en de geringe hoeveelheid onderdelen. Het hemelwater wordt opgevangen in een gootconstructie onder de voegovergang. Omdat hemelwater ook vervuiling meeneemt van het wegoppervlak, is een adquaat onderhoudsregime nodig om falen van het hemelwaterafvoersysteem te voorkomen. Daarnaast vormen de vorm van de vingers en de positieve gevolgen voor de geluidproductie het kenmerkende verschil met concept 2.1a1.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten; - Bij bepaling Δy (zijdelingse verplaatsing) ook rekening houden met oplegsysteem en kwispeleffecten. Aanlopen van vingers moet worden voorkomen; - Vermoeiingsgevoeligheid ankerbouten en vingerplaten; - Spleetruimte tussen brugdek en landhoofd voor plaatsing hemelwater afvoergoten; - Waterafvoercapaciteit hemelwaterafvoersysteem.
Aandachtspunten uitvoering	- Juiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, voorspanning, krimp, kruip en zijdelingse verplaatsingen als gevolg van het oplegsysteem. Vlakke aansluiting vingerplaten op onderhoud; - Vlakheid aansluiting wegverharding; - Verbinding vingerplaten met onderbouw.
Aandachtspunten beheer	- Een voorwaarde voor het functioneren van de HWA is het tijdig reinigen van het systeem. Het hemelwaterafvoersysteem moet minimaal tweemaal per jaar gereinigd te worden, voor de herfst en na de winter; - Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Op korte termijn heeft dit geen gevolgen, maar het heeft wel effect op de te verwachten levensduur (door vermoeiingseffecten). Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	- Mageba *www.mageba.ch* - Maurer *www.maurer-soehne.nl* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 2. Vingervoegen (cantilever joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 2.1b1*
Deze voegovergang bestaat uit uitkragende symmetrische of niet-symmetrische elementen (zoals kam of zaagtandplaten) die de voegspleet overbruggen en aan beide zijde van de voegspleet zijn verankerd. De uitkragende tanden of vingers dragen de verkeersbelasting, de ruimte tussen de tanden wordt gebruikt voor het opnemen van de dilataties. De elementen sluiten aan op de aangrenzende verharding en liggen op dezelfde hoogte van elkaar en de aangrenzende verharding.	
Beschrijving concept	
Stalen symmetrische elementen met rechthoekige vingers (kamplaten) die door middel van voorspanankers zijn voorgespannen tegen de onderliggende betonconstructie. Er is geen stalen onderbouw, de vingerplaten worden direct ingestort of in een speciebed aangebracht. Voor de waterdichtheid dient een gootslab aan de betonconstructie worden bevestigd.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 300 mm Δy= +/- 7 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed, mits aanlopen van vingers voorkomen wordt.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Matig. Deze beoordeling is gedaan op basis van Nederlandse ervaringen met soortgelijke concepten.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Maatregelen treffen bij fietspaden bij Δx ≥ 100 mm. Voor de zijdelingse verplaatsingen (Δy) is het noodzakelijk dat afhankelijk van de bewegingen ruimte gecreëerd wordt tussen de tanden. Deze ruimtes zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.	
Stroefheid	Redelijk. De stroefheid wordt bereikt met ruitvormige groeven van circa 2 mm in het stalen oppervlak.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 83,4 | 84,3 | 85,1 | 85,9 | 86,5 | 87,2
	Onderzijde kunstwerk	Bij gebruikmaking van een rubberen hemelwaterafvoergoot zijn geluidbeperkende maatregelen in principe niet noodzakelijk. Rubberen slabben van afvoergoten kunnen als gevolg van luchtverplaatsing door passeren van voertuigen tegen omliggende constructies klapperen. Het effect van het klapperen kan beperkt worden door de contactvlakken te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Meetgegevens van vingervoegen met een hemelwaterafvoersysteem van harde materialen zijn niet beschikbaar.
	Functionele eis 6	

Waterdichtheid	Redelijk. De voegovergangen zijn open. Waterdichtheid wordt bereikt door het toepassen van een rubberen afvoersysteem (slab) of een systeem van harde materialen.

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 25 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit.
Uitvoerings ongevoeligheid	Slecht. Kwetsbaar ontwerp, met hoge kans op fouten/onvolkomenheden. Belangrijkste risico's: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met noodzakelijke ruimte voor het opnemen van bewegingen als gevolg van temperatuur, kruip / krimp, speling in het oplegsysteem; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegovergang in alignement van de weg. - Verankering in de onderliggende constructie niet conform het ontwerp; - Onvolledig dragen van stalen delen op ondergrond (onvlakheid en onvolledige vulling van de ondersabeling onder de vingerplaat); - Berekening en toepassing aandraaimoment bouten; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Vingerplaten met groeven zeer slijtvast. Vingerplaten met slijtlaag minder slijtvast dan groeven, maar goed mits onbeschadigd tijdens applicatie en vast onderhoud in gebruik.
Aantasting	Matig. Vervuiling kan lekkage van het afvoersysteem veroorzaken met gevolgschade voor de omringende constructie.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren De goten moeten twee keer per jaar gereinigd worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot falen van de gootconstructie met gevolgschade aan de omringende onderdelen zoals beton-/staalconstructies, opleggingen en taluds.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen van hemelwaterafvoersysteem en onderhoud aan de conservering van de vingerplaten. Dit is 'eenvoudig' mogelijk door de modulaire opbouw. Het onderhoud is mogelijk binnen 2 WBU intervallen.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft de gehele constructie. De funderingsconstructie moet als 'niet vervangbaar zonder destructief sloopwerk' worden beschouwd. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 40-48 uur.
	Veiligheid
Veiligheid	Slecht. Direct letselschade als gevolg van falen van de fundatie en fixatie van de vingerplaten.

Overige informatie	
Algemeen	Kenmerken van dit concept: de voorspanning (in één rij en met schotels verankerd in de voegbalk) en de ondersabeling. Dit heeft tot gevolg: - Hoge drukspanning in de ondersabeling; - Trekspanningen in de ondersabeling; - Spleet tussen ondersabeling en voeg bij rand beton onder dynamische belasting; - Voegbalk komt los van de constructie en wordt alleen door wapening vastgehouden; - Trekspanning onder de ankers van de voorspanning. Volgens de leverancier een robuust ontwerp voor intensief bereden wegen met veel zwaar verkeer. Ervaringen in Nederland met soortgelijke concepten in rijkswegen: de vingerplaten kunnen op termijn los komen. In niet intensief bereden secondaire wegen blijken de voegovergangen de vereiste levensduur te kunnen behalen. Expertmening RWS: gezien de kwetsbaarheid van de fundatie van de vingerplaten en de uitvoeringsrisico's is toepassing in autosnelwegen niet aan te bevelen.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten; - Bij bepaling Δy (zijdelingse verplaatsing) ook rekening houden met oplegsysteem en kwispeleffecten; - Vermoeiingsgevoeligheid ankerbouten en vingerplaten; - Spleetruimte tussen brugdek en landhoofd voor plaatsing hemelwater afvoergoten; - Waterafvoercapaciteit hemelwaterafvoersysteem.
Aandachtspunten uitvoering	Rekentechnisch is aan te tonen dat, wanneer de voeg 100% volgens ontwerp is uitgevoerd er geen problemen zullen ontstaan. De juiste werking is sterk afhankelijk van de kwaliteit van de uitvoering. Het grootste risico wordt gevormd door de ondersabeling. Verwacht kan worden dat de kwaliteit lokaal (druk- en treksterkte) minder zal zijn en de vulling niet volledig. Hierdoor kan het volgende optreden: - Een (grotere) spleet tussen ondersabeling en voeg bij de rand van het beton. Hierdoor zal de ondersabeling lokaal kapot gaan. Dit effect loopt dood in de zone waar de voeg volledig onder druk staat (richting voorspanankers); - Door onvlakheid van de ondersabeling grote wisselspanningen in de voeg waardoor deze op vermoeiing stuk gaat. Door onvlakheid van de ondersabeling lokaal grote trek en druk spanningen in de voeg waardoor deze verbrijzelt met als gevolg voorgaande punten en verminderde voorspanning (bouten komen los, voegplaat komt los te liggen, wordt uitgereden).
Aandachtspunten beheer	- Een voorwaarde voor het functioneren van de HWA is het tijdig reinigen van het systeem. Het hemelwaterafvoersysteem moet minimaal tweemaal per jaar gereinigd te worden, voor de herfst en na de winter; - Aansluitend asfalt dient geen spoorvorming te vertonen waardoor de voeg horizontaal wordt belast. Op korte termijn heeft dit geen gevolgen, maar het heeft wel effect op de te verwachten levensduur (door vermoeiingseffecten). Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht.
Leveranciers	Freyssinet / CIPEC (type WP) *www.freyssinet.nl*

Familie 2. Vingervoegen (cantilever joints)

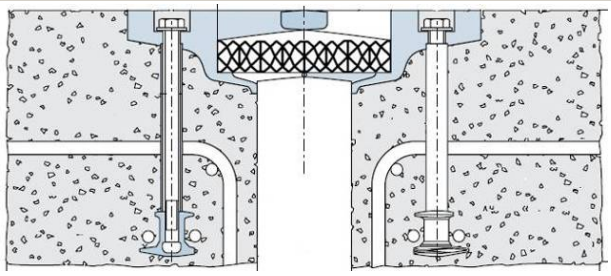
Familiedefinitie

Deze voegovergang bestaat uit uitkragende symmetrische of niet-symmetrische elementen (zoals kam of zaagtandplaten) die de voegspleet overbruggen en aan beide zijde van de voegspleet zijn verankerd. De uitkragende tanden of vingers dragen de verkeersbelasting, de ruimte tussen de tanden wordt gebruikt voor het opnemen van de dilataties. De elementen sluiten aan op de aangrenzende verharding en liggen op dezelfde hoogte van elkaar en de aangrenzende verharding.

Beschrijving concept

Stalen of aluminium hoekige symmetrische elementen met driehoekige vingers (zaagtandplaten) die door middel van voorspanankers zijn voorgespannen tegen de onderliggende betonconstructie. Een speciaal rubbermat profiel of gootslab verzorgt de waterafdichting.

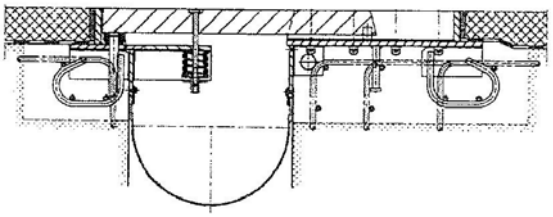
Factsheet concept 2.1b2



Overige informatie

Algemeen	Met dit concept is in Nederland nog geen ervaring opgedaan, daarom kan geen informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen. Volgens de leverancier een robuust ontwerp voor intensief bereden wegen met veel zwaar verkeer. Dilatatie capaciteit x-richting: 0-230 mm.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Freyssinet / CIPEC (type Wd) *www.freyssinet.nl*

Familie 2. Vingervoegen (supported joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 2.2a*
Deze voegovergang bestaat uit elementen met rechthoekige vingers die de voegspleet overbruggen op gelijke hoogte met het wegoppervlak, enerzijds scharnierende bevestigd en anderzijds beweegbaar opgelegd op een vast tweede element met rechthoekige vingers. Dilateren van het rijdek is mogelijk door het glijden van het niet-vaste scharnierend element over het het vaste in de onderliggende constructie verankerde steunelement.	Ondersteunde vingerplaten met rechthoekige vingers (kamplaten) aan één zijde scharnierend vast en aan één zijde scharnierend transleerbaar opgelegd.  
Beschrijving concept	
Rechthoekige platen aan één zijde scharnierend vast en aan één zijde scharnierend transleerbaar opgelegd. De zijde waar de dilatatie wordt opgenomen is voorzien van tanden om de continuïteit van het wegdek te realiseren.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 475 mm Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. Opspankrachten worden niet opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Maatregelen treffen bij fietspaden bij Δx ≥ 100 mm. Voor de zijdelingse verplaatsingen (Δy) is het noodzakelijk dat afhankelijk van de bewegingen ruimte gecreëerd wordt tussen de tanden. Deze ruimtes zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.	
Stroefheid	Redelijk.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden:

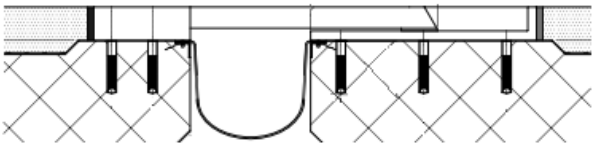
snelheid	80	90	100	110	**120**	130
GLW	83,4	84,3	85,1	85,9	86,5	87,2

	Onderzijde kunstwerk	Bij gebruikmaking van een rubberen hemelwaterafvoergoot zijn geluidbeperkende maatregelen in principe niet noodzakelijk. Rubberen slabben van afvoergoten kunnen als gevolg van luchtverplaatsing door passeren van voertuigen tegen omliggende constructies klapperen. Het effect van het klapperen kan beperkt worden door de contactvlakken te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Meetgegevens van vingervoegen met een hemelwaterafvoersysteem van harde materialen zijn niet beschikbaar.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk. De voegovergangen zijn open. Waterdichtheid wordt bereikt door het toepassen van een rubberen afvoersysteem (slab) of een systeem van harde materialen. Een voorwaarde voor het functioneren van de HWA is het tijdig reinigen van het systeem.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 25 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit. Korte verankeringen kunnen vermoeiing vertonen, resulterend in breuk van de ankers. Oudere uitvoeringen en varianten vertonen veel schade.
Uitvoerings ongevoeligheid	Matig. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met noodzakelijke ruimte voor het opnemen van - bewegingen als gevolg van temperatuur, kruip, krimp en dergelijke; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegovergang in alignement van de weg; - Verankering van de onderconstructie niet conform het ontwerp; - Vulling onder stalen fundatieplaten van vingervoegen; - Berekening en toepassing aandraaimoment bouten; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Vingerplaten met groeven zeer slijtvast. Vingerplaten met slijtlaag minder slijtvast dan groeven, maar goed mits onbeschadigd tijdens applicatie en vast onderhoud in gebruik.
Aantasting	Matig. Vervuiling kan lekkage van het afvoersysteem veroorzaken met gevolgschade voor de omringende constructie.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Een maal per jaar moeten de stalen onderdelen gereinigd worden, de conservering gecontroleerd en hersteld worden. De goten moeten tweemaal per jaar gecontroleerd worden op vervuiling en regelmatig gereinigd worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot voortijdig falen van stalen onderdelen en de gootconstructie met gevolgschade aan de omringende onderdelen zoals beton-/staalconstructies, opleggingen en taluds. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen na 10 jaar van stalen onderdelen, het rubberen hemelwaterafvoersysteem en mogelijke de conservering van de vingerplaten. Dit is 'eenvoudig' mogelijk door de modulaire opbouw. Vervanging is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft de gehele constructie. De funderingsconstructie moet als 'niet vervangbaar zonder destructief sloopwerk' worden beschouwd. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk. Kleine kans op letselschade als gevolg van afbreken van vingers. Door de neerhoudconstructie is de kans relatief gezien zeer gering dat vingerplaten uitgereden worden.

Overige informatie	
Algemeen	Kenmerkend voor dit concept is de scharnierende oplegging van de vingerplaten en de waterdoorlatendheid. Het hemelwater wordt opgevangen in een gootconstructie onder de voegovergang. Omdat water ook vervuiling meeneemt van het wegoppervlak, is een adquaat onderhoudsregime nodig om falen van het waterafvoersysteem te voorkomen.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten. - Vermoeiingsaspect ankerbouten en veren; - Bij bepaling Δy (zijdelingse verplaatsing) ook rekening houden met oplegsysteem en kwispeleffecten; - Spleetruimte tussen brugdek en landhoofd voor plaatsing hemelwater afvoergoten; - Waterafvoercapaciteit hemelwaterafvoersysteem.
Aandachtspunten uitvoering	Van belang is dat aan de ontwerpeisen wordt voldaan zoals de eisen aan onderconstructie, vlakke aansluiting vande vingerplaten op de onderbouw en de verbinding van de ankerbouten naar onderbouw.
Aandachtspunten beheer	De daadwerkelijke levensduur wordt mede bepaald door de uitvoering van zowel het vast als het variabel onderhoud. Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Mageba (Sliding Finger Joint Type GF) *www.mageba.ch*

Familie 2. Vingervoegen (supported joints)

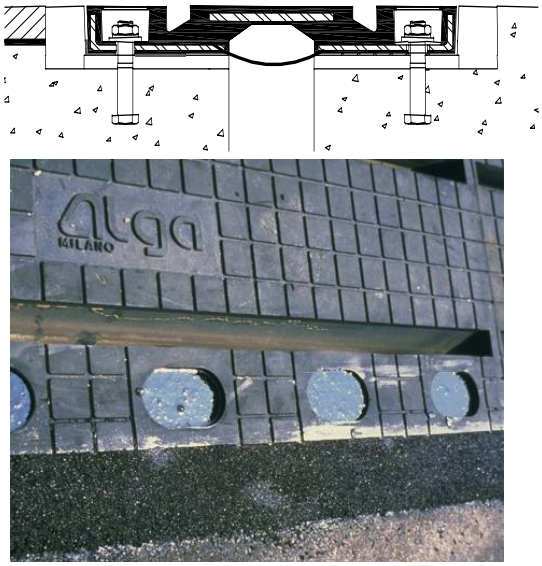
Familiedefinitie	*Factsheet concept 2.2b*
Deze voegovergang bestaat uit elementen met rechthoekige vingers die de voegspleet overbruggen op gelijke hoogte met het wegoppervlak, enerzijds scharnierende bevestigd en anderzijds beweegbaar opgelegd op een vast tweede element met rechthoekige vingers. Dilateren van het rijdek is mogelijk door het glijden van het niet-vaste scharnierend element over het het vaste in de onderliggende constructie verankerde steunelement.	 
Beschrijving concept	
Rechthoekige platen aan één zijde verend ingeklemd (vast) en aan één zijde scharnierend transleerbaar opgelegd. De zijde waar de dilatatie wordt opgenomen is voorzien van tanden om de continuïteit van het wegdek te realiseren.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 375 Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Redelijk, mits aan de ontwerpeisen wordt voldaan zoals onderconstructie, vlakke aansluiting vingerplaten op onderbouw, verbinding ankerbouten naar onderbouw. Vermoeiingsrisico ankerbouten en verende inklemming. Slijtage in oplegvlakken.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk, rekening houdend met aandachtspunten onder functionele eis 2.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Maatregelen treffen bij fietspaden bij Δx $\geq$ 100 mm. Voor de zijdelingse verplaatsingen (Δy) is het noodzakelijk dat afhankelijk van de bewegingen ruimte gecreëerd wordt tussen de tanden. Deze ruimtes zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.	
Stroefheid	Redelijk	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 83,4 | 84,3 | 85,1 | 85,9 | 86,5 | 87,2
	Onderzijde kunstwerk	Bij gebruikmaking van een rubberen hemelwaterafvoergoot zijn geluidbeperkende maatregelen in principe niet noodzakelijk. Rubberen slabben van afvoergoten kunnen als gevolg van luchtverplaatsing door passeren van voertuigen tegen omliggende constructies klapperen. Het effect van het klapperen kan beperkt worden door de contactvlakken te bekleden met geluidabsorberend materiaal. Meetgegevens van vingervoegen met een hemelwaterafvoersysteem van harde materialen zijn niet beschikbaar.

	Functionele eis 6
Waterdichtheid	Redelijk. De voegovergangen zijn open. Waterdichtheid wordt bereikt door het toepassen van een rubberen afvoersysteem (slab) of een systeem van harde materialen. Voorwaarde voor het functioneren van de HWA is het tijdig reinigen.
Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 25 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de uitvoeringskwaliteit. Korte verankeringen kunnen vermoeiing vertonen, resulterend in breuk van de ankers.
Uitvoerings ongevoeligheid	Matig. Robuust ontwerp, lage kans op fouten, beperkte gevolgen. Belangrijkste risico's: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met noodzakelijke ruimte voor het opnemen van bewegingen als gevolg van temperatuur, kruip, krimp en dergelijke; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegovergang in alignement van de weg; - Verankering van de onderconstructie niet conform het ontwerp; - Vulling onder stalen fundatieplaten van vingervoegen; - Berekening en toepassing aandraaimoment bouten; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Vingerplaten met groeven zeer slijtvast. Vingerplaten met slijtlaag minder slijtvast dan groeven, maar goed mits onbeschadigd tijdens applicatie en vast onderhoud in gebruik.
Aantasting	Matig. Vervuiling kan lekkage van het afvoersysteem veroorzaken met gevolgschade voor de omringende constructie.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. De goten moeten regelmatig gecontroleerd worden op vervuiling en regelmatig gereinigd worden. Het niet uitvoeren van dit onderhoud kan leiden tot falen van de gootconstructie met gevolgschade aan de omringende onderdelen zoals beton-/staalconstructies, opleggingen en taluds. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Dit betreft het vervangen na 10 jaar van vingerplaten, ankerbouten, het rubberen hemelwaterafvoersysteem en mogelijke de conservering van vingerplaten. Dit is 'eenvoudig' mogelijk door de modulaire opbouw. Vervanging is mogelijk binnen de WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft de gehele constructie. De funderingsconstructie moet als 'niet vervangbaar zonder destructief sloopwerk' worden beschouwd. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Grote kans op letselschade als gevolg van falen van de fixatie van de vingerplaten en/of afbreken van vingers

Overige informatie	
Algemeen	Concept 2.2b is een gevoelig concept. Nederlandse ervaringen zijn niet bekend.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vermoeiing verbinding tanden aan verankerd element van scharnierende en translerende zijde; - Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten; - Bij bepaling Δy (zijdelingse verplaatsing) ook rekening houden met oplegsysteem en kwispeleffecten; - Spleetruimte tussen brugdek en landhoofd: plaatsing hemelwater afvoergoten; - Waterafvoercapaciteit hemelwaterafvoersysteem.
Aandachtspunten uitvoering	Geen informatie over Nederlandse toepassingen.
Aandachtspunten beheer	Geen gebruikerservaringen beschikbaar.
Leveranciers	Mageba (TENSA FLEX type RC) *www.mageba.ch*

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 3.1*
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.	Gewapende mattenvoeg 
Beschrijving concept	
De dilatatie wordt opgenomen door schuifkracht vervorming van stripvormige ingevulcaniseerde rubber elementen. De verkeersbelasting wordt gedragen door een stalen brugplaat en de ingevulcaniseerde stripvormige elementen. De voeg wordt gefixeerd door ankers en de plaatsvastheid wordt gerealiseerd door de schuifcapaciteit van het contactvlak van de voeg met zijn fundering in combinatie met de voorspankracht van de ankers. In Nederland worden de matten direct op beton geplaatst. In Europa heeft plaatsing op een stalen ondergrondconstructie (fundatie) de voorkeur vanwege de duurzaamheid van de verankering en daarom het functioneren van de totale voegovergang.	

Functionele eisen	
	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 70 mm (type 160; eerste 20mm kan niet worden benut) Opmerking: er zijn ook grotere types beschikbaar maar de ervaringen daarmee zijn slecht en deze worden daarom afgeraden. Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 10 mm
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 80 tot 100 gon.
	Functionele eis 2
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Matig. - Er kunnen opspankrachten opgebouwd worden; - De mechanische weerstand wordt bepaald door de schuifweerstand tussen de matten en de fundatie; - Slijtage in het glijdvlak (ook van de waterafdichting) en vermoeiingsscheuren boven het ingevulcanseerde ijzer.
	Functionele eis 3
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Slecht. Slijtage in het rijvlak, vooral bij aanleg evenwijdig aan de rijrichting en in bochten.
	Functionele eis 4
Oneffenheid	Redelijk. Voegspleet wordt volledig overbrugd. De oneffenheden bestaan uit de voor het dilatatievermogen noodzakelijke profilering van de matten. Deze oneffenheden zijn als veilig te beschouwen. Groeven in de matten zijn te beschouwen als noodzakelijke oneffenheden.
Stroefheid	Redelijk. Ondanks de profilering van het rubber wordt toch afgeraden mattenvoegen in de rijbaan evenwijdig aan de rijrichting en in de bochten aan te leggen. Het rubber op de staalplaten in het bovenvlak is onder die omstandigheden aan vroegtijdige slijtage onderhevig met negatieve gevolgen voor de stroefheid.
	Functionele eis 5

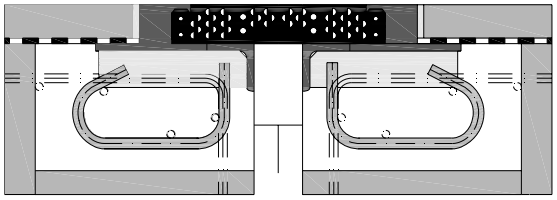
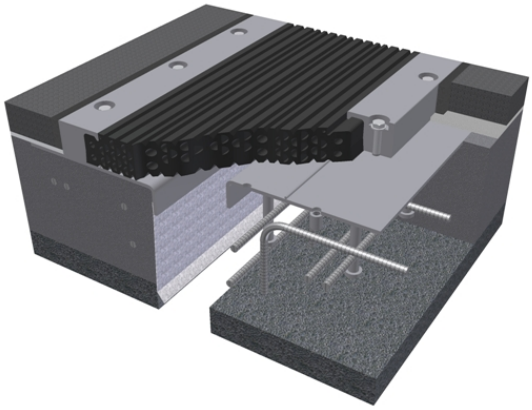
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 82,0 | 83,1 | 84,0 | 84,9 | 85,6 | 86,4
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn aanvullende geluidmaatregelen noodzakelijk. (Dit heeft te maken de aan- of afwezigheid van bekisting in de voegspleet / 'bridgegap').
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Slecht. Uit ervaring blijkt dat de waterdichtheid onvoldoende is. Waterdichtheid moet worden bereikt met plastic slabben ('goten') onder de matten. Inspecties tonen aan dat deze situatie niet leidt tot het gewenste effect. De plastic slabben zijn sterk aan slijtage onderhevig. De voegovergangen moeten *ononderbroken* in de schampkanten worden doorgezet. Daarnaast moeten schampkantoplossingen onderbrekingen van het lengteprofiel gevulkaniseerd worden. Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen en voegovergang als geheel: 10 jaar. De praktijk leert dat het concept dat direct aangebracht wordt op beton gedurende de vereiste levensduur zelden aan de functionele eisen blijft voldoen. Indien de fundering bestaat uit een staalconstructie, is de kans op verlies van de voorspanning in de ankers en schuifweerstand tussen de mat en de fundatie gering. Een ander voordeel van een stalen fundatie ten opzichte van in beton gelijmde ankers: de bestaande draadgaten kunnen worden hergebruikt of bewerkt.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Slecht. Belangrijkste risico's: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Voorinstelling in verband met relatie temperatuur, dilatatie en capaciteit van de matten; - Niet volgen van de instructies van de leverancier; - Kwaliteit verankering; - Kwaliteit materiaal en applicatie slabben voor de hemelwaterafvoer; - Afwateringscapaciteit van de hemelwaterafvoer in relatie tot beschikbare ruimte in voegspleten; - In het werk realiseren van schampkantoplossingen; - Toepassing aandraaimoment bouten volgens documentatie en berekening, rekening houdend met wrijving tussen materialen; - Ontbreken van constructieve analyse van de voegovergangbalken tussen asfaltbeton en matten; - Weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangbalken; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Redelijk. - De bovenzijde van de stalen brugplaat is bekleed met rubber. Door wrikkende assen, bij toepassing in hellingen, bochten en bij situaties waar het verkeer regelmatig afremt dan wel optrekt, kan de rubber (snel) wegslijten; - De vulling van de sparingen in de matten voor de verankering laat snel los door onvoldoende aanhechting en verschil in hardheid tussen rubber en de vulling; - De voegovergangbalken tussen het asfaltbeton en de matten kunnen vaak de stootbelastingen niet opnemen en breken / brokkelen af; - De waterkering onder de mat is aan slijtage onderhevig door de wijving tussen de mat en de waterkering.
Aantasting	Matig. - Lekkage van de voeg kan leiden tot aantasting van onderdelen van de voegovergang en de aangrenzende constructies; - Ervaring in Nederland met matten direct aangebracht op beton: de vulling in ankersparingen van de matten wordt veelvuldig uitgereden door verschil in materiaaleigenschappen, verschil in materiaalgedrag en onvoldoende aanhechting aan het rubber van de mat en de bout; - De voorspankracht op de matbodem neemt af door relaxatie van het rubber en krimp in de ankerverlijming in combinatie met dilataties en verkeersbelasting.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.

	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Het reiningen van mattenvoegen betreft voornamelijk de reiniging ter plaatse van de gootconstructies. Verder kan het noodzakelijk zijn uitgereden vullingen van ankergaten opnieuw aan te brengen. Vast onderhoud is ter voorkoming van calamiteiten minimaal eenmaal per jaar noodzakelijk. Het vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Gewapende mattenvoegen worden in elementen van circa twee meter gefabriceerd. Bij vervanging van één mat moeten meerdere matten worden gelost en hergemonteerd. Bij een betonnen fundatie met ingelijmde ankers is hergebruik van ankers veelal niet mogelijk. Vervanging is mogelijk binnen WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de totale voegovergang betreft het verwijderen van de verankeringen en de voegovergangbalken ter weerszijden van de matten. Van vervanging zal echter in Rijkswegen nauwelijks sprake zijn omdat dit type voegovergang ongeschikt is in autosnelwegen. Het vervangen van de voegovergangen is niet uitvoerbaar binnen WBU.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Slecht. Het falen van dit type mattenvoeg kan leiden tot verkeersonveilige situaties met kans op letselschade. Het is voorgekomen dat matten uitgereden werden.

Overige informatie	
Algemeen	Toepassing van concept 3.1 in autowegen wordt afgeraden. Bij alle types is getracht de verticale stijfheid en sterkte maximaal te houden en tegelijkertijd de horizontale stijfheid te reduceren zonder inbreuk te doen aan de horizontale sterkte van de voeg. De horizontale bewegingsvrijheid resulteert in horizontale reactiekrachten die vooral voor landhoofden bepalende kunnen zijn.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage details schampkantoplossingen; - Het ontwerp van de voegovergangbalken aan weerszijden van de matten is mede bepalend voor de levensduur van de voegovergang als geheel. Uit ervaring blijkt dat deze balken vaak voortijdig falen met gevolgschade voor aangrenzende asfaltbeton en matten; - Het niet volgen van uitvoeringsinstructies en het niet toepassen van de voorgeschreven onderdelen (materialen / bouwstoffen) leidt tot onaanvaardbare risico's voor de duurzaamheid (levensduur) en geluidhinder. Het toepassen van een voorinstelling in verband met de temperatuur van het kunstwerk is problematisch of blijkt in de praktijk vaak onmogelijk.
Aandachtspunten uitvoering	- Kwalificatie van de aandraaimethode; - De overbrenging van de voorspankracht in de ankers op de matten en de vlakheid van de ondergrond is bepalend voor het functioneren van de matten. Deze fixatie is bijzonder kwetsbaar. Onvoldoende fixatie leidt tot schade aan de matten en de ankers, met gevolgschade voor de directe omgeving; - De kwaliteit van de uitvoering van de voegovergangbalken aan weerszijden van de matten, is mede bepalend voor de levensduur van de voegovergang als geheel. Uit ervaring blijkt dat deze balken vaak voortijdig falen met gevolgschade voor aangrenzende asfaltbeton en matten.
Aandachtspunten beheer	- Regelmatige schouw en vast onderhoud zijn noodzakelijk ter voorkoming van calamiteiten en gevolgschade aan de omringde onderdelen. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Algaflex: wordt door diverse ondernemingen aangebracht *www.alfaflex.com* Transflex: wordt door diverse ondernemingen aangebracht *www.trelleborg.com*

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 3.2*
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.	Geperforeerde mattenvoegen  
Beschrijving concept	
Opname dilataties door middel van verlenging en verkorting van het rubberelement zelf. De horizontale stijfheid is gering door de perforaties, waarbij de geometrie van de perforaties dusdanig is gekozen dat in verticale zin een optimale stijfheid wordt bereikt. De verbinding tussen de onderliggende staalconstructie en de voeg wordt gevormd door een klemprofiel dat op de stalen onderconstructie wordt gemonteerd.	

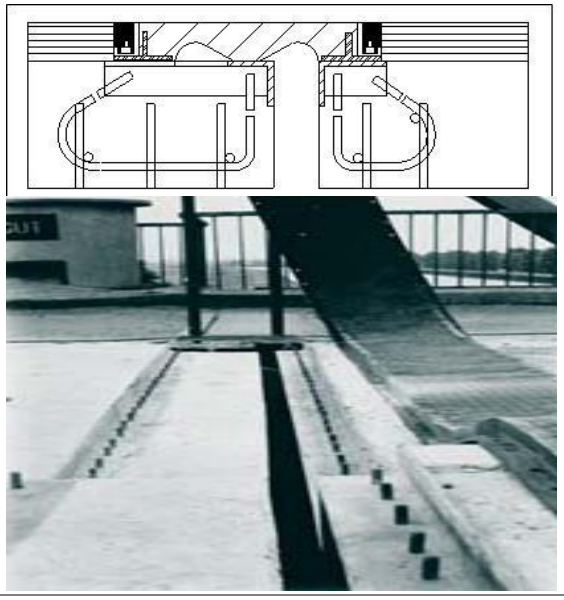
Functionele eisen	
	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	Δx=+/- 60 mm (type 160; eerste 40mm kan niet worden benut) Δy=+/- 40 mm Δz=+/- 10 mm
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 80 tot 100 gon.
	Functionele eis 2
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Redelijk. - Er kunnen opspankrachten opgebouwd worden; - De mat kan uit de klemconstructie schieten door het loskomen van de klemconstructie. Niet altijd is duidelijk of dit direct veroorzaakt wordt door dilataties, verkeer of obstakels als gevolg van verkeer.
	Functionele eis 3
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Slecht. - De mat is niet bestand tegen de invloed van harde voorwerpen; - Het rubber rubber tussen de perforatiegaten kan scheuren. Dit komt vooral voor bij de voegovergangen voor grote voegbewegingen (brede matten).
	Functionele eis 4
Oneffenheid	Redelijk. Voegspleet wordt volledig overbrugd. De oneffenheden bestaan uit de voor het dilatatievermogen noodzakelijke profilering van de matten. Deze oneffenheden zijn als veilig te beschouwen. Oneffenheden in de matten zijn te beschouwen als noodzakeljke oneffenheden.
Stroefheid	Redelijk.

	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW | 84,7 | 85,9 | 87,0 | 88,0 | 88,9 | 89,7
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn aanvullende geluidmaatregelen noodzakelijk.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk. Geringe schade kan tot omvangrijke lekkage leiden. De voegovergangen moeten *ononderbroken* in de schampkanten worden doorgezet. Schampkantoplossingen moeten gevulkaniseerd worden. Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 15 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. Te beheersen risico's volgens vooraf opgestelde risicoanalyse: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering; - Voorinstelling in verband met relatie temperatuur, dilatie en capaciteit van de matten; - Vlakke inbouw in verband met de noodzaak van gelijkmatig dragen van de mat; - Boutverbinding klemconstructie van de mat aan de onderbouw; - Toepassing aandraaimoment bouten volgens documentatie en berekening, rekening houdend met wrijving tussen materialen; - Kans op vermoeiing in de (korte) bouten als gevolg van onjuiste montage; - Vlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek; - Omstandigheden aanbrengen van de bitumenstrook. -
Slijtvastheid	Matig. De mat wordt bereden en is aan slijtage onderhevig. Daarnaast is de mat kwetsbaar door de perforatie en de 'hardheid' (het zacht zijn) van het materiaal.
Aantasting	Goed. Door de robuustheid van het materiaal en de conservering.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in relatie tot andere concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Het is noodzakelijk de boutverbindingen regelmatig te controleren en waar nodig na te trekken. Het reinigen van mattenvoegen betreft voornamelijk de reiniging ter plaatse van de gootconstructies. Vast onderhoud is ter voorkoming van calamiteiten minimaal eenmaal per jaar noodzakelijk. Het vast onderhoud is mogelijk in WBU en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Matig. De matten en bouten zijn eenvoudig te vervangen, mits boutverbindingen minimaal eenmaal per jaar worden gecontroleerd en zo nodig onnieuw op de juiste spanning gebracht. Vervanging is niet mogelijk binnen WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. De in de onderliggende staalconstructie opgenomen onderbouw is slechts vervangbaar met ingrijpende (sloop)maatregelen. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogeiijk binnen WBU.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Falen van de klemconstructie kan leiden tot loskomen van de stalen klem. De mat kan niet uitgereden worden omdat deze uit één stuk bestaat over de volledige lengte van de voegovergang.

Overige informatie	
Algemeen	Bij alle types is getracht de verticale stijfheid en sterkte maximaal te houden en tegelijkertijd de horizontale stijfheid te reduceren zonder inbreuk te doen aan de horizontale sterkte van de voeg. De horizontale bewegingsvrijheid resulteert in horizontale reactiekrachten die vooral voor landhoofden bepalende kunnen zijn. Toepassing van dit concept bij grote dilataties (brede mat) in autowegen wordt afgeraden.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage details schampkantoplossingen; - Spleetbreedte in verband met het noodzakelijke draagoppervlak van de mat; - De onderbouw heeft in principe de levensduur van het kunstwerk.
Aandachtspunten uitvoering	- Het niet volgen van uitvoeringsinstructies en het niet toepassen van de voorgeschreven onderdelen (materialen / bouwstoffen) leidt tot onaanvaardbare risico's voor de duurzaamheid (levensduur) en geluidhinder. Het toepassen van een voorinstelling in verband met de temperatuur van het kunstwerk is problematisch; - Kwalificatie van de aandraaimethode.
Aandachtspunten beheer	- Minimaal eenmaal per jaar de voegovergangen reinigen, inspecteren en de boutenverbindingen controleren. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers onder andere	Maurer *www.maurer-soehne.nl* Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 3.3*
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.	Gewelfde matten voegovergangen 
Beschrijving concept	
Opname van dilataties vinden plaats door middel van verlenging en verkorting van het rubberelement zelf. Door de welving aan de onderkant gedraagt de voeg zich in verticale richting stijf, maar is in langsrichting meer elastisch. De verbinding tussen de onderliggende constructie en de voeg wordt gevormd door ingevulcaniseerde T-profielen die gemonteerd worden op een stalen onderconstructie. De matten zijn volledig geprefabriceerd inclusief onderbouw en bestaan uit één stuk.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 50 mm (type 130; eerste 30mm kan niet worden benut) Δy= +/- 50 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 80 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Matig als gevolg van vermoeiingsscheuren boven het ingevulcanseerde T-ijzer. Er kunnen opspankrachten worden opgebouwd.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Matig als gevolg van slijtage in het glijdvlak. Door ontbreken van voegovergangbalken worden de matten bij spoorvorming aangereden. De weerstand tegen deze stootbelastingen is onvoldoende.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk. Voegspleet wordt volledig overbrugd.	
Stroefheid	Redelijk.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 81,2 | 82,4 | 83,4 | 84,4 | 85,2 | 86,0
	Onderzijde kunstwerk	Aanvullende geluidmaatregelen zijn noodzakelijk. Bij berijden blijkt het contact tussen het verdikte middengedeelte van de voegovergang en de stalen onderbouw te kunnen leiden tot geluidhinder.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed. De voegovergangen dienen ononderbroken in de schampkanten te worden doorgezet. Schampkantoplossing dient gevulkaniseerd te worden. Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: 15 jaar. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De duurzaamheid van dit concept wordt in belangrijke mate bepaald door de uitvoeringskwaliteit en tijdig ingrijpen bij spoorvorming.
Uitvoeringsongevoeligheid	Redelijk. Het toepassen van een voorinstelling in verband met de temperatuur van het kunstwerk is problematisch. Te beheersen risico's volgens vooraf opgestelde risicoanalyse: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Onjuiste voorinstelling in verband met relatie temperatuur, dilatie en capaciteit van de matten; - Onvoldoende vlakheid in verband met de noodzaak van gelijkmatig dragen van de mat. - Onvoldoende kwaliteit verankering: onjuist aandraaimoment bouten volgens documentatie en berekening waardoor kans op vermoeiing in de (korte) bouten; - Onvoldoende vlakke aanstortingen en aansluitingen wegdek; - Het niet volgen van uitvoeringsinstructies en het niet toepassen van de voorgeschreven onderdelen (materialen / bouwstoffen) leidt tot onaanvaardbare risico's voor de duurzaamheid (levensduur) en geluidhinder.
Slijtvastheid	Redelijk. De mat op zich is voldoende slijtvast, mits niet aangereden bij spoorvorming.
Aantasting	Redelijk. Door de inklemming van de rubbermat wordt gevolgschade aan de onderliggende constructie voorkomen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in relatie tot andere concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Reinigen van deze matten is behalve in gootconstructies niet noodzakelijk. Controle van de bitumineuze vulling in de sparingen voor de boutverbindingen en mogelijk herstel is minimaal 1x per jaar noodzakelijk. Dit is mogelijk binnen WBU en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. De mat is redelijk eenvoudig vervangbaar. Vervanging is mogelijk binnen WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. De onderbouw is slechts vervangbaar met ingrijpende destructieve maatregelen. Mocht gekozen worden voor vervanging van de matten door een andere voegovergang, dan kan de onderconstructie gehandhaafd blijven en als basis dienen voor een op te lassen alternatieve (staal)constructie. Vervangen is niet mogelijk binnen WBU.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk: Uit de praktijk blijkt dat aangereden matten door spoorvorming in het naastgelegen asfaltbeton en of falende fixatie aan de onderbouw tot onveilige situaties kunnen leiden.

Overige informatie	
Algemeen	Ook bij dit type is getracht de verticale stijfheid en sterkte maximaal te houden en tegelijkertijd de horizontale stijfheid te reduceren zonder inbreuk te doen aan de horizontale sterkte van de voeg. De horizontale bewegingsvrijheid resulteert in horizontale reactiekrachten die vooral voor landhoofden bepalende kunnen zijn.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage details schampkantoplossingen.
Aandachtspunten uitvoering	Het niet volgen van uitvoeringsinstructies en het niet toepassen van de voorgeschreven onderdelen (materialen / bouwstoffen) leidt tot onaanvaardbare risico's voor de levensduur en geluidhinder. Het toepassen van een voorinstelling in verband met de temperatuur van het kunstwerk is problematisch of blijkt in de praktijk vaak onmogelijk.
Aandachtspunten beheer	Minimaal eenmaal per jaar de voegovergangen reinigen en inspecteren, vooral de ficatie van de mat, de vulling van de sparingen voor de boutverbindingen en de aansluiting van het asfaltbeton.
Leveranciers	Deys Betontechniek: STOG voegovergang www.deys.nl

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)

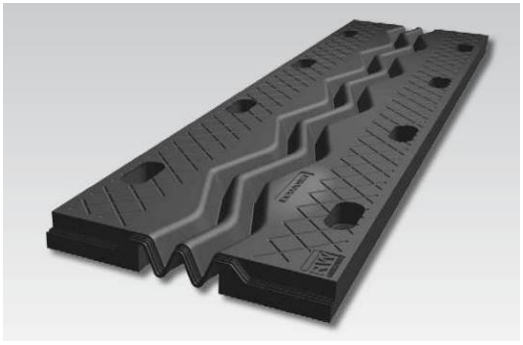
Familiedefinitie

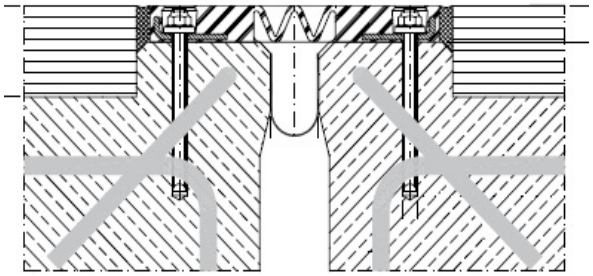
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.

Beschrijving concept

De dilatatie wordt opgenomen door een samendrukbaar ribbelprofiel in rubbermat. De verkeersbelasting wordt gedragen door de rubbermat aan weerszijden van het ribbelprofiel. De voegovergang wordt gefixeerd door ankers en de plaatsvastheid wordt gerealiseerd door de schuifcapaciteit van het contactvlak van de voeg met zijn fundering in combinatie met de voorspankracht van de ankers. In Nederland worden de matten direct op beton geplaatst. In Europa heeft plaatsing op een stalen ondergrondconstructie (fundatie) de voorkeur vanwege de duurzaamheid van de verankering en daarom het functioneren van de totale voegovergang.

Factsheet concept 3.4

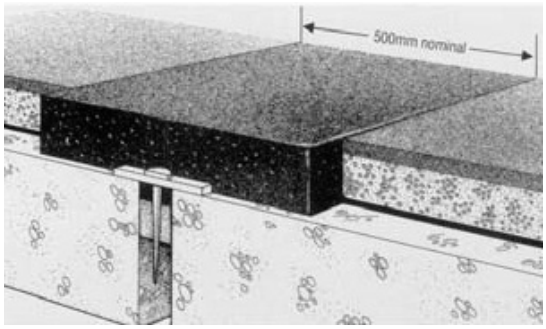




Overige informatie

Algemeen	Dit concept is nieuw en er is in Nederland nog geen ervaring mee opgedaan, daarom kan geen informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen. Expertmening RWS: kwetsbaar ontwerp, niet geschikt voor intensief bereden wegen. Middelste deel van de mat is gevoelig voor slijtage/mechanische schade vanwege de geringe dikte en verticale bewegingen als gevolg van passerend verkeer. Het middengedeelte is vergelijkbaar met soortgelijke oplossingen die eerder zijn toegepast en in autosnelwegen voortijdig faalden. Het concept lijkt gevoelig voor waterlekkage door achterloopsheid, waarvoor een tweede waterkering is voorzien waarvan onduidelijk is hoe het water wordt afgevoerd. Volgens leverancier is het een economische oplossing voor dilatatie capaciteit in x-richting tot 80mm.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Reisner Wolff Sollinger Hütte (type Ecojoint EJ80) *www.rwsh.de*

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 4.1a*
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.	Traditionele bitumineuze voegovergang  
Beschrijving concept 4.1a	
De traditionele bitumineuze voegovergangen zijn samengesteld uit een bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen en mineraal aggregaat, waarvan vrijwel de volledig breedte beschikbaar is om de voegbewegingen op te nemen. Kenmerkend voor dit concept is de verankering aan de ondergrond door middel van aanhechting.	

Functionele eisen	
	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	Δx= - 20 mm / + 10 mm Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 1,5 mm
Kruisingshoek	Concept mag in de rijrichting niet breder zijn dan 550mm.
	Functionele eis 2
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Redelijk. Bij beperkt gebruik moet men rekening houden met het los krimpen van de flanken, omdat de voegovergang dan onvoldoende wordt 'gekneed'. De kwaliteit van alle afzonderlijke componenten van zowel de voegovergang zelf als de aangrenzende constructies en de kwaliteit van de applicatie is bepalend voor de mechanische weerstand.
	Functionele eis 3
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Slecht. Niet geschikt voor bochten en hellingen. Bij intensief gebruik door vrachtverkeer (> 6000 vrachtwagens per etmaal) moet men rekening houden met verhoogde kans op schade en hogere frequentie vast onderhoud. Schade betreft onthechting van flanken en onderconstructie, wegwandelen van niet gefixeerde steunplaten met scheurvorming tot gevolg, spoorvorming, uitrijden van materiaal, rafeling ook op de aansluiting van het asfaltbeton. De kwaliteit van alle afzonderlijke componenten van zowel de voegovergang zelf als de aangrenzende constructies en de kwaliteit van de applicatie is grotendeels bepalend voor de mechanische weerstand.
	Functionele eis 4
Oneffenheid	Goed. Voegspleet wordt volledig overbrugd.
Stroefheid	Redelijk. Na aanleg voldoende. Na ingebruikname snelle afname door in de onderliggende constructie drukken van afstrooimateriaal.
	Functionele eis 5

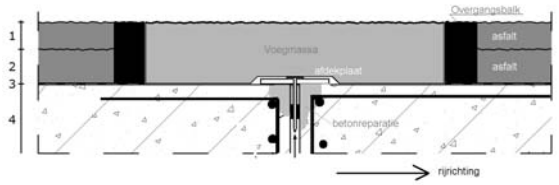
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,6 | 78,9 | 79,4 | 80,2 | 80,9 | 81,6
	Onderzijde kunstwerk	Aanvullende geluidmaatregelen zijn niet noodzakelijk.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Matig. Uit ervaring blijkt dat de waterdichtheid bepaald wordt door het ontwerp ter plaatse van de goten en de schampkanten en de kwaliteit van de uitvoering. Daarnaast bljkt dat de waterdichtheid na verloop van tijd afneemt.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Op basis van ervaringen tot op heden levensduur 3-5 jaar in de auto(snel)weg. In kunstwerken in wegen die niet intensief worden bereden is de levensduurverwachting maximaal 10 jaar. De duurzaamheid van dit concept wordt in belangrijke mate bepaald door het ontwerp en uitvoeringskwaliteit.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Slecht. De kwaliteit van de uitvoering is in belangrijke mate bepalend voor het functioneren vanwege de noodzakelijke optimale aanhechting aan de ondergrond en bestandheid tegen spoorvorming. Het aanbrengen vereist intensieve kwaliteitscontrole op alle aspecten, ook de aansluiting op de betonnen ondergrond en het asfaltbeton. Belangrijkste risico's: - Onjuiste temperatuur constructie op moment van uitvoering i.r.t. de uitgangspunten van het ontwerp (i.v.m. ontbreken van de mogelijkheid tot voorinstelling); - Slechte weersomstandigheden tijdens applicatie - Indien van toepassing voor de beperking van de voegovergangdikte: onjuist ontwerp en uitvoering van de opstort; - Onvlakheid en onjuiste fixatie afdekking voegspleet; - Niet nakomen eisen volgens documentatie leveranciers van de voor het concept noodzakelijke bouwstoffen; - Geen stofarme en droge hechtvlakken (inclusief asfaltflanken) en/of onjuiste voorbehandeling van de hechtvlakken; - Temperatuur van het bindmiddel en het toeslagmateriaal te hoog of te laag; - Applicatie in te grote laagdikten; - Niet in acht nemen van de noodzakelijke afkoeltijd tussen afzonderlijk aan te brengen lagen en/of noodzakelijke afkoeling voor ingebruikname.
Slijtvastheid	Slecht. Door de flexibiliteit van de voegovergang wordt de slijtlaag vrij snel na ingebruikname in de voegovergang gedrukt of wordt bij hoge temperaturen materiaal uitgereden.
Aantasting	Redelijk. Veroudering van het bitumen vindt slechts plaats in de eerste buitenste milimeters van de voegovergang.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Het reinigen van de voegovergang is zeer goed mogelijk. Regelmatig controle op het functioneren van de voegovergang is minimaal 1x per jaar noodzakelijk. Bij versnelde ernstige spoorvorming moet uitgereden ophoping van materiaal worden verwijderd en schade als gevolg van spoorvorming worden hersteld. Onderhoud uitvoerbaar binnen één WBU-interval.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Bij onvoldoende stroefheid kan de slijtlaag worden hersteld. Herstel binnen één WBU-interval is mogelijk. Overige onderdelen kunnen niet vervangen worden.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Matig. Het vervangen van de gehele voegovergang is vanwege het feit dat deze slechts verankerd is door middel van aanhechting goed mogelijk. Voor een vlakke aansluiting en een goede aanhechting aan de flanken van het asfaltbeton is het van belang dat ook het aangrenzende asfaltbeton wordt vervangen. In geval van vervanging van de deklaag van het aangrenzende asfaltbeton, moet de in het asfaltbeton opgenomen bitumineuze voegovergang volledig worden vervangen. Dit geldt ook bij vervanging van de gehele asfaltconstructie ter weerszijden van de voegovergang. Onderhoud in principe niet uitvoerbaar binnen WBU. (Indicatie uitvoeringstijd: 16 uur inclusief de nodige

	afkoelperiode.)
	Veiligheid
Risico op letselschade	Matig. Spoorvorming en onvoldoende stroefheid kan leiden tot verkeersonveilige situaties met letselschade, vooral voor motorrijders.

Overige informatie	
Algemeen	Ten onrechte wordt dit concept vaak toegepast bij beperkt beschikbare uitvoeringstijd en door de lage aanlegprijs. Dat wordt gezien als de oorzaak van de korte levensduur. Meer tijd en geld voor het leveren van geëigende bouwstoffen en de vereiste kwaliteit zal leiden tot beperking van de faalkans. In het buitenland is voor het leveren en aanbrengen certificatie verplicht. Het is aan te bevelen ook in Nederland certificatie verplicht te stellen.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Vooraf dient men zich goed te vergewissen van de aanwezige asfaltdikte ter plaatse van de voegovergang. Bij te grote asfaltdikte dient eerst een cementgebonden uitvullaag aangebracht te worden. Hiermee dient in de planning rekening gehouden te worden. - In het geval van sloopwerk moet men rekenschap nemen van de situatie 'as built' onder de voegovergangen. Of en hoe gesloopt moet worden wordt bepaald door het risico voor de onderliggende constructies. Bij tandconstructies moet slopen per definitie niet plaatsvinden zonder aantoonbare beheersing van de risico's voor de onderliggende constructies; - Men zal bij het bepalen van de op te nemen dilataties rekening moeten houden met de onmogelijkheid bitumineuze voegovergangen een voorinstelling mee te geven. Bij nieuwbouw moet ook rekening gehouden worden met kruip en krimp van het rijdek.
Aandachtspunten uitvoering	- Vervuiling van de voegspleet en de onderliggende constructie door uitgebroken materiaal en weglekkend bindmiddel
Aandachtspunten beheer	- Het verwijderen en opnieuw aanbrengen van alleen een deklaag van de voegovergang is ongewenst vanwege de grote kans op onthechting van de ondergrond en de flanken van de resterende voegovergang. In dat geval wordt water niet meer gekeerd en kunnen bewegingen uit het rijdek niet meer opgenomen worden. Vervanging van de voegovergang is dan noodzakelijk;
Leveranciers	Vele leveranciers bieden dit concept aan.

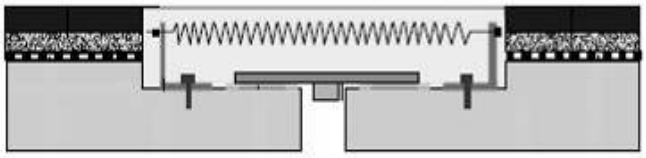
Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 4.1a1*
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.	Verbeterde traditionele bitumineuze voegovergang 
Beschrijving concept 4.1a1	
De verbeterde traditionele bitumineuze voegovergangen zijn samengesteld uit een bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen en mineraal aggregaat, waarvan vrijwel de volledig breedte beschikbaar is om de voegbewegingen op te nemen. Kenmerkend voor dit concept t.o.v. de traditionele bitumineuze voegovergang is de aanwezigheid van gietasfalt aan weerszijden van de voegmassa.	

Overige informatie

Algemeen	Op het moment van verschijnen van deze versie van de meerkeuzematrix is de nieuwe RTD1007-4 in ontwikkeling die de richtlijn “ontwerp en uitvoering bitumineuze voegovergangen” van 1994 vervangt. Toepassing van deze nieuwe RTD1007-4 zal leiden tot verbeterde prestaties van de traditionele bitumineuze voegovergang.

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

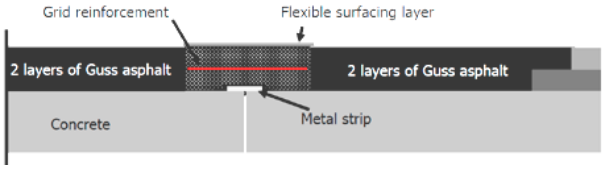
Familiedefinitie	*Factsheet concept 4.1b*
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.	
Beschrijving concept	Met spiraalveren gewapende bitumineuze voegovergang
Deze voegovergang is samengesteld uit een bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen, mineraal aggregaat en spiraalveren tussen in de onderliggende constructie verankerde stalen hoeklijnen. De voegbewegingen worden verspreid door de spiraalveren over de breedte van de voegovergang tussen de stalen hoeklijnen. Kenmerkende voor dit concept is de verankering door middel van constructieve ankers, de spreiding van dilataties over de gehele voegovergang door spiraalveren en de weerstand tegen vervormingen door dezelfde spiraalveren.	 

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 25 mm Δy= +/- 5 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisinghoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. Dilataties worden verspeid over de volledige breedte van de voegovergang tussen de hoeklijnen.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk. Beter geschikt voor bochten en hellingen en nauwelijks gevoelig voor spoorvorming.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Goed. Voegspleet wordt volledig overbrugd.	
Stroefheid	Redelijk. Na aanleg voldoende. Na ingebruikname snelle afname door in de onderliggende constructie drukken van afstrooimateriaal.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,6 | 78,9 | 79,4 | 80,2 | 80,9 | 81,6
	Onderzijde kunstwerk	Aanvullende geluidmaatregelen zijn niet noodzakelijk.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed. Kans op onthechting van de asfaltflanken en lekkage is niet aanwezig omdat dilataties worden opgenomen door de spriraalveren tussen de stalen hoeklijnen. Uit ervaring blijkt dat de waterdichtheid bepaald wordt door het ontwerp ter plaatse van de goten en de schampkanten en de kwaliteit van de uitvoering.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Op basis van EEM-analyses, testen en praktijkproeven in Nederland > 10 jaar. Op basis van ervaring in het buitenland en ervaringen in Nederland is de verwachting dat dit concept minimaal 25 jaar zal meegaan, mits voldaan wordt aan de eisen met betrekking tot onderhoud.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. Vanwege de fixatie aan de ondergrond door middel van constructieve ankers is dit concept minder gevoelig dan het traditionel concept. Het aanbrengen van bitumineuze voegovergangen vereist intensieve kwaliteitscontrole. Belangrijkste risico's: - Ontbreken mogelijkheid van voorinstelling; - Indien van toepassing voor de beperking van de voegovergangdikte: onjuist ontwerp en uitvoering van de opstort; - Vereiste temperatuur van het bindmiddel en het toeslagmateriaal; - Applicatie in lagen; - Noodzakeljke afkoeling tussen afzonderlijk aan te brengen lagen of noodzakelijke afkoeling voor ingebruikname; - Onvoldoende aandacht voor mogelijke schade aan wapening en voorspanning in onderliggende constructies door verankering hoekijzers; - Onvoldoende aandacht voor gevolgen van wrijving tussen materialen bij het bepalen en aanbrengen van het aandraaimoment voor de verankering van de hoekijzers; - Onvoldoende aandacht voor applicatie afdekplaten voegspleet met kans op geluidhinder. Een vlakke ondergrond en preventieve behandeling van deze ondergrond met bitumen is noodzakelijk voor het beperken van de kans op klapperen van de afdekplaten op de betonnen ondergrond.
Slijtvastheid	Redelijk. Door de flexibiliteit van de voegovergang wordt de slijtlaag vrij snel na ingebruikname in de voegovergang gedrukt.
Aantasting	Redelijk. De in de voegovergang aangebrachte veren tussen in de onderconstructie verankerd hoekstaal, zorgen voor een betere samenhang, een gunstige spannings- / drukverdeling en afdracht naar de onderconstructie. Bovendien is de aanhechting aan de flanken en ondergrond niet bepalend voor het functioneren van de voegovergang. De bij concept 4.1.a genoemde aantasting treedt hierdoor niet of nauwelijks op.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Goed in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Onderhoud is mogelijk binnen één WBU interval van 4-8 uur. Het reinigen van de voegovergang is zeer goed mogelijk.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Onderhoud is mogelijk binnen één WBU interval van 8 uur. Bij onvoldoende stroefheid kan de slijtlaag worden hersteld. De toplaag boven de spriraalveren kan worden vervangen onder handhaving van het gedeelte met spiraalveren. Dit zal in de regel noodzakelijk zijn bij vervanging van de deklaag van aangrenzende asfaltconstructies.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Redelijk. Onderhoudsduur is afhankelijk van staat van de ondergrond en hergebruik van verankering. In het gunstigste geval is vervanging met een geprefabriceerd concept mogelijk binnen WBU.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk. Zeer geringe kans op letselschade door onvoldoende stroefheid, vooral voor motorrijders.

Overige informatie	
Algemeen	De prestaties in deze factsheet zijn ontleend aan Nederlandse ervaringen. In een enkel geval is dit concept in Nederland toegepast met een breedte van 700 mm en opnamecapaciteit +/-35 mm (Silent-Joint 700). In het buitenland wordt dit concept ook aangeboden voor grotere voegbewegingen tot +/-50 mm (Silent-joint 900). Voor zowel de Silentjoint 700 als 900 zijn de prestaties in Nederland (nog) niet gevalideerd.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	Men zal bij het bepalen van de op te nemen dilataties rekening moeten houden met de onmogelijkheid bitumineuze voegovergangen een voorinstelling mee te geven. Bij nieuwbouw moet ook rekening gehouden worden met kruip en krimp van het rijdek. Op basis van een analyse van het ontwerp van de onderliggende constructie zal vastgesteld moeten worden of de applicatie van constructieve ankers risico's met zich meebrengt voor de constructieve veiligheid.
Aandachtspunten uitvoering	Vooruitlopend op sloopwerk moet men rekenschap nemen van de situatie 'as built' onder de voegovergangen. Of en hoe gesloopt moet worden wordt bepaald door het risico voor de onderliggende constructies. Bij tandconstructies moet slopen per definitie niet plaatsvinden zonder aantoonbare beheersing van de risico's voor de onderliggende constructies. Voegen worden na of tijdens het asfalteren aangebracht. De kwaliteit is mede afhankelijk van de aanbrengomstandigheden. Vooral vocht in de bitumineuze voegovergangen leidt tot onthechting tussen toeslagmateriaal en bindmiddel en voortijdig falen. Bij onvoldoende respecteren van de afkoeltijden ontstaat eveneens een duurzaamheidprobleem.
Aandachtspunten beheer	Bij zowel het vervangen van de toplaag als de voegovergang als geheel, moet ook minimaal de toplaag van het aangrenzende asfaltbeton worden vervangen. Na aanleg herkenbaar vastleggen dat betreffende bitumineuze voegovergang gewapend is onder benoeming van risico’s.
Leveranciers	Silent Joint 500. Schagen Infra BV Zwolle *www.schagen-zwolle.nl*

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 4.1c*
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.	
Beschrijving concept	Bitumineuze voegovergang met innovatief bindmiddel, Geogrid en aan weerszijden gietasfalt.
Een voegovergang aangebracht in drie afzonderlijke lagen met een verbeterd bitumineus bindmiddel en Geogrid tussen de bovenste en de tussenlaag. Aan weerszijden bevinden zich gietasfaltstroken.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 10 mm Δy= +/- 10 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisinghoeken van 20 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Redelijk. Dilataties worden door toepassing van Geogrid over de volledige breedte van de voegovergang verspreid.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Redelijk. Geschikt voor hellingen (tot ca. 4%) en bestand tegen spoorvorming. Niet geschikt voor scherpe bochten of plaatsen waar sprake is van staand verkeer (bijvoorbeeld parkeren vrachtwagens of wachtrijsystemen vrachtverkeer).	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Goed. Voegspleet wordt volledig overbrugd, volgt vervormingen in aansluitende verharding.	
Stroefheid	Goed. Na ingebruikname blijft het instrooimateriaal in het oppervlak. Afname is afhankelijk van de verkeersintensiteit. De stroefheid is gelijk aan omliggende asfalt.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW | 77,6 | 78,9 | 79,4 | 80,2 | 80,9 | 81,6
	Onderzijde kunstwerk	Aanvullende geluidmaatregelen zijn niet noodzakelijk.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Redelijk: Het materiaal is ondoordringbaar en bestand tegen het binnendringen van water. Het risico van indringing via de asfaltflanken wordt beheerst door de toepassing van gietasfaltstroken. Verder zijn voor de waterdichtheid bepalend: het ontwerp ter plaatse van de goten en de schampkanten en de kwaliteit van de uitvoering.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Op basis van EEM-analyses, testen en praktijkproeven mag een levensduur verwacht worden van 10 jaar in autosnelwegen. In niet intensief bereden kunstwerken zoals over autosnelweg is de levensduurverwachting >10 jaar.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. Het aanbrengen van bitumineuze voegovergangen vereist intensieve kwaliteitscontrole. Belangrijkste risico's: - Ontbreken mogelijkheid van voorinstelling; - Indien van toepassing voor de beperking van de voegovergangdikte: onjuist ontwerp en uitvoering van de opstort; - Niet afleiden en nakomen eisen volgens documentatie leveranciers van de voor het concept noodzakelijke bouwstoffen; - Niet stofarme en droge ondergrond (inclusief asfaltflanken) en voorbehandeling. - Temperatuur van het bindmiddel en het toeslagmateriaal; - Noodzakelijke afkoeling tussen afzonderlijk aan te brengen lagen of noodzakelijke afkoeling voor ingebruikname; - Onjuist ontwerp voegovergang ter plaatse van de goten en schampkanten. Aanvullende informatie: bij renovatie (vervangen van bestaande voegovergangen) wordt bij het aanbrengen van dit concept altijd de aangrenzende verharding vervangen.
Slijtvastheid	Redelijk. Op basis van testen en praktijkproeven wordt aangenomen dat gedurende een periode van 10 jaar aan de stroefheidseis zal worden voldaan.
Aantasting	Goed. Het oppervlak is bestand tegen weersinvloeden zoals regen en Ultraviolette straling. Het Geogrid voorkomt macro scheurvorming, het gietasfalt draagt zorg voor een goede aanhechting. Veroudering van het bitumen vindt slechts plaats in de eerste buitenste milimeters van de voegovergang.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Goed in verhouding tot overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Reiniging van de voegovergang is zeer goed mogelijk. In geval van oppervlakteschades en onvoldoende stroefheid is herstel binnen een nacht WBU goed mogelijk.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Het vervangen van onderdelen betreft slechts de toplaag boven het Geogrid. Dat is mogelijk binnen één nachtelijke WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Redelijk. Volledige vervanging in situ inclusief herstel ondergrond is mogelijk binnen drie WBU eenheden, waarbij tijdelijke vulling van de sponning kan worden toegepast om de tussenliggende tijd te overbruggen. Bij volledige vervanging wordt ook het aangrenzende gietsasfalt vervangen.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk. Zeer geringe kans op letselschade door onvoldoende stroefheid, vooral voor motorrijders.

Overige informatie	
Algemeen	Dit concept moet beschouwd worden als een verbeterde versie van de traditionele bitumineuze voegovergangen. Kenmerkend zijn de balken van dicht gietasfalt ter weerszijden van de voegovergang en de ‘wapening’ in de vorm van Geogrid.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	Men zal bij het bepalen van de op te nemen dilataties rekening moeten houden met de onmogelijkheid bitumineuze voegovergangen een voorinstelling mee te geven. Bij nieuwbouw moet ook rekening gehouden worden met kruip en krimp van het rijdek.
Aandachtspunten uitvoering	Vooruitlopend op sloopwerk moet men rekenschap nemen van de situatie 'as built' onder de voegovergangen. Of en hoe gesloopt moet worden wordt bepaald door het risico voor de onderliggende constructies. Bij tandconstructies moet slopen per definitie niet plaatsvinden zonder aantoonbare beheersing van de risico's voor de onderliggende constructies. Voegovergangen worden na of tijdens het asfalteren aangebracht. De kwaliteit is mede afhankelijk van de aanbrengomstandigheden. Vooral vocht in de bitumineuze voegovergangen leidt tot onthechting tussen toeslagmateriaal en bindmiddel en voortijdig falen. Bij onvoldoende respecteren van de afkoeltijden ontstaat eveneens een duurzaamheidprobleem.
Aandachtspunten beheer	Bij zowel het vervangen van de toplaag als de voegovergang als geheel, moet ook minimaal de toplaag van het aangrenzende asfaltbeton worden vervangen. Bij geringe oppervlakteschade is het niet noodzakelijk de voegovergang volledig te vervangen. Herstel van het oppervlak is mogelijk zonder negatieve gevolgen voor overige functies.
Leveranciers	Ennis Prismo UK *www.enisprismo.com* Smits Neuchâtel *www.smitsneuchatel.nl*

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

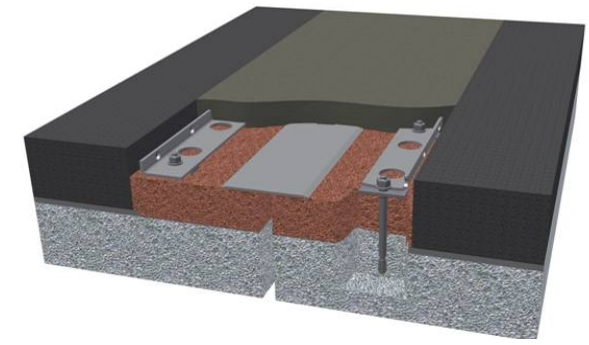
Familiedefinitie

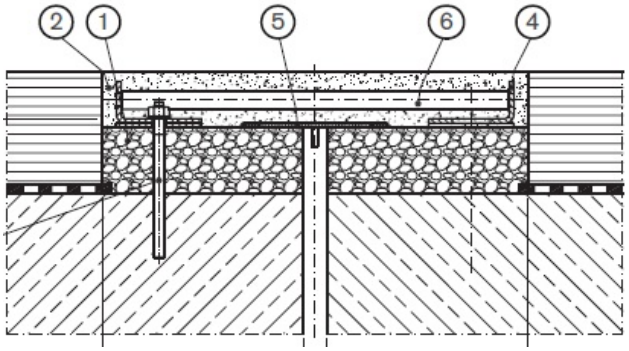
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.

Beschrijving concept

Deze voegovergang is samengesteld uit een speciaal volledig elastisch polymeerbeton tussen in de onderliggende constructie verankerde stalen hoeklijnen. De voegbewegingen worden verspreid over de breedte van de voegovergang tussen de stalen hoeklijnen. Tussen de stalen hoeklijnen kunnen stabiliserende elementen worden aangebracht.

Factsheet concept 4.2

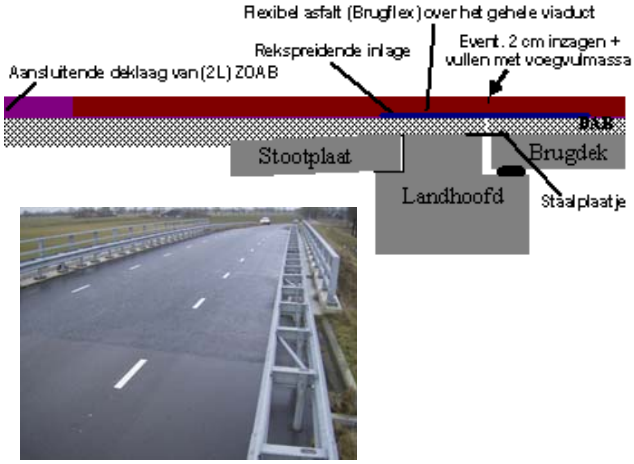




Overige informatie

Algemeen	Dit concept wordt sinds 2008 op kleine schaal in het buitenland toegepast. In Nederland is er nog geen ervaring mee opgedaan. Informatie met betrekking tot functies en kwaliteit kan nog niet worden opgenomen. Volgens de leverancier is het een duurzame voegovergang met de volgende eigenschappen: - Het elastisch materiaal heeft een hoge breukrek, geeft lage reactiekrachten en heeft een hoge weerstand tegen spoorvorming, aantasting en slijtage; - Levensduur ligt aanzienlijk hoger dan asfalt; - Verwerkbaar tussen 5 en 35 °C; - De voegovergang kan snel worden aangebracht en kan binnen enkele uren al worden bereden; - Temperatuurbereik waarin de polymeerbeton stabiel is: -50/+70 °C; - Dilatatiecapaciteit x-richting: 0-100 mm; - Zeer comfortabel; - Waterdicht; - Onderhoudsvrij; - Eventuele schades kunnen snel worden gerepareerd door herstel van het polymeerbeton; - Geluidprestatie: geen geluidstoename ten opzichte van asfalt.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Reisner Wolff Sollinger Hütte (Polyflex Advanced PU) *www.rwsh.de*

Familie 5. Verborgen voegovergangen (buried joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 5.1*
Voegovergang gemaakt in situ als onderdeel van het asfaltbeton van het wegdek en bestaat uit diverse componenten die bewegingen en belastingen uit de constructie en het verkeer over een groter oppervlak verspreiden.	

Beschrijving concept

Een voegovergang als onderdeel van gemodificeerd asfaltbeton dat over de volledige lengte van een object wordt aangebracht. De constructie bestaat uit: een stalen component dat de voegspleet gedeeltelijk overbrugt, dicht asfaltbeton, een rekspreidende inlage en gemodificeerd asfaltbeton dat enige beweging kan opnemen. Deze toplaag van gemodificeerd asfaltbeton wordt boven het hart van de voegspleet circa 5 mm ingezaagd om oppervlaktescheuren als gevolg van rotatie in te leiden.

Functionele eisen

	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 5 mm Δy= +/- 2,5 mm Δz= +/- 1,5 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor alle kruisingshoeken. De actuele kruisingshoek wordt verwerkt in de prefab onderdelen en heeft geen uiterste maat.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. De horizontale krachten als gevolg van dilatatie en verkeer worden opgenomen door de rekspeidende inlage en het gemodificeerde asfaltbeton. Door de relaxerende werking van het asfalt verwacht men geen blijvende spanningen bij blijvende vervormingen (kruip).	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed. De toplaag bestaat uit over de volledige lengte van het object aangebracht gemodificeerd asfaltbeton zonder onderbrekingen en oneffenheden.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Goed. Voegspleet wordt volledig overbrugd.	
Stroefheid	Goed. De toplaag bestaat uit gemodificeerd semidicht asfaltbeton waarin een steenslag met hoog polijstgetal. De deklaag wordt afgestrooid voor in gebruik name.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW: 77,6 | 78,9 | 79,4 | 80,2 | 80,9 | 81,6
	Onderzijde kunstwerk	Aanvullende geluidmaatregelen zijn niet noodzakelijk.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed. De waterdichtheid wordt gegarandeerd door de toepassingen van een DAB met maximaal 5% holle ruimte. Boven de overbrugging tussen het landhoofd en brugdek wordt de waterdichtheid gewaarborgd door gemodificeerde bitumen in combinatie met staalstrippen in de rekspreidende inlage. Deze rekspeidende inlage bestaat uit overlappend aangebrachte matten, die werken als een membraan. Door deze overlap wordt ook de waterdichtheid gewaarborgd. Speciaal voor de schampkant wordt er een schampkantmat met aangepaste lamellen toegepast, die overlappend aansluit op de rekspreidende inlage. Op deze wijze wordt de waterdichtheid van de hele voegovergang rijbaanbreed gewaarborgd.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Op basis van EEM-analyses, testen en praktijkproeven wordt verwacht dat de levensduur minimaal gelijk is aan de levensduur van de aangrenzende asfalbetonnen deklagen: 10 jaar in autosnelwegen. In niet intensief bereden kunstwerken zoals over autosnelwegen is de levensduurverwachting >10 jaar.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. De belangrijkste risico's zijn: - Voegopening ter plaatse van de overbrugging van de voegspleten in relatie tot optredende dilataties; - Vlakheid onderbouw (ondergrond van de voegovergang); - Reiniging betonoppervlak (vetvrij en schoon); - Centrering matten met stalen strippen boven voegspleten; - Locatie zaagsneden in DAB boven voegspleten en gecentreerde stalen strippen; - Overlap rekspreidende inlage van 10mm; - Navolgen walsinstructies ter plaatse van inlage; - Weersomstandigheden.
Slijtvastheid	Goed. Conform semidicht asfaltbeton.
Aantasting	Goed. Conform semidicht asfaltbeton.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Goed in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Conform semidicht asfaltbeton geen vast onderhoud.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Het vervangen van onderdelen betreft slechts de deklaag boven de rekspreidende inlage en vindt plaats als onderdeel van het onderhoud van het aangrenzende wegoppervlak. Dat is mogelijk binnen één nacht WBU.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Goed. Volledige vervanging vindt plaats bij vervanging twee lagen asfaltbeton van de aangrenzende weg. Vervanging binnen twee nachten WBU.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed. In overeenstemming met semidicht asfaltbeton.

Overige informatie	
Algemeen	Dit concept kan toegepast worden bij horizontale verplaatsingen in lengterichting van draagconstructies tot 10 mm per voegovergang. Bij dit concept is geen sprake van onderbrekingen in het wegdek ter plaatse van de voegovergangen, omdat de toplaag van de voegovergang over de volledige lengte van het kunstwerk (inclusief stootplaten) wordt aangebracht. Voor wat betreft het aspect geluid zal dit concept als wegdek op het kunstwerk moeten voldoen aan de geluideisen die gesteld worden aan het wegdek ter plaatse.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	Men zal bij het bepalen van de op te nemen dilataties rekening moeten houden met de onmogelijkheid om een voorinstelling mee te geven. De voegbreedte in de betonconstructie mag niet groter worden dan 80 mm. Bij nieuwbouw moet ook rekening gehouden worden met kruip en krimp van het rijdek.
Aandachtspunten uitvoering	Vooruitlopend op sloopwerk moet men rekenschap nemen van de situatie 'as built' onder de voegovergangen. Of en hoe gesloopt moet worden wordt bepaald door het risico voor de onderliggende constructies. Bij tandconstructies moet slopen per definitie niet plaatsvinden zonder aantoonbare beheersing van de risico's voor de onderliggende constructies. Voegovergangen worden gedeeltelijk voor en tijdens het asfalteren aangebracht.
Aandachtspunten beheer	Het onderhoudsregime is gelijk aan het onderhoudsregime van de aansluitende weg.
Leveranciers	Heijmans N.V. Rosmalen *www.heijmans.nl*

Familie 5. Verborgen voegovergangen (buried joints)

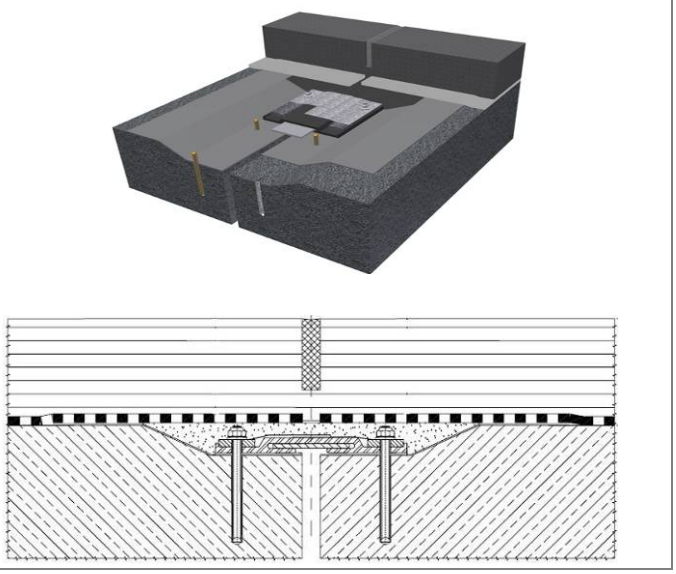
Familiedefinitie

Voegovergang gemaakt in situ als onderdeel van het asfaltbeton van het wegdek en bestaat uit diverse componenten die bewegingen en belastingen uit de constructie en het verkeer over een groter oppervlak verspreiden.

Beschrijving concept

Op de constructie bevestigde en onder het asfalt verborgen afdichtingselementen. De constructie bestaat uit een afdichtingscomponent (bijvoorbeeld rubbermat) dat de voegspleet overbrugt en afdicht, een membraan, een rekspreidende asfaltwapening of een scheurinleidende zaagsnede met flexibele voegvulling.

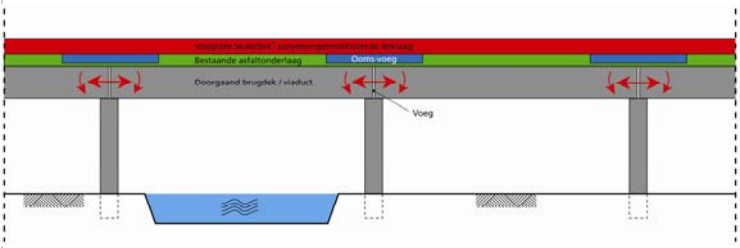
Factsheet concept 5.2



Overige informatie

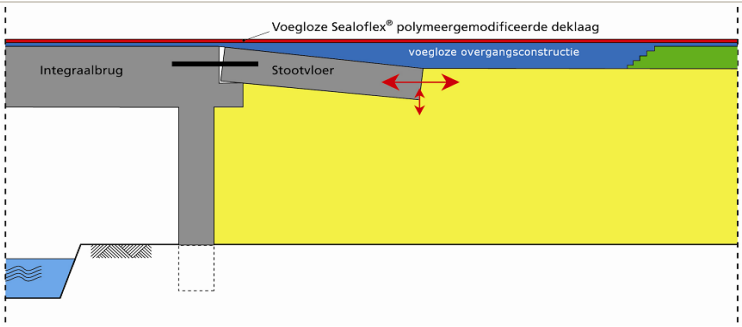
Algemeen	In Nederland nog geen ervaring mee opgedaan, daarom kan nog geen informatie met betrekking tot functies en kwaliteit worden opgenomen. Deze voegovergangen zijn onder Nederlandse omstandigheden geschikt voor zeer kleine dilataties in kunstwerken die niet verticaal en uitsluitend bewegen ten gevolge van temperatuurseffecten van het kunstwerk. Volgens de leverancier heeft het concept de volgende bewegingscapaciteit: X : Dilatatie capaciteit: 0-30 mm Y : 30 mm Z : 10 mm Expertmening RWS: aangegeven capaciteiten zijn niet haalbaar zonder schade aan de verharding.
Aandachtspunten	
Leveranciers	Reisner Wolff Sollinger Hütte (Euroflex M30BU) *www.rwsh.de*

Familie 5. Verborgen voegovergangen (burried joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 5.3*
Voegovergang gemaakt in situ als onderdeel van het asfaltbeton van het wegdek en bestaat uit diverse componenten die bewegingen en belastingen uit deconstructie en het verkeer over een groter oppervlak verspreiden.	
Beschrijving concept	
Een voegovergang als onderdeel van gemodificeerd asfaltbeton dat over de volledige lengte van een object wordt aangebracht. De constructie bestaat uit lagen van gemodificeerd asfaltbeton. Tussen de lagen is asfaltwapening aangebracht om bewegingen over een groter oppervlak te spreiden. Het gemodificeerd asfaltbeton is in staat om deze bewegingen op te nemen zonder macro scheurvorming.	

Overige informatie	
Algemeen	Dit concept is de afgelopen 8 jaar in Nederland toegepast bij een viertal kunstwerktypes: enkelvoudig brugdek, doorlopend viaduct, onderdoorgang en tunnelbak. Inspectie- en/of validatiegegevens zijn nog niet bekend.De leverancier claimt dat loodrecht op de voegovergang de beweging van eenoverspanning met een werkende lengte van 40 m opgenomen kan worden (x = +/- 12,5 mm; y = +/- 3 mm; z = +/- 3 mm). Deze voegovergang kan volgens de leverancier ook toegepast worden ter vervanging / reconstructie van epoxyvoegen en/of bitumineuze voegen
Aandachtspunten	Er is een asfaltdikte van minimaal 100 mm vereist om de voegconstructie in te kunnen bouwen. Dit dient vooraf op de locatie voldoende gecontroleerd te worden. Een dunne geluidreducerende deklaag (DGD) wordt uitgesloten als deklaag.
Leverancier / product	Ooms Civiel bv, Scharwoude. *www.ooms-voeg.nl*

Familie 6. Overgangsconstructies voor integrale kunstwerken

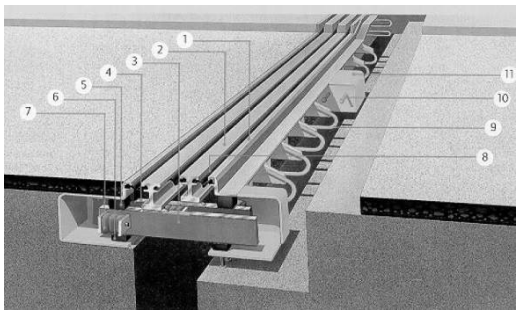
Familiedefinitie	*Factsheet concept 6.1*
Voegovergang die integraal onderdeel vormt van een wegconstructie en een integraal kunstwerk. Het kunstwerk (zonder opleggingen) en de weg werken dus mee bij het opnemen van de bewegingen en belastingen.	
Beschrijving concept	
De voegovergang vormt onderdeel van een integraalkunstwerk. Bij een dergelijk kunstwerk bestaan het rijdeken de onderbouw uit één geheel, dus zonderopleggingen en voegspleten door het ontbreken van traditionele landhoofden. De rijbaan is ononderbroken aangelegd over het kunstwerk. Dilatatie vindt plaats aan het einde van de stootplaat. Het gemodificeerde asfaltpakket boven dit einde is o.a. voorzien van wapening zodat de optredende rekken scheurvrij opneembaar zijn.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/-15 mm Δy= +/- 3 mm Δz= +/- 3 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 15 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. De mechanische weerstand wordt bepaald door het kunstwerk als geheel.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed. De mechanische weerstand wordt bepaald door het kunstwerk als geheel.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Goed. Voegspleet is niet aanwezig	
Stroefheid	Goed. De overgang wordt volledig overbrugd door asfaltbeton	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	Geen onderbreking in de weg of van de wegstructuur dus geen toename van geluid aanwezig.
	Onderzijde kunstwerk	Integraal kunstwerk dus geen geluid via voegovergang.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed. De waterdichtheid is gegarandeerd door de afwezigheid van een onderbreking in de overgang. De hemelwaterafvoer is onderdeel van de hemelwaterafvoer van de weg.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	De levensduur van de overgangsconstructie (stootvloer) is gelijk aan de levensduur van het kunstwerk als geheel. De deklaag van het asfalt kan normaal vervangen worden. Het asfaltpakket hieronder bestaat uit gemodificeerd en gewapend asfaltbeton. De levensduur van het gedeelte op de aardebaan is circa 30 jaar.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Goed. De te beheersen risico's hebben specifiek betrekking op de naleving van het ontwerp van de beton- en asfaltconstructies. Daarnaast moeten de eisen gesteld aan de toe te passen materialen / bouwstoffen aantoonbaar nageleefd worden.
Slijtvastheid	Goed. Conform asfaltbeton van de weg in een specifieke situatie omdat de deklaag boven de voegovergang gelijk is aan de deklaag van de aangrenzende wegdelen.
Aantasting	Goed. Conform asfaltbeton van de weg in een specifieke situatie omdat de deklaag boven de voegovergang gelijk is aan de deklaag van de aangrenzende wegdelen.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Goed in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Geen vast onderhoud.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Goed. Het vervangen van onderdelen betreft slechts het asfaltbeton boven het gewapende gemodificeerde asfaltbeton. Deze activiteit vindt plaats als onderdeel van de wegwerkzaamheden en is niet te beschouwen als een activiteit in het kader van de voegovergang.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Goed. Van de volledige vervanging kan geen sprake zijn omdat de voegovergang gedeeltelijk onderdeel is van het kunstwerk en de weg. Vervanging betreft slechts het gewapende gemodificeerde asfaltbeton dat vervangen zou kunnen worden bijvervanging van het volledige asfaltpakket van de aansluitende wegdelen.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed. Het wegoppervlak wordt ononderbroken doorgezet over de overgang en hetkunstwerk.

Overige informatie	
Algemeen	Dit type voegovergang is ongeschikt voor toepassing bij bestaande constructies.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	Men zal bij het bepalen van de op te nemen dilataties rekening moeten houdenmet de onmogelijkheid om een voorinstelling mee te geven. Bij het ontwerp moet men ook rekening houden met kruip en krimp van het rijdek. Er is extra wapening nodig om de trekkracht in de bij het concept horende koppelstaven (kabels) op te nemen. Hierover dient altijd overleg plaats te vinden tussen de leverancier en de constructeur van de integraalbrug Bij scheve kruisingen is er extra aandacht nodig voor de bepalingen van de op te nemen bewegingen.
Aandachtspunten uitvoering	De voegovergang is integraal onderdeel van het kunstwerk. De kwaliteit van zowel de samenstelling als het aanbrengen van het gemodificeerd asfaltbeton en de 'wapening' is bepalend voor het duurzaam functioneren van de voegovergang.
Aandachtspunten beheer	Het onderhoudsregime is gelijk aan het onderhoudsregime van de aansluitende wegdelen. Uitvoering vervanging toplagen: aandachtspunt is de te vervangen asfaltdikte. Te allen tijde moet voorkomen worden dat het gemodificeerde gewapende asfaltbeton onder het asfaltpakket wordt beschadigd.
Leveranciers	Ooms Civiel bv, Scharwoude. *www.ooms-voeg.nl*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.1a1*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balkprofielen (lamellen), die met stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting.	 1 randprofiel 2 lamellen of balkprofielen 3 traversebalk of dwarsdrager 4 glijplaatje (RVERSUS) op traversebalk 5/6 aandrukveer/oplegging met teflon glijplaat boven/onder 7 stuurveren 8 afdichtingsrubber 9/10 betonverankering randprofiel/kast 11 traversekast.
Beschrijving concept	
Voegovergang waarbij iedere lamel is voorzien van aangelaste dwarsdragers, die in een stalen doosconstructie (kast) voorgespannen zijn opgelegd. De dwarsdragers kunnen in langsrichting van de brug aan twee zijden bewegen over de opleggingen. De dilatatie wordt evenredig verdeeld over de afstanden tussen de balkprofielen door stuurveren. De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie of gelast aan een stalen dekconstructie. Geen geluidreducerende maatregelen.	

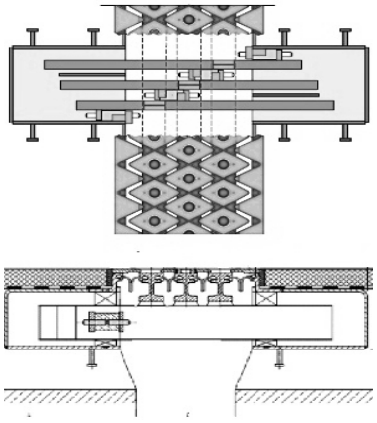
Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 80 mm Toename met 80 mm per lamel (t/m 320mm) Δy= +/- 10 mm Toename met 5 mm per lamel Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken (α) van 50 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed.	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed.	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Slecht in verband met meerdere aanwezige voegspleten.	
Stroefheid	Goed. Geen specifieke voorzieningen in de vorm van een bepaald reliëf of coating nodig.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW (4 lamellen) | 87,5 | 88,9 | 90,0 | 91,1 | 92,1 | 93,0 Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie neemt toe met het aantal lamellen. De GLW wordt gecorrigeerd voor het aantal lamellen [n] met (n-4)*0,627
	Onderzijde kunstwerk	Geluidbeperkende maatregelen zijn nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (opleggingen, druk- en stuurveren): maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal vrachtbewegingen. en maximaal 15 jaar in overige situaties. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering), de kwaliteit van de montage en tijdig onderhoud.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. Belangrijkste risico's met betrekking tot de uitvoering (montage): - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur); - Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet waterdicht; - Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp; - Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten; - Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies; - Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering; - Beschadiging conservering tijdens asfalteren.
Slijtvastheid	Bereden delen: goed. Niet bereden delen: redelijk PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen. Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel 'redelijk'.
Aantasting	Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol: - Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen; - Veroudering en slijtage van opleggingen, aandrukveren en stuurveren; - Veroudering van afdichtingsrubbers. Corrosie wordt voorkomen door de staalprofielen te conserveren. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaststalen glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste verlijming. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk, Dit betreft: - Vervangen van de afdichtingrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar - Vervangen van opleggingen, aandrukveren en stuurveren (vanaf de onderzijde mits toegankelijk) na circa 10 jaar; - Herstellen van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar (van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken); - Vervangen van de conservering na circa 20 jaar. Dit vind deels vanaf de bovenzijde (verkeersmaatregelen nodig) en deels vanaf de onderzijde (geen verkeersmaatregelen nodig). Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering; Dit onderhoud is mogelijk binnen de WBU (verdeeld over meerdere nachten).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een "kast-in-kast" oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. De inbouwtijd wordt daarmee verkort.

	Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie van de benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit type voegovergang is in Nederland veel ervaring opgedaan. In loop der tijd hebben er diverse wijzigingen in het ontwerp en de gebruikte materialen plaatsgevonden, hetgeen een vergelijking van ervaringen er niet eenvoudig op maakt. Schade zijn sterk afhankelijk van intensiteit van de verkeersbelasting in combinatie met het verouderingsgedrag van de toegepaste materialen. Bij het Kast-in-kast principe heeft de nieuw aangebrachte voegovergang in principe een iets kleine dilitatiecapaciteit. Dit is in principe geen probleem omdat krimp en kruip van het (betonnen) rijdek niet meer in rekening gebracht hoeft te worden.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding in verband met de juiste krachtsafdracht; - Uit praktijkproeven bleek dat de demping van het systeem in de loop van de tijd afneemt door veroudering / relaxatie van het rubber. Daardoor vermindert voorspanning en daarmee de inklemming van de traversebalken zodat versneld vermoeiing kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Mogelijke inbouwfouten hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Het voegprofiel dient uit 1 stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig afgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	Bij het nalaten van onderhoud bestaat de kans op uitvallen van opleggingen en of aandrukveren met verzakking van lamellen tot gevolg. Dit brengt grote risico's met zich mee voor de verkeersveiligheid. In de praktijk komt dit nog wel eens voor, met spoedreparatie als gevolg. - Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden; - De rubberafdichtingen dient altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Stuurveren en afdichtingen dienen daarom tijdig te worden vervangen; - Oudere typen hebben doosvormige afdichtingsrubbers. De gedachte was dat dit een dubbele waterkering zou opleveren. In de praktijk echter zijn deze nogal gevoelig voor beschadigingen en raken dan vol met water en vuil. Bij vorst barstten deze rubbers open. Deze worden niet meer toegepast, maar zijn in verband met onderhoud nog wel leverbaar; - Het schoonhouden van de voegspleten is cruciaal om lekkage door schade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden; - Bij onderhoud / vervangen conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen / aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien inspectie en onderhoud wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing (scheuren van de lassen tussen lamellen en dwarsdragers). - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Maurer Söhne *www.maurersoehne.nl*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.1a2*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balk-profielen (lamellen), die door stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting.	
Beschrijving concept	
Voegovergang waarbij iedere lamel is voorzien van aangelaste dwarsdragers, die in een stalen doosconstructie (kast) voorgespannen zijn opgelegd. De dwarsdragers kunnen in langsrichting van de brug aan twee zijden bewegen over de opleggingen. De dilatatie wordt evenredig verdeeld over de afstanden tussen de balkprofielen door stuurveren. De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie of gelast aan een stalen dekconstructie. Met geluidreducerende maatregelen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Δx= +/- 80 mm Toename met 80 mm per lamel Δy= +/- 10 mm Δz= +/- 10 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk door aanwezigheid van ruiten op lamellen waardoor een meer geleidelijke en comfortabele overgang ontstaat.	
Stroefheid	Goed door vorm en oppervlak van en ruimte tussen de ruiten.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW (4 lamellen): 82,5 | 83,9 | 85,0 | 86,1 | 87,1 | 88,0 Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie neemt toe met het aantal lamellen.
	Onderzijde kunstwerk	Geluidbeperkende maatregelen zijn nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

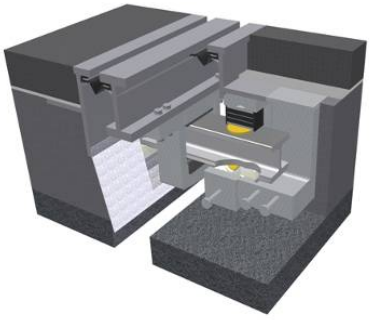
Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen (opleggingen, druk- en stuurveren): maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal vrachtbewegingen. en maximaal 15 jaar in overige situaties. Niet-vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp

	(vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering), de kwaliteit van de montage.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. De belangrijkste risico's met betrekking tot de uitvoering (montage) zijn: - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering; Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur). De aanwezigheid van ruiten maakt dit aspect een zeer belangrijk punt van aandacht; - Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet (duurzaam) waterdicht; - Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp; - Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten; - Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies; - Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering; - Beschadiging conservering tijdens asfalteren
Slijtvastheid	Bereden delen: goed. Niet bereden delen: redelijk PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen. Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel 'redelijk'.
Aantasting	Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol: - Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen; - Veroudering en slijtage van opleggingen, aandrukveren en stuurveren; - Veroudering van afdichtingsrubbers. Door aanbrengen geluidbeperkende maatregelen ontstaat een sterkere vervuiling waardoor snellere aantasting van de stalen randprofielen plaats vindt. Corrosie wordt voorkomen door de randprofielen te conserveren. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in verhouding tot de overige concepten. Zie niet-beschikbaarheidsindex
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Slecht. Dit onderhoud betreft: - het vervangen van de afdichtingsrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar - het vervangen van de opleggingen, aandrukveren en stuurveren (vanaf de onderzijde mits toegankelijk) na circa 10 jaar; - het herstellen van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar (van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken); - het vervangen van de conservering na circa 20 jaar. Dit vind deels vanaf de bovenzijde (verkeersmaatregelen nodig) en deels vanaf de onderzijde (geen verkeersmaatregelen nodig). Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering. Met geluidbeperkende maatregelen is het vervangen van de uitwisselbare delen arbeidsintensiever. Indien geluidbeperkende maatregelen zijn gelast op de constructie dient men rekening te houden met zeer arbeidsintensieve werkzaamheden. Dit Onderhoud is niet meer mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een "kast-in-kast" oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. Er is dus geen sloopwerk (met kans op schade aan de onderliggende constructie) nodig . Tevens kan de inbouwtijd daarmee worden verkort. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.

	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	De constructie is in principe gelijk aan concept 7.1 a1. Ervaring met de geluidarme variant is nog relatief beperkt. De geluidreducerende maatregelen worden door middel van een lasverbinding bevestigd hetgeen een degelijke constructie oplevert waar tijdens het gebruik geen problemen mee te verwachten zijn. Ervaring in Nederland sinds 9 jaar (Brug Heumen): geen problemen. Bestaande lamellenvoegen zonder geluidreducerende maatregelen kunnen omgebouwd worden naar deze geluidsarme variant waarbij de dikte van de aansluitende verharding over de benodigde lengte aangepast dient te worden Bij het Kast-in-kast principe heeft de nieuw aangebrachte voegovergang in principe een iets kleine dilitatiecapaciteit. Dit is in principe geen probleem omdat krimp en kruip van het (betonnen) rijdek niet meer in rekening gebracht hoeft te worden.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding i.v.m de juiste krachtsafdracht; - Uit praktijkproeven is gebleken dat de demping van het systeem in loop de tijd afneemt door veroudering/ relaxatie van het rubber waardoor de voorspanning en daarmee de inklemming van de traversebalken afneemt waardoor vermoeiing versneld kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Mogelijke inbouwfouten hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	Bij het nalaten van onderhoud bestaat de kans op uitvallen van opleggingen en of aandrukveren met verzakking van lamellen tot gevolg. Dit brengt grote risico's met zich mee voor de verkeersveiligheid. In de praktijk komt dit nog wel eens voor, met spoedreparatie als gevolg. - Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden; - De rubberafdichtingen dient altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Stuurveren en afdichtingsprofielen dienen daarom tijdig vervangen te worden; - Het schoonhouden van de voegspleten is cruciaal om lekkage door schade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden; - Bij onderhoud / vervangen conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen/ aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien inspectie en onderhoud wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing (scheuren van de lassen tussen lamellen en dwarsdragers) - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Maurer Söhne *www.maurersoehne.nl*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.2a1*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balkprofielen (lamellen), die met stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting. Met of zonder geluidreducerende maatregelen.	Mageba: 
Beschrijving concept	RWSH: 
Voegovergang waarbij iedere lamel is voorzien van een beugelconstructies. Deze beugelconstructies verbinden de balkprofielen met de dwarsdragers door middel van een oplegging boven en een aandrukveer onder de balk. De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd. De dwarsdragers kunnen aan één zijde in langsrichting van de brug bewegen over de opleggingen. De dilatatie wordt evenredig verdeeld over de afstanden tussen de balkprofielen door stuurveren die tevens de balk stabiliseren. De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie, of gelast aan een stalen dekconstructie. Zonder geluidreducerende maatregelen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Afhankelijk van leverancier en type. Δx= van +/- 80 tot +/- 1200 mm Δy= van +/- 12 mm tot +/- 20 mm (opm: Er zijn ook speciale types met trapeziumvormige kasten met een groter bereik (ca 0,5 à 0,6 Δx) Δz= van +/- 10 tot +/- 20 mm	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 45-100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Slecht in verband met meerdere aanwezige voegspleten.	
Stroefheid	Goed. Geen specifieke voorzieningen in de vorm van een bepaald reliëf of coating nodig.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden: snelheid: 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW (4 lamellen): 87,5 | 88,9 | 90,0 | 91,1 | 92,1 | 93,0 Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie neemt toe met het aantal lamellen. De GLW wordt gecorrigeerd voor het aantal lamellen [n] met (n-4)*0,627.
	Onderzijde kunstwerk	Geluidbeperkende maatregelen zijn nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.

	Functionele eis 6
Waterdichtheid	Goed

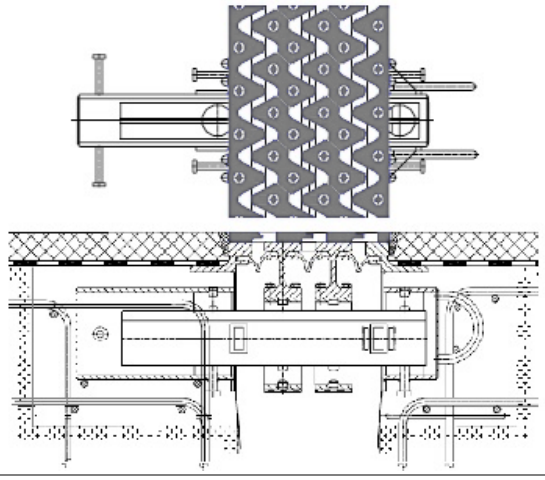
Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal vrachtbewegingen. Maximaal 15 jaar in overige situaties. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering) en de kwaliteit van de montage.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. Belangrijkste risico's met betrekking tot de uitvoering (montage): - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur); - Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet (duurzaam) waterdicht; - Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp; - Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten; - Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies; - Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering; - Onvlakke aansluiting asfalt op voegovergang.
Slijtvastheid	Bereden delen: goed. Niet bereden gedeelten: redelijk. PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen. Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel 'redelijk'.
Aantasting	Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol: - Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen; - Veroudering en slijtage van opleggingen, aandrukveren en stuurveren; - Veroudering van afdichtingsrubbers. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming). Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van stuurveren en lagers. Deze aantastingmechanismen kunnen leiden tot scheuren in stalen onderdelen en lassen door vermoeiing en verplaatsing van de opleggingen met calamiteiten tot gevolg. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Het betreft: - Vervangen van de afdichtingsrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar; - Vervangen van de opleggingen, aandrukveren en stuurveren (vanaf de onderzijde mits toegankelijk) na circa 10 jaar; - Herstellen van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken) bij standaard conserveringssysteem. - Vervangen van de conservering na circa 20 jaar bij een standaard conserveringssysteem. - Conservering vind deels vanaf de bovenzijde (verkeersmaatregelen nodig) en deels vanaf de onderzijde (geen verkeersmaatregelen nodig) plaats. Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet

	gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering. Dit onderhoud is mogelijk binnen de WBU (verdeeld over meerdere nachten).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. Er is dus geen sloopwerk (met kans op schade aan de onderliggende constructie) nodig . Tevens kan de inbouwtijd daarmee worden verkort. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit type voegovergang is in Nederland bij een beperkt aantal bruggen ervaring opgedaan.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding in verband met de juiste krachtsafdracht; - De demping van het systeem zal in de loop der tijd afnemen door veroudering / relaxatie van het rubber. Daardoor vermindert voorspanning/inklemming van de lamellen op de traversebalken en wijzigt het dynamische gedrag van de constructie waardoor vermoeiing kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Mogelijke inbouwfouten kunnen grote negatieve consequenties hebben voor het functioneren; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	- Bij nalaten onderhoud bestaat de kans op aanzienlijke schade met risico's voor verkeersveiligheid. - Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden. - De glijvlakken van de lagers dienen schoongehouden en ingevet te worden om versnelde slijtage te voorkomen. - De rubberafdichtingen dienen altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om gevolgschade te voorkomen. Stuurveren en afdichtingen dienen daarom tijdig te worden vervangen. - Het schoonhouden van de voegspleten is cruciaal om lekkage door schade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden. - Bij onderhoud / vervangen conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - Bij onderhoud / vervangen van de voegovergangen en of de aansluitende staalconstructies moet voorkomen worden dat glijplaten opgeruwd worden als gevolg van stralen. - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen / aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien inspectie en onderhoud wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing indien hier in het ontwerp geen rekening mee is gehouden. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht

Leveranciers	- Mageba *www.mageba.ch* - Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.2a2*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balkprofielen (lamellen), die met stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting. Met of zonder geluidreducerende maatregelen.	
Beschrijving concept	
Voegovergang waarbij iedere lamel is voorzien van een beugelconstructies. Deze beugelconstructies verbinden de balkprofielen met de dwarsdragers door middel van een oplegging boven en een aandrukveer onder de balk. De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd. De dwarsdragers kunnen aan één zijde in langsrichting van de brug bewegen over de opleggingen. De dilatatie wordt evenredig verdeeld over de afstanden tussen de balkprofielen door stuurveren, die tevens de balk stabiliseren. Met geluidreducerende maatregelen.	

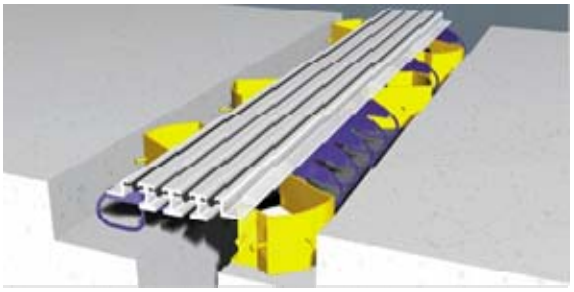
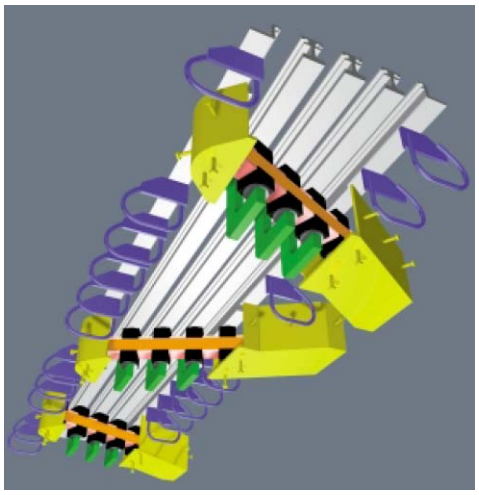
Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Afhankelijk van leverancier en type. Δx= van +/- 80 tot +/- 1200 mm Δy= van +/- 12 mm tot +/- 20 mm (opm: Er zijn ook speciale types met trapeziumvormige kasten met een groter bereik (ca 0,5 à 0,6 Δx) Δz= van +/- 10	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand	Goed	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand	Goed	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Redelijk in verband met aanwezige ruiten op lamellen ontstaat een meer geleidelijke en comfortabele overgang.	
Stroefheid	Goed door vorm en oppervlak van en ruimte tussen de ruiten.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde kunstwerk**	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: snelheid | 80 | 90 | 100 | 110 | **120** | 130 GLW | 82,5 | 83,9 | 85,0 | 86,1 | 87,1 | 88,0 Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie houdt verband met het aantal lamellen.
	Onderzijde kunstwerk	Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed.	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal bewegingen. Maximaal 15 jaar in overige situaties. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering) en de kwaliteit van de montage.
Uitvoerings-ongevoeligheid	Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. Belangrijkste risico's met betrekking tot de uitvoering (montage): - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur); - Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet (duurzaam) waterdicht; - Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp - Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten; - Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies; - Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering; - Onvlakke aansluiting asfalt op voeg.
Slijtvastheid	Bereden delen: goed. Niet bereden gedeelten: redelijk. PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen. Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel 'redelijk'.
Aantasting	Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol: - Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen; - Veroudering en slijtage van opleggingen, aandrukveren en stuurveren; - Veroudering van afdichtingsrubbers. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming). Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van stuurveren en lagers, met als gevolg vergrote voorspankrachten door spleetroest. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming). Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van stuurveren en opleggingen/aandrukveren. Deze aantastingmechanismen kunnen leiden tot scheuren in stalen onderdelen en lassen door vermoeiing en verplaatsing van de opleggingen/aandrukveren met calamiteiten tot gevolg. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden. De rubberafdichtingen dienen altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Het schoonhouden van de spleten is cruciaal om lekkageschade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Dit betreft: - Vervangen van de afdichtingsrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar - Vervangen van de opleggingen, aandrukveren en stuurveren (vanaf de onderzijde mits

	toegankelijk) na circa 10 jaar. - Herstellen van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken) bij standaard conserveringssysteem. - Vervangen van de conservering na circa 20 jaar bij een standaard conserveringssysteem. - Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering. Met geluidbeperkende maatregelen is het vervangen van de uitwisselbare delen arbeidsintensiever. Bij de concepten die worden aangeboden zijn de geluidbeperkende maatregelen met boutverbindingen gefixeerd op de constructie. Dit is voor de uitvoeringsduur gunstiger dan bij gelaste voorzieningen. Dit onderhoud kan in principe gefaseerd binnen de WBU plaatsvinden. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 32-40 uur. Dit onderhoud is mogelijk binnen de WBU (verdeeld over meerdere nachten).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. Er is dus geen sloopwerk (met kans op schade aan de onderliggende constructie) nodig . Tevens kan de inbouwtijd daarmee worden verkort. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit type voegovergang is in Nederland bij een beperkt aantal bruggen ervaring opgedaan.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Bij nalaten onderhoud bestaat de kans op aanzienlijke schade met risico's voor de verkeersveiligheid. - Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding in verband met de juiste krachtsafdracht; - De demping van het systeem zal in de loop der tijd afnemen door veroudering / relaxatie van het rubber. Daardoor vermindert voorspanning/inklemming van de lamellen op de traversebalken en wijzigt het dynamische gedrag van de constructie waardoor vermoeiing kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Mogelijke inbouwfouten kunnen grote negatieve consequenties hebben voor het functioneren; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	- Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden; - De glijvlakken van de lagers dienen schoongehouden en ingevet te worden om versnelde slijtage te voorkomen - De rubberafdichtingen dient altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Stuurveren en afdichtingen dienen daarom tijdig te worden vervangen; - Het schoonhouden van de voegspleten is cruciaal om lekkage door schade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden; - Bij onderhoud / vervangen conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen / aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien inspectie en onderhoud wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing indien hier in het ontwerp geen rekening mee is gehouden. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Mageba *www.mageba.ch* Reisner Wolff Sollinger Hütte *www.rwsh.de*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.3a1*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balkprofielen (lamellen), die met stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting. Met of zonder geluidreducerende maatregelen.	**Lamellenvoeg met zwenktraverse**  
Beschrijving concept	
Dit concept gaat uit van het principe dat de voegbewegingen gelijkmatig worden verdeeld over aanwezige voegspleten door het kunnen zwenken (verdraaien) van de dwarsdragers. Iedere lamel is voorzien van een beugelconstructies. Deze beugelconstructies verbinden de lamellen met de dwarsdragers door middel van een glijoplegging boven en onder de dwarsdrager. T.b.v. de zwenkbeweging kan rotatie en translatie plaatsvinden. De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd, waarbij t.b.v de zwenkbeweging aan beide zijden rotatie mogelijk is en aan 1 zijde gecombineerd met een translatiemogelijkheid De dilatatie wordt automatisch evenredig verdeeld over de afstanden tussen de lamellen door de verbinding tussen de lamel en de dwarsdrager. Separate stuurveren zijn daarom niet nodig. De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie, of gelast aan een stalen dekconstructie. Zonder geluidreducerende maatregelen.	

Functionele eisen		
	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	Afhankelijk van type en aantal lamellen. Type STP: Δx= afhankelijk van aantal lamellen: van +/- 80mm tot +/-600mm Δy= afhankelijk van aantal lamellen en spleetbreedte: +/- 17 mm tot +/-130 mm (toename ca 8 mm per extra lamel) Δz = afhankelijk van aantal lamellen: +/- 10 mm tot +/- 40 mm (toename ca 5mm per extra lamel)	
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 45-100 gon.	
	Functionele eis 2	
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed	
	Functionele eis 3	
Mechanische weerstand belasting uit verkeer	Goed	
	Functionele eis 4	
Oneffenheid	Slecht in verband met meerdere aanwezige voegspleten.	
Stroefheid	Goed. Geen specifieke voorzieningen in de vorm van een bepaald reliëf of coating nodig.	
	Functionele eis 5	
Geluid	**Bovenzijde**	De GeluidsLabelWaarden:

	kunstwerk	<table><tr><td>snelheid</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td><td>110</td><td>**120**</td><td>130</td></tr><tr><td>GLW (4 lamellen)</td><td>87,5</td><td>88,9</td><td>90,0</td><td>91,1</td><td>92,1</td><td>93,0</td></tr></table> Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie neemt toe met het aantal lamellen. De GLW wordt gecorrigeerd voor het aantal lamellen [n] met (n-4)*0,627
	Onderzijde kunstwerk	Geluidbeperkende maatregelen zijn nodig. De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.
	Functionele eis 6	
Waterdichtheid	Goed	

Kwaliteit (RAMS)	
	Betrouwbaarheid
Levensduur	Vervangbare delen: maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal vrachtbewegingen. Maximaal 15 jaar in overige situaties. Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering) en de kwaliteit van de montage.
Uitvoeringsongevoeligheid	Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. Belangrijkste risico's met betrekking tot de uitvoering (montage): - Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ; - Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur); - Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet (duurzaam) waterdicht; - Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp; - Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten; - Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies; - Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering; - Onvlakke aansluiting asfalt op voegovergang.
Slijtvastheid	Bereden delen: goed. Niet bereden gedeelten: redelijk. PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen. Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel 'redelijk'.
Aantasting	Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol: - Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen; - Veroudering en slijtage van (glij)opleggingen, aandrukveren; - Veroudering van afdichtingsrubbers. Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming). Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van rotatie- en glijlagers. Deze aantastingmechanismen kunnen leiden tot scheuren in stalen onderdelen en lassen door vermoeiing en verplaatsing van de opleggingen met calamiteiten tot gevolg. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.
	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Matig in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Het betreft: -Vervangen van de afdichtingsrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar;

	- Vervangen van de opleggingen en aandrukveren (vanaf de onderzijde mits toegankelijk) na circa 10 jaar; - Bijwerken van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken) bij standaard conserveringssysteem. Vervangen van de conservering na circa 20 jaar bij een standaard conserveringssysteem. - Conservering vind deels vanaf de bovenzijde (verkeersmaatregelen nodig) en deels vanaf de onderzijde (geen verkeersmaatregelen nodig) plaats. Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering. Dit onderhoud is mogelijk binnen de WBU (verdeeld over meerdere nachten).
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. Er is dus geen sloopwerk (met kans op schade aan de onderliggende constructie) nodig . Tevens kan de inbouwtijd daarmee worden verkort. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit type voegovergang is in Nederland bij 1 bruggen ervaring opgedaan (brug A50 Ewijk). Er zijn 2 typen: - type STW, waarbij de dwarsdragers om en om in een andere richting zijn gepositioneerd - type STW, waarbij de dwarsdragers allemaal in de dezelfde richting zijn gepositioneerd.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding in verband met de juiste krachtsafdracht; - De demping van het systeem zal in de loop der tijd afnemen door veroudering / relaxatie van het rubber. Daardoor vermindert voorspanning/inklemming van de lamellen op de traversebalken en wijzigt het dynamische gedrag van de constructie waardoor vermoeiing kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	- Bij nalaten onderhoud bestaat de kans op aanzienlijke schade met risico's voor verkeersveiligheid. - Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden. - De glijvlakken van de lagers dienen schoongehouden en ingevet te worden om versnelde slijtage te voorkomen. - De rubberafdichtingen dienen altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om gevolgschade te voorkomen. Afdichtingen dienen daarom tijdig te worden vervangen. - De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden. - Bij onderhoud aan de conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen / aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien dit wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing indien hier in het ontwerp geen rekening mee is gehouden.

	- Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Maurer Söhne *www.maurersoehne.nl*

Familie 7. Lamellenvoegen (modular joints)

Familiedefinitie	*Factsheet concept 7.3a2*
Voegovergangen waarbij de totale voegbeweging wordt verdeeld over meerdere kleinere voegen. De kleine voegen bevinden zich tussen stalen balkprofielen (lamellen), die met stalen traverse balken worden ondersteund. Rubberprofielen tussen de lamellen zorgen voor de waterafdichting. Met of zonder geluidreducerende maatregelen.	Lamellenvoegovergang met zwenktraverse en geluidsreducerende voorzieningen 

Beschrijving concept

Dit concept gaat uit van het principe dat de voegbewegingen gelijkmatig worden verdeeld over aanwezige voegspleten door het kunnen zwenken (verdraaien) van de dwarsdragers.

Iedere lamel is voorzien van een beugelconstructies. Deze beugelconstructies verbinden de lamellen met de dwarsdragers door middel van een glijoplegging boven en onder de dwarsdrager. T.b.v. de zwenkbeweging kan rotatie en translatie plaatsvinden.

De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd, waarbij t.b.v de zwenkbeweging aan beide zijden rotatie mogelijk is en aan 1 zijde gecombineerd met een translatiemogelijkheid

De dilatatie wordt automatisch evenredig verdeeld over de afstanden tussen de lamellen door de verbinding tussen de lamel en de dwarsdrager. Separate stuurveren zijn daarom niet nodig.

De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie, of gelast aan een stalen dekconstructie.
Met geluidreducerende maatregelen.

Functionele eisen

	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	Afhankelijk van type en aantal lamellen. Type STP: Δx= afhankelijk van aantal lamellen: van +/- 80mm tot +/-600mm Δy= afhankelijk van aantal lamellen en spleetbreedte: +/- 17 mm tot +/-130 mm (toename ca 8 mm per extra lamel) *N.b. maximale dwarsverplaatsing brugdek $U_{\perp}$ is door geluidsreducerende maatregelen afhankelijk van spleetopening tussen lamellen. Bij minimale spleet (5mm) varieert $U_{\perp}$ 1 mm (1 lamelen) tot 40 mm (11 lamellen)* Δz = afhankelijk van aantal lamellen: +/- 10 mm tot +/- 40 mm (toename ca 5mm per extra lamel)
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisingshoeken van 65 tot 100 gon.
	Functionele eis 2
Mechanische weerstand	Goed
	Functionele eis 3
Mechanische weerstand	Goed
	Functionele eis 4
Oneffenheid	Redelijk in verband met aanwezige ruiten op lamellen ontstaat een meer geleidelijke en comfortabele overgang.
Stroefheid	Goed door vorm en oppervlak van en ruimte tussen de ruiten.

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">Functionele eis 5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Geluid</td><td>Bovenzijde kunstwerk</td><td>De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon:
<table>
<tr><td>snelheid</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td><td>110</td><td>120</td><td>130</td></tr>
<tr><td>GLW</td><td>82,5</td><td>83,9</td><td>85,0</td><td>86,1</td><td>87,1</td><td>88,0</td></tr>
</table>
Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen.
De geluidemissie houdt verband met het aantal lamellen.</td></tr>
<tr><td>Onderzijde kunstwerk</td><td>Mogelijk zijn er geluidbeperkende maatregelen nodig.
De vlakheid is bepalend voor de geluidproductie.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Functionele eis 6</td></tr>
<tr><td>Waterdichtheid</td><td colspan="2">Goed.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Kwaliteit (RAMS)</td></tr>
<tr><td></td><td>Betrouwbaarheid</td></tr>
<tr><td>Levensduur</td><td>Vervangbare delen: maximaal 10 jaar bij kunstwerken met hoge verkeerintensiteit en / of groot aantal bewegingen. Maximaal 15 jaar in overige situaties.
Niet vervangbare delen: 40 jaar. De levensduur wordt in belangrijke mate beïnvloed door de kwaliteit van het ontwerp (vermoeiing stalen onderdelen), de kwaliteit van de fabricage (inclusief conservering) en de kwaliteit van de montage.</td></tr>
<tr><td>Uitvoerings-ongevoeligheid</td><td>Redelijk. De kwaliteit van de fabricage kan worden geborgd door gespecialiseerde en gecontroleerde staalconstructiebedrijven die gecertificeerd zijn conform de EN-1090 EXC3. Belangrijkste risico’s met betrekking tot de uitvoering (montage):
- Beschadiging kunstwerk bij achteraf aanbrengen van de verankering ;
- Onjuiste afstelling (maatvoering) voegconstructie (onjuiste bepaling constructietemperatuur);
- Bouwplaats(stoot)lassen, met name ter plaatse van goot niet (duurzaam) waterdicht;
- Positionering en verlijming constructieve ankers afwijkend van ontwerp
- Onvoldoende vulling/verdichting beton onder traversekasten;
- Lekkage door achterloopheid constructie ter plaatse van stortnaden en krimpnaden bij randconstructies;
- Weersomstandigheden bij in situ herstellen conservering;
- Onvlakke aansluiting asfalt op voeg.</td></tr>
<tr><td>Slijtvastheid</td><td>Bereden delen: goed.
Niet bereden gedeelten: redelijk.
PTFE van opleggingen/aandrukveren is aan slijtage onderhevig. De snelheid is mede afhankelijk van het onderhoud van de glijplaten (aanwezigheid vet) en de mate waarin verkeersbelastingen en thermische belastingen invloed hebben op de translaties/hoekverdraaiingen ter plaatse van de voeg. Bij stalen bruggen is deze invloed groter dan bij betonnen bruggen.
Vanwege het effect van niet bereden gedeelten op de levensduur is de score voor de voegovergang als geheel ‘redelijk’.</td></tr>
<tr><td>Aantasting</td><td>Matig. De volgende aantastingmechanismen spelen een rol:
- Corrosie van stalen onderdelen veroorzaakt door veroudering (atmosferisch) en versnelde aantasting door chloride bij lekkage rubberafdichtingen;
- Veroudering en slijtage van opleggingen, en aandrukveren ;
- Veroudering van afdichtingsrubbers.

Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming).
Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van de opleggingen en aandrukveren, met als gevolg vergrote voorspankrachten door spleetroest.

Spleet- en spanningscorrosie tussen roestvaste glijplaten en traversebalken dient voorkomen te worden door een juiste fixatie (verlijming).
Lekkages kunnen leiden tot corrosie en versnelde veroudering van opleggingen/ aandrukveren. Deze aantastingmechanismen kunnen leiden tot scheuren in stalen onderdelen en lassen door vermoeiing en verplaatsing van de opleggingen/aandrukveren met calamiteiten tot gevolg. Om een betrouwbare voegovergang te houden is goed en tijdig onderhoud noodzakelijk.</td></tr>
</table>

	Beschikbaarheid
Beschikbaarheid	Slecht in verhouding tot de overige concepten, zie niet-beschikbaarheidsindex.
	Onderhoudbaarheid (binnen WBU)
Vast onderhoud	Goed. Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden. De rubberafdichtingen dienen altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Het schoonhouden van de spleten is cruciaal om lekkageschade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden. Vast onderhoud is mogelijk in WBU-uren en omvat enkele uren.
Variabel onderhoud vervangen onderdelen	Redelijk. Dit betreft: - Vervangen van de afdichtingsrubbers (vanaf de bovenzijde) na circa 10 jaar - Vervangen van de opleggingen en aandrukveren (vanaf de onderzijde mits toegankelijk) na circa 10 jaar. - Herstellen van de conservering van niet bereden delen na 10 jaar van bovenaf (met name in de klauwen) en van onderaf (traversebalken) bij standaard conserveringssysteem. - Vervangen van de conservering na circa 20 jaar bij een standaard conserveringssysteem. - Aan de onderzijde van de voeg is dit gezien de beperkte werkruimte een intensief en lastig karwei en de kwaliteit is niet gelijk aan de fabrieksmatig aangebrachte conservering. Met geluidbeperkende maatregelen is het vervangen van de uitwisselbare delen arbeidsintensiever. Indien geluidbeperkende maatregelen zijn gelast op de constructie dient men rekening te houden met zeer arbeidsintensieve werkzaamheden. Dit Onderhoud is niet meer mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
Variabel onderhoud vervangen voegovergang	Slecht. Het vervangen van de voegovergang na 40 jaar betreft het vervangen van de complete constructie in verband met aantasting (corrosie) en vermoeiing. Vaak is een oplossing mogelijk waarbij de nieuwe voeg in de bestaande traversekasten wordt geplaatst en de voegbalken gespaard kunnen worden. Er is dus geen sloopwerk (met kans op schade aan de onderliggende constructie) nodig . Tevens kan de inbouwtijd daarmee worden verkort. Het vervangen van de voegovergangen is niet mogelijk binnen de WBU. Indicatie benodigde uitvoeringstijd: 48-56 uur.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Redelijk.

Overige informatie	
Algemeen	Met dit type voegovergang is in Nederland bij een beperkt aantal bruggen ervaring opgedaan.
Aandachtspunten ontwerp en fabricage	- Bij nalaten onderhoud bestaat de kans op aanzienlijke schade met risico's voor de verkeersveiligheid. - Benodigde tijd voor objectspecifieke ontwerp en fabricage inclusief details schampkantoplossingen; - De verankering van de stalen randprofielen aan de betonconstructie dient afgestemd te worden op de dikte van de asfaltverharding in verband met de juiste krachtsafdracht; - De demping van het systeem zal in de loop der tijd afnemen door veroudering / relaxatie van het rubber. Daardoor vermindert voorspanning/inklemming van de lamellen op de traversebalken en wijzigt het dynamische gedrag van de constructie waardoor vermoeiing kan optreden. In het ontwerp dient hiermee rekening gehouden te worden; - Ongewenste combinatie van verschillen staalsoorten met kans op spanningscorrosie door potentiaalverschillen; - Mogelijke onvoorziene dwarsverplaatsingen hebben grote negatieve consequenties voor het functioneren; - Bouwplaats(stoot)lassen dienen tot een minimum beperkt te worden. De gootaansluiting dient fabrieksmatig vervaardigd te worden om de lekkagekans te beperken; - Scherpe knikken bij goten en schampkanten leiden tot onvoldoende waterdichtheid en moeten vermeden worden.
Aandachtspunten uitvoering	- Mogelijke inbouwfouten kunnen grote negatieve consequenties hebben voor het functioneren; - Het voegprofiel dient uit één stuk te bestaan (zonder naden) over de volledige lengte van de voegovergang. Stuiknaden in stalen randprofielen dienen volledig doorgelast te zijn. - Vlakheid aansluitingen wegverharding;
Aandachtspunten beheer	- Volledige inspecties zijn integraal onderdeel van het onderhoudsregime en kunnen in principe van onderaf plaatsvinden mits er in het ontwerp van het kunstwerk rekening mee is gehouden; - De glijvlakken van de lagers dienen schoongehouden en ingevet te worden om versnelde slijtage te voorkomen - De rubberafdichtingen dient altijd de functie van waterdichtheid te waarborgen om verdere gevolgschade te voorkomen. Afdichtingen dienen daarom tijdig te worden vervangen; - Het schoonhouden van de voegspleten is cruciaal om lekkage door schade aan het rubber en versnelde aantasting van de conservering te voorkomen. De voegafdichtingen dienen minimaal jaarlijks (na de winterperiode) gereinigd te worden; - Bij onderhoud / vervangen conservering dient rekening gehouden te worden met de werking van het opleg / glij-systeem om slijtage te voorkomen; - De vervangbare onderdelen die de demping verzorgen (opleggingen / aandrukveren) dienen tijdig vervangen te worden. Indien inspectie en onderhoud wordt nagelaten dan kan schade ontstaan als gevolg van vermoeiing indien hier in het ontwerp geen rekening mee is gehouden. - Bij vervanging deklaag dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling te worden aangebracht
Leveranciers	Maurer Söhne *www.maurersoehne.nl*

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Eisen voor voegovergangen

Doc.nr.: RTD 1007-2
Versie: 3.0
Status: Definitief
Datum: 1-12-2014

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Eisen voor voegovergangen

RTD 1007-2

Datum 01-12-2014
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-12-2014
Status	Definitief
Versienummer	3.0

Documenthistorie

Versie	Omschrijving
1.0	Eerste versie d.d. 1-4-2013
2.0	Herziene versie d.d. 25-4-2014 ten behoeve van beoordeling binnen PVO. Diverse tekstuele verbeteringen in eisen en toelichtingen. Tevens zijn er ook een aantal eisen gewijzigd of toegevoegd. De belangrijkste zijn: §4.2 verder uitgebreid met diverse aspecten die bij schematisering van belang zijn §4.3 en 4.4 toegevoegd §5.1 De temperatuurtoeslag voor de gelijkmatige temperatuurscomponent is aangepast voor stalen bruggen en staal-betonbruggen §5.2.2.2. Voor wegen anders dan verkeerscategorie en hoger gelden mag voor $FLM1_{EJ}$ gerekend worden met een factor 0,7 i.p.v. 0,8. Voor $FLM2_{EJ}$ mogen de asfracties voor de middellange afstand worden aangehouden (conform de ETAG032). §5.2.3.1 Toegevoegd is het krachtsconcentratieeffect in geval van voorspanbouten in getapte gaten (incl bepalingen in bijlage 6). De bepalingen omtrent de bepaling van de spanningsconcentratiefactor zijn aangepast. Factor 1,5 is gewijzigd naar 2,5 met een minimale afrondingsstraal van 3 mm. §5.2.3.2 De genoemde γ_{M2} van 1,25 is geldig bij een vlakheid die voldoet aan NEN-ISO 2768-2, klasse K. Indien tolerantieklasse L wordt toegepast, geldt een hogere waarde van γ_{M2} van 1,35 §5.2.3.3 De genoemde γ_{Mf} van 1,35 is geldig bij een vlakheid die voldoet aan NEN-ISO 2768-2, klasse K. Indien tolerantieklasse L wordt toegepast, geldt een hogere waarde van γ_{Mf} van 1,5. §5.6.1.1: toegevoegd: eisen ten aanzien van de maximale laagdikte in voorgespannen verbindingen. §6.2.5. Toegevoegd: Ingelijmde wapening conform EOTA TR23 §7.5 Eis m.b.t. bouwplaatslassen van aangepast; lassen toegestaan onder voorwaarden; boutverbindingen bij lamellen niet toegestaan §7.7 Eis toegevoegd: Relatie aandraaimoment-voorspankracht voor bout-tapgat combinatie vaststellen middels kwalificatietest. Bijlage 1: - aanrijdbelasting als gevolg van hoogteverschillen als belastinggeval toegevoegd voor statische belasting (B1.2.2.3) en vermoeiingsbelasting (B.1.3.2 en B.1.3.3) - aangepaste combinatiefactor voor c_{uls1} (tabel B1.6) - aangepaste partiële factor voor γ_{dE} conform §5.1.8 (tabel B1.5) - toegevoegd c_{uls3} voor sterk remmend verkeer (tabel B1.6) in combinatie met een verlaagde γ_{Qi} (tabel B1.5) Bijlage 5: testen uit ETAG032 niet meer bijgevoegd vanwege beschikbaarheid ETAG032 via EOTA. Nieuwe bijlage 5: Richtlijnen voor kwalificatietest voor aandraaimoment van voorspanbouten in getapte gaten (informatief). Nieuwe bijlage 6: Ontwerp van axiaal belaste bouten in getapte gaten
3.0	Eindversie na verwerking opmerkingen op versie 2.0. Diverse tekstuele opmerkingen verwerkt. De belangrijkste zijn: §7.4 opsplitsing in EXC3 en EXC2 §5.2.3.3 Gebruik vermoeiingsgrens bij constante amplitude bij toetsing volgens $FLM1_{EJ}$

Voorwoord

Voegovergangen zijn kritische onderdelen in wegen en dienen aan zware eisen te voldoen. Daarbij zijn met name de volgende aspecten belangrijk:

1) Duurzaamheid:
   Vanwege de hoge eisen die gesteld worden aan beschikbaarheid is er maar weinig tijd beschikbaar voor onderhoud. Een lange levensduur van de voegovergang is gewenst, waarbij variabel onderhoud c.q. vervanging gelijktijdig plaats vindt met het vervangen van de deklaag van de verharding.
2) Geluid:
   Het beperken van de geluidsemissie is in veel locaties van belang voor de directe omgeving.
3) Waterdichtheid:
   Onderliggende constructies dienen duurzaam te worden beschermd tegen de schadelijke invloeden van water en dooizouten

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) geeft de eisen voor voegovergangen ten behoeve van stalen en betonnen bruggen en viaducten, voortvloeiende uit het gebruik en de omgeving. Dit betreft zowel de functionele eisen als daarvan af afgeleide generieke ontwerpeisen, minimum eisen aan materialen, uitvoeringseisen, eisen m.b.t. kwaliteitsborging als eisen met betrekking tot overdracht naar beheer.

Het document dient in samenhang met de volgende documenten te worden beschouwd:
- RTD 1001 Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken
- RTD 1007-1 Meerkeuzematrix Voegovergangen;
- RTD 1007-3 Geluidseisen voegovergangen;
- RTD 1007-4 Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies.

Het document vervangt de volgende documenten:
- NBD 00400 versie 1.0 d.d. 02-02-2006
- NBD 00710 versie 31 d.d. 27-01-2007

Voorgaande versies van de RTD1007-2 komen hiermee eveneens te vervallen.

Het document is voortgekomen uit een samenvoeging van bovenstaande normen, de invoering van de Eurocodes en de ROK en bevat daarnaast verbeteringen die zijn voortgekomen uit het gebruik en de praktijk. Tevens zijn diverse eisen toegevoegd of aangepast aan de European Technical Approval Guideline 032 (ETAG 032).

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

Voorwoord 5

1 Onderwerp en toepassingsgebied 9
1.1 Inleiding 9
1.2 Leeswijzer 9
1.3 Productfamilies 9
1.4 Terminologie 10

2 Overzicht Normatieve verwijzingen en referenties 15
2.1 Overzicht normatieve verwijzingen 15
2.2 Literatuur: 22

3 Functionele eisen en ontwerplevensduur 23
3.1 Functionele eisen 23
3.2 Ontwerplevensduur 23
3.3 Ontwerplevensduur onderdelen 24

4 Verificatiemethoden 25
4.1 Algemeen 25
4.2 Schematisering 25
4.3 Testen 26
4.4 Praktijkervaringen (referenties) 27

5 Ontwerpeisen 28
5.1 Bewegingscapaciteit 28
5.1.1 Algemeen 28
5.1.2 Bewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen 29
5.1.3 Bewegingen ten gevolge van krimp en kruip 30
5.1.4 Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw/fundering 30
5.1.5 Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting 30
5.1.6 Bewegingen ten gevolge van windbelasting 31
5.1.7 Combinaties van bewegingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS) 31
5.1.8 Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS): 32
5.1.9 Minimale bewegingscapaciteit 32
5.1.10 Uitvoeringsspecificatie 32
5.2 Mechanische weerstand 33
5.2.1 Algemeen 33
5.2.2 Belastingen 33
5.2.2.1 Statische belasting door verkeer 33
5.2.2.2 Vermoeiingsbelasting door verkeer 33
5.2.2.3 Interne krachten 34
5.2.3 Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoestanden 34
5.2.3.1 In rekening te brengen effecten 34
5.2.3.2 Toetsing bezwijken door statische belasting (STR) 36
5.2.3.3 Toetsing bezwijken door vermoeiing (FAT) 37
5.2.4 Toetsing mechanische weerstand in bruikbaarheidsgrenstoestand 37
5.2.5 Toetsing slijtageweerstand 37
5.3 Veiligheid in gebruik en rijcomfort 38
5.3.1 Maximale spleetbreedte 38
5.3.2 Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen 39
5.3.3 Niveauverschillen in het bereden vlak 39
5.3.4 Stroefheid 40
5.3.5 Afwateringscapaciteit 40
5.4 Geluidsproductie 40
5.5 Waterdichtheid 41
5.6 Weerstand tegen aantasting 41

5.6.1 Bescherming tegen corrosie 41
5.6.1.1 Constructiestaal 41
5.6.1.2 Roestvast staal 42
5.6.1.3 Stalen bouten. 43
5.6.1.4 Aluminium legeringen 43
5.6.1.5 Betonstaal 43
5.6.1.6 Bescherming tegen bimetaalcorrosie 43
5.6.1.7 Bescherming tegen spleetcorrosie 43
5.6.2 Bescherming tegen overige fysische/chemische aantasting 43
5.6.2.1 Algemeen 43
5.6.2.2 (Staalvezel)beton 44
5.6.2.3 Rubber en kunststoffen 44
5.6.2.4 Bitumineuze materialen 44
5.7 Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid. 44
5.7.1 Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid 44
5.7.2 Vervangbaarheid 44

6 Specificaties materialen 45
6.1 Staal 45
6.1.1 Constructiestaal 45
6.1.2 Lasmaterialen 45
6.1.3 Bevestigingsmaterialen 45
6.2 Beton 45
6.2.1 Beton aangrenzende constructies 45
6.2.2 Niet direct bereden beton 46
6.2.3 Direct bereden beton 46
6.2.4 Betonstaal 46
6.2.5 Constructieve ankers 46
6.3 Rubber en kunststoffen 47
6.3.1 Afdichtingsprofielen 47
6.3.2 Rubbermatprofielen 47
6.3.3 Opleggingen, aandrukveren en stuurveren 47
6.4 Flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen 48
6.5 Slijtlagen 48

7 Uitvoeringseisen 49
7.1 Algemeen 49
7.2 Voorbereidingswerkzaamheden 49
7.3 Vervaardigen van betonconstructies 49
7.3.1 Applicatie van constructieve ankers 49
7.3.2 Uitvoering van betonwerk 49
7.4 Vervaardigen van staalconstructies 50
7.5 Montageverbindingen van staalconstructies 50
7.6 Aanbrengen van voegafdichtingen 51
7.7 Montage van voorspanbouten 51
7.8 Uitvoering flexibele voegovergangen 52
7.9 Uitvoering slijtlagen 52

8 Kwaliteitsborging 53
8.1 Algemeen 53
8.2 Ontwerpfase 53
8.3 Uitvoeringsfase 53

9 Instandhouding. 55
9.1 Beheer- en onderhoudsplan; 55
9.2 Overdrachtsgegevens (opleverdossier) 56

Bijlage 1 Verkeersbelastingen voor voegovergangen 58
B1.0 Inleiding 58
B1.1 Algemeen 59
B1.2 Modellen voor statische belasting 61
B1.2.1 Model voor verticale belasting 61
B1.2.1.1 Belasting op de rijbaan 61
B1.2.1.2 Belastingen op voetpaden 64
B1.2.1.3 Buitengewone belasting 64
B1.2.2 Model voor horizontale belasting 65
B1.2.2.1 Rem- en versnellingskrachten 65
B1.2.2.2 Centrifugaalkrachten 65
B1.2.2.3 Aanrijdbelastingen 66
B1.2.2.4 Buitengewone belastingen 66
B1.2.2.4.1 Schampkanten die niet geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging 67
B1.2.2.4.2 Schampkanten die geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging 67
B1.3 Belastingsmodellen voor vermoeiing 67
B1.3.1 Algemeen 67
B1.3.2 Belastingmodel voor vermoeiing 1 ($FLM1_{EJ}$) 68
B1.3.3 Belastingmodel voor vermoeiing 2 ($FLM2_{EJ}$) 69
B1.4 Ontwerpsituaties 71
B1.4.1 Algemeen 71
B1.4.2 Combinaties in de uiterste grenstoestand 71
B1.4.2.1 Fundamentele combinaties (STR) 71
B1.4.2.2 Combinaties voor buitengewone ontwerpsituaties 72
B1.4.2.3 Combinatie voor seismische ontwerpsituaties 73
B1.4.2.4 Combinatie voor grenstoestand vermoeiing (FAT) 73
B1.4.3 Karakteristieke combinaties voor de bruikbaarheidsgrenstoestand 73

Bijlage 2 Inhoud prestatieverklaring (DoP) 76

Bijlage 3 Overzicht relevantie ontwerpeisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief) 77

Bijlage 4 Eisen voor componenten van rubber en kunststof 78

Bijlage 5 Richtlijnen voor een kwalificatietest voor het aandraaimoment van bouten in getapte gaten (informatief) 83

Bijlage 6: Ontwerp van axiaal belaste bouten in tapgaten 87

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Inleiding

Deze RTD beschrijft in combinatie met de ROK (Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken) de eisen die door Rijkswaterstaat gesteld worden aan het ontwerp, de fabricage en het aanbrengen van voegovergangen in stalen en betonnen bruggen en viaducten. De RTD1007-2 kan met uitzondering van §5.1 ook gebruikt worden voor voegovergangen in wegtunnels. Voor het bepalen van de voegbewegingen gelden andere belastingen. Zie hiervoor de ROK hoofdstuk 5

In samenhang met de toekomstige Europese Regelgeving zijn per type voegovergang de prestaties opgenomen zoals die door Rijkswaterstaat worden geëist en die gerapporteerd dienen te zijn in een Prestatieverklaring, ook wel Declaration of Performance (DoP) genoemd. Deze Prestatieverklaring (al dan niet met een CE markering) dient door leveranciers te worden geleverd en wordt door Rijkswaterstaat verlangd vooruitlopend op de toepassing van de Construction Products Regulation (2013).
In bijlage 2 is aangegeven welke informatie in de Prestatieverklaring ten behoeve van Rijkswaterstaat dient te worden opgenomen.

Deze RTD geldt voor alle productfamilies van voegovergangen zoals opgenomen onder 1.3, met uitzondering van familie 6.
Voor de producten dient de geschiktheid aangetoond te worden overeenkomstig één van de aantoonmethoden van tabel 2.

1.2 Leeswijzer

Tekst in normale opmaak is normatieve tekst.
Cursieve opmerkingen zijn informatief.

1.3 Productfamilies

De volgende productfamilies van voegovergangen worden onderscheiden:
1. Voegovergangen met of zonder balken en randprofielen met afdichtingrubbers *(Nosing joints)*
2. Vingervoegovergangen *(Cantilever joints, supported joints)*
3. Mattenvoegovergangen *(Mat joints)*
4. Flexibele voegovergangen *(Flexible joints)*
5. Verborgen voegovergangen *(Buried joints)*
6. Overgangsconstructies voor integraalkunstwerken[a]
7. Meervoudige of lamellenvoegovergangen *(Modular joints)*

Zie voor een volledig overzicht van productfamilies, voegovergangconcepten en subtypen tabel 1 van RTD 1007-1 ‘Meerkeuzematrix voegovergangen’

[a] Bij familie 6 is geen sprake meer van een afzonderlijk te beschouwen voegovergangsconstructie, maar maakt deze integraal deel uit van het gehele kunstwerk. Het ontwerp hiervan valt onder de eisen van de NBD00730 (standaarddetails voor betonnen bruggen).

1.4 Terminologie

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Aandrukveer	Prestress element	Element dat opwaartse verplaatsing van bijvoorbeeld de lamel t.o.v. dwarsdrager c.q. van de dwarsdrager naar de onderliggende constructie voorkomt.
Aanvullende dynamische vergrotingsfactor	Dynamic amplification factor (daf)	Aanvullende dynamische vergrotingsfactor voor vermoeiing bij voegovergangen ($\Delta\varphi_{fat}$)
Afdekplaat	Cover plate	Plaat in het rijoppervlak van fiets/voetpaden of schampkant en zorgt voor een overbrugging van eventueel onacceptabel grote voegopeningen.
Afdichtingprofiel	Seal	Een flexibel element dat de waterafdichting verzekert.
Aslast	Axle load	De belasting uitgeoefend door een as.
Balg	Bellow / Gutter	Een vervormbaar element dat een opening afsluit en de waterdichtheid verzekert.
Beugel	Stirrup	Stalen klemconstructie als onderdeel van de bevestiging van een lamel op de dwarsdrager.
Brugdekopening	Bridge deck gap	Opening (spleet) tussen twee aangrenzende delen van de hoofddraagconstructie.
Charge	Batch	Hoeveelheid product of component die volgens dezelfde specificatie is vervaardigd binnen een bepaalde (aaneengesloten) periode.
Demping	Damping	Het dempen van een trilling
Deuvel	Dowel	Stalen element dat de kracht tussen beton en staalconstructies overdraagt.
Dilatatiecapaciteit	Movement capacity	De grootte van de opneembare relatieve verplaatsing tussen de uiterste posities (maximum van openen en sluiten) van een voegovergang waarbij geen schade aan de voegovergang optreedt.
Dwarsdrager / traverse	Crossbeam	Ligger die de lamellen draagt en de belasting afvoert naar het brugdek/landhoofd
Enkelvoudige voegovergang met randprofiel	Nosing joint; Single seal joint	Een voegovergang die bestaat uit stalen, betonnen, kunststof etc. randprofielen met een rubber afdichtingelement dat niet wordt bereden. Het randprofiel overbrugt niet de spleet en draagt de belasting over.
Flexibele voegovergang	Flexible plug expansion joint	Een voegovergang van speciaal ontwikkeld flexibel materiaal (binder en aggregaten), in situ vervaardigd, dat tevens het wegoppervlak vormt. Het oppervlak van de voegovergang is in lijn met het wegoppervlak.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Klauwprofiel	Seal Clamping device	Lastdragend (rand)profiel dat het afdichtingprofiel vasthoudt en zorgt voor een waterdichte aansluiting.
Kruisingshoek	Crossing angle	De hoek tussen de lengteas van de hoofddraagconstructie en de voegovergang.
Lamel	Centre beam (Lamellabeam)	Geleide lastdragende ligger (tussen de randprofielen) bij modulaire voegovergangen.
Lamellen voegovergang	Modular Joint	Een voegovergang waarbij de continuïteit van het wegdek is verzekerd door in serie toegepaste stalen balken, ondersteund door dwarsdragers.
Langsrichting	Longitudinal direction	Parallel aan de lengte-as van het kunstwerk / in de rijrichting van het verkeer.
Matten-voegovergang	Mat joint	Een voegovergang die de verplaatsing van de brug opneemt als verlenging en verkorting van een rubberen element. De rubbermat is vast verbonden met de hoofddraagconstructie. De bovenzijde is in het vlak van de rijweg.
Mal (Sjabloon)	Template	Hulpconstructie voor het positioneren van in te betonneren onderdelen of het boren van gaten.
Modificatie	Modification	Reconstrueren van bestaande voegovergangen met andere dan originele onderdelen.
Niet vervangbare onderdelen	Non replaceable parts	Relatief lastig te vervangen onderdelen, bijvoorbeeld door middel van slopen.
Onderbouwconstructie	Support structure	Tussenliggende (staal)constructie die een passende verbinding vormt tussen elementen in het wegoppervlak en de verankering in de onderliggende constructie.
Ondersteunde Voegovergang	Supported joint	Een voegovergang waar de belasting dragende delen zijn ondersteund door uitkragende liggers of andere systemen ingebouwd op het hoofddraagsysteem.
Ontwerplevensduur	Design life	Periode waarvoor een onderdeel of systeem is ontworpen om te functioneren onder de nominale ontwerpbelastingen.
Opening	Void	Een niet-dragend gedeelte van de voegovergang (leemte).
Oplegging	Bearing (element)	Onderdeel van een modulaire voegovergang dat de belasting uit de bovenliggende lastdragende constructie afvoert naar de onderliggende constructie en rotaties en/of translatie mogelijk maakt.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Opslingering	Upswing	Het dynamische effect waarbij na passage van een aslast de constructie terugveert voorbij de positie in de onbelaste toestand.
Prestatieverklaring	Declaration of Performance (DoP)	Document waarin de prestaties van een voegovergang worden verklaard.
Randprofiel	Edge beam	Profiel dat de overgang vormt tussen de voegopening en het wegdek.
Rugvulling	Caulking	Materiaal dat in een brugdekopening wordt geplaatst als tijdelijke vuilwering tijdens de uitvoering. Bij verborgen voegovergangen en flexibele voegen kan het tevens onderdeel uitmaken van de definitieve voegovergangsconstructie als ondersteuning of bevestiging van afdichtingprofielen of afdekplaten.
Scharnier	Hinge	Verbinding die rotatie mogelijk maakt.
Staalvezelbeton	Steel fibre reinforced concrete	Beton met stalen vezels.
Schampkant	Kerb	Het opstaand gedeelte van het wegoppervlak dat de begrenzing vormt van de rijweg.
Scheefheid	Skew (angle)	Afwijking van het brugdek ten opzichte van een rechthoekige vorm.
Stroefheid	Skid resistance	De kracht die door wrijving kan worden opgenomen tussen een autoband en het wegdek.
Slijtage	Wear	Het verlies van materiaal ten gevolge van wrijving tussen 2 delen.
Sok	Socket	Element met een inwendige draad dat functioneert als een verbinding naar beton of metselwerk.
Spleet	Gap / Void	Opening tussen 2 aangrenzende delen van de constructie. Te onderscheiden zijn de brugdekopening en de voegopening.
Stuikverbinding	Butt joint	Stompe lasverbinding tussen twee delen van de voegovergang, bijvoorbeeld i.v.m. een noodzakelijke fasering van de werkzaamheden.
Stuurveer	Control element	Element dat er voor zorgt dat de lamellen op ongeveer gelijke afstand zijn bij verschillende openingposities van de voeg.
Taats	Rocker	Gefixeerde oplegging die elementen in het wegoppervlak ondersteunt en rotatie om een as mogelijk maakt.
Traversekast	Joist Box	Een stalen kast die is opgenomen in de constructie en de dwarsdragers van lamellenvoegovergangen ondersteunt en stabiliseert.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Uitsparing	Recess	Nis in het brugdek of landhoofd die dient als inbouwruimte voor de voegovergang.
Vasthoudconstructie	Holding down device	Systeem dat opwaartse verplaatsing van elementen in het wegoppervlak voorkomt.
Vermoeiing	Fatigue	Fenomeen waarbij de constructie bezwijkt door scheurgroei ten gevolge van wisselende belasting.
Verborgen voeg	Buried joint	Een voegovergang die zich onder de slijtlaag bevindt en de verplaatsingen van de bovenbouw opneemt.
Verankeringsysteem	Anchoring	Staven die de voegovergang verbinden met de hoofddraagconstructie of het landhoofd.
Veroudering	Ageing	Verandering van materiaaleigenschappen onder invloed van omgevingscondities, bijvoorbeeld water, zuurstof, zout, UV etc.
Versnelde veroudering	Accelerated ageing	Proces dat de verouderingseffecten in een korte tijd simuleert.
Vervangbare onderdelen	Replaceable parts	Relatief eenvoudig vervangbare onderdelen waarbij geen schade aan de overige onderdelen van de voegovergang of aangrenzende constructie wordt toegebracht; bijvoorbeeld afdichtingen, bouten, rubbermatten e.d.
Voegovergangsbalk	Transition strip	Element van de voegovergang gelegen in het rijoppervlak tussen de wegverharding en randconstructie of afdichtprofiel en de (constructieve) verbinding vormt met de onderliggende constructie.
Voegovergang	Expansion joint	Een constructie die een continu wegoppervlak vormt tussen aangrenzende hoofdconstructiedelen (brugdelen/landhoofden) en het verplaatsen van deze constructies niet verhindert (inclusief alle onderdelen niet zijnde het wegoppervlak zoals schampkanten, bermen etc.).
Voegopening	Expansion joint gap	Opening (spleet) in het wegoppervlak.
Voegvulling	Sealant	Vulmateriaal in een zaagsnede tussen de voegovergang en de aangrenzende slijtlaag.
Voetpadovergang	Footpath expansion joint	Een voegovergang speciaal ontworpen voor voetgangers.
Voorgespannen verankering	Prestress anchorage	Verankering onder voorspanning.
Voorspanbouten	High strength friction grip bolts	Voorgespannen bouten die de krachtsoverdracht op wrijving mogelijk maken tussen aangrenzende onderdelen.
Wrijvingsweerstand	Skid resistance	Weerstand tegen slippen tussen twee onderdelen

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Wapening	Reinforcement	In het beton op te nemen elementen ten behoeve van het opnemen van trekspanningen.
Waterafvoersysteem	Drainage	Een systeem van goten en andere middelen die water op het brugdek afvoert.
Zettingen	Settlement	Onomkeerbare beweging van de hoofddraagconstructie ten gevolge van de vervorming van de ondergrond onder constante belasting.
Zuiging	Suction	De weerstandskracht die ontstaat achter een band van een rijdend voertuig als gevolg van het vacuüm tussen band en rijweg.

2 Overzicht Normatieve verwijzingen en referenties

2.1 Overzicht normatieve verwijzingen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.3	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken.
RTD1007-1	RTD 1007-1	1.0	Meerkeuzematrix Voegovergangen (handreiking).
RTD1007-3	RTD 1007-3	1.0	Geluidseisen voor voegovergangen.
RTD1007-4	RTD 1007-4	1.0	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies .
RTD1009	RTD 1009	1.0	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD1015	RTD1015	1.0	Eisen voor kunststofslijtlagen. (voorheen NBD10201)
Zie titel	182579	1.2	Instructie t.b.v. vastlegging van overdrachtsgegevens voor Beheer en Onderhoud van kunstwerken.
NEN-EN normen en ETAGs			
EN 206-1	NEN-EN 206-1 + NEN 8005	Zie ROK H2	Beton - Deel 1: Specificatie-eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. + Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1
EN 1090-1	NEN-EN1090-1	Zie ROK H2	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 1: Eisen voor het vaststellen van de conformiteit van constructieve onderdelen
EN 1090-2	NEN-EN 1090-2	Zie ROK H2	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies.
EN 1504-5	NEN-EN 1504-5	Zie ROK H2	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – deel 5: Injecteren van beton.
EN 1542	NEN-EN 1542	1999	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingsmethoden - Bepaling van de hechtsterkte door middel van de afbreekproef.
EN 1990	NEN-EN 1990	Zie ROK H2	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 1991-1-4	NEN-EN 1991-1-4	Zie ROK H2	Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-4: Algemene belastingen – windbelasting (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1991-1-5	NEN-EN 1991-1-5	Zie ROK H2	Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-5: Thermische belastingen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1991-2	NEN-EN 1991-2	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelastingen op bruggen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1992-1-1	NEN-EN 1992-1-1	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1992-2	NEN-EN 1992-2	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Betonnen bruggen - Regels voor ontwerp, berekening en detaillering (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1993-1	NEN-EN 1993-1-1 NEN-EN 1993-1-3 NEN-EN 1993-1-4 NEN-EN 1993-1-5 NEN-EN 1993-1-7 NEN-EN 1993-1-8 NEN-EN 1993-1-9 NEN-EN 1993-1-10 NEN-EN 1993-1-11	Zie ROK H2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage) Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten Deel 1-5: Constructieve plaatvelden Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen (inclusief correctieblad C1:2009) Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen Deel 1-9: Vermoeiing Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten.
EN 1993-2	NEN-EN 1993-2	Zie ROK H2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 10025	NEN-EN 10025-1 NEN-EN 10025-2 NEN-EN 10025-3	2004 2004 2004	Warmgewalste producten van constructiestaal – Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor normaalgegloeid/normaliserend gewalst fijnkorrelig constructiestaal.
EN 10088	NEN-EN 10088-1 NEN-EN 10088-2 NEN-EN 10088-3 NEN-EN 10088-4 NEN-EN 10088-5	2005 2005 2005 2009 2009	Roestvaste staalsoorten – Deel 1: Lijst van roestvaste staalsoorten Deel 2: Technische leverings-voorwaarden voor plaat en band van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 3: Technische leverings-voorwaarden voor halfproducten, staven, draad, walsdraad, profielen en blanke producten van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 4: Technische leverings-voorwaarden voor plaat en band van corrosievast staal voor constructief gebruik Deel 5: Technische leverings-voorwaarden voor staven, draad, profielen en producten van corrosievast blank staal voor constructie doeleinden.
EN 10204	NEN-EN 10204	Zie ROK H2	Producten van metaal – Soorten keuringsdocumenten.
EN 13438	NEN-EN 13438	2005	Verf en vernissen - Organische poederdeklagen voor gegalvaniseerde en stalen producten voor constructiedoeleinden
EN 13670	NEN-EN 13670	Zie ROK H2	Het vervaardigen van betonconstructies
EN 1337-2	NEN-EN 1337-2	2004	Opleggingen voor bouwkundige en civieltechnische toepassingen – Deel 2: Glijdelen.
CEN/TS 1992-4-5	CEN/TS 1992-4-5	2012	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-5: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd - Chemische systemen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ETAG 032	ETAG 032	2013	Guideline for European Technical Approval of Expansion Joints for Road Bridges Part 1: General Part 2: Buried Expansion Joints Part 3: Flexible plug Expansion Joints Part 4: Nosing Expansion Joints Part 5: Mat Expansion Joints Part 6: Cantilever Expansion Joints Part 7: Supported Expansion Joints Part 8: Modular Expansion Joints
NEN-EN-ISO normen			
EN-ISO 898	NEN-EN-ISO 898-1	2009	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van koolstofstaal en gelegeerd staal - Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden
EN-ISO 1461	NEN-EN-ISO 1461	Zie ROK H2	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen – Specificaties en beproevingen
EN-ISO 3506	NEN-EN-ISO 3506-1/-2	2009	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van corrosievast staal. Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden. Deel 2: Moeren.
EN ISO 10684	NEN-EN ISO 10684	2009	Bevestigingsartikelen - Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen
EN-ISO 12944	NEN-EN-ISO 12944-1 t/m -8	1998	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van verfsystemen. - Deel 1: Algemene informatie - Deel 2: Indeling van de omgevingsomstandigheden - Deel 3: Basisregels voor het ontwerp - Deel 4: Soorten oppervlakken en behandeling van de oppervlakken - Deel 5: Beschermende verfsystemen - Deel 6: Laboratoriumbeproevingen voor de bepaling van de prestatie - Deel 7: Uitvoering van en toezicht op schilderwerk - Deel 8: Ontwikkeling van specificaties voor nieuw werk en onderhoud
EN 14188-1	NEN-EN 14188-1	2004	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 1: Specificaties voor warm aangebrachte afdichtingsmaterialen
EN-ISO 14713	NEN-EN-ISO 14713-1/-2	2010	Zinken deklagen - Richtlijnen en aanbevelingen voor de bescherming van ijzer en staal in constructies tegen corrosie . - Deel 1: Algemene ontwerpbeginselen en corrosieweerstand. - Deel 2: Thermisch verzinken.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
NEN-ISO normen			
ISO 34-1	NEN-ISO 34-1	2010	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de scheursterkte - Deel 1: Broek, hoek- en halvemaanvormige proefstukken.
ISO 37	NEN-ISO 37	2011	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Bepaling van de trek- en rekeigenschappen.
ISO 48	NEN-ISO 48	2010	Rubber, gevulkaniseerd of thermoplastisch - Bepaling van de hardheid (hardheid tussen 10 IRHD en 100 IRHD).
ISO 179	NEN-ISO 179 -1 NEN-ISO 179 -2	2010 2012	Kunststoffen - Bepaling van de slagsterkte volgens Charpy - Deel 1: Niet-geïnstrumenteerde slagbeproeving Deel 2: Geïnstrumenteerde slagbeproeving.
ISO 188	NEN-ISO 188	2011	Rubber, gevulkaniseerd of thermoplastisch - Versnelde verouderings- en warmteweerstandsproeven.
ISO 527	NEN-ISO 527-1 NEN-ISO 527-2	2012 2012	Kunststoffen - Bepaling van de trekeigenschappen Deel 1: Algemene beginselen Deel 2: Beproevingsomstandigheden voor pers-, spuitgiet- en extrusiekunststoffen.
ISO 604	NEN-ISO 604	2002	Kunststoffen - Bepaling van de eigenschappen onder druk.
ISO 812	NEN-ISO 812	2011	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de brosheid bij lage temperatuur.
ISO 813	NEN-ISO 813	2010	Gevulkaniseerde rubber of thermoplastisch rubber - Bepaling van de hechting aan stijve materialen - 90 graad afpelmethode.
ISO 815	NEN-ISO 815-1 NEN-ISO 815-2	2008 2008	Gevulkaniseerd of thermoplastisch rubber - Bepaling van de vormverandering. Deel 1: Bij buitenlucht of verhoogde temperaturen. Deel 2: Bij lage temperaturen.
ISO 899-1	NEN-ISO 899-1	2003	Kunststoffen - Bepaling van het kruipgedrag - Deel 1: Kruip onder trekspanning.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ISO 1183	NEN-ISO 1183-1 NEN-ISO 1183-2 NEN-ISO 1183-3	2012 2004 1999	Kunststoffen - Methoden voor de bepaling van de dichtheid van niet-geschuimde kunststoffen - Deel 1: Dompelmethode, vloeistof pyknometermethode en titratiemethode. - Deel 2: Dichtheidgradiënt-kolommethode. - Deel 3: Gas Pyknometermethode.
ISO 1431-1	NEN-ISO 1431-1	2012	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Ozonvastheid. - Deel 1: Statische en dynamische rekproef.
ISO 1817	NEN-ISO 1817	2011	Gevulkaniseerd en thermoplastisch rubber - Bepaling van de effecten van vloeistoffen.
ISO 1827	NEN-ISO 1827	2011	Rubber,gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de afschuifmoduleshechting tot harde platen - Quadruple-afschuifmethoden.
ISO 2039-1	NEN-ISO 2039-1	2001	Kunststoffen - Bepaling van de hardheid. - Deel 1: Kogelindrukmethode.
ISO 2081	NEN-ISO 2081	2008	Metallieke deklagen - Elektrolytisch aangebrachte bedekkingen van zink met aanvullende behandeling van ijzer of staal.
ISO 2578	NEN-ISO 2578	1998	Kunststoffen - Bepaling van de tijd-temperatuurgrenzen na langdurige blootstelling aan warmte
ISO 2768-2	NEN-ISO 2768-2	1994	Algemene toleranties. Deel 2: Vormtoleranties voor elementen zonder afzonderlijke tolerantie-aanduidingen
ISO 2781	NEN-ISO 2781	2008	Gevulkaniseerde rubber – Bepaling van de dichtheid.
ISO 3417	NEN-ISO 3417	2008	Rubber - Bepaling van karakteristieken van vulkanisatie met de vulkanisatiemeter met oscillerende schijf.
ISO 3522	NEN-ISO 3522	2007	Aluminium en aluminiumlegeringen - Gietstukken - Chemische samenstelling en mechanische eigenschappen.
ISO 4649	NEN-ISO 4649	2010	Rubber, gevulkaniseerd of thermoplastisch – Bepaling van de slijtweerstand met gebruik van een roterende cilinder.
ISO 9001	NEN-ISO 9001	2008	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen.
ISO 7619-2	NEN-ISO7619-2	2010	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Bepaling van de indringhardheid. – Deel 2: IRHD leesbare methode.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ISO 9223	NEN-ISO 9923	2012	Corrosie van metalen en legeringen - Corrosiviteit van de atmosfeer - Indeling, bepaling en schatting.
ISO 9924	ISO 9924-1 ISO 9924-2 ISO 9924-3	2000 2000 2009	Rubber en producten van rubber - Bepaling van de samenstelling van gevulkaniseerde producten en ongevulkaniseerde verbindingen door thermogravimetrie. Deel 1: Butadiëen-, ethyleenpropyleen copolymeer en terpolymeer-, isobuteen-isopreen-, isopreen- en styreen-butadiëen rubber. Deel 2: Acrylnitrilbutadieen-, halobutyl-, polyurethaan-, siliconen- en sulfiderubber. Deel 3: Koolwaterstof rubber, gehalogeneerde rubbers en polysiloxaanse rubbers na extractie.
NEN normen / NPR -richtlijnen			
NEN 5970	NEN 5970	2001	Bepaling van de druksterkte-ontwikkeling van jong beton op basis van de gewogen rijpheid.
NEN 6008	NEN 6008	Zie ROK H2	Betonstaal.
NEN 8005	NEN 8005	Zie ROK H2	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
NPR 2053	NPR2053	2012	Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen.
Beoordelingrichtlijnen (BRL)			
BRL 0501	BRL 0501	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Betonstaal.
BRL 0504	BRL 0504	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Mechanische verbindingen van betonstaal.
BRL 0509	BRL 0509	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton.
BRL 0515	BRL0515	2012	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor RVS Betonstaal
BRL 3201	BRL 3201	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het toepassen van specialistische instandhoudingtechnieken voor betonconstructies.
BRL 5060	BRL 5060	2004	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het Komo Attest voor Staalvezelbeton.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
Overige			
OGOS-500-TRL	OGOS-500-TRL	2010	Eisen thermisch gespoten deklagen OGOS-500-TRL Eisendeel OGOS-501-TRL Handreiking
CUR-20	CUR-aanbeveling 20	1990	Bepaling van de hechtsterkte van mortels op beton.
ASTM D6370	ASTM D6370 - 99(2009)	2009	Standard Test Method for Rubber-Compositional Analysis by Thermogravimetry (TGA).
VDI-2230	VDI-2230	2003	Systematic calculation of high duty bolted joints Joints with one cylindrical bolt
TR23	TR23	2006	EOTA Technical Report - Assessment of post-installed rebar connections

2.2 Literatuur:

Titel	Auteur	Jaar
ROARK's formulas for stress and strain, 7e editie (2013), W.C. Young en R.G. Budynas	W.C. Young, R.G. Budynas	2013
Peterson's Stress Concentration Factor, 3e editie	W.D Pilkey, D.F.Pilkey	2008
Merkblatt 866 Nichtrostender Betonstahl	www.edelstahl - rostfrei.de	2011

3 Functionele eisen en ontwerplevensduur

3.1 Functionele eisen

Voor voegovergangen gelden de navolgende topeisen:
1) Voegovergangen dienen een flexibele, veilige en comfortabele schakel te vormen tussen wegen en rijdekken van kunstwerken en rijdekken van kunstwerken onderling.
2) Voegovergangen dienen onderliggende constructies te beschermen.

Voor topeis 1 gelden de onderliggende functionele eisen:
1. Bieden van ruimte om rijdekken te laten verlengen, verkorten, verplaatsen in verticale richting en roteren ten opzichte van de steunpunten en/of rijdekken van kunstwerken.
2. Opnemen van belastingen ontstaan door verplaatsing van de rijdekken van kunstwerken.
3. Opnemen van door het verkeer opgewekte belastingen (statisch en dynamisch) zonder dat er schade aan de voegovergang en zijn bevestiging/verankering ontstaat.
4. Waarborgen van een veilige en comfortabele passage van het verkeer.
5. Minimaliseren van contact- en/of pulsgeluid als gevolg van het passeren van de voeg.

Voor topeis 2 geldt de onderliggende functionele eis:
6. Water keren en afvoeren.

Opmerking: in hoofdstuk 5 zijn afgeleide ontwerpeisen aangegeven op basis van deze functionele eisen.

3.2 Ontwerplevensduur

Tenzij anders aangegeven in het contract is de geëiste ontwerplevensduur van de samengestelde voegovergang zoals gegeven in tabel 1.

Tabel 1: minimale ontwerplevensduur

Productfamilie	Nieuwbouw en gehele vervanging	Reconstructie (modificatie/gedeeltelijke vervanging)
1. Enkelvoudige voegovergangen met randprofielen	40 jaar	25 jaar
2.1. Uitkragende vingervoegen	40 jaar	25 jaar
2.2. Ondersteunde vingervoegen	40 jaar	25 jaar
3. Mattenvoegen[b]	40 jaar	25 jaar
4. Flexibele voegovergangen	10 jaar	10 jaar
5. Verborgen voegovergangen	10 jaar	10 jaar
6. Overgangsconstructies voor integraalkunstwerken[c]		
7. Meervoudige of lamellenvoegen	40 jaar	25 jaar

[b] Alleen in secundaire wegen. Mattenvoegen mogen niet toegepast worden in het hoofdwegennet (voor overzicht hoofdwegennet zie Nota Mobiliteit) en hier op aansluitende op- en afritten.
[c] Voor overgangsconstructies voor integraalkunstwerken geldt dat de ontwerplevensduur gelijk gesteld wordt aan de ontwerplevensduur van de verhardingsconstructie.

3.3 Ontwerplevensduur onderdelen

De minimale eis voor de ontwerplevensduur (zonder onderhoud anders dan reiniging) voor vervangbare rubber/kunststof onderdelen is 15 jaar.

Onderdelen die slechts door middel van sloopwerk kunnen worden vervangen worden beschouwd als niet vervangbaar en dienen minimaal de ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten, tenzij er bij het ontwerp van het kunstwerk vanuit gegaan is dat bepaalde onderdelen de levensduur van het kunstwerk dienen te hebben

Opmerking:
Zie ROK §6.4, vervangbaarheid van voegovergangen.

Stalen onderdelen dienen ongeacht of deze vervangbaar zijn, een ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten. Indien voorspanbouten gelost dienen te worden ten behoeve van vervanging van onderliggende onderdelen met een lagere ontwerplevensduur mag een ontwerplevensduur van deze voorspanbouten gelijk gesteld worden aan de ontwerplevensduur van het onderdeel met de laagste ontwerplevensduur, met een minimum van 25 jaar.

Opmerking: voorspanbouten dienen altijd vervangen te worden nadat deze zijn ontspannen

4 Verificatiemethoden

4.1 Algemeen

1. Door middel van berekeningen dient te worden aangetoond dat de voegconstructie voldoet aan de functionele eisen.

2. Indien berekeningen niet in voldoende mate kunnen aantonen dat de statische sterkte of de sterkte met betrekking tot de levensduur, kruip, relaxatie, veroudering, vermoeiing en slijtage toereikend is, dienen testresultaten te worden gebruikt als alternatief of als aanvulling op berekeningen.

3. Voor voegovergangen met een European Technical Approval (ETA), een European Technical Assessment op basis van een European Technical Approval Guideline (ETAG032), of een Common Understanding Approval Procedure (CUAP), dient te worden geverifieerd dat de prestatie-eisen, zoals die zijn vastgelegd in de uitgangspunten voor de Prestatieverklaring in deze RTD, niet worden onderschreden. Aanvullende verificaties zijn in dat geval noodzakelijk.

4. Indien bovenstaande methoden niet kunnen worden toegepast, dan kan een ingebouwde constructie worden geëvalueerd aan de hand van de praktijkomstandigheden. De ondergane gemeten belastingen en omstandigheden worden als referentie genomen; deze kunnen worden vergeleken met toekomstige situaties. Op grond van de gemeten belastingen en het waargenomen constructiegedrag dient een betrouwbare voorspelling te kunnen worden gedaan betreffende de te verwachte levensduur onder de referentiebelastingen en -vervormingen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de mogelijke aantoonmethoden en de aspecten die daarbij een rol spelen. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van gangbare verificatiemethoden per ontwerpaspect en per voegovergangfamilie voor zover relevant.

Tabel 2: Aantoonmethoden geschiktheid voegovergangen

Procedure	Methode	Aspecten	Referentie
Expliciet	1. Berekening (analyse)	Geometrie, belastingen, materiaaleigenschappen, schematisering, randvoorwaarden (uitgangspunten).	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem.
	2. Testen	Geometrie, belastingen, materiaaleigenschappen en representativiteit van het proefstuk, geschiktheid van de testopstelling/ meetmiddelen, uitgangspunten m.b.t. aantal cycli, meetfrequentie en tijdsduur van de belasting,	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem Proefstukkwaliteit is referentie.
	3. Verificatie van ETA	Geldigheid gehanteerde geometrie, belastingen, randvoorwaarden/ uitgangspunten van uitgevoerde berekeningen en testen.	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem met externe toetsing.
Impliciet	4. Evaluatie praktijkervaring	Geldigheid geometrie, belastingen, constructieeigenschappen (in relatie tot voegbewegingen) en randvoorwaarden van de in situ opstelling (referentie).	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem In situ opstelling is referentie.

4.2 Schematisering

Berekeningen dienen gebaseerd te zijn op een betrouwbare schematisering van het werkelijke constructiegedrag.

De krachtsverdeling behoort bepaald te worden bij een lineair elastisch gedrag van de voegovergangsconstructie.

Indien een 2-D schematisering wordt toegepast dient aandacht geschonken te worden aan de ruimtelijke krachtswerking die additionele buiging, afschuiving en torsie tot gevolg kan hebben.

Bij computermodellen dient de elementenkeuze, de netfijnheid en de schematisering van de belasting te worden onderbouwd.

De belastingverdeling dient rekening te houden met:
- invloed van locale belastingen op doorgaande elementen;
- eventueel aanwezige excentriciteiten en scheefheden van onderdelen;
- ongelijkmatig dragen als gevolg van maatafwijkingen van onderdelen en mogelijke hoogteverschillen tussen onderdelen,
- kracht concentraties als gevolg verschillende stijfheden van onderdelen
- wrikkrachten in verbindingen ten gevolge van verhinderde rotaties.

Indien de effecten van een of meer van bovenstaande aspecten als verwaarloosbaar wordt beschouwd dient dit gemotiveerd te worden.

Voor de spreiding van een belasting in massieve onderdelen dient, tenzij is aangetoond dat een andere waarde is gerechtvaardigd, maximaal een spreidingshoek t.o.v. de krachtsrichting aangehouden te worden van 30° voor staal en 45° voor beton.
Toelichting: de spreidingshoek van 30° is gebaseerd op de VDI-2230 figuur 5.2/10.

Met betrekking tot belastingafdracht dient rekening gehouden te worden met de werkelijk breedte van de aanwezige voeg tussen de onderliggende constructiedelen Bij vervanging van voegovergangen in betonconstructies dient rekening gehouden te worden met de eventuele effecten van randschade aan de onderliggende beton op de belastingoverdracht vanuit de voegovergang.

Er dient aandacht te worden besteed aan positioneren van de belastingen rekening houdend met invloedslijnen en invloedsvlakken.

4.3 Testen

De proefstukken dienen de beoogde omstandigheden in de praktijk op een representatieve wijze te simuleren. De testcondities dienen gebaseerd te zijn op de de belastingen zoals aangegeven in deze RTD.

Testen dienen uitgevoerd te worden conform de methoden in de ETAG032 en Europese normen, voor zover beschikbaar. De in de ETAG032 aangegeven testcondities dienen waar nodig aangepast te worden op de eisen in deze RTD (bijlage 1).

Opmerking:
Voor het aantal proefstukken zie ETAG032-1, Annex H.

4.4 Praktijkervaringen (referenties)

Van praktijkreferenties dient een dossier te zijn opgesteld die van meerdere locaties de volgende zaken bevat:

1) Documentatie ingebouwde voegovergangen:
   - materiaalcertificaten;
   - as-built geometrie van voegovergang;
   - gegevens van de opbouw van de aangrenzende verharding
   - inbouwprotocol/keuringsrapportage.
2) Evaluatie monitoring bestaande constructies
   - metingen grootte en aantallen aslasten;
   - bewegingshistorie, aan de hand van voegmetingen in combinatie met temperatuurmetingen;
   - beschouwing degradatieverloop aan de hand van metingen en/of inspecties.
3) Verwachtingen:
   Extrapolatie van het degradatieverloop op basis van bewegingshistorie en verkeershistorie naar verwachte degradatie over de ontwerplevensduur

5 Ontwerpeisen

5.1 Bewegingscapaciteit

5.1.1 Algemeen

De voegconstructie dient in staat te zijn gedurende de ontwerplevensduur de vervormingen en verplaatsingen van het brugdek of van andere hoofdconstructie-elementen te volgen zonder schade aan de voegovergang, de onderliggende constructie of de aangrenzende verharding.

Het verplaatsingseffect ter hoogte van de voegovergang (horizontaal en verticaal) als gevolg van hoekverdraaiingen van de hoofddraagconstructie en met name ook de einddwarsdragers dient in de beschouwing te worden meegenomen.

Bij bewegingen loodrecht op de rijrichting in het vlak van het brugdek dient tevens rekening gehouden te worden met de spelingen (inclusief slijtage) en vrijheidsgraden in het oplegsysteem.

Opmerking:
Bij de bewegingen kan onderscheid gemaakt worden in:
- verplaatsing van het brugdek door vervormingen of verplaatsingen van de opleggingen;
- eventuele vervormingen van het brugdek zelf.
Ten aanzien van de vervormingen of verplaatsing van de opleggingen geldt, voor kunstwerken met een oplegsysteem bestaande uit een combinatie van vaste, eenzijdig beweegbare en alzijdig beweegbare opleggingen of kunstwerken met een geleidingssysteem, dat de aanwezige speling in dit systeem (inclusief optredende slijtage gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang) in rekening gebracht dient te worden. Voor kunstwerken met een oplegsysteem bestaande uit rubber opleggingen zonder geleidingen, dient door middel van bepalingen van de horizontale en verticale veerstijfheden de theoretische bewegingen ten gevolge van de optredende belastingen te worden bepaald.

De maatgevende bewegingen ter plaatse van de voegovergang dienen te worden bepaald uit een combinatie van karakteristieke waarden van vervormingen en verplaatsingen van de brugconstructie ten gevolge van:
1) temperatuurverschillen
2) krimp en kruip van beton
3) deformaties van de onderbouw en de fundering
4) verkeersbelastingen
5) windbelastingen.

Opmerking:
Er dient onderscheid gemaakt te worden in de brugdekbewegingen en voegbewegingen in geval van een niet haakse kruisingshoek van de voegovergang t.o.v de rijrichting. Zie RTD1007-1, hoofdstuk 5 voor een toelichting op de omrekening van brugdekbewegingen naar voegbewegingen.

5.1.2 Bewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen

De vervormingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen dienen bepaald te worden conform hoofdstuk 6 van EN 1991-1-5, met in achtneming van de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.

In EN-1991-1-5 wordt onderscheid gemaakt in verplaatsingen ten gevolge van :
- een gelijkmatige temperatuurcomponent ($u_{TN;k}$)
- een temperatuurverschilcomponent ($u_{TM;k}$)
Beide dienen te worden beschouwd en in rekening te worden gebracht.

Met betrekking tot de gelijkmatige temperatuurcomponent dient een temperatuur-toeslag te worden toegepast in verband met de onzekerheid ten aanzien van de werkelijke gemiddelde constructietemperatuur op het moment van inbouwen.
Indien door middel van metingen de (gemiddelde) constructietemperatuur kan worden bepaald, dan mag in afwijking van §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 een toeslag van +/- 3 °C op het temperatuurtraject $\Delta T_{n.}$ worden aangehouden voor betonnen bruggen en +/- 10 °C voor een stalen brug.
Dit resulteert voor voegovergangen in een temperatuurtraject $\Delta T_{n,ej} = T_{e,max,ej} - T_{e,min,ej}$ volgens tabel 3.

Opmerking:
Hetgeen bij opmerkingen 2 en 3 in §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 is opgenomen wordt beschouwd als te conservatief voor het dimensioneren van voegovergangen indien temperatuur- en/of verplaatsingsmetingen worden uitgevoerd.
De grootte van de vervormingen ten gevolge van temperatuurbelasting en de snelheid waarmee deze vormveranderingen optreden is bij bruggen van staal of staal-beton groter als bij betonnen bruggen.
In de basis is §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 met enige aanpassing wel te gebruiken voor het dimensioneren van voegovergangen. Daarbij dient T_0 dan te worden gelezen als: de constructietemperatuur op moment van inbouwen van de voegovergang.

Tabel 3: Uitgangspunten gelijkmatige temperatuurcomponent inclusief toeslag voor onzekerheid m.b.t. constructietemperatuur.

	Brugdek van (grind)beton	Brugdek van staal	Brugdek van staal-beton
$T_{e,max,ej}$	+35 °C	+57 °C	+57 °C
$T_{e,min,ej}$	-20 °C	-37 °C	-37 °C
$\Delta T_{n,ej}$	55 °C	94 °C	94 °C
α_r	$10 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-6}$

Voor de bepaling van de vervormingseffecten ten gevolge van de ongelijkmatige temperatuurcomponent zoals aangegeven in §6.1.4 geldt dat deze vervormingen niet als volledig verhinderd en daarmee als verwaarloosd beschouwd mogen worden. De vervormingseffecten ter plaatse van de voegovergang ten gevolge van de ongelijkmatige temperatuurcomponent dienen bepaald te worden conform *§6.1.4.2 van EN-1991-1-5.*

Opmerking 3:
De temperatuurverschilcomponent zal in de meeste gevallen leiden tot een gedeeltelijk verhinderde vrije vervorming resulterend in een combinatie van normaalkrachten en buigende momenten en de daaruit volgende krommingen en lengteveranderingen van het brugdek.

Opmerking 4:
Over het algemeen zal in lengterichting van het dek de gelijkmatige temperatuurcomponent overheersend zijn voor de voegbewegingen. In dwarsrichting kan de temperatuurverschilcomponent in sommige gevallen overheersend zijn voor de voegbewegingen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een kokerligger. Ter plaatse van het landhoofd vervormt de bovenzijde van het brugdek als gevolg van de ongelijkmatige temperatuurcomponent terwijl de temperatuur van het landhoofd min of meer constant blijft.

Voor de lineaire uitzettingscoëfficiënt dienen de waarden uit bijlage C van EN 1991-1-4 aangehouden te worden (zie ook tabel 3).

5.1.3 Bewegingen ten gevolge van krimp en kruip

De vervormingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbeweging (verkorting) ten gevolge van de resterende krimp ($u_{sh;k}$) en kruip ($u_{cr;k}$) kan worden bepaald conform bijlage B van EN 1992-2.

5.1.4 Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw/fundering

De deformaties van de onderbouw/fundering ($u_{set;k}$) dienen bij het ontwerp van voegovergang in beschouwing genomen te worden.

Opmerking:
Deze kunnen volgen uit geotechnische berekeningen conform EN 1997-1 en/of aan de hand van extrapolatie van uitgevoerde zetting- en/of deformatiemetingen. Voor nieuwbouw is in de ROK §10.1 de eis opgenomen dat bij het ontwerp van het kunstwerk, en dus ook bij het ontwerp van de voegovergang, rekening gehouden dient te worden met verticale zettingsverschillen van 30 mm. Afhankelijk van het ontwerp van het landhoofd kan ook sprake zijn van horizontale deformaties. Bij permanent excentrisch belaste funderingen kunnen aanzienlijke horizontale deformaties optreden.

5.1.5 Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting

De vervormingen en verplaatsingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van verkeersbelasting ($u_{Q;k}$) dienen bepaald te worden met de belastingmodellen conform EN 1991-2 inclusief aanvullingen in de ROK.

Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden in:

1. Horizontale translaties in de rijrichting ten gevolge van rem- en versnellingskrachten op het brugdek in combinatie met vrijheden in het oplegsysteem ($u_{Q;lk}$).
2. Horizontale translaties loodrecht op de rijrichting ten gevolge van centrifugaalkrachten op het brugdek bij horizontale boogstralen r < 1500 m ($u_{Q;tk}$)..
3. Horizontale en verticale translaties ten gevolge verticale belasting ($u_{Q;k}$)

   Opmerking:
   Dit betreft verplaatsingen ten gevolge van doorbuiging van het brugdek met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen en verticale translaties ten gevolge van een eventuele invering van de opleggingen ter plaats van de voegovergang en doorbuiging van dwarsdragers.

5.1.6 Bewegingen ten gevolge van windbelasting

De vervormingen en verplaatsingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van windbelasting (u_w) dienen bepaald te worden met de belastingmodellen conform EN 1991-1-4.

5.1.7 Combinaties van bewegingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

Voor de bepaling van de maximale voegbewegingen in diverse richtingen (t.o.v. de neutrale stand) dienen de berekende bewegingen in elk van de afzonderlijke richtingen (x,y,z) conform 5.1.2 t/m 5.1.6 te worden gecombineerd, daarbij rekening houdend met de maximale waarde van de speling in het opleg- of geleidingsysteem:

$$u_{SLS;KAR} = \psi_0 u_{T;k} + \psi_0 u_{Q;k} + \psi_0 u_{w;k} + u_{cr;k} + u_{sh;k} + u_{set;k}$$

De combinatiefactoren dienen te zijn ontleend aan EN 1990/NB. Daarbij dient voor de verplaatsingen ten gevolge van thermische- en windbelastingen de combinatiefactor ψ_0 = 0,8 te worden genomen in plaats van 0,3. Voor verkeersbelasting geldt ψ_0 = 0,8.

Toelichting: dit resulteert in de volgende combinaties:

Combinatie	*Combinatieregel*
$u_{SLS,KAR;1a}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1b}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1c}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{se}$
$u_{SLS,KAR;1d}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1e}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 0,8u_{w(Fw)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1f}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 0,8u_{w(Fw)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2a}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 1,0\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2b}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 1,0\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2c}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 1,0\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2d}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 1,0\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2e}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 1,0u_{w(Fw)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2f}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 1,0u_{w(Fw)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3a}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 1,0(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3b}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM})+ 1,0(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3c}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 1,0(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3d}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM})+ 1,0(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk})+ 0,8\ u_{w(F*w)}+u_{cr}+u_{sh}+u_{set}$

Opmerking:
Voor de toets op de minimale voegopening dient $u_{cr;k}$, en $u_{sh;k}$ niet in rekening gebracht te worden om aan de bewegingscapaciteit op de korte termijn te kunnen voldoen.

Het berekeningsresultaat dient kleiner of gelijk te zijn aan de bewegingscapaciteit van de voegovergang voor respectievelijk de x,y en z-richting. De voegovergang dient dan aan alle functionele eisen te blijven voldoen.

Indien de prestaties van het beoogde type voegovergang afhankelijk zijn de belastingsnelheid, dient onderscheid gemaakt te worden in langzaam optredende voegbewegingen en snel optredende bewegingen.

Opmerking:
De bewegingscapaciteit in x-richting komt overeen met de waarde d_{Ek} conform bijlage 1. In de waarde van d_{Ek} (op te geven door de leverancier) dient ook reeds rekening gehouden te zijn met de fabricage- en montagetoleranties.

5.1.8 Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS):

Voor de bepaling van de in rekening te brengen bewegingscapaciteit in de uiterste grenstoestand dient de combinatiewaarde van de verplaatsing in de bruikbaarheidsgrenstoestand te worden vermenigvuldigd met een factor 1,2:

$u_{ULS;D} = 1,2 \times u_{SLS,KAR}$

Toelichting:
Indien de in de EN-1990 opgenomen partiële factoren voor de ULS gehanteerd zouden worden voor het berekenen van de vervormingen, dan leidt dit tot te grote, niet realistische waarden.

Het berekeningsresultaat dient getoetst te worden aan:
- de maximale voegopening waarmee in de berekeningen van de mechanische weerstand is rekening gehouden: (zie bijlage 1, B1.4.2)
- de minimale voegopening: in de onderliggende constructie en in de voegovergang mogen geen opspankrachten optreden die leiden tot bezwijken van de voegovergang en/of schade aan de onderliggende constructie.

Opmerking:
De bewegingscapaciteit in de uiterste grenstoestand heeft alleen betrekking op de functie mechanische weerstand. De voegovergang hoeft dus in deze grenstoestand niet aan alle functie-eisen te voldoen. De voegovergang dient bij het bereiken van de grenstoestand en daarna nog wel veilig berijdbaar te blijven, maar mag bijvoorbeeld wel lekkage vertonen.

5.1.9 Minimale bewegingscapaciteit

Ongeacht de resultaten van de analyses dient, met uitzondering van de productfamilies 4 en 5 (verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen), ten minste rekening te worden gehouden met de volgende minimale (reken)waarden:

- Horizontale translaties (loodrecht op de voegovergang): -5 mm/+5 mm
- Horizontale translaties (evenwijdig aan de voegovergang): -3 mm/+3 mm
- Verticale translaties tussen aangrenzende constructies: -3 mm/+3 mm
- Rotaties tussen aangrenzende constructies (om de gemeenschappelijke as van de opleggingen): -0.005 rad./+0.005 rad.
- Tijdelijk hoogteverschil tussen onderdelen van de voegovergang van minimaal 10 mm in het rijwegniveau ten behoeve van het vijzelen van een brugdek in verband met vervanging van opleggingen.

5.1.10 Uitvoeringsspecificatie

De instelling van de voegovergang in relatie tot de constructietemperatuur op moment van inbouwen dient te zijn gespecificeerd.
In geval dat bij een gekozen type voegovergang een instelmogelijkheid ontbreekt dan wel dat deze om praktische redenen beperkt is, dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden. Voor de uitvoeringsfase dient in dat geval te zijn gespecificeerd binnen welke grenzen van de constructietemperatuur de voegovergang in het betreffende object kan worden ingebouwd.

5.2 Mechanische weerstand

5.2.1 Algemeen

De voegconstructie dient in staat te zijn om gedurende de ontwerplevensduur de optredende verkeersbelastingen en eventuele interne krachten vanuit de constructie op te nemen, zonder dat dit leidt tot bezwijken van de constructie of grote onacceptabele vervormingen. Daarbij dient waar relevant tevens rekening gehouden te worden met materiaalverlies door slijtage en aantasting. De grenstoestanden conform EN-1990 zijn weergegeven in tabel 4.

De voegovergang dient beschouwd te worden inclusief de verankering.
Indien een deel van de voegovergang deel uit maakt van een stalen rijdekconstructie, dient het toegepaste materiaal en zijn verankering te voldoen aan EN 1993-1, EN 1993-2 en de aanvullingen hierop in de ROK
Indien de voegovergang wordt verankerd in een betonconstructie, dan dient de verankering te voldoen aan EN 1992-1. Voor in te lijmen staven betonstaal geldt ROK §6.1 met een aanvulling op artikel 2.7(1) van EN 1992-1-1. Wanneer 'ongescheurd beton' is aangenomen dient dit te worden geverifieerd.

Elke theoretische rijstrook volgens EN1991-2 dient te zijn beschouwd als een potentiële rijstrook voor zwaar verkeer, tenzij in de projectspecificatie een andere eis is gesteld.

De overdracht van de belasting dient in overeenstemming zijn met B1.1.

Tabel 4: Grenstoestanden

Grenstoestand	Eis
UGT (ULS)	STR: belasting kleiner dan bezwijksterkte (fundamentele combinaties)
	FAT: geen vermoeiingsschade gedurende de ontwerplevensduur Spanningsintervallen onder de constante amplitudevermoeiingsgrens of een schadeberekening met D < 1,0 (Minerberekening).
BGT (SLS)	Elastisch gedrag, geen plastische vervorming (karakteristieke combinatie)

5.2.2 Belastingen

5.2.2.1 Statische belasting door verkeer

De statische belasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B1.2.

5.2.2.2 Vermoeiingsbelasting door verkeer

De vermoeiingsbelasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B1.3.
Gekozen dient te worden voor $FLM1_{EJ}$ of $FLM2_{EJ}$
Voor $FLM2_{EJ}$ dient, indien niets anders is opgegeven in het contract, het aantal zware voertuigen per jaar en per rijstrook te worden ontleend aan tabel NB5 -4.5n uit EN 1991-2 (hieronder ter informatie weergegeven).

Tabel NB.5 – 4.5(n): Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer		
Verkeerscategorie		$N_{obs,a,ai}$
1	Autosnelwegen en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	$2,0 \times 10^6$
2	(Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	$0,5 \times 10^6$
3	Wegen met weinig vrachtverkeer	$0,125 \times 10^6$
4	Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	$0,05 \times 10^6$

Voor verkeerscategorie 1 dient voor het gemiddeld aantal assen per voertuig volgens tabel B1.4 van bijlage 1 de waarden voor de lange afstand te worden aangehouden. Voor andere wegen mag, indien niets anders is opgegeven in het contract, de waarden van de middellange afstand worden aangehouden.

Voor $FLM1_{EJ}$ geldt voor verkeerscategorieën anders dan verkeerscategorie 1 dat in afwijking van bijlage1, B1.3.2 in plaats van de factor 0,8 een waarde van 0,7 mag worden aangehouden.

5.2.2.3 Interne krachten

De interne krachten die worden veroorzaakt door voorspanning en/of door opgelegde verplaatsingen en/of rotaties van de voegovergang dienen mede in de berekeningen te worden beschouwd. Optredende interne krachten (F_{ik}) dienen door de leverancier te worden opgegeven.

Opmerking:
Deze krachten kunnen variabel zijn als gevolg van temperatuur, verplaatsingssnelheid, afmetingen, slijtage, kruip/relaxatie of veroudering.

5.2.3 Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoestanden

5.2.3.1 In rekening te brengen effecten

Bij de toetsing dient rekening gehouden te worden met onderstaande effecten.

<u>Natrilgedrag: opslingering en demping</u>
Bij voegovergangen met uitkragende geluidreducerende (sinus)platen, mattenvoeg-overgangen, vingervoegen en lamellenvoegovergangen dient rekening gehouden te worden met (gedempt) natrilgedrag. Iedere aspassage geeft minimaal twee belastingen: eerst als reactie op de neerwaarts gerichte wielbelasting en daarna in tegengestelde richting als gevolg opslingering.

Voor voegovergangen met uitkragende (sinus)platen en vingervoegovergangen dient voor de belasting als gevolg van opslingering een waarde aangehouden te worden van 0,3 x initiële verticale belasting incl. aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf), tenzij door middel van full-scale testen in combinatie met dynamische (EEM)analyses andere waarden kunnen worden aangetoond.

Voor lamellenvoegovergangen en mattenvoegovergangen dienen de dynamische eigenschappen die als uitgangspunt dienen voor berekeningen gevalideerd te zijn door middel van testen op volledige schaalgrootte in combinatie met dynamische analyses van een 3D model.

Voor lamellenvoegen dient naast verticale opslingering eveneens rekening gehouden te worden met horizontale “opslingering” van 1,0 x initiële belasting incl. dynamische vergrotingsfactor (daf) tenzij een andere waarde aangetoond kan worden door middel van full-scale testen in combinatie met dynamische (EEM)analyses

Opmerking: De dynamische eigenschappen betreffen de eigen frequentie/tijd, de dynamische vergrotingsfactor en het natrilgedrag (mate van demping, opslingering)

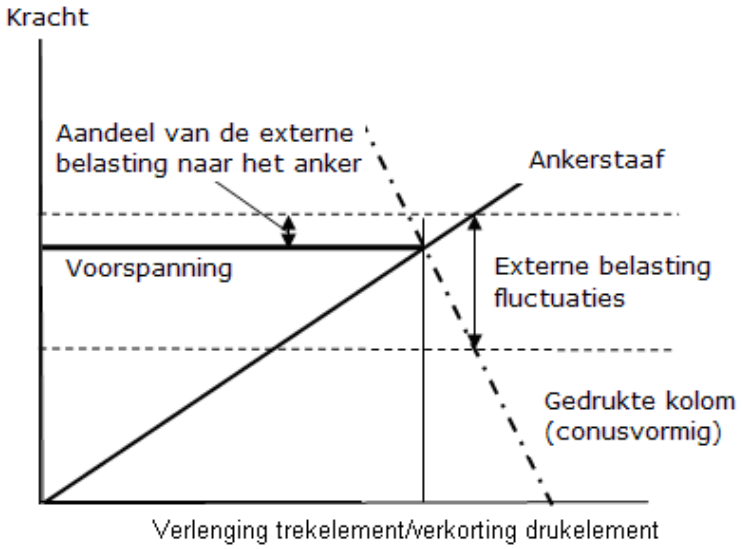
Spanningsconcentraties bij discontinuïteiten

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden spanningsconcentraties bij discontinuïteiten, zoals inwendige hoeken, boutgaten en sparingen. Indien geen gedetailleerde analyses worden gemaakt, dienen de berekende nominale spanningen bij discontinuiteiten met een van toepassing zijnde factor[d] te worden verhoogd.
In voorkomende gevallen waarbij geen spanningsconcentratiefactor in de literatuur kan worden gevonden mag een waarde van 2,5 worden toegepast mits minimaal een afrondingsstraal van 3 mm wordt aangehouden.

Toename kracht bij voorgespannen verbindingen

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de toename van de ankerkracht in voorgespannen verbindingen ten gevolge van externe verkeersbelasting.

Toelichting:
Belastingeffecten in verankeringen: externe (verkeers)belastingen geven een toename van de ankerkracht en verlagen de voorspandruk (zie figuur 1).
De som van de toename ankerkracht en de afname van de voorspandruk is gelijk aan de externe belasting. De toename van de ankerkracht, als dan niet in combinatie met een verlies van voorspankracht door kruipeffecten, kan aanleiding zijn tot bezwijken door vermoeiing. Het effect wordt groter naar mate de effectieve voorspanning in de verbinding afneemt, bijvoorbeeld als gevolg van onvlakheden in de te verbinden onderdelen. Het effect kan ook optreden indien rubber of kunststof onderdelen opgesloten worden in de voorgespannen verbinding. Zie ook figuur B6.1 in bijlage 6.



Figuur 1: toename van de ankerkracht door verkeersbelasting

[d] Zie *“ROARK’s formulas for stress and strain” hoofdstuk 17 of “Peterson’s Stress Concentration Factor”. Hierin zijn spanningsconcentratiefactoren gedocumenteerd voor veel voorkomende situaties.*

Verlies aan voorspanning en vermindering van demping
In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de effecten van krimp van (staalvezel)beton en kruip van beton en conserveringslagen, slijtage en veroudering van materialen, voor zover deze op kunnen treden gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang of het onderdeel (in geval van vervangbare onderdelen).

Opmerkingen:
- *Door krimp kan de aanhechting tussen bijvoorbeeld ingestorte schetsplaten en het beton geheel of gedeeltelijk verdwijnen. Ook kan sprake zijn van scheurvorming door verhinderde krimp.*
- *Kruip van conserveringslagen in voorgespannen verbindingen kan met name optreden in een warme periode bij stalen delen die bovendien direct blootgesteld worden aan zonnestraling, zoals vingerplaten en sinusplaten.*
- *Door slijtage van glijdlagen en veroudering van opleggingen en aandrukveren van lamellenvoegen zal de voorspanning en demping in loop der tijd afnemen en daarmee het natrilgedrag en de vermoeiingssterkte in negatieve zin beïnvloeden.*

Krachtsconcentraties bij voorspanbouten in getapte gaten
Er dient rekening gehouden te worden met krachtsconcentraties in de bovenste draadgangen van getapte gaten door verschillende stijfheden als gevolg van afwijkend vloeigedrag van het basismateriaal ten opzichte van de voorspanbout.

Opmerking:
Indien de bepalingen van bijlage 6 worden toegepast voor het ontwerpen van voorgespannen verbindingen met tapbouten, wordt met deze krachtsconcentraties impliciet al rekening gehouden.

5.2.3.2 Toetsing bezwijken door statische belasting (STR)

Voor de fundamentele belastingcombinatie dient bijlage 1, B1.4.2 1 en B1.4.2.2 te worden aangehouden.
In de uiterste grenstoestand mag bezwijken van de voegovergang met inbegrip van de verankering niet optreden.

De verificaties in de uiterste grenstoestand (STR) mogen worden uitgevoerd voor volledig plastisch gedrag, rekening houdend met de verificatiemethoden gegeven in de relevante Europese normen.

Bij boutverbindingen belast op trek mag het drukcontact tussen de samengedrukte onderdelen niet verloren gaan.

Voor de partiële factor voor materiaalsterkte dienen de waarden in tabel 5.1 aangehouden te worden.

Tabel 5.1 Partiële factoren voor materiaalsterkte (statisch)

Onderdeel	Partiele factor	Opmerking
Trekelementen zoals boutverbindingen	γ_{M2} = 1,25	Indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse K.
	γ_{M2} = 1,35	Indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse L.
Beton	γ_C = 1,5	Geldt ook voor staalvezelbeton en polymeerbeton
Betonstaal	γ_M = 1,15	
Overige onderdelen	γ_{M2} = 1,0	

5.2.3.3 Toetsing bezwijken door vermoeiing (FAT)

Aangetoond dient te worden dat de voegovergang de vereiste ontwerplevensduur bezit met inbegrip van de bevestiging/verankering voor $FLM1_{EJ}$ of $FLM2_{EJ}$ volgens Bijlage 1.
Gedetailleerde uitgangspunten ten aanzien van de belastingcombinatie voor vermoeiing dienen ontleend te worden aan Bijlage 1, B1.4.2.4

Voor de partiële factor voor materiaalsterkte dienen de waarden in tabel 5.2 aangehouden te worden.

Tabel 5.2 Partiële factoren voor materiaalsterkte (vermoeiing)

Onderdeel	Partiele factor	Opmerking
Trekelementen zoals boutverbindingen	γ_{Mf} = 1,35	indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse K.
	γ_{Mf} = 1,5	indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse L.
Dwarsdrager (lamellenvoegovergang)	γ_{Mf} = 1,35	
Beton	$\gamma_{C,fat}$ = 1,35	Geldt ook voor staalvezelbeton en polymeerbeton
Betonstaal	$\gamma_{S,fat}$ = 1,15	
Overige onderdelen	γ_{Mf} = 1,15	

Indien $FLM1_{EJ}$ wordt toegepast dient voor de toetsing voor de vermoeiingssterkte van staal de vermoeiingsgrens bij constante amplitude $\Delta\sigma_D$ te worden aangehouden. Voor de vermoeiingssterkte van betonstaal dient artikel 6.8.4 van EN1992-1-1 te worden toegepast, waarbij voor N de waarde 1×10^8 aangehouden dient te worden.

5.2.4 Toetsing mechanische weerstand in bruikbaarheidsgrenstoestand

Voor de toetsing van de bruikbaarheidsgrenstoestand dient de karakteristieke belastingcombinatie volgens bijlage 1, B1.4.3 te worden beschouwd.

De verificaties in de bruikbaarheidsgrenstoestand dienen te worden uitgevoerd met elastisch gedrag teneinde de geschiktheid van de voegovergang en de bijbehorende geometrie te bepalen voor wat betreft het opvangen van interne vervormingen als gevolg van de uitgeoefende belastingen en van de opgelegde verplaatsingen van de hoofdconstructie onder normale omstandigheden.

Optredende (elastische) vervormingen dienen te voldoen aan de eisen zoals gesteld in §5.3.3.

5.2.5 Toetsing slijtageweerstand

Aangetoond dient te worden dat de slijtagecapaciteit van de aan slijtage onderhevige onderdelen als gevolg van de interne bewegingen in de voegconstructie in overeenstemming is met de geëiste ontwerplevensduur van de constructie(onderdelen) in tabel 1. De invloed van zowel verkeersbelasting als temperatuurbelasting dient daarin meegenomen te worden

De totaal optredende slijtage in glijoppervlakken gedurende de verklaarde ontwerplevensduur mag niet leiden tot de volgende omstandigheden:
- Onvoldoende mechanische weerstand (zowel statisch als vermoeiing)
- Verandering in de kinematische uitgangspunten (verlies van origineel aanwezige contactdruk zoals daarbij in constructieve analyses is uitgegaan)
- Compleet verdwijnen van onderdelen van het glijsysteem
- Toename van de wrijving tot een mate waarin schade aan de voegovergang ontstaat

Voor het bepalen van de loopweg voor slijtage berekeningen dient voor wat betreft het aandeel van de temperatuur rekening gehouden te worden met:
- gemiddeld temperatuursverschil tussen dag en nacht: 7.5° C;
- gemiddeld temperatuursverschil tussen zomer- en wintertemperatuur: 15° C.

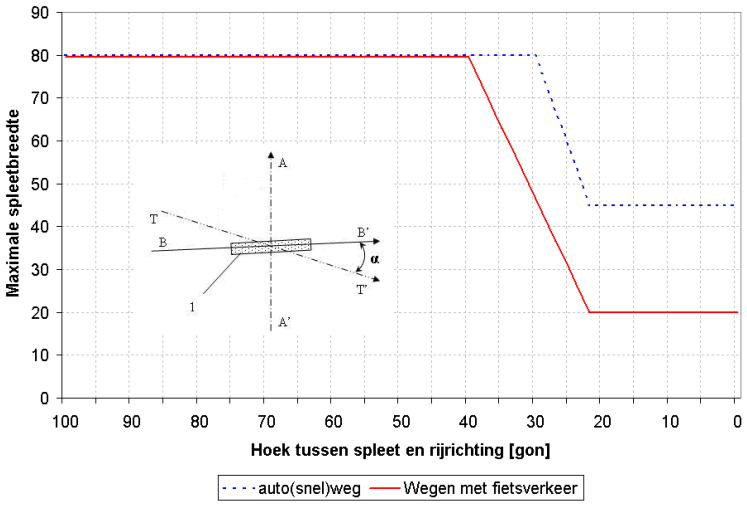
Als alternatief voor een gedetailleerde analyse van de loopweg kan worden uitgegaan van een loopweg van 120 x de maximale beweging per jaar gedurende de ontwerplevensduur.

Voor slijtageberekeningen dient voor het aandeel van de verkeersbelastingen te worden uitgegaan van de cumulatieve loopwegen ontstaan door de vermoeiingsbelasting op het kunstwerk volgens model FLM1 of FLM4 van de EN-1991-2.

5.3 Veiligheid in gebruik en rijcomfort

5.3.1 Maximale spleetbreedte

Voor vervormingen noodzakelijke spleten in het wegdek mogen loodrecht op de spleetrichting niet groter zijn dan de grenzen af te lezen in onderstaande figuur 2.



Legenda:
1: Spleet,

TT': Rijrichting

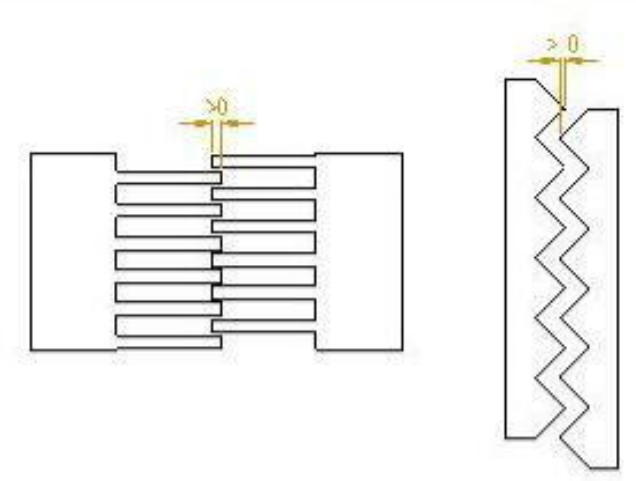
AA': As van de voegovergang

BB': Spleetrichting

Figuur 2: Maximale spleetbreedte als functie van de hoek tussen spleet en rijrichting

Voor vingervoegen en enkelvoudige voegen met geluidsreducerende (sinus/zaagtand) platen dient te worden bepaald welke minimale overlap benodigd is om te voldoen aan alle eisen. Van invloed hierop zijn:
- maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen volgens §5.3.2
- maximale niveauverschillen conform §5.3.3
- het voldoen aan de geluidseisen volgens §5.4

Daarnaast geldt dat ten minste bij een maximale voegopening in de bruikbaarheidsgrenstoestand een minimale overlap aanwezig dient te zijn zoals aangegeven in figuur 3.



Figuur 3: minimale overlap bij maximale voegopening in de bruikbaarheidsgrenstoestand

5.3.2 Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen

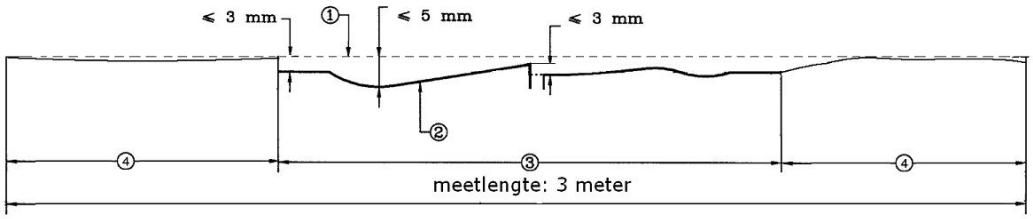
Ter plaatse van voetpaden dient de maximale verticale verplaatsing zodanig te zijn dat een aan het loopoppervlak horizontaal geplaatste schijf met een diameter van 3,0 cm niet meer dan 2,0 cm inzakt

5.3.3 Niveauverschillen in het bereden vlak

In onbelaste toestand (geen verkeersbelasting) mag (na het inbouwen) tussen de onderdelen van de voegovergang die de rijweg vormen (het bereden vlak) gemeten onder een rei van 3 meter geen grotere afwijking in de vlakheid te bestaan dan 5 mm. Deze eis geldt in alle richtingen.

Voor abrupte niveauverschillen geldt een maximum van 3 mm (oppervlakteruwheid en spleten en openingen niet meegenomen) bij iedere voegopening.

Voor de aansluiting van de wegverharding op de voegovergang geldt dat het niveau van de wegverharding minimaal gelijk dient te zijn aan het niveau van de voegovergang en maximaal 3 mm hoger mag zijn dan het niveau van de voegovergang. Zie figuur 4.



Legenda: 1. Meetlijn (rei) 2. Bereden vlak 3. Voegovergang 4. Aangrenzend (weg)oppervlak

Figuur 4: toegestane niveauverschillen t.o.v. de ideale lijn in onbelaste toestand

In belaste toestand (met verkeersbelasting) mag de toename van het niveauverschil in de rijrichting ten opzichte van de ideale lijn niet meer zijn dan de maximale waarde van de vervorming in de bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke combinatie).

De maximale waarde van de vervorming is:
- 0,0025 x l voor een tweezijdig ondersteunde voegovergangsconstructie (waarbij l de lengte van de overspanning haaks op de voegovergang is) met een maximum van 5 mm
- 0,005 x l voor een uitkragende voegovergangsconstructie (waarbij l de lengte van de vrije uitkraging is) met een maximum van 5 mm.

Flexibele voegovergangen
Voor flexibele voegovergangen is enige mate van spoorvorming door gebruik toelaatbaar. Gedurende ontwerplevensduur mag geen spoorvorming optreden groter dan of gelijk aan 18 mm (+/- 9mm).

Mattenvoegovergangen
Voor mattenvoegovergangen mogen de hoogteverschillen in de situatie van maximale contractie ten opzichte van de situatie van maximale verlenging niet groter zijn dan 12 mm.

5.3.4 Stroefheid

Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat onder normale omstandigheden er geen gevaar ontstaat voor de weggebruikers.
Voor alle delen van de voegovergang met een oppervlak groter dan 150 x 150 mm dient een minimaal reliëf (textuur) aanwezig te zijn met een diepte van 1,2 mm, of dient met testen aangetoond te zijn dat de stroefheid minimaal gelijk is aan de aansluitende wegverharding gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang.

Opmerking:
De stroefheid kan door middel van de EN13036-4 (SRT) worden bepaald.

5.3.5 Afwateringscapaciteit

Waterafvoer via goten op brugdekken mag niet door de voegovergang worden onderbroken.

Wanneer de voegovergang een hindernis vormt voor de waterafvoer van de bovenstrooms gelegen open deklaag dient een drainage- of hemelwaterafvoersysteem te voorzien in de adequate afvoer van het water. Hiervan is ten minste sprake indien de helling van het wegdek in de rijrichting groter is dan 2% en de werkende lengte van de voegovergang groter is dan 15 meter, gemeten vanaf het hoogste punt tot aan het laagste punt van de deklaag.

5.4 Geluidsproductie

Voegovergangen dienen te voldoen aan de eisen van RTD 1007-3: Geluidseisen.

Indien de leverancier van de voegovergang een eigen GLW hanteert, dient de geldigheid van de verklaarde geluidsprestaties van een voegovergang vastgesteld te zijn. Daarbij dienen tenminste de volgende invloeden beschouwd te zijn:
- de overgang op de aansluitende verharding
- de hoek tussen de voegovergang en de rijrichting

- de voegopening

5.5 Waterdichtheid

Voegovergangen inclusief de aansluitingen op de ondergrond en de wegverharding dienen gedurende de levensduur over de gehele breedte van het kunstwerk waterdicht te zijn. Het daarbij behorende onderhoud dient te zijn beschreven in het beheer- en onderhoudsplan (zie hoofdstuk 9).
De bevestiging van de afdichtingelementen mag niet worden beïnvloed door de voegbeweging en de accumulatie van vuil (zand, stenen etc.).

Opmerking:
- *Voor eisen m.b.t. de aansluiting voegovergang-verharding zie RTD1009.*
- *Voor eisen m.b.t. de aansluiting voegovergang-ondergrond zie de eisen in §6.2.1 (hechtsterkte) en §7.3.2 (behandeling van stortnaden)*

5.6 Weerstand tegen aantasting

5.6.1 Bescherming tegen corrosie

5.6.1.1 Constructiestaal

De duurzaamheid van constructiestaal in voegovergangen dient gewaarborgd te worden door middel van een conserveringssysteem. Voor het ontwerp van het conserveringssysteem gelden de navolgende uitgangspunten:

1) Corrosiviteitscategorie volgens ISO 9223: C5
2) Gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang dient geen groot onderhoud aan het conserveringssysteem noodzakelijk te zijn;
3) Tegen het einde van de levensduur is corrosie toegestaan voor zover deze het betrouwbaar functioneren van de voegovergang aantoonbaar niet beïnvloedt.
4) Bij nieuwbouw en totale vervanging geldt een conserveringssysteem met duurzaamheidklasse “zeer hoog” met een levensduurverwachting van 40 jaar. In geval van een ontwerplevensduur van 25 jaar kan volstaan worden met een systeem een conserveringssysteem in duurzaamheidklasse “hoog”
5) Staaloppervlakken die in contact staan met beton dienen ten minste over de eerste 50mm voorzien te zijn van een volledig conserveringssysteem. In verband met de noodzakelijke aanhechting van beton en staal dient een conserveringssysteem gekozen te worden dat deze aanhechting aantoonbaar waarborgt.
6) Ter plaatse van de contactoppervlakken in voorgespannen verbindingen geldt dat de laagdikte minimaal 40 µm en maximaal 75µm dient te zijn, tenzij wordt aangetoond dat kruip door een hogere laagdikte niet leidt tot een kritische afname van de voorspanning. Het gebied waar de voorspanning effectief is tegen corrosie dient aantoonbaar te zijn. Delen die buiten het effectieve invloedsgebied van voorspanning vallen dienen voorzien te zijn van het volledige conserveringsysteem. Deze delen mogen geen invloed uitoefenen op werking van de voorgespannen verbinding.
7) Het conserveringssysteem dient te voldoen aan de aanvullende eisen in de ROK § 7.20 onder 10.1.

Toelichting:
De navolgende systemen worden geacht geschikt te zijn:
-, Duurzaamheidklasse "hoog", levensduursverwachting 25 jaar:
- *Thermisch verzinken conform EN-ISO 1461, duurzaamheidklasse "hoog" volgens EN-ISO 14713-1.*
- *Een conserveringssysteem dat voldoet aan EN 12944 C5-I of C5-M,*

- Duurzaamheidklasse "zeer hoog", levensduurverwachting 40 jaar:
- *Thermisch verzinken conform EN-ISO 1461, duurzaamheidklasse "zeer hoog", met verhoogde zinklaagdikte bepaald conform EN-ISO 14713-1*
- *Combinatie van thermisch verzinkt staal met een organische deklaag ("duplexsysteem"), conform EN 13438 of EN15773.*
- *Duplexsysteem van een thermisch gespoten metalen zink/aluminium laag met een organische deklaag conform OGOS-500-TRL en OGOS-501-TRL.*

Opmerkingen:
1. *Zie EN 1090-2 hoofdstuk 10 en aanvullingen in de ROK §7.20 voor eisen en richtlijnen met betrekking tot corrosiebescherming*
2. *Bij thermisch verzinken dient in relatie tot de te bereiken laagdikte rekening gehouden te worden met chemische samenstelling van het staal en de benodigde oppervlakteruwheid. Het ontwerp dient verder zodanig te zijn dat optredende vervormingen tijdens het verzinken worden geminimaliseerd. In EN 14713-2 zijn hiervoor nadere richtlijnen en aanbevelingen gegeven. Zo nodig dient de verzinkte constructie te worden nagericht om te voldoen aan de eisen.*
3. *Op locaties waar hoge eisen worden gesteld aan de vlakheid en kruip, bijvoorbeeld ter plaatse van voorspanverbindingen dient zo nodig een nabewerking plaats te vinden om oneffenheden en/of te dikke lagen te corrigeren.*
4. *Over het algemeen zal de conservering op bereden delen door slijtage sneller degraderen dan in niet bereden delen. Dit is doorgaans niet van invloed op het functioneren, tenzij de conservering nodig is voor de vereiste stroefheid en . Wel dient rekening gehouden te worden met de invloed op de aangrenzende conservering in het niet bereden oppervlak.*
5. *De levensduur van duplexsystemen zijn langer als de som van de levensduur van de afzonderlijke delen. De verklaring ligt voor de hand. De verflaag beschermt de zinklaag. De zinklaag verhindert op haar beurt roestvorming onder de verflaag. Voor duplex-systemen mag de volgende empirische formule worden gehanteerd, waarbij D de levensduur is:* $D_{duplex} = 1{,}5\ (D_{thermisch\ verzinkt\ staal} + D_{verfsysteem})$.

De leverancier verklaart welk systeem of systemen wordt toegepast en toont vooraf de duurzaamheid aan met de voor de materialen van dit systeem relevante normen en testen. De fabrikant dient per (sectie van de) voegovergang metingen te verrichten en registraties daarvan bij te houden om aan te tonen dat voldaan wordt aan de ontwerpeisen van het conserveringssysteem.

5.6.1.2 Roestvast staal

Naast toepassing van geconserveerd constructiestaal is (gedeeltelijke) toepassing van roestvast staal ook toegestaan. Voor RVS componenten dient de kwaliteit (werkstofnummer) 1.4404 of 1.4571 gebruikt te worden volgens EN 10088 of gelijkwaardig.
De minimale corrosiebestendigheid en materiaalkwaliteit voor roestvaststalen bouten dient A4-80 conform EN-ISO 3506-1 en -2 te zijn.
Roestvaststaal voor glijdoppervlakken in combinatie met PTFE dient te voldoen aan EN 1337-2.

5.6.1.3 Stalen bouten.

Alle koolstofstalen verbindingsmiddelen en afdichting/onderleg/sluitringen dienen thermisch verzinkt te zijn volgens EN ISO 10684, waarbij de draad niet mag worden ondersneden.
Thermische verzinkte bevestigingsmiddelen dienen na montage te worden voorzien van hetzelfde of gelijkwaardig conserveringssysteem als de te verbinden delen.

5.6.1.4 Aluminium legeringen

Aluminium legeringen dienen minimaal een corrosieweerstand categorie B te hebben volgens ISO 3522, Tabel C.1, of gelijkwaardig.
Contact tussen aluminium en betonmortel dient te worden voorkomen.

5.6.1.5 Betonstaal

Bij betonstaal in (staalvezel)beton dient een minimale betondekking aangehouden te worden van 30mm.

Opmerking:
Indien de minimaal aan te houden betondekking niet kan worden gerealiseerd of gewaarborgd, is toepassing van RVS wapening te overwegen. Merkblatt 866 Nichtrostender Betonstahl (1. Auflage 2011; uitgave van Informationsstelle Edelstahl Rostfrei) geeft aanbevelingen voor het toepassen van roestvast staal in beton.
RVS wapening kan worden geleverd onder productcertificaat op basis van BRL0515.

5.6.1.6 Bescherming tegen bimetaalcorrosie

Corrosie als gevolg van verschillende materialen in een vochtige omgeving dient te worden voorkomen door middel van isolatie.

5.6.1.7 Bescherming tegen spleetcorrosie

In de detaillering van het ontwerp mogen tussen stalen onderdelen geen spleten en kieren aanwezig zijn die, al dan niet door capillairwerking, gevuld kunnen raken met water. Alle lassen dienen volledig te zijn; geen kettinglassen en geen enkelzijdige lassen met spleten zijn toegestaan.

Tapgaten dienen aantoonbaar beschermd te zijn tegen vochtindringing.

Bij modificaties van bestaande voegovergangen dienen spleten die niet bereikbaar zijn voor lassen afgedicht te worden met een blijvend elastische kit

5.6.2 Bescherming tegen overige fysische/chemische aantasting

5.6.2.1 Algemeen

De voegovergang dient gedurende de ontwerplevensduur voldoende weerstand te kunnen bieden tegen veroudering en schade door fysische aantastingmechanismen, waaronder:
- (verhinderde) krimp/uitzetting
- vorst en vorst/dooi cycli
- UV straling
- Ozon

De duurzaamheid van de voegovergang mag eveneens niet worden verminderd door olie, brandstoffen en dooizouten in concentraties welke verwacht kunnen worden bij normaal gebruik.

5.6.2.2 (Staalvezel)beton

Beton en staalvezelbeton dienen te voldoen aan milieuklasse XC4, XD3, XF4 conform NEN EN 206-1 en NEN 8005.

5.6.2.3 Rubber en kunststoffen

Rubber en kunststoffen dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4.

5.6.2.4 Bitumineuze materialen

Bitumineuze materialen dienen te voldoen aan de eisen in RTD1007-4.
Flexibele bitumineuze voegvullingen dienen te voldoen aan EN 14188-1 klasse F2.

5.7 Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid.

5.7.1 Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid

Indien aan de onderzijde van voegovergang geluidsreducerende voorzieningen worden aangebracht, dienen deze zodanig te zijn ontworpen dat inspectie en onderhoud aan de onderzijde van de voegovergang niet wordt belemmerd voor zover relevant voor het betreffende type voegovergang. Voorzieningen dienen daartoe eenvoudig te (de)monteren zijn.

Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat vuil niet ophoopt, of dat de toegankelijkheid zo is dat vuil eenvoudig kan worden verwijderd.
Indien een hemelwaterafvoersysteem onderdeel uitmaakt van de voegovergang, dan dient dit systeem voorzien te zijn opvangputten met zandvang. Deze dienen eenvoudig te kunnen worden geleegd/gereinigd vanaf een goed toegankelijke locatie die afgestemd is op het overige regulier/periodieke vaste onderhoud aan de weg.

5.7.2 Vervangbaarheid

Vervangbare onderdelen dienen met een geringe verkeershinder en binnen de werkbare uren (WBU) zoals deze op het traject gelden, te kunnen worden vervangen. In de projectspecificatie kunnen nadere eisen hiervoor zijn opgenomen.

Rubber en kunststofdelen dienen toegankelijk en gemakkelijk vervangbaar te zijn zonder dat schade aan de voegovergangsconstructie, inclusief de conservering, wordt veroorzaakt.

Voorgespannen onderdelen dienen gemakkelijk te ontspannen en te herspannen te zijn om vervanging mogelijk te maken.

Toelichting:
Dit houdt onder andere in dat preventieve maatregelen genomen dienen te worden om te voorkomen dat bouten door oxidatieproducten in loop der tijd vast gaan zitten.

6 Specificaties materialen

6.1 Staal

6.1.1 Constructiestaal

Gewalst staal dient in overeenstemming te zijn met de eisen van EN 10025.

Gelaste delen en/of dynamische belaste delen dienen minimaal kwaliteit S235 J2+N of AR of S355 J2+N of AR te bezitten en dienen geleverd te zijn met een 3.1 certificaat volgens EN 10204.

Niet-gelaste statisch belaste delen mogen vervaardigd zijn uit S235 J0 en S355 J0 met een 2.2 certificaat. Deze eisen dienen te worden geverifieerd voor iedere charge.

6.1.2 Lasmaterialen

Lasmaterialen dienen gekeurd te zijn door een onafhankelijke keuringsinstantie. Voldaan dient te worden aan de eisen van de EN 1090-2 en de ROK §7.20.

6.1.3 Bevestigingsmaterialen

(Voorspan) bouten etc. dienen te zijn van de kwaliteiten 8.8 of 10.9 volgens EN ISO 898 in thermisch verzinkte uitvoering. Bevestigingsmaterialen met de kwaliteit 10.9 dienen bovendien te voldoen aan de ROK §7.20. (zie aanvulling op EN1090-2 §5.6.1)

Toe te passen (voorspan)bouten dienen geleverd te worden met een 3.1 certificaat volgens EN 10204.

Bij het toepassen van tapgaten in een bevestiging dient rekening gehouden te worden met de compatibiliteit van de schroefdraden. De diepte van de tapgaten dient voldoende uitloop mogelijk te maken. De tapgaten dienen aan de onderzijde ontoegankelijk te zijn voor beton.

Niet voorgespannen bouten dienen geborgd te worden indien een risico bestaat dat ze los kunnen raken als gevolg van trillingen.
Er dient bij niet-voorgespannen bouten een sluitring aangebracht te worden aan de zijde waar aangedraaid wordt. Bij voorgespannen bouten dienen sluitringen onder de kop en de moer te worden aangebracht.

6.2 Beton

6.2.1 Beton aangrenzende constructies

De potentiële hechtsterkte/treksterkte van de aangrenzende betonconstructie (landhoofd, brugdek) mag in geen geval lager zijn dan 1,5 MPa.

Aantoonmethode:
In situ test overeenkomstig CUR-aanbeveling 20 methode 1, of EN 1542

Eventuele uit te voeren oppervlakkige betonreparaties c.q. uitvullingen dienen te worden uitgevoerd met een reparatiemortel die ten minste voldoet aan EN 1504-3, klasse R3.

6.2.2 Niet direct bereden beton

Het beton dient bij ingebruikname van de voegconstructie (ook indien alleen belast door bouwverkeer) te voldoen aan de in het ontwerp gestelde eisen met een minimum sterkteklasse van C35/45 volgens EN 206-1.

6.2.3 Direct bereden beton

Direct bereden beton dient vervaardigd te zijn uit staalvezelbeton volgens BRL 5060, taaiheidklasse 3 of gelijkwaardig.
Kleur: Antraciet
De karakteristieke druksterkte van het staalvezelbeton mag bij ingebruikname van de voegconstructie (ook indien alleen belast door bouwverkeer) in geen geval lager zijn dan 30 MPa. Aantoonmethode: Gewogen rijpheidmethode volgens NEN 5970 2001

6.2.4 Betonstaal

Alleen betonstaal B500B of B500C volgens NEN 6008 toepassen.
De maximale spanningsrimpel 2σa bij bovenspanning 0,6 R_e (300 MPa) en 1,0 miljoen spanningswisselingen (N) dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten zoals deze in de ontwerpberekeningen zijn gehanteerd.

Zolang wapeningsstaal nog niet met CE-markering geleverd kan worden volgens de bouwproductenverordening 305/2011/EU (Construction Products Regulation) dient deze met productcertificaat conform BRL0501 of gelijkwaardig certificaat te worden geleverd.

Voor de aan te houden minimale middellijn van de buigdoorn gelden de waarden zoals deze zijn opgenomen in de Nationale Bijlage bij EN 1992-1-1.

6.2.5 Constructieve ankers

Achteraf aangebrachte verankeringsystemen dienen te voldoen aan CEN/TS 1992-4-5 en achteraf aangebrachte verbindingen met wapening dienen te voldoen aan EOTA Technical Report 23. De geschiktheid m.b.t. vermoeiing dient op een andere wijze te worden aangetoond (zie ROK §6.1, onder 2.7).

Bij gebruik van ingestorte mechanische verbindingen van betonstaal (doorkoppelankers) dient te worden aangetoond dat de mechanische eigenschappen in overeenstemming zijn met de uitgangspunten zoals deze in de ontwerpberekeningen zijn gehanteerd.
Zolang mechanische verbindingen nog niet met CE-markering geleverd kunnen worden volgens bouwproductenverordening 305/2011/EU (Construction Products Regulation) dienen deze met productcertificaat conform BRL0504 of gelijkwaardig certificaat te worden geleverd.

6.3 Rubber en kunststoffen

6.3.1 Afdichtingsprofielen

Afdichtingprofielen dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4, tabel B4.1
De dikte van het afdichtingprofiel dient minimaal 4 mm te zijn.

Opmerking:
Over het algemeen worden CR, SBR en EPDM beschouwd als geschikte materialen voor afdichtingrubbers bij gebruik tussen - 25° en + 45°C.

6.3.2 Rubbermatprofielen

Rubber matten dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4, tabel B4.2

Opmerking:
Voor rubber matten kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Daarom zijn in tabel B4.2 alleen de relevante eigenschappen gegeven en is waar relevant een indicatie gegeven voor de geschiktheid van de materialen. De eisen dienen door de leverancier te worden bepaald/afgeleid op basis van de gehanteerde uitgangspunten in analyses en de componenten zoals die toegepast zijn bij testen conform ETAG032-5. Op basis van initiële typetesten kunnen de prestaties worden aangetoond, die als uitgangspunt gelden voor de fabrieksproductiecontrole. Fabrieksproductiecontrole kan zich beperken tot een het testen van de belangrijkste materiaaleigenschappen, waarmee de conformiteit met de bij de typetesten gebruikte componenten kan worden geverifieerd.

6.3.3 Opleggingen, aandrukveren en stuurveren

Opleggingen, aandrukveren en stuurveren voor lamellenvoegovergangen dienen te voldoen aan bijlage 4, tabel B4.3, B4.4 en/of B4.5 en dienen geleverd te zijn met een 3.1 certificaat (rubber onderdelen) / 2.2 certificaat (plastic onderdelen)

Opmerking:
Voor deze onderdelen kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Daarom zijn in tabel B4.3, B4.4 en B4.5 alleen de relevante eigenschappen gegeven en is waar relevant een indicatie gegeven voor de geschiktheid van de materialen. De eisen dienen door de leverancier te worden bepaald/afgeleid op basis van de gehanteerde uitgangspunten in analyses en de componenten zoals die toegepast zijn bij de testen voor de dynamische beoordeling (zie bijlage 5). Op basis van initiële typetesten conform ETAG032-8 kunnen de prestaties worden aangetoond, die als uitgangspunt gelden voor de fabrieksproductiecontrole. Fabrieksproductiecontrole kan zich beperken tot een het testen van de belangrijkste materiaaleigenschappen en inspectie van de uitvoering, waarmee de conformiteit met de bij de typetesten gebruikte componenten kan worden geverifieerd.

Bij typetesten dienen de volgende eigenschappen te worden onderzocht:
- draagvermogen inclusief kruip- en relaxatiegedrag;
- wrijving (tijdens translatie en/of rotatie);
- slijtage (door translatie en/of rotatie);
- vermoeiing;
- afschuifstijfheid (indien relevant).

Bij fabriekscontrole dienen naast de materiaaltesten volgens bijlage 4 de volgende controles en testen op het geproduceerde onderdeel plaats te vinden:

- geometrie (binnen toleranties ontwerp);
- kracht-indrukkingsproef op 10% van de gefabriceerde onderdelen.

6.4 Flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen

De geschiktheid van materialen voor flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen (in combinatie met de verhardingsconstructie) dient door middel van testen te worden vastgesteld.

Opmerking
Voor deze onderdelen kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Zie RTD1007-4 en ETAG032-3 voor richtlijnen m.b.t. eigenschappen en gangbare testmethoden voor flexibele voegovergangen.

6.5 Slijtlagen

Eventueel aan te brengen slijtlagen op voegovergangen voor het verkrijgen van vereiste stroefheid dienen te voldoen aan RTD1015.

7 Uitvoeringseisen

7.1 Algemeen

De werkzaamheden op de fabriek en op de bouwplaats dienen te worden uitgevoerd conform het kwaliteitsplan zoals aangegeven in hoofdstuk 8.

De uitvoering op de bouwplaats dient door de leverancier, of een door de leverancier aangewezen vertegenwoordiger, te worden geïnspecteerd en goedgekeurd.

7.2 Voorbereidingswerkzaamheden

Het sloopwerk dat wordt uitgevoerd vooruitlopend op het aanbrengen van de voegovergang mag geen gevolgschade veroorzaken die een risico vormt voor het draagvermogen en duurzaamheid van de hoofdconstructie als geheel.

Indien ter plaatse van de voegsponning (rand)schade is ontstaan, dan dient deze rand zodanig voorbehandeld te worden dat de optredende spanningen aan de ondergrond kunnen worden overgedragen overeenkomstig de uitgangspunten van de ontwerpberekening.

Opmerking:
Aandachtspunten hierbij zijn de reinheid, ruwheid en vochtigheid van de ondergrond en een goede inkadering van de reparatieranden. In EN 1504-10 geven hoofdstuk 7 en Annex A.7 hiervoor richtlijnen.

7.3 Vervaardigen van betonconstructies

7.3.1 Applicatie van constructieve ankers

Ingelijmde ankers/wapeningsstekken dienen te worden aangebracht door BRL 0509 gecertificeerde applicateurs, of door applicateurs in bezit van een gelijkwaardig certificaat. Indien twijfel bestaat of de uitvoering heeft plaatsgevonden in overeenstemming met de eisen van de leverancier, dient beproeving op ten minste 3% van de aangebrachte ankers plaats te vinden. Hiervoor geldt de procedure zoals opgenomen in de ROK met betrekking tot de EN1992-4-5.

7.3.2 Uitvoering van betonwerk

Uitvoering van betonwerk dient plaats te vinden conform EN 13670. In aanvulling/afwijking hierop gelden de volgende aanvullende eisen.

<u>Lassen en buigen van betonstaal</u>
Lassen (inclusief hechtlassen) van betonstaal is alleen toegestaan indien in het ontwerp rekening is gehouden met de afname van de mechanische (vermoeiings)eigenschappen conform EN1992-1-1 §6.8.
De uitvoering van constructieve (kracht)lasverbindingen van betonstaal dient plaats te vinden conform NPR2053.

Opmerking:
Voor het fixeren van delen van de voegovergang aan de onderliggende betonconstructie verdient het aanbeveling extra (stek)wapening toe te passen.

Het buigen van betonstaal bij temperaturen beneden -5 °C en het buigen in combinatie met verhitting van de staven is niet toegestaan.
Herbuigen van betonstaal is niet toegestaan.

Behandeling van stortnaden
Bij stortnaden dient de cementhuid over het gehele contactoppervlak, met inbegrip van de betondekkingszone, te worden verwijderd.

Bekisting:
Het toepassen van verloren bekisting is niet toegestaan. Bekisting in de voegspleet mag geen opspankrachten veroorzaken die schade kunnen veroorzaken aan de verhardende voegbalken.

Afwerking van staalvezelbeton:
Er dient voldaan te worden aan de eisen van § 5.3.3 door middel van het direct op de juiste hoogte afwerken van de staalvezelbeton. Het later corrigeren van onvlakheden buiten de toleranties door middel van een separate uitvulling/slijtlaag is niet toegestaan.

Nabehandeling van staalvezelbeton:
Het betonoppervlak dient direct na afwerken te worden afgedekt met een plastic folie. De folie dient zodanig aangebracht te worden dat geen luchtstroom onder de folie kan optreden. Indien dit niet geheel kan worden uitgesloten dient het betonoppervlak eerst te worden afgedekt met natte jute.
De folie mag verwijderd worden nadat de vereiste karakteristieke druksterkte van 30 MPa bereikt is.

Behandeling (krimp)scheuren
Krimpscheuren ≥ 0,2 mm en watervoerende scheuren, ongeacht de scheurwijdte, dienen te worden geïnjecteerd d.m.v. een geschikte injectiemethode met een daartoe geëigend injectiemateriaal dat voldoet aan EN 1504-5. De reparatie dient te worden uitgevoerd door BRL 3201 gecertificeerde applicateurs, of door applicateurs in bezit van een gelijkwaardig certificaat.

7.4 Vervaardigen van staalconstructies

Staalconstructies dienen te zijn vervaardigd volgens EN 1090-2 en de aanvullende eisen in ROK §7.20. Voor delen die de verkeersbelasting dragen geldt uitvoeringsklasse 3 (EXC3); voor overige delen, zoals de delen ter plaatse van inspectiepaden en afwateringsgoten, geldt uitvoeringsklasse 2 (EXC2).

Het aantal bouwplaatsverbindingen dient geminimaliseerd te worden. De lengte van de toe te passen secties dient uitsluitend bepaald te worden door eventuele randvoorwaarden vanuit de fabricage en transport (bijvoorbeeld in verband met thermisch verzinken) en eventuele eisen die door de wegbeheerder of opdrachtgever zijn gesteld aan de beschikbaarheid van de weg tijdens de uitvoering.

Ten behoeve van een duurzame waterdichte voegovergangen dienen knikken ter plaatse van afwateringsgoten e.d. in de fabriek te worden vervaardigd en te worden voorzien van hetzelfde conserveringssysteem.

7.5 Montageverbindingen van staalconstructies

Het verbinden van randprofielen mag plaatsvinden door middel van boutverbindingen of door middel van lassen. Het toepassen van boutverbindingen in lamellen is niet toegestaan. Een lasmethodekwalificatie en lasmethodebeschrijving dient te worden overlegd. Constructieve bouwplaatslassen dienen te allen tijde 100% onderzocht te worden volgens de eisen van EN 1090-2 §12.4 en aanvullingen in de ROK §7.20.

7.6 Aanbrengen van voegafdichtingen

De voegafdichtingsprofielen zonder stuiknaden aanbrengen in de stalen randprofielen overeenkomstig de voorschriften van de leverancier.
Alleen indien voegafdichtingen vanwege de fasering zoals bedoeld in §7.4 niet in een keer kunnen worden aangebracht en er onvoldoende ruimte is onder de voegovergang voor tijdelijke opslag van het afdichtingsprofiel, is een stuiklas toegestaan. Stuiklassen dienen in dat geval door middel van een gekwalificeerd vulcaniseringsproces te worden vervaardigd.

Indien de onderzijde van de voegovergang niet voor inspectie van onderaf bereikbaar is, dienen voegprofielen van ingestorte randprofielen te allen tijde pas aangebracht te worden na het storten van de voegovergangsbalken, het verwijderen van de bekisting, het inspecteren van de voegovergangsbalken onder het randprofiel en het reinigen van de dilatatieruimte.
Onvolkomenheden die wijzen op onvoldoende krachtsafdracht van randprofielen naar de ondergrond dienen eerst constructief te worden hersteld.

7.7 Montage van voorspanbouten

Het aandraaien van voorspanbouten dient te gebeuren conform de moment-hoekmethode of de momentmethode. De HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan.

Bij voor te spannen verbindingen (tot en met M36), welke binnen de gebruiksduur niet gedemonteerd behoeven te kunnen worden, mag de moment-hoekmethode gebruikt worden. Voor te spannen verbindingen, die binnen de gebruiksduur gedemonteerd dienen te kunnen worden (zoals sinusplaten), dient de momentmethode gebruikt te worden.

De voorspanbouten dienen te worden aangedraaid conform het spanprotocol van de leverancier. Hierin dient rekening gehouden te zijn met de beïnvloeding van de voorspanning in de bouten als gevolg van het opeenvolgend aandraaien. Indien de bouten niet voor een tweede maal worden aangespannen dient in het ontwerp rekening gehouden te zijn met dit verlies aan voorspanning in de bout.

De voorspankracht dient door middel van een gekalibreerde momentsleutel te worden aangebracht.

In afwijking van de bepalingen van EN 1090-2, §8.5 gelden voor het voorspannen van bouten in dynamisch belaste constructies zoals voegovergangen de volgende bepalingen:

Momentgestuurd aandraaien van bouten
Het benodigde aandraaimoment voor bout-tapgat combinaties dient te worden bepaald door middel van een kwalificatietest.

Opmerking: bijlage B5 bevat richtlijnen voor een kwalificatietest

Het benodigde aandraaimoment voor bout-moer combinaties dient te worden vastgesteld op basis van documentatie van de leverancier.
Deze mag eventueel ook als volgt worden bepaald: $M_A = k * F_{p;d} * d$
waarin:
M_A : aandraaimoment, in Nm
$F_{p;d}$: voorspankracht, in kN
d : middellijn van bout, in mm
k : factor [-]

k = 0,15 voor bouten met gewone metrische schroefdraad, schoon en licht geolied, zoals de fabrikant normaal gesproken en aflevert.
k = 0,12 voor bouten met gewone metrische schroefdraad waarvan de schroefdraad en de spiegel van de moer (licht) zijn ingevet met een Molykote schroefdraadpasta. Thermisch verzinkte bouten dienen steeds met dit smeermiddel te zijn behandeld. De onderdelen dienen schoon te zijn. Indien op de boutkop wordt aangedraaid dient deze ook te zijn ingevet.

Procedure voor het aandraaien van bout-moer combinaties bij de momentmethode:
Bouten voorspannen met behulp van een momentsleutel of moeraanzetter, beide met afwijkingen van maximaal 5%. De voorspankracht dient met behulp van. een boutkrachtmeter vooraf te worden gecontroleerd. De voorspankracht dient te liggen tussen $F_{p;d\ min} = 0,75\ F_{p;d}$ en $F_{p;d\ max} = 0,9\ F_{p;d}$. Indien dit niet het geval is, dient het aandraaimoment te worden aangepast. Per verbinding en per nieuwe partij dienen tenminste 3 bouten te worden beproefd. Bij 1 en 2 bouten per verbinding, dienen 1 respectievelijk 2 bouten te worden beproefd.

Moment-hoekmethode
Het aandraaimoment in de eerste stap van deze moment-hoekmethode dient bij bout-moer combinaties volgens EN1090-2 §8.5.2 b) te worden bepaald conform bijlage H van EN-1090-2.
Het aandraaimoment en de nadraaihoek dient bij bout-tapgat combinaties te worden bepaald door middel van een kwalificatietest

7.8 Uitvoering flexibele voegovergangen

Voor de uitvoering van flexibele voegovergangen gelden de verwerkingsvoorschriften van de leverancier.

Opmerking
Voor algemene richtlijnen voor verwerking van bitumineuze voegovergangen zie de RTD1007-4.

7.9 Uitvoering slijtlagen

Kunststof slijtlagen zoals bedoeld in §6.5 dienen uitgevoerd te worden conform RTD1015.

8 Kwaliteitsborging

8.1 Algemeen

Een kwaliteitsplan conform ISO-9001 dient beschikbaar te zijn waarin het relevante ontwerp, fabricage en inbouwaspecten en bijbehorende instructies en keuringen zijn opgenomen.
In geval van vervanging dienen tevens de aspecten m.b.t. het slopen/verwijderen van de bestaande voegovergangen te worden opgenomen.
Voor de algemene eisen ten aanzien van de kwaliteitsborging wordt verwezen naar betreffende kwaliteitsartikelen in het contract.
Voor specifieke eisen met betrekking tot de kwaliteitsborging van staalconstructies zie EN1090-2 §4.2.

8.2 Ontwerpfase

De wijze waarop verificatie en validatie plaatsvindt en wordt vastgelegd dient in een verificatieplan te worden beschreven. Van ieder ontwerp dient te zijn geverifieerd dat voldaan is aan de eisen.

De geldigheid (validatie) van eventueel eerder uitgevoerde analyses/berekeningen/ testen en de daarop gebaseerde Prestatieverklaring van een generiek ontwerp (standaardoplossing) in de objectspecifieke situatie dient aantoonbaar te zijn geverifieerd.

Bij vervanging van bestaande voegovergangen dient men zich vooraf goed op de hoogte te stellen van de bestaande situatie door het bestuderen van detailtekeningen van de aanwezige voegovergangen en de onderliggende constructie (en daarin aanwezige wapening en voorspanning) en het door middel van onderzoek ter plaatse vaststellen van de daadwerkelijke aanwezige asfaltdikte ter plaatse van de aansluiting op de voegovergang en de maatvoering van het brugdek inclusief schampkanten.

8.3 Uitvoeringsfase

In aanvulling op EN1090-2 §4.2.2, waarin de eisen voor het kwaliteitsplan van de fabricage en montage van staalconstructies zijn aangegeven, dient tenminste de volgende specifieke informatie met betrekking tot het uitvoeringsproces in het kwaliteitsplan te worden opgenomen:
- instructies voor sloopwerkzaamheden (indien van toepassing);
- instructies voor conditionering in relatie tot weersomstandigheden;
- instructies voor de behandeling van de ondergrond/stortnaden;
- instructies voor het bepalen van de constructietemperatuur en het aanbrengen van een voorinstelling (of bij ontbreken van een instelmogelijkheid een instructie bij welke constructietemperaturen wel of niet kan worden ingebouwd);
- instructies voor het aanbrengen van de verankering aan de onderliggende constructie en het aanbrengen van wapening (inclusief eventuele lasinstructies en/of beperkingen);
- instructies voor het aanbrengen en fixeren van de bekisting;
- instructies voor het vervaardigen, verwerken, afwerken en nabehandelen van (staalvezel)beton ;
- instructies voor het ontkisten en inspecteren van het ontkistte betonoppervlak;
- instructies voor het voorspannen van bouten en afwerken van boutgaten en naden;
- instructies voor het herstellen van eventueel beschadigde conservering.

Alle relevante specificaties zoals deze volgen uit het ontwerp en zijn vastgelegd in de uitvoeringsspecificatie dienen te worden opgenomen in een keuringsplan en bij de uitvoering (fabricage en/of inbouw) te worden geverifieerd, waaronder:
- ingangscontrole van (basis)materialen;
- keuringen fabricage;
- keuringen conservering;
- controle afmetingen van de uitsparing/asfaltdikte;
- controle van aangebrachte verankeringen;
- controle kwaliteit ondergrond (trek/hechtsterkte);
- keuring voor het instorten van onderdelen;
- eindcontrole van de voegovergang na gereedkomen (o.a. vlakheideisen, voorspanning in bouten, volledig dragen van randprofielen e.d.).

Opmerking: In de ROK §7.20 zijn in aanvulling op EN-1090-2 eisen opgenomen m.b.t. keuring van staalconstructies. In RTD1007-4 zijn specifieke eisen opgenomen m.b.t. de verificatie van flexibele voegovergangsconstructies.

In het kwaliteitsplan dienen beheersmaatregelen voor de uitvoeringsrisico's te zijn opgenomen. Ten minste de volgende risico's dienen te worden beschouwd:
- beschadiging van het kunstwerk (voorspanning, oplegging, landhoofd) tijdens het slopen van de bestaande voegconstructie
- vervuiling van de voegspleten tussen de landhoofden en de rijdekken en/of de rijdekken onderling tijdens sloopwerk (bij vervanging of renovatie) en het aanbrengen van asfaltbeton/kleeflaag.
- achterloopsheid door onvoldoende hechting op de ondergrond (stortnaad)
- gevolgschade aan het beton bij grote verschillen tussen dag- en nachttemperatuur door temperatuurschokken en door drukspanningen t.g.v. aanwezige bekisting in de sponning
- de specifieke risico's per concept zoals opgenomen in de factsheets van de Meerkeuzematrix voegovergangen (RTD 1007-1).

9 Instandhouding.

9.1 Beheer- en onderhoudsplan;

Na inbouw van een voegovergang dient een beheer- en onderhoudsplan (B&O-plan) te worden opgesteld voor de beheerfase. Indien van een bestaand object een B&O-plan beschikbaar is dient het beschikbare plan waar nodig te worden geactualiseerd. Bij nieuwbouw maakt dit B&O-plan onderdeel uit van het B&O-plan van het gehele object.

Doel van het B&O-plan is het vastleggen van de aanwijzingen en instructies voor het in stand houden van de voegovergang met vastlegging van de voor het inspecteren en onderhouden relevante gegevens vanuit het ontwerp en de realisatie.
Het dient door de beheerder te kunnen worden gebruikt als referentie bij het vaststellen/actualiseren van de instandhoudingmaatregelen en als brondocument voor het inspecteren, onderhouden en kunnen laten analyseren van oorzaken van optredende onverwachte schade.

De inhoud van Beheer- en onderhoudsplan is op hoofdlijnen beschreven in het document “Instructie t.b.v. vastlegging van overdrachtsgegevens voor Beheer en Onderhoud van kunstwerken” en is eveneens van toepassing op voegovergangen. In tabel 6 zijn enkele onderdelen van het B&O-plan voor voegovergangen verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 6: Aanvullende specificaties voor B&O-plan

Onderdeel B&O-plan		Aanvulling/toelichting
1	Inleiding	Geen aanvullingen
2	Beheerobjectinformatie	Geen aanvullingen
3	Areaalgegevens en decompositie	Geef in het B&O-plan + in het paspoort in DISK (onder voegovergang, kenmerk) aan: conceptnummer volgens RTD1007-1, productnaam, leverancier
4	Gegevens en instructies t.b.v. inspectie en onderhoud	Neem op: - onderdeelgegevens: Beschrijving voegovergang, materialen en ontwerplevensduur - risicoanalyse (FMECA) voor de instandhoudingsfase - gedetailleerde instructies voor de uit te voeren inspecties met een duidelijke beschrijving van de interventieniveaus (schadetolerantie). - gedetailleerde voorschriften voor het uit te voeren vast onderhoud (bijv wijze van reiniging, repareren conservering, beschrijving gebruik onderhoudsvoorzieningen). - gedetailleerde voorschriften voor herstel van voorkomende schades en vervangen van onderdelen (bijv. vervangingsprotocol incl aandraaimethode van bouten, lasinstructies, conserveringsinstructies). - De specificaties van vervangbare onderdelen - Datum einde garantie
5	(Initieel) instandhoudingsplan	Een specificatie van de kosten dient toegevoegd te worden per type onderhoudsmaatregel. Garantieinspectie opnemen. Planjaar vervanging onderdelen

Onderdeel B&O-plan		Aanvulling/toelichting
6	Blanco Rapporten	Meetbrief voegovergangen opnemen
7	Rapporten 0-inspectie	De toestand bij ingebruikname dient fotografisch te worden vastgelegd. De meetbrief dient te worden ingevuld
8	Rapport 0-deformatiemeting	Niet van toepassing voor het onderdeel voegovergangen
9	Overdrachtsgegevens	In het B&O-plan worden alleen overzichten van de overdrachtsgegevens (ontwerp en uitvoeringsgegevens) opgenomen. De overdrachtgegevens zelf dienen opgenomen te worden in het (elektronisch) opleverdossier conform §9.2

9.2 Overdrachtsgegevens (opleverdossier)

Na uitvoering dient naast het beheer- en onderhoudsplan een opleverdossier met overdrachtsgegevens te worden samengesteld. Dit opleverdossier heeft als doel:

- het aantonen dat aan de gestelde eisen is voldaan
- het beschikbaar stellen van voor beheer- en onderhoud relevante (achtergrond)documentatie en gegevens

In de “Lijst met areaalgegevens Aanleg naar Beheer”[b], onder B01 Bruggen, is op hoofdlijnen aangegeven welke gegevens geleverd dienen te worden en waar deze opgeslagen dienen te worden. In tabel 7 is de inhoud van deze lijst verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 7: Overzicht overdrachtsgegevens voegovergangen

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Locatie	Hectometrering voegovergang	Kerngis
Type	conceptnummer volgens RTD1007-1, Productnaam, leverancier voegovergang	Kerngis. DISK
Datum aanleg		Kerngis
Garantie	Objectnummer, IH onderdeel, Datum begin/einde garantie, garantieverklaring, contractnummer,	EOD
Beheer- en onderhoudsplan	Zie §9.1. Muteerbare bestanden (Word, Excel) in EOD, PDF in DISK	DISK +EOD
Prestatieverklaring	Zie bijlage 2	EOD
Ontwerpnota	Zie §8.2	
Verificatierapport		
As Built tekeningen	Zowel fabricage als inbouwtekeningen	
As Built berekeningen/ analyses	Berekeningen voegbewegingen; Constructieve analyses inclusief testresultaten voor zover relevant; Impliciete verificaties (referenties) voor zover relevant.	
Kwaliteitsplan uitvoeringsfase	Zie §8.3	

[b] Te vinden op: http://www.rws.nl/zakelijk/zakendoen_met_rws/werkwijzen/gww/data-eisen/areaalgegevens/

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Materiaalspecificatie	- Productinformatie met karakteristieken/ eigenschappen en de fabrikant van alle toegepaste materialen/producten - Type/opbouw/fabrikant conserveringssysteem	EOD
Rapportage Fabricage	- keuringsrapporten NDO lassen, conservering, - meetrapporten - certificaten staal, rubber e.d.	
Rapportage inbouw	- geometrische controlemetingen - keuringrapporten - ingevuld inbouwprotocol - eventuele afwijkingsrapportages en gestelde technische vragen met antwoorden.	

Bijlage 1 Verkeersbelastingen voor voegovergangen

B1.0 Inleiding

Deze bijlage is een aangepaste weergave van bijlage G van de ETAG 032-1, welke is gebaseerd op de EN 1991-2.
$FLM1_{EJ}$ is gebaseerd op FLM1 van EN 1991-2 (oneindige levensduur).
$FLM2_{EJ}$ is gebaseerd op FLM4 van EN 1991-2 (eindige levensduur)..
Het betreft met name een aanpassing van de as-geometrieën en de wielcontactoppervlakken voor vermoeiing en statische sterkte.

Aanvullingen en afwijkingen hierop in deze RTD zijn echter noodzakelijk wegens de voorspellingswaarde van de ontwerplevensduur bij de relatief hoge verkeersintensiteiten en aandeel zware aslasten op de Nederlandse autosnelwegen.

Op de ETAG032-1 zijn de volgende wijzigingen van toepassing:

- *Gebruik van FLM1 is in de Nationale bijlagen van de Eurocode / ROK uitgesloten voor staalconstructies. In afwijking hierop mag $FLM1_{EJ}$ wel toegepast worden voor voegovergangen. Voor voegovergangen in wegen van verkeerscategorie 1 (zie §5.2.2.2 van deze RTD) dient bij B1.3.2 in de formules 6,7,8 een factor 0,8 worden genomen i.p.v. 0,7. Deze wijziging geldt ook voor verankeringen in betonconstructies. Voor overige verkeerscategorieën mag de waarde 0,7 worden aangehouden.*
- *Bij B1.3.3 dienen in tabel B1.4 bij voegovergangen in wegen van verkeerscategorie 1 bij "gemiddeld aantal assen per voertuig" de waarden worden genomen die gelden voor "lange afstand". Voor overige verkeerscategorieën mag de "middellange afstand" aangehouden worden.*
- *Er hoeft voor voegovergangen geen rekening gehouden te worden met effecten van aardbevingen (B4.2.3)*
- *Bij de toetsing van de bruikbaarheidsgrenstoestand hoeft uitsluitend de karakteristieke combinatie te worden beschouwd (frequente combinatie vervalt in B1.4.3.).*
- *Er is een aanvullende belasting voor aanrijding van de voegovergang door hoogteverschillen opgenomen onder B1.2.2.3, B1.3.2 en B1.3.3*
- *De waarde voor γ_{dE} is aangepast van 1,0 naar 1,2 overeenkomstige §5.1.8 (zie tabel B1.5)*
- *De waarden van ψ_{0d} voor c_{uls1} is aangepast van 0,6 naar 0,8*
- *Een derde belastingcombinatie is toegevoegd voor het in rekening brengen van de maximale remkracht (zie tabel B1.6)*

Op de ETAG032-4 zijn de volgende wijzigingen van toepassing:
In ETAG032-4 is in §5.1.3.3 aangegeven dat $\Delta\varphi fat$ (in afwijking van ETAG032-1) gelijkgesteld mag worden aan 1. Echter volgens deze RTD dient 1,3 aangehouden te worden.

Deze wijzigingen zijn in onderstaande bepalingen verwerkt.

B1.1 Algemeen

In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van de verkeersbelastingen, combinaties van belastingen en de manier waarop rekening dient te worden gehouden met interne krachten in relatie tot de geometrie van de voegovergang teneinde de mechanische weerstand te verifiëren.

Dit document geeft de details van de verkeersbelastingen die worden uitgeoefend op voegovergangen die voor (quasi-) statische verificatie in de uiterste grenstoestand (ULS) dienen te worden gebruikt in combinatie met voorspanning, veranderlijke vervormingen en rustende belastingen waar relevant. Waar geëist in de relevante paragrafen over productfamilies, gelden deze details ook voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS).Daarnaast worden richtlijnen gegeven voor vermoeiingsbelastingen. Deze belastingen zijn gebaseerd op de belastingen zoals vastgelegd in Eurocodes, met name EN 1991-2. De waarden van de coëfficiënten α, γ en Ψ zijn gegeven in deze bijlage.

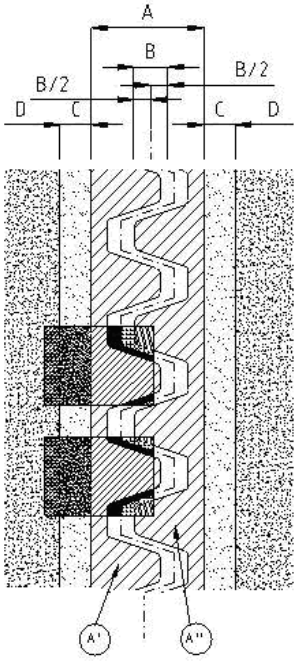
De wielbelasting wordt verdeeld over de effectieve contactvlakken tussen het wiel en de oppervlakte-elementen waarbij een stroeve werking van het wielcontactoppervlak wordt verondersteld. Bij het bepalen van de belasting dient rekening te worden gehouden met de details van het contactvlak op basis van de onderstaande zones, waarbij dient te worden opgemerkt dat in Figuur B1.1 niet noodzakelijk de meest ongunstige positie van het wielcontactoppervlak wordt weergegeven.

- Zone 1: het gebied van het wielcontactoppervlak op het oppervlak van de aanliggende verharding;
- Zone 2: het gebied van het wielcontactoppervlak op het oppervlak van de voegvulling;
- Zone 3: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A’ volgens Figuur B1;
- Zone 4: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A'' volgens Figuur B1;
- Zones 5’ en 5’’: gebieden van het wielcontactoppervlak die niet worden ondersteund door de voegovergang (gebieden met spleten en openingen).

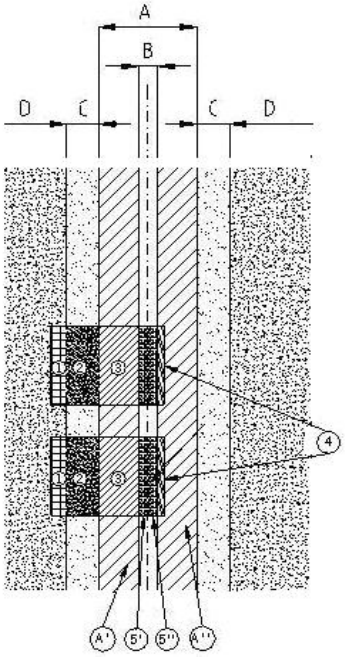
Dit principe geldt voor zowel verticale krachten als ook horizontale krachten. De statische weerstand van de voegovergang wordt geverifieerd bij de meest ongunstige opening. Voor ieder te controleren doorsnede of vlak zal de meest ongunstige positie van de belastingen worden bepaald door middel van invloedslijnen/-oppervlakken in combinatie met de principes van zone-indeling

De belastingen op de gebieden van zones 5’ en 5’’ dienen te worden opgeteld bij het dichtstbijzijnde ondersteunde gebied van respectievelijk zones 3 en 4. De belasting van zone 5’ gaat naar zone 3 en de belasting van zone 5’’ naar zone 4.

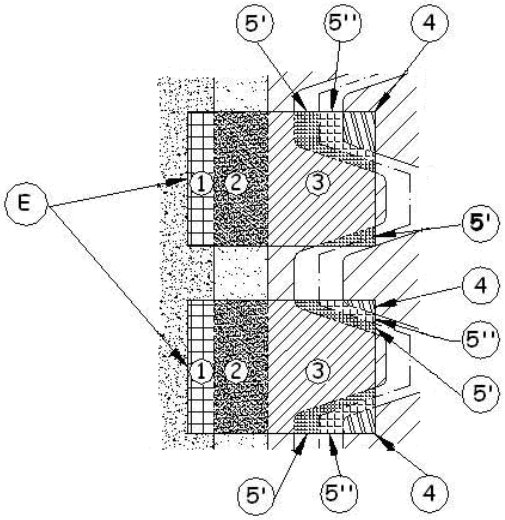
1. BOVENAANZICHT VAN WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEN VOEGOVERGANG MET GELUIDREDUCERENDE VOORZIENINGEN



2. BOVENAANZICHT VAN WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEM VOEGOVERGANG MET RECHTE RANDEN



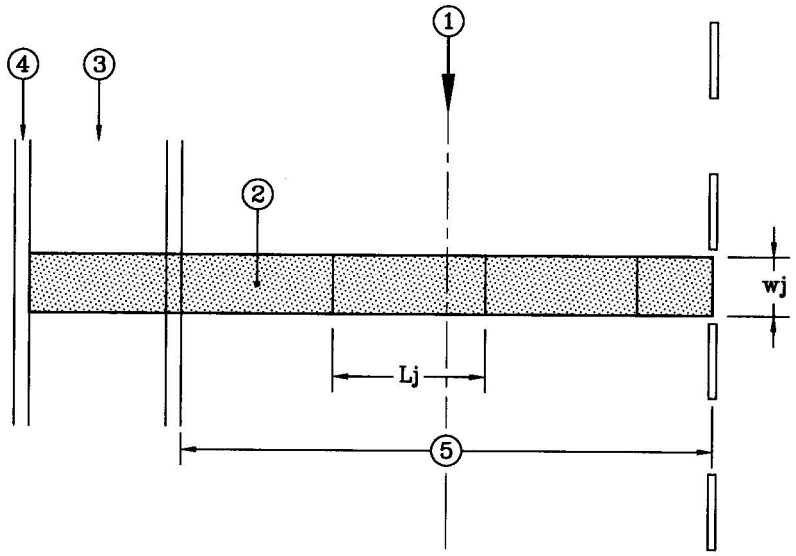
Detail van de diverse zones



LEGENDA

A	:VOEGOVERGANG
A' EN A''	:CONTACTVLAKKEN
	:VOEGOVERGANG
B	:SPLEET/OPENINGEN
C	:VOEGVULLING
D	:AANSLUITENDE VERHARDING
E	:WIELCONTACTOPPERVLAK (WIELPRENT)

Figuur B1.1: principes van inleiding van wielbelasting



Legenda:
1: Rijrichting
2: Voegovergang
3: Voetpad
4: Leuning voetpad
5: Rijstrook
Lj: beïnvloedingslengte;
Wj: breedte van de voegovergang, in de lengteas-richting van het brugdek, bij maximale opening. Deze breedte wordt gevormd door de voegovergang zelf en de aansluitende onderdelen die betrokken zijn bij de overdracht van de belasting.

Figuur B1.2: definitie van Lj en Wj

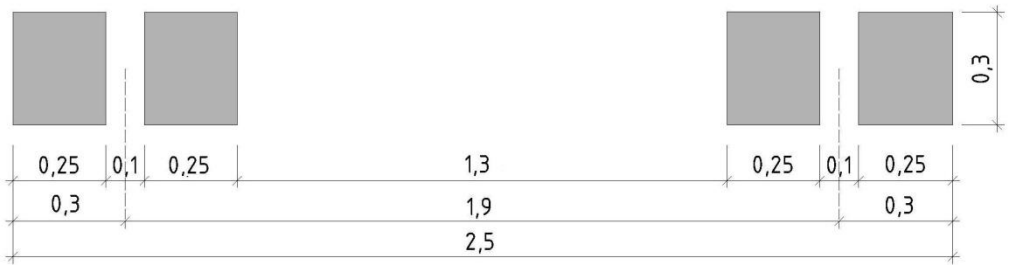
B1.2 Modellen voor statische belasting

B1.2.1 Model voor verticale belasting

De verticale belastingen zijn afgeleid van EN 1991-2, artikel 4.3, Belastingmodel 1, met αQ (zie tabel B1.1). In afwijking van EN 1991-2 worden aangepaste wielcontactoppervlakken gegeven, aangezien voegovergangen constructies in het weg oppervlak zijn die een meer accurate modellering van de interactie tussen de aslast en het wegoppervlak vereisen.

B1.2.1.1 Belasting op de rijbaan

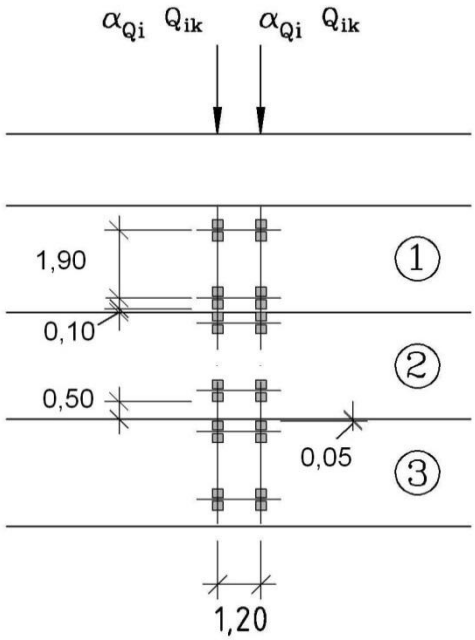
De aslast op één as van het tandemstelsel TSi wordt uitgeoefend op de vier wielcontactoppervlakken van twee dubbellucht banden, waarbij voor elk wielcontactoppervlak geldt l = 300 mm, b = 250 mm, met een opening tussen twee wielcontactoppervlakken van 100 mm. De binnenafstand tussen het wielcontactoppervlakken bedraagt 1300 mm. De geometrie wordt aangegeven in Figuur B1.3 (in meters).



Figuur B1.3: wielcontactoppervlakken

De tandemstelsels dienen in de meest ongunstige positie op de overgang te worden geplaatst (zie Figuur B1.4).

Opmerking:
Betreft rijstrook 1 t/m 3 volgens §4.2.3 van EN 1991-2 waarbij de ROK-aanvulling op §4.2.3 (1) niet geldt.



Figuur B1.4: opstelling van tandemstelsel

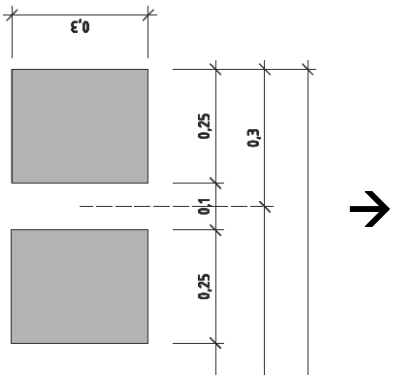
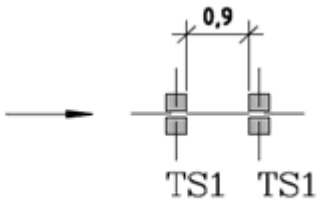
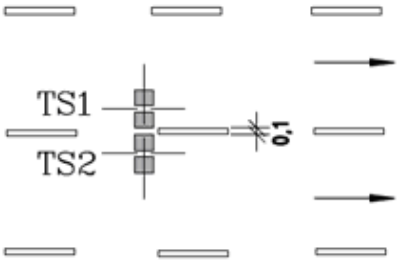
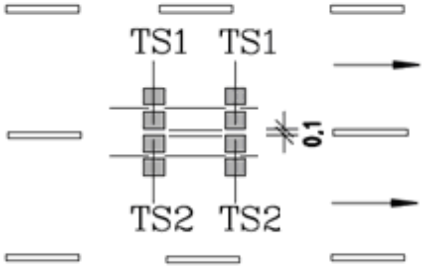
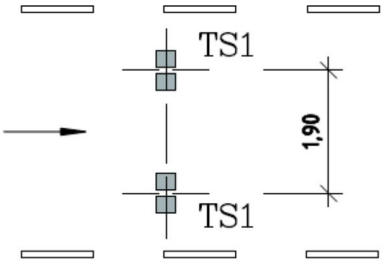
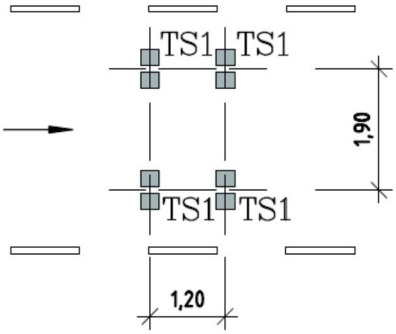
Opmerking:
Als de belastingen in rijstrook 3 geen invloed hebben op het ontwerp van de voegovergang, kunnen deze worden weggelaten.
Tabel B1.2 geeft de waarden Q_{ik} van de belastingen uit figuren B1.2, B1.3 en B1.4 die aangehouden dienen te worden in combinatie met de geometrie van de voegovergang en de constructie-elementen die worden beïnvloed door de modellen voor verkeersbelasting (zoals bedoeld in onder B1.1).

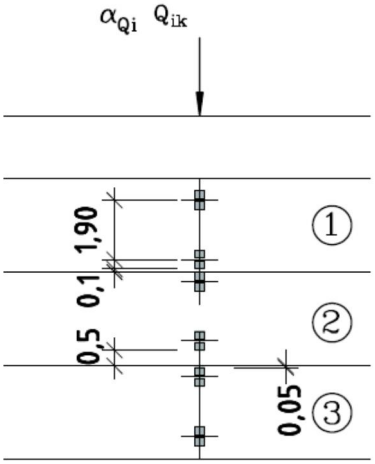
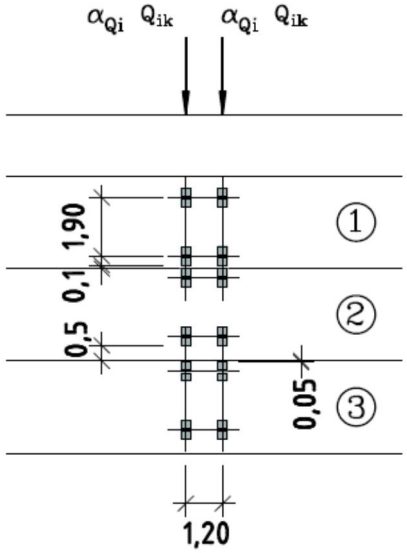
Alleen tandemstelsels TS zijn van toepassing, niet de gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL), aangezien deze niet relevant zijn voor de voegovergangen.

Tabel B1.1: basiswaarden

Locatie	Tandemstelsel	Aslasten Q_{ik} (kN)
Rijstrook 1	TS1	300
Rijstrook 2	TS2	200
Rijstrook 3	TS3	100

Tabel B1.2: wiel- en aslasten

Lj	Wj ≤ 1,20 m	Wj > 1,20 m
< 0,5 m	$Q_{ik}/2$ = 150 kN  Figuur 1	$Q_{ik}/2$ = 150 kN  Figuur 2
0,5 – 1,60 m	$Q_{1k}/2$ = 150 kN (TS1) $Q_{2k}/2$ = 100 kN (TS2)  Figuur 3	$Q_{1k}/2$ = 150 kN (TS1) $Q_{2k}/2$ = 100 kN (TS2)  Figuur 4
1,60 - 2,50 m	Aslast Q_{1k} = 300 kN (TS1)  Figuur 5	Aslast Q_{1k} = 300 kN (TS1)  Figuur 6

Lj	Wj ≤ 1,20 m	Wj > 1,20 m
> 2,50 m	Aslast: zie tabel B1  Figuur 7	Aslast: zie tabel B1  Figuur 8

Opmerkingen bij tabel B1.2:

1) *De geselecteerde positie(s) van de aslasten dienen zodanig te zijn dat deze het meest ongunstige effect hebben op de onderliggende voegovergangsconstructie tussen de schampkanten/voertuigkeringen. Dit kan resulteren in verschillende belastingen met verschillende posities.*
2) *Voor de minimumafstand tussen twee aansluitende wielcontactvlakken dient 0,10 m loodrecht op de rijrichting te worden genomen.*
3) *Ten aanzien van het wielcontactoppervlak geldt Figuur B1.3.*
4) *De spreiding door de verharding op de voegovergangen volgens §4.3.6 van EN 1991-2 dient, met uitzondering voor flexibele en verborgen voegovergangen, buiten beschouwing te worden gelaten.*
5) *De dynamische vergroting is opgenomen in de belastingen, uitgezonderd de effecten van resonantie.*
6) *De gegeven belastingen in dit artikel zijn inclusief de effecten van de langs- en dwarsonvlakheid van het wegdek.*
7) *De gegeven belastingmodellen in dit artikel zijn inclusief de ongelijkmatig verdeelde belasting over de assen als gevolg van centrifugaalkrachten.*

B1.2.1.2 Belastingen op voetpaden

Geconcentreerde belasting Q_{fwk} = 35 kN op een wielcontactoppervlak van 200x200 mm².
Met deze geconcentreerde belasting zijn alle belastingeffecten afgedekt.

B1.2.1.3 Buitengewone belasting

De in rekening te brengen buitengewone belasting betreft een voertuig op voegovergangen in voetpaden, fietspaden en inspectiepaden.

(1) In het geval een voertuigkering met een voldoende hoog beschermingsniveau (H4) is voorzien, hoeft er geen rekening te worden gehouden met de aslast op de voegovergang voorbij dit punt.

(2) In het geval geen voertuigkeringen met een voldoende hoog beschermingsniveau (H4) is voorzien, dient één buitengewone aslast te worden meegerekend voor de onbeschermde delen van de voegovergang (onder en achter de voertuigkering tot aan het uiteinde van voegovergangen bij de rand van het brugdek).

De aslast is:
$A_d = \alpha_{Q2} Q_{2k} = 200kN$ [1]

De wielbelasting bij een waarde van $\alpha_{Q2} = 1,0$ is: $F = A_d/2 = 100$ kN

Opmerking: De ROK-aanvulling op §4.7.1 (1)P van EN 1991-2 sluit toepassing van (1) uit. (2) geldt dus in principe altijd.

B1.2.2 Model voor horizontale belasting

De horizontale belasting op voegovergangen is afgeleid van Belastingmodel 1 volgens EN 1991-2.
Alleen tandemstelsels TS zijn van toepassing; de gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL) worden niet in rekening gebracht, aangezien deze niet relevant zijn voor de voegovergangen.
Afhankelijk van de breedte van de voegovergang, zal één as van een tandem in rekening worden gebracht wanneer W_j kleiner is dan of gelijk is aan 1,20m of twee assen wanneer W_j groter is dan 1,20 m.

B1.2.2.1 Rem- en versnellingskrachten

Rem- en versnellingskrachten worden geacht in de richting van de lengteas van de rijbaan te werken en worden alleen afgeleid van TS1 van belastingmodel 1.
De rem- of versnellingskracht die door één as wordt uitgeoefend op een element van de voegovergang zal worden berekend als:
$Q_{lk} = b_k * \alpha_{Q1} * Q_{1k} = 120kN$ [2]

De waarde voor α_{Q1} is 1,0 en
$b_k = 0,4$, de karakteristieke waarde van de relatie tussen Q_{lk}/ Q_{1k} voor het vertragingseffect.

1) Waar relevant dient de invloed van de tweede as van TS1 in rekening te worden gebracht.
2) De rem- of versnellingskracht van een wiel mag worden verdeeld over de lastdragende elementen, equivalent aan de gesommeerde contactspanningen, zoals bepaald na het in mindering brengen van spleten en openingen (zie figuur B1.1). Een mogelijk gevolg is dat de horizontale krachten de krachten zijn die worden veroorzaakt door één wiel of een deel daarvan.
3) Remkrachten die niet in de richting van de lengteas van de brug werken (bijvoorbeeld slipkrachten), hoeven niet afzonderlijk in rekening te worden gebracht aangezien deze zijn gedekt door artikel B1.2.2.2, Centrifugaalkrachten .

B1.2.2.2 Centrifugaalkrachten

De centrifugaalkrachten zijn afgeleid uit Belastingmodel 1.
$Q_V = \Sigma \alpha_{Qi} * Q_{ik}$ [3]
De centrifugaalkracht is: $Q_{tk} = 0,2\ Q_V$ [4]
Voor een as in rijstrook 1: $Q_{tk} = 60$ kN
Voor een as in rijstrook 2: $Q_{tk} = 40$ kN
Voor een as in rijstrook 3: $Q_{tk} = 20$ kN
Voor de drie assen in rijstroken 1, 2 en 3: $\Sigma Q_{tk} = 120$ kN
De waarde voor α_{Qi} is 1,0 (i = 1,2 en/of 3).
De opmerkingen bij tabel B1.2 zijn van toepassing.
Waar relevant dient rekening te worden gehouden met de invloed van de tweede as.

B1.2.2.3 Aanrijdbelastingen

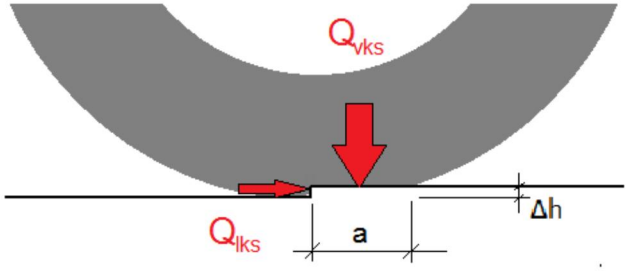
Naast de rem- en versnellingskrachten conform B1.2.2.1 dient voor voegovergangen die ten opzichte van de aangrenzende verharding ongevoelig zijn voor spoorvorming, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is een maximale spoorvorming van 9 mm zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).
De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade aan de voegovergang.

De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting $Q_{1k}/2$ = 150 kN) volgens figuur B1.5 wordt uitgeoefend op een element van de voegovergang is:
$Q_{lks} = 0{,}1\ Q_{1k} * ½ \quad = 15$ kN [5]

Voor het hoogteverschil tussen voegovergang en aangrenzend wegdek geldt:
Δh = 9 mm.

Voor wielcontactoppervlak op de voegovergang geldt:
a = 200 mm.

Voor de gelijktijdig aanwezige verticale wiellast op de voegovergang geldt:
Q_{vks} = 100 kN.



Figuur B1.5 Belastingmodel voor aanrijdbelasting op voegovergangen

B1.2.2.4 Buitengewone belastingen

Aanrijdkrachten op schampkanten van voegovergangen .
In het ontwerp van de voegovergang kan op twee manieren rekening worden gehouden met aanrijdkrachten op schampkanten:

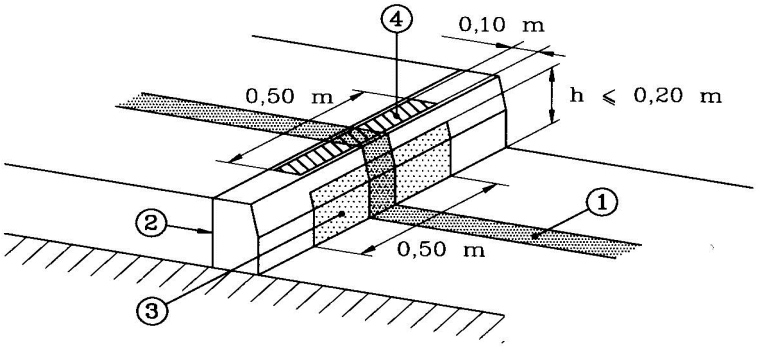
a. De uitgeoefende krachten zijn in overeenstemming met EN 1991-2, artikel 4.7.3.2, en de constructie (voegovergang met schampkanten) dient deze krachten zonder schade te kunnen opvangen.
b. De schampkanten kunnen worden gerepareerd en/of vervangen; zelfs ernstige schade aan de schampranden heeft geen gevolgen voor de constructie van de voegovergang.

Opmerking:

Voegovergangen zullen ter plaatse van de aansluiting op de schampkant meestal verdiept liggen doordat de voegovergang onder een hoek geleidelijk in de schampkant wordt opgenomen. Hierdoor wordt de voegovergang niet belast. Situatie b zal daarom meestal van toepassing zijn.

B1.2.2.4.1 Schampkanten die niet geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

Schade aan de schampkanten heeft gevolgen voor de constructie van de voegovergang. De buitengewone belasting A_d door een aanrijding van een voertuig tegen de schampkanten wordt in rekening gebracht als een zijwaartse kracht F_h die gelijk is aan 100 kN werkend op een verticaal oppervlak met een lengte van 0,5 m en een maximale hoogte van 0,2 m, samen met een verticale verkeersbelasting die samenvalt met de aanrijdkracht en die gelijk is aan $0{,}33\alpha_{Q1}Q_{1k}$ op een horizontaal oppervlak met een lengte van 0,5 m en een breedte van 0,1 m (zie Figuur B1.6).
De waarde voor α_{Q1} is 1,0.
A_d = 100 kN (horizontaal) "+" 50 kN (verticaal)



① Voegovergang
② Schampkant
③ Verticaal oppervlak voor zijwaartse kracht F_h = 100 kN
④ Horizontaal oppervlak voor verticale kracht F_v = 50kN

Figuur B1.6: buitengewone belastingen van schampkanten

B1.2.2.4.2 Schampkanten die geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

Zelfs ernstige schade aan de schampkanten heeft geen gevolgen voor de constructie van de voegovergang.

Er dient een horizontale belasting A_d van 10 kN in rekening te worden gebracht op de schampkant. Er hoeven geen verticale belastingen te worden uitgeoefend. Het introduceren van de belasting is vergelijkbaar met B1.2.2.4.1.

Een afdekplaat is een voorbeeld van een schampkantoplossing die geschikt is voor reparatie en/of vervanging.

B1.3 Belastingsmodellen voor vermoeiing

B1.3.1 Algemeen

De hierna gegeven belastingmodellen voor vermoeiing 1 ($FLM1_{EJ}$) en 2 ($FLM2_{EJ}$) zijn gebaseerd op respectievelijk FLM1 en FLM4 van EN 1991-2.
In afwijking van EN 1991-2 worden aangepaste wielcontactoppervlakken gegeven, aangezien voegovergangen oppervlakte-elementen zijn die een meer accurate modellering van de interactie tussen de aslast en het wegoppervlak vereisen.
De inwerkingen, afgeleid van de belastingmodellen voor vermoeiing, die van invloed zijn op het vermoeiingsgedrag kunnen verticaal of horizontaal zijn, of een combinatie hiervan. De belastingmodellen in EN 1991-2 zijn inclusief een vergroting van de dynamische belasting die behoort bij verhardingen van goede kwaliteit, wat eveneens relevant is voor voegovergangen.
De onvlakheid en de resonantie bij de voegovergang kunnen resulteren in een aanvullende dynamische factor $\Delta\varphi_{fat}$ voor verticale belastingen. In het geval van horizontale belastingen kan een aanvullende dynamische factor $\Delta\varphi_{fat,h}$ bestaan die verschilt van de aanvullende dynamische factor voor verticale belastingen.

Terugvering na belasting (vrije trilling) dient waar relevant in rekening gebracht te worden.

Aangezien er geen interferentie is tussen effecten van opeenvolgende aslasten, is in de belastingmodellen voor voegovergangen alleen rekening gehouden met aslasten (geen voertuigbelastingen).
In het geval van de vermoeiingsbeoordeling van voegovergangen is $FLM1_{EJ}$ van toepassing. $FLM1_{EJ}$ is bedoeld om vast te stellen of de vermoeiingslevensduur als onbeperkt kan worden beschouwd.
Als een alternatief kan $FLM2_{EJ}$, een set equivalente assen, worden gekozen.

Tabel B1.3: astypen, wielcontactoppervlakken en as-geometrieën

Belastingmodel voor vermoeiing	Astype	Wielcontactoppervlak A_w (l x b)	Wielcontactoppervlak/as-geometrie in dwarsrichting
$FLM1_{EJ}$		300 x 250	Wielcontactoppervlak 250 mm, spleet 100 mm, wielcontactoppervlak 250 mm, afstand 1300 mm, wielcontactoppervlak 250, spleet 100 mm, wielcontactoppervlak 250 mm.
$FLM2_{EJ}$	A	300 x 250	Wielcontactoppervlak 250 mm, afstand 2000 mm, wielcontactoppervlak 250 mm.
	B	300 x 250	Zie $FLM1_{EJ}$.
	C	300 x 333	Wielcontactoppervlak 333 mm, afstand 1834 mm, wielcontactoppervlak 333 mm. In het geval van elementen die niet worden blootgesteld aan de totale wiel-/aslast, is een alternatief om as C te vervangen door as A.

Voor het gebruik van dit model kan het aantal voertuigen worden bepaald uit EN 1991-2, tabel 4.5. De verdeling in dwarsrichting wordt gegeven in EN 1991-2, Figuur 4.6.
Het histogram voor verticale aslasten in tabel B1.4 is afgeleid van EN 1991-2, tabel 4.7 voor het verkeerstype lange afstand. Het aantal verticale aslasten per jaar kan worden vastgesteld door het aantal voertuigen per jaar uit EN 1991-2, tabel NB5-4.5, te vermenigvuldigen met het aantal assen per voertuig.

B1.3.2 Belastingmodel voor vermoeiing 1 ($FLM1_{EJ}$)

De interactie van de verticale en de horizontale krachten uitgeoefend door één as voor hellingen in richting evenwijdig aan lengte as van de rijbaan niet steiler dan 4 %, dient te worden berekend als:
Verticale belasting:

$$Q_{1k,fat} = \Delta\varphi_{fat} * Q_{1k} * 0,8 = 312 \text{ kN} \quad [6]$$

met

$\Delta\varphi_{fat} = 1,3$
$Q_{1k} = 300$ kN

in combinatie met een horizontale belasting in de rijrichting:

$$Q_{1lk,fat} = 0,2 * \Delta\varphi_{fat,h} * Q_{1k} * 0,8 = 48 \text{ kN} \quad [7]$$

met:

$\Delta\varphi_{fat,h}$ = 1,0

In het geval van hellingen steiler dan 4% geldt het volgende:
$Q_{1lk,fat}$ = (8,5x + 14) kN (x = helling in %)

In aanvulling op de horizontale belasting $Q_{1lk,fat}$ dient voor voegovergangen die ten opzichte van de aangrenzende verharding ongevoelig zijn voor spoorvorming, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is de gemiddelde spoorvorming zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).
De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade.

De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting$Q_{1;k}$/2 = 150 kN) wordt uitgeoefend op de voegovergang is:
$Q_{1;lks;fat}$ = 0,07 * $\Delta\varphi_{fat,h}$* ½ Q_{1k} * 0,8 = 11 kN [8]
met:
$\Delta\varphi_{fat,h}$= 1,3
Q_{1k} = 300 kN

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing
- Δh = 5 mm.
- a = 180 mm.
- Q_{vks} = 95 kN.

Opmerking:
De factor 0,8 in formules 6,7 en 8 geldt voor voegovergangen in wegen met verkeerscategorie 1 volgens §5.2.2.2. Voor overige verkeerscategorieën mag de waarde 0,7 worden aangehouden, tenzij het contract anders voorschrijft.

B1.3.3 Belastingmodel voor vermoeiing 2 ($FLM2_{EJ}$)
Voor het aantal voertuigen zie §5.2.2.2 van deze RTD; de verdeling in dwarsrichting wordt gegeven in Figuur 4.6 van EN1991-2 .
De interactie van verticale en horizontale aslasten voor hellingen in de rijrichting wordt gegeven in tabel B1.4.

Tabel B1.4: verticale en horizontale belastingen voor vermoeiing

$Q_{1k,fat}$ Verticale aslast in kN inclusief $\Delta\varphi_{fat}$ = 1,3	$Q_{1lk,fat}$ Horizontale aslast kN in rijrichting inclusief $\Delta\varphi_{fat,h}$ = 1,0	Gemiddeld aantal assen per voertuig		Astype
		Lange afstand	Middellange afstand	
100	-	0,76	1,10	A
120	-	1,80	1,25	C
150	3x + 8 (min 20 kN)	0,12	0,20	B
170	4,5x + 6 (min 24 kN)	0,30	0,45	B
190	5x + 8 (min 28 kN)	0,66	0,45	B

Toelichting:
x = helling in % met een minimumwaarde van 4.
De belastingen genoemd in tabel B1.4 zijn inclusief de volgende aanvullende dynamische factoren $\Delta\varphi_{fat}$ = 1,3 en $\Delta\varphi_{fat,h}$ = 1,0.

Voor verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen mag voor $\Delta\varphi_{fat}$ de waarde 1,0 worden aangehouden. Voor overige voegovergangen mag deze factor alleen aangepast worden als door middel van voertuigbelastingproeven kan worden aangetoond dat een lagere waarde van toepassing is.

Opmerkingen:

- *Bij flexibele voegovergangen is de berekening voor vermoeiing alleen mogelijk voor de afdekplaat. Voor de voegmassa behoeft alleen de spoorvorming in relatie tot de optredende (vermoeiing)belasting te worden beschouwd.*
- *In ETAG032-4 is in §5.1.3.3 aangegeven dat $\Delta\varphi$fat gelijkgesteld mag worden aan 1. Echter volgens deze RTD dient 1,3 aangehouden te worden.*
- *De waarde $\Delta\varphi$fat = 1,15 volgens de Nationale Bijlage van EN 1991-2 geldt niet voor voegovergangen*

Naast de horizontale belasting $Q_{1lk,fat}$ dient voor voegovergangen die ongevoelig zijn voor spoorvorming zoals in de aangrenzende verharding, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is de gemiddelde spoorvorming zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).
De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade.

De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één (dubbel) wiel wordt uitgeoefend op de voegovergang is:
$Q_{1;lks;fat} = 0,07 * ½ Q_{1k;fat}$ [9]
met:
$Q_{1k;fat}$ = verticale aslast inclusief $\Delta\varphi_{fat} = 1,3$ conform table B1.4

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing
- Δh = 5 mm.
- a = 180 mm.
- $Q_{vks;fat}$: zie tabel B1.7

Tabel B1.7: Aanrijdbelasting per (dubbel) wiel in kN voor $FLM2_{ej}$

	Verticale aslast $Q_{1k,fat}$ in kN inclusief $\Delta\varphi_{fat}$ = 1,3				
	100kN	120kN	150kN	170 kN	190 kN
$Q_{1;lks;fat}$ [kN]	3,5	4,2	5,2	6,0	6,7
$Q_{vks;fat}$ [kN]	30	36	45	52	57

B1.4 Ontwerpsituaties

B1.4.1 Algemeen

In de onderstaande vergelijkingen dient het teken "+" te worden gelezen als: "in combinatie met".
In voegovergangen kunnen de horizontale belastingen niet onafhankelijk van verticale belastingen optreden. De factor ψ_0 wordt gebruikt om rekening te houden met het effect van belastingen die van dezelfde bron afkomstig zijn.

B1.4.2 Combinaties in de uiterste grenstoestand

Het samenvallen van verkeersbelastingen en openingsposities van de overgang wordt binnen verschillende ontwerpsituaties gecombineerd met behulp van de combinatiefactoren ψ_{0T}, ψ_{0d}, ψ_{0lk}, ψ_{0tk}.

B1.4.2.1 Fundamentele combinaties (STR)

De combinatie van blijvende en veranderlijke belastingen voor de uiterste grenstoestand kan resulteren in diverse ontwerpsituaties, afhankelijk van de geometrie van de elementen van de voegovergang en de daarbij behorende invloedslijnen of -oppervlakken.

$$C_{ULS} = \gamma_{Gi} G_k \text{ "+" } \gamma_F F_{ik} \text{ "+" } \gamma_{Q1} [\psi_{0T} Q_{1k} \text{ "+" } \psi_{0lk} Q_{lk1} \text{ "+" } \psi_{0tk} Q_{tk1} \text{ "+" } Q_{2k} \text{ "+" } \psi_{0tk} Q_{tk2} \text{ "+" } Q_{3k} \text{ "+" } \psi_{0tk} Q_{tk3}] \text{ "+" } \gamma_{dE} * \psi_{0d} d_{Ek} \quad [10]$$

d_{Ek} = Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang
F_{ik} = Karakteristieke interne kracht

De waarden van de partiële factoren γ worden gegeven in tabel B1.5 en de waarden van de combinatiefactoren ψ_0 worden gegeven in tabel B1.6.

Tabel B1.5: partiële factoren γ

Partiële factor	Ongunstig	Gunstig	Opmerking
γ_{Gi}	1,35	1,00	
γ_{F1}	1,20	0,90	In het geval de gevolgen van falen lokaal en/of te verwaarlozen zijn.
γ_{F2}	1,50	0,70	In het geval de gevolgen van falen globaal en/of aanzienlijk zijn.
γ_{Qi}	1,35	Niet van toepassing	In geval van de ontwerpsituatie met sterk remmend verkeer (C_{ULS3}) mag 1,00 worden aangehouden
γ_{dE}	1,20	Niet van toepassing	Deze factor komt overeen met de factor genoemd in §5.1.8 van deze RTD

Tabel B1.6: combinatiefactoren ψ_0

C_{ULS}	Ontwerpsituatie	ψ_{0T}	ψ_{0d}	ψ_{0lk}	ψ_{0tk}
1	Iets gereduceerde openingspositie met maximale verkeersbelastingen, rijdend verkeer met centrifugaaleffecten	1,00	0,80	0,00	0,50
2	Maximale openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, afremmend verkeer met centrifugaaleffecten	0,70	1,00	0,50	0,50
3	Gereduceerde openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, sterk remmend verkeer met centrifugaaleffecten	1,00	0,60	1,00	0,50

ψ_{0T} : combinatiefactor voor verticale verkeersbelastingen
ψ_{0d} : combinatiefactor voor openingspositie
ψ_{0lk} : combinatiefactor voor horizontale verkeersbelastingen in de rijrichting
ψ_{0tk} : combinatiefactor voor horizontale verkeersbelastingen loodrecht op de rijrichting

Voor een overkoepelende aanpak, waarin alle ontwerpsituaties worden afgedekt, kunnen de factoren ψ_0 als volgt worden aangenomen:
ψ_{0T} = 1,00,
ψ_{0d} = 1,00,
ψ_{0lk} = 1,00,
ψ_{0tk} = 0,50

Voorbeeld voor rijdend en afremmend verkeer:

C_{ULS-1}= 1,35 G_k *verticaal* "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,35 x 1,00 [300 kN *verticaal* "+" (0,50 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (0,50 x 40 kN *horizontaal loodrecht*)"+" 100 kN"+" 0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 0,8 x 1,2 x d_{Ek}

C_{ULS-2}= 1,35 G_k *verticaal* "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,35 x 0,70 [300 kN *verticaal* "+" (0,50 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (0,50 x 40 kN *horizontaal langsrichting*) "+" 100 kN "+" 0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 1,00 x 1,20 x d_{Ek}

C_{ULS-3}= 1,35 G_k *verticaal* "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,35 x 1,00 [300 kN *verticaal* "+" (1,00 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (1,00 x 40 kN *horizontaal langsrichting*) "+" 100 kN "+" 0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 0,60 x 1,20 x d_{Ek}

B1.4.2.2 Combinaties voor buitengewone ontwerpsituaties

De combinatie van buitengewone, blijvende, en veranderlijke belastingen kan resulteren in diverse ontwerpsituaties, afhankelijk van de geometrie van de elementen van de voegovergang en de daarbij behorende invloedslijnen of -oppervlakken.
Er worden geen buitengewone belastingen in rekening gebracht voor de rijbaan. Het effect van buitengewone belastingen is lokaal (op het voetpad en de schampkant) en zal om die reden alleen worden gecombineerd met de verkeersbelastingen in rijstrook 1.

$C_{ULS-ACC}$= G_k "+" F_{ik} "+" ψ_{2k} (Q_{1k} "+" Q_{lk1} "+" Q_{tk1}) "+" A_d"+" $\psi_{2d}d_{Ek}$ [11]
ψ_{2k} = Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van een veranderlijke belasting
ψ_{2d} = Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van de openingspositie

Voorbeeld van buitengewone voertuigbelasting op schampkant:
ULS ACC, ongunstig, de gevolgen van falen zijn lokaal en/of te verwaarlozen, simulatie van rijdend verkeer.

$C_{ULS,A2}$= G_k *verticaal* "+" F_{ik} "+" 0,3 [300 kN *verticaal* "+" 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" (100 kN *horizontaal loodrecht* "+" 50 kN *verticaal*) + 0,6 d_{Ek}

Voor de combinatie $C_{ULS,A1}$ bij het simuleren van een buitengewone wielbelasting op het voetpad
ψ_{2k} = 0,30, Combinatiefactor voor verkeersbelastingen
ψ_{2d} = 0,60, Combinatiefactor voor openingspositie
Voor A_d: zie B1.2.1.3.

Voor de combinatie $C_{ULS,A2}$ bij het simuleren van een buitengewone wielbelasting op de schampkant
ψ_{2k} = 0,30, Combinatiefactor voor verkeersbelastingen
ψ_{2d} = 0,60, Combinatiefactor voor openingspositie
Voor A_d: zie B1.2.2.4.

B1.4.2.3 Combinatie voor seismische ontwerpsituaties

Ontwerpsituaties met aardbevingsbelastingen worden bij voegovergangen niet beschouwd.

B1.4.2.4 Combinatie voor grenstoestand vermoeiing (FAT)

De vermoeiingslevensduur dient te worden geëvalueerd voor de meest ongunstige posities van de verkeersbelastingen.

De interactie tussen verticale en horizontale belastingen dient waar relevant in rekening te worden gebracht.

Combinatie voor grenstoestand voor vermoeiing:
$C_{FAT} = F_{ik}$ "+" $[Q_{1k,fat}$ "+" $Q_{lk1,fat}]$ "+" $\psi_{0d} d_{Ek}$ [12]

ψ_{0d} = 0,6 Combinatiefactor
d_{Ek} = Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang

Voorbeeld van vermoeiing voor verificatie van onbeperkte vermoeiingslevensduur volgens $FLM1_{EJ}$:
$C_{FAT} = F_{ik}$ "+" [$\Delta\varphi_{fat}$ 240 kN *verticaal* "+" $\Delta\varphi_{fat,h}$ 48 kN *horizontaal*] "+" 0,60 maximaal aangegeven openingspositie van de voegovergang.

B1.4.3 Karakteristieke combinaties voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (Symbolen zoals voor combinaties in de uiterste grenstoestand)

De belastingen dienen zoals hieronder aangegeven te worden gecombineerd.
$C_{SLS,CHAR} = G_k$ "+" F_{ik} "+" ψ_{0T} $[Q_{1k}$ "+" $(\psi_{0lk} Q_{lk1}$ "+" $\psi_{0tk} Q_{tk1})$ "+" Q_{2k} "+" $(\psi_{0tk} Q_{tk2})$"+" Q_{3k} "+" $(\psi_{0tk} Q_{tk3})]$ "+" $\psi_{0d} d_{Ek}$ [13]

F_{ik} = Karakteristieke interne kracht
d_{Ek} = Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang
De waarden van de combinatiefactoren ψ_0 worden gegeven in tabel B1.6.

Voor een omhullende aanpak, waarin alle ontwerpsituaties worden afgedekt, kunnen de factoren ψ_0 als volgt worden aangenomen:
ψ_{0T} = 1,00,
ψ_{0d} = 1,00,
ψ_{0lk} = 1,00,
ψ_{0tk} = 0,50

Voorbeeld van karakteristieke combinatie:

$C_{SLS,CHAR\ 1} = G_k$ "+" F_{ik} "+" 1,00 [300 kN *verticaal* "+" (0,00 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (0,50 x 40 kN *horizontaal loodrecht*)"+" 100 kN *verticaal* "+" (0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 0,8 x d_{Ek}

$C_{SLS,CHAR\ 2} = G_k$ "+" F_{ik} "+" 0,70 [300 kN *verticaal* "+" (0,50 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (0,50 x 40 kN *horizontaal loodrecht*)"+" 100 kN *verticaal* "+" (0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 1,0 x d_{Ek}

$C_{SLS.CHAR\ 3} = G_k$ "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,00 [300 kN *verticaal* "+" (1,00 x 120 kN *horizontaal langsrichting* "+" 0,50 x 60 kN *horizontaal loodrecht*) "+" 200 kN *verticaal* "+" (1,00 x 40 kN *horizontaal langsrichting*) "+" 100 kN "+" 0,50 x 20 kN *horizontaal loodrecht*)] "+" 0,60 x d_{Ek}

Lijst met afkortingen

Afkorting	Toelichting	Referentie
	Latijnse hoofdletters	
C_{FAT}	Combinatie voor grenstoestand voor vermoeiing	
C_{SLS}	Combinatie voor grenstoestand voor bruikbaarheid	-
$C_{SLS-FREQUENT}$	Frequente combinatie	-
C_{ULS}	Combinatie van permanente en tijdelijke ontwerpsituaties voor ULS	-
$C_{ULS-ACC}$	Combinatie voor buitengewone ontwerpsituatie	-
FLM1	Belastingmodel 1 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.2
$FLM2_{EJ}$	Belastingmodel 2 voor vermoeiing voor voegovergangen	-
$FLM1_{EJ}$	Belastingmodel 1 voor vermoeiing voor voegovergangen	-
FLM4	Belastingmodel 4 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.5
F_{ik}	Karakteristieke interne kracht veroorzaakt door voorspanning en opgelegde vervormingen	-
G	Eigen gewicht (permanente werking)	EN 1990, cl. 1.6
LM1	Model 1 voor statische belasting	EN 1991-2 cl. 4.3.1 en 4.3.2
L_j	Structurele (effectieve) lengte van de voegovergang	-
P_{D-wiel}	Verticale wielbelasting (ontwerp)	-
S	Wielcontactoppervlakoppervlak	-
SLS	Grenstoestand voor bruikbaarheid	EN 1990 cl. 6.5
S_V	Gebied met spleten en openingen	-
Q_V	De gesommeerde en gecorrigeerde verticale belastingen voor het bepalen van de gesommeerde centrifugaalbelasting	-
Q_{fwk}	Geconcentreerde verticale belasting voor simulatie van voetgangersbelastingen	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 5.1
Q_{ik}	Verticale belasting van één as in rijstrook “i”	EN 1991-2 cl. 4.3.1 en 4.3.2
Q_{lk}	Remkracht van één as (in de rijrichting)	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.1
Q_{lks}	Aanrijdkracht van één (dubbel) wiel	-
Q_{vks}	Deel van de verticale belasting van één (dubbel) wiel dat gelijktijdig met de aanrijdkracht aanwezig is op de voegovergang.	-
Q_{tk}	Centrifugaalkracht (loodrecht op de rijrichting)	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.2
$Q_{1k,\ fat}$	Verticale vermoeiingsbelasting voor rijstrook 1	-
$Q_{1lk,\ fat}$	Horizontale vermoeiingsbelasting voor rijstrook 1 (in de rijrichting)	-
$Q_{1lks,fat}$	Horizontale vermoeiingsbelasting ten gevolge van de aanrijdkracht van een (dubbel) wiel voor rijstrook 1 (in de rijrichting).	-
$Q_{vks;fat}$	Deel van de verticale belasting van één (dubbel) wiel dat gelijktijdig met de aanrijdkracht $Q_{1lks,fat}$ aanwezig is op de voegovergang.	-
Q_{2k}	Buitengewone, verticale karakteristieke verkeersbelasting	EN 1991-2, cl. 4.7.3.1
TSi	Verticale belasting tandemstelsel in rijstrook “i”	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.3.2
ULS	Uiterste grenstoestand	EN 1990 cl. 6.4
W_j	Effectieve breedte van de voegovergang in de maximale openingspositie	-

Afkorting	Toelichting	Referentie
	Latijnse kleine letters	
b_k	Karakteristieke waarde van het vertragingseffect	-
d_{Ek}	Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang waarbij de voegovergang nog aan alle functionele eisen voldoet	-
	Griekse hoofdletters	
$\Delta\varphi_{fat}$	Aanvullende dynamische factor voor verticale aslasten voor vermoeiing	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.6.1
$\Delta\varphi_{fat,h}$	Aanvullende dynamische factor voor horizontale aslasten voor vermoeiing	-
	Griekse kleine letters	
α_{Qi}, α_{qi}	Correctiefactoren van bepaalde strookbelastingmodellen in rijstroken i (I = 1, 2, ...)	EN 1991-2, cl. 4.3.2
α_{Q2}	Correctiefactoren voor model voor buitengewone belasting	EN 1991-2, cl. 4.3.2 en 4.7.3.1
γ_{F1}	Partiële belastingfactor voor situaties waarin de gevolgen van falen lokaal en/of te verwaarlozen zijn	-
γ_{F2}	Partiële belastingfactor voor situaties waarin de gevolgen van falen globaal en/of aanzienlijk zijn	-
γ_G	Partiële belastingfactor voor permanente werkingen	EN 1990, cl. 1.6
γ_{Qi}	Partiële belastingfactor voor variabele werkingen (aslasten: TSi)	EN 1990, cl. 1.6
γ_q	Partiële belastingfactor voor variabele werkingen (gedistribueerde belastingen: UDL)	EN 1990, cl. 1.6
$\sigma_{Contact}$	Contactdruk tussen wiel en oppervlak van voegovergang	-
ψ_{0T}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen	-
ψ_{0d}	Combinatiefactor voor openingspositie van voegovergang	-
ψ_{0lk}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen veroorzaakt door remmend vrachtverkeer	-
ψ_{0tk}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen veroorzaakt door centrifugaaleffecten op vrachtverkeer	-
ψ_{2k}	Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van een variabele werking	EN 1990, cl. 1.6
ψ_{2d}	Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van de openingspositie van de voegovergang	-
ψ_{1k}	Combinatiefactor voor frequente waarde van een variabele werking	EN 1990, cl. 1.6
ψ_3	Combinatiefactor voor de quasi-permanente waarde van thermische belastingen	-

Bijlage 2 Inhoud prestatieverklaring (DoP)

De in deze RTD genoemde prestatie-eisen dienen te worden afgedekt en in een Prestatieverklaring (Declaration of Performance, afgekort DoP) te worden verklaard door de leveranciers.

De DoP bevat minimaal de volgende informatie:

1. Naam van het voegtype en typenummer, conceptnummer uit de Meerkeuzematrix (RTD1007-1) en een korte beschrijving van de voegovergang inclusief alle onderdelen of verwijzing naar een standaardtekening.
   Opmerking: onder typenummer wordt verstaan een door de leverancier aan te geven uniek nummer dat de generatie aangeeft in verband met mogelijk doorgaande productontwikkeling.
2. Beschrijving van het bedoelde gebruik:
   - Gebruikscategorie (type weg, verkeerscategorie volgens EN1992-1 tabel 4.5n)
   - Ontwerplevensduur voegovergang en vervangbare onderdelen
   - Beschrijving van het benodigde onderhoud
   - Omgevingstemperatuurbereik waarbij het functioneren van de voegovergang is geverifieerd
   - Opneembare verplaatsingen in alle richtingen (x,y,z)
   - Het bereik t.a.v. de kruisingshoek waarbij de voegovergang aan alle functie-eisen kan blijven voldoen
   - De maximale voegspleet in het brugdek (de brugdekopening).
3. Mechanische eigenschappen en toegepaste verificatiemethode:
   - Mechanische weerstand statische belasting (gebruikt statisch belastingmodel en gebruikte partiële factoren voor belasting en sterkte)
   - Mechanische weerstand tegen vermoeiing (gebruikte vermoeiingsbelastingmodel, aanvullende dynamische vergrotingsfactor ($\Delta\varphi_{fat}$), mate van opslingering en de gebruikte partiële factoren voor belasting en sterkte)
   - Weerstand tegen slijtage
4. Eigenschappen m.b.t. veiligheid in gebruik en verificatiemethode;
   - maximale spleetbreedte in het wegoppervlak
   - niveauverschillen/vlakheid in belaste en onbelaste toestand
   - stroefheid
   - afwateringscapaciteit
5. Eigenschappen m.b.t. geluidsproductie en verificatiemethode;
   De geldigheid van de prestaties in relatie tot:
   - de overgang op de aansluitende verharding
   - de hoek tussen de voegovergang en de rijrichting
   - de voegopening “
6. Eigenschappen m.b.t. waterdichtheid en verificatiemethode;
7. Eigenschappen m.b.t. duurzaamheid
   - Corrosiviteitscategorie
   - Duurzaamheidsklasse en levensduurverwachting van de conservering
   - Type conserveringssysteem en bijbehorende norm/specificatie

Bijlage 3 Overzicht relevantie ontwerpeisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief)

In de volgende tabel is per productfamilie aangeven welke ontwerpeisen van toepassing zijn en welke (combinatie van) verificatiemethode(n) in de praktijk gangbaar en/of het meest geschikt is.

Legenda:

-	= verificatie niet relevant voor productfamilie
A	= kwalitatieve analyse/beschouwing
B1	= berekening/constructieve analyse (eenvoudig mechanicamodel)
B2	= geavanceerde berekening/constructieve analyse (Eindig Elementen Model)
T1	= (type)test op onderdeel/component
T2	= full-scale typetest op voegovergang (of evaluatie referentievoegovergang)
"+"	= in combinatie met
"/"	= of
( )	= afhankelijk van ontwerp

RTD1007-2 artikel	Aspect		1. Voegovergangen met randprofielen	2.Vingervoeg-overgangen	3. Mattenvoeg overgangen	4. Flexibele voegovergangen	5. Verborgen voegovergangen	7. Lamellenvoeg overgangen
5.1	Bewegingscapaciteit		A	A	T2	T2	T2	A
5.2	Mechanische weerstand tegen bezwijken verkeersbelasting (STR)		B1	B1	B1	B1[a]	B1	B1+ T1[b]
	Mechanische weerstand tegen bezwijken door vermoeiing door verkeersbelasting (FAT)		B1+ T1	B1/B2[c] +T1	B1+T2	B1[a]+ T1/T2[d]	-	B1+ T1[e]
	Mechanische weerstand tegen vervormen door verkeersbelasting bruikbaarheidsgrenstoestand)		B1	B1	B1/T2	T1/T2[d]	T1/ T2	B1
	Slijtageweerstand		-	(T1)[f]	T1/T2[g]	-	-	T1[e]
	In rekening te brengen effecten	Opslingering	(B1/T2)[i]	B1/T2	B1/T2	-	-	B1/T2
		Spanningsconcentraties bij discontinuïteiten	(B1/B2)	B1/B2	(B1/B2)	-	-	B1/B2
		Toename kracht bij voorgespannen verbindingen	(B1)[i]	(B1)	(B1/B2)	-	-	-
		Verlies aan voorspanning/ vermindering van demping door kruip, relaxatie en veroudering	(B1)[i]	B1	(B1/T1)	-	-	B1+T1
		Volledig dynamisch gedrag	-	-	(B2/T2)[h]	-	-	B2+T2
5.3	Maximale spleetbreedte		A	A	A	-	-	A
	Minimale overlap		(A)[i]	A	-	-	-	(A)[i]
	Maximale verticale verplaatsing bij spleten		A	A	A	-	-	A
	Niveauverschillen in het bereden oppervlak		A	A+B1	T2	T2	-	A+B1
	Stroefheid		T1	T1	T1	T1	-	T1
	Afwateringscapaciteit		A	A	A	-	-	A
5.4	Geluid		T2	T2	T2	-	-	T2
5.5	Waterdichtheid		A/T1	A/T1	A / T2	T2	T2	A/ T1
5.6	Bescherming tegen corrosie		T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Bescherming tegen fysische/chem. aantasting		T1	T1	T1	T1	T1	T1
5.7	Vervangbaarheid voegovergang		A	A	A	A	A	A
	Vervangbaarheid onderdelen		A	A	A	-	-	A
	Inspecteerbaarheid/onderhoudbaarheid		A	A	A	-	-	A

[b] Zie bijlage 5, B5.2 voor een voorbeeld van een componenttest
[c] EEM-berekeningen in geval van complexe krachtsafdracht verankering en eventueel voor analyse van spanningsconcentraties
[d] Betreft in feite de mechanische weerstand tegen spoorvorming. Zie RTD1007-4 voor testen.
[e] Zie bijlage 5, B5.3 voor een voorbeeld van een test
[f] Betreft alleen de ondersteunde vingervoegen
[g] Zie bijlage 5, B5.4 voor een voorbeeld van een test
[h] Betreft ondersteunde types
[i] Bij toepassing geluidsreducerende voorzieningen

Bijlage 4 Eisen voor componenten van rubber en kunststof

Tabel B4.1 Eigenschappen van rubber voor afdichtingsmateriaal

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Componentnr.	-	-		Benaming	Benaming	Elke charge of certificaat 3.1
Dichtheid	ISO 2781	kg/m3		~50	~50	Elke charge of certificaat 3.1
Hardheid IRHD	ISO 48 ISO 7619-2	IRHD		63 +/- 5	63 +/- 5	Elke charge of certificaat 3.1
Treksterkte	ISO 37	N/mm2		Min. 11,0	Min. 11,0	Elke charge of certificaat 3.1
Rek bij breuk	ISO 37	%		Min. 350%	Min. 350%	Elke charge of certificaat 3.1
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	Type B proef 22 uur 70°C 25% constante deflectie	≤ 30	≤ 30	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37	IRHD	7 dagen bij 70°C	verandering van hardheid: ≤ +7,	verandering van de hardheid: ≤ +7,	Minimaal één keer per jaar
		%		afname van treksterkte: ≤ 20,	afname van treksterkte: ≤ 20,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 30.	afname van rek bij breuk: ≤ 30.	
Weerstand tegen ijsbestrijdings-middelen	ISO 1817	IRHD	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	afname van de hardheid: ≤ 5	afname van de hardheid: ≤ 5	
		%		volumetoename: ≤ 10	volumetoename: ≤ 10	
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812		Methode B bij –35°C	ISO 812, art 7.1.1.4 Voor geschiktheid bij minimale gebruikstemperatuur van –25°C		-

Tabel B4.2 Eigenschappen van rubber voor matten

Eigenschappen	Norm	Een-heid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 2781	kg/m3		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 50	Elke charge of certificaat 3.1
Hardheid IRHD	ISO 48 ISO 7619-2	IRHD		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 5	Elke charge of certificaat 3.1
Treksterkte	ISO 37	N/mm2		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge of certificaat 3.1
Rek bij breuk	ISO 37	%		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge of certificaat 3.1
Scheursterkte	ISO 34-1		Methode A	Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: -	Minimaal één keer per jaar
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	Type B proef ; 22 uur 70°C 25% constante deflectie	≤ 30	≤ 30	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37		7 dagen hete lucht 70°C	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal:	M.b.t. niet-verouderd materiaal:	Minimaal één keer per jaar
		IRHD		verandering van de hardheid: ≤ 7,	verandering van de hardheid: ≤7,	
		%		afname van treksterkte: ≤ 15,	afname van treksterkte: ≤ 15,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 25.	afname van rek bij breuk: ≤25.	
Weerstand tegen ijsbestrijdings-middelen	ISO 1817	IRHD %	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	afname van de hardheid: ≤ 5 volumetoename: ≤ 10	afname van de hardheid: ≤ 5; volumetoename: ≤ 10	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812		Methode B bij –35°C	ISO 812, artikel 7.1.1.4. Voor geschiktheid bij minimale gebruikstemperatuur van –25°C	-	-
Slijtweerstand	ISO 4649	mg	Methode B. 24 uur in plaats van 16 uur. Testtemperatuur 23 (± 3)°C Verticale kracht 10N (geen reductie toegestaan)	Resultaat van test (voor verdere identificatiedoeleinden)		-
Thermo-gravimetrische analyse	EN-ISO 11358 ISO 9924-1/-2 ASTM D6370			Resultaat van test	-	-
Rheometrische karakteristieken	ISO 3417 ISO 6502			Resultaat van test	Overeenkomstig typetest	Elke charge of certificaat 3.1

Tabel B4.3 Eigenschappen van rubber voor opleggingen, aandrukveren en stuurveren

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 2781	kg/m3		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 50	Elke charge
Hardheid IRHD	ISO 48 ISO 7619-2	IRHD		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 5	Elke charge
Treksterkte	ISO 37	N/mm2		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge
Rek bij breuk	ISO 37	%		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge
Scheursterkte	ISO 34-1		Methode A	Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: -	Minimaal één keer per jaar
Afschuifstijfheid	ISO 1827	N/mm2		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 0,2	Minimaal één keer per jaar
Blijvende vormverandering	ISO 815 B	%	22 uur bij 70°C, 25% constante deflectie	≤ 30	Dev. van typetest: ≤ 5%	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37		7 dagen hete lucht 70°C	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal	Minimaal één keer per jaar
		IRHD		verandering van de hardheid: ≤ +7	verandering van de hardheid: ≤ +7,	
		%		afname van treksterkte: ≤ 20,	afname van treksterkte: ≤ 20,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 30.	afname van rek bij breuk:≤30.	
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812	°C	Methode B bij –35° C	ISO 812 artikel 7.1.1.4	-	-
Hechting	ISO 813	N/mm2	Loslaten bij 90 Type falen	Resultaat van test (afgegeven waarde)	-	-
Thermo-gravimetrische analyse	EN-ISO 11358 ISO 9924-1/-2 ASTM D6370			Resultaat van test	-	-
Rheometrische karakteristieken	ISO3417 ISO 6502			Resultaat van test	-	-

Tabel B4.4 Eigenschappen van PTFE voor glijopleggingen, aandrukveren en geleidingen

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 1183	kg/m3		2140 - 2200	2140 - 2200	Elke charge
Hardheid IRHD (kogelindrukmethode)	ISO 2039-1	N/mm2	H132/60	23 - 33	23 - 33	Elke charge
Trekkarakteristieken	ISO 527-2	N/mm2		29 - 40	29 - 40	Elke charge
Rek bij breuk	ISO 527-2	%		≥ 300	≥ 300	Elke charge

Tabel B4.5 Materiaaleigenschappen van componenten van polyamide (PA), polyoxymethyleen (POM) en polyethyleen (PE, inclusief UHMWPE), polyurethaan (PU)

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (Fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 1183	kg/m3		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge (1)
Hardheid IRHD	ISO 2039-1	IRHD		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Trekkarakteristieken	ISO 527	N/mm2		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Afschuifsterkte	ISO 1827	N/mm2		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
E-modulus onder spanning	ISO 527	N/mm2		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Druksterkte	ISO 604	N/mm2		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
E-modulus onder compressie	ISO 604	N/mm2		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Rek bij breuk	ISO 527	%		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Kruipneiging	ISO 899-1			Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	22h 70°C, 25% constante deflectie	Indien relevant Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Energieopname (kerfslagproef)	ISO 179			Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Weerstand tegen lage temperaturen	ISO 812		-20°	Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	-	-
Weerstand tegen hoge temperaturen	ISO 2578		+35°C +50°C (blootstelling aan de zon)	Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	-	-
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, opgegeven uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)0, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren Specificatie voor uitrekking af te leiden uit ontwerpprocedure.	Geen zichtbare scheuren	

Bijlage 5 Richtlijnen voor een kwalificatietest voor het aandraaimoment van bouten in getapte gaten (informatief)

1. Inleiding

Bij voegovergangen worden hoogwaardige voorspanbouten van kwaliteit 8.8 of 10.9 toegepast als bouten in tapgaten. Het basismateriaal voor de tapgaten is S235 of S355. Deze bouten zijn voorgespannen door middel van een hydraulische moeraanzetter, die een moment uitoefent op de boutkop.
Deze voorspanning mag niet te hoog zijn in verband met progressief bezwijken van de bout of het tapgatmateriaal ten gevolge van de statische belasting en mag ook niet te laag zijn als gevolg waarvan de bout onder wisselende belastingen zich zou kunnen lossen, of grote wisselingen ondergaan die kunnen leiden tot breken als gevolg van vermoeiing.
Dit document beschrijft de kwalificatie van de voorspanmethode.

2. Globale beschrijving testopstelling en methode

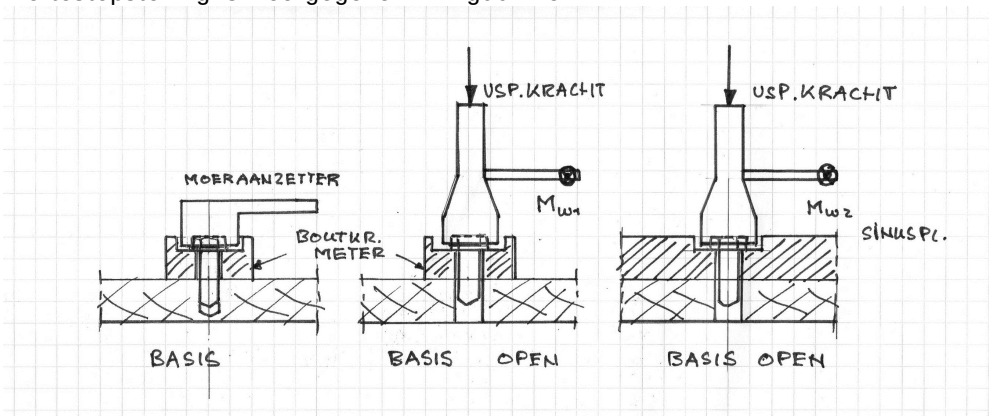
De kwalificatie wordt uitgevoerd op een gefaseerde testopstelling omdat de sinusplaten met hun inkameringen geen goede meting van de boutkrachten mogelijk maken.
Daarom wordt de proef opgedeeld in de volgende onderdelen:

a. Bepalen voorspankracht van bout met ring in tapgat met behulp van een boutkrachtmeter
b. Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de boutkrachtmeter
c. Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de “bovenplaat”

Voor elke proef dienen nieuwe bouten en ringen te worden gebruikt uit dezelfe partij.

Opmerking:
Het verdient aanbeveling om in aanvulling op deze metingen een ” Time of Flight” (TOFD) meting te doen tussen boutkop en boutsteeleind. Deze resultaten kunnen dan als referentie gebruikt worden voor in-situ controle van de voorspankracht

De testopstelling is weergegeven in Figuur B5.1.



Figuur B5.1 Testopstelling voor respectievelijk proef a,b en c

Proef “a”
De testopstelling bestaat uit:
- Basisconstructie uit hetzelfde materiaal en met dezelfde dikte en verdere geometrie waar relevant als de werkelijke constructie
- Geijkte boutkrachtmeters
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienen uit één partij afkomstig te zijn. De bouten worden met de hydraulische moeraanzetter voorgespannen tot de vereiste voorspankracht in de bout.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:
- Voorspankracht F_v
- Aandraaimoment M_{vt}
- Hoekverdraaiing α

Proef “b”
De testopstelling bestaat uit:
- Basis constructie uitgevoerd als een dikke plaat of een kokerconstructie met ruime gaten, waardoor de bouten uit de boutkrachtmeters vrij naar beneden steken
- Geijkte boutkrachtmeters
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienen uit één partij afkomstig te zijn.

De bouten worden aan de kop neergedrukt met de voorspankracht uit proef “a”. Met een momentsleutel wordt het bijbehorende wrijvingsmoment Mw1 van de bout met ring op de boutkrachtmeter bepaald.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:
- Voorspankracht F_v
- Wrijvingsmoment boutkrachtmeteropstelling M_{w1}

Proef “c”
De testopstelling bestaat uit:
- Bovenplaat uit het zelfde materiaal en met dezelfde dikte zoals toegepast in de constructie
- Basisconstructie als bij proef “b”
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienene uit één partij afkomstig te zijn.

De bouten worden aan de kop neergedrukt met de voorspankracht uit proef “a” en proef “b”. Met een momentsleutel wordt het bijbehorende wrijvingsmoment Mw2 van de bout met ring op de sinusplaat bepaald.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:
- Voorspankracht F_v
- Wrijvingsmoment bout in sinusplaat M_{w2}

Het werkelijk benodigde aandraaimoment bij de benodigde voorspankracht wordt nu gevonden door het aandraaimoment Mv van proef “a” te verminderen met Mw1 en te vermeerderen met Mw2.
Dus: $Mv = Mvt – Mw1 + Mw2$

3. Materialen

Plaatmateriaal: Volgens ontwerp en eisen ROK par 6.1
Bout: Volgens ontwerp, minimaal kwaliteit 8.8 of 10.9 dienen te voldoen aan:
- EN 1090-2, hoofdstuk 8
- ROK art. 7.8
- normspecificaties
- geleverd met 3.1 certificaat volgens EN 10204

Smeermiddel: door fabrikant te bepalen

4. Geometrie en afwerking

4.1 Bout “d”
De boutdiameter “d” volgt uit berekening en is vastgelegd op tekeningen.
De bijbehorende onderlegring is een verplicht uitvoeringsaspect bij de standaardconstructie, maar wordt in de proef vervangen door de boutkrachtmeter in combinatie met de verdiepte kamers.

4.2 Basisconstructie
Dikte: conform ontwerp voegovergang

4.3 Bovenplaat
Dikte: conform ontwerp voegovergang

4.4 Afwerking
De conserveringsmaatregelen op de basisconstructie en bovenplaat dienen identiek te zijn aan die van de werkelijke productie: toegepaste produkten, laagopbouw (inclusief maatafwijkingen), wijze van aanbrengen en reiniging.

4.5 Toleranties vlakheid/rechtheid
Maximale spleet tussen constructiedelen conform gehanteerde tolerantieklasse volgens ISO 2768-2 of zoveel meer als waar men in het ontwerp mee rekening wil houden. De spleetgrootte dient bepaald te worden door metingen van de respectievelijke onderdelen voor samenbouwen en spleetmetingen tijdens en na samenbouwen.

5. Aanspanprocedure

De aanspanprocedure bij proef “a” dient te worden uitgevoerd met geijkte spanapparatuur in overeenstemming met EN 1090-2 hoofdstuk 8.
De testen dienen te worden uitgevoerd bij een temperatuur tussen 10º en 20º C.
De uitvoering van de proeven “b” en “c” behoeft geen nadere toelichting.

6. Registraties bij deze kwalificatieproeven

- Boutkwaliteit
- Type smeervet (hoeveelheid nog van belang om te meten of vast te leggen)
- Certificaten
- Basismateriaal, meten vlakheid onderdelen en de spleet tussen de twee te verbinden delen voor het spannen met nauwkeurig instrument
- Type draad

- Diepte van het getapte gat incl. draaduitloop.
- Boutkracht, continue meting
- Hoekverdraaiing van de kop
- Aandraaimoment
- Wrijvingsmomenten tussen bout, ring en boutkrachtmeter
- Wrijvingsmomenten tussen bout, ring en bovenplaat (sinusplaat)
- Conservering (typen, laagdikten) voor alle afzonderlijke onderdelen en relevante zijden.
- Temperatuur
- Luchtvochtigheid
- Toleranties en afwijkingen

Foto's maken van de afzonderlijk onderdelen voor het uitvoeren van de proef en na uitvoeren van de proef

Bijlage 6: Ontwerp van axiaal belaste bouten in tapgaten

1. Algemeen

De bouten dienen te zijn voorgespannen.

2. Inschroefdiepte

De draadlengte (inschroefdiepte)l_e voor een bout in een tapgat in een plaat van constructiestaal dient te worden bepaald met:

$l_e = \xi \cdot d$

Waarin:

l_e =inschroefdiepte van de bout in het tapgat over welke de belasting wordt overgedragen

d = bout diameter

ξ = een correctiefactor die de verschillen in geometrie en materiaalsterkten verdisconteert

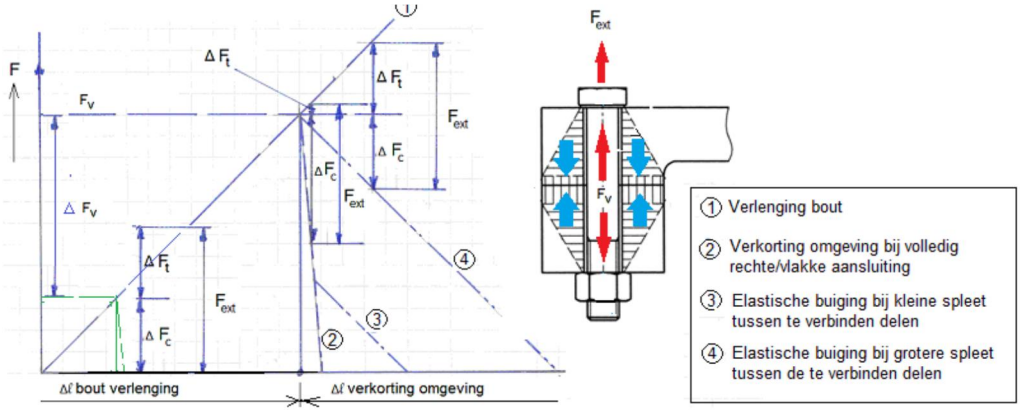
$$\xi = \left(\frac{600}{f_{u;k}}\right) \cdot \left(0{,}3 + 0{,}4\,\frac{f_{u;b;k}}{500}\right)$$

$f_{u;k}$ = karakteristiek treksterkte van het material waarin het gat wordt getapt

$f_{u;b;k}$ = karakteristieke treksterkte van de bout

3. Krachtsverdeling

De krachtsverdeling van de externe belasting tussen bout en de omgevende constructie dient te worden beschouwd volgens figuur B6.1



Figuur B6.1. Verdeling van de externe belasting

De indrukking van de omgevende constructie dient te worden berekend met de aanname dat de belastingspreiding een hoek van 30° met de boutas heeft.

Het effect van kruip in conserveringslagen op de blijvende voorspankracht dient in rekening gebracht te worden.
Hiervoor dient uit te worden gegaan van een afname van de laagdikte met

60% onder invloed van hoge temperaturen en verkeersbelasting, tenzij uit kruipproeven blijkt dat een lagere waarde aangehouden kan worden.

Het effect van maatafwijkingen in vlakheid en rechtheid van de te verbinden plaatdelen dient in rekening gebracht te worden, tenzij de fabricage wordt uitgevoerd conform tolerantie klasse K of L van NEN-ISO 2768-2. In dat geval mag ook volstaan worden met het toepassen van de partiële materiaalfactoren γ_{M2} volgens §5.2.3.2 en γ_{Mf} volgens §5.2.3.3.

Voor de grenstoestanden gelden de volgende eisen:

Uiterste grenstoestand (ULS)
De som van voorspankracht en het aandeel van de externe belasting mogen de trekcapaciteit van de bout niet overschrijden.
De contactvlakken mogen niet loskomen

Vermoeiing
De belastingwisselingen ten gevolge van het aandeel van de externe belasting dient geen vermoeiingsschade te geven.
Toetsing spanningsinterval bij $FLM1_{EJ}$ in relatie tot de CAFL, of een schadeberekening bij $FLM2_{EJ}$.

4. Capaciteit op trek

De capaciteit op trek voor een bout in een verbinding met een tapgat, rekening houdend met de materiaalsterkten en de toegepaste inschroefdiepte is:

$$F_{th;t;Rd} = k_{c;le} \cdot \frac{0{,}9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

waarin:

$F_{th;t;Rd}$	=	Trekcapaciteit van één bout
$k_{c:le}$	=	Inschroefdiepte correctiefactor $l_{e;design}/l_{e;required}$ Deze factor vereffent de strekte van de verbinding bepaald met de formule onder punt 2 en de toegepaste diepte in het ontwerp. Deze factor mag nooit groter dan 1,0 worden genomen.
f_{ub}	=	Treksterkte van het boutmateriaal
A_s	=	Spanningsdoorsnede van de bout
γ_{M2}	=	Partiële coëfficiënt voor elementen door trek belast in relatie tot f_{ub} conform § 5.2.3.2 van deze RTD.

5. Voorspankracht

In afwijking van EN 1993-1-8 dient de maximum voorspankracht voor een bout die niet wordt uitgewisseld gedurende de levensduur van de component te worden bepaald met:

$$F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0{,}7 f_{yb} A_s$$

Waarin:

$F_{th;p;Cd}$	=	Voorspankracht op de bout
$k_{c:le}$	=	Inschroefdiepte correctiefactor $l_{e;design}/l_{e;required}$

Deze factor vereffent de strekte van de verbinding bepaald met de formule uit DIN EN 1993-1-8 NA-D en de toegepaste diepte in het ontwerp. Deze factor mag nooit groter dan 1,0 worden genomen.

f_{yb} = Vloeigrens van het boutmateriaal
- 10.9 bout: $f_{y;b} = 0,9 \times f_{u;b}$
- 8.8 bout: $f_{y;b} = 0,8 \times f_{u;b}$

A_s = Spanningsdoorsnede van de bout

Indien getapte gaten dienen te worden hergebruikt dient een beperking tot $F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0,6\ f_{yb}\ A_s$ worden toegepast tenzij testen aantonen dat het voorspanniveau tot $F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0,7\ f_{yb}\ A_s$ niet leidt tot beschadigingen.

6. Vermoeiing

De vermoeiingssterkte van een bout in een tapgat dient te worden berekend met de classificatie uit EN 1993-1-9.
Wanneer de toegepaste l_e kleiner is dan 0,8d, dient de classificatie te worden aangepast en wordt:
$C = 50 \cdot l_e / 0,8d$ $C = \frac{l_e}{0,8d} 50$

Einde RTD1007-2

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Geluideisen voegovergangen

Doc.nr.:	RTD 1007-3
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	26-3-2013

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Geluideisen voegovergangen

RTD 1007-3

Datum 26-3-2013
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	26-03-2013
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Kunstwerken met lawaaiige voegovergangen kunnen door de omgeving als hinderlijk worden ervaren. Het geluid van voertuigpassages is bij deze voegovergangen als geluidpieken duidelijk herkenbaar boven het geluid van het wegverkeer.
De kans op klachten over het geluid van voegovergangen is groter op wegvakken waar vanwege geluidbeheersing een stiller wegdektype (ZOAB, tweelaags ZOAB) en of geluidschermen worden toegepast. Het toepassen van “stille” voegovergangen is dus een voorwaarde om de geluidreductie van een stil wegdek te kunnen verzilveren.

Bij de geluidemissie van voegovergangen wordt onderscheid gemaakt tussen geluid dat aan de bovenzijde van een kunstwerk wordt afgestraald en geluid dat naar de onderzijde en zijwaarts wordt afgestraald. Geluidhinder kan optreden door het toepassen van een te luid type voegovergang of als voegovergangen onvlak in het wegdek zijn ingebouwd. De geluidemissie aan de onderzijde van een kunstwerk kan worden beperkt met een juiste detaillering in het ontwerp.

Door eisen te stellen aan de geluidemissie van nieuw in te bouwen voegovergangen zal de hinder voor omwonenden in de nabijheid van een voegovergang worden beperkt. Daarmee draagt deze norm bij aan een succesvolle uitvoering van het bronbeleid voor het beperken van geluidhinder bij Rijkswaterstaatswerken.
Dit document geeft de eisen waaraan de geluidemissie van een voegovergang dient te voldoen. Tevens wordt de meetmethode voor het bepalen van de geluidemissie van voegovergangen beschreven. Met de meetmethode kunnen producenten aantonen dat hun producten aan de geluideisen voldoen.

Rijkswaterstaat DVS
Waarnemend Hoofdingenieur Directeur
Ir. P. Struik

Inhoud

Voorwoord 5

1 Toepassingsgebied 7

2 Overzicht normatieve verwijzingen 8
2.1 NEN normen 8
2.2 CUR aanbevelingen en rapporten: 8
2.3 CROW richtlijnen: 8
2.4 Eigen RWS richtlijnen: 8
2.5 Overige richtlijnen en/of documenten: 8

3 Begrippen- en afkortingenlijst 9

4 Geluideisen aan een voegovergang 11
4.1 Vaststellen van de geluideis 11
4.1.1 Geluideis boven het kunstwerk 11
4.1.2 Geluideis onder het kunstwerk 12
4.2 Verificatiemethoden 13
4.2.1 GeluidLabelWaarde 13
4.3 Toetsing na realisatie 13
4.4 Verschilmeting bovenzijde kunstwerk bij reflectie of afscherming 14

Bijlage 1 Berekening geluideisen 15
1.1 Geluideis boven het kunstwerk 15
1.2 Geluideis onder het kunstwerk 16

Bijlage 2 Meetmethode geluidemissie voegovergangen 18
2.1 SPB Meetmethode 18
2.2 Omgevingstemperatuur 19
2.3 Geluidmeting boven het kunstwerk 20
2.4 Geluidmeting onder het kunstwerk 21
2.5 De verschilmeting boven het kunstwerk 23

Bijlage 3 ALARA-principe 26

Bijlage 4 Criterium vervolgonderzoek bij geluidhinder van voegovergangen 27

Bijlage 5 GeluidLabelWaarde 28
5.1 Definitie GeluidLabelWaarde 28
5.2 Bepalen GeluidLabelWaarde 28
5.3 Voorbeeldberekening GeluidLabelWaarde 29
5.4 Rapporteren GeluidLabelWaarde 29

1 Toepassingsgebied

Onderwerp

Deze norm beschrijft de eisen aan de geluidemissie van voegovergangen en vervangt het document NBD00401, “Geluideisen voegovergangen”, uitgave 30-07-2010, status definitief, versie 2. De berekeningswijzen en meetmethoden in dit document sluiten aan bij het ‘nieuwe’ Reken- en meetvoorschrift geluid 2012.

Toepassingsgebied

Deze norm is van toepassing op alle nieuw in te bouwen of te renoveren voegovergangen.

Doel van de norm is het toepassen van “stille” voegovergangen in situaties waar geluidmaatregelen als stil wegdek en geluidschermen worden toegepast. De kwalificatie “stil” is hier relatief, in situaties met meer geluidmaatregelen wordt de geluideis strenger. Met het stellen van de geluideis worden hindersituaties als gevolg van het toepassen van lawaaiige voegovergangen voorkomen.

Gebruik van deze richtlijn

Het berekenen van de eisen aan de geluidemissie van een voegovergang staat beschreven in hoofdstuk 5 en in bijlage 1. Bij het ontwerp van een kunstwerk moet een voegtype worden gekozen dat na aanleg met grote zekerheid zal voldoen aan de gestelde geluideisen. Een overzicht met de verschillende voegtypen, de daarbij relevante informatie over het toepassingsgebied en de te verwachten akoestische prestaties, staat weergegeven in de Meerkeuzematrix Voegovergangen.

Voor voegovergangen met een grote dilatatiecapaciteit is het technisch niet altijd mogelijk om aan de geluideisen uit deze norm te voldoen. In deze gevallen geldt het ALARA – principe (`As Low As Reasonably Achievable'). Dit houdt in dat de best toepasbare techniek zal worden toegepast. Aanbevelingen over het ALARA-principe staan beschreven in bijlage 3.

De meetmethode voor het bepalen van de geluidemissie van voegovergangen staat beschreven in bijlage 2. De meetmethode dient te worden toegepast bij het beoordelen van de geluidemissie van een nieuw product.

Bij de beoordeling van geluidhinderklachten in bestaande situaties, kan een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang plaatsvinden. Dit onderzoek is alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang. Aan het begrip “nabijheid” is in bijlage 4 invulling gegeven.

2 Overzicht normatieve verwijzingen

Verwijzing in volgorde van opeenvolgende artikelen.

2.1 NEN normen
Eurocode delen:

Versie : jaar van uitgifte (taal)	Titel
NEN-EN-ISO 11819-1:2011	Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - part 1: The Statistical Pass-By MethodSPB

Overige NEN normen:

Versie : jaar van uitgifte (taal)	Titel

2.2 CUR aanbevelingen en rapporten:

Versie : jaar van uitgifte	Titel

2.3 CROW richtlijnen:

Versie : jaar van uitgifte	Titel
Publicatie 316, 2012	De wegdekcorrectie voor geluid van wegverkeer 2012

De meest actuele waarden voor de wegdekcorrectie worden gepubliceerd op de website van CROW www.stillerverkeer.nl.

2.4 Eigen RWS richtlijnen:

Versie : jaar van uitgifte	Titel	Verkrijgbaar bij
2012	Meerkeuzematrix Voegovergangen	

2.5 Overige richtlijnen en/of documenten:

Versie : jaar van uitgifte	Titel	Verkrijgbaar bij

3 Begrippen- en afkortingenlijst

	Definitie
A	
A-weging	Een frequentieafhankelijke weging op het geluiddrukniveau welke de karakteristiek van het menselijk gehoorzintuig benadert
C	
$C_{wegdek,\ lv}$	Wegdekcorrectie in dB voor lichte motorvoertuigen
$C_{wegdek,\ zv}$	Wegdekcorrectie in dB voor zware motorvoertuigen
D	
DAB	Wegdektype Dicht Asfalt Beton (AC surf)
Dilatatie	Opening waardoor de wegdelen aan weerszijden van de dilatatie zich onafhankelijk kunnen bewegen of kunnen uitzetten en krimpen.
K	
Kruisingshoek	De hoek tussen de lengteas van de rijlijn en de voegovergang
L	
$L_{A,max}$	Het maximaal optredende A-gewogen geluidniveau zoals gedefinieerd in CROW-publicatie 316
Lichte motorvoertuigen	Voertuigcategorie zoals gedefinieerd in artikel 3.2 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. In de praktijk betreffen het personenauto's
$L_{voeg\ boven}$	Geluideis boven het kunstwerk
$L_{voeg\ onder}$	Geluideis onder het kunstwerk
R	
Referentiewegdek	Het wegdektype met akoestische eigenschappen zoals gedefinieerd in CROW-publicatie 316
Rmg2012	Het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012
Z	
ZOAB	Wegdektype Zeer Open Asfalt Beton
Tweelaags ZOAB	Wegdektype bestaande uit 2 lagen Zeer Open Asfalt Beton
Zware motorvoertuigen	Voertuigcategorie zoals gedefinieerd in artikel 3.2 van het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012. In de praktijk betreffen het vrachtwagens met meer dan twee assen

4 Geluideisen aan een voegovergang

4.1 Vaststellen van de geluideis

De eis aan de geluidemissie van een voegovergang is tweeledig, namelijk een geluideis aan de bovenzijde van het kunstwerk en een geluideis aan de onderzijde van het kunstwerk.
De waarde van de geluideis is direct afhankelijk van de concrete situatie waar de voegovergang wordt ingebouwd. Naarmate er meer geluidmaatregelen zijn toegepast, in de vorm van een stil wegdek en/of geluidschermen, wordt de geluideis strenger. De geluideis is uitgedrukt als een geluidniveau in dB(A) en wordt afgerond op een geheel getal.

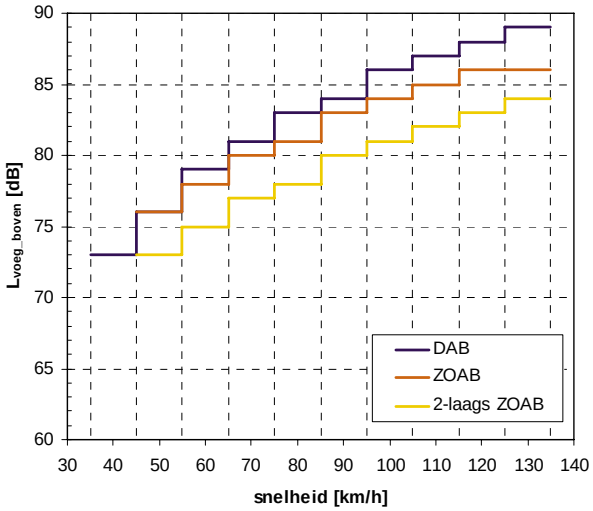
4.1.1 Geluideis boven het kunstwerk

Voor de geluidemissie boven het kunstwerk is de eis geformuleerd als:
“het geluidniveau boven het kunstwerk, als gevolg van passages van lichte motorvoertuigen over de voegovergang, dient het geluidniveau van het stilste aangrenzende wegdek met niet meer dan 5 dB(A) te overschrijden”.

De wijze waarop de geluideis voor een concrete situatie wordt berekend is weergegeven in bijlage 1. De basis van de eis is het geluidniveau van lichte motorvoertuigen, zoals geformuleerd is in de CROW-publicatie 316. Het is niet noodzakelijk om voor de bepaling van de eis eerst een meting uit te voeren om de geluideigenschappen van het wegdek ter plaatse te bepalen.

De geluideis (L_{voeg_boven}) wordt berekend voor de representatieve voertuigsnelheid in de concrete situatie waar de voegovergang wordt aangelegd. In de praktijk is dit de lokaal geldende maximum snelheid voor personenauto’s.

Figuur 1 is een grafische weergave van de geluideis boven het kunstwerk, voor verschillende snelheden en drie wegdektypes.



Figuur 1: Geluideisen boven het kunstwerk voor DAB, ZOAB en 2-laags ZOAB als stilste aangrenzende verharding.

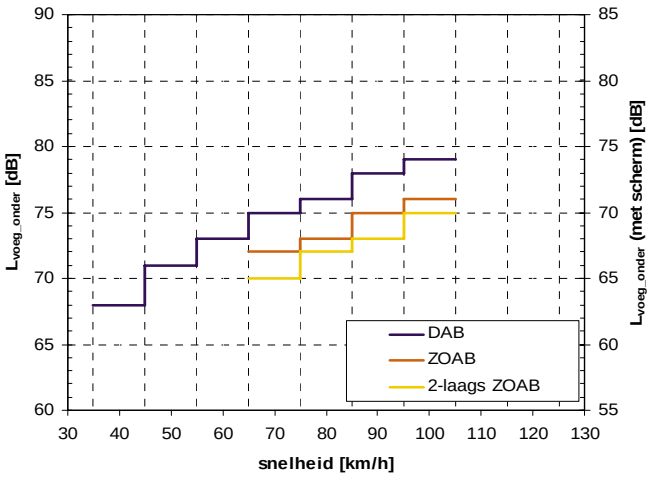
4.1.2 *Geluideis onder het kunstwerk*

Voor de geluidemissie onder het kunstwerk is de eis geformuleerd als:
“het geluidniveau onder het kunstwerk, als gevolg van passages van zware motorvoertuigen over de voegovergang, dient ten opzichte van het stilste wegdektype naast de voegovergang minimaal 10 dB(A) lager te zijn bij afwezigheid van geluidschermen en minimaal 15 dB(A) lager te zijn bij aanwezigheid van geluidschermen”.
Deze geluideis is uiteraard slechts van belang als er ook daadwerkelijk geluid van onder het kunstwerk afstraalt naar de omgeving, zoals bij een brug of viaduct. In overige gevallen, zoals bij een tunnelbak, kan deze eis vervallen.

De wijze waarop de geluideis (L_{voeg_onder}) voor een concrete situatie wordt berekend is weergegeven in bijlage 1. De basis van de eis is het geluidniveau voor zware motorvoertuigen, zoals geformuleerd in de CROW-publicatie 316.
Naast het type wegdek wordt ook rekening gehouden met het aanwezig zijn van een geluidscherm langs de weg. Met een geluidscherm langs de weg zal het geluid van onder het kunstwerk voor de omwonenden een belangrijker geluidbron zijn. Bij aanwezigheid van een geluidscherm is de eis daarom strenger.

De geluideis (L_{voeg_onder}) wordt berekend voor de representatieve voertuigsnelheid in de concrete situatie waar de voegovergang wordt aangelegd. In de praktijk is dit de lokaal geldende maximum snelheid voor vrachtwagens.

Figuur 2 is een grafische weergave van de geluideis onder het kunstwerk, voor verschillende snelheden en drie wegdektypes, voor zowel zonder als met geluidschermen.



Figuur 2: Geluideisen onder het kunstwerk voor DAB, ZOAB en 2-laags ZOAB als stilste aangrenzende verharding. Op de verticale as aan de rechterzijde staan de geluideisen weergegeven bij aanwezigheid van een geluidscherm.

4.2 Verificatiemethoden

In de aanleg- en renovatiecontracten van Rijkswaterstaat dient de geschiktheid van een toe te passen voegovergang vooraf te worden aangetoond. Met de vooraf aangetoonde geschiktheid is de verwachting dat de realisatie bij een zorgvuldige uitvoering aan de gestelde geluideisen zal voldoen.

4.2.1 GeluidLabelWaarde

De akoestische eigenschappen kunnen op twee manieren vooraf worden geverifieerd:

- De Meerkeuzematrix Voegovergangen
- Documentatie van de leverancier

Omdat alleen toetsing vooraf plaats vindt, moet met grote mate van zekerheid gesteld kunnen worden dat de voegovergang voldoet aan de geluideisen uit de RTD 1007-3. In de Meerkeuzematrix Voegovergangen is per type voegovergang en per uitvoeringsvariant een GeluidLabelWaarde weergegeven. Wanneer de GeluidLabelWaarde lager is dan de geluideis, heeft de verificatie op voorhand plaatsgevonden.

Het is mogelijk dat een specifiek product akoestisch beter presteert dan de specificaties die voor dit type voegovergang zijn opgenomen in de Meerkeuzematrix. Ook kan een nieuw type voegovergang worden aangeboden dat nog niet beschreven staat in de Meerkeuzematrix. In die gevallen kan de leverancier zelf een GeluidLabelWaarde voor zijn product aanleveren waarmee op voorhand wordt aangetoond dat de voegovergang voldoet aan de geluideis. De wijze waarop een leverancier de akoestische eigenschappen van een voegproduct kan aantonen, is beschreven in bijlage 5.

4.3 Toetsing na realisatie

Toetsing van de geluidemissie na realisatie van het werk is alleen noodzakelijk indien er gerede twijfel is ten aanzien van het voldoen aan de geluideis. Daarnaast is een onderzoek op basis van metingen alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang. Aan het begrip “nabijheid” is in bijlage 4 invulling gegeven. De meetmethode voor het bepalen van de geluidemissie van een voegovergang is gebaseerd op de SPB-methode ISO 11819-1 en staat beschreven in bijlage 2.

Bij toetsing na realisatie worden de volgende stappen doorlopen:

(1) Uitvoeren van geluidemissie metingen aan de bovenzijde en onderzijde van het kunstwerk.
(2) Het resultaat van de meting wordt naar boven afgerond op een geheel getal. Het meetresultaat bestaat uit een geluidniveau boven het kunstwerk en indien van toepassing een geluidniveau onder het kunstwerk.
(3) Het resultaat toetsen aan de geluideisen.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet als het gemeten geluidniveau ten hoogste gelijk is aan de berekende geluidseis:

- Bovenzijde kunstwerk : $L_{SPB,voeg,lv} \leq L_{voeg\_boven}$

- Onderzijde kunstwerk : $L_{SPB,voeg,zv} \leq L_{voeg\_onder}$

4.4 Verschilmeting bovenzijde kunstwerk bij reflectie of afscherming

Indien het gemeten geluidniveau aan de bovenzijde van het kunstwerk wordt beïnvloed door bijvoorbeeld reflectie van het geluid aan een geluidscherm ter plaatse van de voegovergang, dan zal het resultaat van de SPB-meting mogelijk een te hoge waarde opleveren. Toetsing van het gemeten geluidniveau zal in dat geval sneller leiden tot een overschrijding van de geluideis. Als ter plaatse van de voegovergang niet wordt voldaan aan de voorwaarden van de SPB-methode, kan toetsing toch plaatsvinden door middel van een verschilmeting zoals beschreven in bijlage 2. In dat geval wordt niet alleen de geluidemissie bij de voegovergang gemeten, maar ook bij de stilste aangrenzende wegverharding.

Het resultaat van de verschilmeting zijn twee SPB-geluidniveaus bij de representatieve snelheid, namelijk bij de voegovergang $L_{SPB,voeg}$ en bij de wegverharding $L_{SPB,wegdek}$. De geluidniveaus worden bepaald op basis van een regressieanalyse. Het resultaat wordt afgerond op één decimaal.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet indien voldaan wordt aan de voorwaarde:

Bovenzijde kunstwerk : $L_{SPB,voeg} - \left(L_{SPB,wegdek} + W\right) \leq 5 \quad dB(A)$

met:

$L_{SPB,voeg,lv}$:	het gemeten geluidniveau van de voeg bij de representatieve snelheid;
$L_{SPB,wegdek,lv}$:	het gemeten geluidniveau van het wegdek bij de representatieve snelheid;
W :	een correctie van 2 dB wordt toegepast als de verschilmeting is uitgevoerd aan een wegdek jonger dan twee jaar oud. Bij een wegdek ouder dan twee jaar wordt niet gecorrigeerd. Toelichting: door veroudering van het wegdek neemt het geluidniveau van het wegdek langzaam toe in de tijd. De geluideis is gekoppeld aan de geluidemissie gemiddeld over de technische levensduur van de deklaag. Bij een nieuw wegdek met een hogere geluidreductie dan gemiddeld, wordt daarom gecorrigeerd voor dit verschil in geluidreductie. Na ca 2 jaar gebruik is de verwachting dat het wegdek de gemiddelde kwaliteit heeft, en is de correctie niet langer relevant.

Bijlage 1 Berekening geluideisen

In deze bijlage wordt beschreven op welke wijze de geluideisen voor voegovergangen worden berekend. Uitgangspunt bij de berekening van de geluideis is de geluidemissie van voertuigen op het stilste aangrenzende wegdek, zoals beschreven wordt in de CROW publicatie 316. De eis voor de geluidemissie van een voegovergang is tweeledig, namelijk een geluideis aan de bovenzijde van het kunstwerk en een geluideis aan de onderzijde van het kunstwerk. De hoogte van de geluideis is rechtstreeks afhankelijk van de concrete situatie waar de voegovergang wordt ingebouwd. Naarmate er meer geluidmaatregelen zijn toegepast, in de vorm van een stil wegdek en/of geluidschermen, wordt de geluideis strenger. De geluideis is uitgedrukt als een geluidniveau in dB(A) en wordt afgerond op een geheel getal.

1.1 Geluideis boven het kunstwerk

De geluideis boven het kunstwerk wordt als volgt berekend:

$$L_{voeg\_boven} = L_{SPB,wegdek,lv} + 5 \quad dB(A) \qquad [1]$$

$$\text{waar } L_{SPB,wegdek,lv} = L_{lv} + C_{wegdek,lv} \qquad [2]$$

met:

L_{lv}: de SPB-waarde van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen voor de representatieve voertuigsnelheid, zoals opgenomen in tabel 1.

$C_{wegdek,lv}$: wegdekcorrectie voor lichte motorvoertuigen bij dezelfde voertuigsnelheid als genomen bij L_{lv}. Voor veelvoorkomende wegdektypen zijn de waarden opgenomen in tabel 2. De meest actuele waarden van $C_{wegdek,lv}$ voor andere wegdektypen zijn gepubliceerd op de CROW-website www.stillerverkeer.nl.

In de berekening worden de op één decimaal afgeronde getallen gebruikt voor L_{lv} en $C_{wegdek,lv}$.

	L_{lv} [dB(A)]									
snelheid [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
lichte mvt (lv)	68,0	71,0	73,4	75,4	77,2	78,8	80,2	81,4	82,6	83,7

Tabel 1: De SPB-waarden L_{lv} van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen, zoals opgenomen in CROW-publicatie 316

	$C_{wegdek,lv}$ [dB(A)]								
snelheid [km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
ZOAB	-0,1	-0,6	-1,0	-1,4	-1,7	-2,0	-2,3	-2,5	-2,8
Tweelaags ZOAB	-3,9	-4,1	-4,3	-4,5	-4,7	-4,8	-4,9	-5,0	-5,1
Fijn tweelaags ZOAB	-	-	-	-6,5	-6,5	-6,5	-6,5	-6,5	-6,5
Dunne deklaag B	-4,7	-4,8	-4,9	-5,0	-5,1	-5,1	-5,2	-5,3	-5,3

Tabel 2: De wegdekcorrectie ($C_{wegdek,lv}$) voor lichte motorvoertuigen van enkele veel voorkomende wegdektypen voor diverse snelheden (www.stillerverkeer.nl)

De geluideis is de berekende waarde, naar boven afgerond op een geheel getal.

Voorbeeld voor een tweelaags ZOAB wegdek, bij 100 km/u:

L_{voeg_boven} = 80,2 – 4,8 + 5 = 80,4 wordt afgerond naar 81 dB(A).

	Geluideis L_{voeg_boven} [dB(A)]			
	50 km	80 km	100 km	120 km
DAB	76	83	86	88
ZOAB	76	81	84	86
Tweelaags ZOAB	73	78	81	84
Fijn tweelaags ZOAB	-	76	79	83
Dunne deklagen B	72	78	81	84

Tabel 3: De eis voor de geluidemissie van de voegovergang boven het kunstwerk L_{voeg_boven}, afhankelijk van de voertuigsnelheid en het type wegdek.

1.2 Geluideis onder het kunstwerk

De geluideis onder het kunstwerk wordt als volgt berekend:

$$L_{voeg\_onder} = L_{SPB,wegdek,zv} - Y \quad dB(A) \qquad [3]$$

waar $$L_{SPB,wegdek,zv} = L_{zv} + C_{wegdek,zv} \qquad [4]$$

met:

L_{zv}: de SPB-waarde van het referentiewegdek voor zware motorvoertuigen voor de representatieve voertuigsnelheid, zoals opgenomen in tabel 4.

$C_{wegdek,zv}$: de wegdekcorrectie voor zware motorvoertuigen bij de representatieve voertuigsnelheid van zware motorvoertuigen. Voor veelvoorkomende wegdektypen zijn de waarden opgenomen in tabel 5. De meest actuele waarden van $C_{wegdek,zv}$ voor andere wegdek-typen zijn gepubliceerd op de CROW-website www.stillerverkeer.nl.

Y : de verzwakkingsterm naar de onderzijde van het kunstwerk. Y = 10 dB(A) als geen geluidscherm aanwezig is en Y = 15 dB(A) als er wel een geluidscherm aanwezig is.

In de berekening worden de op één decimaal afgeronde getallen gebruikt voor L_{zv} en $C_{wegdek,zv}$.

	L_{zv} [dB(A)]						
snelheid [km/h]	40	50	60	70	80	90	100
zware mvt (zv)	77,8	80,5	82,6	84,4	86,0	87,3	88,6

Tabel 4: De SPB-waarden L_{zv} van het referentiewegdek voor zware motorvoertuigen, zoals opgenomen in CROW-publicatie 316

	$C_{wegdek,zv}$ [dB(A)]					
snelheid [km/h]	50	60	70	80	90	100
ZOAB	-	-	-3,1	-3,1	-3,1	-3,1
Tweelaags ZOAB	-	-	-5,2	-4,9	-4,7	-4,7
Fijn tweelaags ZOAB	-	-	-5,3	-5,3	-5,4	-5,4
Dunne deklagen B	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3

Tabel 5: De wegdekcorrectie ($C_{wegdek,zv}$) voor zware motorvoertuigen van enkele veel voorkomende wegdektypen voor diverse snelheden (www.stillerverkeer.nl)

De geluideis is de berekende waarde, naar boven afgerond op een geheel getal.

Voorbeeld voor een tweelaags ZOAB wegdek, bij 80 km/u en met een geluidscherm:

L_{voeg_onder} = 86,0 – 4,9 – 15 = 66,1 wordt afgerond naar 67 dB(A).

Geluideis L_{voeg_onder} [dB(A)]	*Zonder scherm*		*Met scherm*	
	50 km	80 km	50 km	80 km
DAB	71	76	66	71
ZOAB	-	73	-	68
Tweelaags ZOAB	-	72	-	67
Fijn tweelaags ZOAB	-	71	-	66
Dunne deklagen B	70	75	65	70

Tabel 6: De eis voor de geluidemissie van de voegovergang onder het kunstwerk L_{voeg_onder}, afhankelijk van de voertuigsnelheid en het type wegdek en in de situatie zonder en met geluidscherm.

Bijlage 2 Meetmethode geluidemissie voegovergangen

Voor de akoestische beoordeling van voegovergangen is een meetprotocol opgesteld dat is gebaseerd op de Statistical Pass-By methode (ISO 11819-1;1996). Een korte toelichting is weergegeven in 2.1. De SPB-methode wordt in Nederland toegepast bij het bepalen van de geluidreductie van stille wegdekken. Een uitgebreide beschrijving is te vinden in de CROW publicatie 316 of op www.stillerverkeer.nl.

Voor geluidmetingen aan voegovergangen zijn in 2.2 aanvullende eisen gesteld aan de lange termijn omgevingstemperatuur. Doel is om niet representatieve metingen uit te sluiten.

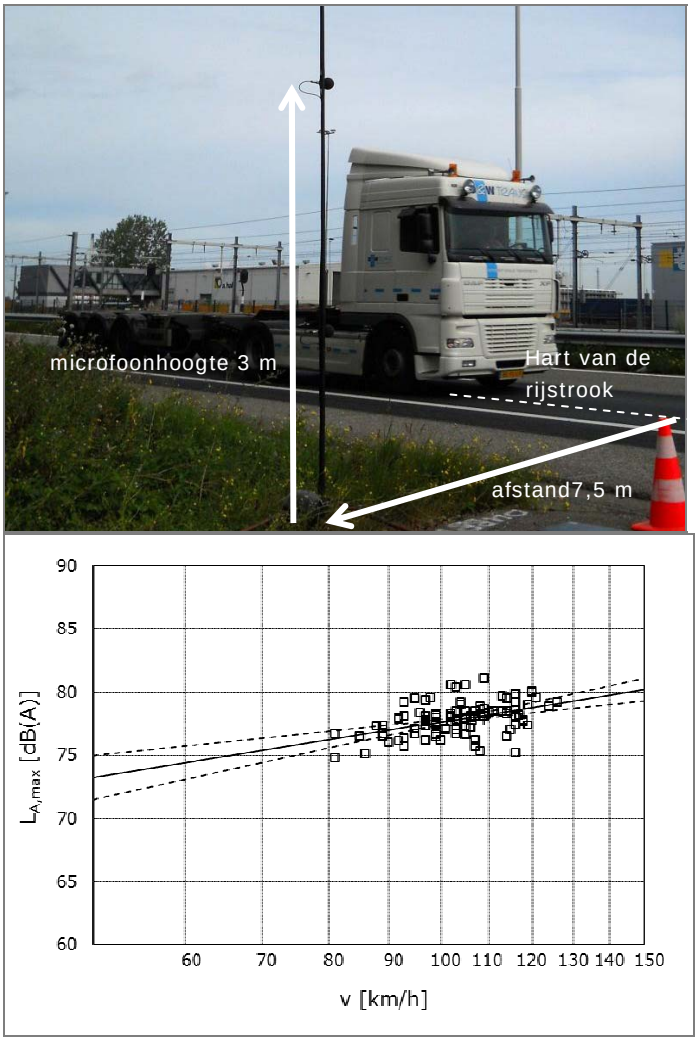
Omdat de beoordeling van de voeg aan de bovenzijde en aan de onderzijde van het kunstwerk plaats vindt, worden ten opzichte van de ISO-norm afwijkende microfoonposities voorgeschreven, zoals beschreven in 2.3 en 2.4.

De aanwezigheid van reflecterende objecten zoals een geluidscherm of een groot verkeersbord, kunnen het resultaat van de geluidmeting beïnvloeden. Toetsing van de geluidemissie is in deze gevallen mogelijk met een zogenaamde verschilmeting zoals beschreven in 2.5.

2.1 SPB Meetmethode

Bij een SPB-meting conform CROW publicatie 316, wordt op een hoogte van 3 meter boven het wegdek het geluid van passerende voertuigen gemeten. Van individuele voertuigpassages wordt per passage zowel het maximale A-gewogen geluidniveau ($L_{A,max}$) als de snelheid geregistreerd. Het doel van deze meting is om voor een specifiek wegdek een verband te leggen tussen het band/wegdekgeluid per voertuigcategorie en de snelheid. De SPB-methode is vastgelegd in de norm ISO 11819-1.

In figuur 1 zijn een foto opgenomen van de uitvoering van een SPB-meting en het resultaat in de vorm van een spreidingsdiagram.



Figuur 1: Uitvoering van de SPB-methode (boven) en het resultaat van een SPB-metingin de vorm van een spreidingsdiagram (onder)

Van de metingen wordt in een spreidingsdiagram het maximale geluidniveau van elke voertuigpassage uitgezet als functie van de logaritme van de voertuigsnelheid (zie figuur 1 onder). Hieruit wordt de best passende lineaire functie bepaald en berekend in welk snelheidsgebied het resultaat statistisch betrouwbaar is. De betrouwbaarheid wordt gedefinieerd met het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de regressielijn (onderbroken lijnen in figuur 1 onder). De resultaten kunnen worden vergeleken met de waarden van het referentiewegdek zoals beschreven in de CROW publicatie 316.

2.2 Omgevingstemperatuur

Vooral voor grote kunstwerken zal de omgevingstemperatuur van invloed zijn op het te meten geluidniveau van voegovergangen. Bij een lage omgevingstemperatuur zal de lengte van het kunstwerk afnemen. Daardoor wordt de verplaatsing die de voegovergang moet opnemen groter en neemt het geluidniveau toe. Bij een hoge

omgevingstemperatuur is de op te nemen verplaatsing kleiner en zal het geluidniveau lager zijn.

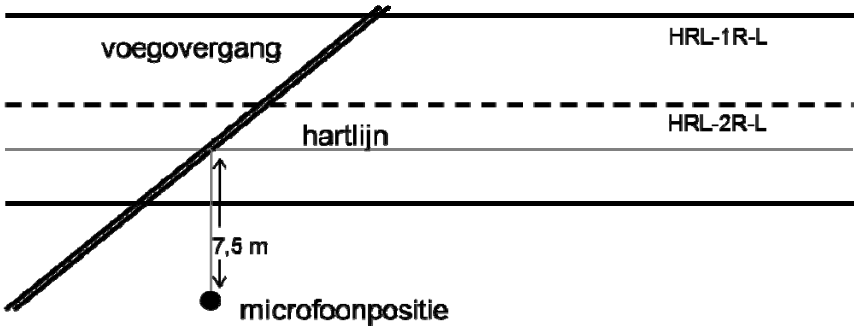
Om de verplaatsingen als gevolg van temperatuurwisseling op te kunnen vangen worden bij de grote kunstwerken vaak meervoudige voegovergangen toegepast. Bij de middelgrote kunstwerken worden vaak randprofielen toegepast. De lengte van een kunstwerk varieert echter maar langzaam op de omgevingstemperatuur. Om het effect van temperatuur op het meetresultaat beperkt te houden zijn grenzen gesteld aan de lange termijn omgevingstemperatuur. De vijfdaagse gemiddelde luchttemperatuur in de periode voorafgaand aan de meetdag moet liggen tussen de 5 en 20 °C. De informatie over de luchttemperatuur dient te worden geraadpleegd van het dichtstbijzijnde KNMI-meetstation, zie http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/index.cgi.

De meting zelf kan worden uitgevoerd bij een luchttemperatuur tussen de 5 en 30 °C. Op de meetresultaten wordt geen temperatuurcorrectie toegepast zoals dat gebruikelijk is voor SPB-metingen. Er is namelijk te weinig onderbouwing om een temperatuurcorrectie voor voegovergangen vast te stellen.

2.3 Geluidmeting boven het kunstwerk

Het maximale A-gewogen geluidniveau van passages van lichte motorvoertuigen wordt ter plaatse van de voegovergang bepaald conform de SPB-methode.
De keuze voor het meten van het geluidniveau van lichte motorvoertuigen is gebaseerd op de waarneming dat dit meer onderscheidend is voor de geluidemissie van voegovergangen dan het geluidniveau van zware motorvoertuigen.

De positie van de microfoon is: 7,5 m uit het hart van de gemeten rijstrook en 3,0 m boven het wegdek. De microfoon wordt geplaatst ter hoogte van de locatie waar het hart van de rijstrook de voegovergang kruist (zie figuur 2).



Figuur 2: Voorbeeld van de microfoonpositie wanneer de voegovergang een kruisingshoek heeft, kleiner dan 100 gon. De microfoon wordt geplaatst waar de hartlijn van de rijstrook de voegovergang kruist.

Uit de regressielijn wordt het maximale A-gewogen geluidniveau bepaald voor lichte motorvoertuigen bij de representatieve voertuigsnelheid in die situatie.

Om een voldoende nauwkeurige bepaling te doen, moeten bij de meting ten minste 100 passages van lichte motorvoertuigen gemeten worden. Het maximale A-gewogen geluidniveau bij de genoemde maximumsnelheid wordt bepaald op basis van de regressielijn.

Reflecterende of afschermende objecten langs de weg,zoals geluidsschermen, kunnen afwijkende meetresultaten geven. Deze situaties zijn daarom niet geschikt voor het bepalen van de geluidemissie van een voegovergang (typekeuring).
Om een beoordeling van de geluidemissie in dit soort situaties toch mogelijk te maken kan gebruik gemaakt worden van de zogenaamde “Verschilmeting boven het kunstwerk”. Deze wordt behandeld in paragraaf 2.5.

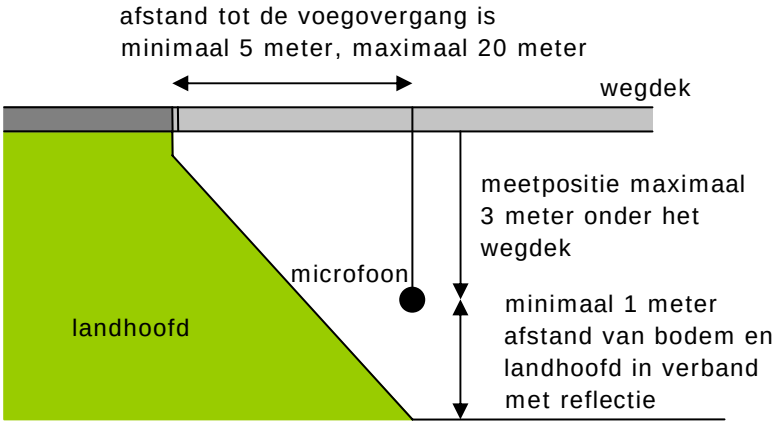
2.4 Geluidmeting onder het kunstwerk

Ook deze meting is gebaseerd op de SPB-methode, waarbij het geluidniveau ($L_{A,max}$) van passages van zware motorvoertuigen wordt bepaald. De keuze voor het meten van het geluidniveau van zware motorvoertuigen is gebaseerd op de waarneming dat bij passages van zwaar verkeer namelijk de hoogste geluidniveaus optreden onder het kunstwerk.

De microfoonpositie wijkt af van de bij een SPB-meting gangbare positie. Onder het kunstwerk wordt het geluidniveau ($L_{A,max}$) bepaald op een meethoogte van maximaal 3 meter onder het rijdek, aan de rand van het kunstwerk.
Extra randvoorwaarde is dat de microfoon minimaal 1 meter afstand heeft van reflecterende objecten als het grondvlak, de zijkant van het landhoofd of pijlers van het kunstwerk.

De afstand van de microfoon tot de voegovergang bedraagt in horizontale richting minimaal 5 meter en maximaal 20 meter (zie figuur 3).

Voorkeurspositie is de microfoon daar te plaatsen waar het landhoofd eindigt. Op die positie hebben reflecties de minste invloed op de geluidmeting en is er minder kans op hinder van het verkeer dat onder het viaduct doorrijdt. Deze meetpositie is voor de meeste kunstwerken eenduidig te definiëren en de geluidniveaus zijn niet sterk afhankelijk van de exacte positie.



Figuur 3: Schematische weergave van de microfoonpositie aan de onderzijde van het kunstwerk.

Uit de regressielijn wordt het A-gewogen geluidniveau voor zware motorvoertuigen bepaald bij de representatieve voertuigsnelheid. Om een voldoende nauwkeurige bepaling te doen moeten bij de meting ten minste 30 passages van zware motorvoertuigen gemeten worden.

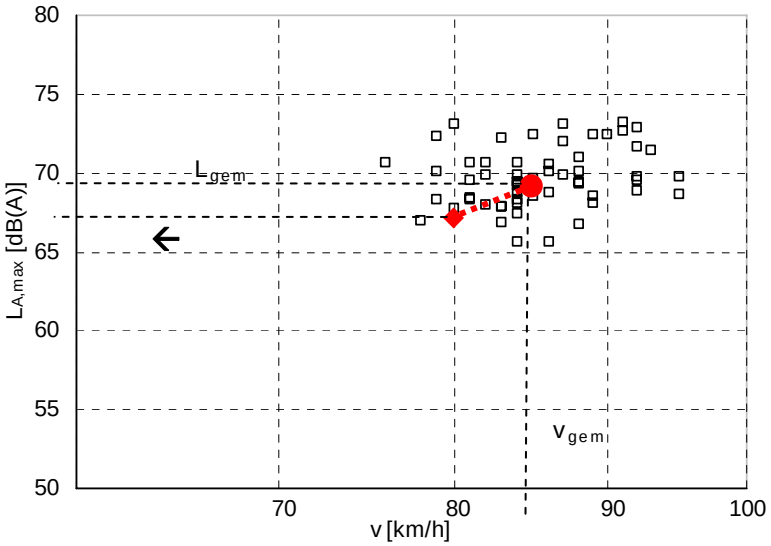
Het kan voor komen dat bij de meting aan de onderzijde van het kunstwerk geen goede correlatie bestaat tussen de voertuigsnelheid en de optredende geluidniveaus van de zware motorvoertuigen. Wanneer bij de regressie analyse het percentage verklaarde variatie kleiner is dan 30% ($R^2 < 0{,}30$) dan is de relatie tussen geluidniveau en snelheid onvoldoende bepaald.

Het geluidniveau bij de representatieve snelheid zal dan als volgt worden bepaald met een vaste waarde voor de snelheidsafhankelijkheid:

$$L_{A\max} = L_{gem} + 22{,}5 \cdot \log\left(\frac{v_{repr}}{v_{gem}}\right) \qquad [5]$$

met:

L_{Amax}: het geluidniveau bij de representatieve snelheid
L_{gem}: het gemiddelde gemeten geluidniveau
v_{repr}: de representatieve snelheid
v_{gem}: de gemiddelde gemeten snelheid.



Figuur 4: Voorbeeld van de bepaling van het geluidniveau $L_{A,max}$ bij de representatieve snelheid van 80 km/h voor zware motorvoertuigen, indien de correlatie tussen voertuigsnelheid en gemeten geluidniveaus onvoldoende is.

2.5 De verschilmeting boven het kunstwerk

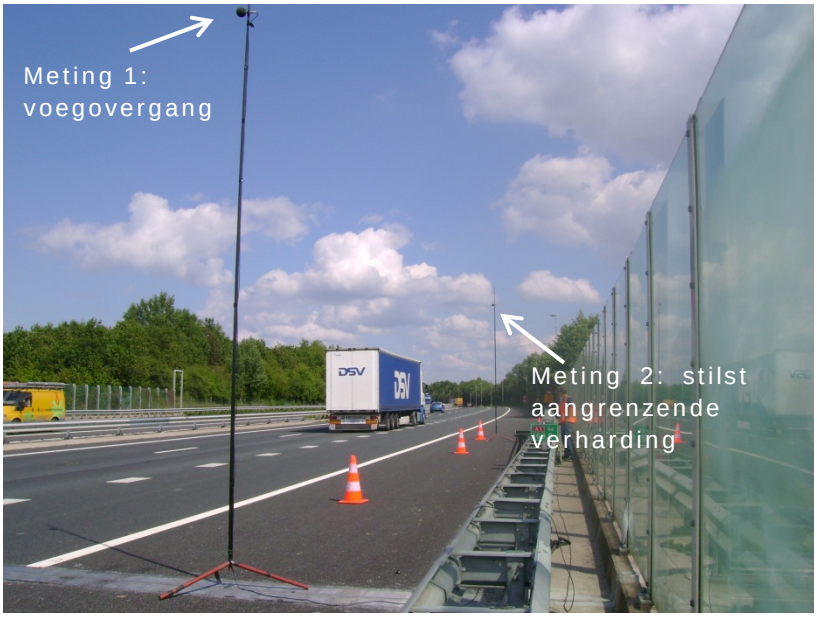
Bij de SPB-methode is het belangrijk dat het gemeten geluidniveau niet wordt beïnvloed door reflecterende objecten in de nabijheid van de meetopstelling, of door afschermende objecten tussen de weg en de microfoon. Dit houdt in dat een SPB-meting conform NEN-EN-ISO-11819-1 niet mogelijk is bijvoorbeeld bij de aanwezigheid van een geluidscherm, of bij verdiepte ligging van de weg. Het geluidniveau zal in dat geval worden beïnvloed door reflectie, diffractie, dan wel afscherming van het geluidscherm.

In gevallen waarbij een SPB-meting aan de bovenzijde van het kunstwerk volgens de meetnorm niet mogelijk is, kan toetsing van de geluidemissie plaatsvinden met een zogenaamde verschilmeting.
De verschilmeting bestaat in feite uit twee metingen. De meetresultaten worden vervolgens van elkaar afgetrokken en geven zo “het verschil”. Naast de normale meting aan de voegovergang zelf wordt bij de verschilmeting op korte afstand voor of na de voegovergang een extra SPB meting uitgevoerd aan de stilste aangrenzende wegverharding.

Toetsing van het geluidniveau van de voegovergang vindt aldus plaats ten opzichte van het gemeten geluidniveau van de stilste aangrenzende wegverharding. De eis is daarbij geformuleerd als:
“het geluidniveau van de voegovergang mag de gemeten waarde van de stilste aangrenzende wegverharding met niet meer dan 5 dB(A) overschrijden”.

Vanwege de toename van de geluidemissie door veroudering van stille wegdekken moet bij metingen aan een nieuw wegdek (niet ouder dan 2 jaar) een correctie

worden opgeteld bij de gemeten waarde van de wegverharding. Deze correctiewaarde is 2 dB(A).



Figuur 5: Voorbeeld van een situatie waar een verschilmeting noodzakelijk is. De reflectie van het geluidscherm beïnvloedt het gemeten geluidniveau

2.6 Procedureverschilmeting

Meting 1:
De geluidemissie van de voegovergang aan de bovenzijde van het kunstwerk wordt gemeten zoals voorgeschreven volgens de SPB-methode. In geval er een object in de weg staat, kan afgeweken worden van de afstand van de microfoon tot de rijlijn van de te meten voertuigen (7,5 meter) of kan een andere meethoogte dan 3 meter worden gekozen. Essentieel is echter dat de verhouding meethoogte gedeeld door afstand de waarde 3 gedeeld door 7,5 benaderd.

Meting 2:
Simultaan vindt langs de stilste aangrenzende wegverharding eenzelfde meting plaats. De afstand tot de voegovergang moet daarbij zodanig worden gekozen dat de meetresultaten niet beïnvloed worden door het geluid van de voegovergang. Een afstand van 50 meter zal in de meeste gevallen voldoende zijn. De microfoon wordt op dezelfde afstand van de rijlijn en op dezelfde hoogte gepositioneerd als bij de meting aan de voegovergang.
Voorbeeld: in het geval van de aanwezigheid van een geluidscherm wordt in beide gevallen bij het geluidscherm gemeten. Het gemeten geluidniveau wordt zo op dezelfde wijze beïnvloed door de aanwezigheid van het scherm.

Het resultaat van de verschilmeting zijn twee geluidniveaus bij de representatieve snelheid, namelijk bij de voegovergang $L_{SPB,voeg}$ en bij de wegverharding $L_{SPB,wegdek}$.

De geluidniveaus worden wederom bepaald op basis van een regressieanalyse. Het resultaat wordt afgerond op één decimaal.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet indien voldaan wordt aan de voorwaarde:

Bovenzijde kunstwerk: $L_{SPB,voeg} - \left(L_{SPB,wegdek} + W\right) \leq 5\,dB(A)$

met:

$L_{SPB,voeg}$:	het gemeten geluidniveau van de voeg bij de representatieve snelheid;
$L_{SPB,wegdek}$:	het gemeten geluidniveau van het wegdek bij de representatieve snelheid;
W :	een correctie van 2 dB die moet worden toegepast als de verschilmeting is uitgevoerd aan nieuw aangelegd wegdek. Bij een wegdek ouder dan 2 jaar wordt de correctie 0 dB.

Bijlage 3 ALARA-principe

De keuze voor een bepaald type voegovergang hangt sterk af van het toepassingsgebied waarvoor de voegovergang geschikt is. In de regel bepalen de lengte van de overspanning en de daarbij te verwachten dilatatiebewegingen voor een belangrijk deel de keuze voor het type toe te passen voegovergang. Een overzicht met de verschillende typen voegovergangen en de daarbij relevante informatie over het toepassingsgebied en de verwachte akoestische prestatie staat weergegeven in de Meerkeuzematrix Voegovergangen.

Bovenzijde kunstwerk
Voor voegovergangen die worden toegepast bij grote kunstwerken met grote dilataties kan het voorkomen dat de geluidemissie aan de bovenzijde van het kunstwerk niet kan voldoen aan de gestelde geluideis.

Onderzijde kunstwerk
Uitgangspunt is dat het, door middel van een juist ontwerp en uitvoering, in alle gevallen mogelijk zal zijn om de geluidemissie aan de onderzijde van een kunstwerk te laten voldoen aan de eis.

Indien het vanwege technische randvoorwaarden niet mogelijk is om aan de geluideisen in deze norm te voldoen, geldt het ALARA–principe "As Low As Reasonably Achievable" (zo laag als redelijker wijze bereikbaar is). In die gevallen moet ten minste de best toepasbare techniek worden toegepast.

Er zijn twee situaties waarbij bovenstaand ALARA-principe van toepassing kan zijn:

- Meervoudige voegovergangen bij kunstwerken met een grote overspanning. Hier worden vaak lamellenvoegen toegepast. Kenmerk van dit type constructie is een hoge geluidemissie boven en onder het kunstwerk. Beschikbare alternatieven met een lagere geluidemissie zijn het toepassen van een lamellen voegovergang met zogenaamde sinusplaten op de lamellen, of het toepassen van een vingervoeg constructie. Echter ook met deze alternatieven is het niet altijd mogelijk om te voldoen aan de geluideisen in voorliggende norm RTD 1007-3.

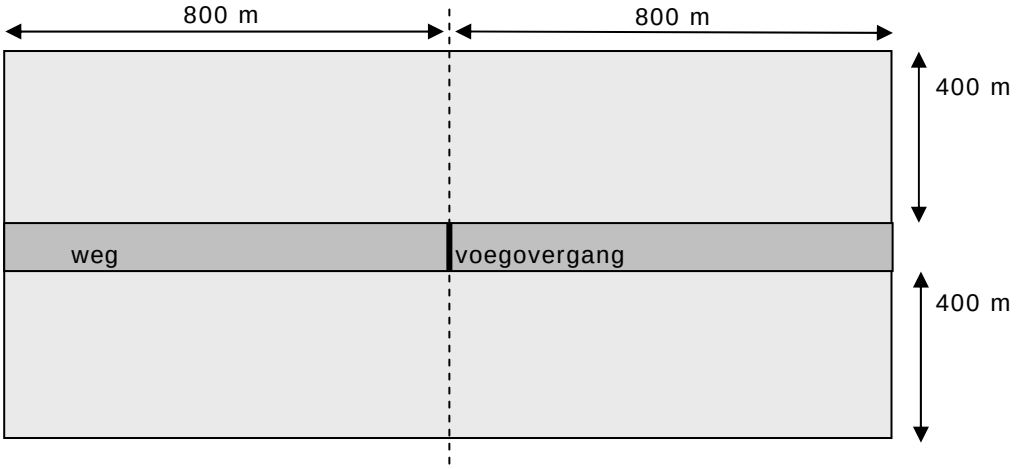
- Enkelvoudige stalen voegovergangen in combinatie met een stil wegdek. Bij dilataties groter dan 70 mm bestaat er vooralsnog geen alternatief voor een stalen randprofiel voegovergang. Bij toepassing onder een kruisingshoek >65 gon, zal dit type voegovergang in combinatie met een stil wegdek niet voldoen aan de geluideisen. De best toepasbare techniek is in dat geval een randprofielvoeg met sinusplaten, of een vingervoeg.

Bijlage 4 Criterium vervolgonderzoek bij geluidhinder van voegovergangen

Bij de beoordeling van bestaande situaties zoals bij een klacht over een lawaaiige voegovergang, kan een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang plaatsvinden.
Dit onderzoek is alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang.

Om een invulling te geven aan het begrip “nabijheid” is een aandachtsgebied rond de voegovergang gedefinieerd. Bij klachten van bewoners binnen het aandachtsgebied is het redelijkerwijs te verwachten dat piekgeluiden van een lawaaiige voegovergang de oorzaak kunnen zijn van de hinderklacht en ligt een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang in de rede.
Indien een klacht van buiten het aandachtsgebied wordt geuit, is de verwachting dat het geluidniveau van de voegovergang bij de woningen zodanig laag is dat er geen grond is voor nader onderzoek. Overigens wil dit niet zeggen dat de voegovergang in dat geval niet hoorbaar zal zijn.

Het aandachtsgebied is gedefinieerd als een rechthoek met een lengte van 800 m voor tot 800 m na de voegovergang en een breedte van 400 m vanaf de linkerkant verharding tot 400 m vanaf de rechterkant verharding. De afmetingen zijn vastgesteld op basis van expert judgement en waarnemingen bij een aantal situaties met lawaaiige voegovergangen.



Figuur 6: Aandachtsgebied voor de beoordeling van geluidhinder van luide voegovergangen. Bij klachten ligt nader onderzoek voor de hand als zich binnen het gebied woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen bevinden.

Bijlage 5 GeluidLabelWaarde

5.1 Definitie GeluidLabelWaarde

De GeluidLabelWaarde is het geluidniveau, behorend bij een specifiek type voegovergang, waarbij de kans klein is dat dit geluidniveau wordt overschreden bij een volgende realisatie van dit type voegovergang.
Wanneer de GeluidLabelWaarde (afgekort de GLW) lager is dan de geluideis, heeft de verificatie op voorhand plaats gevonden.

De GLW is gebaseerd op de gemiddelde waarde van de beschikbare meetresultaten aan de bovenzijde van het kunstwerk, inclusief een toeslag die afhankelijk is van de spreiding in deze meetresultaten. In de Meerkeuzematrix Voegovergangen is per type voegovergang en per uitvoeringsvariant een GLW weergegeven.

Het is mogelijk dat een leverancier van voegovergangen zelf een GeluidLabelWaarde aanlevert voor zijn product. Dit zal het geval zijn wanneer het product akoestisch beter presteert dan de specificaties in de Meerkeuzematrix of wanneer een nieuw product niet staat beschreven in de Meerkeuzematrix.

Voorliggende bijlage beschrijft de methode om de GeluidLabelWaarde te bepalen.

5.2 Bepalen GeluidLabelWaarde

De GLW wordt als volgt berekend:

$$GLW = \text{gemiddelde waarde } (L_{SPB,voeg,lv}) + \text{toeslag}$$

Bepalen van de gemiddelde waarde ($L_{SPB,voeg,lv}$)
De GeluidLabelWaarde wordt gebaseerd op de resultaten van minimaal vijf metingen aan de desbetreffende voegovergang. De metingen dienen aan minstens drie verschillende kunstwerken te zijn uitgevoerd volgens de methode uit paragraaf 2.3 van bijlage 2 van de RTD 1007-3 (geluidmeting boven het kunstwerk). De gemeten voegovergangen moeten toegepast zijn in een situatie die representatief is voor de situatie waarvoor de GLW wordt getoetst.
Uit elke meting aan een voegovergang volgt een A-gewogen maximale geluidniveau ($L_{SPB,voeg,lv}$).

Meetresultaten van voegovergangen welke volgens het oude meetvoorschrift op een microfoonhoogte van 5 m zijn bepaald, kunnen omgerekend worden naar een meetresultaat op 3 m hoogte. Hiervoor wordt 1,2 dB opgeteld bij het gemeten SPB-niveau op 5 m hoogte.

De GeluidLabelWaarde wordt vastgesteld bij één of meerdere representatieve snelheden (v). Van alle meetresultaten die gebruikt worden voor het bepalen van de GLW moet de waarde $L_{SPB,voeg,lv}$ bij de representatieve snelheid voldoende betrouwbaar zijn. De betrouwbaarheid wordt vastgesteld met de grenzen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de regressielijn (zie figuur 1). Het geluidniveau

$L_{SPB,voeg,lv}$ bij snelheid *v* wordt als voldoende betrouwbaar gekwalificeerd als de helft van het 95%-betrouwbaarheidsinterval (*Δ95% ci*) kleiner of gelijk is aan 0,5 dB.

De *gemiddelde waarde* ($L_{SPB,voeg,lv}$) wordt bepaald door de (niet-afgeronde) resultaten van de metingen bij snelheid v rekenkundig te middelen.

Berekenen van de toeslag
Het uitgangspunt bij het bepalen van de toeslag is dat 10% van nieuwe realisaties van een bepaald voegtype een geluidniveau boven de GLW mogen hebben.
De GLW (*gemiddelde waarde* + *toeslag*) volgt uit de berekening van de cumulatieve 90% waarschijnlijkheid. De toeslag is bepaald volgens:

$$Toeslag = Z \cdot \sigma$$

Met Z = 1,28 en σ = standaard deviatie van $L_{SPB,voeg,lv}$ bij de snelheid v.

5.3 Voorbeeldberekening GeluidLabelWaarde

In onderstaande tabel staan de resultaten van een zestal metingen aan een specifiek type voegovergang bij 120 km/h. Bij elke meting is de $L_{SPB,voeg,lv}$ en de bijbehorende betrouwbaarheidswaarde *Δ95% ci* van het regressieresultaat bepaald.

	$L_{SPB,voeg,lv}$	95%-betrouwbaarheidswaarde
meting 1	82,1	0,3
meting 2	84,0	0,4
meting 3	80,7	0,7
meting 4	83,4	0,3
meting 5	84,4	0,2
meting 6	81,9	0,3

Omdat bij meting 3 de betrouwbaarheid bij 120 km/h niet voldoet, wordt deze in de berekening van de GLW niet meegenomen.

Uit de metingen volgt nu:
- *Gemiddelde waarde* ($L_{SPB,voeg,lv}$) = (82,1+84,0+83,4+84,4+81,9)/5 = 83,2 dB
- *de standaarddeviatie* σ = 1,1 dB

GLW (120 km/h) = gemiddelde ($L_{SPB,voeg,lv}$) + $Z \cdot \sigma$ = 83,2 + 1,28 · 1,1 = 84,6 dB

5.4 Rapporteren GeluidLabelWaarde

In de rapportage van de GLW komen de volgende zaken aan bod:
- De herleidbaarheid van gegevens door de afzonderlijke meetgegevens te presenteren en een beschrijving te geven van de locaties waar de voegen zijn gemeten, een en ander voorzien van een foto;
- Wijze van berekenen, bijvoorbeeld zoals weergegeven is in bovenstaand voorbeeld;

- De representatieve inbouwsituatie van de voegovergang waarvoor de GLW geldig is. Hierbij wordt omschreven op wat voor soort kunstwerken de metingen hebben plaats gevonden, de eventuele dilatatie opening (stand van de voegovergang) en de kruisingshoek.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies

Doc.nr.: RTD 1007-4
Versie: 1.0
Status: Definitief
Datum: 1-4-2013

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Richtlijn voor flexibele voegovergangsconstructies

Rijkswaterstaat Technisch Document RTD 1007-4:2013

Date 1-4-2013
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS Dienst Infrastructuur
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-04-2013
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Flexibele voegovergangsconstructies in de vorm van bitumineuze voegovergangen worden in Nederland met wisselend succes toegepast. Inmiddels zijn met deze voegovergangen de nodige ervaringen opgedaan en is Nationaal en Internationaal onderzoek gedaan en gewerkt aan richtlijnen. Deze RTD is dan ook tot stand gekomen na inventarisatie van Europese ervaringen en ontwikkelingen en afgestemd met actuele publieke en private regelgeving in Zwitserland en Engeland. In deze landen is gebleken dat de voorschriften daar hebben geleid tot een langere levensduur. Het is de verwachting dat dit ook in Nederland realiseerbaar moet zijn indien met diverse aspecten rekening wordt gehouden, zoals verwoord in deze RTD

Deze RTD beoogt een bijdrage te leveren aan de toepassing van een nieuwe generatie duurzamere flexibele voegovergangen en vormt een handreiking voor aannemers om aan te tonen dat aan functionele eisen wordt voldaan, zoals onder meer gesteld in de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1007-2. Voor opdrachtgevers biedt het document houvast bij het specificeren van de vraag en het toetsen of het geleverde product aan de gestelde eisen voldoet c.q. kan gaan voldoen.

De RTD is tot stand gekomen in overleg met de sector, waaronder Rijkswaterstaat, aannemers en leveranciers. Hoewel deze richtlijnen meer concreet ingevuld zijn voor bitumineuze voegovergangen, is als titel gekozen “Flexibele voegovergangsconstructies” om zo kansen te bieden aan innovaties met andere bindmiddelen.

Deze RTD vervangt de richtlijn van het ministerie van Verkeer en Waterstaat “Bitumineuze voegovergangen - Richtlijnen voor Ontwerp en Uitvoering” uit 1994.

In Europees verband wordt gewerkt aan de ETAG richtlijn nr. 032 “Expansion joints for road bridges part 3: flexible plug expansion joints”. Zodra deze van kracht zijn, zal deze RTD aangepast moeten worden.

Deze RTD is tot stand gekomen door een werkgroep binnen het Platform Voegovergangen en Opleggingen (PVO). Op moment van publicatie van deze RTD bestond het kernteam uit: C.A. van der Steen (voorzitter, secretaris, rapporteur), N. Booij, S.D. Mookhoek, B. Sluer, J. Voskuilen. Vanuit de zijde van opdrachtgevers hebben meegewerkt: F. van Beek, J. van der Aa. Vanuit de zijde van aannemers hebben meegewerkt: H. Bijl, J. Bos, B. Doorn, R. Huurman, W. Koops, E.W. Kuzee, B. Maessen, S. Ruster, R. van Wijnen. Vanuit de zijde van bitumineus bindmiddelleveranciers hebben meegewerkt: J. Basamusca, L. van Duren, D. Goos, F. Hengst, P. Jonckes, J. Struik, T. Taanghem W. Giezen.

Rijkswaterstaat DVS
Waarnemend Hoofdingenieur Directeur
Ir. P. Struik

Inhoud

1 Onderwerp en toepassingsgebied 8
1.1 Onderwerp 8
1.2 Toepassingsgebied 8

2 Termen en definities 9
2.1 Systeemcomponenten 9
2.2 Terminologie 9

3 Overzicht normatieve verwijzingen 11

4 Eisen flexibele voegovergngsconstructie 14
4.1 Inleiding 14
4.2 Flexibele voegovergangsconstructie, primaire eis 14
4.3 Flexibele voegovergangsconstructie, onderliggende eisen 15
4.3.1 Bewegingen / voegopening 15
4.3.2 Scheuren, waterdichtheid 15
4.3.3 Onthechting 16
4.3.4 Vervormingen voegmassa 16
4.3.5 Niveauverschil na aanleg (initieel) 17
4.3.6 Stroefheid 17
4.3.7 Waterafvoer 17
4.3.8 Geluidproductie 18
4.3.9 Inspecteerbaarheid, onderhoud 18
4.4 Flexibele voegovergangsconstructie, bitumineus 19
4.4.1 Geschiktheid 19
4.4.2 Afmetingen, breedte 19
4.4.3 Afmetingen, dikte voegovergang 20
4.4.4 Verhouding breedte/dikte 21
4.4.5 Afmetingen, dikte voegovergang bij schampkant 21
4.4.6 Dikte, breedte overgangsbalk 21

5 Eisen onderdelen voegovergangsconstructie 22
5.1 Rugvulling 22
5.2 Afdekplaat 22
5.2.1 Algemeen 22
5.2.2 Staal 22
5.2.3 Overige materialen 23
5.3 Toeslagmateriaal (in voegovergang) 23
5.3.1 Algemeen 23
5.3.2 Steenslag voor voegmassa of instrooilaag 23
5.3.3 Bitumineuze voegovergang 24
5.4 Bindmiddel 24
5.4.1 Algemeen 24
5.4.2 Bitumineuze bindmiddelen 25
5.5 Reparatiemortel 26
5.6 Overgangsbalk 27

6 Verificatie ontwerp 28
6.1 Algemeen 28
6.2 Berekening 28
6.3 Proeven 28

6.4 Ervaring in de praktijk 29

7 Risicoanalyse en kwaliteitsborging 30
7.1 Uitgangspunten 30
7.1.1 Algemeen 30
7.1.2 Optredende voegbeweging 30
7.1.3 Beschikbare tijd 31
7.2 Risico-analyse 31
7.3 Kwaliteitsborging 32

8 Uitvoering 34
8.1 Algemeen 34
8.2 Voorbereidingen 34
8.2.1 Verwijderen verharding 34
8.2.2 Repareren beton 35
8.2.3 Prepareren voegruimte 35
8.2.4 Voorzieningen bij schampkant 36
8.3 Aanbrengen afdekplaat 36
8.4 Vullen van de voegovergang 37
8.4.1 Uitvoering, bitumineuze voegmassa 37
8.4.2 Moment van vullen 38
8.4.3 Temperatuur (ondergrond en bitumen) 39
8.4.4 Temperatuur bitumineus bindmiddel 39
8.5 Veiligheid en milieu 39
8.6 In gebruikname 39

9 Herstel en instandhouding 40
9.1 Deelvervanging 40
9.2 Beheer- en onderhoudsplan 40
9.3 Opleverdossier 40

10 Berekeningen, testen en keuringen 41
10.1 Algemeen 41
10.2 Berekening sterkte afdekplaat: 41
10.3 Berekening / numerieke simulatie voegovergangsconstructie 41
10.4 Testen voegovergang, rek-stuik vermoeiingsproef 43
10.4.1 Algemeen, proefmethode, bitumineuze voegovergangsconstructie 43
10.4.2 Deel 1 proef: Thermisch-mechanische vermoeiingsproef 44
10.4.3 Deel 2 proef: mechanische vermoeiingsproef 45
10.5 Testen op voegovergang: stroefheid 45
10.6 Testen op componenten – voegmassa: sterkte en stijfheid 45
10.7 Testen op componenten – voegmassa: blijvende vervorming 47
10.7.1 Algemeen 47
10.7.2 Methode A: Triaxiaalproef 47
10.7.3 Methode B: Wielspoorproef 48
10.8 Testen op componenten – reparatiemortel: hittebestandheid 48
10.9 Testen op componenten – mortel en toeslag: temperatuur 49
BIJLAGE 1 VOORBEELD UITVOERINGSREGISTRATIEFORMULIER BITUMINEUZE VOEGOVERGANGS-CONSTRUCTIE (informatief) 50
BIJLAGE 2: ETAG 032 ANNEX 3-M TESTING MECHANICAL RESISTANCE AND RESISTANCE TO FATIGUE 53

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Deze RTD geeft definities en bevat eisen en aandachtspunten voor het ontwerp, de validatie, de productie en het aanbrengen van flexibele voegovergangen in betonnen kunstwerken.

Toelichting
Door Rijkswaterstaat is een kader opgesteld met als titel "eisen voor voegovergangen", thans aangeduid als RTD 1007-2. De richtlijn wordt gebruikt voor het specificeren van de eisen aan de gewenste voegovergang. Deze eisen kennen een wat hoger abstractieniveau, waarbij aantoonbaarheid een belangrijk aandachtpunt is. Deze RTD1007-4 is te beschouwen als een hulpmiddel bij het specifiek aantoonbaar maken van de vereiste proces- en productkwaliteit voor de voegovergangfamilie " flexibele voegovergangen". In principe dient dit document daarom te worden gebruikt in samenhang met de RTD1007-2. Er is desondanks getracht om het document zo veel als mogelijk als een zelfstandig te gebruiken document uit te geven.

1.2 Toepassingsgebied

Deze RTD is van toepassing op flexibele voegovergangsconstructies in betonnen kunstwerken, waarbij de breedte van de flexibele voegovergang exclusief de eventuele overgangsbalk ten hoogste 500 mm bedraagt haaks gemeten op de voegovergang of ten hoogste 550 mm in de rijrichting. Deze RTD is van toepassing op flexibele voegovergangsconstructies met uitsluitend een voegmassa in de voegovergang, dus zonder bijvoorbeeld metalen onderdelen zoals veren die zijn opgenomen in de voegmassa.

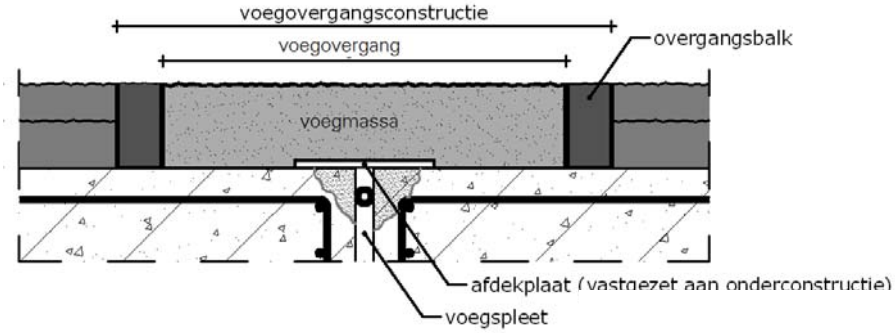
Opmerking 1
Nadere voorwaarden voor de toepassing zijn vermeld in 4.1.

Opmerking 2
Voor een overzicht van alle beschikbare voegtypen voor voegovergangen wordt verwezen naar de "Meerkeuzematrix Voegovergangen" (RTD 1007-1). De van oudsher bekende bitumineuze voegovergang gebaseerd op de richtlijn uit 1994 is in de meerkeuzematrix aangeduid als concept 4.1a. De nieuwe generatie bitumineuze voegovergangen op basis van deze RTD zal als concept 4.1a1 aangeduid gaan worden.

2 Termen en definities

2.1 Systeemcomponenten

Figuur 1 geeft een overzicht en de benamingen van de systeemcomponenten.



Figuur 1: Overzicht flexibele voegovergangsconstructie en benamingen van de systeemcomponenten

2.2 Terminologie

Afdekplaat:	Een plaat aangebracht aan de onderzijde van een flexibele voegovergang om de ruimte tussen betonnen brugdelen of een betonnen brugdeel en het landhoofd te overbruggen.
Bindmiddel	Een flexibel materiaal dat de holten tussen toeslagmateriaal opvult.
Groot onderhoud	Het in zijn geheel vervangen van een flexibele voegovergang(sconstructie) over de gehele lengte van de voegovergang dan wel een deel daarvan.
Mortel (bitumineus)	Mengsel van een gemodificeerd bitumen met minerale vulstof te gebruiken als bindmiddel welke dient als matrix rondom het toeslagmateriaal in een voegovergang.
Ontwerplevensduur	De theoretische periode waarin de voegovergang zijn primaire functies blijft vervullen (zie 4.2). *Opmerking:* *Het gaat hier nadrukkelijk niet om de levensduur in het werk maar om het resultaat van een berekening, proef of praktijktest. Indien bijvoorbeeld een voegovergang goed door een bepaalde test komt, welke is opgenomen in deze RTD, wordt geacht aangetoond te zijn dat de voegovergangsconstructie voldoet aan de in deze RTD vastgelegde ontwerplevensduur. De levensduur in de praktijk zal afhankelijk zijn van de daadwerkelijk optredende belastingen en kan langer of korter zijn dan de ontwerplevensduur.*

Overgangsbalk	Het onderdeel, behorende tot de voegovergangsconstructie, tussen de voegovergang en de aangrenzende wegverharding
Uitvoeringsplan	Een gedetailleerde beschrijving van alle acties, handelingen en werkzaamheden die op productniveau voor de aanleg van de voegovergang moeten worden verricht.
Voegbreedte	De breedte van de voegovergang gemeten loodrecht op de lengterichting van de voegovergangsconstructie.
Voegovergangsconstructie	De voegovergang gevormd door de voegmassa en de ernaast gelegen overgangsbalk.
Voegovergang	De ruimte tussen de overgangsbalken, behorende tot de voegovergangsconstructie.
Voegmassa	het materiaal ter plaatse van de voegovergang bestaande uit een combinatie van toeslagmateriaal, bindmiddel en eventuele vulstof(fen) welke uiteindelijk moet zorgen voor het opvangen van de bewegingen van de voegspleet en bestand is tegen optredende fysische, chemische en mechanische belastingen
Voegspleet	De vrije ruimte tussen betonnen brugdelen dan wel een betonnen brugdeel en het landhoofd.

3 Overzicht normatieve verwijzingen

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
RTD 1007-1	RTD 1007-1	5 (2013)	Meerkeuzematrix Voegovergangen (handreiking)
RTD 1007-2	RTD 1007-2	1 (2013)	Eisen voor voegovergangen
RTD 1007-3	RTD 1007-3	1 (2013)	Geluidseisen voor voegovergangen
RTD1009	RTD1009	2012	Richtlijnen voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
NEN-EN normen en ETAGS			
EN 1426	NEN-EN 1426	2007	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen–bepaling van de naaldpenetratie
EN 1427	NEN-EN 1427	2007	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – bepaling van het verwerkingspunt – Ring- en kogelmethode
EN 1504-3	NEN-EN 1504-3	2005	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – deel 3: constructieve en niet-constructieve reparatie
EN 1504-7	NEN-EN 1504-7	2006	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – deel 7: bescherming tegen wapeningscorrosie.
EN 1542	NEN-EN 1542	1999	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingsmethoden - Bepaling van de hechtsterkte door middel van de afbreekproef
EN 10025-2	NEN-EN 10025-2	2004	Warmgewalste producten van constructiestaal – Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
EN 10204	NEN-EN 10204	2004	Producten van metaal – Soorten keuringsdocumenten
EN 12594	NEN-EN 12594	2007	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – monstervoorbehandeling

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 12607-1	NEN-EN 12607-1	2007	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – bepaling van de weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht – deel 1: RTFOT-methode
EN 12607-2	NEN-EN 12607-2	2007	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – bepaling van de weerstaand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht – deel 2 TFOT
EN 12697-25	NEN-EN 12697-25	2005	Bitumineuze mengsels – beproevingsmethoden voor warm bereid asfalt – Deel 25: cyclische drukproef
EN 13036-4	NEN-EN 13036-4	2011	Oppervlak-eigenschappen van weg- en vliegveldverhardingen – Beproevingsmethoden – Deel 4: Methode voor de meting van de stroefheid van een oppervlak – De Slingerproef.
EN 13043	NEN-EN 13043	2006 (C1)	Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlaktebehandeling voor wegen en vliegvelden en andere verkeersgebieden (wordt binnenkort vervangen, zie ont. NEN-EN 13043:2011
EN 13398	NEN-EN 13398	2010	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – Bepaling van het elastisch herstel van gemodificeerd bitumen
EN 13589	NEN-EN 13589	2008	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – Bepaling van de trekeigenschappen van gemodificeerd bitumen door de kracht-ductiliteit-methode
EN 13880-5	NEN-EN 13880-5	2005	Warm aangebrachte voegafdichtingsmiddelen – deel 5: beproevingsmethode voor de bepaling van de vloeiweerstand
EN 14023	NEN-EN 14023	2010	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Specificaties voor met polymeren gemodificeerd bitumen
EN 14188-4	NEN-EN 14188-4	2009	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Part 4: Specificaties voor primers voor gebruik met voegafdichtingsmaterialen
EN 15326	NEN-EN 15326:2007	2009 (A1)	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen – Meting van de dichtheid en zwaartekracht – Methode met pyknometer met stop met capillair.

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ETAG 032	ETAG richtlijn 032	(Excom eindversie maart 2012)	Expansion joints for road bridges part 3: flexible plug expansion joints.
NEN-EN-ISO normen			
EN-ISO 9001	NEN-EN ISO 9001 +c1:2009:	2008	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen
EN-ISO 1461	NEN-EN-ISO 1461	2009	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen – specificatie en beproevingsmethoden
EN-ISO 2592	NEN-EN-ISO 2592	2001	Bepaling van vlam- en brandpunten – Clevelandmethode met open kroes
NEN normen / NPR -richtlijnen			
NEN6240	NEN6240	2005	Nederlandse invulling van NEN-EN 13043 "Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlaktebehandelingen voor wegen, vliegvelden en andere verkeersgebieden".

4 Eisen flexibele voegovergngsconstructie

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de voorwaarden en eisen voor het toepassen van een flexibele voegovergangsconstructie. Daarbij zijn op hoofdlijnen te onderscheiden:

a) voorwaarden gekoppeld aan de eigenschappen van een flexibele voegovergangsconstructie. Dit betreft dan voorwaarden aan de toepassing.
b) (functionele) eisen aan de flexibele voegovergangsconstructie in zijn geheel als ook aan de afzonderlijke componenten.
c) eisen aan de ondergrond en omgeving, als ook de uitvoering

In dit hoofdstuk worden zowel functionele eisen als technische eisen gesteld. Uiteindelijk moet, voorafgaand aan de uitvoering, worden aangetoond dat een voldoende duurzame flexibele voegovergangsconstructie is te realiseren. Dit aantonen van de duurzaamheid kan op drie manieren. Door numerieke benadering, door proeven in het laboratorium of door praktijkervaring. Zie hiervoor hoofdstuk 6.

Opmerking
Het doen van proeven wordt thans nog gezien als noodzakelijke voorwaarde om aan te tonen dat aan de functionele eisen kan worden voldaan.

4.2 Flexibele voegovergangsconstructie, primaire eis

De flexibele voegovergangsconstructie moet in staat zijn om gedurende de vereiste ontwerplevensduur:

- beweging mogelijk maken van de aangrenzende bouwdelen ter plaatse van de overgang (bewegingsvrijheid), zie 4.3.1;
- de belastingen op te nemen die ontstaan door bewegingen van het kunstwerk of onderdelen daarvan (mechanische weerstand: constructie);
- de belastingen op te nemen die ontstaan door het verkeer (mechanische weerstand: verkeer);
- de fysische en chemische belastingen op te nemen als gevolg van de expositie;
- een veilige en comfortabele passage mogelijk maken, zonder geluidshinder;
- de onderliggende constructie beschermen (waterdicht zijn) zonder dat gebreken ontstaan die de grenswaarden overschrijden zoals opgenomen in paragraaf 4.3 en 4.4.

De flexibele voegovergangsconstructie als geheel moet zodanig zijn samengesteld, dat deze een ontwerplevensduur heeft van ten minste 10 jaar. Binnen de ontwerplevensduur mag geen groot onderhoud of vervanging van (delen van) de voegovergangsconstructie noodzakelijk zijn. De onderliggende eisen genoemd in 4.3 en 4.4 moeten gedurende de ontwerplevensduur zijn gewaarborgd.

Klein onderhoud, zoals herstel van de stroefheid aan het oppervlak, is wel toegestaan binnen deze periode.

4.3 Flexibele voegovergangsconstructie, onderliggende eisen

4.3.1 Bewegingen / voegopening

De voegovergangsconstructie mag de beweging van het kunstwerk of onderdelen daarvan niet belemmeren.
Bewegingen loodrecht op de rijrichting door bijvoorbeeld door speling in of beweging van het oplegsysteem als ook buiging van de bovenbouw, moeten opneembaar zijn.

Tenminste dient rekening gehouden te worden met bewegingen van het kunstwerk door:
1. temperatuursverschillen. Te onderscheiden zijn:
   a) gelijkmatige temperatuurcomponent (jaarlijkse temperatuurverschillen);
   b) temperatuurverschilcomponent (verschil temperatuur onder en bovenzijde brugdek);
2. (resterende) krimp en kruip van beton;
3. (rest)zettingen van de fundering;
4. verkeersbelastingen. Te onderscheiden zijn:
   a) horizontale bewegingen in de rijrichting door remkrachten;
   b) horizontale bewegingen loodrecht op de rijrichting door centrifugaalkrachten (bij boogstralen r < 1500 m);
   c) horizontale en verticale bewegingen door het op- en doorbuigen van de overspanning met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen;
   d) verticale bewegingen door een eventuele indrukking van de opleggingen bij de voegovergang;
5. windbelastingen.

Opmerking:
Vooraf zal dus een goed inzicht nodig zijn in de werking van het kunstwerk en de mogelijke vervormingen die de voegovergang duurzaam kan opnemen. Verwezen wordt naar de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1007-2 "Eisen voor voegovergangen" en de RTD1007-1 "Meerkeuzematrix Voegovergangen" waarin onder ondere een korte toelichting is gegeven op voegbewegingen.

4.3.2 Scheuren, waterdichtheid

Gedurende de ontwerplevensduur mogen geen scheuren ontstaan in de voegovergangsconstructie of op de hechtvlakken met de aangrenzende constructie, waardoor de waterdichtheid van de voegovergangsconstructie niet meer is gegarandeerd. De voegovergangsconstructie moet gedurende de ontwerplevensduur waterdicht zijn en blijven.

Van de eis ten aanzien van waterdichtheid mag worden afgeweken indien aan onderstaande voorwaarden gelijktijdig wordt voldaan:
- De optie "niet blijvend waterdicht" moet expliciet vooraf zijn overeengekomen (dus niet nadien, als de voegovergang al is gerealiseerd).
- De voegovergangsconstructie moet bij oplevering waterdicht zijn.
- Er moeten maatregelen zijn genomen of voorzieningen zijn getroffen om de mogelijk nadelige gevolgen van het niet (meer) waterdicht zijn te voorkomen.
- Getroffen voorzieningen moeten zijn te inspecteren, te repareren, te onderhouden of zijn te vervangen.

Opmerking 1:
Als voorziening is bijvoorbeeld te denken aan een opvanggoot onder de voeg, een dubbele kering in de aan te brengen voegconstructie al dan niet in combinatie met het behandelen (conserveren, hydrofoberen) van het beton zodat geen dooizouten opgenomen kunnen worden door het beton.

Opmerking 2:
De mogelijkheid voor het treffen van voorzieningen is doorgaans alleen praktisch uitvoerbaar bij nieuwbouw omdat dan in het ontwerp rekening gehouden kan worden met de eis van inspecteren, repareren, onderhouden en/of vervangen.

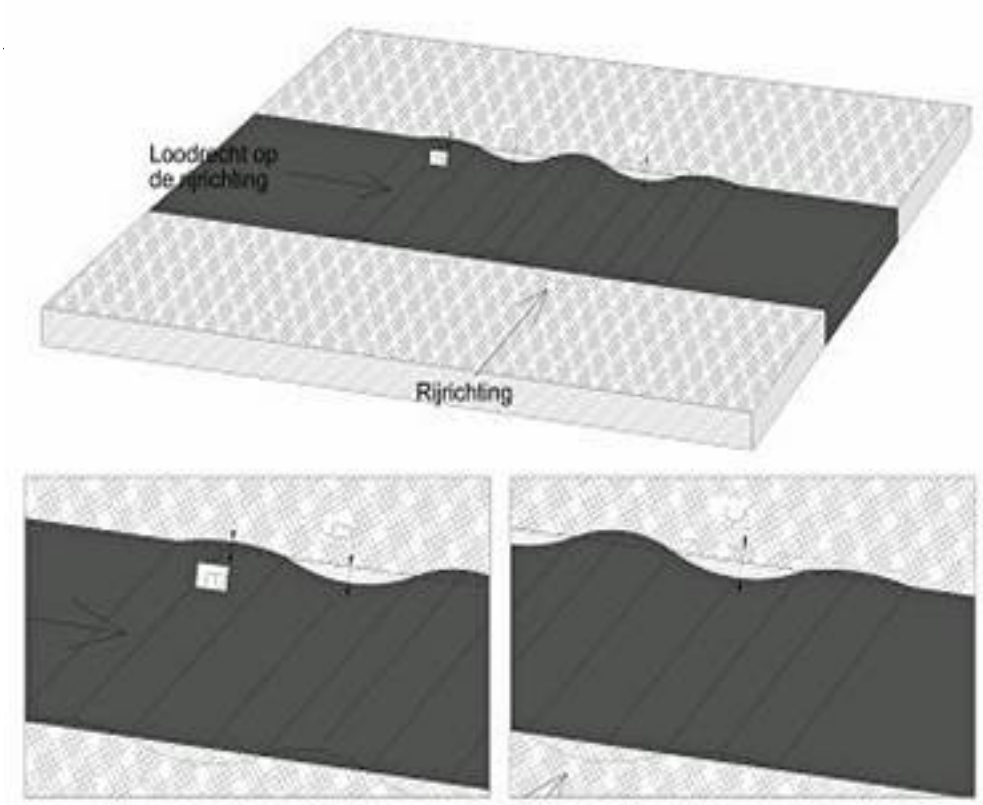
4.3.3 Onthechting

Gedurende de vereiste levensduur mag geen onthechting optreden van de voegovergangsconstructie op aangrenzende bouwdelen (bijvoorbeeld voegflanken of onderliggende constructie). Evenmin mag onthechting optreden tussen de materialen waaruit de voegovergangsconstructie is opgebouwd.
Bovenstaande geldt niet voor die contactvlakken waar onthechting in het ontwerp is voorzien.

4.3.4 Vervormingen voegmassa

Vervormingen in het oppervlak van de voegovergangsconstructie mogen gedurende de ontwerplevensduur niet leiden tot gevaar voor het verkeer. Een beeld van het vervormingsgedrag van de voegmassa moet zijn verkregen uit numerieke berekening, testen of door praktijkervaring, zie hoofdstuk 10.7.

Opmerking:
Of gevaar voor het verkeer ontstaat, hangt af van het verschil in hoogte tussen aangrenzend rijdek en de voegmassa als ook in hoogteverschillen binnen de voegmassa. De voegafmeting speelt daarbij ook een rol. Dit staat los van een eventueel effecten op de geluidsproductie. In de RTD 1007-2:2013 zijn in artikel 5.3.3. grenswaarden opgenomen. Ter indicatie geldt dat hoogteverschillen in de voegovergang loodrecht op de rijrichting van 5 mm (initieel, onbelast) of 9 mm (op termijn, door belasting) in de rijrichting ten opzichte van het denkbeeldig horizontale vlak geen gevaar opleveren. Zie figuur 2.



Figuur 2: Vervormingen voegovergang

4.3.5 Niveauverschil na aanleg (initieel)

Direct na het inbouwen van de voegovergangsconstructie mag het hoogteverschil tussen de voegovergangsconstructie en het aangrenzend wegdek zonder spoorvorming niet meer bedragen dan 3 mm.

Opmerking:
Indien sprake is van spoorvorming in het aangrenzend wegdek wordt onderhoud aan de aangrenzende verharding geadviseerd.

4.3.6 Stroefheid

Voor een voegovergangsconstructie haaks op de rijrichting met een breedte van minder dan 200 mm hoeft de stroefheid niet te worden aangetoond.
Voor bredere voegovergangsconstructies geldt dat de stroefheid van de voegovergangsconstructie, bepaald volgens 10.5, ten minste 45 moet bedragen tenzij een andere waarde is overeengekomen.

Opmerking
Een eis aan de stroefheid wordt minder van belang naarmate de voegovergangsconstructie smaller is en meer haaks staat op de rijrichting.

4.3.7 Waterafvoer

Op de voegovergangsconstructie mag geen water blijven staan.

Indien de voegovergangsconstructie een hindernis vormt voor de waterafvoer van de bovenstrooms gelegen verharding, bijvoorbeeld vanwege de open deklaag, moet het ontwerp en de uitvoering voorzien in de afvoer van het water.

Opmerking:
Doorgaans zal de wegverkanting ervoor zorgen dat er geen water blijft staan ter plaatse van de voegovergangsconstructie, tenzij hierin vervormingen ontstaan (zie ook 4.3.4).

4.3.8 Geluidproductie

De geluidproductie van een flexibele voegovergangsconstructie moet voldoen aan de eisen in de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1007-3 "geluidseisen voegovergangen".

Opmerking:
Flexibele voegovergangen met bitumen als bindmiddel zullen doorgaans voldoen aan de eisen die zijn vastgelegd in de RTD 1007-3 omdat gekeken wordt naar verschillen in geluidsniveau tussen de voegovergangsconstructie en het aansluitende wegdek.

4.3.9 Inspecteerbaarheid, onderhoud

In verband met de inspecteerbaarheid en onderhoud geldt het volgende:
1. De waterdichtheid van een voegovergangsconstructie moet, voor zover van toepassing, controleerbaar zijn. Deze controle moet kunnen plaatsvinden zonder dat verwijderen van de voegmassa noodzakelijk is. Dit betekent ook dat in de ruimten onder de voegovergang geen (verloren) bekistingsmateriaal of andere resten aanwezig mogen zijn.
2. Indien voorzieningen zijn getroffen om de gevolgen van lekkage te beperken, moeten ook deze inspecteerbaar zijn en vervangen respectievelijk hersteld of opnieuw aangebracht kunnen worden.
3. De voegovergangsconstructie moet worden afgeleverd met een beheer- en onderhoudsplan dat voorziet in een handleiding met planning voor inspectie, onderhoud en vervanging (zie hoofdstuk 9).

4.4 Flexibele voegovergangsconstructie, bitumineus

4.4.1 Geschiktheid

Een bitumineuze voegovergangsconstructie is niet geschikt om toegepast te worden in bochten, kruispunten of andere plaatsen met veel optrekkend en remmend verkeer. Ook in situatie met regelmatig stilstaand of langzaam rijdend verkeer wordt toepassing ervan ontraden.

Een bitumineuze voegovergangsconstructie mag uitsluitend worden toegepast waar de optredende vervormingen van het kunstwerk ter plaatse van de voegspleet de opneembare vervorming van de voegovergangsconstructie niet overschrijdt.

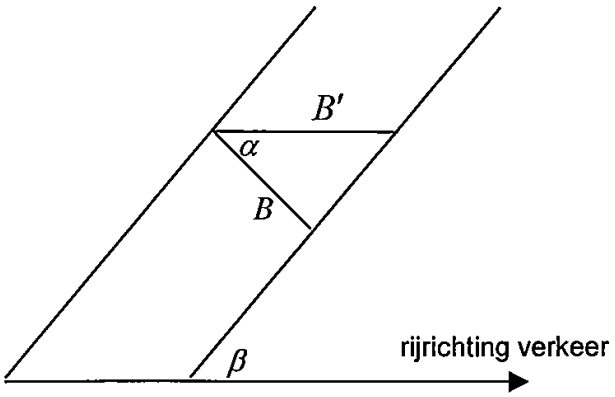
Een bitumineuze voegovergangsconstructie wordt geacht toepasbaar te zijn indien:
a) de ten hoogste te verwachten maximale uitzetting van het brugdek t.o.v. het moment van inbouwen niet meer bedraagt dan 20 mm;
b) de ten hoogste te verwachten maximale verkorting van het brugdek t.o.v. het moment van inbouwen van de voegspleet niet groter is dan 10 mm;
c) het totaal van de verticale bewegingen van de voegovergang niet groter is dan 3 mm;
d) de langshelling of dwarshelling (verkanting) van de voegovergang ten hoogste 4,0 % bedraagt.

Opmerking:
De getalswaarden aan maximale rek en stuik betekent dat de temperatuur van inbouwen een belangrijk gegeven is bij het aanleggen van een bitumineuze voegovergangsconstructie, zie hoofdstuk 8.

Indien de aan te brengen bitumineuze voegovergangsconstructie minder vervorming kan opnemen dan hierboven is gesteld, mag deze alleen worden toegepast indien dit vooraf tussen partijen is overeengekomen. De beperking moet in dat geval duidelijk zijn aangegeven in het ontwerp.
Indien geen voorbehoud is gemaakt mag de beheerder/opdrachtgever er van uitgaan dat de aangeboden c.q. toegepaste voegovergangsconstructie voldoet aan de voorwaarden genoemd onder a) tot en met d).

4.4.2 Afmetingen, breedte

De breedte van de voegovergang (dit is de voegovergangsconstructie exclusief overgangsbalken), mag indien deze haaks staat op de rijrichting, niet meer bedragen dan 500 mm.
Als de voegovergang een hoek maakt met de rijrichting van het verkeer, mag de breedte van de voegovergang gemeten in de rijrichting niet groter zijn dan 550 mm (zie figuur 3).
De minimum breedte wordt bepaald door de breedte die nodig is om de optredende bewegingen op te kunnen nemen.



Figuur 3: voegbreedte

Voorbeeld::
Bij een kruisingshoek ß van (bijvoorbeeld) 45° met de rijrichting van het verkeer en een voegbreedte in de richting van het verkeer van 500 mm, is de breedte B gelijk aan 500 cos (90 -ß) ≈ 350 mm.

4.4.3 Afmetingen, dikte voegovergang

De dikte van een bitumineuze voegovergang moet ten minste 70 mm en mag ten hoogste 120 mm bedragen.

Opmerking:
Een bitumineuze voegovergang wordt opgebouwd uit meer lagen. Om vervormingen van de voeovergang over de hoogte te beperken, is er een maximum gesteld aan de dikte. Om voldoende werking te hebben (wet behoud volume) is een minimum dikte vastgelegd.

Het verschil in dikte in lengterichting van de bitumineuze voegovergang mag niet meer bedragen dan 10 mm, het optredend dikteverschil bij de afdekplaat niet meegerekend. Zo nodig moet de ondergrond waarop de bitumineuze voegovergang wordt aangebracht in hoogte worden gecorrigeerd.

Het verschil in dikte van de bitumineuze voegovergang aan weerzijde van de voegspleet mag niet meer bedragen dan 3 mm. Zo nodig moet eerst worden gerepareerd respectievelijk worden uitgevlakt met een cementgebonden mortel, zie 5.5, die hechtend wordt aangebracht.

Indien de dikte boven de 120 mm uitstijgt, moet de voegruimte worden gereconstrueerd. Daarbij moet na het verwijderen van de oude voegovergang, de ondergrond worden opgehoogd met een cementgebonden (krimparme) mortel, zie 5.5, welke hechtend op de ondergrond wordt aangebracht. Vervolgens kan dan de nieuwe voegovergang worden aangebracht.

Andere materialen dan een cementgebonden mortel voor herstel, uitvlakken of ophogen, mogen slechts worden toegepast indien is aangetoond dat deze bestand zijn tegen de optredende temperaturen bij het aanbrengen van de voegmassa.

Opmerking:
Het hechtend aanbrengen betekent ook dat de opgebrachte laag niet mag loskomen als gevolg van de temperatuurschok. Voor de testmethode zie 10.8.

4.4.4 Verhouding breedte/dikte

De breedte van de bitumineuze voegovergang moet op de dikte zijn afgestemd en omgekeerd. De breedte wordt daarbij bepaald door de op te vangen bewegingen van de voegspleet.

Opmerking:
Bij een ongunstige dikte/breedte verhouding neemt de kans op scheuren of permanente vervorming toe. In het algemeen geldt: hoe dikker de voegovergang, des te meer beweging deze kan opnemen, maar des te groter ook de kans op een blijvende vervorming door de verkeersbelastingen.

4.4.5 Afmetingen, dikte voegovergang bij schampkant

De bitumineuze voegovergang moet worden doorgezet bij de schampkant. De dikte van de voegovergang ter plaatse van de schampkant moet gelijk zijn aan de dikte van de voegovergang in het rijgedeelte.

4.4.6 Dikte, breedte overgangsbalk

Aan de dikte van de overgangsbalk zijn geen eisen gesteld anders dan dat voldaan moet kunnen worden aan de functie van de overgangsbalk (zie 5.6).

5 Eisen onderdelen voegovergangsconstructie

5.1 Rugvulling

Om weglopen van bindmiddel naar de onderliggende constructie te voorkomen tijdens de aanleg, moet in de voegspleet een rugvulling worden aangebracht. Bij bitumineuze voegovergangen moet de rugvulling bestand zijn tegen de hoge temperatuur van de hete voegmassa.

Opmerking
De rugvulling heeft geen duurzame waterkerende functie. De waterdichtheid van de bitumineuze voegovergang moet door het systeem gewaarborgd worden (zie 4.3.2).

5.2 Afdekplaat

5.2.1 Algemeen

De afdekplaat moet voor wat betreft breedte, dikte en sterkte geschikt zijn om de flexibele voegovergang de nodige ondersteuning te geven zodat gedurende de levensduur een veilige passage voor het verkeer mogelijk is.

De breedte van de afdekplaat moet zijn afgestemd op de breedte en de beweging van de voegspleet. De oplegging moet voldoende breed zijn maar mag niet verhinderen dat er te weinig contactvlak over blijft voor de hechting van de voegmassa aan de ondergrond. Er moet voldoende ruimte vrij blijven voor het kunnen hechten van de voegovergang. Als richtwaarde mag worden aangenomen dat de vrije ruimte naast de afdekplaat tot aan de overgangsbalk ten minste een gelijke breedte moet hebben als de dikte van de aan te brengen voegmassa.

De stijfheid van de afdekplaat (bruikbaarheidsgrenstoestand) moet zodanig zijn dat vervormingen van de plaat niet leiden tot onthechting van de voegmassa. Dit geldt zowel voor de aanhechting van de voegmassa op de afdekplaat (indien dit uitgangspunt is van de voeg) al ook onthechting van de voegmassa van de ondergrond naast de voetplaat.

De sterkte (uiterste grenstoestand) van de afdekplaat, bepaald volgens hoofdstuk 10.2, moet zodanig zijn dat gedurende een referentieperiode van ten minste 25 jaar geen bezwijken optreedt.

Opmerking:
Een voegovergang heeft een onacceptabele constructieve veiligheid bereikt als de oplegplaat bezwijkt.

5.2.2 Staal

Gewalst staal moet voldoen aan NEN-EN 10025-2. Gedurende de referentieperiode mag de afdekplaat niet corroderen in zodanige mate dat dit leidt tot functieverlies. Bij toepassen van thermisch verzinkt staal dat voldoet aan NEN-EN-ISO 1461 wordt geacht aan deze voorwaarde te zijn voldaan.

Gelaste delen en/of dynamisch belaste delen moeten ten minste zijn vervaardigd uit S235 J0 en S355 J0 en zijn voorzien van een 3.1 certificaat volgens NEN-EN 10204.

5.2.3 Overige materialen

Voor andere materialen dan staal toegepast als afdekplaat zal de geschiktheid moeten worden aangetoond.

5.3 Toeslagmateriaal (in voegovergang)

5.3.1 Algemeen

Toeslagmateriaal gebruikt in de voegmassa moet ongeacht het bindmiddel ten minste voldoen aan:

- een kubische vorm hebben;
- vrij zijn van stof en andere bestanddelen die de hechting aan het toeslagmateriaal negatief beïnvloeden;
- droog zijn;
- een gradering hebben waarbij het percentage holle ruimte na verdichten reproduceerbaar is tijdens de aanleg van de voegovergang.

Opmerking:
Een reproduceerbare gradering is nodig om te waarborgen dat de gerealiseerde voegmassa vergelijkbar is met de voegmassa die is beproefd, berekend of waarmee ervaring is opgedaan.

Van het gebruikte toeslagmateriaal c.q. toeslagmateriaal mengsel moet ten minste worden vastgelegd:

- aard mineraal (en zuiverheid);
- de korrelgrootte verdeling;
- de vorm van de korrel / aandeel gebroken korrels;
- het percentage holle ruimte van het toeslagmaterialenmengsel in verdichte vorm c.q. de verdichting zoals in de praktijk wordt aangehouden.

5.3.2 Steenslag voor voegmassa of instrooilaag

Voor de voegmassa mag gebruik worden gemaakt van een steenslag welke voldoet aan de eigenschappen als genoemd onder "voegmassa" in tabel 1 (verwijzing tussen haakjes betreft de paragraaf uit NEN-EN 13043).

Tabel 1: Eisen aan steenslag voor flexibele voegovergangen (bitumineus)

Art. NEN-EN 13043	eigenschap	Voegmassa	instrooimateriaal
4.1.2	Korrelgroep	NEN 6240 artikel 4.1.2	
4.1.3	Korrelverdeling	NEN 6240 artikel 4.1.3	
4.1.3.1	Korrelverdeling, grenzen en toleranties	NEN 6240 artikel 4.1.3.1	
4.1.4	Gehalte zeer fijn materiaal (aanhangend stof)	NEN 6240 artikel 4.1.4 categorie f_1	
4.1.6	Korrelvorm vlakheidsindex FI D ≤ 8 mm	FI_{25}	FI_{30}
	Korrelvorm vlakheidsindex FL D > 8 mm	FI_{20}	
4.1.7	Percentage gebroken oppervlak	$C_{95/1}$	$C_{100/0}$
4.2.2	Weerstand tegen verbrijzelen	LA_{20}	LA_{30}
4.2.3	Weerstand tegen polijsten	PSV ≥ 53	PSV ≥ 50
4.2.9.1	Waterabsorbtie (vorst-dooicontroleproef)	WA_{24}l	
4.2.9.2	Bestandheid vorst-dooi	F_2	
4.3.3	Grove lichte verontreinigen	$m_{LPC}0,1$	

Opmerking:
Deze eisen voor de steenslag in de voegmassa stemmen overeen met steenslag 2 conform de RAW standaard en wijkt doorgaans af van wat een asfaltcentrale standaard gebruikt.

Steenslag voor het instrooien van de voegovergang moet voldoen aan de eisen in de kolom "instrooimateriaal" van tabel 1.

Van het steenslag moet verder bekend zijn:
- (4.2.7.1) de dichtheid
- (4.2.10) de bestandheid tegen hitte
- (4.2.11) de affiniteit van het toeslagmateriaal voor bitumineuze bindmiddelen
- (4.3.2) de petrografische samenstelling

5.3.3 Bitumineuze voegovergang

Voor een bitumineuze voegovergang geldt dat voorafgaand aan het verwerken, het toeslagmateriaal volledig moet zijn omhuld met een laag bitumen.

Opmerking
Het is aan te bevelen het toeslagmateriaal gereed voor verwerking, op de gewenste temperatuur op de bouwplaats aan te voeren (zie verder ook onder 8.4).

5.4 Bindmiddel

5.4.1 Algemeen

Het bindmiddel moet bij de verwerkingstemperatuur in staat zijn de holle ruimte tussen het korrelskelet van het (vooromhulde) toeslagmateriaal geheel te vullen.

5.4.2 Bitumineuze bindmiddelen

Bitumineuze bindmiddelen moeten polymeergemodificeerd zijn. Hiervoor geldt NEN-EN 14023. Aan het bitumeuze bindmiddel mag vulstof zijn toegevoegd. In dat geval wordt gesproken van een bitumineuze mortel.

Opmerking:
Er bestaan tevens speciale bitumineuze voegvulmaterialen die onder CE-markering worden geleverd conform EN 14188-1. De beproevingsmethoden genoemd in deze norm zijn ook geschikt voor het karakteriseren van bitumineuze mortels voor bitumineuze voegovergangen.

Van het te gebruiken bindmiddel moet ten minste een aantal eigenschappen zijn vastgelegd. Deze zijn weergeven in tabel 2. Het betreft onder meer:
- de rek bij breuk;
- de elastische terugvering;
- het verwekingspunt (R&B);
- het vlampunt.

Daarbij worden onderscheiden:
- Initiële type of product keuring (dit is een eerste test van het product), aangeduid als Initial Type Test (ITT).
- Keuring verplicht volgens CE markering (CE).
- Periodieke keuring om vast te stellen of het product nog overeenstemt met het materiaal getest bij de initiële keuring; Factory Production Control (FPC). In de tabel is de frequentie aangegeven.

Bij de eigenschappen moet ook een bandbreedte worden aangegeven, waarbinnen de eigenschap kan of mag variëren wil het geschikt zijn voor een bitumineuze voegovergangsconstructie.

Monsters van bitumineuze bindmiddelen moeten worden geprepareerd volgens NEN-EN 12594.

Opmerking: Voor preparatie van monsters voor bitumineuze voegvulmaterialen zoals bedoeld in EN 14188-1 geldt EN 13880-6.

Opmerking 1:
In deze RTD worden geen eisen gesteld aan de eigenschappen van het bindmiddel alleen. Reden is dat het gekozen bindmiddel al dan niet met toevoegingen (de mortel) moet leiden tot een voegmassa waarmee voldoende ervaring is opgedaan dan wel welke leidt tot goede prestaties bij een laboratoriumproef. Het gaat vooral om het karakteriseren van het materiaal dat daarbij is gebruikt, zodat de eigenschappen bewaakt kunnen worden als onderdeel van bijvoorbeeld een productiecontrole of uitvoeringscontrole.

Opmerking 2:
De aspecten genoemd in tabel 2 zijn ontleend aan NEN-EN 14188-1. Daaruit is een selectie genomen. Dit staat los van de (verplichte) keuringen die moeten uitgevoerd om het bindmiddel te mogen verhandelen binnen Europa (CE-markering). Tevens kunnen temperaturen afwijken van de in NEN-EN 14188-1 voorgeschreven temperaturen teneinde de bepaling meer specifiek te maken voor toepassing van het bindmiddel in flexibele voegovergangen.

Tabel 2: Aanbevolen karakterisering van bitumineus bindmiddel. *(cursief vergelijkbare test uit normserie NEN 13880 Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen.)*

CE level:			ITT	CE	FPC
Methode	omschrijving	omschrijving			
EN 1427	verwekingspunt (R&B)	Verwekingspunt	X	X	per batch 1 x
EN 1426 *(EN 13880-2)*	Penetratiediepte	Naald penetratie bij 25°C	X	X	per batch 1x
EN 12607-1 *(EN 13880-4)*	RTFOT bij 163 °C, 75 min Daaruit af te leiden	Warmte stabiliteit (heat stability)	X	X	elk jaar 1 keer
(EN 13880-3)		Penetratie bij 25 °C en herstel bij 20°C (retained value)			
(EN 13880-8)		Gewichtsverandering			
EN 13398 *(NEN-EN 13880-10)*	Herstellend vermogen (Elastic recovery)	Cohesie bij -10°C, 0°C en 20°C	X	X	elk jaar 1 keer
EN 13589	Taaiheid (Force Ductility)	Continue verlenging bij -10°C, 0°C and 20°C	X	X	elk jaar 1 keer
EN ISO 2592	Vlampunt (Flash Point)		X	X	elk jaar 1 keer
EN 15326 *(EN 13880-1)*	Dichtheid	Dichtheid bij 25°C	X	X	per batch 1x

De leverancier van het bindmiddel moet op zijn producten of productinformatie ten minste vermelden:
- de minimale en maximale meng- en verwerkingstemperatuur;
- de maximaal toegestane duur van verwarmen;
- de geadviseerde temperatuur voor het toeslagmateriaal;
- de dichtheid van het product bij 25 °C;
- het resultaat van de testen als genoemd in tabel 2 met daarbij de bandbreedte die mag voorkomen bij toepassen van het materiaal in een bitumineuze voegovergangsconstructie.

5.5 Reparatiemortel

Reparatiemortel moet voldoen aan NEN-EN 1504-3. De klasse moet daarbij zijn afgestemd op het doel van de reparatie (constructief, niet constructief).
Vrijkomende wapening moet worden behandeld met een beschermlaag volgens methode 11.1 van NEN-EN 1504-7.

Opmerking:
NEN-EN 1504-3 kent vier klassen, waaruit de eisen volgen aan de reparatiemortel. Het betreft hier nadrukkelijk eisen aan de mortel en hechtsterkte van deze mortel op een referentieondergrond. Op dit moment wordt gewerkt aan een herziening van de CUR-Aanbevelingen voor betonreparatie (53 t/m 55), waarin eisen zijn opgenomen gekoppeld aan de uitvoering.

5.6 Overgangsbalk

Tenzij anders is overeengekomen moet bij open deklagen aan weerszijde van de voegovergang een overgangsbalk worden aangebracht. Deze overgangsbalk moet:

a) steun geven aan de aangrenzende wegverharding, bijvoorbeeld de ZOAB;
b) voorkomen dat water kan toestromen naar de voegmassa, ook tijdens het aanbrengen daarvan;
c) een goed hechtvlak vormen voor de voegmassa;
d) voorkomen dat door spoorvorming van het aangrenzend wegdek, de voegmassa zwaar wordt belast;
e) vorstschade op de aansluiting ZOAB-bitumineuze voegmassa voorkomen.

Opmerking:
De breedte en dikte van de overgangsbalk is niet vastgelegd. Een overgangsbalk kan bestaan uit bijvoorbeeld een strook gietasfalt. Met een overgangsbalk in de vorm van een combinatiedeklaag zijn minder goede ervaringen opgedaan.
De voegovergangsconstructie beperkt zich tot de voegovergang en de overgangsbalk. In dit document zijn derhalve geen eisen vastgelegd voor de aangrenzende wegverharding. Hiervoor wordt verwezen naar bijvoorbeeld de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1009.

6 Verificatie ontwerp

6.1 Algemeen

De ontwerplevensduur van een flexibele voegovergang moet zijn aangetoond op ten minste één van de volgende manieren:

a) een rekenkundig proces gebaseerd op materiaalkenmerken en belastingen welke als maatgevend worden beschouwd voor de betreffende verkeersbelastingen. Zie hiervoor hoofdstuk 6.2.
b) door het uitvoeren van representatieve proeven c.q. laboratoriumtesten. Zie hiervoor hoofdstuk 6.3.
c) door bewezen functionaliteit in de praktijk. Zie hiervoor hoofdstuk 6.4.

Voor zover de aantoonmethode niet alle aspecten c.q. componenten van een flexibele voegovergang omvat, zal aanvullend op andere wijze aangetoond moeten worden dat aan de gestelde eisen is of kan worden voldaan.

Aan de ontwerplevensduur van 10 jaar wordt geacht voldaan te zijn indien:

- ten minste een positief resultaat is verkregen na het uitvoeren van één of meer van de onder a), b) en c) genoemde aantoonmethoden.

En

- Inzichtelijk is gemaakt dat ook op niet beoordeelde aspecten voldaan wordt of kan worden aan de gestelde eisen in hoofdstuk 3 en 4 van deze RTD.

6.2 Berekening

Het voldoen aan de ontwerplevensduur mag door numerieke berekening met een eindige elementenprogramma worden aangetoond. De daarbij aan te houden schematisering of modellering moet een betrouwbaar beeld opleveren ten aanzien van het gedrag van de flexibele voegovergangsconstructie in de praktijk, zie ook 10.3.

De betrouwbaarheid van de rekenmethode moet worden onderbouwd door laboratoriumproeven of metingen aan voegovergangsconstructies in de praktijk.

Opmerking:
Voor de voegovergangsconstructie respectievelijk voegmassa ontbreekt het thans nog aan ervaring met numerieke modellen. Daarom is vooralsnog vastgelegd dat de resultaten van berekeningen moeten worden gevalideerd met testen of resultaten uit de praktijk. Met de doorgaande ontwikkeling van numerieke modellen is het niet uit te sluiten dat in de (nabije) toekomst betrouwbare voorspellingen mogelijk zijn op basis van numerieke simulatie, zonder validatie aan de praktijk of testen in het laboratorium.

6.3 Proeven

De geschiktheid van een voegovergang mag door beproeven worden aangetoond. Daarbij moeten ten minste de volgende proeven worden uitgevoerd:

- Rek-stuikvermoeiingsproef (statisch), zie 10.4.1
- Thermisch-mechanische vermoeiingsproef (dynamisch), zie 10.4.2
- Mechanische vermoeiingsproef, zie 10.4.3.
- Triaxiaalproef, zie 10.7.1.

Opmerking:
Op moment van uitgifte van deze RTD is het doen van proeven vooralsnog de meest geëigende methode om de geschiktheid van een voegovergang aan te tonen op het

aspect van kunnen opvangen van bewegingen. Daarbij wordt vermeld dat de beschreven proeven vooral de voegmassa testen en niet het complete systeem. Geadviseerd wordt de proefopstelling zo dicht mogelijk te laten aansluiten bij de praktijk.

6.4 Ervaring in de praktijk

Indien de ontwerplevensduur wordt aangetoond op basis van ervaring met een flexibele voegovergangsconstructie in de praktijk (verder te noemen referentie voegovergangsconstructie) geldt:

a) De belastingen, waaronder verkeers- en klimatologische belastingen op de referentie voegovergangsconstructie moeten representatief zijn voor de beoogde toepassing.
b) De omstandigheden en voorwaarden waaronder de referentie voegovergangsconstructie is aangebracht moeten representatief zijn voor de beoogde toepassing. Uitvoering van de voegovergangsconstructie moet kunnen plaatsvinden onder gelijke omstandigheden als waarbij de referentie voegovergangsconstructie is gerealiseerd.
c) De toegepaste materialen waaruit de referentie voegovergangsconstructie is samengesteld, moeten bekend en vastgelegd zijn.
d) De voegovergangsconstructie moet in de praktijk ten minste een levensduur hebben gehaald van 10 jaar.

Een en ander moet zijn vastgelegd in een goed gedocumenteerd rapport met betrouwbare en toetsbare gegevens en registraties van de als referentie aan te merken voegovergangsconstructie.

7 Risicoanalyse en kwaliteitsborging

7.1 Uitgangspunten

7.1.1 Algemeen

Opmerking
Een duurzame voegovergangsconstructie valt of staat bij een goed ontwerp, keuze van de materialen, voorbereiding en uitvoering. In voorgaande hoofdstukken zijn daarvoor diverse beoordelingsaspecten gegeven.

Om een voegovergangsconstructie te kunnen selecteren moeten ten minste de volgende gegevens bekend zijn:
- De locaties waar de voegovergangsconstructie moet worden aangebracht.
- De optredende voegbewegingen, zie verder 7.1.2.
- De krachten die op de voegovergangsconstructie gaan werken, onder meer als gevolg van optredende verkeersbelastingen.
- Het beschikbaar profiel (inbouwdiepte die mogelijk is, sponningbreedte).
- De beschikbaar gestelde werktijd (in verband met uitvoering, fasering werkzaamheden), zie verder 7.1.3.

Bij voorkeur aangevuld met informatie over:
- De betonkwaliteit (sterkteklasse) van het dek en landhoofd waarin de voegovergangsconstructie moet ingebouwd.
- Wapeningstekeningen c.q. de ligging van de wapening ter plaatse van de in te bouwen voegovergangsconstructie.
- Het al eerder vervangen zijn van de voegovergangsconstructie (in verband met mogelijke afwijkingen van tekening).

7.1.2 Optredende voegbeweging

Om te bepalen of een flexibele voegovergangsconstructie mogelijk is, moeten de voegbewegingen bekend zijn. Daarbij zal bij voorkeur gebruik gemaakt moeten worden van berekeningen of een representatieve registratie in het veld van de breedte van de voegspleet in de tijd.

Indien voegbewegingen worden ontleed aan een berekening dan dienen deze bepaald te worden conform RTD1007-2, paragraaf 5.1

Indien voegbewegingen gebaseerd zijn op aannamen is dit uitsluitend toegestaan indien dit tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen. Over de aannamen moet daarbij overeenstemming zijn bereikt.

Opmerking 1:
De krachtwerking en daarmee ook de vervorming kan afwijken van hetgeen theoretisch is bepaald. Denk daarbij aan het niet in gelijke mate vervormen van de voegspleet aan de linker of rechterzijde van een brugdek.

Opmerking 2:
Bij nieuwe betonnen kunstwerken dient rekening gehouden te worden met de nog te verwachten kruip- en krimpverkorting. Dit aspect is vaak onderbelicht gebleven maar kan bepalend zijn voor het wel of niet kunnen toepassen van bitumineuze voegovergang.

7.1.3 Beschikbare tijd

Het kan voorkomen dat de beschikbaar gestelde tijd voor uitvoering onvoldoende is om een voegovergangsconstructie aan te brengen volgens de vereisten in deze RTD. In dat geval moet overleg en afstemming plaatsvinden tussen opdrachtgever en opdrachtnemer op welke wijze dit wordt opgelost, zodat toch aan de primaire en secundaire eisen aan de voegovergangsconstructie wordt of kan worden voldaan.

Overwogen moet worden één of een combinatie van de volgende mogelijkheden:
- Verruiming van de beschikbare tijd.
- Fasering van de uitvoering.
- Het treffen van additionele voorzieningen, zoals tijdelijke verkeersbruggen, waarbij doorgang van het verkeer worden gewaarborgd tijdens de periode van uitvoering.

Opmerking
De tijdsdruk waaronder bitumineuze voegovergangen worden aangebracht blijkt een belangrijke schakel in het falen van dit type voegovergangsconstructie. Het aanbrengen van een duurzame bitumineuze voegovergangsconstructie vereist tijd. Dit wordt ondermeer veroorzaakt door de afkoeltijd die noodzakelijk is. Partijen en met name opdrachtgevers worden gewezen op het beschikbaar stellen van voldoende tijd, zodat de gewenste kwaliteitsverbetering mede daardoor is te realiseren. Een andere optie is natuurlijk innovatie, waarbij te denken is aan mengsels die geen of minder afkoeltijd nodig hebben of (gedeeltelijke) prefabricage.

7.2 Risico-analyse

Voorafgaand aan de uitvoering moet een risico-analyse worden uitgevoerd. Voor onderkende risico's moeten beheersmaatregelen worden bepaald. De beheersmaatregelen om deze risico's te beperken moeten zijn opgenomen in een kwaliteitsplan, waarvan het uitvoeringsplan onderdeel uitmaakt.

Ten minste de volgende risicopunten moeten worden beschouwd:
- Temperatuur bij plaatsen van de voegovergangsconstructie in verband met de werking die kan opreden. Van belang is daarbij het ontwerpuitgangspunt te toetsen aan de daadwerkelijke situatie.
- Benodigde tijd (inclusief afkoeltijd) versus beschikbare tijd.
- Weersomstandigheden ten tijde van het aanbrengen.
- Aanwezigheid kabels en leidingen.
- Gebeurtenissen die zich kunnen voordoen bij het verwijderen van een bestaande voegovergangsconstructie c.q. het creëren van ruimte voor de in te bouwen voegovergangsconstructie, daaronder inbegrepen het aanwezig zijn en kunnen beschadigen van constructieve wapening.
- Onjuiste uitvoering van een eventuele opstort.
- Onvoldoende vlakheid ondergrond t.b.v. krachtsafdracht afdekplaat.
- Vervuiling van de voegspleten tussen de landhoofden en de rijdekken en/of de rijdekken onderling.
- Onvoldoende aanhechting door vervuiling van de contactvlakken.

- Verwerking van het bindmiddel en toeslagmateriaal niet conform de specificaties (o.a. onjuiste temperatuur, laagdikte).
- Gevolgen van temperatuurschokken dan wel grote verschillen tussen dag- en nachttemperatuur.

7.3 Kwaliteitsborging

Er moet een projectspecifiek kwaliteitsplan worden opgesteld. In dit plan moet inzichtelijk worden gemaakt hoe de gewenste prestatie geleverd gaat worden en hoe dit proces wordt geborgd.

In het kwaliteitsplan moet ten minste een eenduidige omschrijving zijn opgenomen van:

- De projectorganisatie, inclusief taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van betrokken personen.
- Gedetailleerde werkplanning.
- Het toe te passen systeem en de prestaties van het toe te passen systeem, gebaseerd op numerieke berekeningen, testen in het laboratorium dan wel ervaringen met eerdere toepassingen (zie hoofdstuk 6).
- Gegevens over de componenten die onderdeel vormen van het systeem. Zie daarvoor tabel 3 en overige te gebruiken materialen (bijvoorbeeld reparatiemortels).
- Een beschrijving van de handelingen die noodzakelijk zijn voor realiseren van de voegovergangsconstructie, ook wel uitvoeringsplan genoemd. Bij deze handelingen moet rekening gehouden worden met geïdentificeerde risico's (zie hoofdstuk 7.2) en de voorwaarden zoals opgenomen in hoofdstuk 8 van deze RTD).
- Uit te voeren keuringen en controles met daarbij de wijze waarop deze gaan plaatsvinden, de frequentie, het aantal, de plaats en de goed- en afkeurgrenzen. Tevens moet zijn vastgelegd wie deze metingen dient uit te voeren en wie bevoegd is op te treden bij geconstateerde afwijkingen.
- Een procedure voor afwijkingen en hoe deze worden behandeld. Daarbij moet ondermeer de consequentie ten aanzien van het beoogde eindresultaat vermeld worden. Afwijkingen die leiden tot een mindere prestatie mogen niet voorkomen. In die gevallen moeten corrigerende maatregelen worden genomen teneinde de beoogde levensduur te bereiken.

Het kwaliteitsplan moet voor de feitelijke start van de uitvoering beschikbaar zijn.

Opmerking
Hetgeen hier is beschreven is doorgaans een standaard procedure bij een certificatie volgens NEN-EN-ISO 9001. De bedoeling is wel dat deze nu specifiek wordt toegeschreven op de activiteit "aanbrengen flexibele voegovergangsconstructie".

Tabel 3 Vast te leggen kenmerken systeemcomponenten

Kenmerk	Overgangsbalk	Afdek-plaat	Bind-middel	Hecht-middel	Toeslag-materiaal	Rugvulling	Afstrooi materiaal
Leverancier	X	x	x	x	x	x	x
Merknaam	X		x	x	x	x	x
Type-aanduiding	X		x	x		x	
Verpakkingseenheid (kg of l)		x	x	x	x		x
Chargenummer	X		x	x	x		
Productiedatum	X	x	x	x	x		
Hoofdcomponent, materiaalsoort	X	x	x	x	x	x	x
Soort en gradering					x		
Korrelvorm					x		
Afmetingen		x				x	
Leveringsvorm	X		x	x	x	x	
Hoeveelheid per verpakking	X		x	x	x	x	
Wijze van vastzetten		x					
Wijze van verwerken	X		x	x			
Wijze van transport	X		x	x	x		
Opslagcondities	X		x	x	x		

8 Uitvoering

8.1 Algemeen

De uitvoering moet plaatsvinden volgens de procedure zoals omschreven in het uitvoeringsplan welke onderdeel is van het kwaliteitsplan (zie 7.3).

Tijdens de aanleg van de voegovergangsconstructie moet een registratie van de aanleg worden bijgehouden. De inhoud, respectievelijk de te registreren parameters moeten vooraf tussen opdrachtnemer en opdrachtgever worden overeengekomen. Ten minste moet in ieder geval worden vastgelegd:

- Een overzicht van de exacte locatie van de uitgevoerde werkzaamheden.
- De weersomstandigheden tijdens de uitvoering.
- De gebruikte bouwstoffen en onderdelen.
- Alle uitgevoerde handelingen, van het inzagen van de verharding tot en met het afstrooien.
- Foto's van de voegovergang na verwijdering asfalt, na eventueel uitgevoerde reparatie/uitvulling en bij openstelling weg.
- De temperatuur van het toeslagmateriaal en bindmiddel dat wordt verwerkt.
- De werkelijk afkoeltijd en temperatuur bij openstelling.

Opmerking
Een voorbeeld van een uitvoeringsregistratieformulier is opgenomen in bijlage 1.

8.2 Voorbereidingen

8.2.1 Verwijderen verharding

Alvorens de voegovergangsconstructie wordt aangebracht, kan het noodzakelijk zijn de bestaande asfaltverharding te verwijderen. Hierbij geldt:

- Met smetlijnen aangeven waar de zaagsnede moet worden aangebracht.
- De voegflanken vervaardigen door inzagen van de asfaltverharding en eventueel onderliggende betonconstructie.
- Tegenover elkaar staande voegflanken moeten parallel ten opzichte van elkaar lopen.
- Het asfalt inzagen en het materiaal tussen de zaagsneden uitbreken. Bij het uitbreken het beton niet beschadigen. De uitvoeringswijze hierop inrichten.
- De hechtsterkte van beton van landhoofden en rijdekken die een raakvlak hebben met in te bouwen voegovergangen moet, bepaald volgens NEN-EN 1542 of CUR-Aanbeveling 20 groter of gelijk zijn aan 1,5 N/mm^2.
- Eventuele schade aan het beton herstellen met een cementgebonden mortel volgens NEN-EN 1504-3. R-klasse in overeenstemming met omgeving en functie, zie 8.2.2.

8.2.2 Repareren beton

Eventuele beschadigingen van het beton ter plaatse van de aan te brengen voegovergangsconstructie moeten vakkundig gerepareerd worden voor het aanbrengen van de flexibele voegovergang. Eenzelfde eis is van toepassing op het prepareren van de voegruimte met een cementgebonden mortel.

Als vakkundig zijn in ieder geval aan te merken:

a) Bedrijven die zijn gecertificeerd op basis van BRL 3201 "nationale beoordelingsrichtlijn voor het komo procescertificaat voor het toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies" en de bijbehorende Uitvoeringsrichtlijn (URL) 3201-1 "Handmatig verwerken van mortels".

b) Personen die beschikken over ten minste de opleiding betonreparateur niveau 2 van de stichting Landelijk Samenwerkingsverband voor betonreparatiebedrijven en die aantoonbaar met enige regelmaat betonreparatiewerkzaamheden uitvoeren.

De toe te passen mortel moet voldoen aan NEN-EN 1504-3 klasse R behorende bij specifieke toepassing. Bij de keuze van het materiaal rekening houden met het volgende:

- De mortel moet dezelfde treksterkte kunnen opnemen als het constructiebeton.
- Proefondervindelijk moet worden vastgesteld dat de reparatiemortel de hoge temperatuur van de voegmassa zonder nadelige gevolgen kan doorstaan. Het betreft dan in ieder geval de hechting aan de ondergrond.
- De mortel moet bij voorkeur krimparm zijn.
- De maximale korrelgrootte in de mortel moet zijn afgestemd op de aan te brengen laagdikte en mag niet groter zijn dan 1/3 van de kleinste laakdikte.
- De aan te brengen laagdikte moet ten minste 5 mm zijn.
- Bij de keuze van de mortel rekening houden met de omgevingstemperatuur en temperatuur van de constructie op moment van repareren.

Door het repareren of daarbij gebruikte hulpconstructies mag de voegspleet niet blijvend vervuild raken of in breedte worden gereduceerd.

8.2.3 Prepareren voegruimte

Alvorens de voegovergang aan te brengen, de voegspleet en voegruimte prepareren. Hierbij geldt ten minste:

- Zo nodig de voegruimte op hoogte brengen en vlak afwerken (zie 4.4).
- De voegspleet moet vrij zijn van materialen die de werking van de voegspleet belemmeren of beperken.
- De hechtvlakken opruwen, schoon-, stofvrij en droog maken ten behoeve van hechting.
- In het hechtvlak mogen geen losse delen voorkomen.
- Een behandeling mag niet leiden tot verbranden of smelten van bitumen in het aangrenzend wegdek.
- In de voegspleet een rugvulling aanbrengen. Bij toepassen van hete bitumen moet deze voldoende hittebestendig zijn.
- Op de hechtvlakken een hechtmiddel aanbrengen. De fabrikant specificeert altijd of een hechtmiddel vereist is. Waar een hechtmiddel is vereist door de fabrikant van de bitumineuze mortel dienen aanwijzingen van de fabrikant voor het gebruik ervan te worden gevolgd. Hechtmiddelen zijn gespecificeerd in EN-14188-4.
- De voegspleet afdekken met een afdekplaat.

- De ondergrond waarop de afdekplaat wordt aangebracht, moet zodanig vlak zijn of vlak worden gemaakt, bijvoorbeeld door schuren of uitvlakken met een cementgebonden mortel, dat de afdekplaat voor meer dan 80 % wordt ondersteund, zodanig dat en er geen voegmassa kan wegstromen in de voegspleet en er geen beweging optreedt van de staalplaat bij belasten anders dan die waarmee in het ontwerp rekening is gehouden.

Bij het aanbrengen van de voegmassa moet de voegruimte droog en stofvrij zijn.

Opmerking 1:
In de praktijk biedt het aanbrengen van een waterdichte overgangsbalk de beste garantie op een droge voegruimte tijdens de uitvoering indien het in een periode daarvoor heeft geregend. Met name bij ZOAB kan water langdurig toestromen naar de voeg, ook geruime tijd na een regenbui.

Opmerking 2
Gritstralen geeft voor het schoonmaken en opruwen een goed resultaat. Een warme hogedruklans (luchtsnelheid 550 m/s bij 1000 °C) kan gebruikt worden om de hechtvlakken droog te maken.

8.2.4 Voorzieningen bij schampkant

Als de voegmassa kan uitzakken ter plaatse van een schampkant, moet aan de voorkant van de schampkant een (tijdelijke) voorziening worden aangebracht om dit te voorkomen.

De uitvoering van de voegovergang ter plaatse van de schampkant is niet opgenomen in deze RTD. Daarvoor zal in overleg met partijen een passende oplossing gevonden moeten worden.

8.3 Aanbrengen afdekplaat

De afdekplaat moet:
- Parallel aan de voegflanken worden gepositioneerd.
- Plaatsvast zijn bevestigd aan de ondergrond, zonder daarbij de beweging van de voegspleet te belemmeren. Dit kan bijvoorbeeld door een fixeerpen in het midden (de voegspleet) of een starre mechanische bevestiging in de ondergrond aan de aanrijzijde van de voegspleet.
- Zodanig van afmeting zijn (stijf zijn), respectievelijk worden bevestigd aan de andere zijde dat geen opbollen kan optreden. Fixatie van de afdekplaat mag bewegingen van de voegovergang niet belemmeren.
- Corrosie van deze fixeerpennen of bouten mag niet voorkomen gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang.

Opmerking:
De afdekplaat is bedoeld om het wegzakken van voegmassa in de voegovergang te voorkomen als ook om belasting te kunnen overdragen.
Om corrosie tegen te gaan wordt geadviseerd fixeerpennen van hetzelfde materiaal te nemen als de afdekplaat.

Bij staalplaten met rubber nokken moet erop gelet worden dat de rubber nokken niet in de voegspleet klem komen te zitten.

In de schampkant kan de voegspleet op andere wijze dan met een staalplaat worden afgedekt omdat de voegovergang daar niet door verkeer wordt belast.

8.4 Vullen van de voegovergang

8.4.1 Uitvoering, bitumineuze voegmassa

Een bitumineuze voegovergang moet in lagen worden opgebouwd uit toeslagmateriaal en bitumineus bindmiddel. Ten aanzien van de uitvoering geldt:

a) Begonnen moet worden aan de laagst gelegen zijde.
b) Per fase mag geen grotere lengte worden aangebracht, dan mogelijk is om te waarborgen dat het bitumineus bindmiddel en het toeslagmateriaal niet te veel afkoelen tijdens het aanbrengen van deze materialen.
c) Bitumineus bindmiddel en toeslagmateriaal opwarmen tot de verwerkingstemperatuur als opgegeven door de leverancier. De duur van opwarmen mag niet meer zijn dan opgegeven door de leverancier. Uitsluitend toeslagmateriaal mag meer worden verhit dan de maximale verwerkingstemperatuur van het bitumen.. Op moment van aanbrengen van de bitumineus bindmiddel moet het toeslagmateriaal dan zijn afgekoeld tot de maximale verwerkingstemperatuur van de bitumineus bindmiddel.
d) Te gebruiken bitumen mag ten hoogste 2 maal worden opgewarmd tot aan de vereiste verwerkingstemperatuur. Verwarmen moet altijd indirect plaatsvinden. Toeslag mag niet zodanig hoog worden verwarmd dat het contact zal leiden tot oververhitting van het bindmiddel. Resten die in de menger zijn achtergebleven mogen niet opnieuw worden gebruikt.
e) Het bitumineus bindmiddel en het toeslagmateriaal mogen op de plaats van verwerking niet zodanig zijn afgekoeld ten gevolge van wachten, transport of anderszins dat de eigenschappen van de producten dan wel de voegovergang als geheel nadelig worden beïnvloed. De ondergrens van de verwerkingstemperatuur mag niet worden onderschreden.
   De verwerkingstemperatuur met onder- en bovengrens moeten in het uitvoeringsplan zijn vermeld.
f) Het met gemodificeerd bitumen vooromhulde toeslagmateriaal aanbrengen in één of meer lagen. De laagdikte van een in één keer aan te brengen laag toeslagmateriaal moet ongeveer 3 maal de nominale afmeting van de grootste korrel van het toeslagmateriaal bedragen en mag niet meer bedragen dan 50 mm.
g) Elke laag vooromhuld toeslagmateriaal penetreren met bitumineus bindmiddel van de juiste temperatuur, zodat een volledige vulling wordt bereikt van het korrelskelet.
h) Tussen de lagen een wachttijd in acht nemen, zodat het bitumineus bindmiddel kan afkoelen. Een volgende laag eerst aanbrengen nadat de vorige laag is afgekoeld tot ten hoogste 90 ^{o}C. De laatste laag aanbrengen nadat de aangebrachte voegvullingsmassa is afgekoeld tot onder de 50 ^{o}C.
i) De laatste laag toeslagmateriaal en bitumineus bindmiddel met overhoogte aanbrengen en verdichten met een watergekoelde trilplaat of een lichte statische wals zodat een gelijk niveau met de aangrenzende asfaltverhardingen wordt verkregen. Bij het trillen mag de aangrenzende verharding niet worden geraakt.
j) Afstrooien van het oppervlak met steenslag ter verkrijging van voldoende stroefheid.

Opmerking bij c)
Tenzij de leverancier anders bepaalt, geldt als richtwaarde voor een bitumineus bindmiddel met modificatie met een styreen-butadieen-styreen (SBS) een mengtemperatuur van 175-185 ^{0}C. Een temperatuur hoger dan 185 ^{o}C mag niet

worden overschreden. Verder moet de duur van het opwarmen beperkt blijven tot ten hoogste 6 uur.

Opmerking bij f)
Het is van belang, dat niet te veel voegmassa in een keer wordt aangebracht. Hierdoor worden krimp, het ontstaan van krimpspanningen en scheuren door krimp beperkt. In het geval van bitumen is het verder van belang, dat de voegmassa de tijd krijgt om langzaam en gelijkmatig af te koelen. Thermische spanningen, die ontstaan door krimp van het bindmiddel bij afkoeling kunnen dan relaxeren. De kans op scheuren aan voegbodem en voegflanken kan zo worden verminderd.

Opmerking bij g)
Is het bindmiddel te koud, dan bestaat de kans dat het niet goed penetreert, waardoor de holle ruimte van de voegmassa te groot wordt, met als resultaat naverdichten (permanente vervorming), scheuren en lekkage.
Is het bindmiddel te heet, dan bestaat de kans dat het overmatig veroudert (door reactie met zuurstof, verdamping van de lichtere bindmiddelfractie of door desintegratie van het polymeer). Tevens kan het bindmiddel dan (overmatig) uitzakken.

Opmerking bij i)
De voegovergang kan ten gevolge van de afkoeling iets hol worden. Geadviseerd wordt daarom de voegovergang iets bol aan te leggen: bijvoorbeeld een overhoogte van 1 mm per 50 mm voegdikte.

Opmerking bij j)
De korrelgrootte is hierbij van belang. Een te kleine korrel verdwijnt 's zomers geheel in de toplaag en geeft dan geen stroefheid meer. Een te grote korrel vraagt een flink bitumenlaagje om de korrel vast te kunnen houden en te zorgen dat deze niet wordt uitgereden. Een nadeel is bovendien dat de toplaag te dik wordt, wat geluidshinder kan veroorzaken. Daarom wordt geadviseerd een niet-ronde korrel van 2 tot 5 mm te gebruiken.

Opmerking
In het buitenland worden de onderlinge lagen ook verdicht. In Nederland zijn hiermee minder goede ervaringen opgedaan. Vandaar dat er niet voor gekozen is dit verplicht voor te schrijven.

8.4.2 Moment van vullen

Het moment van vullen moet op een zo ideaal mogelijk moment worden gekozen, rekening houdend met de mogelijkheden die volgen uit een opgelegde uitvoeringsduur.

Opmerking
De ideale temperatuur voor de aanleg van een bitumineuze voegovergangsconstructie is de temperatuur waarbij de voegspleet een neutrale stand inneemt. Dit is bij een brugdektemperatuur van +10°C. Normaal wijkt de aanlegtemperatuur hiervan af. Dit betekent, dat de voegovergang ongelijke stuik en rek moet kunnen opnemen. In de praktijk zal de opdrachtgever niet altijd rekening houden met dit ideaal moment, wat kan betekenen dat de bitumineuze voegovergang zwaarder zal worden belast.

8.4.3 *Temperatuur (ondergrond en bitumen)*

De aanleg van de voegovergangsconstructie moet bij droog weer worden uitgevoerd, tenzij maatregelen worden genomen. Deze maatregelen moeten er toe leiden dat:

- De voegruimte niet wordt belast door regenwater.
- Geen regenwater naar de voegruimte kan stromen.

Opmerking
Mede om deze reden is in deze RTD de overgangsbalk geïntroduceerd. Deze voorkomt dat regenwater naar de voegovergang toestroomt.

Het contactvlak tussen ondergrond en flexibele voegovergangsconstructie moet ten minste 3 ^{0}C hoger zijn dan de dauwpunttemperatuur.
Materialen mogen niet worden verwerkt buiten het gebied van temperatuur of luchtvochtigheid welke is opgegeven door de leverancier.

8.4.4 *Temperatuur bitumineus bindmiddel*

Het bitumineuze bindmiddel mag nooit heter worden dan de maximale verwerkingstemperatuur opgeven in het productblad. Teneinde dit te borgen moet temperatuurmeting op het werk plaatsvinden en moeten de resultaten van de metingen worden vastgelegd.

8.5 Veiligheid en milieu

Voor de uitvoering van flexibele voegovergangen moeten de gebruikelijke veiligheid- en milieumaatregelen worden getroffen.

8.6 In gebruikname

Aanbevolen wordt de voegovergang niet voor het verkeer open te stellen voordat de voegmassa is afgekoeld tot ten hoogste 50 ^{o}C en de stabiliteit ervan is gewaarborgd.

Opmerking 1:
Een lange afkoelperiode kan in geval van hoge eisen aan de beschikbaarheid van de weg moeilijk realiseerbaar zijn zonder additionele maatregelen als bijvoorbeeld inzetten van een tijdelijk lage brug. Verkeer kan dan met snelheidsbeperking doorgang vinden.

Opmerking 2:
Het is van belang dat de voegmassa de tijd krijgt om langzaam en gelijkmatig af te koelen. Thermische spanningen, die ontstaan door krimp van het materiaal bij afkoeling kunnen dan relaxeren. De kans op spoorvorming, scheuren aan de voegflank en bijvoorbeeld een te lage stroefheid doordat het instrooimateriaal wordt ingereden, kan zo worden gereduceerd.

9 Herstel en instandhouding

9.1 Deelvervanging

Deelvervanging is niet toegestaan voor wat betreft de hoogte. In alle gevallen moet steeds het volledige pakket worden vervangen. Deelvervanging in lengterichting van de voegovergang is wel toegestaan.

9.2 Beheer- en onderhoudsplan

Zie RTD1007-2

9.3 Opleverdossier

Zie RTD1007-2

10 Berekeningen, testen en keuringen

10.1 Algemeen

Testen en keuringen zijn altijd gekoppeld aan een bepaald product of combinatie van producten. Daarom moet hetgeen is getest of gekeurd eenduidig zijn beschreven. Deze beschrijving moet ten minste omvatten:

- Productnaam van het getest product of combinatie van producten.
- Kenmerkende eigenschappen van het product of combinatie van producten. Te denken is aan kenmerken van het toeslagmateriaal (zie 5.3), bitumen (zie 5.4.2) of de combinatie van beide.

Testen en keuringen zijn representatief zolang naar aard of samenstelling geen wijziging optreden in hetgeen is getest of gekeurd. Bij wijziging in aard of samenstelling moeten testen of keuringen opnieuw worden uitgevoerd.

10.2 Berekening sterkte afdekplaat:

Het effect van de belasting op de afdekplaat moet worden getoetst voor de meest ongunstige opening van de voeg. De statische- en vermoeiingsbelasting moet worden bepaald volgens bijlage 1 van de RTD 1007-2. Tenzij anders bepaald in het contract, behoeft er geen aanvullende dynamische vergrotingsfactor te worden toegepast.

Opmerking:
In bijlage 1 van RTD1007-2 is standaard een aanvullende dynamische vergrotingsfactor $\Delta\varphi_{fat}$ van 1,3 aangehouden. Door de specifieke eigenschappen van flexibele voegen hoeft deze factor niet in rekening gebracht te worden.

De partiële factoren voor statische belastingen moeten worden ontleend aan bijlage 1 van de RTD 1007-2. Het uitgangspunt voor de belastingcombinatie vermoeiing moet ontleend worden aan bijlage 1 van de RTD 1007-2. De verticale verkeersbelasting moet daarbij worden gecombineerd met de horizontale belastingen, die als gelijktijdige belasting in rekening is te brengen.

10.3 Berekening / numerieke simulatie voegovergangsconstructie

Indien de geschiktheid wordt aangetoond door berekening moet worden voldaan aan het volgende:

a) De berekeningen moeten worden verricht met een eindige elementen programma (EEM-software) met ten minste de volgende functionaliteiten:
   - Fysisch niet-lineair materiaalgedrag, inclusief krimp- en kruipgedrag.
   - Hyperelastische materiaalmodellen en elementen (bijvoorbeeld rubber).
   - Geometrisch niet-lineair constructiegedrag.
   - Kwadratische schaal- en volume-elementen.

b) De modellering moet 3D geschieden.

c) In principe moeten hoge-orde (kwadratische) volume-elementen worden toegepast.

d) Onderdelen van de voegovergangsconstructie met een slankheid groter dan vier (4) mogen met schaalelementen worden gemodelleerd (bijvoorbeeld dunwandige holle of open profielen mogen worden gemodelleerd met schaalelementen).

e) In de omgeving van spanningsconcentraties moeten het elementenraster voldoende fijn zijn om het spanningsverloop aldaar voldoende nauwkeurig te kunnen beschrijven.
f) In rekening te brengen belastingen bedragen ten minste:

1) Statische belasting (ULS) (zie RTD1007-2, artikel 5.2) .
2) Statische belasting (SLS, kruipgedrag) (zie RTD1007, artikel 5.2). Uitsluitend de verticale belasting door aslasten wordt in rekening gebracht. De statische belasting moet vijf (5) uur aangrijpen op de constructie. Als de materiaaleigenschappen hiertoe aanleiding geven (bijvoorbeeld sterk kruipgedrag) moet deze belasting ten minste 20 maal worden herhaald. Als resultaat van de berekening met de statische belasting moet een diagram worden opgesteld waarin de verplaatsing van de maatgevende positie (positie met maximale verticale verplaatsing ter plaatse van het bereden oppervlak) wordt uitgezet tegen de tijd. Als er na 20 herhalingen geen duidelijke eindwaarde van de verplaatsing is vast te stellen, dan wordt de berekening zo vaak herhaald dat er wel een eindwaarde kan worden vastgesteld, met een maximum van 100 herhalingen. De belastingfactoren bedragen allen 1,0.
3) Statische belasting (SLS, vervormingen) (zie RTD1007-2, artikel 5.2)

Bij de berekeningen 1) tot en met 3) hoeft geen aanvullende dynamische factor in rekening te worden gebracht. Er moet worden uitgegaan van twee bereden stroken indien de tweede rijstrook een ongunstige invloed heeft.

4) Vermoeiing. De belastingen moeten worden bepaald volgens RTD1007-2 artikel 5.2.2.2: Fatigue load model 4, uitgaande van 500.000 vrachtvoertuigen per jaar.
5) Bewegingen / voegopening. De verplaatsingen moeten worden ontleend aan artikel 5.1 van RTD1007-2 en de daarin vermelde verwijzingen.
6) interne krachten (zie RTD1007-2, artikel 5.2.2.3). De belastingen moeten worden opgegeven door de ontwerpende partij.

g) Belastingcombinaties moeten worden berekend volgens de RTD1007-2, par 5.2.3/5.2.4.
h) Alle berekeningen moeten met hetzelfde EEM-software worden uitgevoerd.

De berekeningen moeten betrekking hebben op zowel het voegovergangs-constructie zelf, alsook de verankeringen en de interactie voegovergang/asfalt. Verwacht kan worden dat voor verschillende posities of onderdelen in de voegconstructie, verschillende lastposities maatgevend zijn. Voor de toets op optredende en opneembare krachten of vervormingen moet de meest ongunstige lastpositie worden bepaald en aangehouden.

Van de uitgevoerde berekeningen moet een verslag worden opgesteld waarin ten minste is opgenomen:
- Wie de berekeningen heeft uitgevoerd.
- Met welk programma de berekeningen zijn uitgevoerd.
- Welke materiaaleigenschappen zijn aangehouden en waarop deze zijn gebaseerd.
- Welke eigenschappen zijn verondersteld.
- De aangehouden belastingen en belastingcombinaties en de daarbij beschouwde maatgevende doorsnede
- Het aangehouden model bij de berekening.
- Eventuele bijzonderheden.

- Conclusies over het al dan niet voldoen aan de gestelde functionele criteria in deze richtlijn (zie hoofdstuk 4) en de veronderstelde levensduur van de voegovergangsconstructie.

10.4 Testen voegovergang, rek-stuik vermoeiingsproef

10.4.1 Algemeen, proefmethode, bitumineuze voegovergangsconstructie

Algemeen, principe

Het gedrag van een bitumineuze voegovergang onder herhaalde belasting (bijvoorbeeld rek en stuik ten gevolge van temperatuurveranderingen en verkeer) moet worden onderzocht met een vermoeiingsproef. Daarbij wordt uitgegaan van de methode zoals gehanteerd in de "Technische Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Asphalt TP-BEL-FÜ.

De proef bestaat uit twee delen:

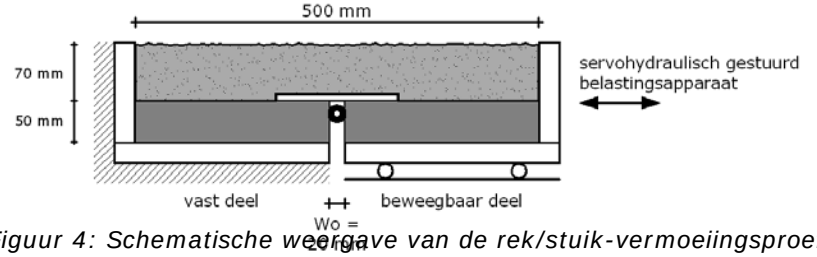
1. Een rekgestuurde thermische vermoeiingsproef, waarbij de temperatuur periodiek verandert (zie 10.4.2). Deze proef wordt uitgevoerd onder een periodiek veranderlijke temperatuur en simuleert de thermische beweging van het kunstwerk en de voegovergang. Er is sprake van een beperkt aantal wisselingen met een grote variatie in temperatuur.
2. Een rekgestuurde mechanische vermoeiingsproef bij constante temperatuur (10.4.3). Deze proef wordt uitgevoerd bij een constante temperatuur waarbij een groot aantal wisselingen in voegwijdte wordt gehanteerd ter simulatie van de verkeersbelasting.

Vervaardigen van proefstukken

Voor de proef moeten proefstukken worden vervaardigd van L × B × H = 500 mm × 235 mm × 70 mm. Vervaardigen moet plaatsvinden volgens instructies van de leverancier van de voegovergang. Totaal moeten vijf proefstukken worden vervaardigd, waarvan er per proef twee worden getest. Het vijfde exemplaar is een reserve .

Elk te testen proefstuk moet worden ingebouwd in een speciale proefstukhouder die bestaat uit een vast deel en een servohydraulisch gestuurd beweegbaar deel, waarbij de beginbreedte van de voegspleet, w_o gelijk is aan circa 20 mm. Als voegovergangbodem worden twee betonplaten gehanteerd, ieder met de afmetingen L × B × H = 235 mm × 238 mm × 50 mm. Deze platen moeten aan de zijde van de voegovergang met een epoxygebonden slijtlaag zijn geprepareerd. Na de afkoeling van het voegvullingsmateriaal worden de zijkanten van de proefstukhouder verwijderd, terwijl de kopse platen aan de voegflanken van het proefstuk op hun plaats blijven.

Hoe het proefstuk wordt ingebouwd is schematisch weergegeven in figuur 4. De proefopstelling moet zich in een klimaatkamer bevinden in verband met de te variëren temperatuur.



Figuur 4: Schematische weergave van de rek/stuik-vermoeiingsproef.

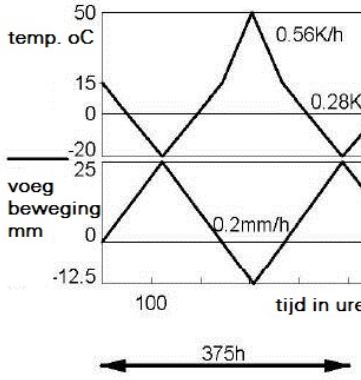
Aantal bepalingen
In totaal moeten vijf proefstukken worden vervaardigd waarvan er twee worden beproefd volgens 10.4.2 en twee volgens 10.4.3. Het vijfde proefstuk geldt als reserve en kan worden gebruik indien één van de beproefde proefstukken niet voldoet.

Keuringscriterium
Elke proef moet met een goed resultaat worden afgesloten, hetgeen ondermeer betekent dat:
- Het proefstuk niet is bezweken.
- Er geen scheur is ontstaan.
- De hechting in het inwendige van het voegvullingsmateriaal, of die tussen voegvullingsmateriaal en voegbodem/proefstukhouder niet verloren gaat.
- Het proefstuk waterdicht is.

Indien één van de vier proefstukken niet voldoet aan het keuringscriterium mag het vijfde proefstuk worden beproefd. Deze moet na het testen dan voldoen aan het keuringscriterium zoals hier gesteld.

10.4.2 *Deel 1 proef: Thermisch-mechanische vermoeiingsproef*

Het proefstuk zoals beschreven bij 10.4.1 moet met een begin-voegbreedte w_0 van 20 mm op een temperatuur van (+15±2) °C worden gebracht. Aansluitend moet het proefstuk worden gerekt met een constante snelheid van 0,2 mm/uur tot de voegbreedte gelijk is aan 45 mm. Direct daarna moet met dezelfde constante snelheid gestuikt worden tot de voegbreedte gelijk is aan 7,5 mm. Synchroon hiermee moet de temperatuur continu worden veranderd, zodat wanneer de voegbreedte 45 mm is, de temperatuur gelijk is aan T_{min} = (-20 ± 2) °C en wanneer de voegbreedte 7,5 mm is, de temperatuur gelijk is aan T_{max} = (+50 ± 3) °C, zie voor het aan te houden verloop figuur 5.



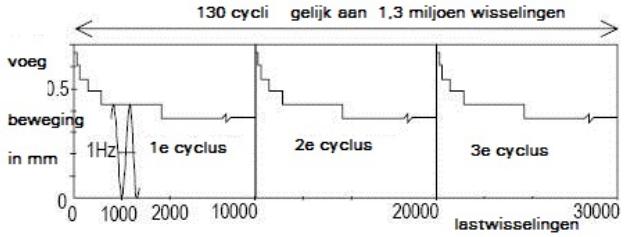
tijd	temperatuur	voegbeweging
(h)	(° C)	(mm)
0	15	0
125	- 20	25
250	15	0
312.5	50	-12.5
375	15	0
500	- 20	25
625	15	0

Figuur 5: Belastingscyclus van de thermisch-mechanische vermoeiingsproef.

Deze belastingcyclus wordt herhaald totdat het geregistreerde kracht-voegbreedte-diagram niet meer verandert, of tot falen van het proefstuk.

10.4.3 Deel 2 proef: mechanische vermoeiingsproef

Het proefstuk zoals beschreven bij 10.4.1 moet met een begin-voegbreedte w_0 van 20 mm op een temperatuur van (-20 ± 1) °C worden gebracht. Het proefstuk moet vervolgens worden onderworpen aan een wisselende belasting zoals schematisch weergegeven in figuur 5..



cyclus	amplitude (mm)	aantal wisselingen
1	0.67	60
2	0.61	60
3	0.55	180
4	0.49	280
5	0.43	1220
6	0.37	8200

figuur 5: Belastingscyclus van de mechanische vermoeiingsproef.

De belastingscyclus moet bestaan uit ten minste 6 rekamplituden, waarbij ieder van deze 6 rekamplituden een vooraf vastgesteld aantal malen wordt opgelegd, Dit belastingpatroon bestaat uit in totaal 10.000 lastherhalingen. De rek is sinusvormig. De minimumwaarde van de rek is gelijk aan nul. De maximumwaarde is gelijk aan tweemaal de rekamplitude. De frequentie van de wisselingen is 1 Hz.
Deze belastingscyclus moet 130 maal worden herhaald. Het totaal aantal opgelegde belastingherhalingen bedraagt daarmee 1,3 miljoen of zoveel als tot het falen van het proefstuk.

10.5 Testen op voegovergang: stroefheid

De stroefheid moet worden aangetoond met de SRT (skid resistance pendulum tester) volgens NEN-EN 13036-4 waarbij gebruik wordt gemaakt van een rubberen zool met een breedte van 76,2 mm.

Aantal bepalingen

De stroefheid moet per zijde van de voeg op ten minste drie plaatsen worden gemeten, welke visueel worden geselecteerd als mogelijk het meest kritisch.

Keuringscriterium

Alle gemeten waarden moeten voldoen aan de in 4.3.6 gestelde eis. Indien ten hoogste één waarde niet voldoen moet worden beoordeeld of dit een gevaar oplevert voor de verkeersveiligheid. Is dit niet het geval dan is dit toegestaan.

Opmerking:
Van een niet gevaarlijke situatie kan bijvoorbeeld sprake zijn indien de plek die niet voldoet gelegen is in de directe nabij een kantstrook.

10.6 Testen op componenten – voegmassa: sterkte en stijfheid

Inzicht in de sterkte en stijfheid van de voegmassa moet worden bepaald met de uniaxiale trekproef.

Principe
De uniaxiale trekproef is een proef waarbij een proefstuk met een constante treksnelheid bij een constante temperatuur langs de lengteas van het proefstuk wordt getrokken. Hierbij wordt een trekkromme verkregen. Uit de trekkromme kunnen belangrijke eigenschappen van het beproefde materiaal of systeem worden afgeleid. De proef is geschikt voor het testen van de voegmassa en het hechtmiddel als ook het karakteriseren van het materiaal dat is gebruikt bij de testen in 10.4.

Uit te voeren werkzaamheden
De volgende werkzaamheden moeten worden uitgevoerd:
- Vervaardigen van proefstukken
- Optioneel: Verouderen van proefstukken
- Uitvoeren van trekproeven op niet-verouderde en verouderde proefstukken
- Optioneel: bepalen van de holle ruimte van proefstukken

Vervaardigen proefstukken
Proefstukken moeten worden vervaardigd uit platen van een bestaande voegovergang of uit in het laboratorium vervaardigde platen. De proefstukafmetingen zijn: B x H x L: 50 mm x 50 mm x 80 mm.
De proefstukken moeten met epoxy worden verlijmd aan stalen hulpstukken zodat ze in de trekbank kunnen worden gemonteerd. Het is hierbij van belang het proefstuk goed gecentreerd te verlijmen zodat de trekvlakken planparallel ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd.

Opmerking:
Het is normaal niet nodig het beproevingsmateriaal te verouderen, omdat dit materiaal doorgaans zeer dicht is. Bij zeer lage holle ruimte, kleiner dan 2%, is het niet te verwachten dat het bindmiddel in de weg sterk veroudert. De veroudering van bitumen treedt voornamelijk op aan het oppervlak van de voegovergang door invloed van UV-straling.

Proefcondities
De proef moet worden uitgevoerd:
a) Ter verificatie van een materiaal, bijvoorbeeld voor de voegmassa gebruikt in 10.4.1 bij (+20 ± 2) °C en met een treksnelheid van circa 10 mm/min.
b) Voor het ontwerp van een voegovergang en de bepaling van de ontwerpeigenschappen van het voegvullingsmateriaal moeten de proefcondities worden gevarieerd:
   - laagste jaartemperatuur: (-15 ± 2) °C
   - hoogste jaartemperatuur: (+35 ± 2) °C
   - treksnelheid: circa 1,0 mm/min

Uitvoering van de proef
Voorafgaande aan de proef moeten de proefstukken ten minste 12 uur worden geconditioneerd op de beproevingstemperatuur. Tijdens de proef moet de kracht worden gemeten als functie van de verplaatsing en moet deze worden weergegeven in een kracht-verplaatsingsdiagram. Uit het kracht-verplaatsingsdiagram moeten de volgende materiaal- of systeemeigenschappen worden afgeleid:
- Elasticiteitsmodulus, uit de hellingshoek van het kracht-vervormingsdiagram
- Treksterkte, is sterkte op moment van breuk
- Rek bij treksterkte, via een kracht-vervormingsdiagram
- Rek bij breuk (ductiliteit)

Opmerking:
De treksnelheid in de proef is hoog in vergelijking met de treksnelheid van het materiaal in de weg. Daarom moet er mee rekening worden gehouden, dat het materiaal in de proef stijver reageert dan in het werk.

Aantal bepalingen
Ten minste drie proefstukken moeten worden getest.

Keuringscriterium
Indien de proef wordt uitgevoerd als onderdeel van een verificatie moeten de bepaalde eigenschappen van de proefstukken nagenoeg gelijk zijn aan de eigenschappen van het materiaal dat wordt geverifieerd.

10.7 Testen op componenten – voegmassa: blijvende vervorming

10.7.1 Algemeen

Er moet inzicht bestaan in het blijvend vervormingsgedrag van de toe te passen voegmassa onder wisselende verkeersbelastingen. Op dit moment zijn hiervoor in deze RTD twee methoden beschreven:
Methode a: Triaxiaalproef
Methode b: Wielspoorproef

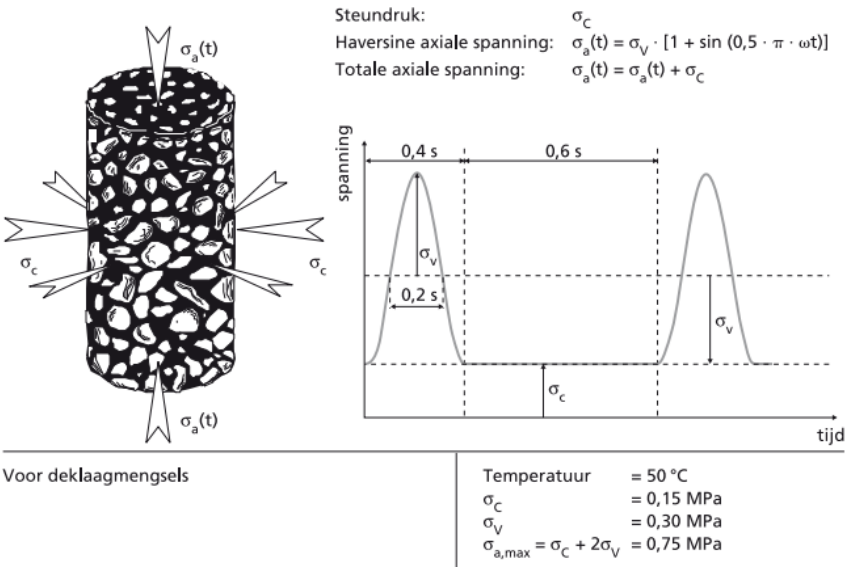
Opmerking
De triaxiaalproef is in Nederland beschikbaar en wordt veel toegepast voor het beoordelen van spoorvorming van asfalt. Daardoor is er vergelijkingsmateriaal beschikbaar. Voor voegmassa van bitumineuze voegovergangen zijn nog maar beperkt gegevens beschikbaar. De wielspoorproef is op moment van uitgave van deze RTDniet in Nederland beschikbaar. Daarom wordt vooralsnog de voorkeur gegeven aan de triaxiaalproef.

10.7.2 Methode A: Triaxiaalproef

Principe
De proef is bedoeld om een beeld te krijgen van de blijvende indrukking (permanente vervorming) van een bitumenmengsel onder invloed van wisselende belastingen. De proef zoals hier is opgenomen is ontleend aan proef 62 van de Standaard RAW bepalingen (NEN-EN 12697-25, methode B)

Proefuitvoering
Boorkernen uit het te beproeven materiaal met een diameter van ten minste 100 mm hebben en een lengte gelijk aan de dikte van de voegmassa moeten aan een wisselende axiale belasting worden blootgesteld, waarbij het proefstuk aan een zijdelingse steundruk staat blootgesteld.
Het toegepaste axiale belastingsignaal moet bestaan uit een halersine met een belastingstijd van 0,4 s en een rustperiode van 0,6 s, zie figuur 6, waarin ook de andere testvoorwaarden zijn weergegeven.

Principeschets:



Figuur 6: Principe en belastingscyclus

Aantal bepalingen
De proef moet op ten minste vier proefstukken worden uitgevoerd.

Keuringscriterium
Voor elk proefstuk moet gelden fc ≤ 1,4.

10.7.3 Methode B: Wielspoorproef
Zie Annex 3-M van ETAG 032, opgenomen in bijlage 2

10.8 Testen op componenten – reparatiemortel: hittebestandheid

Principe
Reparaties met cementgebonden mortel kunnen bij voegovergangen redelijk snel worden blootgesteld door contact met hete bitumen. Deze proef is bedoeld om na te gaan of de gekozen mortel bestand is tegen deze temperaturen en blijft hechten aan de ondergrond.

Proefuitvoering
De hittebestandheid van een reparatie op een betonnen ondergrond moet als volgt worden bepaald.
Op een betonnen ondergrond (bijvoorbeeld een betontegel) met een oppervlak van ten minste 300 mm x 300 mm, moet een laag reparatiemortel aangebracht. Per proef moeten twee tegels worden gemaakt. De reparatielaag moet op één proefstuk 10 mm dik worden aangebracht en op een andere proefstuk 50 mm dik. De proefstukken moeten worden bewaard onder omstandigheden die representatief zijn voor de praktijk.

Opmerking
Doel van de proef is om na te gaan of de reparatiemortel niet loskomt. Daarom is het van belang dat de mortel een sterkte en vochtigheid heeft die representatief is voor de praktijk. Overwogen kan worden om de proef uit te voeren bij mortels met

een verschillende sterkte en vochtigheid om de gevoeligheid voor onthechten vast te stellen.

Voor het aanbrengen van gietasfalt moet de hechting worden gecontroleerd door afkloppen. Hierbij mag geen onthechting worden vastgesteld.

Na het controleren van de hechting moet een laag gietasfalt worden aangebracht van (30 ± 5) mm met een temperatuur van 220 °C tot 240 °C. Het moment van aanbrengen van het gietsasfalt op de reparatiemortel moet daarbij in overeenstemming zijn met de situatie in de praktijk, zodat de reparatiemortel een ongeveer gelijke sterkte en vochtigheid zal hebben als in de praktijk.

Na afkoelen van het proefstuk tot (20 ± 5) °C moet worden gecontroleerd of de reparatie is onthecht (geheel of gedeeltelijk) van de ondergrond.

Aantal bepalingen
De proef moet in drievoud worden uitgevoerd.

Keuringscriterium
Bij de testen mag geen onthechting ontstaan en mag moet de reparatiemortel zijn samenhang behouden. Indien (gedeeltelijke) onthechting is opgetreden, is de gekozen mortel dan wel zijn de voorgenomen tijden niet geschikt en mogen deze niet worden toegepast respectievelijk gehanteerd.

10.9 Testen op componenten – mortel en toeslag: temperatuur

Tijdens de aanleg van een bitumineuze voegovergang moet de temperatuur van de bitumineus bindmiddel worden bepaald tot op 5 °C nauwkeurig.

Aantal bepalingen
Het aantal bepalingen moet zodanig zijn dat steeds een goed inzicht is in de temperatuur maar moet ten minste 2 bedragen, een keer bij aanvang van het verwerken van een charge en één keer nadat de het laatste materiaal van de betreffende charge is verwerkt.
De gegevens moeten worden vastgelegd op een registratieformulier.

Keuringscriterium
De temperatuur van het mengsel mag niet meer bedragen dan het maximum zoals aangegeven door de leverancier en niet lager zijn dan de verwerkingstemperatuur nodig om een goede penetratie in het werk te krijgen.

*BIJLAGE 1 VOORBEELD UITVOERINGSREGISTRATIEFORMULIER BITUMINEUZE VOEGOVERGANGS-CONSTRUCTIE **(informatief)***

Algemene informatie	
Objectaanduiding/kunstwerkcode:	
Plaatsaanduiding:	
Systeembenaming	Bitumineuze voegovergangsconstructie
Nieuwbouw	☐
Onderhoud	☐
Datum uitvoeringsregistratie:	

Bouwonderdeel	
Rijstrook links R1	☐
Rijstrook rechts R2	☐
Rijstrook Rx	
Vluchtstrook	☐
Schampkant	☐

Weersomstandigheden (indien van belang op meer momenten van de dag meten, vastleggen)	
onbewolkt	☐
Licht/half bewolkt	☐
Zwaar bewolkt	☐
Mist/nevel	☐
Neerslag	☐
Luchttemperatuur	
Dauwpunt	
Windsnelheid	

Geometrie			
Kruisingshoek voegovergang			
Breedte voegovergang (in rijrichting)			
Lengte voegovergang			
Dikte voegovergang			
Aangrenzende verharding1	Asfalt ☐	Onderlaag: mm	Deklaag: mm
Aangrenzende verharding2	Asfalt ☐	Onderlaag: mm	Deklaag: mm

Materialen	
Reparatiemortel uitvullaag	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding
Rugvulling	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding
Afdekplaat	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding
Hechtmiddel (primer)	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding
Toeslagmateriaal	-Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding; korrelmaten; -vooromhuld j/n
Bindmiddel	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding
Asfaltmengsel overgangsbalk of deklaag (indien geen open deklaag)	Type, materiaalsoort, -aanduiding
Instrooimateriaal	Merk, type, materiaalsoort, -aanduiding

Aanleg	
VOORBEREIDING	
Is op de bouwplaats een uitvoeringsplan aanwezig?	j/n
Zijn materialen conform het systeemontwerp/uitvoeringsplan geleverd?	j/n
Zijn de leveringsbonnen compleet en volledig	j/n
Zijn de maten uitgezet conform werkinstructie/tekening	
Is spoorvorming aanwezig in aangrenzend wegdek	Ja/nee mate van:
Is asfaltdikte bekend (ivm inzagen)	Ja/nee dikte:
UITVOERING OVERGANGSBALK	
Datum en starttijd	
Is zaagdiepte en breedte goed ingesteld	Ja/nee
Vindt uithakken met geschikt materiaal plaats	Ja/nee Beschrijf ingezet app
Zijn voegbodem/voegflanken voldoende gereinigd (schoon, stofvrij en droog)?	ja/nee
Heeft reparatie/uitvulling plaatsgevonden ? Zo ja, welke laagdikte	Ja/nee. Laagdikte min/max:____mm/___mm
Temperatuur (giet)asfalt na opwarmen	__ °C
Temperatuur (giet)asfalt bij verwerking Regelmatig vastleggen in diverse fasen	Laag 1 __ °C; Laag 2 __ °C; Laag 3 __ °C
Temperatuur bij aanvang verwerking volgende laag resp bij openstelling weg (laatste laag)	Laag 1 __ °C; Laag 2 __ °C; Laag 3 __ °C
Datum en tijd openstelling weg	
UITVOERING VOEGOVERGANG,	
Datum en startijd	
Is zaagdiepte en breedte goed ingesteld	
Vindt uithakken met geschikt materiaal plaats	Ja / nee Beschrijf ingezet app
Zijn voegbodem/voegflanken voldoende gereinigd (schoon, stofvrij en droog)?	j/n
Tijdstip start aanbrengen lagen en dikte van de lagen	Laag 1: Tijdstip: __:___uur Dikte: mm Laag 2: Tijdstip: __:___uur Dikte: mm Laag 3: Tijdstip: __:___uur Dikte: mm
Lagen tussentijds verdicht?	j/n
Temperatuur toeslagmateriaal na opwarmen	__ °C
Temperatuur toeslagmateriaal bij verwerking (Regelmatig vastleggen in diverse fasen)	Laag 1 __ °C; Laag 2 __ °C; Laag 3 __ °C
Temperatuur bindmiddel na opwarmen	__ °C
Temperatuur bindmiddel bij verwerking Regelmatig vastleggen in diverse fasen	Laag 1 __ °C; Laag 2 __ °C; Laag 3 __ °C
Temperatuur bij aanvang verwerking volgende laag resp bij openstelling weg (laatste laag)	Laag 1 __ °C; Laag 2 __ °C; Laag 3 __ °C
Datum en tijd openstelling weg	
Is de voegovergang conform het systeemontwerp aangelegd?	j/n
NAZORG	
Hebben zich tijdens de onderhoudsperiode bijzonderheden voorgedaan?	Ja/Nee (zo ja, hieronder nader toelichten)

Bijzonderheden uitvoeringsfase	

Bijzonderheden nazorgfase (onderhoudsperiode)	

BIJLAGE 2: ETAG 032 ANNEX 3-M TESTING MECHANICAL RESISTANCE AND RESISTANCE TO FATIGUE

3-M.1 - Objective

This Annex specifies a method to assess by testing the resistance of an expansion joint to static as well as dynamic vertical loading resulting from the action of vehicles traversing the joint. This method is intended to assess resistance to repeated vertical load of the expansion joint.

3-M.2 - Scope

This method applies to Flexible Plug Expansion Joints installed on road bridges. Although generally applicable to Flexible Plug Expansion Joints installed in the asphalt surfacing applied over concrete bridge decks, it can also be used for concrete surface course and bridge decks provided that the test specimen is suitably constructed. Testing of horizontal load is not demonstrated in this Annex.

3-M.3 – Terms and definition

Sample: One unit of a batch from which a test piece is taken.

Test Specimen: the assembly of the expansion joint representative of the product itself and submitted for testing to assess performance against the requirements.

Deformation: the change in shape and dimension of the surface of the Flexible Plug Expansion Joint in response to the applied load and tyre action.

3-M.4 - Method

A section of the joint assembly (the Test Specimen) shall be mounted in the test rig and subjected to simulated traffic action by the repeated passage of a loaded pneumatic tyre over the test specimen. The temperature of the specimen and the load carried by the tyre are significant factors determining performance of the product.

3-M.5 - Equipment

The equipment shall consist of a strong frame for mounting the specimen. The pneumatic tyres shall be mounted on an axle in such a way as to be able to move over the specimen perpendicular to the axis of the joint (i.e. transverse to the joint). The tyres shall be able to pass from the surface course onto the joint and over to the adjacent asphalt surface on the other side. The tyres shall be treaded. The tyres shall be loaded via the axle. This may be achieved by directly loading the axle with suitable weights or by use of hydraulic cylinder connected to the axle. The axle shall be able to move laterally under control. There shall be a facility for control and measurement of specimen temperature.

3-M.6 – Samples and preparation of specimens

The Flexible Plug Expansion Joint model shall be installed under the responsibility of the manufacturer under observation of the testing institute.

Specimen length shall be defined as the width of the joint plus the asphalt either side of the joint. The specimen length shall be at least the width of the joint plus 3 x tyre contact length.

1. Specimen width shall be defined as the distance between the end plates mounted at each end of the joint recesses, which confine the ends of the joint filling material. The specimen width shall be 300 mm or 3 x the width of the contact area of the tyre whichever is the greater.
2. The specimen shall be constructed as a 1:1 scale of the actual joint complete with gap filling and sealing devices (bridge plates etc.). The specimen shall be mounted on a concrete base with an asphalt overlayer. A joint recess shall be formed in the asphalt cover to contain the joint filling material. The ends of the joint recess shall be closed using steel end plates thereby containing the joint filling compound.

3-M.7 - Procedure

1. The specimen shall be loaded via the pneumatic tyre.
2. Lateral movement shall be applied at least as much equivalent to the groove separation.
3. Load to be applied vertically at constant force e.g. by dead load or by hydraulic pressure.
4. No skew angle on the tyre is required.
5. Contact pressure = 0,46 MPa.
6. Contact area derived from the Load Model = 0,40m x 0,40m. For practical purposes other contact areas for the test tyre may be used. The width of the contact area of the tyre on the test specimen shall be minimum of 7 cm.
7. Action of loaded tyre: Uni-directional under load (reciprocating but only one way under load).
8. Speed of traverse of the tyre at (constant over the joint surface) between 0,2 $m.s^{-1}$ and 1,0 $m.s^{-1}$.
9. No delay between passes of the tyre.
10. Number of passes shall be 2000 passes.
11. The test shall be carried out at 60% manufacturer's maximum declared opening position. For this purpose the specimen have the gap preset to the maximum opening position and the recess filled with joint filling mixture.
12. Temperature of test shall be 45 °C unless otherwise requested by the manufacturer (between 45 and 60°C). Temperature shall be constant and measured at least 20 mm into the body of the joint.

3-M.8 – Expression of results

Displacements are expressed in mm and the forces in N.

The following results shall be recorded and expressed using charts or figures.

1. Number of passes.
2. Temperature of specimen and method of temperature control.
3. Load on the tyre and variation over test period.
4. Inflation pressure of the tyre.
5. Tyre condition.
6. Condition of specimen surface.
7. Deformation profile transverse to the joint.
8. Deformation profile longitudinal to the joint.

Note: The profile measured in item 7 and 8 should be measured over the width of the contact area + extended to 50 mm either side. This is to take into account any build up of material along the edges of the tracked area.

3-M.9 – Test report

The test report shall refer to this Annex and test procedure and include:

- The origin of the expansion joint, name of manufacturer and source of the specimen tested and how sampled.

- The product model identity, batch number, description, date of manufacture, date of sampling
- Mass and size of sample
- Test results as required above.
- Date of tests.
- Date of report.
- Identification of test authority and credentials of the test laboratory.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken

Doc.nr.: RTD 1009:2012
Versie: 1.0
Status: Definitief
Datum: mei 2012

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken

Rijkswaterstaat Technisch Document RTD 1009:2012

Date mei 2012
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS Dienst Infrastructuur en RWS Dienst Verkeer en Scheepvaart
Informatie	Steunpunt Wegenbouw
Telefoon	088 798 25 00
Mail	Steunpunt-wegenbouw@rws.nl
Datum	mei 2012
Status	definitief
Versienummer	1.0

Inhoud

1 Inleiding 9

2 Normatieve verwijzingen en richtlijnen 11

3 Scope 14
3.1 Algemeen 14
3.2 Ruimtelijke afbakening 15

4 Eisen aan asfaltverhardingen op kunstwerken en bijbehorende ontwerpoverwegingen 16
4.1 Componentspecificatie Bovenbouw 16
4.2 Functionele eisen 16
4.2.1 Beschermen 16
4.2.1.1. Vloeistof afvoeren 16
4.2.1.2. Waterdichtheid 16
4.2.2 Belastingen overdragen 21
4.2.2.1. Bestandheid tegen verkeersbelasting en vervormingen 21
4.3 Beschikbaarheid 22
4.3.1 Levensduur 22
4.4 Betrouwbaarheid 22
4.4.1 Betrouwbaarheid - Bestandheid tegen klimaat en corrosieve omstandigheden 22
4.4.2 Betrouwbaarheid - Hechting 23
4.4.3 Betrouwbaarheid - Blaasvorming 23
4.5 Onderhoudbaarheid 24
4.5.1 Onderhoudbaarheid - Vervangbaarheid 24
4.6 Externe raakvlakken 25
4.6.1 Externe raakvlakeisen - Beperking gewicht verharding 25
4.6.2 Externe raakvlakeisen - Corrigeren onvlakheden kunstwerk 26
4.6.3 Externe raakvlakeisen - Detectielussen en "verhardingsvreemde" elementen 27
4.6.4 Externe raakvlakeisen – Conditie onderliggend kunstwerk 27
4.6.5 Externe raakvlakeisen – Aansluiting met voegovergangen 28

5 Ontwerp wegverhardingen op kunstwerken 29
5.1 Inleiding 29
5.2 Op betonnen kunstwerken 29
5.2.1 Algemeen 29
5.2.2 Standaardoplossing open deklaag op betonnen kunstwerken 30
5.2.3 Standaardoplossing dichte deklaag op betonnen kunstwerken 31
5.3 Op stalen kunstwerken 31
5.3.1 Algemeen 31
5.3.2 Standaardoplossing open deklaag op vaste stalen kunstwerken 33
5.3.3 Standaardoplossing dichte deklaag op vaste stalen kunstwerken 34

6 Uitvoering 35
6.1 Risico's 35

7 Referenties 37

B1 Bijlage B1 Definitie van verkeersbelastingen en belastingcombinaties 39
B1.1 Toelichting 39
B1.2 Vermoeiingsbelasting 40
B1.2.1 Verticale belasting 41
B1.2.2 Horizontale belasting, aandrijf- en andere krachten in de rijrichting 45
B1.2.3 Horizontale belasting, centrifugale en andere krachten dwars op de rijrichting 46
B1.2.4 Horizontale belasting, algemeen 46

B2 Bijlage B2 Temperatuursinvloeden 47

B3 Bijlage B3: Waterdichtheid 48
B3.1 Achtergrond en proefkeuze 48
B3.1.1 Algemeen 48
B3.1.2 Principe-oplossingen: membraan vs waterdichte (giet)asfaltlaag 49
B3.1.3 Drijvende krachten voor vloeistofindringing 49
B3.1.4 Normen en beschikbare proeven 50
B3.1.5 Keuze voor beproeving volgens DIN 18130-1, paragraaf 8.2 52
B3.1.6 Waterdichtheid van asfalt 52
B3.1.7 Waterdichtheid van membranen 55
B3.1.8 Uitwerking eisniveau 56
B3.1.9 Goede detaillering en afwatering 56
B3.1.10 Productverificatie 57
B3.2 Beschrijving van de doorlatendheidproef, gebaseerd op DIN 18130-1, versie nov 1989 (normatief) 58
B3.2.1 Doel en afbakening 58
B3.2.2 Constructie 58
B3.2.3 Boren en zagen van proefstukken, en bepaling holle ruimte asfalt 60
B3.2.4 Onderzoek van waterdoorlatendheid 61
B3.2.5 Berekening k-waarde 63

B4 Bijlage B4: Standaardoplossingen met beperkte verificatieplicht 64
B4.1 Gebruik van standaardoplossingen 64
B4.2 Inleiding 64
B4.3 Asfaltconstructie op betonnen kunstwerk 65
B4.3.1 Bescherming tegen waterindringing 65
B4.3.2 Asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk 67
B4.3.3 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk 71
B4.3.4 Asfaltconstructie met een open deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk 72
B4.3.5 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk 74
B4.3.6 Alternatieve verhardingsconstructies op betonnen kunstwerk 74
B4.3.6.1. Algemeen 74
B4.3.6.2. Waterdichtend membraan 74
B4.3.6.3. Verharding met verhoogde weerstand tegen spoorvorming 75
B4.3.7 Achtergrondinformatie 75
B4.3.7.1. Waterdichte asfaltlaag voor betonnen brugdekken 75
B4.3.7.2. Bereiding en verwerking van asfaltbeton 76
B4.3.7.3. Schampkanten en flexigoot 76
B4.3.7.4. Langsnaad 77
B4.3.7.5. Voegovergangen 78
B4.3.7.6. Uitvoering bij toepassing van ZOAB 78
B4.4 Asfaltconstructie op stalen kunstwerk 79

B4.4.1 Asfaltconstructie met een open deklaag op een stalen kunstwerk 79
B4.4.2 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een stalen kunstwerk 80
B4.4.3 Achtergrondinformatie 80
B4.4.3.1 Gelijkwaardigheid polymeergemodificeerd bitumen 80
B4.4.3.2 Polymeergemodificeerd gietasfalt 81
B4.4.3.3 Bitumineuze membranen 83

B5 Bijlage B5: Uitvoeringsrisico's 85

B5 Bijlage B6: Zaken in het contract te regelen 88

1 Inleiding

Dit document is een richtlijn voor het ontwerp van asfaltverhardingen op stalen en betonnen bruggen en viaducten (verder kunstwerken genoemd). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de eisen uit de Componentspecificatie Bovenbouw [CSB] bindend van toepassing zijn. In dit document worden deze eisen verbijzonderd voor de verharding op kunstwerken en worden ontwerpoverwegingen gegeven.
Voor zowel betonnen als stalen kunstwerken worden enkele standaardoplossingen beschreven, met zowel dichte als open deklaag. Deze standaardoplossingen zijn niet verplicht, maar kennen een beperkte verificatieplicht, mits deze standaardoplossingen tot in de details worden ontworpen en uitgevoerd conform de beschrijving in bijlage B4 van deze richtlijn.
Voor afwijkingen van de standaardoplossing zal de opdrachtnemer moeten aantonen dat ontwerp en realisatie van de constructie voldoen aan de gestelde eisen, via een validatieproces onder auspiciën van de Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat (DVS).

Dit document vervangt de volgende documenten:
- Zeer open asfaltbeton op cementbetonnen kunstwerken, sept-1997, RWS-BD [2]
- Leidraad voor de beoordeling van de waterdichtheid van asfaltverhardingen op kunstwerken (beton en staal), versie juli 2006, notitie IR-N-05-023, RWS-DWW [3]

Achtergrond
Asfaltverhardingen op kunstwerken moeten geleidelijk aan steeds zwaardere eisen voldoen. Daarbij springen vooral de volgende aspecten in het oog:
1) Voor bestaande kunstwerken leidt de toegenomen verkeersbelasting tot een vraag naar dunnere (lichtere) asfaltverhardingen;
2) Voor bestaande en nieuwe kunstwerken leidt de toegenomen verkeersbelasting tot een vraag naar asfaltverhardingen met een verhoogde weerstand tegen permanente vervorming (spoorvorming);
3) Voor bestaande en nieuwe kunstwerken leidt de toegenomen verkeersbelasting tot een vraag naar geluidsreducerende asfaltverhardingen;
4) Dunnere asfaltverhardingen, asfaltverhardingen met verhoogde weerstand tegen permanente vervorming en geluidsreducerende asfaltverhardingen vragen nieuwe oplossingen voor de bescherming van het kunstwerk tegen water en dooizouten.

Verder is deze richtlijn gebaseerd op de wens van Rijkswaterstaat om geen specifieke oplossingen voor te schrijven, maar functionele eisen te stellen. Helaas is dat voor asfalt op kunstwerken (nog) niet volledig mogelijk. Net zoals voor asfalt op aardebaan is het nog niet mogelijk om de geschiktheid van asfalt voor kunstwerken volledig aan te tonen op basis van laboratoriumproeven. Dit geldt vooral voor stalen kunstwerken. Omdat de stalen rijvloer relatief buigslap is, wordt het asfalt blootgesteld aan grote elastische vervormingen t.g.v. de verkeersbelasting. Dit stelt hoge eisen aan de eigenschappen van het asfalt en de toegepaste membranen. Een gevalideerde ontwerpmethodiek, inclusief materiaalkarakterisering, ontbreekt hier echter. Daarom wordt noodgedwongen teruggegrepen naar mengsels en constructies met aantoonbare "gebleken geschiktheid".

Over de invulling van het validatieproces van afwijkingen van de standaardoplossingen valt weinig algemeens te zeggen, omdat het proces moet worden afgestemd op het aangedragen ontwerp (en de risico's daarvan). Het onderzoekstraject zal worden vastgesteld in samenwerking tussen RWS en indiener van het alternatief. In dat proces moet worden vastgesteld of de niet-standaard oplossing voldoet aan alle gestelde eisen uit de richtlijn. Daarbij dienen ook de faalrisico's (bv. kritische uitvoeringsaspecten) van de oplossing te worden beschouwd. Dit kan leiden tot het vaststellen van oplossingsspecifieke kwaliteitsborgingsprocedures. In het algemeen zal gelden: hoe verder buiten het ervaringsgebied, hoe uitgebreider het onderzoek zal zijn om de alternatieve oplossing te kunnen valideren.

Leeswijzer

Tekst in normale opmaak is normatieve tekst. *Cursieve tekst is informatief*.

Hoofdstuk 3 geeft de afbakening van de scope van deze richtlijn.
Hoofdstuk 4 geeft de eisen aan de asfaltverharding op kunstwerken, met per eis de ontwerp-overwegingen.
Hoofdstuk 5 geeft een korte beschrijving van de standaardoplossingen, die in meer detail worden uitgewerkt in bijlage B4.
De risico's bij de realisatie van het werk worden vervolgens kort beschreven in hoofdstuk 6, en in meer detail uitgewerkt in bijlage B5.
Hoofdstuk 7 geeft de literatuurreferenties.
De bijlagen beschrijven de verkeersbelasting, de klimatologische belasting, de (beproeving van de) waterdichtheid, de standaardconstructies, en de uitvoeringsrisico's.

2 Normatieve verwijzingen en richtlijnen

Norm	Datum	Uitgever	Titel
ROK RTD 1001	16-12-2011	RWS-DI	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK), versie 1.0
NBD 00400	02-02-2006	RWS-DI	Eisen voor enkelvoudige voegovergangen
NBD 00401	30-07-2010	RWS-DI	Geluidseisen voegovergangen
NBD 00710	2007	RWS-DI	Eisen voor meervoudige voegovergangen
NBD 00730	01-04-2009	RWS-DI	Standaarddetails voor betonnen bruggen
NBD 10201	09-09-2004	RWS-DI	Eisen kunststofslijtlagen
RTD 1007-1	2012	RWS-DI	Meerkeuzematrix voegovergangen
RTD 1002	11-01-2011	RWS-DI	Hydrofoberen van beton, Aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2
RTD 1008	2012	RWS-DI	Richtlijnen Ontwerp Hemelwaterafvoer van wegen en kunstwerken
CSB	december 2011	RWS-DVS	Componentspecificatie bovenbouw, versie 1.6
SOA	december 2011	RWS-DVS	Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen
BRL 3201	25-03-2009	Intron / IKOBKB/Kiwa	Toepassen van specialistische instandhoudingtechnieken voor betonconstructies
BRL 9143	15-12-2002	Kiwa	Kunststof slijtlagen op stalen, houten, betonnen en bitumineuze ondergronden van kunstwerken
RAW 2005	2005	CROW	Standaard RAW Bepalingen 2005 [1]
RAW 2010	2011	CROW	Standaard RAW Bepalingen 2010 [2]
OIA	maart 2012	CROW	Ontwerpinstrumentarium Asfaltverhardingen 1.1
NEN-EN 1504 delen 1 t/m 10	okt 2004	NEN	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies
NEN-EN 1990+A1/C1 + Nationale bijlage	dec 2011 + dec 2011	NEN	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp

[1] Alleen proef 86 is bindend. Bij gebruikmaking van de overgangsregeling voor het bepalen van de waterdichtheid van de asfaltlaag (zie 4.2.1.2), door terug te grijpen op een dicht asfaltbeton conform de RAW2005 met gemaximeerde holle ruimte, zijn alle delen van de RAW2005, die betrekking hebben op dicht asfaltbeton, bindend van kracht.
[2] Alleen de delen van de RAW2010 waarnaar expliciet in deze richtlijn wordt verwezen, zijn bindend van kracht.

Norm	Datum	Uitgever	Titel
NEN-EN 1991-1-5 +C1 + Nationale bijlage	dec 2003 + dec 2011 + dec 2011	NEN	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting
NEN-EN 1991-2 +C1 + Nationale bijlage	2003 + dec 2011 + dec 2011	NEN	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen
NEN 6723	2009	NEN	Voorschriften beton – Bruggen – Constructieve eisen en rekenmethoden
NEN-EN 12697-33 +A1	juli 2007	NEN	Bitumineuze mengsels – Beproevingsmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 33: Proefplaten verdicht met een handwals
NEN-EN 12697-8	april 2004	NEN	Bitumineuze mengsels – Beproevingsmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 8: Bepaling van het gehalte aan poriën in bitumineuze proefstukken
NEN-EN 12697-25	april 2005	NEN	Bitumineuze mengsels – Beproevingsmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 25: Cyclische drukproef
NEN-EN 13108-1	2006	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 1: Asfaltbeton
NEN-EN 13108-6	2006	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 6: Gietasfalt
NEN-EN 13108-7	2006	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 7: Zeer open asfaltbeton
NEN-EN 14695	jan 2010	NEN	Flexibele banen voor waterafdichting – Gewapende bitumen banen voor waterafdichtingssystemen voor betonnen brugdekken en andere betonnen oppervlakken begaanbaar voor voertuigen – Definities en eigenschappen
ETAG 033	juli 2010	EOTA	Guideline for European technical approval of Liquid applied bridge deck waterproofing kits [3]

[3] De waterdichtheidseisen in dit document zijn niet bindend voor gespoten bitumineuze mebranen.

Norm	Datum	Uitgever	Titel
DIN 18130-1	nov 1989 NB niet versie 1998-05	DIN	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Laborversuche [4]
DIN 1996-13	Juli 1984	DIN	Prüfung von Asphalt; Eindringversuch mit ebenem Stempel
IL-N-98.038	15 februari 1999	RWS-DWW	Proefomschrijving Semi Circular Bending proef (SCB)

[4] De proefmethoden in hoofdstukken 6, 7, 9 en 10 van deze norm zijn niet bindend. Verder hebben de bepalingen uit bijlage B3 bij de voorliggende richtlijn prioriteit boven deze norm.

3 Scope

3.1 Algemeen

Deze richtlijn gaat in op het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen kunstwerken (zowel nieuw als bestaand), exclusief stalen kunstwerken waar het stalen rijdek is versterkt met een overlaging van hogesterktebeton. Overal waar wordt gesproken over "stalen kunstwerken" wordt bedoeld een "kunstwerk met een stalen rijdek, zonder betonnen versterkingslaag".

- De scope is beperkt tot "asfalt" in ruime zin, dus producten op basis van bitumen of combinatie van bitumen en mineraal aggregaat. Kunststof aggregaat, kunsthars-bindmiddelen[5], portland/hoogovencement, hoge sterkte beton, e.d. vallen buiten de scope. Voor de deklaag wordt onderscheid gemaakt in twee hoofdvarianten: 1. dichte deklaag, 2. open (regenwatervoerende) deklaag (enkellaags of tweelaags ZOAB, of daaraan gelijkwaardig qua afwatering en geluidemissie).
- De scope is beperkt tot betonnen en stalen kunstwerken. Houten of kunststof bruggen zijn voor rijkswegen nog te zeldzaam, of dermate experimenteel dat daarvoor nog geen richtlijnen worden opgesteld.[6]
- De scope is exclusief tunnels, d.w.z. beperkt tot kunstwerken waarbij geen rekening hoeft te worden gehouden met opwelling van water van onderaf via voegen tussen de dragende delen of scheuren in die dragende delen.
- Deze richtlijn besteedt geen aandacht aan keuze/ontwerp/uitvoering/toetsing van voegovergangen, maar wel aandacht aan de interactie tussen voegovergangen en wegverhardingen (voornamelijk de continuïteit van de waterafvoer en de goede aansluiting van waterdichting).
- Afhankelijk van materiaalkeuze en ontwerp van het kunstwerk, kan/moet de wegverharding een bijdrage leveren aan de lastoverdracht van het wegverkeer naar de dragende constructie van het kunstwerk. Dit geldt vooral voor stalen bruggen met een dun (circa 10 - 14 mm) stalen rijdek. De daarbij optredende spanningen en vervormingen dienen gedurende de gewenste levensduur te kunnen worden opgenomen door de verharding, zonder schade. De consequenties voor de verharding worden kwalitatief beschouwd in deze richtlijn. De richtlijn gaat echter uitdrukkelijk niet in op situaties waar de draagkracht van het stalen of betonnen kunstwerk onvoldoende is en de asfalt wegverharding als versterking wordt benut.

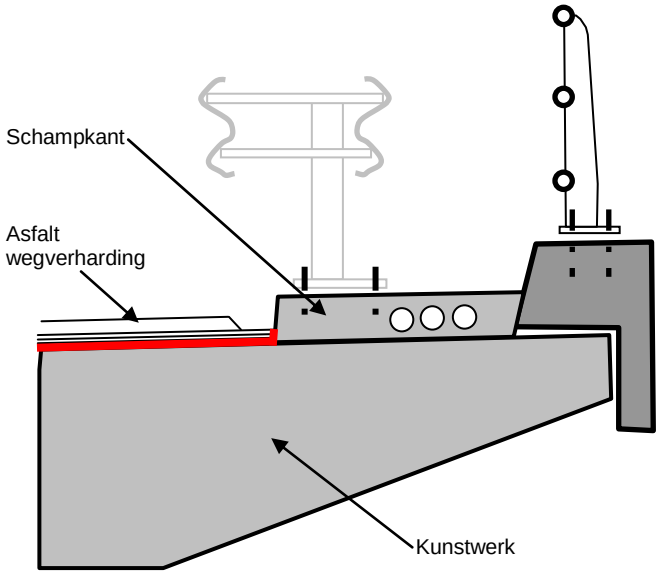
Deze richtlijn gaat in het algemeen niet in op de kwaliteitsborging van het ontwerp en de uitvoering. Deze kwaliteitsborging dient in het contract te worden uitgewerkt, afhankelijk van de gekozen aanbestedingsvorm en de projectspecifieke omstandigheden.

[5] Voor slijtlagen met kunststof bindmiddelen wordt verwezen naar NBD10201.
[6] Verhardingen voor deze brugdekken kunnen echter wel worden ontworpen in de geest van deze richtlijn, maar niet alle artikelen zullen ongewijzigd van toepassing zijn.

3.2 Ruimtelijke afbakening

De verharding is onderdeel van de bovenbouw, zoals gedefinieerd in de Componentspecificatie Bovenbouw [CSB]. De ruimtelijke grenzen van de verharding op een kunstwerk zijn:

- De bovenzijde van de verharding wordt begrensd door de bovenzijde van de deklaag
- De onderzijde van de verharding wordt begrensd door de bovenzijde van het kunstwerk (staal, of beton)
- Aan de zijkanten wordt de verharding begrensd door de schampkanten van het kunstwerk (staal, of beton inclusief hydrofobeerlaag) (zie Figuur 1) en door de zijkanten van eventuele voegovergangen (materiaal en uitvoering afhankelijk van het type voegovergang)



Figuur 1 Afbakening tussen asfaltverharding en kunstwerk

Door bovenstaande afbakening zijn eventuele primers of hechtlagen op het kunstwerk, daar waar deze raken aan de verharding, expliciet onderdeel van de verharding.

Indien een zogenaamde “voegloze overgang” (zoals omschreven in de Meerkeuzematrix Voegovergangen [RTD 1007-1]) wordt toegepast, wordt deze voegloze overgang geacht onderdeel van de verharding te vormen. Daarmee dient de voegloze overgang, voorzover gelegen op het kunstwerk, te voldoen aan de eisen die in dit document aan de verharding op kunstwerken worden gesteld. Daarnaast dient de voegloze overgang te voldoen aan de eisen die aan voegovergangen worden gesteld [NBD00400].

4 Eisen aan asfaltverhardingen op kunstwerken en bijbehorende ontwerpoverwegingen

4.1 Componentspecificatie Bovenbouw

De verharding dient gedurende de levensduur te voldoen aan de eisen, gesteld in de Componentspecificatie Bovenbouw [CSB].

Deze richtlijn geeft de verbijzondering van de eisen uit de CSB voor asfalt op kunstwerken. Op de eisen inzake verkeersveiligheid, rijcomfort en geluidreductie wordt hier niet nader ingegaan, omdat deze op kunstwerken niet principieel verschillen van de aardebaan.

NB: In de CSB ontbreken de toestandseisen ("acceptabele schades") waaraan de verharding gedurende de levensduur dient te voldoen, behalve voor contracten met een meerjarige onderhoudsverplichting. Voor andere contractvormen moeten aparte garantie-eisen worden gesteld in het contract.

4.2 Functionele eisen

4.2.1 Beschermen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient het onderliggende kunstwerk te beschermen.

4.2.1.1. Vloeistof afvoeren

De asfaltverharding op het kunstwerk dient regenwater en andere op de verharding belandende vloeistoffen af te voeren naar de hemelwaterafvoer. Hierbij mag nergens vloeistof op de verharding blijven staan. Bij verhardingen met zeer open (dek)lagen mag nergens vloeistof in de open lagen blijven staan.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

4.2.1.2. Waterdichtheid

Waterdichtheid verharding

Ter bescherming van het kunstwerk dient de asfaltverharding op het kunstwerk, inclusief alle naden en aansluitingen, waterdicht te zijn.
Indien de waterdichtheid op betonnen kunstwerken volgens het ontwerp wordt ontleend aan een waterdichte asfaltlaag met een beperkt percentage holle ruimte, dient deze te worden beproefd volgens de methode beschreven in Bijlage B3.2,

zonder ondersteunend poreus beton. Hierbij wordt een k-waarde van ten hoogste 10^{-8} m/s bij een waterdruk tot en met 7 bar als voldoende waterdicht beschouwd. [7]
De in het werk gerealiseerde laagdikte dient ten minste gelijk te zijn aan de laagdikte in de proef waarbij de waterdichtheid is aangetoond.
Indien de waterdichtheid volgens het ontwerp wordt ontleend aan een waterdicht membraan op basis van gespoten bitumen of bitumenemulsie, dient deze te worden beproefd volgens de methode beschreven in Bijlage B3.2, inclusief ondersteunend poreus beton. Hierbij dient het membraan volledig waterdicht te zijn bij een waterdruk tot en met 7 bar.
Indien de waterdichtheid wordt ontleend aan membranen op basis van geprefabriceerde banen, wordt verwezen naar NEN-EN 14694.
Indien de waterdichtheid wordt ontleend aan vloeibaar aangebrachte membranen, anders dan op basis van gespoten bitumen of bitumenemulsie, wordt verwezen naar ETAG 033.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp en materialen.

*Voor standaardconstructies met beperkte verificatieplicht wordt verwezen naar bijlage B4. De vroeger gehanteerde waterdichte DAB-laag (ten minste 50 mm DAB - 0/16 met een gerealiseerde holle ruimte van ten hoogste 5,0% zonder toleranties) kan echter binnen de huidige Nederlandse invulling van de regels voor CE-markering van asfaltspecie niet meer als zodanig worden beschreven. Ook valt niet goed aan te tonen dat een huidig mengsel volledig overeenkomt met de "oude" DAB waarop de standaardconstructie is gebaseerd. (RWS acht het niet gewenst om voor de specificatie van deze laag terug te grijpen op de regelgeving uit de Standaard RAW Bepalingen 2005.) Daarom moet bij toepassing van de standaardconstructies op betonnen brugdekken de waterdichtheid van het asfalt voor de waterdichte asfaltlaag aanvullend op de Type Test apart worden bepaald volgens bovengenoemde proef en eisen, waarbij tevens het gehalte holle ruimte van de betreffende proefstukken moet worden bepaald volgens NEN-EN 12697-8 [8]. De holle ruimte van de proefstukken in de waterdichtheidsproef (aanvullend op de Type Test) mag gemiddeld niet meer dan 0,5 procentpunt afwijken van de referentie-waarde van de holle ruimte, en per proefstuk niet meer dan 1,0 procentpunt. Bijvoorbeeld: van een AC mengsel is de referentiewaarde (volgens de Type Test) van de holle ruimte 4,1%. Van dit mengsel is, aanvullend op de Type Test, volgens de methode beschreven in Bijlage B3.2 bepaald, dat de k-waarde 3*10-9 m/s bedraagt bij een waterdruk tot en met 7 bar. De gemiddelde holle ruimte van de proefstukken bij deze waterdichtheidsbepaling bedroeg 3,8%. Daarmee is dit mengel geschikt voor een ontwerp, waarbij de waterdichtheid van de asfaltverharding wordt gerealiseerd middels een 50 mm dikke laag van dit mengsel.*

[7] Tot 1 juli 2013 is het toegestaan om voor dit asfalt terug te vallen op DAB 0/16 conform de Standaard RAW Bepalingen 2005, met een ontwerp holle ruimte (op basis van proef 69 uit de RAW2005) van ten hoogste 4,0% en een in het werk gerealiseerde holle ruimte (RAW2005-69) van ten hoogste 5,0%, zonder toleranties. Voor mengsels die bestemd zijn om ook na 1 juli 2013 toegepast te worden, dienen producenten vóór 1 juli 2013 de resultaten van de waterdichtheidsproef (laagdikte, holle ruimte, k-waarde) volgens de methode beschreven in Bijlage B3.2 in te dienen bij het Steunpunt Wegenbouw van RWS-DVS (steunpunt-wegenbouw@rws.nl). Hierbij dienen ook de resultaten van de Type Test van deze mengsels te worden ingediend.
[8] *Sinds 2008 wordt voor de bepaling van de holle ruimte van asfalt de dichtheid mengsel niet meer bepaald in methyleenchloride, volgens Proef 68 van de Standaard RAW Bepalingen 2005, maar in water, volgens NEN-EN 12697-5. De gevonden waarden kunnen verschillen tussen beide methoden. Waarden van beide methoden mogen dan ook niet met elkaar worden vergeleken. De in het verleden vaak gehanteerde waarden van maximaal 4% ontwerp holle ruimte en maximaal 5,0% in het werk gerealiseerde holle ruimte waren gebaseerd op Proef 68 van de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005.*

Voor andere dan standaardconstructies dient een validatieproces doorlopen te worden onder auspiciën van DVS.
Omdat naden en aansluitingen risicovolle plekken zijn voor de waterdichtheid, dient hieraan in het ontwerp expliciet aandacht te worden besteed.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie, waarbij doorboringen t.g.v. monstername zorgvuldig waterdicht en goed hechtend dienen te worden hersteld. Bij monstername mag het kunstwerk niet worden beschadigd.
Bij verificatie van het geleverde product bij toepassing van de standaardconstructies op betonnen brugdekken mag de holle ruimte, bepaald volgens NEN-EN 12687-8, van in-situ genomen boorkernen van de waterdichtende asfaltlaag niet meer bedragen dan 1,0 procentpunt boven de holle ruimte die bij de waterdichtheidsproeven aanvullend op de Type Test is bepaald. Indien daaraan wordt voldaan, hoeft de k-waarde niet te worden bepaald. Indien de holle ruimte meer bedraagt, moet worden aangetoond dat de k-waarde aan de eis voldoet.

Voor productverificatie op boorkernen geldt als hoogste eis betreffende waterdichtheid, dat aan de eisen van de eerste alinea van deze paragraaf wordt voldaan.
*Voor de waterdichte asfaltlaag van de standaardconstructies op betonnen brugdekken wordt in eerste instantie de laagdikte en de holle ruimte getoetst, als pragmatische benadering van de waterdichtheidsproef. Als de holle ruimte niet voldoet aan de eis (dus meer bedraagt dan 1,0 procentpunt boven de holle ruimte die bij de waterdichtheidsproeven aanvullend op de Type Test is bepaald), dient alsnog te worden aangetoond dat de k-waarde aan de eis voldoet. Stel bijvoorbeeld, dat van een AC mengsel aanvullend op de Type Test is bepaald, dat de k-waarde 3*10-9 m/s bedraagt bij een gemiddelde holle ruimte van 3,8%. Stel verder dat drie boorkernen uit de gerealiseerde constructie (ontworpen volgens de standaardoplossing) worden genomen en holle ruimte waarden hebben van 3,9, 4,2 en 4,8%. De hoogste holle ruimte is dus precies 1,0 procentpunt boven de holle ruimte die bij de waterdichtheidsproeven aanvullend op de Type Test is bepaald. Hiermee is aan de productverificatie-eis voor waterdichtheid voldaan. Als één of meer boorkernen een holle ruimte boven 4,8% zouden hebben, dient alsnog te worden aangetoond dat de k-waarde van boorkernen uit deze constructie aan de eis voldoet.*
Bij de toetsing dient vooral aandacht te worden geschonken aan alle naden en aansluitingen. Niet alleen de naden tussen de asfaltbanen, en de aansluitingen langs de schampkanten, maar ook de aansluitingen tegen voegovergangen.
In veel gevallen zal het niet gewenst zijn om destructieve productverificatie uit te voeren door het nemen van monsters uit de (deels) voltooide verharding, en die te testen op waterdichtheid. Door de monstername wordt immers de waterdichtheid zeker verstoord, en mogelijk ook het kunstwerk of de voegovergang beschadigd. Ondanks deze nadelen kan het echter gewenst zijn om de gerealiseerde kwaliteit te toetsen aan de eisen, zelfs middels destructieve monstername.

Zie bijlage B3 voor een toelichting op de waterdichtheid van asfaltverhardingen.

Voor asfalt op stalen kunstwerken wordt de waterdichting bij de standaardoplossing gerealiseerd door een combinatie van een waterdicht membraan en een waterdichte gietasfaltlaag.

Voor asfalt op betonnen kunstwerken zijn er twee principe-oplossingen (zie ook bijlage B3):

- *op basis van een waterdichte asfaltlaag,*
- *op basis van een membraan.*

De waterdichte asfaltlaag is de standaardoplossing van RWS, zie paragraaf 5.2.2.

RWS heeft DIN 18130-1, par 8.2 gekozen ter bepaling van de k-waarde als maat voor de vloeistofdichtheid van asfaltlagen voor kunstwerken. Een k-waarde van 10-8 tot 10-10 m/s, zoals gevonden bij DAB met holle ruimte tussen 3 en 4%, is niet volmaakt vloeistofdicht. Dit wordt door RWS echter geaccepteerd als voldoende waterdicht voor een asfaltlaag, maar niet voor een membraan.

Bij toepassing van membranen als waterdichtende laag dient rekening te worden gehouden met de volgende aspecten.

1. *waterdichtheid van naden*
2. *bestandheid tegen aanbrengen van hete asfaltlagen*
3. *bestandheid tegen mechanische beschadiging*
4. *hechting*
5. *waterabsorptie*
6. *scheuroverbrugging*
7. *waterdampdoorlatendheid*
8. *hydrofoberen van het beton*
9. *overbruggen van abrupte onvlakheden en knikken in het oppervlak van het kunstwerk en de aansluiting aan verticale vlakken*
10. *geschiktheid van het membraan voor toepassing op verticale oppervlakken (vooral voor gespoten producten)*
11. *de hoogteligging van het membraan in de asfaltverharding. Het is wenselijk dat het membraan niet direct onder de deklaag is gelegen, omdat het dan bij deklaagvervanging makkelijk beschadigd raakt. Als het membraan dieper in de constructie is gelegen, moet worden voorkomen dat zich water kan ophopen op het membraan, bv. in min of meer poreuze lagen.*

Al deze aspecten moeten worden beschouwd in relatie tot de uitvoeringsomstandigheden (bv. de tijd tussen aanbrengen van het membraan en overlaging met asfalt, werkverkeer, neerslag, vervuiling, enz.)
Verwezen wordt naar NEN-EN 14695 voor geprefabriceerde membranen (geplakte rollen) en naar ETAG 033: Guideline for European Technical Approval of Liquid Applied Bridge Deck Waterproofing Kits voor gespoten membranen. (NB Alhoewel ETAG 033 niet is bedoeld voor gespoten bitumineuze membranen, wordt deze door RWS hiervoor wel van toepassing geacht. De hierin gehanteerde proeven voor waterdichtheid worden echter niet van toepassing geacht voor gespoten bitumineuze membranen.)

NB. In artikel 10.6.3 van NEN 6723:2009 "Voorschriften beton – Bruggen – Constructieve eisen en rekenmethoden" wordt voorgeschreven dat alle langs- en dwarsvoegen in brugdekken afgedicht moeten worden met een waterdicht, voegoverbruggend, semi-elastisch materiaal. Deze eis betekent dat bijvoorbeeld alle voegen in brugdekken van prefab betonnen kokerliggers altijd afgedicht moeten worden met een membraan.

Waterdichtheid aansluiting op voegovergangsconstructies

Tussen voegovergangsconstructies en de asfaltverharding dient een waterafdichtende voorziening te zijn aangebracht. Zowel deze voorziening als de voegovergangsconstructie dienen een goede afwatering van de verharding niet te belemmeren.
In geval van een open deklaag kan dit betekenen dat het water zijdelings afgevoerd moet worden door de open deklaag langs de waterdichte voorziening/voegovergang tot aan een adequate afwateringsvoorziening, zoals een hemelwaterafvoer of een gootvormige verlaging in de waterdichte voorziening/voegovergang. De waterafdichtende voorziening moet bestand zijn tegen de spanningen en vervormingen die worden veroorzaakt door de verkeersbelasting en de thermische krimp en uitzetting van kunstwerk, voegovergangen en verharding.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp en materialen.
Voor standaardconstructies met beperkte verificatieplicht wordt verwezen naar bijlage B4. Voor andere constructies dient een validatieproces doorlopen te worden onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie, waarbij doorboringen t.g.v. monstername zorgvuldig waterdicht en goed hechtend dienen te worden hersteld.

Waterdichtheid aansluiting op schampkanten

Tussen schampkanten en de aangebrachte asfaltconstructie dient een waterafdichtende voorziening te zijn aangebracht. Deze voorziening dient een goede afwatering van de verharding niet te belemmeren.

Op betonnen kunstwerken bestaat de standaardoplossing uit flexigoot, een mengsel van steenslag en polymeergemodificeerd bitumen, zie bijlage B4. Tot circa 2005 werd hiervoor meestal gietasfalt toegepast, aangebracht in lagen met een maximale dikte van 25 mm per laag. RWS heeft de ervaring dat deze gietasfalt goten toch vaak openscheurden, mogelijk door niet voldoen aan de laagdikte-eis.
Op stalen kunstwerken wordt bij detailleringen zoals schampkanten, booggeboorten, kantijzers, voegovergangen en hemelwaterafvoeren, na het stralen op deze locaties een conserveringslaag van kunststof aangebracht. Vervolgens wordt in de asfaltverharding bij deze aansluitingen een voegje gespaard welke wordt gevuld met een gemodificeerde bitumineuze voegvulling..Hierbij moet wel extra aandacht worden besteed aan de aansluiting van de toegepaste membranen aan de schampkanten.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp en materialen.
Voor standaardconstructies met beperkte verificatieplicht wordt verwezen naar bijlage B4. Voor andere constructies dient een validatieproces doorlopen te worden onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie, waarbij doorboringen t.g.v. monstername zorgvuldig waterdicht en goed hechtend dienen te worden hersteld.

4.2.2 Belastingen overdragen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient de verkeersbelastingen over te brengen naar het onderliggende kunstwerk.

4.2.2.1. Bestandheid tegen verkeersbelasting en vervormingen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient over de gehele breedte van de rijbaan bestand te zijn tegen de verkeersbelasting voor de zwaarst belaste rijstrook, zoals bepaald in bijlage B1. Ook dient de asfaltverharding op het kunstwerk bestand te zijn tegen de vervormingen van het kunstwerk ten gevolge van o.a. verkeersbelastingen en temperatuursverschillen.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp door toepassing van de standaardoplossing of door het doorlopen van een validatieproces onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

De gangbare ontwerpmethoden voor asfalt op aardebaan ([SOA], CARE [5], [OIA]) zijn nauwelijks toepasbaar voor asfalt op kunstwerken. Deze methoden zijn namelijk gericht op 1) het beperken van spoorvorming in de ondergrond en 2) het beperken van vermoeiing onderin het asfalt. Het eerste is niet van toepassing op kunstwerken. Het tweede is op betonnen kunstwerken niet maatgevend en kan op stalen kunstwerken niet worden gemodelleerd met de programma's CARE of OIA. Voor het voorkómen van permanente vervorming in het asfalt of het voorkómen van schade aan het asfaltoppervlak (rafeling, scheurvorming, gaten) zijn geen betrouwbare dimensioneringsmethoden beschikbaar, maar worden op basis van ervaring eisen gesteld aan de vervormingsweerstand, vermoeiingsweerstand en waterbestendigheid van de asfaltmengsels.
Voor de materiaalkeuze wordt dus uitgegaan van "in de praktijk gebleken geschiktheid in vergelijkbare toepassingen".

Voor asfalt op betonnen kunstwerken kan in principe voor het voorkómen van permanente vervorming in het asfalt of het voorkómen van schade aan het asfaltoppervlak dezelfde methodiek gevolgd worden als voor asfalt op aardebaan. Wel kan een laag gehalte holle ruimte (t.b.v. waterdichtheid) een verhoogd risico geven voor permanente deformatie. Dit risico kan worden verminderd door o.a. niet een zeer lage (<3%) ontwerp holle ruimte te kiezen en/of toepassing van een geschikte (polymeer)modificatie van het asfalt.

Voor asfalt op stalen kunstwerken zijn er fundamentele verschillen in belasting ten opzichte van asfaltverhardingen op aardebaan. In een asfaltverharding op aardebaan wordt de verkeersbelasting gespreid; spanningen worden door de korrelskeletten van de asfaltlagen naar onderin de asfaltconstructie afgebouwd en uiteindelijk gelijkmatig verdeeld over een groot ondersteunend funderingsoppervlak. In een verharding op een stalen kunstwerk worden de verkeersbelastingen juist geconcentreerd op de stijve delen (verstijvingsribben) van het stalen brugdek. Hierbij moet de verharding de vervormingen van het brugdek onder de verkeersbelasting kunnen volgen, zowel ten gevolge van de verkeersbelasting als ten gevolge van temperatuurswisselingen. Indicatief kan gesteld worden dat asfaltverhardingen op stalen bruggen rekken van 500 tot 2000 µm/m moeten

kunnen opnemen, terwijl de asfaltrekken in asfaltverhardingen op aardebaan van de grootte orde van circa 100 µm/m zijn. Medani [8] meldt praktijkmetingen van 1200 µm/m op de Kreekrakbrug, metingen van 700 µm/m op een stalen brugsectie in Lintrack onder een 50 kN wiellast (100 kN aslast) en berekeningen tot 2400 µm/m onder een 70 kN wiellast (140 kN aslast). Ook treden grote schuifkrachten op door de grote vervormingen. Dit alles stelt hoge eisen aan het asfalt en bijbehorende hechtlagen (bv. membranen).

4.3 Beschikbaarheid

4.3.1 *Levensduur*

De asfaltverharding op een kunstwerk dient een verwachte levensduur te hebben die ten minste gelijk is aan die van de standaardoplossing.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp door toepassing van de standaardoplossing of door het doorlopen van een validatieproces onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

De verwachte levensduur van de standaardoplossingen op een betonnen kunstwerk bedraagt ten minste 20 jaar, afgezien van de deklaag. Voor de deklaag gelden de volgende verwachtingen:
"Duurzaam ZOAB" (ook wel ZOAB+ genaamd, maar formeel PA te noemen omdat de term ZOAB sinds 2008 is gereserveerd voor de standaardrecepten uit de Standaard RAW Bepalingen): 12 jaar op rechter rijstroken en 17 jaar op linker rijstroken
Toplaag van Tweelaags ZOAB (PA): 9 jaar op rechter rijstroken en 13 jaar op linker rijstroken
Onderste laag van Tweelaags ZOAB (PA): 13 jaar
Dicht AsfaltBeton (AC surf) en Steenmastiekasfalt (SMA): ten minste 15 jaar.

De verwachte levensduur van de standaardoplossingen op een stalen kunstwerk wordt beschreven in paragraaf 5.3.

Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de verharding aan het eind van de levensduur niet meer "als nieuw" zal zijn, maar dat eventueel aanwezige schade nog wel dient te voldoen aan de RWS-onderhoudsrichtlijnen, zoals vermeld in Bijlage CSB12 "Schadebeoordeling en interventieniveaus" van [CSB]. De schade mag echter niet ten koste gaan van het voldoen aan de functionele eisen uit paragraaf 4.2.

4.4 Betrouwbaarheid

4.4.1 *Betrouwbaarheid - Bestandheid tegen klimaat en corrosieve omstandigheden*

De asfaltverharding op het kunstwerk dient bestand te zijn tegen de temperatuursomstandigheden conform NEN-EN 1991-1-5 en de nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-5, in combinatie met de verkeersbelastingen zoals gedefinieerd in bijlage B1.

4.4.2 *Betrouwbaarheid - Hechting*

Alle asfaltlagen en eventuele onder- en tussenliggende membranen dienen volledig te zijn gehecht, zowel onderling als aan het kunstwerk.

Voor asfalt op betonnen kunstwerken is de benodigde hechting in het algemeen niet groter dan voor asfalt op een aardebaan, afgezien van de benodigde weerstand tegen blaasvorming.
Voor asfalt op stalen kunstwerken is een goede hechting tussen alle lagen onderling en aan het kunstwerk van zeer groot belang voor de constructieve samenwerking van verharding en kunstwerk. Hierbij is zowel de hechtsterkte haaks op het brugdek van belang als de hecht(schuif)sterkte parallel aan het brugdek.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp en materialen.

Voor standaardconstructies met beperkte verificatieplicht wordt verwezen naar bijlage B4. Voor andere constructies dient een validatieproces doorlopen te worden onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: voor asfalt op betonnen kunstwerken visuele beoordeling aan boorkernen; voor asfalt op stalen kunstwerken in-situ bepaling van treksterkte op niet volledig doorgeboorde boorkernen, conform Proef 86 uit de Standaard RAW Bepalingen 2005. Doorboringen t.g.v. monstername dienen zorgvuldig waterdicht en goed hechtend te te worden hersteld.

4.4.3 *Betrouwbaarheid - Blaasvorming*

Blaasvorming in de asfaltverharding of tussen de asfaltverharding en het kunstwerk dient niet op te treden.

Indien de waterdichtende laag in de verharding ook dampdicht is, bestaat het gevaar van blaasvorming als er vocht onder de waterdichtende laag aanwezig is. Bij hoge temperaturen wil dit vocht verdampen waardoor blazen onder de waterdichtende laag kunnen ontstaan ('blistering'). Dit fenomeen is niet reversibel, dus bij afkoeling verdwijnen de blazen niet. Blaasvorming is vooral een aandachtspunt bij jong beton (dus nieuw aangelegde betonnen kunstwerken), omdat dit nog veel water kan bevatten. Ook oude beton kan echter (te) vochtig zijn, o.a. afhankelijk van het weer voorafgaand en tijdens het aanbrengen van de verharding.

Mogelijke oplossingen zijn:
- *Wachten met het aanbrengen van waterdichte lagen totdat het beton voldoende is gedroogd. Hierbij moet vanzelfsprekend de uitharding van het beton bij nieuw werk niet worden gehinderd door voortijdige uitdroging.*
- *Het toepassen van een (voldoende) waterdichte laag die damp-open is.*
  De standaard waterdichte asfaltlaag is hiervan een voorbeeld. Ook bitumineuze membranen van gespoten bitumenemulsie, ingestrooid met steenslag, zijn meestal niet dampdicht.
  Warm aangebachte bitumineuze membranen (op basis van niet-geëmulgeerde bitumen) zijn meestal wel dampdicht. Ook geprefabriceerde membranen zijn overwegend dampdicht.
- *Het realiseren van een afvoer voor de eventueel optredende dampspanningen.*

Het aanbrengen van een dampdrukverdelende laag onder de waterdichtende laag is alleen toegestaan als deze dampdrukverdelende laag geen negatieve invloed heeft op de verharding (o.a. hechting van lagen).

- *Het creëren van voldoende hechting met het kunstwerk om de dampspanningen te weerstaan.*
  In het buitenland wordt vaak een epoxy-impregnering van de buitenste centimeters van het beton toegepast. Deze laag is enerzijds dampdicht en is anderzijds dermate hecht met het beton verbonden dat deze er niet wordt afgedrukt door eventueel opgebouwde dampspanning.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp door toepassing van de standaardoplossing of door het doorlopen van een validatieproces onder auspiciën van DVS.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

4.5 Onderhoudbaarheid

4.5.1 Onderhoudbaarheid - Vervangbaarheid

De asfaltverharding op het kunstwerk dient met gangbare technieken te kunnen worden verwijderd en vervangen zonder schade aan het kunstwerk.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp door toepassing van de standaardoplossing of door het doorlopen van een validatieproces onder auspiciën van DVS. Opnemen van een verwijderingsplan in de ontwerpnota.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

Het op een zorgvuldige manier verwijderen van een bestaande asfaltverharding van een kunstwerk is vooralsnog een uitdaging. Met de gebruikelijke asfaltfreesmachines is het niet mogelijk gebleken om zonder schade aan het brugdek het asfalt volledig te verwijderen. Om schade aan het kunstwerk te voorkomen, moet met deze machines op betonnen kunstwerken niet verder gefreesd worden dan tot circa 20 mm boven het betonoppervlak. De veilige hoogte boven het betondek is echter afhankelijk van de beschikbare informatie over de asfaltlaagdikte en de vlakheid van het kunstwerk. Voor het verwijderen van het overgebleven asfalt, inclusief de kleeflaag, kunnen infrarood-verwarmers toegepast worden die het asfaltbeton zodanig verwarmen dat het vervolgens (voorzichtig!) van het beton kan worden afgeschraapt. Op betonnen kunstwerken kan ook het zogenaamde 'rippen' worden toegepast, waarbij met graafmachines met speciale hulpstukken de asfaltverharding van het kunstwerk wordt losgetrokken. Soms worden de laatste resten asfalt en kleeflaag verwijderd middels hoge druk (>800 bar) waterstralen. Deze methode heeft echter het risico van beschadiging van het beton.
Op stalen kunstwerken wordt het asfalt meestal verwijderd d.m.v. schrapen. Hierbij dient extra voorzichtig te worden omgegaan met geboute of geklinknagelde koppelplaten. In Japan is succesvol electromagnetische inductie toegepast om de interface asfalt/staal te verwarmen. Hierdoor kan het asfalt makkelijk, stofvrij en geluidsarm mechanisch verwijderd worden, ook bij klinknagels en koppelplaten [22]. Op stalen kunstwerken worden de laatste resten asfalt en kleeflaag meestal verwijderd door hoge druk (>800 bar) waterstralen.

Een vergelijkbare schade kan ontstaan tijdens het inzagen van het nieuwe asfalt langs de schampkant van een betonnen kunstwerk ter voorbereiding op het aanbrengen van een flexigoot. De diepte van de zaagsnede dient circa 15 mm minder te zijn dan de dikte van het asfalt om schade aan het kunstwerk te voorkomen.

Verder dient bij het ontwerp van de verharding rekening gehouden te worden met de mogelijkheid om delen van de verharding (bv. de deklaag) te vervangen zonder de functionaliteit (bv. de waterdichtheid) van de verharding aan te tasten. Dit betekent dat een oplossing met een waterdicht membraan direct onder een (ZOAB) deklaag risicovol is. Indien een deklaag wordt vervangen, dient de waterdichtheid van de onderliggende lagen bij voorkeur te worden aangetoond.

4.6 Externe raakvlakken

4.6.1 *Externe raakvlakeisen - Beperking gewicht verharding*

Het gewicht van de asfaltverharding op het kunstwerk dient niet meer te bedragen dan toelaatbaar is volgens de ontwerp berekening of herberekening van het kunstwerk. Hierbij moet rekening worden gehouden met dikteverschillen in de verharding die eventueel noodzakelijk zijn om onvlakheden in het kunstwerk uit te vlakken.
Indien de verharding bij gelijkblijvende verkeersbelasting wordt vervangen door een verharding van maximaal hetzelfde gewicht mag een herberekening in principe achterwege worden gelaten, maar dient dit te worden afgestemd met de beheerder van het kunstwerk.

Ontwerpverificatie: toetsing van gewicht verharding aan ontwerpgegevens kunstwerk, in het geval van nieuwbouw; bij vervanging van (delen van) de verharding toetsing van het gewicht van de nieuwe verharding aan dat van de oude verharding.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

Bij nieuwbouw volgt de waarde voor het maximaal toelaatbaar gewicht van de verharding uit het ontwerp van het kunstwerk.
Bij stalen kunstwerken is het aan te bevelen om kunstwerk en verharding in een geïntegreerd proces te ontwerpen.

Bij vervanging van de verharding op een bestaand kunstwerk volgt de waarde voor het maximaal toelaatbaar gewicht van de verharding uit een eventuele herberekening van het kunstwerk. Hierbij kan vaak de vuistregel worden gehanteerd dat de nieuwe verharding niet zwaarder mag zijn dan de bestaande. Dit zal echter moeten worden geverifieerd met gebruik van de geldende normen en richtlijnen. Door toename van verkeersbelastingen en wijziging van ontwerprichtlijnen (o.a. invoering Eurocodes) kan namelijk de maximaal toelaatbare gewichtsbelasting door de verharding zijn veranderd. Deze verificatie en eventuele herberekening is een verantwoordelijkheid van de beheerder van het kunstwerk.
Voor de toetsing of de nieuwe verharding niet zwaarder is dan de oude kan mogelijk worden volstaan met een toetsing of de bovenzijde van de nieuwe verharding niet

hoger komt te liggen dan de bovenzijde van de oude verharding, en of geen significant zwaardere materialen worden gebruikt (bv. dicht asfalt in plaats van zeer open, of met ongebruikelijk zware toeslagmaterialen).

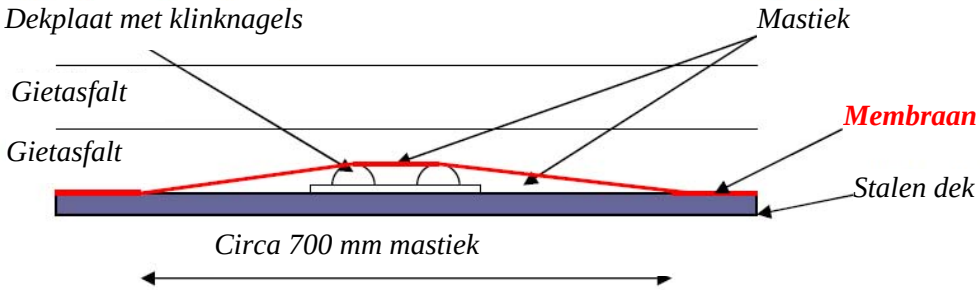
Soms komt het langsprofiel van het kunstwerk (onderzijde verharding) niet overeen met het gewenste langsprofiel van de bovenzijde van de verharding, en zouden dikke asfaltuitvullingen nodig zijn om het gewenste langsprofiel van de verharding te bereiken. Hierdoor kan een conflict ontstaan tussen de vlakheidseis en de gewichtseis aan de verharding. Ook wordt de kans op permanente vervorming (spoorvorming) in het asfalt vergroot door dikke asfaltlagen. Daarom wordt aanbevolen om bij ernstige onvlakheden van het kunstwerk het langsprofiel van de verharding daaraan aan te passen, waarbij een afweging moet worden gemaakt omtrent de nog te accepteren onvlakheid vanwege verkeersveiligheid en rijcomfort.

De gewichtsbeperking voor de verharding kan een belangrijk gegeven zijn voor de toepasbaarheid van bepaalde ontwerpoplossingen, of voor de haalbaarheid van andere eisen zoals geluidreductie. Zo kan het nodig zijn een membraan toe te passen als waterdichting, in plaats van een waterdichte asfaltlaag. Ook kan het nodig zijn om geluidreducerend asfalt, zoals (tweelaags) ZOAB, aan te leggen in geringere dikte dan gebruikelijk. Daarbij kan het nodig zijn de opleveringseisen aan te passen aan de ontwerpdikte. Als de standaardoplossing niet mogelijk is wegens gewichtsbeperkingen, betekent dit niet dat de verficatie-eisen voor niet-standaard oplossingen vervallen.

4.6.2 *Externe raakvlakeisen - Corrigeren onvlakheden kunstwerk*

De asfaltverharding op het kunstwerk dient de onvlakheden en hoogteafwijkingen (t.o.v. de ontwerphoogte) van het kunstwerk te kunnen corrigeren.
Bij stalen kunstwerken dienen dekplaten, moeren, klinknagels en andere abrupte onvlakheden te worden afgewerkt met mastiek conform NEN-EN 13108-6, tenzij in het contract anders is overeengekomen.

Nieuwe kunstwerken dienen in principe te voldoen aan de contracteisen voor vlakheid en hoogteligging, die idealiter zijn afgestemd op de gewenste laagdikte (en toelaatbare laagdiktevariaties), vlakheid en hoogteligging van de verharding. De praktijk is echter helaas soms anders. Prefab liggers worden ontworpen met een blijvende zeeg deels t.b.v. afwatering. In de praktijk blijkt de feitelijke zeeg bij lange liggers vaak veel groter te zijn dan in het ontwerp wordt aangenomen. Er dient rekening te worden gehouden met de feitelijke zeeg en het gewicht van de benodigde uitvullagen in het ontwerp van de liggers. Bij bestaande kunstwerken zijn onvlakheden een randvoorwaarde voor de verharding, waarvan echter helaas ten tijde van het verhardings(onderhoud)ontwerp vaak weinig bekend is.
Abrupte hoogteverschillen dienen apart te worden uitgevuld zodat een geleidelijke overgang wordt gecreëerd.
Voor asfalt op stalen kunstwerken moet rekening worden gehouden met hoogte-afwijkingen tot ±10 mm t.o.v. de ontwerphoogte van het kunstwerk. Eventuele opgelaste of geklonken reparatie- en koppelplaten geven echter vaak grotere afwijkingen, zie onderstaande figuur (informatief).



Voor asfalt op betonnen kunstwerken moet rekening worden gehouden met hoogte-afwijkingen tot ±20 mm t.o.v. de ontwerphoogte van het kunstwerk. Bij bestaande kunstwerken worden echter soms afwijkingen groter dan 100 mm aangetroffen. Op betonnen kunstwerken wordt veelal uitgevuld met een of meer lagen AC 11. Daarbij is een goede en homogene verdichting van wisselende laagdikten een aandachtspunt. Indien de uitvullaag voldoet aan de materiaalcriteria voor waterdichtheid kan deze meetellen bij de bepaling van de waterdichtheid van de verharding. Bij de productverificatie telt dan de minimaal gerealiseerde totale laagdikte.
Bij het ontwerp van de uitvullingen moet expliciet aandacht worden besteed aan de hoogteligging en afwatering van de waterdichtende laag in de verharding. Deze dient zodanig te zijn dat geen water op de waterdichtende laag kan blijven staan. Zie ook de opmerkingen in paragraaf 4.6.1 over de afstemming van deze vlakheidseis en de gewicht eis.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp.
Hierbij moet rekening gehouden worden met de werkelijke onvlakheden, indien deze bekend zijn. Anders dient te worden geanticipeerd op te verwachten onvlakheden.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

4.6.3 *Externe raakvlakeisen - Detectielussen en "verhardingsvreemde" elementen*

Eventuele detectielussen of andere "verhardingsvreemde" elementen (o.a. sensoren en kabels voor gladheidsmeldsysteem) dienen de eigenschappen van de asfaltverharding op het kunstwerk niet aan te tasten.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

Aandachtspunten zijn vooral de waterdichtende en waterafvoerende eigenschappen.

4.6.4 *Externe raakvlakeisen – Conditie onderliggend kunstwerk*

De bovenkant van het kunstwerk dient geschikt te zijn voor het aanbrengen van de asfaltverharding.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

Dit is een eis aan (het ontwerp van) de uitvoering van de verharding.
Voor nieuwe betonnen kunstwerken moet alle stof en losse lagen, en eventuele lagen van slechte kwaliteit, bijvoorbeeld als gevolg van slechte nabehandeling, verwijderd zijn en eventuele watervoerende scheuren moeten gerapareerd zijn.
Bestaande betonnen kunstwerken moeten vrij zijn van beschadigingen, zichtbare wapening en door chloride aangetaste beton.
Stalen kunstwerken moeten vrij zijn van roest, en beschadigingen moeten zijn gerepareerd.

4.6.5 *Externe raakvlakeisen – Aansluiting met voegovergangen*

De asfaltverharding op het kunstwerk dient zonder nadelige gevolgen voor verkeersveiligheid, rijcomfort, geluidsoverlast en afwatering aan te sluiten op de voegovergangen.

Ontwerpverificatie: vooraf aantonen geschiktheid ontwerp.

Productverificatie: toetsing overeenstemming tussen ontwerp en realisatie.

Omdat de voegovergang een discontinuiteit in de verharding vormt, is er een risico op verschillen in hoogteligging van de bovenzijde van de verharding en voegovergang. In NBD00400 en NBD00401 zijn eisen vastgelegd m.b.t. de hoogteverschillen en geluidsemissie.
Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat de voegbewegingen niet leiden tot extra spanningen op de verharding.

Indien de verharding wordt aangelegd na het aanbrengen van de voegovergangen, is het heel moeilijk om enkele decimeters naast de voegovergang de gewenste verdichting (en daarvan afhankelijke waterdichtheid) te realiseren. Dit omdat verdichtingsapparatuur niet tot direct tegen de voegovergang kan werken zonder gevaar voor beschadiging van de voegovergang. Dit geldt in extremo voor hoeken, waar vaak handwerk wordt toegepast. Daarom wordt aanbevolen om bij vooraf geplaatste voegovergangen niet te vertrouwen op een waterdichte asfaltlaag, maar aanvullende maatregelen te treffen, zoals een gespoten membraan over 1 m aan weerszijden van de voegovergang. Bij locale toepassing van een membraan voor de waterdichtheid gelden op die locaties de waterdichtheidseisen voor membranen, niet die voor waterdicht asfalt. Waterophoping in het asfalt op een waterdicht membraan dient te worden voorkomen i.v.m. het schaderisico bij vorst.

Indien de voegovergangen worden aangebracht nadat de verharding is aangelegd, dient bij de aanleg van de verharding te worden voorkomen dat de voeg wordt vervuild. Meestal dient ook over de inbouwbreedte van de voegovergang te worden voorkómen dat de verharding hecht aan het kunstwerk. Deze onthechting mag echter niet doorlopen naast de inbouwbreedte.

5 Ontwerp wegverhardingen op kunstwerken

5.1 Inleiding

Een algemeen geaccepteerde ontwerpmethode voor asfalt op kunstwerken, waarbij de materiaaleigenschappen nauwkeurig kunnen worden afgestemd op de constructie en de belastingen, of de constructie precies kan worden afgestemd op materiaaleigenschappen en belastingen, is niet beschikbaar.
Voor spoorvorming ontbreekt een gevalideerde relatie tussen enerzijds de materiaaleigenschappen en de verkeers- en klimaatbelasting, en anderzijds de optredende spoorvorming in de praktijk.
Ook voor vermoeiing nabij het wegoppervlak (scheurvorming) ontbreekt een dergelijke gevalideerde relatie, zeker bij de hoge rekniveaus op stalen kunstwerken.
Ook voor het schadebeeld rafeling ontbreekt een algemeen gevalideerd voorspellingsmodel, hoewel het Lifetime Optimisation Tool (LOT) van TU Delft en RWS-DVS kansen biedt [21].
Dit betekent dat voor de acceptatie van materialen en ontwerpoplossingen wordt uitgegaan van "gebleken geschiktheid onder vergelijkbare omstandigheden".

De normale asfaltmengsels, samengesteld volgens de Standaard RAW Bepalingen 2010, zijn vooral geschikt voor toepassing in asfaltconstructies op aardebaan. De ervaring heeft geleerd, dat deze mengsels ook op betonnen kunstwerken redelijk presteren, maar op kunstwerken met stalen rijdekken, vanwege de bijzondere belastingsituaties, in het algemeen minder geschikt zijn.

Voor het verbeteren van de asfalteigenschappen wordt regelmatig gebruik gemaakt van polymeergemodificeerd bitumen. Hier bestaat een veelheid van producten met uiteenlopende eigenschappen.

5.2 Op betonnen kunstwerken

5.2.1 Algemeen

Een asfaltconstructie op een betonnen rijdek kan worden opgebouwd zoals in onderstaande tabel aangegeven.

Tabel 1 Functies van de lagen van een bitumineuze verhardingsconstructie op betonnen rijdekken.

Laag	*Functie*
Deklaag	*Zorgdragen voor voldoende stroefheid* *Zorgdragen voor voldoende vlakheid* *Zorgdragen voor geluidsreductie (optioneel)* *Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid (optioneel)*
Kleeflaag	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de deklaag en de onderliggende lagen*
Tussenlaag (optioneel)	*Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid*
Kleeflaag (optioneel)	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de tussenlaag en de onderliggende lagen*
Onder- of profileerlaag of -lagen (optioneel)	*Uitvullen van oneffenheden van de betonnen rijvloer* *Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid*
Kleeflaag (optioneel, uitgevoerd als waterdicht membraan)	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onder- of profileerlaag en de ondergrond* *(Optioneel: bescherming van het kunstwerk)*

In de volgende subparagrafen wordt een korte samenvatting gegeven van enkele standaardoplossingen, waarvoor een beperkte verificatieplicht geldt. Een uitgebreidere omschrijving van deze oplossingen met bijbehorende randvoorwaarden en uitvoeringsinstructies wordt gegeven in bijlage B4.
Ook wordt verwezen naar bijlage B3 over waterdichtheid van de verharding.

Andere oplossingen dan genoemde standaardoplossingen zijn in principe acceptabel, maar voor de acceptatie van het ontwerp dient dan te worden aangetoond dat deze oplossing aan alle eisen voldoen.

5.2.2 *Standaardoplossing open deklaag op betonnen kunstwerken*

De standaard asfaltverharding met open deklaag op een betonnen rijvloer is als volgt opgebouwd:
- een deklaag, naar keuze:
  30-40 mm ZOAB (PA [9]) 11 [10], of
  50 mm ZOAB (PA) 16, of
  70 mm tweelaags ZOAB (PA);
- een kleeflaag;
- een (profileer)laag van AC 16 (50-70 mm), die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid volgens paragraaf 4.2.1.2.

[9] *De term ZOAB (Zeer Open Asfaltbeton) is sinds 2008 formeel alleen toepasselijk voor twee standaardmengsels, gespecificeerd in de Standaard RAW Bepalingen 20120 . Zeer open asfaltmengsels die hiervan afwijken vallen onder de benaming PA (Porous Asphalt). Dit geldt o.a. voor het door RWS vaak voorgeschreven "duurzaam ZOAB" met een minimum bitumengehalte Vmin 5,2% (bitumengehalte "in" het mengsel) en een afdruipremmer.*
[10] PA 11 is alleen een standaardoplossing bij betonnen bruggen waar vanwege gewichtsbeperking geen 50 mm ZOAB 16 kan worden toegepast. De keuze voor de laagdikte wordt bepaald door de gewichtsbeperking.

- (plaatselijke) uitvullingen met AC 11 bij onvlakheden >20 mm van de betonnen rijvloer, met een normale kleeflaag aan de bovenzijde
- een kleeflaag (0,6 kg/m^2 in twee werkgangen, afgestrooid)
- (strooksgewijze) afdichting van voegen, conform NEN 6723, indien van toepassing
- hydrofobeerlaag op het betondek (voorgeschreven bij nieuwe kunstwerken)

Voor een nadere specifatie en toelichting op deze standaardoplossing wordt verwezen naar Bijlage B4.

5.2.3 Standaardoplossing dichte deklaag op betonnen kunstwerken

De standaard asfaltverharding met dichte deklaag op een betonnen rijvloer is als volgt opgebouwd:
- een laag AC 16 surf (50-70 mm), die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid volgens paragraaf 4.2.1.2.
- (plaatselijke) uitvullingen met AC 11 bij onvlakheden >20 mm van de betonnen rijvloer, met een normale kleeflaag aan de bovenzijde
- een kleeflaag (0,6 kg/m^2 in twee werkgangen, afgestrooid)
- (strooksgewijze) afdichting van voegen, conform NEN 6723, indien van toepassing
- hydrofobeerlaag op het betondek (voorgeschreven bij nieuwe kunstwerken)

Voor een nadere specifatie en toelichting op deze standaardoplossing wordt verwezen naar Bijlage B4.

5.3 Op stalen kunstwerken

5.3.1 Algemeen

De principe opbouw van een asfaltconstructie op een stalen kunstwerk is in tabel 3 weergegeven. De dikte van het stalen dek is meestal 10 – 14 mm, voor kunstwerken gerealiseerd tot circa 2010. Na 2010 worden dikten van 16 - 18 mm gehanteerd voor vaste stalen bruggen.

Tabel 2 Functies van de lagen van een bitumineuze verhardingsconstructie op een stalen brugdek

Laag	*Functie*
Deklaag	*Zorgdragen voor voldoende stroefheid* *Zorgdragen voor voldoende vlakheid* *Zorgdragen voor geluidsreductie (optioneel)* *Dempen van de verkeersbelasting naar de rijvloerconstructie (trillingen)*
Kleeflaag (optioneel, ongebruikelijk)	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de deklaag en het membraan*
Bitumineus membraan (alleen onder ZOAB deklaag)	*Reduceren van spanningen en rekken in de deklaag* *Opnemen van effecten van eventuele verschillende thermische uitzettingscoëfficiënt van deklaag en tussenlaag* *Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan)*
Onder- of tussenlaag	*Bijdragen aan de bescherming van het kunstwerk* *Dempen van trillingen*
Kleeflaag(optioneel, ongebruikelijk)	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de tussenlaag en de ondergrond*
Bitumineus membraan	*Bescherming van het kunstwerk* *Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de tussenlaag en de ondergrond* *Reduceren van spanningen en rekken in de tussen- en deklaag* *Opnemen van effecten van eventuele verschillende thermische uitzettingscoëfficiënt van tussenlaag en stalen rijvloer*
Profileerlaag (meestal zeer lokaal)	*Uitvullen van oneffenheden van de stalen rijvloer, bv. t.g.v. koppelplaten, opgelaste reparatieplaten, bouten, klinknagels, e.d.*
Kleeflaag of hechtprimer	*Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onder- of profileerlaag en de ondergrond* *Bescherming van het kunstwerk*

Op stalen kunstwerken is de uitdaging om een verharding te realiseren die flexibel genoeg is om de vervormingen van het rijdek door het verkeer en de thermische vervormingen te kunnen volgen zonder scheurvorming of vermoeiingsschade, en tegelijkertijd stabiel genoeg is om geen permanente vervorming (spoorvorming) te vertonen.

Bij het ontwerp van asfaltverhardingen op stalen kunstwerken dient de ontwerper terdege rekening te houden met de optredende vervormingen in het stalen kunstwerk, zowel t.g.v. verkeersbelasting als t.g.v. bv. temperatuurwisselingen. De grootte van deze vervormingen dient de ontwerper zelf te bepalen.
Hiervoor is het wenselijk om de verharding en het brugdek gezamenlijk te modelleren om hun interactie mee te kunnen nemen bij het ontwerp. Hiervoor is echter geen gevalideerde algemeen geldige ontwerpmethodiek beschikbaar.
De verharding dient in staat te zijn om gedurende de levensduur deze vervormingen te volgen zonder onacceptabele schade.

Voor asfalt op staal zijn alle deskundigen het erover eens dat een goede hechting tussen alle lagen een absolute noodzaak is. Dit wordt onderbouwd door

praktijkobservaties, waarbij schade binnen enkele maanden optreedt als de hechting niet goed is.

Over de ontwerpfilosofie van asfalt op staal heerst verder echter geen overeenstemming volgens Huurman et al. [7][10], vnl. m.b.t. de functie van de hechtlagen (standaard uitgevoerd als membraan).
Sommigen wensen scheurtaaiheid van de membranen, en vertalen dat naar lage stijfheid en een "glijfunctie". Anderen (w.o. Huurman et al.) zien rafeling/vermoeiing van de ZOAB als maatgevende schade, en stellen dat een eventuele scheurtaaiheid van het membraan dus toch nooit wordt aangesproken. Dan is een hechtlaag/membraan met een hoge afschuifstijfheid juist gunstig, omdat dit de spanningen en rekken in alle overige lagen (zowel asfalt als staal) reduceert. Dit wordt echter in principe beperkt door de (vermoeiings)sterkte van de hechtlaag/membraan. Getallen hiervoor zijn echter nauwelijks bekend, behalve één type membraan dat door Medani [8] [9] is beproefd.

Wellicht zijn voor de "dichte" en de "open" variant ook verschillende (ontwerp)mechanismen van toepassing. Voor de "dichte" kan de "scheurstop"-functie van de hechtlaag/membraan mogelijk maatgevend zijn, terwijl voor de "open" het ZOAB maatgevend is en dus een hoge afschuifstijfheid van de hechtlaag/membraan gewenst is.

In de volgende subparagrafen wordt een korte samenvatting gegeven van enkele standaardoplossingen, waarvoor een beperkte verificatieplicht geldt. Een uitgebreidere omschrijving van deze oplossingen met bijbehorende randvoorwaarden en uitvoeringsinstructies wordt gegeven in bijlage B4

Andere oplossingen dan genoemde standaardoplossingen zijn in principe acceptabel, maar voor de acceptatie van het ontwerp dient dan te worden aangetoond dat deze oplossing aan alle eisen voldoet.

5.3.2 Standaardoplossing open deklaag op vaste stalen kunstwerken

De standaardasfaltverharding met een open deklaag op de stalen rijvloer van een vaste stalen brug is, van boven naar beneden:
- deklaag: ZOAB 11, polymeergemodificeerd (35 mm)
- membraan: Parafor Ponts of gelijkwaardig (5 mm)
- gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm)
- membraan: Parafor Mistral C of gelijkwaardig (4 mm)
- primer
- stalen rijvloer

Polymeergemodificeerd bitumen: Cariphalte DM-B of gelijkwaardig (zie B4.4.3.1).

De verwachte levensduur bij goede uitvoering onder goede omstandigheden is minimaal 5 jaar. Bij de eerste toepassing op de Van Brienenoordbrug is een levensduur van 8 jaar gehaald. Bij latere toepassingen op de Van Brienenoordbrug zijn kortere levensduren gehaald. Er zijn ook voorbeelden die aanzienlijk korter mee gingen, waarschijnlijk wegens onvoldoende hechting van het membraan onder de ZOAB deklaag.

5.3.3 Standaardoplossing dichte deklaag op vaste stalen kunstwerken

De standaardasfaltverharding met een dichte deklaag op de stalen rijvloer van een vaste stalen brug is, van boven naar beneden:

- deklaag:gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm)
- gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm)
- membraan: Parafor Mistral C of gelijkwaardig (4 mm)
- primer
- stalen rijvloer

Minimale totale laagdikte 50 mm (bij afwijkingen van bovengenoemde nominale maten)

De verwachte levensduur bij goede uitvoering onder goede omstandigheden is 7 tot 10 jaar.

6 Uitvoering

6.1 Risico's

Opgemerkt moet worden dat de uitvoering van asfaltverhardingen op kunstwerken kritischer is dan van asfaltverhardingen op aardebaan. Dit geldt vooral op stalen kunstwerken waar hechting tussen alle lagen van cruciaal belang is. Ook is voor alle discontinuïteiten en details extra zorg nodig. Dit betekent niet alleen dat de opdrachtnemer de uiterste zorg dient te betrachten bij de uitvoering, maar ook dat de randvoorwaarden voor de uitvoering zodanig moeten zijn dat de gewenste kwaliteit ook werkelijk haalbaar is.
Ten eerste moet worden gedacht aan de weersomstandigheden: vooral temperatuur, windsnelheid, luchtvochtigheid en eventuele neerslag (ook in de dagen voorafgaand aan de uitvoering). Hierbij dient te worden bedacht dat kunstwerken, zeker boven open water, vaak meer zijn blootgesteld aan weer en wind dan een verharding op het land. Hierdoor moet rekening worden gehouden met lagere temperaturen en hogere windsnelheden. Bescherming tegen weersinvloeden, bijvoorbeeld door een tent, kan noodzakelijk zijn.
Ten tweede dient de beschikbare uitvoeringstijd voldoende te zijn, rekening houdend met noodzakelijke wachttijden voor processen zoals "breken" van emulsies, uitharden, afkoelen, enzovoorts.
Ten derde is de verlichting een kritisch punt. Ondanks kunstverlichting zijn sommige zaken bij nacht niet goed te zien, bijvoorbeeld de dekking van zwarte producten op een zwarte ondergrond, zoals bij verschillende bitumineuze producten.
Ten vierde dient voldoende werkruimte beschikbaar te zijn.
Opdrachtgevers dienen met bovenstaande punten rekening te houden bij het bepalen van de randvoorwaarden voor een contract, indien zij voldoende kwaliteit wensen.

Bij de uitvoering van de asfaltverharding op kunstwerken dient geen schade te worden aangericht aan het kunstwerk, de voegovergangen, de afwatering, de waterafdichting en de omliggende verharding. De eerste vier genoemde items zijn veel kwetsbaarder dan bij asfalt op aardebaan. Het is niet toegestaan om asfalt op kunstwerken trillend te verdichten.

In bijlage B5 wordt een overzicht gegeven van de mogelijke risico's bij de uitvoering van asfaltverhardingen op kunstwerken. Hierbij dient al rekening gehouden te worden bij het ontwerp en vanzelfsprekend ook bij de uitvoering.

De belangrijkste technische risico's, waarmee rekening moet worden gehouden, zijn:
- Schade aan het kunstwerk, de voegovergangen, de afwatering, de waterafdichting en de omliggende verharding.
- Onvoldoende waterdichtheid, vooral bij aansluitingen en naden
- Onvoldoende hechting
- Blaasvorming

Verder wordt verwezen naar [23] voor een risico-analyse voor verhardingen op stalen kunstwerken. Deze omvat niet alleen uitvoering, maar ook ontwerp en

gebruik. Ook geeft deze een prioritering van de risico's en mogelijke beheersmaatregelen.

7 Referenties

[1] *Richtlijnen voor het Ontwerpen van Betonnen Kunstwerken (ROBK), versie 6, d.d. 06-02-2006, RWS-BD*

[2] *Zeer open asfaltbeton op cementbetonnen kunstwerken, 2e herz. druk, sept-1997, RWS-BD*

[3] *Leidraad voor de beoordeling van de waterdichtheid van asfaltverhardingen op kunstwerken (beton en staal), versie juli 2006, notitie IR-N-05.023, RWS-DWW, d.d. 11-7-2006*

[4] *Referentiedocument Verhardingsconstructies op kunstwerken, KuBOS-2004-041-TD, versie 3.1, september 2004, Bouwdienst Rijkswaterstaat - Hoofdafdeling PD*

[5] *Handleiding Ontwerp- en Herontwerpsysteem Asfaltverhardingen CARE – Gebruikershandleiding en Technische Handleiding, 26 april 2006, RWS-DVS*

[6] *Handleiding vloeistofdichte bitumineuze constructies, VBW-Asfalt, Zoetermeer, 2008*

[7] *Huurman, Voskuilen, Van Dijk en Molenaar; Het belang van hechtlagen in tweelaags asfalt constructies op orthotrope stalen brugdekken, CROW Infradagen 2008*

[8] *Medani et al.; A practical fatigue based design methodology for asphaltic mixes applied on orthotropic steel bridges, CROW Wegbouwkundige Werkdagen 2004*

[9] *T.O. Medani, Design principles of surfacings on orthotropic steel bridge decks, PhD Thesis, TU Delft, 2006*

[10] *Literature study into adhesive membranes for asphalt pavements on orthotropic steel deck bridges, M. Huurman & M.F.C. van de Ven, report 7-08-127-7, Delft University of Technology, section of Road and Railway Engineering, December 2008*

[11] *F. Tolman & J.M.M. Molenaar, Onderzoek naar de vloeistofdichtheid en waterdampdoorlatendheid van bitumineuze lagen voor cementbetonnen kunstwerken, rapport e048275, KOAC-NPC, 29 november 2004*

[12] *Preventing the blistering of bridge deck waterproofing, Nordic Road & Transport Research No 3-2000,*

[13] *Design manual for roads and bridges, Volume 2 Highway structures: design (sub substructures and special structures), Section 3 Materials and components, Part 4 BD47/99 Waterproofing and surfacing of concrete bridge decks, August 1999*

[14] *Design manual for roads and bridges, Volume 2 Highway structures: design (sub substructures and special structures), Section 3 Materials and components, Part 5 BA47/99 Waterproofing and surfacing of concrete bridge decks, August 1999*

[15] *J.M.M. Molenaar, Advies inzake de in 2006 aan te brengen asfaltverharding op de Van Brienenoordbrug - Functionaliteit en effectiviteit van bitumineuze membranen in de asfaltverharding op een orthotrope stalen brug, DWW 2006-004, via http://www.scribd.com/doc/45554668/*

[16] *J.Groenendijk, Accelerated testing and surface cracking in asphaltic concrete pavements, PhD Thesis, TU Delft, 1998*

[17] *M van Bree, Onderzoek van asfaltboorkernen op waterdoorlatendheid, rapport V9308020780, KOAC Vught, 16 november 1993*

[18] *D.A. van Vliet, G.T.M. Boersema, G. Engbers: Gietasfalt op stalen brugdekken, een zorg of een zegen, Wegbouwkundige Werkdagen 2000, deel 1, 469-488*

[19] *Hydrofoberen van beton : vervolgonderzoek 2000. R.B. Polder (TNO Bouw), J. de Vries (Bouwdienst Rijkswaterstaat, afdeling Bouwspeurwerk)*

[20] *ETAG 032, Expansion joints for road bridges, draft version 2011, EOTA, Brussel*

[21] *L.T. Mo, Damage development in the adhesive zone and mortar of porous asphalt concrete, PhD Thesis, TU Delft, 2010*

[22] *H.Y. Yoon, A. Gomi & H. Hokosawa; Noiseless in-place removing using induction heating system of asphalt layer bonded with steel deck bridge;11th int. conf. Asphalt Pavements, Nagoya, Japan, 2010*

[23] *M.R. de Rooij, Resultaten risicoanalyse t.b.v. duurzame verhardingen stalen bruggen, Infraquest-2012-008, 25 januari 2012*

B1 Bijlage B1 Definitie van verkeersbelastingen en belastingcombinaties

B1.1 Toelichting

De verharding op kunstwerken dient over de gehele breedte van de rijbaan bestand te zijn tegen de verkeersbelasting voor de zwaarst belaste rijstrook, zoals bepaald in deze bijlage. Deze verkeersbelasting is de invulling van Vermoeiingsbelastingmodel 5 (FLM5) uit NEN-EN 1991-2 en de nationale bijlage daarbij.
De verkeersbelasting grijpt aan op het oppervlak van de verharding.
Indien de verharding volgens het ontwerp van het kunstwerk niet geacht wordt bij te dragen aan de dragende werking van het kunstwerk, hoeft bij het ontwerp van de verharding niet te worden gerekend met andere belastingsmodellen (bv. LM1 of LM2) uit NEN-EN 1991-2 en de nationale bijlage daarbij. Dit is ook van toepassing op betonnen kunstwerken, wanneer de verharding geacht wordt een lastspreidende werking te hebben onder een hoek van 45°.
Indien bij het ontwerp van stalen kunstwerken rekening wordt gehouden met de composietwerking tussen verharding en kunstwerk, dienen verharding en kunstwerk samen te worden ontworpen op de volledige belastingen uit de Richtlijn Ontwerp Kunstwerken [ROK].

De verkeersbelasting in deze bijlage is gebaseerd op NEN-EN 1991-2, de nationale bijlage NEN-EN 1991-2/NB, en op het "Ontwerp Instrumentarium Asfaltverhardingen OIA" [OIA]. Deze verkeersbelasting wijkt echter in meer of mindere mate af van de genoemde bronnen. Bij verschillen tussen deze bijlage en (latere versies van) de genoemde bronnen is deze bijlage bindend.

Vanwege mogelijke rijstrookverplaatsingen moet de verharding over de gehele rijbaan, voorzover toegankelijk voor zwaar verkeer, overal even sterk zijn. Dit is bedoeld voor "lokale" (rijstrookbreed en circa 5 m lang) ontwerp/verificatie van de verharding. Het is niet de bedoeling om voor een berekening van het kunstwerk zelf het hele kunstwerk-oppervlak vol te zetten met de zwaarste belasting.
Indien voetpaden/fietspaden/ventwegen van de rijbaan worden gescheiden door vaste barriers e.d. kunnen aan de verharding hiervan desgewenst minder zware eisen worden gesteld in de vraagspecificatie, bv. via een lagere verkeersintensiteit of een minder zwaar aslastenspectrum.

Soms wordt de asfaltverharding gezien als niet meer dan een "slijtlaag" of "coating", die het kunstwerk beschermt en aan het verkeer een veilig en comfortabel rij-oppervlak biedt, maar zelf geen dragende functie vervult. De verkeersbelasting moet echter wel worden overgedragen naar het dragende kunstwerk en het asfalt vervult daarbij een zekere constructieve functie. Bij het ontwerp van betonnen kunstwerken wordt meestal gerekend met een zekere lastspreiding door de asfaltverharding. Bij stalen kunstwerken vervult het asfalt vaak een belangrijke rol in het dragen van de belasting in de brugvelden tussen de verstijvingsribben, en in het overdragen van de belasting uit de velden naar die verstijvingsribben. Deze wordt echter vaak verwaarloosd bij het ontwerp van zowel kunstwerk als asfalt, mede vanwege het ontbreken (per 2011) van een algemeen geaccepteerde methode om de interactie van staal en asfalt te ontwerpen.

Vanuit bovenstaande beschouwing van de asfaltverharding op een kunstwerk als een niet-constructieve slijtlaag, behoeft deze niet te worden ontworpen op de "bezwijk-grenstoestand" (Ultimate Limit State ULS, volgens NEN-EN 1990), maar slechts op de "gebruik-grenstoestand" (Serviceability Limit State SLS, volgens NEN-EN 1990). Hierom hoeft geen rekening gehouden te worden met aardbevingsbelastingen of ongevalsbelastingen.

In afwijking van NEN-EN 1991-2 wordt voor asfaltverhardingen op kunstwerken geen rekening gehouden met statische belastingen of met gelijkmatig verdeelde belastingen.
De gelijkmatig verdeelde belasting volgens NEN-EN 1991-2 is in de praktijk niet werkelijk aanwezig, maar is een schematisatie van de verkeersbelasting door niet-maatgevende voertuigen in combinatie met een maatgevend voertuig. Een dergelijke verdeelde belasting is niet maatgevend voor de verharding en zou zelfs een onterechte positieve invloed kunnen hebben.
Asfalt is slechts matig bestand tegen statische belastingen, vooral bij hoge contactspanningen en hoge temperaturen. Een algemeen geaccepteerde methode om de invloed van statische belastingen te bepalen als functie van de asfalt- en constructie-eigenschappen ontbreekt echter. De statische belastingen van Belastingsmodel 1 en 2 uit NEN-EN 1991-2 hebben echter geen hoge contactspanningen, en zijn daarom niet maatgevend. Bovendien worden echt statische belastingen geacht nauwelijks op te treden op wegen.

B1.2 Vermoeiingsbelasting

Tenzij anders aangegeven in de vraagspecificatie wordt de vermoeiingbelasting gevormd door het gelijktijdig optreden van de verticale belasting, zoals gedefinieerd in paragraaf B1.2.1, en horizontale krachten zoals gedefinieerd in B1.2.2 en B1.2.3.

Onder "vermoeiing" wordt hier elke vorm van geleidelijke schade-ontwikkeling als gevolg van herhaalde belastingen ontstaan. Dit betreft o.a. scheurinitiatie en scheurgroei, maar ook rafeling (steenverlies uit het asfalt) en permanente vervorming van het asfalt.

In de volgende paragrafen wordt de belasting telkens geacht uniform verdeeld te zijn over de aangegeven wielcontactvlakken. In de praktijk is dit niet waar, ten gevolge van o.a. de profielgroeven in de band, de buigstijfheid van het bandloopvlak (in zowel langs- als dwarsrichting), en de textuur en eventuele onvlakheid van het wegdek. Zo kunnen bij een tweevoudig overbeladen band in de randzones aan de buitenzijde van het loopvlak de verticale spanningen oplopen tot circa 3x de bandspanning. Ook kunnen bij een vrij rollend wiel (dus met netto geen of verwaarloosbare horizontale krachten) lokale horizontale schuifspanningen optreden tot circa 0,3x de bandspanning, zowel in langs- als in dwarsrichting. [16].
Bij de (per 2012) gangbare dimensioneringsmethoden voor asfaltverhardingen wordt met deze inhomogeniteiten in de lastverdeling geen rekening gehouden. Daarom worden deze ook in deze richtlijn verwaarloosd. Mogelijk wordt hiervoor in de toekomst een toeslagfactor geïntroduceerd.

B1.2.1 Verticale belasting

Tenzij anders aangegeven in de vraagspecificatie, dient voor de verticale component van de vermoeiingsbelasting te worden gerekend met een jaarlijks aantal aslasten volgens:

N_fat = V * W * A * Fr

waarin (met verstekwaarden):

V = aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting, hiervoor aan te houden 11760

W = aantal werkdagen per jaar, hiervoor aan te houden 270

A = aantal assen per vrachtwagen, hiervoor aan te houden 3,5

Fr = correctiefactor vooor het aantal rijstroken per rijrichting, hiervoor aan te houden 1,00 voor enkelbaanswegen en doelgroepstroken, 0,95 voor twee rijstroken, 0,90 voor drie rijstroken of meer.

Voor de dimensionering van asfaltverhardingen gaat de Componentspecificatie Bovenbouw er van uit dat per wegvak het aantal vrachtwagens per werkdag per rijrichting wordt gespecificeerd in een bijlage "Gegevens verkeersbelastingen" van de contractspecifieke Vraagspecificatie Eisen. De bovengenoemde waarde van 11760, en de andere aangegeven waarden (conform [SOA]), dienen als verstekwaarden bij afwezigheid van een dergelijke project-specificatie, resulterend in 10 miljoen aslasten per jaar voor de zwaarst belaste rijstrook bij drie of meer rijstroken. Voor kunstwerken is het gebruikelijk om uit te gaan van 10.000 vrachtwagens per werkdag op de zwaarst belaste strook, 250 werkdagen per jaar, en 4 assen per vrachtwagen. Dit komt ook uit op 10 miljoen aslasten per jaar voor de zwaarst belaste rijstrook

Tenzij anders aangegeven in de vraagspecificatie dient per 10.000.000 aslasten de verdeling over aslastklassen en bandtypen als verstekwaarde te worden gehanteerd conform tabel B1.1.

Deze belasting is de invulling van Vermoeiingsbelastingmodel 5 (FLM5) uit NEN-EN 1991-2 en de bijbehorende Nationale Bijlage. Overige Vermoeiingsbelastingsmodellen uit NEN-EN 1991-2 en de bijbehorende Nationale Bijlage hoeven voor asfalt op kunstwerken niet te worden beschouwd.

Tabel B1.1. Verstekwaarden van de verdeling van de verticale vermoeiingsbelastingen $Q_{fat,v}$ per 10.000.000 aslasten

		Enkellucht			**Dubbellucht**			**Breedband**			**Super breedband**		
		nom.bandlast (kN)		35	nom.bandlast (kN)		30	nom.bandlast (kN)		50	nom.bandlast (kN)		57.5
		druk bij nom.last (Mpa)		0.75	druk bij nom.last (Mpa)		0.8	druk bij nom.last (Mpa)		0.8	druk bij nom.last (Mpa)		0.95
		lengte bij nom.last (mm		233	lengte bij nom.last (mm		188	lengte bij nom.last (mm		208	lengte bij nom.last (mm		151
		h.o.h. afstand (mm)		n.v.t	h.o.h. afstand (mm)		315	h.o.h. afstand (mm)		n.v.t	h.o.h. afstand (mm)		n.v.t
		loopvlakbreedte (mm)		200	loopvlakbreedte (mm)		200	loopvlakbreedte (mm)		300	loopvlakbreedte (mm)		400
Aslast-klasse (kN)	Reken-waarde aslast (kN)	aantal	bandlast $Q_{fat,v}$ (kN)	loopvlak-lengte (mm)	aantal	bandlast $Q_{fat,v}$ (kN)	loopvlak-lengte (mm)	aantal	bandlast $Q_{fat,v}$ (kN)	loopvlak-lengte (mm)	aantal	bandlast $Q_{fat,v}$ (kN)	loopvlak-lengte (mm)
0 - 20	10	0	5	97	0	2.5	69	0	5	80	0	5	56
20 - 40	30	786240	15	146	766080	7.5	93	463680	15	111	0	15	76
40 - 60	50	1191840	25	191	1161280	12.5	116	702880	25	141	0	25	95
60 - 80	70	1016340	35	233	990280	17.5	138	599380	35	169	0	35	114
80 - 100	90	489060	45	271	476520	22.5	159	288420	45	195	0	45	131
100 - 120	110	253890	55	304	247380	27.5	179	149730	55	220	0	55	147
120 - 140	130	105690	65	334	102980	32.5	197	62330	65	243	0	65	162
140 - 160	150	39000	75	360	38000	37.5	215	23000	75	265	0	75	177
160 - 180	170	12090	85	382	11780	42.5	231	7130	85	284	0	85	190
180 - 200	190	4680	95	401	4560	47.5	247	2760	95	302	0	95	203
200 - 220	210	1170	105	415	1140	52.5	261	690	105	318	0	105	215
220 - 240	230	0	115	426	0	57.5	274	0	115	333	0	115	225

Het is toegestaan om voor de berekening van het asfalt de rechthoekige contactvlakken te schematiseren als cirkels met dezelfde oppervlakte.

Voor de vermoeiingsberekeningen van asfalt op kunstwerken mag dezelfde methodiek worden toegepast als voor asfalt op aardebanen, zoals beschreven in de Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen, in afwijking van bijlage B van NEN-EN 1991-2 en NEN-EN 1991-2/NB.

Bij gebruik van bovenstaande waarden hoeft geen rekening te worden gehouden met dynamische opslingering. Deze wordt geacht hierin te zijn opgenomen.

Deze belasting is gebaseerd op de volgende gegevens:
- *Het aslastspectrum "autosnelweg zwaar belast" volgens OIA, zie tabel B1.2*
- *Bandspectrum per aslastklasse volgens OIA: 39% Enkellucht, 38% Dubbellucht, 23% Breedband, 0% Super breedband, zie tabel B1.4*
- *Bandgegevens, inclusief last-afhankelijke loopvlaklengte volgens OIA, zie tabel B1.3*

Tabel B1.2. Aslastspectrum Autosnelweg zwaar belast [OIA]

Aslastklasse (kN)	*Rekenwaarde aslast (kN)*	*%*
0 - 20	*10*	*0,00%*
20 - 40	*30*	*20,16%*
40 - 60	*50*	*30,56%*
60 - 80	*70*	*26,06%*
80 - 100	*90*	*12,54%*
100 - 120	*110*	*6,51%*
120 - 140	*130*	*2,71%*
140 - 160	*150*	*1,00%*
160 - 180	*170*	*0,31%*
180 - 200	*190*	*0,12%*
200 - 220	*210*	*0,03%*
220 - 240	*230*	*0,00%*

Tabel B1.3 Bandtypen en contactvlakdata [OIA]

	Enkellucht EL	*Dubbellucht DL*	*Breedband BB*	*Super breedband SB*
aantal banden per as	*2*	*4*	*2*	*2*
hart-op-hart afstand (mm) per wiel	*n.v.t.*	*315*	*n.v.t.*	*n.v.t.*
loopvlakbreedte (mm)	*200*	*200*	*300*	*400*
nominale aslast (kN)	*70*	*120*	*100*	*115*
nominale bandbelasting (kN)	*35*	*30*	*50*	*57,5*
nom. contactspanning (MPa)	*0,75*	*0,8*	*0,8*	*0,95*
nom. contactoppervlak (mm^2)	*46667*	*37500*	*62500*	*60526*
nom. contactvlaklengte (mm)	*233*	*188*	*208*	*151*

De effectieve lengte van het contactoppervlak is variabel als functie van de aslastklasse volgens:

$$L_{eff} = L_{nom} \cdot \beta \qquad \textit{(B1.1)}$$

$$\beta = 1 + 0{,}59454 \cdot B_{eq} - 0{,}10182 \cdot B_{eq}^2 \qquad \textit{(B1.2)}$$

$$B_{eq} = \frac{F_{band}}{F_{nom}} - 1 \qquad \textit{(B1.3)}$$

waarbij L_{eff} = *effectieve lengte van het contactoppervlak (mm)*
L_{nom} = *nominale lengte van het contactoppervlak, d.wz. bij nominale belasting en nominale contactspanning, volgens tabel B1.1 (mm)*
β = *factor afhankelijk van equivalente belading* B_{eq} *(-)*
B_{eq} = *equivalente belading*
F_{band} = *werkelijke bandbelasting, afhankelijk van aslastklasse (kN)*
F_{nom} = *nominale bandbelasting volgens tabel B1.3(kN)*

Doordat deze variabele contactvlaklengte niet lineair verloopt met de wiellast, is ook de contactspanning niet constant, zoals blijkt uit tabel B1.4.

Tabel B1.4 Gemiddelde contactspanning per bandtype en aslastklasse

Aslast-klasse (kN)	Reken-waarde aslast (kN)	Gemiddelde contactspanning (MPa)			
		Enkel-lucht	Dubbel-lucht	Breed-band	Super breed-band
0 - 20	10	0,26	0,18	0,21	0,22
20 - 40	30	0,51	0,40	0,45	0,49
40 - 60	50	0,65	0,54	0,59	0,66
60 - 80	70	0,75	0,63	0,69	0,77
80 - 100	90	0,83	0,71	0,77	0,86
100 - 120	110	0,90	0,77	0,83	0,94
120 - 140	130	0,97	0,82	0,89	1,00
140 - 160	150	1,04	0,87	0,94	1,06
160 - 180	170	1,11	0,92	1,00	1,12
180 - 200	190	1,18	0,96	1,05	1,17
200 - 220	210	1,27	1,01	1,10	1,22
220 - 240	230	1,35	1,05	1,15	1,28

Het is bekend dat de verdeling tussen de verschillende bandtypen niet constant is over alle aslastklassen. Zo zijn de enkellucht banden voornamelijk vertegenwoordigd in de klassen rond 40 - 80 kN, en nauwelijks in de klassen boven 120 kN. Bij gebrek aan goede gegevens over de werkelijke bandtype-verdeling per aslastklasse is echter als verstekwaarde gekozen voor de verdeling van tabel B1.1

In de vraagspecificatie kan worden aangegeven dat met een ander aslastspectrum dan de verstekwaarde van tabel B1.2 dient te worden gerekend. Desgewenst kan

daarbij ook (per aslastklasse) een verdeling over de onderscheiden bandtypen worden aangegeven, afwijkend van de OIA-verdeling (39% Enkellucht, 38% Dubbellucht, 23% Breedband, 0% Super breedband).
Indien de vraagspecificatie een ander aslastspectrum en/of bandspectrum specificeert, is tabel B1.1 niet van toepassing en dient de verdeling van de aslasten over aslastklassen en bandtypen te worden gebaseerd op het gespecificeerde aslastspectrum en/of bandspectrum.
Het aslastspectrum kan bijvoorbeeld worden gekozen uit tabel B1.5. In die tabel zijn per aslastspectrum alle aslastklassen volgens eenzelfde verhouding verdeeld over de bandtypen. Desgewenst is het echter mogelijk om daarvan in de vraagspecificatie af te wijken.

Tabel B1.5 Aslastspectra en bandspectra [OIA]

Aslastspectrum

Klassecode		*V01*	*V02*	*V03*	*V04*	*V05*	*V06*	*V07*
Aslast-spectrum (kN)	*Reken-waarde aslast (kN)*	*Auto-snelweg zwaar*	*Auto-snelweg normaal*	*Provin-ciale weg*	*Platte-landsweg*	*Gemeente-weg normaal*	*Gemeente-weg licht*	*Bus-baan*
0 - 20	*10*							
20 - 40	*30*	*20,16%*	*14,84%*	*24,84%*	*49,38%*	*8,67%*	*8,67%*	*1,00%*
40 - 60	*50*	*30,56%*	*29,54%*	*32,45%*	*25,97%*	*40,71%*	*40,71%*	*25,00%*
60 - 80	*70*	*26,06%*	*30,22%*	*21,36%*	*13,66%*	*25,97%*	*25,97%*	*48,00%*
80 - 100	*90*	*12,54%*	*13,49%*	*11,12%*	*8,05%*	*13,66%*	*13,66%*	*25,00%*
100 - 120	*110*	*6,51%*	*7,91%*	*6,48%*	*2,18%*	*8,05%*	*8,05%*	*1,00%*
120 - 140	*130*	*2,71%*	*3,31%*	*2,70%*	*0,38%*	*2,18%*	*2,18%*	*0,00%*
140 - 160	*150*	*1,00%*	*0,59%*	*0,83%*	*0,38%*	*0,38%*	*0,38%*	*0,00%*
160 - 180	*170*	*0,31%*	*0,09%*	*0,19%*	*0,00%*	*0,38%*	*0,38%*	*0,00%*
180 - 220	*190*	*0,12%*	*0,00%*	*0,03%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*
200 - 220	*210*	*0,03%*	*0,01%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*
Open klasse		*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*	*0,00%*
TOTAAL		*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*
Aslast open klasse (kN)								
Maximum aslast (kN)		*210*	*210*	*190*	*150*	*170*	*170*	*110*
aantal assen per vrw		*3,5*	*3,5*	*3,5*	*3,5*	*3,5*	*3,5*	*2,5*

Bandspectrum

Klassecode		*V01*	*V02*	*V03*	*V04*	*V05*	*V06*	*V07*
Enkellucht EL		*39,00%*	*39,00%*	*39,00%*	*39,00%*	*39,00%*	*39,00%*	*50,00%*
Dubbellucht DL		*38,00%*	*38,00%*	*38,00%*	*38,00%*	*38,00%*	*38,00%*	*50,00%*
Breedband BB		*23,00%*	*23,00%*	*23,00%*	*23,00%*	*23,00%*	*23,00%*	*0,00%*
Gebruiker								
TOTAAL		*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*

In tabel 5-7 in paragraaf 5.8 van de ROK wordt een voertuigenspectrum gedefinieerd als vervanging van tabel NB.8 uit NEN-EN 1991-2/NB voor de toepassing van Vermoeiingsbelastingsmodel 4b ("standaard-" of "gelijkwaardige vrachtwagens"). Dit spectrum wordt hier echter niet gehanteerd.

Desgewenst kan in de vraagspecificatie worden aangegeven dat wel moet worden gerekend met Vermoeiingsbelastingsmodel 4. (FLM4) In dat geval moet worden gespecificeerd met welke verkeerscategorie (volgens Tabel NB.5-4.5(n) in NEN-EN 1991-2/NB, zie tabel B1.6), of met welke waarde voor Nobs (aantal FLM4-vrachtwagens per jaar op de zwaarst belaste rijstrook, desgewenst vrij te kiezen in afwijking van de waarden volgens Tabel NB.5-4.5(n) NEN-EN 1991-2/NB), dient te worden gerekend voor de vermoeiingsberekeningen. NB! Hierbij dient te worden bedacht dat Nobs niet het aantal werkelijke vrachtwagens aangeeft, maar het aantal van de "gelijkwaardige vrachtwagens" zoals gedefinieerd in Tabel NB.6-4.7 in NEN-EN 1991-2/NB)

Tabel B1.6 Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer [Tabel NB.5-4.5(n) uit NEN-EN 1991-2/NB]

Verkeerscategorie		*Nobs,a,ai per jaar en per 'slow lane'*
1	*Autosnelwegen (A-wegen) en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer*	*2,0 x 106*
2	*(Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)*	*0,5 x 106*
3	*Wegen met weinig vrachtverkeer*	*0,125 x 106*
4	*Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer*	*0,05 x 106*

De navolgende belastingsmodellen uit NEN-EN 1991-2 zijn niet relevant voor asfalt op kunstwerken.

- *Vermoeiingsbelastingsmodel 1, dat vergelijkbaar is aan Belastingsmodel 1 (BM1) met de aslast gelijk aan 0,7 keer de waarde uit BM1, en de uniforme belasting gelijk aan 0,3 keer de waarde uit BM1*
- *Vermoeiingsbelastingsmodel 2 met "frequent lorries" volgens T4.6 en T 4.8*

B1.2.2 Horizontale belasting, aandrijf- en andere krachten in de rijrichting

De longitudinale krachten voor de vermoeiingsbelasting worden geacht alleen te werken op de dubbellucht banden uit tabel B1.1. De grootte van de longitudinale kracht $Q_{fat,l}$, inclusief dynamische effecten, behorend bij elke verticale belasting $Q_{fat,v}$ op een dubbellucht band volgens tabel B1.1 bedraagt:

$$Q_{fat,l} = 0{,}2\ Q_{fat,v} \quad (kN) \qquad (B1.4)$$

De relatie 0,2 tussen de horizontale en de verticale belasting voor vermoeiing is afgeleid van FLM4.

De relatie tussen gelijktijdig optreden van horizontale en verticale vermoeiingsbelasting is gebaseerd op een analyse met de volgende uitgangspunten [20]:

1. Relatieve wind snelheid: 35 m/s
2. Langshelling circa 4%
3. Rollende wrijving in niet aangedreven assen: 1%
4. Eén aangedreven as per vrachtwagen, met dubbelluchtmontage.

B1.2.3 Horizontale belasting, centrifugale en andere krachten dwars op de rijrichting

Alle transversale krachten worden geacht haaks op de as van de rijbaan te werken. De grootte van de transversale kracht $Q_{fat,t}$, inclusief dynamische effecten, behorend bij elke verticale belasting $Q_{fat,v}$ volgens tabel B1.1, is gegeven in tabel B1.7.

Tabel B1.7 Transversale krachten $Q_{fat,t}$, behorend bij elke verticale belasting $Q_{fat,v}$ [NEN-EN 1991-2 + NB]

$Q_{fat,t} = 0{,}2\ Q_{fat,v}$ (kN)	als r < 200 m
$Q_{fat,t} = 40\ Q_{fat,v} / r$ (kN)	als 200 m ≤ r ≤ 1500 m
$Q_{fat,t} = 0$	als r > 1500 m

waarin:
$Q_{fat,v}$ = verticale belasting volgens tabel B1.1 (kN)
r = horizontale straal van het midden van de rijbaan (m)

B1.2.4 Horizontale belasting, algemeen

Het door RWS-DVS voorgeschreven rekenprogramma OIA is niet in staat met horizontale belastingen te rekenen. Voor het bepalen van de effecten van horizontale belastingen zal dus een andere methodiek moeten worden gehanteerd. Voor asfalt op betonnen kunstwerken kan worden volstaan met het toepassen van materialen met aantoonbaar gebleken geschiktheid, evenals voor de toepassing van standaardconstructies (zie bijlage B4) op stalen kunstwerken.

B2 Bijlage B2 Temperatuursinvloeden

Bij het ontwerp van asfaltverharding op kunstwerken dient rekening gehouden te worden met de temperatuursomstandigheden conform NEN-EN 1991-1-5 en de nationale bijlage hierbij. Voor Nederlandse omstandigheden volgen hieruit de volgende temperaturen.
De "Shade air temperature" voor het ontwerp van bruggen ligt tussen +30°C en -25°C. Het maximum voor een stalen brug dient verhoogd te worden met 16°C (dus tot +46°C) en het minimum verlaagd met -3°C (tot -28°C). Voor een betonnen brug dient het maximum verhoogd te worden met +2°C (tot +32°C) en het minimum verhoogd met +8°C (tot -17°C).

NEN-EN 1991-1-5+NB is eigenlijk bedoeld voor de dimensionering van het kunstwerk zelf, niet voor de daarop liggende verharding. Bij gebrek aan beter worden deze temperaturen ook van toepassing geacht voor de verharding.

Uit metingen van het gladheidsmeldsysteem op de Van Brienenoordbrug en de Galecopperbrug, tussen 27 december 2009 en 29 mei 2011, bleken de volgende waarden voor het verhardingsoppervlak:
Van Brienenoord: maximum 47,2 °C, minimum -8,8 °C
Galecopper: maximum 55 °C, minimum -2,2 °C
Op de Van Brienenoord zijn nog lagere waarden geregistreerd, tot circa -20 °C. Dit wordt echter toegeschreven aan een defecte sensor.

Het KNMI meldt de volgende records voor de luchttemperatuur in Nederland:
maximum luchttemperatuur 38,6°C te Warnsveld op 23 augustus 1944
minimum luchttemperatuur -27,4°C te Winterswijk op 27 januari 1942.

Als een aanbeveling voor rekenwaarden voor de temperaturen van asfaltverhardingen op kunstwerken, gebaseerd op bovenstaande gegevens en schattingen, worden de volgende waarden gegeven:
maximum luchttemperatuur 40 °C
minimum luchttemperatuur -25 °C
maximum temperatuur verhardingsoppervlak 60 °C
minimum temperatuur verhardingsoppervlak -25 °C
maximum dagelijks temperatuurverschil verhardingsoppervlak 30 °C
maximum temperatuurgradiënt tussen bovenzijde en onderzijde asfaltverharding: 30 °C (bovenzijde warmer)
maximum negatieve temperatuurgradiënt tussen bovenzijde en onderzijde asfaltverharding: -10 °C (bovenzijde kouder)

B3 Bijlage B3: Waterdichtheid

Deze bijlage bestaat uit twee delen:

1. een informatieve tekst over waterdichtheid in het algemeen, de drijvende krachten achter watertransport, de verschillende proeven, en de RWS keuze voor DIN18130-1 hs 8.2 i.p.v. andere proeven
2. de normatieve beschrijving van de aanpassingen aan DIN 18130-1 hs. 8.2

B3.1 Achtergrond en proefkeuze

B3.1.1 Algemeen

De verharding op een kunstwerk moet voldoende waterdicht zijn om het kunstwerk te beschermen tegen water en dooizouten, die anders aantasting van het kunstwerk zouden kunnen veroorzaken. Bij een stalen kunstwerk betreft dit het rijdek en de onderliggende draagconstructie. Bij een betonnen kunstwerk betreft dit vooral de wapening en eventuele voorspanning in de betonnen draagconstructie. Bij beide typen kunstwerk kunnen ook opleggingen of aansluitende ondersteuningsconstructies gevoelig zijn voor water en/of dooizouten.

Bij stalen kunstwerken wordt absolute waterdichtheid van de verharding noodzakelijk geacht. De verharding mag daarbij zelfs totaal dampdicht zijn, omdat er geen gevaar is voor water(damp)toevoer vanuit de constructie, die aanleiding zou kunnen geven tot blaasvorming.

Voor betonnen kunstwerken is echter niet altijd absolute waterdichtheid noodzakelijk voor een voldoende bescherming van het kunstwerk. Dit is zelf vaak al in enige mate bestand tegen water en dooizouten, afhankelijk van de betondekking op de wapening en van de gebruikte betonkwaliteit. Op basis van decennia ervaring is door RWS geconcludeerd dat een beperkte waterdoorlatendheid van de verharding acceptabel is. Hierbij moet echter wel altijd voorkómen worden dat zich ergens in de constructie water kan ophopen, vanwege het risico op vorstschade. De acceptatie van een beperkte waterdoorlatendheid geldt alleen voor lagen asfaltbeton als waterdichtende laag. Vanwege het hogere risico op beschadiging wordt voor waterdichtende membranen bij de ontwerpverificatie wel volledige waterdichtheid vereist.

Op betonnen kunstwerken is enige dampdoorlatendheid van de verharding gewenst, omdat er vrijwel altijd water in het beton aanwezig is, wat aanleiding kan geven tot blaasvorming. Dit geldt niet alleen voor nieuwe kunstwerken, waar vaak resten aanmaakwater van het beton aanwezig zijn. Ook oude betonnen kunstwerken kunnen water bevatten, als gevolg van lekkages in de oude verharding of voegovergangen, of door neerslag na het verwijderen van de oude waterdichting. Zelfs na langdurig droge perioden is geen zekerheid dat het kunstwerk geen restvocht bevat, dat aanleiding kan geven tot blaasvorming.
De Nederlandse ervaring is dat waterdichte asfaltlagen en membranen op basis van bitumenemulsie voldoende waterdampdoorlatend zijn, terwijl geplakte membranen

en membranen op basis van warmgespoten niet-geëmulgeerde bitumen meestal dampdicht zijn.
In het buitenland wordt vaak een epoxy-impregnering van de buitenste centimeters van het beton toegepast. Deze laag is enerzijds dampdicht en is anderzijds dermate hecht met het beton verbonden dat deze er niet wordt afgedrukt door eventueel opgebouwde dampspanning.

Met bovenstaande in het achterhoofd wordt verwezen naar de Handleiding vloeistofdichte constructies van VBW-Asfalt [6], die weliswaar niet volledig van toepassing is voor asfalt op kunstwerken, maar waarin veel nuttige informatie te lezen is.

B3.1.2 Principe-oplossingen: membraan vs waterdichte (giet)asfaltlaag

De waterdichting kan in principe op verschillende manieren worden gerealiseerd:
- *een asfaltlaag of gietasfaltlaag met een gering gehalte holle ruimte*
- *een geplakt prefab membraan van kunststof of gewapend bitumen*
- *een gespoten membraan van kunststof, warm bitumen of bitumenemulsie.*

Hierbij geldt dat een membraan, indien goed uitgevoerd (ook bij de naden en aansluitingen) absoluut vloeistofdicht kan zijn. Mede daarom is dit in het buitenland meestal de standaardoplossing. Membranen zijn echter zeer gevoelig voor schade tijdens de uitvoering, zowel bij de aanleg van het membraan zelf als bij de aanleg van de rest van de verharding.

Mede daarom wordt in Nederland de waterdichting op betonnen kunstwerken traditioneel uitgevoerd in een laag dicht asfaltbeton 0/16 van ten minste 50 mm met ten hoogste 5,0% holle ruimte (in het werk gerealiseerd, zonder verdere toleranties). Hiervan is bekend dat deze bij holle ruimte boven circa 3% niet absoluut waterdicht is, maar de doorlatendheid wordt acceptabel geacht. Een zwak punt van deze oplossing is echter de verdichting bij naden en aansluitingen, waardoor het halen van de holle ruimte eis daar vaak een uitdaging is. Indien het gewenste lage percentage holle ruimte wel wordt gerealiseerd, is er soms een verhoogd risico op spoorvorming.

B3.1.3 Drijvende krachten voor vloeistofindringing

Een vloeistofdichte verharding moet weerstand bieden aan de volgende drijvende krachten voor vloeistof transport:
- *zwaartekracht en statische drukhoogte*
- *externe druk, bv. wegens inpersen door vrachtwagenbanden*
- *capillaire zuiging, afhankelijk van de oppervlaktespanning van de vloeistof in relatie tot het verhardingsmateriaal*
- *osmose*
- *dampdiffusie*

Voor bodembeschermende vloeistofdichte voorzieningen op bv. bedrijventerreinen, met weinig en langzaam rijdend verkeer en met mogelijk langdurige belasting door agressieve vloeistoffen, wordt capillaire zuiging maatgevend geacht [6].

Voor asfalt op kunstwerken wordt externe druk t.g.v. passerende vrachtwagenbanden maatgevend geacht. Het betreft hier de drukpuls die ontstaat wanneer een verzadigde verharding wordt belast door een snel voorbij rijdende vrachtwagen. Over de precieze hoogte van die druk is weinig bekend, maar in het verleden is aangenomen dat die ongeveer gelijk is aan de bandspanning, die voor vrachtwagenbanden in de jaren 1960-1980 vaak circa 0,7 MPa (7 bar) bedroeg. Daarbij zijn enkele factoren bewust verwaarloosd, namelijk enerzijds de drukspreiding in de verharding en de drukvermindering door zijwaarts ontsnappend water, en anderzijds een eventuele drukverhoging door dynamische effecten. Bij de introductie van ZOAB is gesteld dat verzadiging van de verharding hierbij veel minder vaak voorkomt en dat de drukvermindering door zijwaarts ontsnappend water groter is. Daarom wordt soms voor dergelijke verhardingen een druk van 0,4 MPa (4 bar) maatgevend geacht. Het is vooralsnog niet nodig geacht om deze waarden aan te passen aan de gestage stijging van de bandspanning door de introductie van breedbanden en banden met kleinere diameters.

Zoals gesteld is de druk onder vrachtwagen wielen pulserend. Berekend kan worden dat de cumulatieve pulsduur over 10 jaar circa 30 uur bedraagt[11]. Aangenomen wordt echter dat 8 uur beproeving onder een statische waterdruk voldoende is om eventuele lekkage te bepalen en de bijbehorende doorlatendheid te bepalen.

B3.1.4 Normen en beschikbare proeven

Onderstaand staat een ruwe samenvatting van een beperkte inventarisatie naar bestaande proeven en voorschriften voor het bepalen van de waterdichtheid/doorlatendheid van asfalt en (bitumineuze) membranen. Naast een korte omschrijving van het proefprincipe worden enkele opmerkingen gewijd aan de toepasbaarheid.

asfaltlagen (> 40 mm)

- *DVS-methode op basis van DIN 18130-1 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Laborversuche, Abschnit 8 Untersuchung in der Triaxialzelle. {Versie 1989, niet de per 2011 vigerende versie uit 1998-05. Deze proef is oorspronkelijk bestemd voor k-waarde van bodemmonsters, en is aangepast door KOAC-NPC Vught. Een monster wordt aan boven- en onderzijde voorzien van een doorlatende stalen steunplaat en vervolgens omhuld met een latex membraan. Van buiten wordt met water een steundruk opgelegd tegen het latex membraan, 0,5 bar hoger dan de proefdruk. Vervolgens wordt het proefstuk telkens tenminste 8 uur blootgesteld aan een constante waterdruk, beginnend bij 1 bar. Als waterdoorslag optreedt wordt de doorstroomde hoeveelheid per tijdseenheid gewogen en daaruit de doorlatendheid ofwel k-waarde [m/s] bepaald. Als geen waterdoorslag optreedt, wordt na minstens 8 uur de volgende drukstap aangelegd. Meestal 1, 3, 5 en 7 bar, of 1, 3 en 4.} Deze proef is ook toepasbaar voor verhardingen met membraansystemen, mits deze voor de proef*

[11] Uit een snelheid van circa 30 m/s (108 km/u) en een bandcontactlengte van circa 30 cm volgt een lastpulstijd van circa 0,01 s. Bij circa 10.000 vrachtauto's / dag / rijrichting (autosnelweg in de Randstad) zijn dat circa 10^7 bandpassages per jaar, ruwweg 10^6 onder natte condities. De totale cumulatieve pulsduur per jaar bedraagt dus circa 10^4 seconden, ruwweg 3 uur.

worden opgebouwd op een poreuze betonnen tegel, die dan het kunstwerk simuleert. De betontegel moet dan zodanig poreus zijn dat deze de meting slechts verwaarloosbaar beïnvloedt.

- *ISO/DIS 7031:1983 Concrete hardened; determination of the depth of penetration of water under pressure {Deze DIS-versie ("commitee draft") is niet ISO 7031 geworden, maar (mogelijk gewijzigd) opgenomen in ISO1920-5:2004. Beproeving 48 uur bij 1 bar, daarna 24 uur bij 3 bar en 24 uur bij 7 bar} Probleem bij deze proef is dat het asfalt proefstuk door de hoge druk (zeker bij 7 bar) / grote krachten zodanig vervormt dat altijd lekkage optreedt, zelfs als het proefstuk zelf niet lekt. Overigens verwijst CUR52 naar versie 1979.*
- *CUR aanbeveling 44 Beoordeling van vloeistofdichte voorzieningen (2005) {Geeft algemene procedures, verwijst naar CUR 52 (asfalt) en CUR 63 (beton) voor waterdichting}*
- *CUR aanbeveling 52 (1998) Bepaling van de vloeistofdichtheid van bitumineuze materialen {Deze proef is gebaseerd op ISO/DIS 7031:1979, echter 72 uur bij 1 bar} Deze aanbeveling is in 2002 vervallen en vervangen door CUR aanbeveling 88.*
- *CUR aanbeveling 88 Absorptieproef ter bepaling van de vloeistofindringing in bitumineuze materialen (2002) {7 dagen onder 400 mm drukhoogte =0,04 bar. De aanbeveling laat de vloeistof vrij, maar Tolman [11] adviseert ethanol vanwege de afwijkende oppervlaktespanning zodat de capillaire zuiging versneld wordt t.o.v. water}*

geplakte membranen

- *NEN-EN 1928:2000 (methode A) Flexible sheets for waterproofing - Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing - Determination of watertightness {Deze test wordt voorgeschreven vanuit NEN-EN 14692 als een membraan "los" moet worden beproefd nadat erbovenop een niet-gehechte asfaltlaag is verdicht. Waterdruk tot max 0,6 bar, 24 h tegen gelijkmatig gesteund monster 150 mm diameter. Lekdetectie dmv verkleurende verf}*
- *NEN-EN 1928:2000 (methode B) Flexible sheets for waterproofing - Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing - Determination of watertightness {vrijgelaten waterdruk, 24 h tegen membraan op steunplaat rond 112 mm met 4 gaten 25x5 mm} Door de vrij grote gaten in de steunplaat onder het membraan is dit niet alleen een test op waterdichtheid, maar ook op het scheuroverspannend vermogen van het membraan. Daarmee is het een zeer zware test, waaraan volgens leveranciers ook diverse gewapende bitumineuze membranen niet kunnen voldoen. Testen van gespoten membranen is nauwelijks mogelijk, tenzij een goede methode gevonden kan worden om het gespoten membraan te lossen van de ondergrond, zonder de doorlatendheid te beïnvloeden. Verwacht wordt dat geen enkel gespoten (bitumineus) membraan (circa 2-3 mm dik = 2-3 kg/m2) aan deze test kan voldoen, ondanks goede praktijkprestaties.*
- *NEN-EN 14692:2005 (Annex A) Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Determination of the resistance to compaction of an asphalt layer {Annex A wordt in 14692 voorgeschreven als de waterdichtheid moet worden beproefd van een membraan met daarop gehecht asfalt (indien visueel perforaties zijn vastgesteld in het membraan. Het asfalt met membraan (diameter 150 mm, totaalhoogte 50 mm, eerst bij 100°C losgemaakt van ondersteunend beton) wordt aan de onderzijde (membraanzijde) ondersteund door een open grid en aan de zijkanten ingegoten in een stalen mal. Vervolgens wordt vanaf de bovenzijde waterdruk*

uitgeoefend: 24 uur 0 bar, 24 uur 1 bar, 24 uur 5 bar, 24 uur 7 bar, en 3 uur 10 bar. Na elke stap controle op water-doorslag}.

- *NEN-EN 14694:2005 Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Determination of resistance to dynamic water pressure after damage by pre-treatment {pulserende waterdruk 0-5 bar, 1000 keer, tegen membraan op steunplaat rond 112 mm met 4 gaten 25x5 mm, conform NEN-EN 1928 methode B. Eerst 4 "punctures" maken met puntbeitel, op de locaties van de sleufgaten} Zie de opmerkingen bij NEN-EN 1928 methode B.*
- *BD 47 B4.1(d) [13] {Voor membranen: 3 stuks 250x250 mm, waterdichtheid na 28 dagen onder 0,6 bar over 150 mm diameter},*

gespoten membranen

- *ETAG 033 for liquid applied bridge deck waterproofing kits {niet voor bitumineuze membranen} verwijst naar NEN-EN 14694:2005, maar zonder pretreatment, dus zonder impact perforation. De specimens moeten worden voorbereid conform ETAG 033-AnnexB (aangepaste EN 13375:2004). Zie de opmerkingen bij NEN-EN 14694 en NEN-EN 1928 methode B.*
- *NEN-EN 14692-Annex A (zie boven),*
- *DVS-proef o.b.v. DIN18130-1, op samengestelde boorkern (beton, membraan, asfalt), zie boven,*

B3.1.5 Keuze voor beproeving volgens DIN 18130-1, paragraaf 8.2

Op basis van bovenstaande inventarisatie zijn alleen NEN-EN 14692 en de DVS-proef o.b.v. DIN18130-1 geschikt voor het beproeven van zowel asfaltlagen als gespoten en geplakte membranen, onder de maatgevend geachte vloeistofdruk. Aansluiten bij de Europese normen voor membranen (EN 1928-B en 14694) is voor gespoten bitumineuze membranen helaas niet mogelijk geacht, wegens de zware eisen aan de scheuroverbruggende werking van het membraan die voor Nederlandse betonnen kunstwerken niet realistisch worden geacht. Ook wordt bewust niet aangesloten bij de beproevingsmethoden die gekozen zijn voor vloeistofdichte verhardingen, omdat het maatgevende waterindringingsmechanisme anders wordt geacht te zijn (pulserende waterdruk i.p.v. capillaire zuiging).

Vanwege de ervaringen en referentiewaarden uit het verleden heeft RWS besloten vast te houden aan de DVS-proef o.b.v. DIN18130-1, voor de beproeving van waterdichte asfaltlagen en gespoten bitumineuze membranen. Deze proef wordt daarom in deze bijlage nader beschreven.

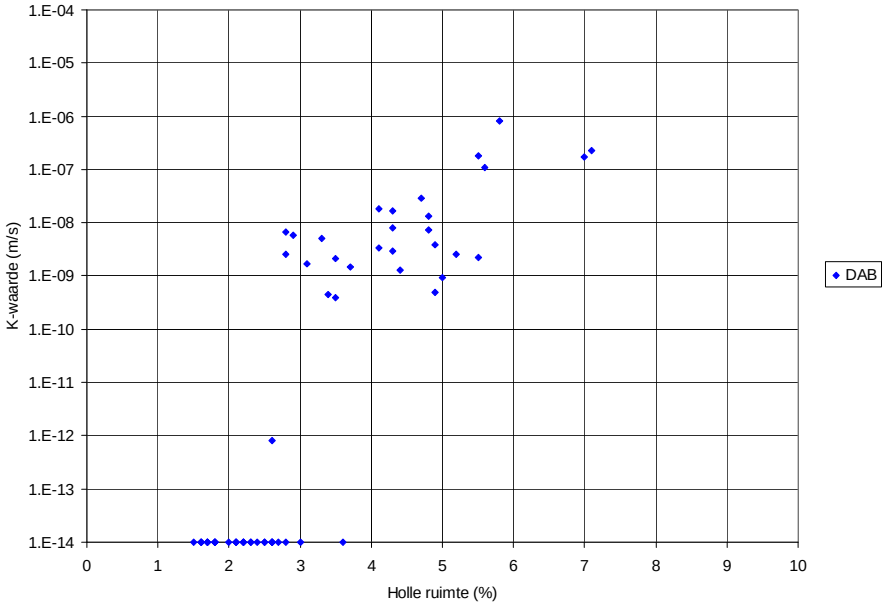
B3.1.6 Waterdichtheid van asfalt

Asfalt is een mengsel van mineraal aggregaat en een bitumineus bindmiddel. Asfaltbeton bevat altijd een (klein) percentage poriën. De hoeveelheid en grootte van de poriën is afhankelijk van de mengselsamenstelling en verwerking (verdichting). De mate waarin poriën voorkomen en met elkaar in verbinding staan is bepalend voor de doorlatendheid. Het al dan niet voorkomen van doorgaande poriën resulteert in grote verschillen in de doorlatendheid. Voor asfaltbeton geldt dat bij een holle ruimte van 3 % of lager er geen convectiestroming kan optreden. In de

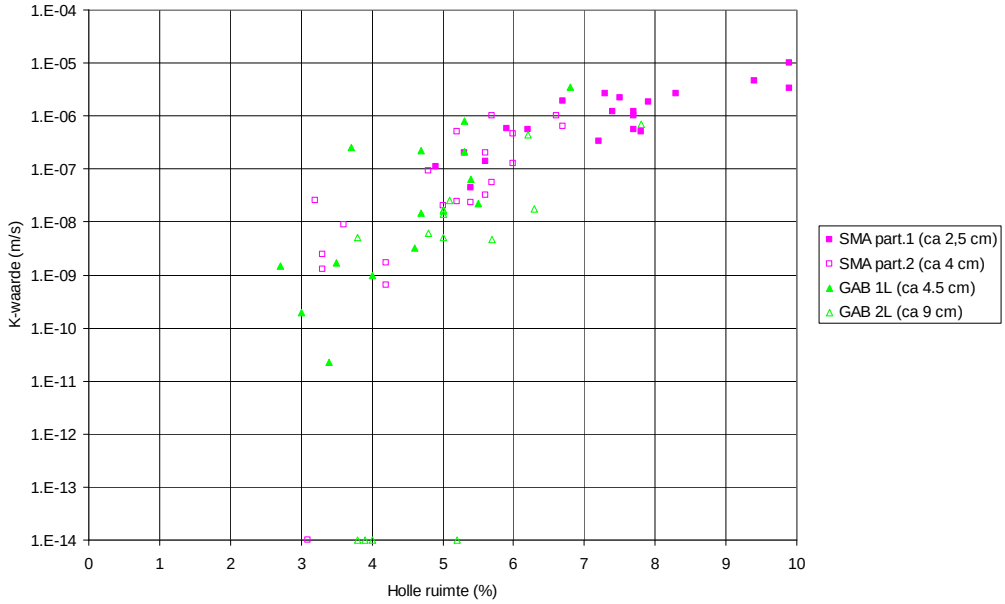
praktijk van bodembeschermende vloeistofdichte voorzieningen wordt meestal geen rekening gehouden met diffusie van bodembelastende stoffen door het asfalt omdat dit in de meeste gevallen niet of nauwelijks van invloed is op het functioneren van de vloeistofdichte voorziening. Het omslagpunt op basis van holle ruimte tussen dicht en niet dicht kan voor sommige mengsels hoger zijn dan 3 %. Zo is bij een aantal absorptieproeven op steenmastiekasfalt, ondanks hogere holle ruimte percentages, tijdens de test geen doorslag van de testvloeistof geconstateerd; kennelijk staan de poriën niet met elkaar in verbinding. Indien het ontwerp van een constructie hierop is gebaseerd dan dient dit door middel van onderzoek te worden bevestigd.

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde onderzocht in 1993 de waterdoorlatendheid van asfalt om meer inzicht te krijgen in de afdichting op kunstwerken [17]. Van asfaltproefstukken zijn de k-waarden gemeten. De k-waarde [m/s] is een materiaalconstante die theoretisch onafhankelijk is van de opgelegde druk en de dikte van het proefstuk (er wordt daarbij geen rekening gehouden met bijvoorbeeld kruip of aantasting waardoor de doorlatendheid kan worden beïnvloed). De k-waarde van asfalt is een theoretische waarde omdat er geen sprake is van laminaire stroming door de poriën van verschillende grootte. De k-waarde van bitumen ligt tussen 10^{-17} en 10^{-19} m/s. (Ter vergelijking: de k-waarde van klei ligt rond de 10^{-10} m/s.) Dat betekent dat bij een overdruk van 10 m water, na 100 jaar het water 0,00003 mm in bitumen doordringt. Dat houdt theoretisch in dat zelfs door een minuscuul laagje bitumen geen vloeistof kan doordringen. In de praktijk zijn er echter poriën en/of kan het bitumen door waterdruk worden weggeperst.

In onderstaande figuren staan de resultaten van het DWW-onderzoek weergegeven, als k-waarde versus holle ruimte (bepaald volgens Proef 69 van de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005, niet te verwarren of 1:1 te vergelijken met de bepaling volgens NEN-EN 12697-8, voorgeschreven sinds 2008). Bij geen lekverlies is de k-waarde theoretisch gezien 0 m/s. Daar dit echter niet op een logaritmische schaal is weer te geven is in dat geval de k-waarde fictief op $1{,}0 \cdot 10^{-14}$ vastgesteld. Dit geldt dus voor de meeste proefstukken met een holle ruimte beneden de 3 %. Er is duidelijk te zien dat er een omslagpunt is bij circa 3 %.



Figuur B3.1 k-waarde versus holle ruimte, DAB gebaseerd op [17]



Figuur B3.2 k-waarde versus holle ruimte, SMA en grindasfaltbeton GAB gebaseerd op [17]

In 2005 is onderzoek gerapporteerd naar de vloeistofdichtheid en waterdampdoorlatendheid van bitumineuze lagen voor cementgebonden kunstwerken [11]. Dit onderzoek had onder andere als doel om te beoordelen of een constructie met een bitumineus membraan en ZOAB voldoet naast de bij RWS gebruikelijke oplossing bestaande uit dicht asfaltbeton 0/16 met ontwerp holle ruimte van ten hoogste 4,0 %. Hieruit bleek weer dat dicht asfaltbeton met een

holle ruimte ≤ 4,0 % niet altijd vloeistofdicht is, zowel niet voor water als niet voor ethanol.

Uit alle onderzoeken blijkt een duidelijk verband met de holle ruimte van het proefstuk. Voor DAB geldt dat er een omslagpunt is bij een holle ruimte percentage van 3 %. Dit wordt ondersteund door buitenlandse literatuur en regelgeving waarin ook 3 % holle ruimte als kenmerkende waarde wordt genoemd. In de capillaire absorptieproef met ethanol scoren ook niet-deklaagmengsels als EME en AC base (STAB) met C-fix bindmiddel en BAM-VDA - een mengsel volgens het principe van Kjellbase - onder de 3 % holle ruimte goed. De tendens is dat niet-deklaagmengsels onder de 3 % holle ruimte goed presteren bij lage druk.

Voor asfaltmengsels, die de vloeistofdichtheid moeten waarborgen in een vloeistofdichte voorziening (ter voorkoming van milieubelasting van de bodem bij het hanteren van milieugevaarlijke vloeistoffen) wordt een in het werk behaalde holle ruimte percentage van 3 % daarom een verantwoord ontwerpcriterium gevonden [6]. Daarbij wordt geen uitvoeringstolerantie gehanteerd, omdat het verschil tussen 3 % en 4 % het verschil kan betekenen tussen dicht en lek. NB. Deze situatie is doorgaans niet van toepassing op brugdekken.
Voor betonnen brugdekken, waar RWS enige lekkage acceptabel acht, wordt wel een uitvoeringstolerantie gehanteerd, tot 1,0 procentpunt holle ruimte boven het holle ruimte percentage waarbij de voldoende waterdichtheid ($k \leq 10^{-8}$ m/s) is aangetoond. Voor het dicht asfaltbeton uit de Standaard RAW Bepalingen tot 2008 werd daarom een ontwerp holle ruimte van maximaal 4,0% geëist en maximaal 5,0% in het werk behaalde holle ruimte.

Combinatie(dek)lagen (ZOAB gevuld met cement-slurry) kunnen in het algemeen niet als een vloeistofdichte barrière worden beschouwd. Weliswaar kunnen proefstukken van een combinatiedeklaag mogelijk waterdicht zijn, of voldoen aan een eis van beperkte waterdoorlatendheid, maar in de praktijk treedt vaak scheurvorming op, of onvoldoende vulling van de ZOAB, waardoor de waterdichtheid verloren gaat.

B3.1.7 Waterdichtheid van membranen

In eerdergenoemd onderzoek [11], om o.a. te beoordelen of een constructie met een bitumineus membraan en ZOAB voldoet, werd over de membraanconstructie een aantal conclusies getrokken:
- *Het onderzochte bitumineus membraan (Safegrip) bleek een uitstekende afdichting tegen water te zijn, ook onder hoge druk;*
- *ZOAB direct aangebracht op dit type membraan bleek in dit onderzoek een niet volledig waterdichte constructie te zijn;*
- *Nader onderzoek naar de oorzaak is gewenst, omdat dit type membraan afgestrooid met scherp steenslag wel waterdicht blijkt te zijn.*

In ander onderzoek bleken vergelijkbare membranen (circa 2-3 kg/m^2 polymeergemodificeerd bitumen of bitumenemulsie) van andere leveranciers vrijwel altijd volledig waterdicht te zijn. Waterdichting werd niet bereikt met een enkele (0,3-0,4 kg/m^2) of dubbele (0,6-0,8 kg/m^2) kleeflaag. Ook met een dikkere kleeflaag (tot 2,0 kg/m^2) of een enkelvoudige gemodificeerde slijtlaag (1,6-2,0

kg/m^2) werd geen volledige waterdichtheid bereikt. De resultaten van een dubbele gemodificeerde slijtlaag (1,6 + 1,8 kg/m^2) waren vergelijkbaar met een SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer, in dit geval 2,5 kg/m^2 warmgespoten bitumen of 1,6 + 1,8 kg/m^2 emulsie, afgestrooid met steenslag).
Niet alleen de hoeveelheid bitumen, maar ook de eigenschappen lijken dus invloed te hebben op de waterdichtheid.

Zoals eerder gesteld, is op zowel oude als nieuwe betonnen kunstwerken enige dampdoorlatendheid van de verharding gewenst, omdat er water in het beton aanwezig kan zijn, wat aanleiding kan geven tot blaasvorming. De Nederlandse ervaring is dat membranen op basis van bitumenemulsie voldoende waterdampdoorlatend zijn, terwijl geplakte membranen en membranen op basis van warmgespoten niet-geëmulgeerde bitumen meestal dampdicht zijn. Die laatste oplossingen zijn op betonnen kunstwerken dan ook in principe ongewenst, maar worden soms noodgedwongen toegepast wegens de kortere uitvoeringsduur. De RWS-contractschrijver heeft hier dus de verantwoordelijkheid om voldoende uitvoeringstijd (circa 3-12 uur emulsie-breektijd per laag, afhankelijk van de weersomstandigheden) beschikbaar te stellen.

Overigens wordt voor werkinstructies voor het aanbrengen van membranen verwezen naar de bijlagen van [6].

B3.1.8 Uitwerking eisniveau

Op basis van het onderzoek uit 1993 [17] met de DVS-proef (o.b.v. DIN 18130-1) heeft RWS-DVS in 2007 de volgende indeling opgesteld, voor de waterdichtheid van asfaltlagen op betonnen kunstwerken.

k-waarde [m/s]	*categorie*	
10-8 - 10-12	*waterdicht*	*10-10 - 10-12 waterdicht* *10-8 - 10-10 vrijwel waterdicht (acceptabel)*
10-4 - 10-8	*matig doorlatend*	
10-0 - 10-4	*waterdoorlatend*	

Vanwege het grotere beschadigingsrisico van membranen is er in deze richtlijn voor gekozen om voor gespoten bitumineuze membranen absolute waterdichtheid (k=0) in de DVS-proef te eisen.

B3.1.9 Goede detaillering en afwatering

"Elke ketting is slechts zo sterk als de zwakste schakel" is een bekend spreekwoord. Zo ook geldt: "Elke verharding is zo waterdoorlatend als het slechtste detail", want de detaillering en uitvoering van de naden en aansluitingen is in de praktijk vrijwel altijd de bepalende factor. Hieraan dient dan ook de meeste zorg besteed te

worden. Hierbij speelt o.a. de verdichting van materialen nabij de aansluitingen, maar ook het loskrimpen van naden bij afkoeling.

De waterdichte laag moet bij voorkeur als één laag (in één gang) worden aangebracht. Het is toegestaan de waterdichte laag uit twee lagen op te bouwen (in twee gangen aan te brengen).

B3.1.10 Productverificatie

Enerzijds is het gewenst om na voltooiing van een werk te kunnen verifiëren of de gevraagde waterdichtheid ook werkelijk is gerealiseerd, anderzijds is het eigenlijk niet wenselijk om daartoe boorkernen te nemen, omdat daarmee verharding, waterdichting en mogelijk ook kunstwerk worden beschadigd.

Helaas is er momenteel geen niet-destructieve kwantitatieve productverificatie-methode beschikbaar voor de waterdichtheid van asfaltlagen. Enkele beschikbare methoden geven wel een uitsluitsel "lek" of "niet lek", maar geven geen uitsluitsel of de geaccepteerde doorlatendheid wel of niet wordt overschreden. Deze methoden zijn:

- *luchttest (overdruk circa 0,1-0,2 bar), NB vooraf slangen inbouwen. Drie geaccrediteerde aanbieders in NL.*
- *geo-electrische meting (potentiaal tussen brugdekwapening en oppervlak van natgespoten asfalt). Eén aanbieder in NL. Prijs orde-grootte 5000 EUR voor 1 brugdek.*

Voor verhardingen met waterdichte membranen komen deze testen mogelijk wel in aanmerking, omdat deze membranen meestal wel volledig waterdicht (horen te) zijn.

Ondanks de bezwaren van boorkernen, wordt daarom, indien productverificatie van waterdichte asfaltlagen op betonnen kunstwerken gewenst is, toch vastgehouden aan het nemen van boorkernen. Indien de holle ruimte niet meer dan 1,0% (zonder toleranties) meer bedraagt dan de holle ruimte in de aanvullende proef op de Type Test waarbij de doorlatendheid van het mengsel is vastgesteld, wordt geacht aan de waterdichtheid-eis te zijn voldaan, indien ook aan de laagdikte eis voor de waterdichte asfaltlaag is voldaan. Dit naar analogie van de eerdere voorschriften voor DAB, waarbij een ontwerp holle ruimte van maximaal 4,0% werd vereist en een gerealiseerde holle ruimte tot 5,0% werd geaccepteerd.
Bij hogere holle ruimte kan middels de proef o.b.v. DIN 18130-1 worden beproefd of desondanks aan de waterdichtheid-eis wordt voldaan.

Indien de waterdichte laag op betonnen kunstwerken is opgebouwd uit twee lagen dicht asfaltbeton (AC), moet bij toepassing van de waterdichtheidseis de holle ruimte worden bepaald van kernen uit deze laag met een hoogte van ten minste 48 mm en ten hoogste 52 mm. Indien bijvoorbeeld de waterdichte laag bestaat uit een profileerlaag van 20-50 mm AC 11 met daarop een laag van 40 mm AC 16, moet de waterdichtheid (of de holle ruimte als indicator daarvan) worden beproefd op een proefstuk van 50-52 mm hoogte, bestaand uit de gehele laag AC 16 (minus eventueel onvermijdelijk zaagverlies) met zoveel van de laag AC 11 als nodig is om de juiste proefstukhoogte te bereiken.

B3.2 Beschrijving van de doorlatendheidproef, gebaseerd op DIN 18130-1, versie nov 1989 (normatief)

B3.2.1 Doel en afbakening

Het doel is het vaststellen van het waterdichtend vermogen van een verharding bestaande uit een laag asfalt, met daaronder eventueel een kleeflaag of een waterdichtend membraan. Dit om te kunnen beoordelen of deze voldoende is om een onderliggend betonnen kunstwerk afdoende te beschermen tegen water en dooizouten.
Een en ander wordt voor het laboratoriumonderzoek op een lab-vervaardigde doorlatende 'betonnen' laag aangebracht. Indien de waterdichtheid van de verharding dient te worden ontleend aan een waterdichte asfaltlaag (en niet aan een membraan), wordt de doorlatende 'betonnen' laag echter achterwege gelaten.
De onderzoeksmethode is beschreven om te bewerkstelligen dat verschillende laboratoria de beproeving op dezelfde wijze uitvoeren en daardoor reproduceerbare resultaten krijgen.

De onderzoeksmethode is in principe bedoeld voor het beproeven van laboratorium-vervaardigde proefstukken, aangezien de verharding inclusief de eventuele kleeflaag of waterdichtend membraan wordt opgebouwd op de doorlatende 'betonnen' laag.

Beproeving van verhardingsmonsters uit gerealiseerd werk is alleen mogelijk, indien deze zonder schade aan de beoogde waterdichtende laag in het monster kunnen worden losgemaakt van het (in principe tamelijk ondoorlatende) beton van het kunstwerk, en daarna samen met de lab-vervaardigde doorlatende 'betonnen' onderlaag worden beproefd. Dit zal in principe mogelijk zijn, indien het waterdichtend vermogen van de verharding is gebaseerd op een waterdichtende asfaltlaag, of op een membraan in de verharding, niet direct op het beton van het kunstwerk. Indien de beoogd waterdichtende laag direct op het kunstwerk is aangebracht, wordt schadevrij losmaken van het kunstwerkbeton zeer lastig, aangezien de verharding een goede hechting met het kunstwerk moet hebben.

B3.2.2 Constructie

A. Onderlaag van beton

De onderlaag van 'beton' moet worden vervaardigd met de volgende of gelijkwaardige componenten:
- natuurlijk (rond) zand 0,1 mm tot 0,3 mm
- hoogovencement CEM III/B 42,5 N LH
- leidingwater

Aan 100% zand wordt 10% cement en 10% leidingwater toegevoegd.
Het zand wordt met het cement droog voorgemengd waarna het water geleidelijk wordt toegevoegd.
Het mengen wordt uitgevoerd met een dwangmenger.
Het aardvochtige mengsel wordt verdicht in een mal waarop later de constructie verder wordt opgebouwd. De plaat wordt vervolgens gedurende circa 1 week afgedekt met plastic om verdampen van vocht uit de plaat te voorkomen. De plaat kan op deze wijze goed uitharden. Vervolgens moet de plaat circa 2 weken bij circa

30 °C drogen. De plaat moet goed droog zijn zodat de aanhechting van de bitumineuze materialen wordt gegarandeerd.

De vervaardigde plaat wordt nominaal 600 * 400 * 60 mm^3 (b*l*h).
Deze plaat is voldoende groot om 6 cilinders met een nominale diameter van 100 mm te kunnen boren.
De waterdoorlatendheid van het beton dient te worden vastgesteld, gemeten bij 1 bar waterdruk, en circa 1 * 10^{-5} m/s te bedragen.
Het beton moet een minimale doorlatendheid hebben van een factor 100 hoger dan het asfalt. Het beton is dan nauwelijks van invloed op de waterdoorlatendheid van de te meten constructie.

B. Kleeflaag of membraan
De kleeflaag of het membraan wordt aangebracht op het 'beton', conform de voorschriften van de leverancier of conform de contracteisen.

Belangrijk is de verwerkingsomstandigheden van deze lagen goed in acht te nemen en er zorg voor te dragen dat het beton zeer goed droog is.

C. 'Asfalt'
Op het beton met kleeflaag/membraan wordt de toe te passen asfalt aangebracht.
De totale dikte van de lagen op het beton is nominaal 40 mm tot 60 mm.

Belangrijk is dat de constructie, bestaande uit het beton, eventuele kleeflaag/membraan en het asfalt, in de meetcel kan worden ingebouwd en niet te dik (hoog) is.

Het maken van het mengsel
De volgende stappen zijn te onderscheiden:

1. Drogen van de aggregaten.
2. Fractioneren van de aggregaten.
3. Afwegen van de aggregaten. Per fractie wordt de gewenste hoeveelheid afgewogen. Opgemerkt wordt dat de gewenste hoeveelheid niet uitgaat van een gemiddelde 100% verdichting, maar van een percentage daarvan, variërend tussen 97.5% en 98.5%. Dit omdat aan de randen van de platen altijd onderverdichting optreedt en oververdichting in het midden voorkomen moet worden. Dit percentage wordt vastgesteld op grond van vakmanschap van de laborant.
4. Afwegen gewenste hoeveelheid bindmiddel.
5. Verwarmen van de aggregaatfracties. De vulstof en het bindmiddel worden verwarmd in een oven, tot 5 à 10 °C boven de door de bindmiddelfabrikant voorgeschreven mengtemperatuur.
6. Het mengen van het asfalt geschiedt in charges van minimaal 1,5 maal de minimaal benodigde hoeveelheid. Het mengen dient te geschieden in een grote menger waarbij toegezien wordt op een goede menging (waar nodig wordt dwangmatig gemengd). In de menger worden eerst de mineralen (droog) gemengd gedurende een tiental seconden, waarna het bindmiddel wordt toegevoegd (afwijkend van RAW2010 proef 78, waar eerst het bitumen in de mengkom gedaan wordt).
7. De charges worden indien nodig op temperatuur gehouden in een oven.

Het maken van de platen

De volgende stappen zijn te onderscheiden:

1. De platen worden vervaardigd door walsen met een handwals, conform NEN-EN 12679-33. Ook een andere wijze van verdichten is toegestaan. Belangrijk is de gewenste dichtheid en homogeniteit.
2. De inhoud van de mallen, die vormvast dienen te zijn, dient zeer nauwkeurig bekend te zijn (via opmeten), zodat bij bekende streef- of referentiedichtheid en bij bekende mengselsamenstelling uitgerekend kan worden hoeveel massa specie in de mal gebracht moet worden.
3. De mal is voorzien van vier of vijf stalen strippen (ieder 3 mm dik). Het warme asfaltmengsel wordt handmatig ingebracht in de mal. De specie wordt met plamuurmessen verdeeld, waarbij de hoeken goed opgevuld worden, zonder dat daarbij oververdichting optreedt. Een te hoge verdichting aan de randen leidt immers tot onderverdichting in het midden van de plaat. Hierbij wordt van buiten naar binnen gewerkt: eerst wordt de specie aan de randen gelegd, daarna in het midden. De gehele hoeveelheid specie wordt ingebracht en handmatig met plamuurmessen gevlakt.
4. De specie wordt voorverdicht door een houten plaat erop te leggen, hierop een massa van ongeveer 80-90 kg te plaatsen en een schommelende beweging te maken.
5. Na deze voorverdichting wordt de wals (breder dan de asfaltplaat) ingezet, waarbij alle strips nog aanwezig zijn. De strips voorkomen een te grote walsweerstand. Nadat de wals enkele keren over de plaat is gehaald neemt deze weerstand af (de specie is tot op de gegeven hoogte verdicht). Er wordt een strip verwijderd en de wals wordt weer ingezet. Na enkele walsovergangen wordt er weer een strip verwijderd.
6. De wals moet worden nat gehouden met water met daarin een zeepoplossing, tegen aankleven.
7. De verdichte asfaltspecie in de mal af laten koelen aan de lucht.

Conditioneren van de platen

Na het vervaardigen en afkoelen van de platen aan de lucht worden de platen verder afgekoeld tot circa 5°C. Vervolgens worden de cilindervormige proefstukken geboord met een diameter van nominaal 100 mm. De minimaal benodigde diameter moet minimaal 4 maal de maximale korrelgrootte van het mineraal in het asfalt bedragen. Het beproeven wordt niet eerder gestart dan minimaal 1 week na het vervaardigen van het asfalt.

B3.2.3 Boren en zagen van proefstukken, en bepaling holle ruimte asfalt

Uit de plaat worden proefstukken geboord: 6 cilinders van nominaal 100 mm diameter

De cilinders en proefstukken worden door de gehele plaat (inclusief doorlatend beton) geboord.

Het boren, dat zeer zorgvuldig dient te worden uitgevoerd, dient met veel water te geschieden. Voorkomen dient te worden dat proefstuk wordt beschadigd.

Drie proefstukken worden gebruikt voor het bepalen van de waterdoorlatendheid, zie volgende hoofdstuk. Indien voor de waterdichtheid van de verharding wordt

uitgegaan van een waterdichte asfaltlaag van ten minste 50 mm, dient de overeenkomstige asfaltlaag van het proefstuk te worden afgezaagd tot een dikte van (50±2) mm, indien deze aanvankelijk dikker is. Indien de betreffende asfaltlaag van het proefstuk dunner is, mag deze wel worden beproefd. Indien dan aan de eis wordt voldaan, ondanks de geringere dikte, wordt de asfaltlaag geacht bij een dikte van 50 mm ook te voldoen. Indien echter bij een geringere proefstukdikte niet wordt voldaan aan de eisen, is beproeving bij de juiste dikte noodzakelijk.

De andere drie proefstukken worden gebruikt voor het bepalen van het gehalte aan holle ruimte van het asfalt, conform NEN-EN 12697-8, na het verwijderen van de doorlatende 'betonnen' onderlaag en eventuele kleeflaag of membraan.

B3.2.4 Onderzoek van waterdoorlatendheid

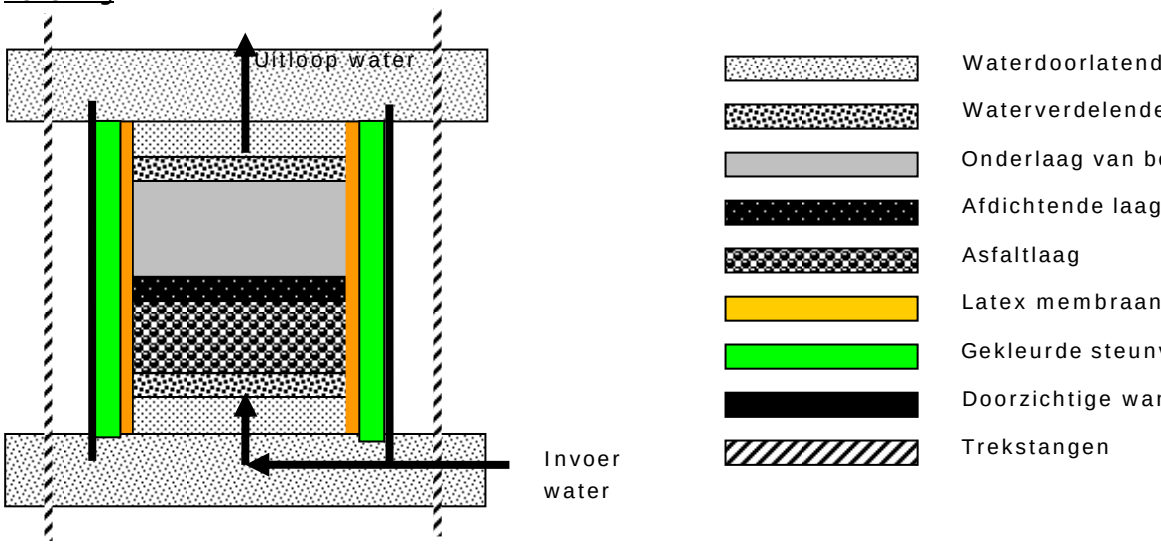
Proefstukvoorbereiding

De proefstukken voor de bepaling van de waterdoorlatendheid worden gedroogd aan de lucht.
Vervolgens wordt de buitenzijde van het proefstuk geharst.
Een 2-componenten hars wordt met een kwast aan de buitenzijde van de cilinder gesmeerd.
Doel van deze behandeling is het wegnemen van scherpe hoekjes en kantjes. Hiermee wordt voorkomen dat het membraan bij de bepaling van de waterdoorlatendheid wordt kapotgedrukt. Voorkomen moet worden dat de hars te ver in het proefstuk dringt waardoor de diameter van het te doorstromen oppervlak wordt verkleind.

Methode

De bepaling van de waterdoorlatendheid wordt uitgevoerd op basis van DIN 18130. Het betreft de methode met de triaxiaalcel beschreven in hoofdstuk 8.2 van DIN 18130 – Teil 1 d.d. november 1989.

Tekening



Principe

Op de uitvoering zoals beschreven in DIN 18130-1, paragraaf 8.2, wordt de navolgende toelichting/aanvulling gegeven.

Een besturingskast brengt ontlucht leidingwater op een druk van circa 10 bar. De druk van dit water wordt met reduceerventielen op de gewenste druk gebracht.

De proef wordt uitgevoerd bij (20±3) °C. Er wordt niet gecorrigeerd voor viscositeitsverschillen van het water, afhankelijk van de temperatuur.

De volgende stappen zijn te onderscheiden:
- Op de onderplaat van de waterdoorlatendheidscel wordt een waterverdelende glasplaat gebracht.
- Deze glasplaat moet evenals het beton een waterdoorlatendheid hebben van ten minste een factor 10^2 hoger dan de doorlatendheid van het asfalt.
- Op de waterverdelende glasplaat wordt het proefstuk (beton, eventuele kleeflaag/membraan en asfalt) gebracht.
- De doorstroming geschiedt van onder naar boven, vanwege de ontluchting van het proefstuk en de triaxiaalcel. Om aansluiting te verkrijgen met de praktijk wordt het proefstuk 'onderste boven' ingebouwd zodat de waterbelasting in de cel overeenkomt met de waterbelasting in de praktijk.
- Op het proefstuk wordt weer een waterverdelende glasplaat gebracht.
- Om het proefstuk en de onderplaat van de cel wordt een latex membraan geschoven.
- Op de waterverdelende glasplaat wordt de bovenplaat van de waterdoorlatendheidscel gebracht.
- Vervolgens wordt om het volledige proefstuk en de bovenplaat het latex membraan geschoven.
- Het membraan wordt met O-ringen vastgezet op de onder- en bovenplaat.
- De cel wordt gevuld met gekleurd water. Dit dient voor het detecteren van lekkages in de cel. Als het membraan, slangen op de aansluiting op de onder- of bovenplaat niet dicht zijn, wordt water van buiten naar binnen geperst, en wordt water met het kleurtje opgevangen.
- Om het systeem snel en volledig te verzadigen kan, voordat een steundruk wordt aangebracht, de waterdruk van de watertoevoer licht worden opgevoerd waardoor het membraan wordt opgeblazen en water tussen het proefstuk en membraan stroomt. Door de steundruk vervolgens op te voeren tot de gewenste waarde wordt het overtollige water uit de cel geperst.
- Aan de buitenzijde van het proefstuk wordt een steundruk aangebracht van circa 0,5 bar hoger dan de waterdruk voor het bepalen van de waterdoorlatendheid.
- Vervolgens wordt er een waterdruk op het proefstuk aangebracht voor het doorstromen.
- Gestart wordt met een doorstroom-waterdruk van 1,0 bar. Gedurende 8 uur wordt de waterdruk gehandhaafd. In deze periode van 8 uur worden metingen van de doorstroomde waterhoeveelheid verricht:
- De eerste 2 uur geen metingen.
- Een meting duurt minimaal 60 minuten of tot een opgevangen hoeveelheid water van minimaal 100 gram.
- De meting wordt minimaal 1 maal herhaald.
  - Indien het verschil tussen de 1e en 2e meting meer dan 10% bedraagt wordt een 3e meting uitgevoerd, anders mag de meting worden beëindigd.

- Indien de 3e meting meer dan 10% verschilt van de 2e meting maar minder dan 10% van het gemiddelde van de 3 metingen mag de meting worden beëindigd.
- Er wordt doorgegaan tot de laatste meting minder dan 10% verschilt van de voorlaatste meting of minder dan 10% van het gemiddelde van de laatste 3 metingen.

- Indien de doorstroomde waterhoeveelheid per uur meer bedraagt, dan overeenkomt met een k-waarde van 10^{-5} m/s, wordt de proef beëindigd. Anders wordt de steundruk verhoogd naar 3,5 bar en daarna de doorstroom-waterdruk naar 3,0 bar. De tijdsduur en criteria voor de metingen zijn gelijk aan de meting bij 1 bar.
- Indien de doorstroomde waterhoeveelheid in de vorige stappen minder is, dan overeenkomt met een k-waarde van 10^{-5} m/s, wordt bij een doorstroom-waterdruk van 5,0 bar en 7,0 bar (en bijbehorende steundrukken) gemeten met dezelfde criteria.
- Uit de tijd, de opgevangen hoeveelheid water, de waterdruk, de doorsnede proefstuk en de hoogte proefstuk wordt de waterdoorlatendheid ("k-waarde" in m/s) berekend, conform hoofdstuk 2 van DIN 18130-1. Hierbij wordt de proefstukhoogte gehanteerd exclusief de dikte van het doorlatende 'beton'.
- 's Nachts wordt er niet gemeten. De toe- en afvoeren van de cel worden gesloten waardoor de drukken in de cel blijven gehandhaafd, de druk van de watertoevoer en steundruk worden teruggebracht. Bij aanvang van de vervolgmetingen wordt allereerst de steundruk op het gewenste niveau gebracht, de toevoer van de steundruk naar de cel geopend, waarna hetzelfde wordt gedaan met de watertoevoer. Vervolgens kan de waterafvoer worden geopend. De metingen kunnen worden vervolgd.

B3.2.5 Berekening k-waarde

Conform DIN 18130-1 dient de k-waarde te worden berekend volgens:

$$k = \frac{Q/A}{h/l} = \frac{Q \cdot l}{h \cdot A} \qquad \text{(B3.1)}$$

met:
k = waterdoorlatendheid [m/s]
Q = doorstroomd volume per tijd [m^3/s]
A = oppervlak monster haaks op doorstroomrichting [m^2]
h = drukhoogteverschil [m waterkolom]
l = doorstroomde monsterlengte [m]

Indien ondersteunend poreus beton wordt toegepast, dient dit niet te worden meegerekend in de bepaling van de doorstroomde monsterlengte.

B4 Bijlage B4: Standaardoplossingen met beperkte verificatieplicht

B4.1 Gebruik van standaardoplossingen

In deze bijlage worden 'standaard' oplossingen aangereikt voor asfaltverhardingen op zowel nieuwe als bestaande kunstwerken van beton en staal. Met deze 'standaard' oplossingen is vele jaren ervaring opgedaan op de kunstwerken van Rijkswaterstaat. Deze behoeven dan ook geen verificatie van het ontwerp.
Wel dient binnen de contractbeheersing aandacht te worden besteed aan de volgende zaken:

- aantonen bekwaamheid / ervaring opdrachtnemer;
- juiste uitvoeringswijze;
- geleverde kwaliteit eindproduct (totale gerealiseerde verharding inclusief aansluitingen).

Deze bijlage gaat nadrukkelijk niet in op oplossingen waarvoor een uitgebreide verificatieplicht geldt.

B4.2 Inleiding

Bij de huidige asfaltverhardingen op kunstwerken springen de volgende aspecten in het oog:

- *voor bestaande kunstwerken kan de toenemende verkeersbelasting tot een beperking van het maximale gewicht van asfaltverhardingen leiden;*
- *voor bestaande en nieuwe kunstwerken leidt de toenemende verkeersbelasting tot de vraag naar asfaltverhardingen met een verhoogde weerstand tegen permanente vervorming (spoorvorming), en voor stalen kunstwerken een verhoogde weerstand tegen vermoeiing;*
- *voor bestaande en nieuwe kunstwerken leidt de toenemende verkeerbelasting en de strengere geluidsnormen tot de vraag naar geluidsreducerende asfalt deklagen;*
- *dunnere asfaltverhardingen, asfaltverhardingen met verhoogde weerstand tegen permanente vervorming en geluidsreducerende asfaltverhardingen bieden nieuwe uitdagingen voor de bescherming van het kunstwerk tegen water en dooizouten.*

Om tot een verantwoorde en duurzame toepassing van asfaltverhardingen op kunstwerken te komen worden door Rijkswaterstaat vraagspecificaties opgesteld. Deze stellen functionele eisen aan de eindsituatie. Van de opdrachtnemer wordt verwacht dat deze de eisen vertaalt in een adequate oplossing. Dit kan een 'standaard' oplossing zijn waarvoor een beperkte verificatieplicht geldt, maar ook een 'innovatieve' oplossing met uitgebreide verificatieplicht. De uiteindelijke keuze voor een bepaalde oplossing kan pas worden gemaakt na een integrale afweging tussen de technische en praktische mogelijkheden in de betreffende situatie.

B4.3 Asfaltconstructie op betonnen kunstwerk

B4.3.1 Bescherming tegen waterindringing

Bescherming van het beton tegen indringing van water met daarin opgeloste stoffen die schadelijk zijn voor beton en/of wapening (zoals chloriden uit dooizout) is van cruciaal belang. Betonnen kunstwerken worden in Nederland beschermd door voorschriften over de betonkwaliteit, hydrofobering, het aanbrengen van een eerste laag (waterdicht) asfaltbeton met een eis ten aanzien van de waterdoorlatendheid (k-waarde) of een waterdicht membraan.

Een hydrofoberende behandeling is een betrekkelijk goedkope manier om (extra) bescherming van het beton te creëren, het vochtgehalte in het beton te beperken en de indringing van chlorides te vertragen. Met hydrofoberen wordt bereikt dat het betonoppervlak waterafstotend wordt. Voor alle nieuwe kunstwerken is de hydrofoberende behandeling van het beton voorgeschreven. Voor details over en eisen gesteld aan hydrofoberen wordt verwezen naar RWS Richtlijn Hydrofoberen van beton. Bij het vervangen van de asfaltconstructie op een bestaand kunstwerk wordt standaard geen hydrofobeerbehandeling toegepast.
Volgens onderzoek van Rijkswaterstaat [19] heeft het hydrofoberen van beton geen effect op de hechtsterkte van een aangebrachte kleeflaag. Ook stelt dit onderzoek dat het hydrofoberen van beton met een reeds aanwezige kleeflaag geen effect heeft op de hechtsterkte van een daarna aangebrachte kleeflaag.
Er wordt echter ook beweerd dat een hydrofobeerlaag niet goed aan te brengen is op bestaand betonwerk met daarop voorkomende kleeflaag- en asfaltresten. Het hydrofobeermiddel zou het asfalt oplossen en verder, waar asfalt achterbleef, een verminderde hechting van de kleeflaag veroorzaken.
Op een gehyrofobeerd oppervlak kunnen zich volgens sommigen problemen met hechting voordoen. Doordat het beton waterafstotend is geworden zouden de gebruikelijke kleeflaagemulsies namelijk moeilijker hechten. Mogelijk kan dit afhangen van de soort hydrofobeermiddel, de bitumenemulsie, of de uitvoering (beschikbare tijd voor het breken en drogen van de emulsie in relatie tot temperatuur, luchtvochtigheid en windsnelheid).
Bovenstaande opmerkingen over geclaimde risico's van verminderde hechting op hydrofobeerlagen zijn slechts ter informatie om opdrachtnemers te attenderen op mogelijke risico's. Zij doen niets af aan de keuze van RWS om hydrofoberen van nieuw beton voor te schrijven, noch aan de verantwoordelijkheid van opdrachtnemer om een goede hechting op de hydrofobeerlaag te realiseren.

In het verleden zijn op betonnen kunstwerken hoofdzakelijk bitumineuze deklagen van dicht asfaltbeton aangebracht, waarbij het betonnen rijdek van een kleeflaag van bitumenemulsie werd voorzien. De praktijk heeft uitgewezen dat een dergelijke deklaag, mits van goede kwaliteit, voldoende waterdicht is om het onderliggende beton goed te beschermen tegen het indringen van dooizouten.

Uit onderzoek [17] is gebleken dat gietasfalt en dicht asfaltbeton voldoende waterdicht zijn om de onderliggende betonconstructie tegen dooizouten te beschermen, mits wordt voldaan aan de bijbehorende maximum eis voor de holle ruimte van 2,5%(V/V) voor gietasfalt en 4,0%(V/V) voor dicht asfaltbeton. Op basis van praktijkervaring wordt een minimum laagdikte van 25 mm voor gietasfalt en 50

mm voor dicht asfaltbeton geëist. De asfaltnaden en de aansluitingen tegen de schampkanten en de voegovergangen zijn zeer kritisch ten aanzien van de waterdichtheid, omdat het realiseren van goede verdichting van het asfalt op die plaatsen moeilijk is.

In de ons omringende landen is het gebruikelijk om een waterdichte laag in de vorm van een folie of een membraan tussen het asfaltbeton en het betonnen rijdek aan te brengen. Op basis van de ervaringen in Nederland wordt dit door Rijkswaterstaat niet noodzakelijk geacht, behoudens als in verband met de toegestane maximale belasting op het rijdek de dikte van het toe te passen asfaltbeton kleiner is dan 50 mm. In dat geval is het noodzakelijk een waterdichte laag toe te passen in de vorm van een membraan. Dit kan zijn een warm geplakt bitumineus membraan of een gespoten en afgestrooid membraan van al dan niet gemodificeerde bitumenemulsie of warme bitumen, of een gespoten op polymeer gebaseerd membraan. Er is weinig ervaring in Nederland met gespoten op polymeer gebaseerde membranen maar deze worden buiten Nederland vaak succesvol toegepast.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de voor- en nadelen van een waterdichte asfaltlaag of een membraan.

Oplossing	*Voordelen*	*Nadelen*
Asfaltlaag	*- Robuust, weinig gevoelig voor beschadigingen, beperkt gevoelig voor uitvoeringsomstandigheden.* *- In staat tot uitvullen van oneffenheden in kunstwerk.* *- Damp-open, weinig risico op blaasvorming.*	*- Meestal niet absoluut waterdicht, (maar zeer geringe doorlatendheid), vooral bij naden en aansluitingen.* *- Dik en zwaar.* *- Mogelijk gevoelig voor spoorvorming bij te lage holle ruimte-%*
Membraan	*- In principe absoluut waterdicht.* *- Dun en lichtgewicht.*	*- Kwetsbaar voor mechanische beschadigingen bij verwerken van asfalt, en is bij schade volledig waterdoorlatend* *- Gevoelig voor ongunstige uitvoeringsomstandigheden en verkeerde uitvoering* *- Risico op blaasvorming*

Alhoewel wordt erkend dat de realisatie van een waterdichte asfaltlaag dwingt tot nauwkeurig sturen tussen waterdoorlatendheid en spoorvormingsgevoeligheid), zijn de ervaringen van RWS met deze oplossing op betonnen kunstwerken overwegend positief. Uit ervaring is gebleken dat de zeer geringe doorlatendheid bij 3% < holle ruimte ≤ 5% voldoende bescherming biedt aan een betonnen kunstwerk, en de hoeveelheid spoorvorming op betonnen brugdekken in de praktijk beperkt is. Vanwege de grotere robuustheid is dit daarom nog steeds de standaardoplossing van RWS voor betonnen brugdekken.

NB. In artikel 10.6.3 van NEN 6723: 2009 "Voorschriften beton – Bruggen – Constructieve eisen en rekenmethoden" wordt voorgeschreven dat alle langs en dwarsvoegen in brugdekken afgedicht moeten worden met een waterdicht, voegoverbruggend, semi-elastisch materiaal. Deze eis betekent dat bijvoorbeeld alle

voegen in brugdekken van prefab betonnen kokerliggers altijd afgedicht moeten worden met een membraan.

B4.3.2 Asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk

De eisen gesteld aan geluidsreductie van wegen maken het vaak wenselijk om geluidsreducerende deklagen ook op kunstwerken toe te passen. Dit betreft ZOAB, tweelaags ZOAB en Dunne Geluidreducerende Deklagen (DGD). De belangrijkste aandachtspunten bij de toepassing van open deklagen op kunstwerken zijn de bescherming van het beton tegen de aantasting door uit dooizouten afkomstige chloride en het verzekeren van een goede afstroming van het water door en uit het ZOAB.

De standaard asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk heeft de volgende opbouw:

- een deklaag van 50 mm ZOAB (PA) 16. Indien een hoge geluidreductie is vereist kan eventueel 70 mm tweelaags ZOAB (PA) worden toegepast. Indien vanwege gewichtsbeperking geen 50 mm ZOAB (PA) 16 mogelijk is, kan 30-40 mm ZOAB (PA) 11 worden toegepast;
- een kleeflaag;
- een tussenlaag van 50-70mm (waterdicht) AC 16, die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid volgens paragraaf 4.2.1.2, dus met voorgeschreven k-waarde (zie paragraaf B4.3.7.1);
- afhankelijk van de onvlakheid van het betondek één of meer uitvullagen AC 11 of AC 16, elk met een normale kleeflaag aan de bovenzijde;
- een kleeflaag: een kationische bitumenemulsie type O, twee lagen van elk 0,3 kg/m^2, afgestrooid;
- (strooksgewijze) afdichting van voegen, conform NEN 6723, indien van toepassing;
- hydrofobering van het kunstwerk;
- langs de schampkanten voor de afvoer van hemelwater een flexigoot kantopsluiting (zie B4.3.7.3).

De term ZOAB (Zeer Open Asfaltbeton) is formeel alleen toepasselijk voor twee standaardmengsels, gespecificeerd in de Standaard RAW Bepalingen 2010. Zeer open asfaltmengsels die hiervan afwijken vallen onder de benaming PA (Porous Asphalt). Dit geldt o.a. voor het door RWS vaak voorgeschreven "duurzaam ZOAB" met een minimum bitumengehalte Vmin 5,2% (bitumengehalte "in" het mengsel) en een afdruipremmer, evenals voor tweelaags ZOAB en polymeergemodificeerd ZOAB.

De term AC (Asphalt Concrete) wordt in principe gevolgd door de toevoeging "surf" voor deklagen, "bind" voor tussenlagen en "base" voor onderlagen. In de bovenbeschreven oplossing is de waterdichte laag AC 16 een tussenlaag en moet dus AC 16 bind heten. Dit materiaal moet in de type test voor CE-markering worden beproefd conform de regelgeving voor tussenlagen. De AC 11 of AC 16 uitvullagen zijn formeel "base" en moeten ook als zodanig beproefd worden. Qua gewenste eigenschappen zijn voor de AC 11 echter de vervormingsweerstand en watergevoeligheid van een "bind" gewenst, en is de vermoeiingsweerstand van een "base" minder relevant.

In de standaardoplossing zijn zowel AC 16 als AC 11 echter gebaseerd op DAB (dicht asfalt beton), conform de Standaard RAW Bepalingen 2005. Sinds de Wijziging 2008 van de Standaard RAW Bepalingen is de term DAB niet meer gespecificeerd, en wordt dit mengsel meestal als AC "surf" CE-gemarkeerd, en daartoe beproefd conform de regelgeving voor deklagen. Voor toepassing in een tussenlaag of onderlaag is echter een CE-markering als "bind" of "base" nodig. Deze markering kan worden verkregen op basis van de voor AC gebruikelijke functionele proeven.Voor het verschil tussen de Type Test voor surf en bind/base wordt verwezen naar de Standaard RAW Bepalingen 2010. Dit betreft voornamelijk de condities van de triaxiaalproef.
Voor eisen aan de functionele eigenschappen van de AC lagen, afhankelijk van de vrachtwagen-intensiteit, wordt verwezen naar de SOA.
Het is de taak van de ontwerper om duidelijk te maken dat voor de waterdichte laag niet elke willekeurige AC bind of AC base kan worden toegepast, maar dat aan deze laag speciale eisen worden gesteld qua waterdichtheid, zie hieronder.
Voor de DAB tot 2008 werd gebruikelijk een eis gesteld aan de holle ruimte als pragmatische benadering van de waterdichtheidseis. Vereist werd een ontwerp holle ruimte van maximaal 4,0% en een holle ruimte na aanleg van maximaal 5,0% inclusief proeftolerantie en zonder extra toleranties nabij naden. Hierbij werd de holle ruimte bepaald volgens proef 69 van de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005 (overeenkomend met Proef 84 van de Standaard RAW Bepalingen 2010). Wegens het vervallen in 2008 van de vaste recepturen voor AC, en de gelijktijdige wijziging in de bepalingsmethode van de holle ruimte, is die eis echter niet meer valide. Daarom is in paragraaf 4.2.1.2 geëist dat de waterdichtheid van toe te passen AC mengsels wordt vastgesteld, aanvullend op de Type Testing. Ook wordt in die paragraaf de tolerantie van de gerealiseerde holle ruimte t.o.v. de ontwerpwaarde gespecificeerd.

Afhankelijk van de mate van (on)vlakheid van het betonnen rijdek moet het AC in meerdere lagen worden aangebracht. De volgende situaties kunnen hierbij worden onderscheiden (zie figuren 1 t/m 4):
1. laagdikte dicht asfalt variërend tussen de 50 en 70 mm (figuur 1);
2. laagdikte dicht asfalt variërend tussen de 50 en 120 mm (figuur 2);
3. laagdikte dicht asfalt variërend tussen de 50 en 170 mm (figuur 3);
4. laagdikte dicht asfalt ten minste 90 mm en plaatselijk groter dan 140 mm (figuur 4).

In de laatste situatie vindt de opbouw in principe conform 3 plaats, waarbij echter de (niet noodzakelijk waterdichte) laag AC bind voldoende stabiel moet zijn om de spoorvorming te beperken. Deze oplossing is uitsluitend bedoeld voor toepassing in extreme situaties. Dergelijke afwijkingen in de afwerking van de betonnen constructie zijn in principe niet aanvaardbaar en dienen te worden voorkomen.

Zowel bij het ontwerp als bij de uitvoering moet ernaar worden gestreefd de variatie in de dikte van de bovenste laag asfalt en de uitvullaag te beperken. De vlakheid van de waterdichte asfaltlaag is essentieel voor een goede afvoer van het water uit de ZOAB laag.

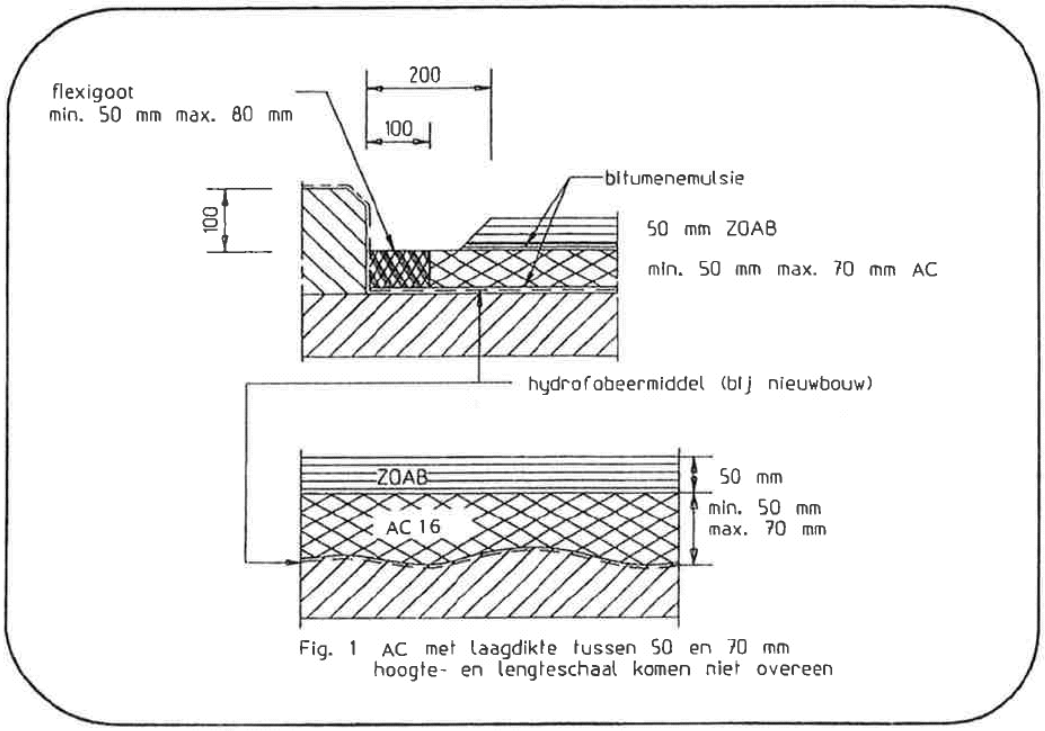


Fig. 1 AC met laagdikte tussen 50 en 70 mm
hoogte- en lengteschaal komen niet overeen

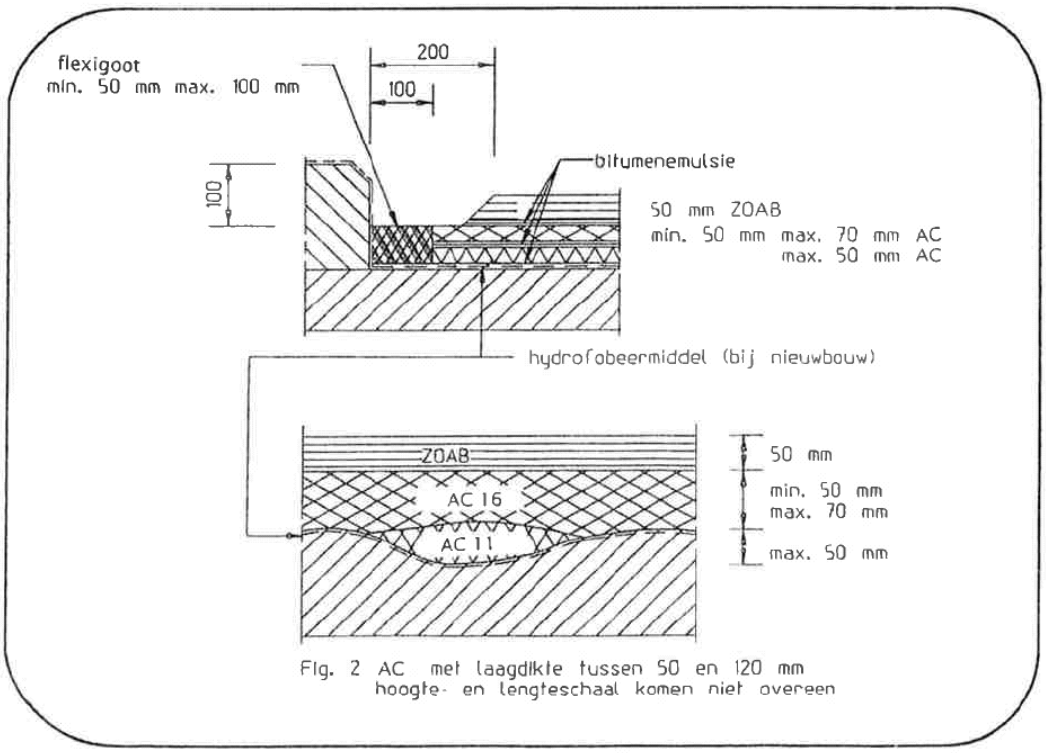


Fig. 2 AC met laagdikte tussen 50 en 120 mm
hoogte- en lengteschaal komen niet overeen

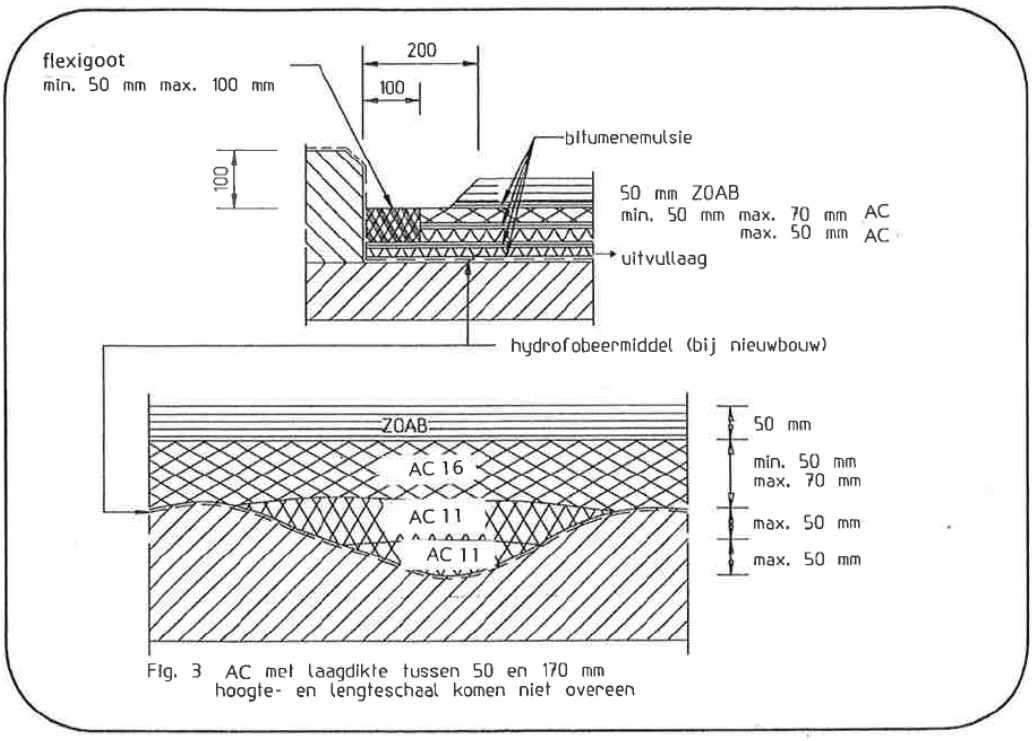


Fig. 3 AC met laagdikte tussen 50 en 170 mm
hoogte- en lengteschaal komen niet overeen

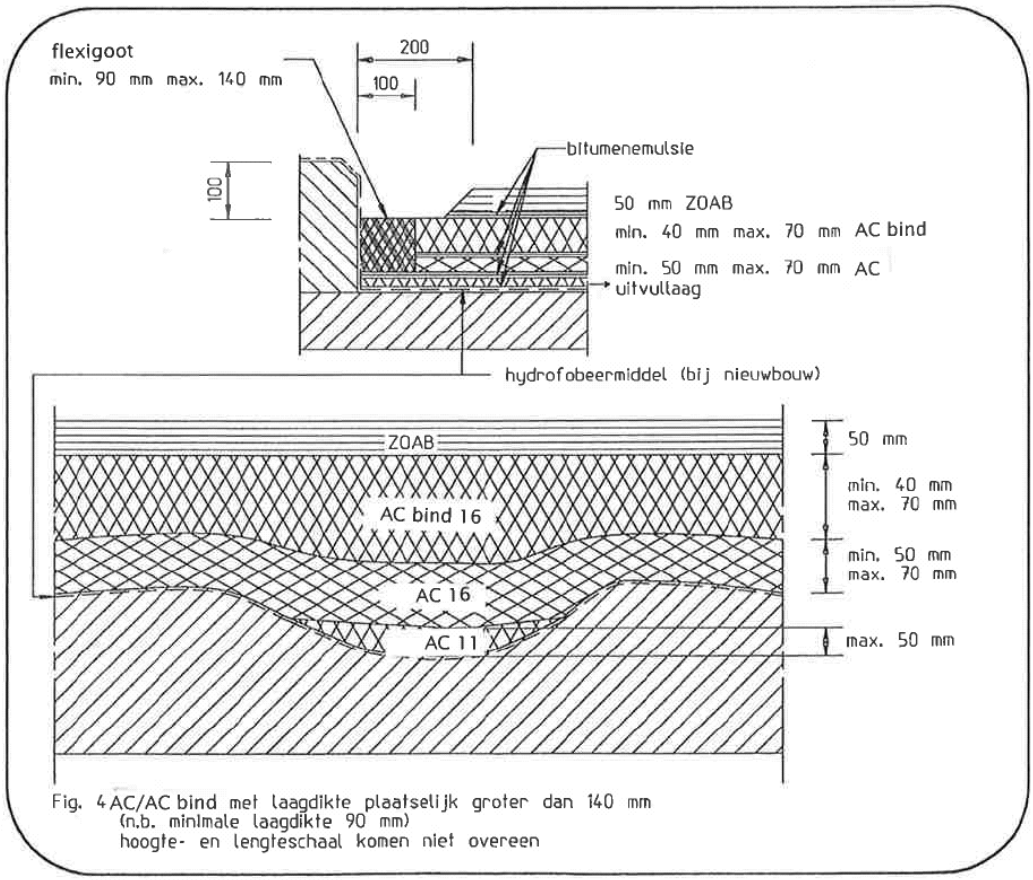


Fig. 4 AC/AC bind met laagdikte plaatselijk groter dan 140 mm
(n.b. minimale laagdikte 90 mm)
hoogte- en lengteschaal komen niet overeen

Ter overbrugging van de voegen tussen de brugdekken onderling, en tussen de brugdekken en de landhoofden, worden voegovergangsconstructies toegepast. Hiervoor bestaan verschillende oplossingen, afhankelijk van de voegbreedte en de mate van werking tussen betreffende delen van het kunstwerk. Er is aandacht nodig voor het goot detail ter plaatse van een voegovergang in verband met de afvoer van water. Een voegovergang dient geen belemmering te vormen voor de afvoer van water vanaf het brugdek. Dat betekent dat de voegovergang de goot niet mag blokkeren. Bij een open deklaag kan het onvermijdelijk zijn dat de voegovergang de waterafvoer door de open deklaag in langsrichting blokkeert. Er wordt vanuit gegaan dat water over de bovenkant van een dichte deklaag stroomt en de bovenkant van de voegovergangsconstructie dient samen te vallen met die van de asfaltverharding. Voor voegovergangen wordt verwezen naar de eisen gesteld in NBD 00730, NBD 00400 en NBD 00710.

De aansluitingen tegen de schampkanten en de voegovergangen op het rijdek vormen zeer kritische punten ten aanzien van de waterdichtheid van de constructie. Hieraan dient bij het ontwerp, maar vooral ook bij de uitvoering, de nodige aandacht te worden besteed. Zie bovengenoemde eisen aan de voegovergangen en de Richtlijn hemelwaterafvoer [RTD 1008].

Om draagkrachtproblemen van kunstwerken te voorkomen is rond 2000 door de Dienst Infrastructuur van Rijkswaterstaat besloten om bij het ontwerp van alle nieuw te bouwen betonnen kunstwerken in auto(snel)wegen rekening te houden met toepassing van een geluidsreducerende deklaag door:

- *bij de berekening uit te gaan van een belasting door een uitvullaag tussen 20 mm en 50 mm asfalt, een waterafdichtende laag van 50 mm asfalt, en een deklaag van 70 mm Tweelaags Zeer Open Asfaltbeton;*
- *voor te schrijven dat het rijdek geïmpregneerd moet worden met een hydrofobeermiddel.*

B4.3.3 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk

Deze constructie wordt vrijwel nooit meer toegepast op kunstwerken in rijkswegen waar geluidsreducerende deklagen standaard zijn geworden, en voornamelijk nog toegepast op kunstwerken in het onderliggende wegennetwerk.

De standaard asfaltconstructie met een dichte deklaag op een betonnen kunstwerk heeft de volgende opbouw:

- een laag van 50 - 70 mm (waterdicht) AC surf 16 die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid volgens paragraaf 4.2.1.2, dus met voorgeschreven k-waarde (zie paragraaf B4.3.7.1);
- afhankelijk van de onvlakheid van het betondek één of meer uitvullagen AC 11 bind of AC16 bind, elk met een normale kleeflaag aan de bovenzijde;
- een kleeflaag: een kationische bitumenemulsie type O, twee lagen van elk 0,3 kg/m^2, afgestrooid;
- (strooksgewijze) afdichting van voegen, conform NEN 6723, indien van toepassing;
- hydrofobering van het kunstwerk

- langs de schampkanten voor de afvoer van hemelwater een flexigoot kantopsluiting (zie B4.3.7.3).

Deze opbouw van de asfaltconstructie is in principe gelijk aan die met een open deklaag op een nieuw kunstwerk, exclusief de bovenste ZOAB laag (zie paragraaf B4.3.2). Ook de overige opmerkingen uit die paragraaf, niet betreffende de ZOAB laag, zijn onverkort van toepassing.

B4.3.4 Asfaltconstructie met een open deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk

Toepassing van ZOAB op bestaande kunstwerken met een dichte deklaag, die tevens de waterdichte laag is, kan problemen opleveren. Deze hebben vooral betrekking op een verlies aan draagkracht en de meestal noodzakelijke aanpassing of vervanging van schampkanten en voegovergangen. Toepassing van een ZOAB deklaag zal ook gevolgen hebben voor de capaciteit van de goot en de stijlhoogtes van de geleiderail constructie. Er wordt hier wel opgemerkt dat de meeste bestaande betonnen kunstwerken inmiddels al zijn voorzien van een ZOAB deklaag.

Indien op een bestaand betonnen kunstwerk reeds een asfaltconstructie met open deklaag ligt, en deze constructie voldoet aan de eisen van afwatering en waterdichtheid, kan deze bij groot onderhoud in principe worden vervangen door een nieuwe asfaltconstructie volgens hetzelfde ontwerp.

Uitdagingen kunnen ontstaan wanneer een bestaand kunstwerk met een dichte deklaag moet worden voorzien van een asfaltconstructie met open deklaag (meestal wegens geluidreductie). In principe heeft dan de nieuwbouw constructie volgens paragraaf B4.3.2 de voorkeur, behalve dat de bestaande beton niet meer kan worden gehydrofobeerd.
Dit betekent dat de bestaande waterdichte deklaag kan worden gehandhaafd, of worden vervangen door een waterdichte laag asfalt van ten minste 50 mm met voorgeschreven k-waarde (zie paragraaf B4.3.7.1), en het ZOAB hierop aangebracht.
Dit betekent echter dat de dikte, en daarmee ook het gewicht, ten opzichte van uitsluitend een dichte deklaag, in principe zal toenemen met de dikte respectievelijk het gewicht van de laag ZOAB (50 mm, respectievelijk 1,15 kN/m^2).
Middels constructieve berekeningen volgens de vigerende normen moet worden gecontroleerd of het kunstwerk voldoende draagkracht heeft voor deze belastingstoename.
Voegovergangen dienen zodanig te worden aangepast dat de bovenzijde overeenstemt met de nieuwe bovenzijde van de deklaag, terwijl tegelijkertijd de waterafvoer over de laag onder het ZOAB bij de goten niet wordt gehinderd.
Verder dienen schampkanten en geleiderails zonodig te worden aangepast aan de hoogte van de nieuwe bovenzijde van de deklaag.

Door de open structuur (20% holle ruimte) beschermt ZOAB het onderliggende beton niet tegen agressieve stoffen zoals dooizouten.
Er moet rekening mee worden gehouden dat de constructie onder het ZOAB aan een grotere belasting door dooizouten kan worden blootgesteld omdat:

- *onderin het ZOAB gedurende (veel) langere tijd chlorideconcentraties kunnen optreden als gevolg van enerzijds een lagere afstroomsnelheid door het ZOAB en*

anderzijds de mogelijk niet volledige vlakheid van het onderliggende dicht asfaltbeton. Dit treedt in versterkte mate op in gedeelten met weinig langshelling en/of verkanting;
- *op de ZOAB deklaag normaliter meer zout (circa anderhalfmaal zoveel) wordt gestrooid dan op een dichte deklaag.*

Bij bestaande kunstwerken met een dichte deklaag zijn de schampkanten aan de lage zijde in verband met de gootfunctie veelal ontworpen op een hoogte van 50 mm boven het dicht asfaltbeton oppervlak. Dit is dus duidelijk lager dan bij toepassing van ZOAB gewenst is. Daarom moet voorkomen worden dat het water bij normale regenval over de rand van het dek wegstroomt. In bepaalde situaties kan volstaan worden met plaatselijk weglaten van het ZOAB om een bredere goot te creeren. Dit betreft situaties waar het gaat om korte kunstwerken met een vluchtstrook langs de betreffende rand. In toenemende mate wordt bij reconstructies een 4-0 systeem toegepast; een brede goot kan dan leiden tot verkeersonveilige situaties. In alle overige situaties is het gevaar dat rijdende auto's met wielen in de goot terecht kunnen komen te groot en moet dan in principe de schampkant verhoogd worden, met alle consequenties vandien, zoals een hogere rustende belasting en het volledig verwijderen en later opnieuw plaatsen van de geleiderailconstructies. Verwezen wordt verder naar NBD 00730.

Om bij toepassing van ZOAB op bestaande kunstwerken met een dichte deklaag, die tevens de waterdichte laag is, tot aanvaardbare oplossingen te komen, zullen compromissen gesloten moeten worden. Uitgangspunt is hierbij enerzijds de bestaande deklaag zoveel mogelijk te benutten (mits de kwaliteit dit toelaat) en anderzijds de laag ZOAB met een minimale dikte aan te brengen. Dit brengt met zich mee dat het nodig is om vooraf een grondig onderzoek in te stellen naar de kwaliteit van de bestaande deklaag en het onderliggende beton, de dikte van de bestaande deklaag en de (eventuele reserve aan) draagkracht van het kunstwerk. De kwaliteit van het dicht asfaltbeton dient zowel visueel als door boorkernenonderzoek (holle ruimte, bitumengehalte, eigenschappen van het teruggewonnen bitumen) beoordeeld te worden. Indien de holle ruimte meer bedraagt dan 5,0% dient de asfaltconstructie te worden vervangen. Indien wordt verwacht dat de chloridegehaltes in het beton onaanvaardbaar zijn, dan kan het ook nodig zijn om betononderzoek uit te voeren en opgetreden schades te repareren. Dit zou alsnog de aanleiding kunnen zijn om de volledige bestaande asfaltconstructie te vervangen.

Voor toepassing van ZOAB op bestaande kunstwerken met een dichte deklaag bestaat geen eenduidige oplossing. Het is daarom nodig om van geval tot geval in een vroeg stadium, in overleg met de Dienst Infrastructuur (DI) en de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) van Rijkswaterstaat, de (on)mogelijkheden van een acceptabele toepassing van ZOAB op bestaande kunstwerken te onderzoeken. Een goede beslissing kan pas worden genomen na een integrale afweging van enerzijds de technische aspecten en praktische mogelijkheden in samenhang met de kosten, en anderzijds de voordelen van toepassing van ZOAB in de concrete situatie. Hierbij dient ook de relatie met de restlevensduur van de bestaande deklaag, en zonodig eveneens die van het kunstwerk, te worden betrokken.

Pas vanaf 1984 is de standaard werkwijze van Rijkswaterstaat om te rekenen met de standaard verkeersbelasting op vluchtstroken. Voor kunstwerken van

Rijkswaterstaat van vóór 1984 en voor kunstwerken ontworpen door derden kan het zijn dat de vluchtstrook niet berekend is om deze als rijstrook te gebruiken. Het verkeer vanwege tijdelijke werkzaamheden in een 3-1 dan wel 4-0 systeem over een dergelijk kunstwerk voeren kan gevaarlijk zijn. Dit is alleen toegestaan als uit herberekening blijkt dat de vluchtstrook van het kunstwerk deze belasting kan opnemen. Hiermee moet rekening worden gehouden bij de planning van de uitvoering van het verhardingsonderhoud op het kunstwerk, wat invloed kan hebben op het ontwerp van de verharding.

B4.3.5 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk

De standaardconstructie voor een dichte deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk (paragraaf B4.3.3) is van toepassing, behalve dat het bestaande beton niet meer kan worden gehydrofobeerd.

B4.3.6 Alternatieve verhardingsconstructies op betonnen kunstwerk

B4.3.6.1. Algemeen

Voor toepassing van alternatieve constructies dient een verificatieproces te worden doorlopen onder auspiciën van RWS-DVS.

Op betonnen kunstwerken in zwaar belaste hoofdverkeersaders kan het traditionele verhardingsontwerp mogelijk onvoldoende weerstand tegen spoorvorming hebben. Dan kan een alternatieve constructie worden toegepast, bestaande uit een waterdichtend membraan en een verharding met een verhoogde weerstand tegen spoorvorming.

Ook kan een alternatieve verhardingsconstructie noodzakelijk zijn, indien een geluidreducerende open deklaag moet worden aangebracht, maar het kunstwerk onvoldoende draagkracht heeft voor de standaardconstructie van paragraaf B4.3.2. Ook in dat geval wordt een membraan aanbevolen voor de waterdichting, met daarop zo mogelijk een dunne (circa 30 mm) beschermingslaag van dicht asfalt en daarop de geluidreducerende deklaag.

B4.3.6.2. Waterdichtend membraan

Het waterdichtend membraan moet zo diep mogelijk in de constructie worden aangebracht, bij voorkeur direct op het betonnen rijdek. Wel dient het membraan goed af te wateren.

De volgende oplossingen voor het membraan staan open:
- voor gespoten op polymeer gebaseerde membranen is de ETAG 033 van toepassing;
- voor gewapende bitumeuze banen is NEN-EN 14695 van toepassing;
- voor overige systemen zoals een gespoten bitumineus membraan zijn nog geen Europese normen ontwikkeld.

De opdrachtnemer / leverancier dient aan te tonen dat het membraan geschikt is voor toepassing onder asfalt. Onder geschiktheid kan gedacht worden aan de eigenschappen zoals deze opgesomd zijn in de ETAG 033. Aanbrengen van een membraan dient te geschieden conform de gebruikshandleiding van de leverancier.

Uit ervaring is gebleken dat geplakte bitumineuze membranen in prefab banen/rollen dusdanig dampdicht zijn, dat bij toepassing hiervan op betonnen kunstwerken een gerede kans bestaat op blaasvorming. Dit geldt niet alleen bij nieuwe kunstwerken waarin nog aanmaakwater van het beton resteert, maar ook bij oude kunstwerken, zelfs na langdurig droge periodes. Ditzelfde geldt voor gespoten bitumineuze membranen op basis van warme, niet-geëmulsifieerde, bitumen.

Membraan op basis van bitumenemulsie
Het betreft een koud of warm (circa 60-70 °C) gespoten membraan bestaande uit twee lagen:

- De onderlaag bestaat uit een laag polymeergemodificeerde bitumenemulsie van circa 1,5 kg/m^2 (hoeveelheid emulsie-vloeistof inclusief water), ingestrooid met (vooromhulde) steenslag 2/5 of 4/8, in de dosering 8 kg/m^2;
- De bovenlaag bestaat uit een laag polymeergemodificeerde bitumenemulsie van circa 1,5 kg/m^2, ingestrooid met (vooromhulde) steenslag 2/5, in de dosering 12 kg/m^2.

Het membraan op basis van bitumenemulsie kan worden toegepast indien de temperatuur van de ondergrond niet lager is dan 10°C, bij droog en stabiel weer. Het water uit de emulsie moet namelijk kunnen verdampen. De verdampingssnelheid is afhankelijk van temperatuur en luchtvochtigheid.

B4.3.6.3. Verharding met verhoogde weerstand tegen spoorvorming

Op het membraan wordt een verharding met een verhoogde weerstand tegen spoorvorming aangebracht. Deze verharding kan uit één of uit twee lagen worden opgebouwd.

Onder de voorwaarde dat het membraan waterdicht is en op de juiste wijze is aangebracht, zijn alle voor de betreffende vrachtauto-intensiteit geschikte asfaltverhardingen toegestaan die niet in strijd zijn met de Componentspecificatie Bovenbouw en die voldoen aan de randvoorwaarden van hoogte en gewicht.

Er wordt op geattendeerd dat een membraan kwetsbaar is voor mechanische beschadigingen, bijvoorbeeld bij het aanbrengen van ZOAB 16. Voorts is cruciaal dat bij een open deklaag goede afwatering is verzekerd.

B4.3.7 Achtergrondinformatie

B4.3.7.1. Waterdichte asfaltlaag voor betonnen brugdekken

RWS-DVS heeft een aangepaste versie van DIN 18130-1 gekozen ter bepaling van de k-waarde als maat voor de vloeistofdichtheid. Voor de omschrijving van deze aangepaste test wordt verwezen naar bijlage B3.2. De waterdichtheid van een asfaltconstructie met een waterdichte asfaltlaag of een waterdichtend membraan op

basis van gespoten bitumen of bitumenemulsie moet met deze proef worden aangetoond.
De standaardwaterdichtende laag is tot heden een laag van ten minste 50 mm dicht asfaltbeton 0/16 met een ontwerp holle ruimte van maximaal 4,0%(V/V) en een holle ruimte na aanleg van maximaal 5,0%(V/V). Deze waterdichtende laag wordt zo laag mogelijk in de asfaltverharding aangebracht. Het dicht asfaltbeton betreft het mengsel conform de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005 (zowel qua samenstelling als qua eigenschappen). Dicht asfaltbeton met holle ruimte tussen 3 en 4% heeft een k-waarde van circa 10^{-8} tot 10^{-10} m/s en is dus niet volmaakt vloeistofdicht. Op basis van de ervaringen van Rijkswaterstaat met dicht asfaltbeton op bestaande kunstwerken wordt door Rijkswaterstaat echter geaccepteerd dat deze k-waarde voldoende waterdichtheid waarborgt om de benodigde bescherming te bieden aan het kunstwerk.
Met het vervallen van de vaste recepten voor asfaltbeton (AC conform NEN-EN 13108-1) sinds de Wijzigingen 2008 op de Standaard RAW Bepalingen 2005, is het niet meer mogelijk om het traditionele dicht asfaltbeton op een standaard wijze te specificeren. Bovendien is niet de gradering van functioneel belang, maar de waterdichtheid, naast de andere functionele eigenschappen waterbestendigheid, stijfheid, vervormingsweerstand en vermoeiingsweerstand. Daarom heeft RWS er bij het opstellen van deze richtlijn voor gekozen om de aard van het asfalt van de waterdichte asfaltlaag vrij te laten. Wel wordt geëist dat:
altijd vooraf middels bovengenoemde proef wordt aangetoond dat het asfalt een voldoende lage k-waarde heeft bij een bepaalde holle ruimte;
van het toe te passen asfaltmengsel de geschiktheid voor toepassing op autosnelwegen in de praktijk is gebleken;
bij aanleg de dikte van de waterdichte asfaltlaag ten minste gelijk is aan de laagdikte bij de proef waarin is aangetoond dat de k-waarde voldoet aan de eis;
na aanleg de holle ruimte ten hoogste 1,0 procentpunt meer bedraagt dan de holle ruimte bij de proef waarin is aangetoond dat de k-waarde voldoet aan de eis (inclusief proeftolerantie en zonder verdere toleranties in de nabijheid van naden).

Er wordt in het bijzonder op geattendeerd dat het in de praktijk een grote uitdaging is om goede verdichting van het asfaltbeton te realiseren langs naden en vooral langs aansluitingen aan reeds aangebrachte voegovergangen.

B4.3.7.2. Bereiding en verwerking van asfaltbeton

De bereiding en verwerking van het asfaltbeton, alsmede de voorbereidende werkzaamheden, moeten gebeuren overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2010.

B4.3.7.3. Schampkanten en flexigoot

Het asfaltbeton moet tegen de schampkanten worden aangebracht. Tijdens het asfalteren moet er op worden gelet dat de schampkanten niet worden beschadigd of worden besmeurd.

Langs de schampkanten moeten 0,10 m brede en minimaal 50 mm dikke stroken van flexigoot komen. Dit is een flexibel mengsel bestaande uit een polymeergemodificeerd bitumen (Cariphalte JS of gelijkwaardig) en steenslag van één zeefmaat (e.e.a. conform de samenstelling van een bitumineuze

voegovergang). De holle ruimte na aanleg dient ten hoogste 4,0% (inclusief proeftolerantie en zonder aanvullende toleranties) te bedragen. De specificaties van Cariphalte JS staan in onderstaande tabel.

Shell Cariphalte JS - specificaties			
Conuspenetratie bij 25 °C,	0,1 mm	BS 2499	50-70
Verwekingspunt Ring & Kogel,	°C	EN 1427	95-115
Shell Cariphalte JS - typische waarden			
Dichtheid bij 25 °C,	kg/dm³		1,38-1,48
Terugvering d.m.v. kogelpenetratiebepaling:		US-SS-S1401B	
originele indringing,	0,1 mm		4-8
terugvering na wegnemen belasting,	%		60
Vloei (cilinder) bij 60 °C, 5 uur,	0,1 mm	US-SS-S1401B	<1
Rek bij breuk bij −10 °C; 0,5 mm/uur,	%	BS 2499	>300
Betonhechting bij 0 tot −20 °C volgens B.S.			
v.w.b. hechting/scheuring			pass
v.w.b. krachtontwikkeling			pass
v.w.b. effecten van water			pass

Deze flexigoot kan pas worden gemaakt nadat de laag asfaltbeton op 0,10 m uit de schampkant is ingezaagd tot 15 mm boven het kunstwerk en het asfaltbeton over de volledige diepte verwijderd is. Om hechting van het te verwijderen asfaltbeton te voorkomen is het toepassen van hardboard (breedte 0,08 m) toegestaan. Om verschuiving van het hardboard te voorkomen dient dit m.b.v. nagels te worden vastgezet. Het gebruik van baddings voor het maken van een sparing voor de flexigoot is niet toegestaan.

De praktijk heeft uitgewezen dat goten van gietasfalt, zoals die in het verleden standaard op betonnen rijdekken werden toegepast, soms al na korte tijd onthechting tussen gietasfalt en de verharding van dicht asfaltbeton, en in mindere mate tussen gietasfalt en de betonnen schampkant, lieten zien. Het ontstaan van de onthechting wordt vooral veroorzaakt door de krimp bij afkoeling van het circa 220°C hete gietasfaltmengsel. Om deze reden wordt de toepassing van gietasfalt niet langer toegestaan en is deze nu vervangen door flexigoot.

B4.3.7.4. Langsnaad

Bij de uitvoering van de langsnaad van de waterdichte asfaltlaag wordt aanbevolen om 'warm tegen warm' te draaien, bij voorkeur met meerdere asfaltspreiders in echelon, of anders zodanig dat de koudste laag nog ten minste 100°C is wanneer de warme laag ertegen wordt aangebracht. Als dit qua uitvoering niet mogelijk is, kan van de koude laag 0,10 m breedte verwijderd te worden. Daarbij mag het kunstwerk niet beschadigd worden. Daarna een primer aanbrengen waarbij onder de primer geen kleeflaag aanwezig mag zijn. Vervolgens een bitumineuze afdichtingsstrip aanbrengen, verticaal tegen de naad. Tenslotte de warme laag tegen de koude laag aanbrengen.
Als alternatief kunnen naden waterdicht worden gemaakt door over de naad (en ten minste 0,30 m aan weerszijden) een waterdicht membraan aan te brengen op de asfaltlaag. Dit is echter wel kwetsbaar bij onderhoud aan bovenliggende lagen.

Als ander alternatief kan onder de naden een strook van circa 1,0 m breedte (0,5 m aan weerszijden van de naad) waterdicht membraan worden aangebracht. Hierbij kan zich echter mogelijk water ophopen in de naad, met kans op vorstschade.

B4.3.7.5. Voegovergangen

Op de plaats van na het asfalteren aan te brengen voegovergangen (inclusief voeg) moet het asfaltbeton zonder onderbreking worden aangebracht. Hierbij moet worden voorkomen dat het asfaltbeton zich op die plaats hecht aan de ondergrond. Waar voegovergangen reeds aanwezig zijn, dient het asfalt goed verdicht te zijn tot aan de voegovergang.

Bij aansluitingen tegen vooraf aangebrachte voegovergangsconstructies, de asfaltconstructie over de volledige hoogte over een breedte van 25 mm inzagen en aangieten met polymeergemodificeerd bitumen; alternatief is een bitumineuze afdichtingsstrip. Ingeval het uitsluitend een nieuwe ZOAB laag betreft kan volstaan worden met het aanbrengen van een kleeflaag van asfaltkleefmiddel tegen de voegovergangsconstructie.

Als ZOAB (mede) wordt toegepast om het verkeersgeluid te beperken, moet extra aandacht besteed worden aan de voegovergangsconstructies. Klachten van omwonenden hebben vaak betrekking op de geluidsproductie van voegovergangen. Zonder speciale voorzieningen zal dit bij toepassing van ZOAB alleen maar geaccentueerd worden. Voegovergangsconstructies die continu zijn, dat wil zeggen naadloos en qua oppervlaktestructuur niet of weinig afwijkend van het ZOAB-oppervlak, geven de geringste geluidsproductie. Verwezen wordt naar NBD 00730 en in het bijzonder naar NBD 00401. In deze laatste norm zijn eisen opgesteld voor geluidreductie van voegovergangen, die afhankelijk zijn van de geluidreductie van het aangrenzende asfalt.

B4.3.7.6. Uitvoering bij toepassing van ZOAB

De samenstelling van het ZOAB moet voldoen aan de bepalingen opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2010, of na een validatieproces door RWS-DVS zijn vrijgegeven voor de betreffende toepassing. Het grove aggregaat dient te voldoen aan de eisen voor steenslag 3 uit de Standaard RAW Bepalingen 2010.

Het op de waterdichte laag aan te brengen ZOAB dient, na aanbrengen van een kleeflaag van 0,4 kg/m^2 bitumenemulsie type O, te bestaan uit:

- bij nieuwe kunstwerken: een laag ZOAB (PA) 16, dikte 50 mm, of tweelaags ZOAB (PA), dikte 70 mm;
- bij bestaande kunstwerken, waar niet is gedimensioneerd op de toepassing van 50 mm ZOAB (PA) 16: een laag ZOAB (PA) 11 met een minimale dikte van 30 mm. Of ZOAB kan worden toegepast is afhankelijk van de toegestane belasting op het dek.
  NB Een laagdikte van 30 mm ZOAB 11 is te weinig om de standaard geluidreductie voor ZOAB te mogen aanhouden. De eisen aan geluidreductie zullen hier dus moeten worden afgewogen tegen de draagkracht van het kunstwerk, of er moeten lichtere alternatieven voor de andere verhardingsonderdelen worden overwogen.

De bereiding en verwerking van het ZOAB, alsmede de voorbereidende werkzaamheden, moeten gebeuren overeenkomstig de bepalingen opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2010.

Het ZOAB moet zowel aan de hoge als de lage kant van het dwarsprofiel over de vereiste gootbreedte vrij worden gehouden van de schampkant.

B4.4 Asfaltconstructie op stalen kunstwerk

B4.4.1 Asfaltconstructie met een open deklaag op een stalen kunstwerk

Asfaltconstructies met een open deklaag op stalen kunstwerken hebben een kortere levensduur dan constructies met een dichte deklaag. Die laatste hebben dan ook de voorkeur. Een keuze voor een (semi)open deklaag dient alleen te worden gemaakt waar een geluidsreducerende deklaag echt nodig is. Voor die situaties geeft tabel B4.1 een voorbeeld van de opbouw.

Tabel B4.1 Asfaltverharding voor stalen kunstwerk met ZOAB deklaag

Voorbeeld: Van Brienenoordbrug Rotterdam (A16)
ZOAB 11, polymeergemodificeerd (35 mm)
Membraan: Parafor Ponts of gelijkwaardig (5 mm)
Gietasfalt, polymeergemodificeerd (30 mm)
Membraan: Parafor Mistral C of gelijkwaardig (4 mm)
Primer (hechting: minimaal 0,2 MPa bij 20°C) (laagdikte volgens opgave leverancier)
Stalen rijvloer rijvloer (reinheid SA 2,5; ruwheid Rz = 50 – 100 µm, gemeten volgens ISO 8503-4)
Minimale totale laagdikte 50 mm (bij afwijkingen van bovengenoemde nominale maten)

Vanwege de beweeglijkheid van een stalen brug zal de ZOAB-deklaag kortere levensduur hebben dan een ZOAB-deklaag op aardebaan. Hoeveel korter zal, behalve van de verkeersbelasting en de temperatuur, onder meer afhangen van de werking (functionaliteit, effectiviteit) van de bitumineuze membranen, die op zijn beurt zal afhangen van de hechting en de relevante mechanische eigenschappen (afschuifstijfheid en vermoeiingssterkte). Omdat deze eigenschappen momenteel niet goed bekend zijn, is zoveel mogelijk aangesloten bij het BRIOS-advies [15].

De samenstelling van het ZOAB moet voldoen aan de bepalingen opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2010, afgezien van de polymeermodificatie. Verder dient het grove aggregaat te voldoen aan de eisen voor steenslag 3 uit de Standaard RAW Bepalingen 2010.

Polymeergemodificeerd bitumen moet zijn Cariphalte DM-B of gelijkwaardig (zie B4.4.3.1).

Voor gietasfalt wordt het mengsel volgens het BRIOS advies voorgeschreven (zie B4.4.3.2).

De aanleg dient plaats te vinden bij droog weer of onder bescherming tegen neerslag middels een tent o.i.d.

Geschikte primers voor toepassing op stalen rijvloeren zijn bijvoorbeeld:
- primer Parafor vernis (meest toegepast);
- Esha Isotex primer;
- Bolidt primer EM (epoxy).

Voor toepassing op stalen kunstwerken worden geen aanvullende eisen gesteld aan de dampdichtheid van de membranen, bovenop de productnorm EN 14695. Voor stalen brugdekken wordt dit namelijk niet relevant geacht omdat middels een goede uitvoering dient te worden voorkomen dat water tussen brugdek en membraan kan komen en daar blaasvorming kan veroorzaken.

Het membraan tussen de gietasfaltlaag en de ZOAB-deklaag heeft een spannings- en rekreducerende functie. Daardoor wordt de levensduur van de ZOAB-deklaag en die van de gietasfaltlaag verlengd, en de kans op scheurdoorgroei vanuit de ZOAB-deklaag beperkt.

B4.4.2 Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een stalen kunstwerk

De standaard asfaltverharding met een dichte deklaag op vaste stalen kunstwerken is gegeven in tabel B4.2. *Op basis van ervaring is de verwachte onderhoudsvrije levensduur minimaal 7 tot 10 jaar. Uitzondering hierop waren enkele orthotrope brugdekken met zwevende dwarsdragers, die inmiddels zijn overlaagd met Hoge Sterkte Beton.*

Tabel B4.2 Asfaltconstructie met dichte deklaag bij stalen kunstwerken

Voorbeeld: Waalbrug bij Ewijk (A50)
gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm)
gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm)
membraan: Parafor Mistral C of gelijkwaardig (4 mm)
primer (hechting: minimaal 0,2MPa bij 20^0C) (laagdikte volgens opgave leverancier)
stalen rijvloer (reinheid SA 2,5; ruwheid R_z = 50 – 100μm)
Minimale totale laagdikte 50 mm (bij afwijkingen van bovengenoemde nominale maten)

De opmerkingen onder Tabel B4.1 zijn ook hier van toepassing.

B4.4.3 Achtergrondinformatie

B4.4.3.1 Gelijkwaardigheid polymeergemodificeerd bitumen

Een aan Shell Cariphalte DM-B gelijkwaardig bindmiddel moet voldoen aan de eisen in tabel B4.3.

Tabel B4.3 Specificaties van Shell Cariphalte DM-B

Eigenschap	eenheid	norm	waarde
penetratie bij 25ºC	0,1 mm	NEN-EN 1426	50-70
verwekingspunt Ring en Kogel	ºC	NEN-EN 1427	>90
elastische terugvering bij 25ºC	%	EN 13398	>75
breekpunt Fraass	ºC	NEN-EN 12593	<-15
ductiliteit bij 5ºC	cm	APM/CME 08.36	>50
dichtheid bij 25ºC	kg/m^3	NEN-EN 15326	1000 – 1100
vlampunt (Cleveland OC)	ºC	NEN-EN-ISO 2592	>230
oplosbaarheid	%m/m	NEN-EN 12592	>99
mengtemperatuur	ºC		185±5
verwerkingstemperatuur	ºC		175±5

Gietasfalt op stalen orthotrope brugdekken wordt blootgesteld aan extreem zware belastingen. Shell Cariphalte DM-B is speciaal ontwikkeld als bindmiddel in gietasfalt op stalen brugdekken om de optredende hoge rekken op te kunnen vangen.

B4.4.3.2 Polymeergemodificeerd gietasfalt

Gemodificeerd gietasfalt voor de standaardoplossing voor de rijbanen van een stalen brugdek (MA 8 Cariphalte DM-B) moet bestaan uit steenslag 4/8 en 2/5 in de verhouding 1:1, rivierzand en fijn zand in de verhouding 2:1, zeer zwakke kalksteenvulstof en bitumen Cariphalte DM-B. Toepassing van asfaltgranulaat is verboden. De samenstelling van het mengsel moet voldoen aan de specificatie in tabel B4.4.

Tabel B4.4 Samenstelling polymeergemodificeerd gietasfalt

	Massapercentages		
	Gewenst	Min.	Max.
Toeslagmateriaal door zeef C8 2 mm 0,063 mm	 100 48 19	 98 43 17	 100 53 21
(oplosbaar) bitumen (%m/m) in 100% (m/m) mengsel	8,4	8,0	8,8

Deze samenstelling is gebaseerd op het BRIOS-advies uit 1989, hoewel toen geen Cariphalte DM-B is toegepast maar Styrelf met EVA-toevoeging. Nader onderzoek [18] adviseerde een iets gewijzigde korrelsamenstelling van het gietasfalt (met 26,0% door zeef 2 mm en op zeef 63 µm, 22,0 door zeef 63 µm), en toepassing van 8,8% (m/m "op", dus 8,1% "in") bitumen Cariphalte DM-B. Voor dit mengsel wordt aangegeven dat het moeilijker verwerkbaar is dan het BRIOS-mengsel. Omdat het BRIOS-mengsel ongevoelig voor permanente vervorming (spoorvorming) is gebleken, is dit als standaardoplossing gekozen.

Gietasfalt voor toepassing als wegverharding is niet opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen 2010. Voor wegverhardingen zijn de eisen voor gietasfalt voor gebonden bekledingsconstructie voor Kust- en Oeverwerken conform Deelhoofdstuk 52.5 van de Standaard RAW Bepalingen 2010 niet van toepassing.

Het polymeergemodificeerd gietasfalt voor de standaardoplossing dient te voldoen aan de volgende eisen voor de breukenergie in de statische SCB-proef, de vervormingssnelheid in de triaxiaalproef, en de indringing in de stempelproef volgens DIN 1996-13. De proefstukken worden vervaardigd uit boorkernen uit een proefplaat van 60 mm dikte.

Statische SCB proef

Dit betreft het belasten van diametraal gezaagde "halve maan" proefstukken uit boorkemschijven in een driepunts buigopstelling met een constante vervormingsnelheid tot bezwijken onder de hierna volgende condities:
Temperatuur: T=0°C en 15°C, 2 uur acclimatiseren, uitvoeren binnen een halve minuut bij kamertemperatuur.
Proefstuk: D=150 mm; H=1/2D; B=60 mm, zonder kerf; Ten behoeve van de buitenopleggingen moeten vlakke stalen plaatjes worden opgelijmd.
Proefopstelling: Middenoplegging vlak 12 mm midden tussen de buitenopleggingen. Buitenopleggingen gelagerde rollen D=35 mm, opleglengte = 130 mm in afwijking van DWWproefvoorschrift
Belasting: Constante vervormingsnelheid 0,085 mm/s tot bezwijken
Uitvoering: Conform voorschriften DWW [IL-N-98.038]. In de proef wordt het krachtverloop als functie van de vervorming gemeten en vastgelegd. Te bepalen parameters zijn de maximale kracht en de opgenomen energie in de krachtopbouw- en de krachthandhavingsfase.

Eisen:

Proef	*Temperatuur (°C)*	*breukenergie (kJ/m^3)*
Statische SCB-proef	*0*	*Ten minste 50*
	15	*Ten minste 40*

Triaxiaal proef

Dit betreft het belasten van boorkernschijven in een opstelling met alzijdige belasting om de permanente vervorming als functie van het aantal lastwisselingen te meten.
Temperatuur: T=40°C
Proefstuk: Boorkernschijf D=150 mm; B=60 mm;
Proefopstelling: Proefstuk te klemmen tussen twee stalen platen waarbij de positie van één plaat door middel van een bolscharnier kan worden gesteld. Hydraulisch gestuurde vijzel aan de andere plaat. Tussen proefstuk en plaat wrijvingsreductie aanbrengen middels een mengsel van glycerine en grafietpoeder (in afwijking van [NEN-EN 12697-25]). Aan de zijkant horizontale steundruk (statische belasting) opleggen.
Belasting: Cyclische, krachtgestuurde blokbelasting met een frequentie van 1 Hz (blokpuls van 0,2 s en daarna 0,8 s rust). S_{max} (F_{max}/opp) = 0,2 MPa, S_{min} = 0,02 MPa. Statische belasting S= 0,02 MPa. De eerste tien lastherhalingen worden beschouwd als voorbelasting.
Uitvoering: Conform methode B uit [NEN-EN 12697-25]. De proefduur bedraagt twee uur, of wordt eerder afgebroken wanneer het proefstuk bezwijkt. Een

proefstuk wordt beschouwd bezweken te zijn wanneer er meer dan 10% vervorming heeft plaats gevonden.

Eisen:

Proef	*Temperatuur (°C)*	*Vervormingssnelheid ((µm/m)/s)*
Triaxiaalproef	*40*	*Ten hoogste 1,8*

Indringingsproef

Eisen:

Proef	*Temperatuur (°C)*	*Indringingsgetal (0,1 mm)*
Indringingsproef DIN 1996, Teil 13	*25*	*Ten minste 10 en Ten hoogste 40*

B4.4.3.3 Bitumineuze membranen

Voor bitumineuze membranen in asfaltverhardingen in de standaardoplossing voor stalen bruggen worden de volgende door Siplast geproduceerde membranen voorgeschreven:
- tussen een open deklaag en de gietasfaltlaag: Parafor Ponts;
- onder de gietasfaltlaag: Mistral C.

Deze membranen bezitten de volgende opbouw:

Parafor Ponts:
Granulaat
Elastomeerbitumen (SBS)
Non woven polyestermat
Elastomeerbitumen (SBS)
Macro geperforeerde folie

Mistral C:
Fijne bezanding
Elastomeerbitumen (SBS)
Non woven polyestermat
Elastomeerbitumen (SBS)
PE-folie

Bij aanbieding van een alternatief moet de gelijkwaardigheid ten opzichte van de hierboven genoemde membranen worden aangetoond.

Uit studie en onderzoek van de Technische Universiteit Delft met betrekking tot de asfaltverharding op de Van Brienenoordbrug [7][10] is gebleken dat de membranen belangrijke structuurelementen van de verharding zijn die een bijdrage leveren aan de levensduur van de open deklaag. Membranen moeten volgens deze studie bij voorkeur zo stijf mogelijk zijn, maar niet zo stijf dat de daardoor veroorzaakte schuifspanningen in de membranen de vermoeiingssterkte kunnen overschrijden. Proeven om dit te kwantificeren zijn echter per 2011 niet beschikbaar, en ook in de

producent-eigen specificaties van bovengenoemde membranen staat hierover niets vermeld.

De goede hechting van de membranen is een wezenlijke invloedsfactor op de levensduur van de verhardingsconstructie. Oorzaken voor slechte hechting en loslaten van membranen kunnen zijn:

- *Aanbrengen membraan tijdens regenval;*
- *Aanbrengen membraan op vochtig gietasfalt;*
- *Aanbrengen membraan bij temperaturen onder het dauwpunt;*
- *Aanbrengen membraan op vuil gietasfalt;*
- *Onvoldoende afbranden van de brandfolie onder het membraan;*
- *Doorponsen van stenen bij het aanbrengen van ZOAB of onder de verkeersbelasting en daaruit resulterende waterindringing;*
- *Toepassing van membranen die onvoldoende gelijkwaardig zijn aan de referentiemembranen.*

Voor de hechting van het ZOAB aan de bovenste membraanlaag is de verweking van de toplaag van het membraan (Parafor Ponts) belangrijk. Deze hechting wordt tot stand gebracht door de temperatuursinwerking vanuit het aangebrachte ZOAB.

B5 Bijlage B5: Uitvoeringsrisico's

Bij voorbereiding en uitvoering dient ten minste rekening te worden gehouden met de volgende risico's en aandachtspunten. Deze dienen voor elke afzonderlijke laag/werkgang apart beschouwd te worden omdat ze per laag/materiaal kunnen verschillen. Niet alle risico's en aandachtspunten zijn voor elke laag en elke situatie van toepassing.

- algemeen
  - weersomstandigheden
    - neerslag
    - luchttemperatuur
    - windsnelheid
    - relatieve luchtvochtigheid
    - dauwpunt
    - aanwaaiend stof
  - benodigde werktijd
    - tijdsduur benodigde werkzaamheden/handelingen
    - tijdsduur benodigde chemisch/fysische processen (afkoelen, uitharden, drogen, "breken" van emulsies, etc.)
  - benodigde lichtcondities (bv. zichtbaarheid bij nacht)
  - benodigde werkruimte
  - bekwaamheid en ervaring in te zetten personeel (en vervanging)
- voorbereiding
  - hydrofoberen nieuwe betonnen kunstwerken
  - controle chloridegehalte bestaand betonnen kunstwerk
  - verwijderen oude verharding, zonder beschadiging van kunstwerk, te handhaven waterdichtingslagen, afwatering, of voegovergangen (bv. d.m.v. frezen, schrapen zonodig na voorverwarming, stralen)
  - noodzakelijke reparaties van beschadigingen aan kunstwerk, afwatering, of voegovergangen (Voor betonnen kunstwerken zie BRL 3201 en NEN-EN 1504 delen 1 t/m 10)
  - aanbrengen nieuwe voegovergangen,
  - inzagen zonder beschadiging van het kunstwerk
  - plaatsvast lokaal aanbrengen onthechtingslaag (bv. onder later te verwijderen delen, bv. t.b.v. flexigoot of voegovergang)
  - overbruggen / afdichten lekken
  - afdichting constructievoegen in betonnen kunstwerken
  - reinigen onderliggende en aansluitende oppervlakken
- oppervlak kunstwerk of bovenzijde vorige lagen
  - geen lekken
  - hoogteligging
  - vlakheid
    - zonodig glooiend uitvullen van abrupte hoogteverschillen
    - zonodig uitvullen van onvlakheden
    - zonodig uitvullen van knikken (bv. bij aansluiting tussen rijvloer en schampkanten)
  - ruwheid / textuur (in relatie tot eigenschappen bovenliggende laag)
  - samenhang (ook kwaliteit kunstwerk, noodzaak reparaties)

  - reinheid (o.a. cementhuid, resten van curingcompound, verhardingsresten, roest, los vuil of stof, ...)
  - temperatuur
  - vochtgehalte
  - conditie bestaande hechtlagen
  - afstrooilaag
- materialen
  - min/max laagdiktes
  - verwerkingstemperaturen van de bouwstoffen (Tmin/Tmax)
  - verwerkingstijd uithardende of drogende materialen (mogelijk in relatie tot temperatuur)
  - vochtigheid
  - kwetsbaarheid voor UV-straling
  - kwetsbaarheid voor mechanische of chemische aantasting
  - verblijftijd van het materiaal (bv. bindmiddel) in de opslag
  - voorkómen ontmenging
  - geschikt voor aanbrengen op verticale vlakken? (voorzover relevant)
- eigenschappen aangevoerde materialen
  - juiste materialen (leverbon / verpakkingslabel overeenkomstig ontwerpspecificaties?)
  - zonodig monstername / afnamecontroles
  - inspecteren / testen op beschadigingen of afwijkingen
- verwerking/aanbrengwijzen
  - bescherming omgeving (bv. afplakken)
  - (voor)verwarming
  - mengen (wijze, temperatuur, duur)[12]
  - spuiten
  - aanbrengen met roller / kwast / borstel / bezem
  - afrollen / voorkómen opkrullen/opbollen / voorkómen terugrollen
  - voorkómen breuk
  - verwijderen anti-hechtingslaag
  - vastbranden
  - plakken
  - vastdrukken
  - benodigde overlap
  - asfalteren
  - laagdikte (of hoeveelheid/m^2) van de aan te brengen laag
    - gewenste nominale dikte inclusief gewenste variaties (bv. uitvullingen),
    - toegestane afwijkingen of minimum en maximum laagdikte
  - walsen / verdichten
  - aantal werkgangen
  - afzanden / afstrooien (inc. hechting instrooimateriaal)
  - droogtijden / uithardingstijden
  - voorkómen van schade door belopen / berijden werkverkeer
- verwerking / aanbrengen conform voorschriften van producent / leverancier
- voorkómen van ongewenste lucht- of vochtinsluitingen
- voorkómen / herstellen van beschadigingen (van kunstwerk, omliggende verharding, te handhaven waterdichting, reeds aangebrachte nieuwe verhardingslagen, afwatering, voegovergangen); o.a:

[12] Vooral voor (polymeergemodificeerd gietasfalt) is de verblijftijd en –temeperatuur in de roerketel erg kritisch.

  - niet te diep frezen van oude asfaltlagen
  - voorkomen van schade aan afdichtingen aangebracht op o.a. voegen tussen prefab betonnen liggers en betonnen buigslappe voegovergangen
  - zorgvuldig afschrapen van (restanten van) oude asfaltlagen
  - niet trillend verdichten van asfaltlagen
  - voorzichtig walsen tegen schampkanten of tegen voegovergangen
  - voorkómen walsen op voegovergangen of omliggende (ZOAB) verhardingen, of bescherming van deze onderdelen
  - niet belopen/berijden kwetsbare oppervlakken
  - niet te diep inzagen verharding t.b.v. aanbrengen waterdichte aansluitingen
  - niet te diep boren voor monsternames voor kwaliteitscontrole
  - voorkómen van schade aan conserveerlagen door de hitte van aan te brengen nieuw asfalt *(circa 165°C voor "gewoon" asfalt, circa 185°C voor polymeergemodificeerd asfalt, circa 220°C voor gietasfalt, mogelijk hoger)*
- realiseren voldoende verdichting
  - vooral bij naden, randen en aansluitingen en in hoeken
  - zonodig keuren (proef, tijdstip t.o.v. aanbrengen, aantal)
  - voorkómen oververdichting (wegens vervormingsgevoeligheid)
- realiseren voldoende waterdichting
  - vooral bij naden, randen en aansluitingen en in hoeken
  - rekening houden met krimp
  - zonodig keuren (proef, tijdstip t.o.v. aanbrengen, aantal)
- realiseren voldoende hechting
  - zonodig keuren (proef, tijdstip t.o.v. aanbrengen, aantal)[13]
- extra aandacht voor naden, randen, aansluitingen en alle andere discontinuïteiten
- uitvoeringseisen voortkomend uit ontwerp(keuzen)
- realiseren gewenste hoogteligging en langs- en dwarsprofiel
- realiseren voldoende afwatering
  - langshelling / dwarshelling / hoogteligging
  - voorkómen kuilen iv.m. plasvorming
  - vooral bij randen en aansluitingen
- minimale en maximale wachttijd tot openstelling voor het verkeer

[13] Hierbij kan ook worden gedacht aan visuele controle op blaasvorming, ondersteund door thermografie. (Onthechting kan zich aftekenen als een afwijkende oppervlaktetemperatuur, wegens afwijkende warmtegeleiding van/naar de onderliggende lagen.)

B5 Bijlage B6: Zaken in het contract te regelen

In deze richtlijn worden diverse zaken niet volledig gespecificeerd, omdat zij projectafhankelijk zijn. Daarom dienen deze zaken in het contract te worden gespecificeerd. Dit betreft o.a.:

- *contractspecifieke regeling van kwaliteitsborging van ontwerp en uitvoering*
- *specifieke verkeersbelasting, indien anders dan de verstekwaarden in bijlage B1 van deze richtlijn;*
- *toelaatbare statische belasting (gewicht);*
- *gewenst profiel van de bovenzijde van de verharding;*
- *onvlakheid bestaande kunstwerken / vlakheidtoleranties nieuwbouw;*
- *eventuele afwijking van eisen uit de CSB (bv. afwijkende vlakheideisen voor de bovenzijde van de verharding, wegens onvlakheden in het kunstwerk);*
- *omschrijving van de schadetoestand die geldt als einde (ontwerp)levensduur, indien deze afwijkt van Bijlage CSB12 "Schadebeoordeling en interventieniveaus" van de CSB;*
- *garantiebepalingen: welke conditie/schadetoestand is acceptabel na hoeveel tijd, en wat zijn de consequenties indien daaraan niet wordt voldaan?*

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

EISEN VOOR BRUGOPLEGGINGEN

(te gebruiken met NEN EN 1337
"Opleggingen voor bouwkundige en civieltechnische toepassingen"
(*EN 1337 "Structural Bearings"*)

(oude benaming NBD00702A)

Document : RTD 1012
Uitgave : 10/03/2015

Inhoud:

1. Onderwerp en toepassingsgebied/ *Scope*
2. Normatieve verwijzingen/ *Normative references*
3. Inleiding/ *Introduction*
4. Definities/ *Definitions*
5. Belastingen, verplaastingen, rotaties/ *Loads, displacements, rotations*
6. Kwaliteit/ Attestation of conformity
7. Eisen per deel van NEN EN 1337/ *Requirements in relation to the parts of EN 1337*
8. Overgangsconstructies/ *Transferstructures*
9. Eisen voor Trek- drukopleggingen/ *Requirements for compression- tension bearings*

Bijlage A: Belastingcombinaties opleggingen/ *Loadcombinations bearings*

Documenthistorie:

RTD 1012 9-4-2014	Toevoeging verwijzingen naar de ROK 1.2. Uitbreiding formule voor verticale speling bij geleidingen (7.1.2). Herziening eisen aan geproduceerde rubber opleggingen (7.3.2). Rolopleggingen voor nieuwbouw zijn uitgesloten. (7.4) Levensduur eis toegevoegd (3, 7.9.1) Wrijvingscoeficiente voor epoxy toegevoegd. Veiligheidsfactor voor beton aangepast (8.1) Eisen voor verankering overgangsplaten toegevoegd (8.2).
RTD1012 d.d.01-10-2013	Herziene bijlage belastingcombinaties
RTD 1012	Samenvoeging van NBD00702A Vs.18, 4/12/2009 en herziende bijlage belastingencombinaties opleggingen Vs.2 dd 11 januari 2012
Vs. 18, 4/12/2009	Clause 5, belastingen en combinaties verwijderd *(loads and combinations deleted)* Clause 7.9, Corrosiebescherming aangepast *(Corrossion protection adapted)*

1. Onderwerp en toepassingsgebied/ *Scope*

In dit document zijn eisen opgenomen voor ontwerp, fabricage en montage van brugopleggingen, samengesteld uit de typen: rubber blok opleggingen, potopleggingen of bolsegmentopleggingen evt.in combinatie met een glijdelement en of geleidingen in samenhang met EN 1337. In bijlage A zijn belastingcombinaties voor opleggingen gedefinieerd.

Het document kan ook gebruikt worden voor projecten met als doel de renovatie of vervanging van de bestaande opleggingen

This document gives the requirements for design, manufacturing and installation for structural bearings of the types: elastomeric bearings, pot bearings or spherical bearings, where relevant in combination with sliding elements and/or guides. All requirements relate to EN 1337. In appendix A load combinations for bearings are given.

The document can also be used for projects concerning renovation or replacement of existing bearings.

2 Normatieve verwijzingen/ *Normative references*

De volgende normatieve documenten bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van deze norm zijn. Op het ogenblik van publicatie van de onderhavige norm waren de vermelde versies van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien; partijen die overeenkomsten sluiten op basis van deze norm wordt daarom aanbevolen na te gaan of het mogelijk is, de meest recente versie van onderstaande normatieve documenten toe te passen.
In aanvulling op deze normen moeten ook de relevante artikelen uit de ROK 1.3 worden gehanteerd. Bij tegenstrijdige eisen in de ROK en dit document prevaleert dit document.

Normnummer: jaar van uitgifte	**Titel van de norm.**	**Internationaal equivalent**
NEN-EN-ISO 9001:2000	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen	EN ISO 9001:2000
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 1	Algemene ontwerpregels/ *General design rules*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 2	Glijdelementen/ *Sliding elements*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 3	Rubber blokopleggngen/ *Elastomeric bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 4	Rolopleggingen/ *Roller bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 5	Potopleggingen/ *Pot bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 6	Taatsopleggingen/ *Rocker bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 7	Bol- en cilindersegmentopleggingen/ *Spherical and cylindrical bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 8	Geleidingen en vasthoudinrichtingen/ *Guide bearings and restraint bearings*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 9	Bescherming/ *Protection*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 10	Inspectie en onderhoud/ *Inspection and maintenance*	-
NEN EN 1337 "Structural bearings" Part 11	Transport, opslag en montage/ *Transport, storage and installation*	-

3. Algemeen/general
4.
3.1 Inleiding/ *Introduction*

Deze norm gaat uit van EN 1337 als basis en beschrijft de voor Rijkswaterstaat noodzakelijke aanvullingen en afwijkingen. Alle delen van de norm moeten worden toegepast. In aanvulling op deze normen moeten ook de relevante artikelen uit de ROK 1.3 worden gehanteerd. Bij tegenstrijdige eisen in de ROK en dit document prevaleert dit document.

This standard is based on EN 1337 and gives the necessary additions and deviations for Rijkswaterstaat.All parts of EN 1337 are applicable.

Voor alle delen van opleggingen die vallen onder de geharmoniseerde delen van EN 1337 is CE-marking verplicht.

CE-marking is required for all parts of bearings, regulated with the harmonised parts.

3.2 Levensduur/working life

Opleggingen moeten een ontwerplevenduur bezitten van 50 jaar.

De levensduur moeten worden aangetoond aan de hand van analyses van slijtage (translaties, rotaties) , vermoeiing en corrosie.

Bearings shall have a design working life of 50 years.

The life expectancy shall be demonstrated with analyses of wear (translation, rotation), fatigue and corrosion.

4. Definities/ *Definitions*

Voor opleggingen zijn de definities van NEN EN 1337 van kracht.

5. Belastingen, verplaatsingen, rotaties/ *Loads, displacements, rotations*

Belastingcombinaties voor Brugopleggingen (versie met NL α, β, γ, ψ-factoren). Zie bijlage A.

De verkeersbelastingen moeten worden ontleend aan EN 1991-2 met de NB.

Load combinations for Bridge Bearings (version with NL α, β, γ, ψ-factors). See appendix A.

The traffic loads shall be taken from EN 1991-3 with the NA.

6. Kwaliteit/ Attestation of conformity

In aanvulling op de rapportages volgend uit de CE-markering moeten test- en berekenings rapporten worden overlegd, zoals beschreven in deze norm.

In addition to the reports following from CE-marking, resulst frm testing and calculation shall be presented, as described in this standard.

7. Eisen per deel van NEN EN 1337/ Requirements in relation to the parts of EN 1337

7.1 Algemene eisen/ General requirements

De algemene technische eisen voor opleggingen en hun ontwerpeisen moeten worden ontleend aan EN-1337-1 "Structural Bearings" Part 1: General Design Rules.

The general requirements for bearings and the design requirements shall be taken from EN-1337-1 "Structural Bearings" Part 1: General Design Rules.

Aanvullende ontwerpeisen/ Additional design requirements

7.1.1. Zuigers van potopleggingen en boldelen van bolsegmenten van alzijdig beweegbare opleggingen/ *Pistons and convex elements of free bearings*

Bij alzijdig beweegbare opleggingen uitgevoerd als potopleggingen en bolsegmentopleggingen kunnen de zuigers en de bol-delen gaan roteren om de verticale as ten gevolge van langsbewegingen van de brug in de oplegging en ongelijkmatige wrijving in het glijdelement.

Rotatie mag niet leiden tot dwangkrachten op afdichtingen of het aanlopen van bevestigingspunten of transportbevestigingen. Wanneer deze kans aanwezig is, dient

de oplegging voorzien te zijn in een aanslag. De aanslag dient gedimensioneerd te zijn op F_h resulterend uit het volgende krachtenspel:

The pistons and spherical elements of free bearings are susceptible to rotations about the vertical axis, caused by movements of the bridge in longitudinal direction and unequal friction in the sliding element.
Rotation of these elementsshall not cause imposed forces on seals or the locking solid of installation devices or transport devices. If such a phenomenon is likely to occur, the bearing shall include an end stop.
The end stop shall be dimensioned for F_h resulting from:

$$\mathbf{M_z = 0.25 * F_z * \Delta\mu * r}$$

waarin:/ in which:

M_z = aandrijfmoment voor rotatie t.g.v. verschilwrijving
actuating moment for rotation, caused by differential friction

F_z = verticale oplegreactie (SLS)
Vertical reaction

$\Delta\mu$ = verschil wrijvingscoëfficient 0.005
Differential friction coefficient

r = 0.5 D

F_h = M_z / e

e = afstand van draaiingsas tot aanslag (loodrecht op aanslagvlak)

7.1.2 Verticale speling in interne langsgeleidingen/ *Vertical clearance in internal guides*

Bij toepassen van interne geleidingen in combinatie met een glijdelement, dient de speling in verticale richting tussen de geleiding en het er boven of onder gelegen onderdeel, in onbelaste toestand, minimaal te bedragen:

When internal guides are used in combination with a sliding element, the clearance in vertical direction between the guide and the adjacent part shall be in unloaded condition :

$$\mathbf{c \geq h + 1.0 + u_z}$$

waarin:/ in which:

c = verticale speling , *vertical clearance* (mm)
h = hoogte van de opstand (mm) volgens, *height of protrusion (mm) in accordance with,* EN 1337 Part 2 Clause 6.1
u_z = invering tgv vertical belasting, defelection due to vertical load

De interpretative van de resultaten moet rekening houden met de invering van de PTFE glijdlaag, inclusief langeduur-effecten, spelingen en eventuele effecten van conservering.

The interpretation of the results shall consider the deflection of the PTFE sliding material, including long term effects, clearances and effects of corrosion protection.

7.2 Glijdelementen/ Sliding elements

In aanvulling op EN 1337-2 "Sliding elements" Table 15 moet het volgende worden gerapporteerd:
In addition to EN 1337-2 "Sliding elements" Table 15 the following shall be reported:

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording method contractor)	Frequentie externe toetsen (Frequentie third party control)	Vastlegging (Recording)
Verticale speling in hor. Geleidingen Vertical clearance in hor. Guides	RTD 1012, art.7.1.2	Elke geleiding each guide.	Protocol	Each protocol and 2 samples out of each series of 2 to 10 sliding elements	Statement

Eisen voor toetsing fabricage / *Requirements for verification of production:*

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording contractor)	Frequentie 3rd party control (Frequency 3rd party control)
Afmetingen (Dimensions)	Tekeningen van de fabrikant (Manufacturer's drawings)	Iedere Oplegging (Every Bearing)	Protocol	Each protocol and 2 samples out of each series of 2 to 10 bearings
Corrosie bescherming (Corrosion protection)	RTD 1012, Par.10.1	Iedere Oplegging (Every Bearing)	Protocol	Each protocol
Parallelliteit (Parallellism)	EN 1337-5, 7.1.3	Iedere Oplegging (Every Bearing)	Protocol	Each protocol
Overgangsplaten • Vlakheid • conservering • Bevestigingen (Transition plates • Flatness • corrosiion protection • connections)	RTD 1012, par. 7	Each transition plate	Protocol	Each protocol

Externe controles moeten worden uitgevoerd in overeenstemming met EN 1337-2 "Sliding elements" Table 2, met dien verstande, dat alle toetsen betrekking moeten hebben op de materiaalcharge in relatie tot het project.
Verification by third parties shall be carried out as described in EN 1337-2 "Sliding elements "Table 2, but all verification shall concern the material used for the particular project.

7.3 Rubber blokopleggingen/ *Elastomeric bearings*

Zie/*See* EN 1337-3

Opleggingen moeten planparallel zijn.

Only plan parallel bearings are allowed.

In aanvulling op de EN 1337-3e moet het volgende worden gerapporteerd:/ *In addition to EN 1337-3 the following shall be reported:*

7.3.1 Materiaal/ *Material*

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording method contractor)
Hardheid (Hardness)	ISO-7619	In relatie tot geproduceerde opleggingen (In relation to producted bearings)	Protocol
Massa (Specific gravity)	ISO 2781		
Treksterkte (Tensile strength)	ISO 37 (1994)		
Rek bij breuk (Elongation at break)	ISO 37		
Scheursterkte (Tear resistance)	ISO 34-2		
Kruip (24 uur bij 70º C) (Compression set) (24 Hours at 70º C)	ISO 815 (1972)		
Glijdingsmodulus (Shear modulus)	ISO 1747		
Bestendigheid tegen ozon (Ozone resistance)	ISO 1431-1		
Rheometer test (180º C, 0.5º)	ISO 6502		

7.3.2 Geproduceerde opleggingen/ *Production*

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording contractor)	Frequentie 3rd part control (Frequency 3rd party control)
Afmetingen (Dimensions)	Tekeningen van de fabrikant (Manufacturer's drawings)	Iedere oplegging (Each bearing)	Protocol	Each protocol and 2 samples out of each series of 2 to 10 bearings
Afschuifstijfheid (Shear stiffness)	EN 1337-3, 4.3.1 EN 1337-3, Annex F	1e en 2e en daarna elke volgende 10e en 11e oplegging tot tan γ = 0.7 bij voorspanning 6 N/mm^2 (1st and 2nd and each 10th and 11th following bearing to tan γ = 0.7 at a preloading stress of 6 N/mm^2.	Protocol	-
Kracht-indrukking (Compression stiffness) N_z/A = 15 MPa	EN 1337-3, 4.3.3 EN 1337-3, Annex H	See Note 1 Opleggingen kleiner dan 300 x 300 mm: 1e en 2e en daarna elke volgende 10e en 11e oplegging met een minimum van één per batch. Opleggingen gelijk aan of groter dan 400 x 400 mm: Iedere oplegging Bearings smaller than 300 x 300 mm: 1e en 2e and further each 10e en 11e bearing, with a minimum of one per batch. Bearings equal to or greater than dan 400 x 400 mm: Each bearing.	Protocol	-
Overgangsplaten • Vlakheid • conservering • Bevestigingen (Transition plates • Flatness • corrosiion protection • connections)	RTD 1012, par. 7	Each transition plate	Protocol	Each protocol

Reparaties zijn niet toegestaan.
Repair is not allowed.

7.4 Rol opleggingen/ Roller bearings

Zie/ See EN 1337-4

Rolopleggingen mogen uitsluitend worden toegepast in het kader van renovaties van bruggen op rolopleggingen.

Roller bearings are only allowed as replacement of roller bearings in existing bridges.

7.5 Potopleggingen/ *Pot bearings*

De afdichting tussen zuiger en pot dient een minimale slijtageweg van 2000 m te kunnen afleggen vlgs de slijtagetest in NEN EN 1337-5.
The seal between piston and pot shall be able to resist a minimum wear path of 2000 m described in the wear test in EN 1337-5.

Voor fabricage zie EN 1337-5.

For production see EN 1337-5.

7.6 Taatsopleggingen/ *Rocker bearings*

Zie/ See EN 1337-6

7.7 Bolsegmentopleggingen/ *Spherical bearings*

In aanvulling op de EN 1337-7 moet het volgende worden gerapporteerd:/ *In addition to EN 1337-7 the following shall be reported:*

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording contractor)	Frequentie 3rd party control (Frequency 3rd party control)
Overgangsplaten • Vlakheid • conservering • Bevestigingen (Transition plates • Flatness • corrosiion protection • connections)	RTD 1012, par. 7	Each transition plate	Protocol	Each protocol

Externe controles moeten worden uitgevoerd in overeenstemming met EN 1337-2 “Sliding elements” Table 16, met dien verstande, dat alle toetsen betrekking moeten hebben op de materiaalcharge in relatie tot het project.

Verification by third parties shall be carried out as described in EN 1337-2 “Sliding elements ”Table 16, but all verification shall concern the material used for the particular project.

7.8 Geleidingen en vasthoudconstructies/ *Guides and restraints*

Zie/see EN 1337-8

7.9 Bescherming/ *Protection*

7.9.1 Corrosie bescherming/ *Corrosion protection*

Eisen levensduur conservering: 50 jaar (klein onderhoud elke 15 jaar toegestaan)

EN ISO 12944 Klimaatklasse C5-I en C5-M, levensduur hoog.

Requirement working life corrosion protection: 50 years.(every 15 y small maintenance allowed) EN ISO 12944 Corrosivity category C5-I and C5-M, life expectancy high.

7.9.2 Bescherming tegen beschadiging etc./ Protection against damage etc.

Indien voorgeschreven in het contract dienen de opleggingen te worden voorzien van eenvoudig demontabele stofkappen.

If required in the contract, the bearings shall be featured with protection devices that can be easily removed.

7.10 Inspectie en onderhoud/ Inspection and maintenance

Zie/ *See* EN 1337-10.

Inspectie en onderhoudsintervallen moeten zijn vastgelegd in een onderhoudsplan. De intervallen moeten voldoen aan de eisen van de beheerder.

Inspection and maintenance intervals shall be described in a maintenance plan. The intervals shall comply with the requirements of the principal.

7.11 Transport, opslag en montage/ Transport, storage and installation

Het transport, de opslag en de montage moeten worden uitgevoerd volgens EN 1337-11.

The transport, storage and installation shall be carried out in accordance with EN 1337-11.

7.11.1 Bevestigingspunten voor hijsogen etc. /*Connections for lifting devices*

De opleggingen dienen voorzien te zijn van wegneembare bevestigingspunten voor hijsogen etc.
The bearing shall have removeabe connections for lifting devices etc.

7.11.2 Markering/ *Marking*

Op de opleggingen dient aangegeven te zijn :

- Inbouwlocatie
- Orientatie
- Bewegingsvrijheid

The following shall be indicated on the bearing

- *Location*
- *Orientation*
- *Displacement capacity*

7.11.3 Montage/ *Installation*

Montage van de opleggingen dient te worden uitgevoerd onder toezicht van de fabrikant of een door hem aangewezen persoon. Van deze montage dient per opleggingen een document te worden overlegd waarin de leverancier, of de door hem aangewezen persoon, verklaart dat de oplegging volgens zijn voorschriften en aanwijzingen is gemonteerd.

Installation of bearings shall be carried out under supervision of the manufacturer or a representative appointed by the manufacturer. A protocol of the installation will be drafted, in which the manufacturer declares that the bearings have been installed in accordance with his prescriptions and indications.

7.11.4 Vijzelplan en vijzelwerkzaamheden/ Jacking

De aannemer stelt een volledig berekend en op tekening uitgewerkt vijzelplan op, rekening houdend met de eigenschappen van de brug, de onderbouw.
Bij het opstellen van het vijzelplan kan CUR aanbeveling 68 worden gebruikt, met de volgende aanpassingen:

1. Par. 5.5.1: Onderscheid maken tussen statische en dynamische wrijvingscoëfficient.
2. Par. 6.2.1, Annex A en Annex B: Stabiliteits berekeningen altijd in elastisch gebied.
3. Par. 6.2.3 :Wrijvingscoëfficienten altijd aantonen d.m.v. proeven of literatuur.

Bij het uitvoeren van de vijzelwerkzaamheden kan CUR aanbeveling 81 worden gebruikt.

The contractor drafts a fully designed jacking plan, including the characteristics of the bridge and te piers and abutments. CUR recommendation 68 can be used, with the following adaptations:

1. *Clause 5.5.1: distinguish between static and dynamic friction*
2. *Clause 6.2.1, Annex A and Annex B: Stability checks always for elastic behaviour*
3. *Clasue 6.2.3: Friction coefficients always to be demonstrated by means of tests or literature.*

For jacking operations CUR recommendation 81 can be used.

7.11.5 Positioneren van de opleggingen/ Positioning of the bearings

Bij de positionering van de opleggingen dienen deze, tenzij anders voorgeschreven in het contract, afgesteld te worden met de volgende plaatsingsnauwkeurigheden (per oplegging):

1. Locatie: Nauwkeurigheid in x, y, en z richting +/- 3mm
2. Richtingen: Nauwkeurigheid t.o.v. het hor. Vlak in alle richtingen 0.001 rad.

Positioning of the bearings shall be carried out, if not prescribed in the contract, respecting the following tolerances (for each bearing):

1. *Location: Accuracy in x, y, en z direction +/- 3mm*
2. *Directions: Accuracy with respect to the hor. plane in all directions 0.001 rad.*

7.11.6 Ondersabeling/ *Grouting*

De methode van ondersabelen dient eerst gekwalificeerd te worden in 2 proefopstellingen.
Wanneer deze leiden tot goed resultaat doet de aannemer een voorstel hoe deze methode gemonitord kan worden. Het geaccepteerde monitoring plan wordt bij de uitvoering als criterium voor de uitvoering gehanteerd.

The method of grouting shall be qualified in 2 tests.
If the tests show good results, the contractor proposes a monitoring method. The accepted monitoring plan will be used as a criterion during installation.

7.11.7 Positionering van het vrije deel/ *Positioning of the free sliding part of the bearing*

Het vrije deel dient gepositioneerd te worden met de juiste voorinstellingen.
The free sliding part must be appropriately positioned respection planned offsets etc.

7.11.8 Tijdelijke koppeling van het vrije deel/ *Temporary link between free sliding part and bridge*

De tijdelijke koppeling van het vrije deel mag uitsluitend werken als "meenemerconstructie"
The temporary link between the free part of the bearing and the bridge is only allowed to be used as a connection with guides the bearing.

7.11.9 Oplegreacties na afvijzelen/ *Reactions after jacking*

Na het afvijzelen van de brug dienen de oplegreacties in de opleggingen te voldoen aan de in het contract voorschreven waarden en toleranties, zijn deze niet aangegeven dan is een tolerantie van +/- 5% aanvaardbaar. Daarnaast dient de eindhoogte van de brug binnen +/- 2mm t.o.v. de ontwerpuitgangspunten te liggen.

After lowering the bridge, the reactions at the bearings shall be in accordance with the contract. If no other tolerances are given they are +/- 5%.
The final position in vertical direction shall not deviate more than 2 mm.

7.11.10 Definitieve koppeling van het vrije deel aan de brug/*Connection of free part to the bridge*

Aanbrengen na het afvijzelen van de brug.
Connection shall be established after lowering the bridge.

7.11.11 Controles bij montage/ *Control of installation*

Controle onderwerp (Subject of control)	Controle volgens: (Control in accordance with)	Frequentie aannemer (Frequency contractor)	Vastlegging aannemer (Recording contractor)	Frequenti1e 3rd party control (Frequency 3rd party control)
Vijzelplan • Sterkte • stabiliteit • hydraulische koppeling van systemen (jacking • Resistance • Stability • hydraulic linking of the systems)	Contract attachments + RTD 1012, par. 6	Whole plan	Statement	Whole plan
Positionering van de opleggingen (Positioning of the bearings)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Koppeling aan de onderbouw (Connection to the substructure)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Ondersabeling (Grouting, mortar bed)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Positionering Bovenzadel (Positioning Top plate)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Tijdelijke koppeling bovenzadel (meeneemfunctie) (Temporary connection top plate)(linking function)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Afvijzelen van de brug • Beheersing van de reactiekrachten • Beheersing eindpositie (Lowering of the bridge • Control of the reaction forces • control of the final position)		Each bearing	Protocol	Each bearing
Definitieve koppeling van het bovenzadel aan de brug (Final connection of the top plate to the bridge)		Each bearing	Protocol	Each bearing

8. Overgangsconstructies/ Transfer structures

8.1 Uitwisselbaarheid/ *Replaceability*

De verankering van de oplegging aan de brug, resp. landhoofd en pijler moet op eenvoudige wijze demontabel zijn, waarbij een vijzelhoogte van 10 mm, exclusief elastische invering van de oplegging, voldoende is om de oplegging te verwijderen en een nieuwe te plaatsen.
Indien niet anders aangegeven, dienen de opleggingen zowel aan het bovenzadel, als aan het onderzadel voorzien te zijn van overgangsplaten bij aansluitingen aan betonconstructies. De bevestiging aan deze overgangsplaten dient eenvoudig demonteerbaar te zijn om een efficiënte uitwisseling van de oplegging in de toekomst mogelijk te maken. Zie figuur 1.

The connection of the bearing to a bridge, abutment or pier shall be easily dismountable. A jacking height of 10 mm shall be sufficient for exchange of a bearing. If not otherwise indicated, additional transition plates shall be used for connection to concrete structures. The connection to these transition plate shall be simply Dismountable for an efficient replacement of the bearings in future. See figure 1.

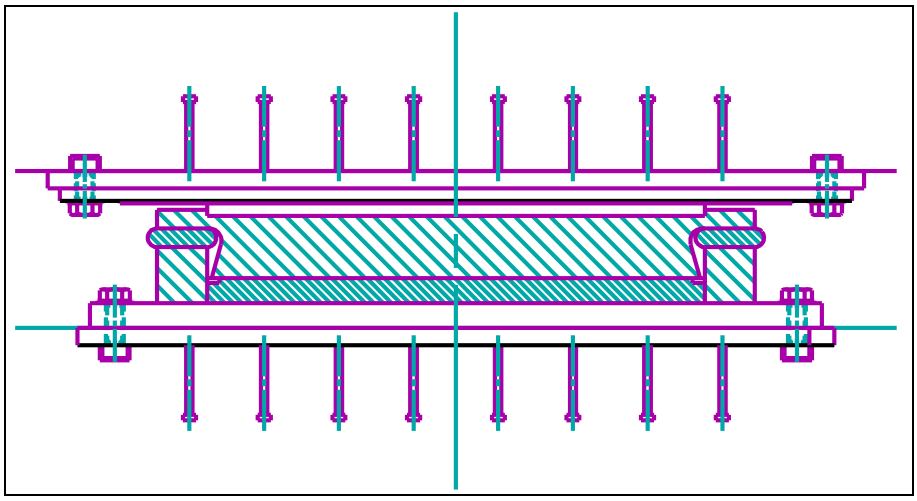


Fig. 1. Overgangsplaten aan boven en onderzadel
van een "vaste" potoplegging/ *Transition plates to bridge and pier or abutment*

Wrijvingscoëfficienten/ friction coefficients EN 1337-1, 5.2.

In tegenstelling tot EN 1337-1 moet worden gebruikt:

Deviating from EN 1337-1 shall be used:

Partial factor for friction γ_μ:

2,0 for steel on steel

2,0 for steel on concrete

For elastomeric bearings, the friction coefficient of elastomer to epoxy shall be taken equal to that of elastomer to steel see EN 1337-3, A partial factor of 1,1 shall be used for all combinations of materials.

8.2 Ontwerpeisen overgangsplaten/*Design requirements for transition plates*

1. Belastingcombinatie ULS/ *Load combination ULS*

2. Mobiliseren schuifcapaciteit tussen oplegging en overgangsplaat, resp. overgangsplaat en betonconstructie. *(Friction capacity between bearing and transition plate)*

   Cap. = $0.5 * V_{min} * \mu$

   De factor 0.5 heeft betrekking op de neiging tot "wegwandelen" van opleggingen
   The reduction fator 0.5 is an additional safety factor in relation to "walking away"of the bearing.

In ieder geval dient de verbinding te bestaan uit 4 bouten M16, minimale kwaliteit 10.9.
The connection shall at least consist of 4 bolts M 16, minimal quality 10.9

Voor verbindingen aan de hoofdconstructies geldt dat in aanvulling op de ontworpen capaciteit een extra capaciteit van 30% van de horizontale ontwerpkracht dmv ankers ed moet worden kunnen overgedragen.

For connections to the main structures an additional capacity of 30% of the horizontal design force shall be assumed to be transferred by anchorages.

8.3 Uitvoeringseisen Overgangsplaten/ Manufacturing requirements transition plates

Vlakheidheidseis: 1/1000 van de langste (diagonaal)maat
Flatness: 1/1000 of longest diagonal

Conservering:
Als de oplegging, en de vlakken die na het inbouwen niet met de oplegging of de beton in aanraking komen bijwerken tot het volledige corrosiebeschermingssysteem aanwezig is.

Corrosion protection:
As bearing, and all areas not in contact with the bearing or concrete shall have the full corrosion protection system.

9.0 Eisen voor Trek-drukopleggingen/ *Requirements for compression- tension bearings*

9.1. Algemeen/ General

Dit deel van RTD 1012 beschrijft de eisen die worden gesteld aan Trek-, Drukopleggingen, in aanvulling op EN 1337, Structural bearings.

This part of RTD 1012 describes the requirements for Tension-, Compression Bearings, in addition to EN 1337, Structural Bearings

9.2 Materialen/ Materials

De constructie dient in hoofdzaak te zijn vervaardigd uit stalen onderdelen. Rekening dient te worden gehouden met kerfslagtaaiheid, lasbaarheid etc.
Glijdelementen en geleidingen dienen te worden vervaardigd uit de materialen zoals voorgeschreven in EN 1337-2, Structural Bearings, Sliding Elements en EN 1337-8, Structural Bearings, Guides.

Principally the structure shall be manufactured from steel parts. They shall allow the transfer of the loads. Due attention shall be paid to impact capacity, weldability, etc.
Sliding Elements and Guides shall be manufactured from the materials as required in EN 1337-2, Structural Bearings, Sliding Elements and EN 1337-8, Structural Bearings, Guides.

9.3 Ontwerp/ Design

Het ontwerp van de oplegging moet zodanig zijn dat de glijdvlakken die de verticale druk- en trekkrachten overdragen altijd onder druk staan.
The design of the bearing shall ensure a continuous positive contact in the sliding surfaces that transfer the vertical compression and tension forces.

Geleidingen dienen in staat te zijn alternerend aan te liggen en los te komen.
Guides shall allow alternating contact and separation.

Het ontwerp van de staalconstructie dient te voldoen aan EN 1993, Steel Structures. (EC3)
The design of the steel structure shall be in accordance with EN 1993, Steel structures. (EC3)

9.4 Detaillering/ Detailed design

Bij het ontwerp dient met de volgende aspecten rekening te worden gehouden:

1. Eenvoudige inspecteerbaarheid
2. Eenvoudige onderhoudbaarheid
3. Eenvoudige vervanging van de slijtgevoelige onderdelen.
4. Eenvoudige vervanging van de oplegging

The design shall allow the following:

1. *Good inspectability*
2. *Easy maintenance*
3. *Ease of replacement of the parts subjected to wear.*
4. *Ease of replacement of the complete bearing*

9.5 Fabricage/ Manufacturing

De fabricage dient te voldoen aan de eisen voor staalconstructies met aanvullende eisen t.a.v. toleranties volgend uit het ontwerp.
De fabricage kan slechts aanvangen nadat het (deel)kwaliteitsplan fabricage door de directie is geaccepteerd. De hold- en witness points worden voorgesteld door de aannemer en aangevuld door de directie.

The manufacturing process shall comply with the requirements for steel structures with additional requirements following from the design.
Production can only start after acceptance of the (partial) quality plan by the engineer. The hold and witness points are to be proposed by the contractor and will be amended by the engineer.

9.6 Montage/ Installation

De montage kan eerst een aanvang nemen nadat het (deel)kwaliteitsplan montage door de directie is geaccepteerd. De hold en witness points worden voorgesteld door de aannemer en aangevuld door de directie.

Het kwaliteitsplan zal o.m. de volgende aspecten omvatten:

- Evenwicht van de brug tegen up lift
- De sterkte en stabiliteit van de hulpsteunpunten,
- De procedures en de bewaking van de criteria

Installation can take place after acceptance by the engineer of the (partial) quality plan. The hold and witness point are to be proposed by the contractor and amended by the engineer.

The quality plan shall among others comprise the following aspects:

- *Stability of the bridge with respect to uplift*
- *Strength and stability of the temporary supports.*
- *The procedures and the control of the criteria.*

Bijlage A

Belastingen, verplaatsingen, rotaties

Loads, displacements, rotations

Belastingcombinaties voor Brugopleggingen (versie met NL α, β, γ, ψ-factoren)

De verkeersbelastingen moeten worden ontleend aan NEN EN 1991-2 met de NB.

Load combinations for Bridge Bearings (version with NL α, β, γ, ψ-factors)

The traffic loads shall be taken from NEN EN 1991-2 with the NA.

1. Inleiding/ Introduction

1.1.1 Gevolgklassen/ *Consequence classes*

De opleggingen moeten zijn ontworpen voor dezelfde gevolgklasse (CC) als de brug.

The bearings shall be designed for the same consequence class (CC) as the bridge

1.1.2 Belastingen en verplaatsingseffecten/ *Actions*

Persistent load effects	$G_{k,s}$	Self weight (onderscheid maken in $G_{k,s,\ sub}$ en $G_{k,s,\ inf}$)
	$G_{k,r}$ (1)	Surfacing, safety barriers, parapets, Lighting columns etc. (onderscheid maken in $G_{k,r,\ sub}$ en $G_{k,r,\ inf}$)
	P	Prestress
	G_{set} (2)	Settlements, subsidence
	Sh (3)	Shrinkage
	Cr (3)	Creep
Variable load effects	**Traffic loads**	
	LM1: Q_k = TS1, TS2, TS3 (6)	Tandem systems
	LM1: q_{ik} = UDL (6)	Equally distributed loads (i = notional lane i)
	LM4: Q_{fwk} (4)	Pedestrian point load
	LM4: q_{fk}	Pedestrian equally distributed loads
	Q_{lk}	Breaking force
	Q_{tk}	Centrifugal force
	Atmospheric actions	
	$Q_{Sn,k}$	Snow
	F_{wk}	Wind
	T_k (5)	Temperature
Accidental load effects	A_d	Accidental action

(1) = Er zijn typen kunstwerken waarvoor in verband met onderhoud de al dan niet gedeeltelijke aanwezigheid van deze belasting moet worden beschouwd
(2) = Altijd volledig meebeschouwen indien van toepassing voor een gedefinieerd kunstwerk
(3) = Alleen van toepassing voor betonnen of staal-beton kunstwerken
(4) = Alleen relevant voor kleine voetgangersbruggen
(5) = Ook verplaatsingen en rotaties t.g.v. temperatuur
(6) = Bij de verkeersbelastingen de resultaten van invloedslijnen in langs- en dwarsrichting meebeschouwen. De wrijvingskrachten met hun richtingen ook meebeschouwen.

(1) = In relation to maintenance and replacement phases
(2) = Shall be considered in full
(3) = Only for concrete and composite structures
(4) = Only for small pedestrian bridges
(5) = Is also relevant for displacements and rotations due temperature
(6) = - The influence lines in the longitudinal and transverse direction shall be considered
- The accumulated friction effects from moveable bearings on the fixed and guided bearings shall be considered, including the movement direction
- Movements from traffic shall be considered

1.1.3 Belasting- en verplaatsingsfactoren/ *Partial factors for loads and movements*

De belasting- en verplaatsingsfactoren moeten zijn ontleend aan NEN-EN 1990/NB. Daarbij moet voor ULS de verplaatsingsfactor in relatie tot bewegingen ten gevolge van temperatuur worden genomen als 1,1 (in plaats van 1,65 bij CC3 of 1,5 bij CC2).
De verplaatsingsfactor voor bestaande bruggen kan worden genomen als 1,0.

The partial factors for loads and movements shall be taken from NEN-EN 1990/NA. For movements caused by temperature effects the partial factor shall be taken as 1,1 (instead of 1,65 at CC3 or 1,5 at CC2) for the fundamental and the accidental combination.
The partial factor for movements for existing bridges can be taken as 1,0.

1.1.4 Combinatiefactoren/ *Combination factors*

De combinatiefactoren moeten zijn ontleend aan NEN-EN 1990/NB.

Daarbij moet voor thermische belastingen T_k en windbelastingen F_{wk} inclusief de bijbehorende verplaatsingen, de combinatiefactor $\psi_{0,Tk} = \psi_{0,Fwk} = 0,8$ worden genomen.
Voor de combinatiefactor voor verkeer moet $\psi_0 = 0,8$ worden genomen.
Bij buitengewone belastingen is $\psi_{1,Tk} = \psi_{1,Fwk} = \psi_{2,Tk} = \psi_{2,Fwk} = 0,4$.

1.1.5 Combinaties van belastingen en verplaatsingen/ *Load and movement combinations*

De volgende belastingcombinaties worden onderscheiden:

- C_{ULS-1} Uiterste grenstoestand: Minimale resp. maximale verticale oplegreacties met bijbehorende horizontale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)
- C_{ULS-2} Uiterste grenstoestand: Maximale horizontale oplegreacties met bijbehorende verticale belastingen
- C_{ULS-3} Bijzondere belastingen
- C_{SLS-1} Bruikbaarheidsgrenstoestand: Minimale verticale oplegreactie met bijbehorende horizontale oplegreacties
- C_{FAT} Vermoeiing

The following tables give load combinations:

- *C_{ULS-1} ULS: Minimal resp. maximal vertical reaction with associated horizontal loads*
- *C_{ULS-2} ULS: Minimal and maximal horizontal reaction with associated vertical loads*
- *C_{ULS-3} Accidental combination*
- *C_{SLS-1} ULS: Minimal vertical reaction with associated horizontal loads*
- *C_{FAT} Fatigue*

2. Uiterste grenstoestanden (Ultimate Limit States)

2.2.1 Fundamental combinations

Gebaseerd op EN 1990 Annex A2 + NB Equations 6.10a

C_{ULS-1a} Uiterste grenstoestand: Minimale resp. maximale verticale oplegreacties met bijbehorende horizontale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)

C_{ULS-2a} Uiterste grenstoestand: Maximale horizontale oplegreacties met bijbehorende verticale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)

Based on EN 1990 Annex A2 + NA Equations 6.10a

C_{ULS-1a} Ultimate limit state: Minimal and maximum vertical loads with concurrent horizontal loads (various combinations possible)
C_{ULS-2a}: Ultimate limit state: Maximum horizontal loads with concurrent vertical loads (various combinations possible)

C_{ULS-1a} resp C_{ULS-2a} =

$$\gamma_{G,j}\, G_{k,s} + \gamma_{G,j}\, G_{k,r} + \gamma_p\, P + \gamma_{G,set}\, G_{k,set} + \gamma_{G,Sh}\, Sh + \gamma_{G,Cr}\, Cr + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,verkeer}\, \gamma_{verkeer} \{Q_{1k} + Q_{2k} + Q_{3k} + q_{ik} + Q_{lk} + Q_{tk}\} + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Tk}\, \gamma_{overig\ veranderlijk}\, T_k + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Fwk}\, \gamma_{overig\ veranderlijk}\, F_{wk} + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Sn,k}\, \gamma_{overig\ veranderlijk}\, Q_{Sn,k}$$

Noot:
- voor γ_G , $\gamma_{verkeer}$, $\gamma_{overig\ veranderlijk}$ waarden zie NEN-EN1990/NB tabel NB.13
- voor $\gamma_{G,Cr}$ en $\gamma_{G,Sh}$ moet γ_G volgens NEN-EN1990/NB tabel NB.13 worden genomen
- voor γ_p en $\gamma_{G,set}$ zie NEN-EN1990/NB tabel NB.13
- voor ψ_0 –waarden zie 1.1.4 van deze bijlage

Based on EN 1990 Annex A2 + NA Equations 6.10b

C_{ULS-1b} Uiterste grenstoestand: Minimale resp. maximale verticale oplegreacties met bijbehorende horizontale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)

C_{ULS-2b} Uiterste grenstoestand: Maximale horizontale oplegreacties met bijbehorende verticale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)

Based on EN 1990 Annex A2 + NA Equations 6.10b

C_{ULS-1b} Ultimate limit state: Minimal and maximum vertical loads with concurrent horizontal loads (various combinations possible)
C_{ULS-2b}: Ultimate limit state: Maximum horizontal loads with concurrent vertical loads (various combinations possible)

C_{ULS-1b} resp C_{ULS-2b} =

$$\xi \{\gamma_{G,j} G_{k,s} + \gamma_{G,j} G_{k,r} + \gamma_{G,Sh} Sh + \gamma_{G,Cr} Cr\} + \gamma_p P + \gamma_{G,set} G_{k,set} + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,verkeer} \gamma_{verkeer} \{Q_{1k} + Q_{2k} + Q_{3k} + q_{ik} + Q_{lk} + Q_{tk}\} + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Tk} \gamma_{overig\ veranderlijk} T_k + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Fwk} \gamma_{overig\ veranderlijk} F_{wk} + \ldots$$
$$\ldots + \psi_{0,Sn,k} \gamma_{overig\ veranderlijk} Q_{Sn,k}$$

Noot:
- de gecombineerde waarde van $\xi\ \gamma_{G,j}$ nemen uit NEN-EN1990/NB tabel NB.13
- voor $\gamma_{verkeer}$, $\gamma_{overig\ veranderlijk}$ waarden zie NEN-EN1990/NB tabel NB.13
- voor $\gamma_{G,Cr}$ en $\gamma_{G,Sh}$ moet γ_G volgens NEN-EN1990/NB tabel NB.13 worden genomen
- voor γ_p en $\gamma_{G,set}$ zie NEN-EN1990/NB tabel NB.13
- voor ψ_0 –waarden zie 1.1.4 van deze bijlage
- ψ_0 voor de overheersende veranderlijke belasting 1

2.2.2 Bijzondere belastingscombinatie/ *Accidental combination*

C_{ULS-3}: Bijzondere belastingen (calamiteiten)/ Accidental loads etc.

C_{ULS-3} =

$G_{k,s} + G_{k,r} + P + G_{k,set} + Sh + Cr + \ldots$
$\ldots + \psi_{1/2,verkeer} \{Q_{1k} + Q_{2k} + Q_{3k} + q_{ik} + Q_{lk} + Q_{tk}\} + \ldots$
$\ldots + \psi_{1/2,Tk}\ T_k + \ldots$
$\ldots + \psi_{1/2,Fwk}\ F_{wk} + \ldots$
$\ldots + \psi_{1/2,Sn,k}\ Q_{Sn,k} + \ldots$
$\ldots + Ad$

Noot:
- met $\psi_{1/2}$ wordt bedoeld ψ_1 of ψ_2 overeenkomstig de tabellen NB.9, NB.10 en NB.19 van de NEN-EN1990/NB, rekening houdend met de aangepaste waarden overeenkomstig 1.1.4 van deze bijlage.

2.2.3 Seismic Combination

Zie ROK.

See ROK.

2.3. Bruikbaarheidsgrenstoestanden (Serviceability Limit States)

C_{SLS-1}: Bruikbaarheidsgrenstoestand: Minimale resp. maximale verticale oplegreacties met bijbehorende horizontale belastingen (meerdere combinaties mogelijk)

> Eigen gewicht etc. Maximale resp. minimale verticale verkeersbelasting (t.g.v. langs en dwarsposities), resulterende horizontale belasting, maximale hoekverdraaiing (evt. bijbehorend), maximale excentriciteiten en wrijvingseffecten

***C**$_{SLS-1}$: Characteristic combination: Minimal resp. Maximal vertical load with concurrent horizontal loads (several combinations possible)*

> *Self weight and super imposed self weight etc. Maximal resp. Minimal vertical traffic load (consider longitudinal and transverse position, resultant horizontal load, maximal rotations, eccentricities and friction effects.*

C_{SLS-1} =

$G_{k,s} + G_{k,r} + Sh + Cr + P + G_{k,set} + \ldots$
$\ldots + \psi_{0,verkeer} \{Q_{1k} + Q_{2k} + Q_{3k} + q_{ik} + Q_{lk} + Q_{tk}\} + \ldots$
$\ldots + \psi_{0,Tk}\ T_k + \ldots$
$\ldots + \psi_{0,Fwk}\ F_{wk} + \ldots$
$\ldots + \psi_{0,Sn,k}\ Q_{Sn,k}$

Noot:
- voor ψ_0 –waarden zie 1.1.4 van deze bijlage
- ψ_0 voor de overheersende veranderlijke belasting 1

NB:

Deze combinaties zijn vooral relevant voor (gedeeltelijke) uplift in glijdvlakken, potopleggingen, bolsegmentopleggingen, taatsopleggingen en trekspanningen in gevulcaniseerde verbindingen van rubber blokopleggingen.

These combinations are relevant for (partial) uplift in sliding surfaces, pot bearings, spherical bearings and tension in vulcanized connections in elastomeric bearings.

3. Vermoeiing/ Fatigue

Indien de bewegingen van de brug ten gevolge van verkeersbelastingen wisselende horizontale en verticale krachten kunnen ontstaan door de (rollende of glijdende) bewegingen van de opleggingen, dienen de onderdelen die deze krachten op moeten nemen te worden berekend op vermoeiing.
Voor het bepalen van de wisselende krachten en spanningen in horizontale en verticale zin dient belastingmodel 1 voor vermoeiing conform NEN-EN1991-2 en NB te worden gebruikt.

If the movements of the bridge due to traffic loads cause varying horizontal and vertical forces from the (rolling or sliding) movements of the bearings, the parts subjected to these forces shall be designed for fatigue.
These varying forces shall be determent by fatigue model 1 according to NEN-EN1991-2/NA.

Opm:

In vermoeiingsberekeningen uitgaan van γ_{Mf} =1,35.

Note:

In fatigue analyses γ_{Mf} =1,35.

Generieke Eisen
Elektrotechnische Installaties

Datum December 2012
Status Definitief V3.0

Opsteller	toetser	autorisator	uitgave	status
C. Tettero	G. Bruggink	C. Tettero	17-12-2012	definitief

Colofon

Uitgegeven door	RWS Dienst Infrastructuur, Afdeling SWI
Informatie	Afdeling SWI
Telefoon	088 797 21 11
Opmaak	DI-SWI
Datum	17-12-2012
Status	Definitief
Versienummer	3.0

Opsteller	toetser	autorisator	uitgave	status
C. Tettero	G. Bruggink	C. Tettero	17-12-2012	definitief

Inhoud

1. INLEIDING 4

1.1 Doel 4
1.2 Toepassingsgebied 4
1.3 Leeswijzer 4
1.4 Geldigheid 4
1.5 Documenthistorie 4
1.6 Wijzigingbeheer 4

2. ALGEMENE EISEN 5

2.1 Elektrotechnische installatie algemeen 5
2.2 Elektromagnetische Compatibiliteit 8
2.3 Beveiliging 10

3. ENERGIEVOORZIENING 11

3.1 Algemeen 11
3.2 Aardingssysteem 12
3.3 Ononderbroken voedingen 13
3.4 Vast opgesteld noodstroomaggregaat 14
3.5 Aansluiting en opstelling mobiel noodstroomaggregaat 18

4. APPARATENKASTEN 20

4.1 Apparatenkasten algemeen 20

5. INSTALLATIES LICHT EN KRACHT 23

5.1 Verlichting 23
5.2 Noodverlichting 25
5.3 Faciliteiten beheer en onderhoud 26

6. MARKEREN VAN ELEKTROTECHNISCHE INSTALLATIES 27

7. KABELS EN KANALISATIE 30

7.1 Kanalisatie algemeen 30
7.2 In de grond aangebrachte kabels 32

8. BESEINING 33

8.1 Landverkeer- en Scheepvaartseinen 33

9. MEETSYSTEMEN 34

9.1 Meteoinstallaties 34
9.2 Overige meetsystemen 35

1. Inleiding

In dit document worden generieke eisen gesteld aan de elektrotechnische installaties van objecten van Rijkswaterstaat.

1.1 *Doel*

De doelstelling van Rijkswaterstaat is om (vaar)weggebruikers een veilige en vlotte doorstroming te bieden. Dit houdt in dat de organisatie, processen en techniek zo ingericht moeten worden dat deze doelstelling behaald wordt. Het doel van dit document is om elektrotechnische installaties van RWS op onderdelen te uniformeren. Hiermee wordt beoogd een bijdrage te leveren aan de kwaliteit elektrotechnische installaties en uiteindelijk te komen tot een veilige, goed onderhoudbare en duurzame elektrotechnische installatie.

1.2 *Toepassingsgebied*

1.2.1 Dit document is van toepassing op alle stadia van ontwerp tot realisatie van elektrotechnische installaties.

1.2.2 Dit document is geschreven voor algemene toepassing op alle elektrotechnische en aspecten van besturingstechnische installaties.

1.3 *Leeswijzer*

In de inleiding is de bedoeling van dit document weergegeven. In de daarna volgende hoofdstukken zijn de generieke eisen aan de elektrotechnische installaties geformuleerd.

1.4 *Geldigheid*

Deze specificatie maakt deel uit van de projectspecifieke vraagspecificatie eisendeel (VSE) en procesdeel (VSP).

1.5 *Documenthistorie*

Versie:	Bedrijf/afdeling	Auteur:	Commentaar	Datum:
1.0	Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur	TAUW	C. Tettero G Bruggink	15-06-2009
1.1	Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur	C. Tettero	G Bruggink	23-07-2009
2.0	Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur	C. Tettero	F. v.d. Weg G. Bruggink	01-07-2010
2.1	Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur	C. Tettero	nvt	27-01-2012
3.0	Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur	C. Tettero	LBB kaders BS_SS	17-12-2012

1.6 *Wijzigingbeheer*

In versie 3.0 zijn de eisen geherformuleerd om beter aan te sluiten bij de vraagspecificatie eisendeel (VSE). Tevens is de eisenset uitgedund en zijn er eisen aangepast op basis van feedback uit projecten. Vervallen zijn de eisen die geborgd zijn door middel van andere RWS specificaties, of projectspecifiek geborgd dienen te worden. Verder zijn ook de eisen die niet voldeden aan het criterium “SMART” vervallen.

2. Algemene eisen

2.1 *Elektrotechnische installatie algemeen*

Eis GEEI-EIA-01 **Opbouw elektrotechnische installatie**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De elektrotechnische installatie dient modulair te zijn opgebouwd van systeemniveau met een decompositie tot op componentniveau.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criterium: Voldoen aan de decompositie conform 3.2 en 3.4 "Tekenvoorschriften Object- en Lijninfrastructuur gebonden installaties". Realisatiefase: Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		
De elektrotechnische installatie of delen daarvan dienen zo veel mogelijk onafhankelijk van andere installaties kunnen worden gebouwd, onderhouden, aangepast en uitgebreid.		

Eis GEEI-EIA-02 **Toekomstvastheid**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Ten behoeve van de toekomstvastheid dient de installatie bij ingebruikname voorzien te zijn van minimaal 20% fysieke reserve ruimte.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criterium: Minimaal 20% reserve ruimte Realisatiefase: Visuele inspectie/ Documentbeoordeling T(C)D Criterium: Minimaal 20% reserve ruimte		
Toelichting		
Deze eis betreft ruimte beslag in apparatenkasten en energieverdelers, rangeerverdelers, kanalisatie en aders in multicorekabels en glasvezelkabels.		

Eis GEEI-EIA-03 **Technische levensduur**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De technische levensduur van onderdelen in de elektrotechnische installatie dient minimaal 15 jaar te zijn, tenzij anders vermeld in de tabel hieronder. • Transformatoren: 40 jaar • Bijbehorende schakel- en beveiligingsapparatuur: 40 jaar • Laagspanningsverdeelinrichting, MCC: 25 jaar • PC systemen incl toebehoren: 5 jaar • Communicatie- en netwerkapparatuur: 10 jaar • Vaste bekabeling bovengronds: 25 jaar • Vaste bekabeling ondergronds: 40 jaar • Ondersteunende of beschermende (staal-)constructies: 25 jaar • In het veld opgestelde meetinstrumenten: 10 jaar • Buitenverlichting: 10 jaar • Camera-installatie: 10 jaar	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview, aantonen in de RAMS-analyse Realisatiefase: Documentbeoordeling T(C)D, actualiteit RAMS analyse in relatie tot de ontwikkelingsfase		
Toelichting		

Eis GEEI-EIA-04 **Klimatologische invloeden**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Alle apparatuur, kabels, leidingen en toebehoren dienen geschikt te zijn voor toepassing in de omgevingsomstandigheden waar het zich bevindt.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criteria: alle toegepaste apparatuur dient volledig te kunnen functioneren binnen de klimatologische omstandigheden conform NEN 1010, bijlage 51B; ▪ binnen gebouwen AB5, ▪ buiten gebouwen AB3 en AB4 en maximaal voorkomende windbelasting AS3. Realisatiefase:		
Toelichting		

Eis GEEI-EIA-05 **Moeilijk brandbaar en halogeen vrije materialen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De gebruikte materialen dienen moeilijk brandbaar en zonder halogenen te zijn.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview met criteria; Moeilijk brandbaar: Materialen voldoen indien deze indien beproeft zijn volgens de eisen uit de IEC 60331 en/of IEC 60332 serie (alleen voor leidingen) Halogeen vrij; voldoet indien beproeft volgens de eisen uit de IEC 60754 en/of voorzien van KEMA keur 154-4. Realisatiefase: Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		

Eis GEEI-EIA-06 **Sleutels conform sleutelplan**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Van alle sleutelschakelaars en kastdeursloten dienen minimaal 2 sleutels te worden bijgeleverd, gecodeerd volgens het sleutelplan.	[vraagspecificatie]	GEEI-VNSA-07 GEEI-AK-06
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: n.v.t. Realisatiefase: SAT/SIT, check aanwezigheid sleutels en codering		
Toelichting		
Minimaal twee, het sleutelplan is leidend ten aanzien van de benodigde aantallen.		

2.2 *Elektromagnetische Compatibiliteit*

Eis GEEI-EMC/EMV-01 **Het systeem moet EMC (Elektromagnetische Compatibiliteit) bereiken**	Bovenliggende eis(en)	Onderliggende eis(en)
Het systeem dient dusdanig ontworpen te zijn en in stand gehouden te kunnen worden zodat het in zijn elektromagnetisch milieu bevredigend kan functioneren, zonder zelf ontoelaatbare stoorsignalen voor raakvlaksystemen in dat milieu toe te voegen**.**	[vraagspecificatie]	GEEI-EMC/EMV-03
Verificatiemethode	Stakeholder(s)	Brondocument
Ontwikkelingsfase: Documentcontrole: -Het ontwerp dient te voldoen aan: 1. EMC richtlijn 2004/108/EG 2. Guide for the EMC Directive 2004/108/EC 3. R&TTE richtlijn 1999/5/EC 4. NEN-EN-IEC 61000 serie* *(* de van toepassing zijnde normen)* -Het ontwerp dient een "EMC Management Plan" (EMC-MP) te bevatten. -Het EMC-MP dient minimaal aan de volgende voorwaarden te voldoen: 1. Bevat een risicobeoordeling van het niet bereiken van EMC. 2. Beheersmaatregelen voor de risico's vermeld onder punt 1 en een overzicht van de restrisico's. 3. Moet ingaan op de verschillende elektromagnetische risico's welke onder EMC vallen zoals EMI, ESD (Elektrische ontladingen), lage power kwaliteit , retourpad stromen. 4. In de risicobeoordeling dient de omgeving betrokken te worden: a. Gebruikers (o.a. weg- en vaarwegverkeer) b. Bedienaars. c. Onderhoudsmedewerkers d. Naburige infrastructuur (o.a. tram en spoor) e. Andere mogelijke naburige systemen (o.a. fabrieken en energie bedrijven). 5. Bevat overzicht van de EM-zone indeling volgens NEN-EN-IEC 61000 2-5 6. Het dient een overzicht te bevatten van de gebruikte technieken volgens NEN-EN-IEC 61000 5-2 waardoor EMC bereikt wordt. 7. Het bevat een overzicht van de emissie en immuniteit niveaus van alle subsystemen in het object en de verwachte niveaus van de in punt 3 genoemde systemen in de omgeving. 8. Bevat overzicht van certificaten en testrapporten van alle in het object gebruikte subsystemen. Testen moeten worden uitgevoerd conform de NEN-EN-IEC 61000 serie. 9. Voldoet aan de Guide for the EMC Directive 2004/108/EC 10. Overzicht van EMC aansluitinstructies van alle subsystemen. Realisatiefase: --		EMC richtlijn 2004/108/EG. Guide for the EMC Directive 2004/108/EC R&TTE richtlijn 1999/5/EC. NEN-EN-IEC 61000 serie * ** de van toepassing zijnde normen*
Toelichting		

Eis GEEI-EMC/EMV-02 **Veilig systeem op EMV (Elektromagnetische Velden)**	Bovenliggende eis(en)	Onderliggende eis(en)
Het systeem dient dusdanig ontworpen te zijn en in stand gehouden te kunnen worden zodat het geen gevaar vormt voor de gezondheid en veiligheid van werknemers en de gebruikers van het systeem met betrekking tot de blootstelling aan de risico's van elektromagnetische velden.	GEEI-EMC/EMV-01	GEEI-EMC/EMV-03
Verificatiemethode	Stakeholder(s)	Brondocument
Ontwikkelingsfase: Documentcontrole: -Het ontwerp dient te voldoen aan EMV richtlijn 2004/40/EG -Het "EMC Management Plan" (EMC-MP) bevat de EMV aspecten waaronder minimaal: 1. Bevat een risicobeoordeling van onveiligheden door EMV. 2. Bevat beheersmaatregelen voor de risico's vermeld onder punt 2 en een overzicht van de restrisico's. Realisatiefase: --		EMV richtlijn 2004/40/EG
Toelichting		

Eis GEEI-EMC/EMV-03 **De subsystemen van het object dienen adequate emissie en immuniteit niveaus te bezitten voor het beoogde gebruik.**	Bovenliggende eis(en)	Onderliggende eis(en)
De subsystemen van het object dienen adequate emissie en immuniteit niveaus te bezitten voor het beoogde gebruik en omgeving en dienen minimaal de Immuniteit en Emissie niveaus te bezitten voor Industriële omgevingen conform NEN-EN-IEC 61000-6-2 en NEN-EN-IEC 61000-6-4.	GEEI-EMC/EMV-01	
Verificatiemethode	Stakeholder(s)	Brondocument
Ontwikkelingsfase: Documentcontrole: Het ontwerp dient minimaal te voldoen aan NEN-EN-IEC 61000-6-2 en NEN-EN-IEC 61000-6-4. Realisatiefase: **--**		NEN-EN-IEC 61000-6-2 en NEN-EN-IEC 61000-6-4.
Toelichting		

2.3 *Beveiliging*

Eis GEEI-BEV-01 **Voldoen aan de NEN 2535**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De brandmeldinstallatie dient in overeenstemming te zijn met NEN 2535	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		

Eis GEEI-BEV-02 **Voldoen aan de regeling brandmeldinstallaties**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Installaties voor detectie en melding van brand dienen te zijn opgebouwd volgens de ‘regeling brandmeldinstallaties ’, uitgegeven door het CCV	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		

Eis GEEI-BEV-03 **Voldoen aan klasse 3**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Installaties voor inbraakbeveiliging dienen opgebouwd te worden volgens klasse 3 zoals geformuleerd door het CCV en opgenomen in de VRKI 2012	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		

Eis GEEI-BEV-04 **Voldoen aan EN 50131**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Onderdelen van installaties voor inbraakbeveiliging dienen te voldoen aan NEN-EN 50131.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, Documentbeoordeling T(C)D		
Toelichting		

3. Energievoorziening

3.1 *Algemeen*

Eis GEEI-EV-01 **Modulair opbouwen energievoorziening**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het systeem energievoorziening dient over een energieverdeling te beschikken die alle energiegebruikers op logische wijze modulair groepeert en de energielevering op ongestoorde wijze distribueert.	[vraagspecificatie]	GEEI-EV-02 GEEI-EV-03 GEEI-VNSA-07 GEEI-MNSA-01
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: --		
Toelichting		
Alle energiegebruikers en hieruit voortvloeiende (operationele) processen hebben een functionele afhankelijk van de energievoorziening. Het verdelen in onafhankelijke voedingszones is een logische stap om onderlinge beïnvloeding en mogelijke belemmering uit te sluiten.		

Eis GEEI-EV-02 **Toegepaste lijnspanning**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De binnen het systeem energievoorziening toegepaste lijnspanningen dienen voor laagspanningsinstallaties 400V of 690V te zijn.	GEEI-EV-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: --		
Toelichting		

Eis GEEI-EV-03 **Laagspanningsverdeelinrichting**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Apparatuur dient als onderdeel van de laagspanningsverdeelinrichting, opgesteld te worden in de laagspanningsruimte.	GEEI-EV-01	GEEI-EV-03
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: --		
Toelichting		
In het algemeen begint de aansluiting voor laagspanning op het meterbord of op het laagspanningsrek in de transformatorruimte. Gedistribueerde verdeelinrichtingen kunnen hierop een uitzondering vormen.		

Eis GEEI-EV-04 Meetinrichting	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het meetbedrijf dient de bemetering aan te brengen in de laagspanningsruimte.	GEEI-EV-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: --.	Objectbeheerder/ engeriecoordinator	
Toelichting		
Er wordt door OG geen telefoonverbinding verstrekt voor het uitlezen van bemetering.		

3.2 *Aardingssysteem*

Eis GEEI-AS-01 Aardingssysteem	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het systeem energievoorziening dient voorzien te zijn van een aardingssysteem dat ervoor zorgt dat; 1. de nul van een voedingssysteem aardpotentiaal heeft; 2. bij een fout in de elektrische installatie geen gevaarlijke aanraakspanningen optreden of dat deze snel genoeg worden afgeschakeld 3. de mogelijk optredende bliksemstromen worden afgeleid 4. de mogelijk optredende overspanningen (door bliksem of sluitingen in het net) worden beperkt tot een aanvaardbaar niveau 5. er geen ongewenste beïnvloeding plaatsvindt ten gevolge van hoogfrequente verschijnselen	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview, aantonen dat het aardingssysteem is ontworpen aan de hand van de randvoorwaarden uit; ▪ NEN 1010 tbv installatiedelen onderdeel van de utiliteitsinstallatie. ▪ NEN-60204-1 tbv installatiedelen als onderdeel van een machine; ▪ NEN-EN-IEC 62305 delen 1t/m 4; ▪ GEEI H2.2 eisen tav EMC. ▪ NEN-EN-IEC 61936-1 indien een hoogspanningsinstallatie onderdeel is van het systeem. Realisatiefase: SAT, minimaal meting aardverspreidingsweerstand		
Toelichting		

3.3 *Ononderbroken voedingen*

Eis GEEI-OOV-01 **Voldoen aan IEC 62040-1**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De ononderbroken voeding dient te voldoen aan de NEN-EN-IEC 62040-1:2009	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: Documentbeoordeling T(C)D Criterium; Vermelding op conformiteitsverklaring		
Toelichting		
Ononderbroken voeding wordt ook benoemd als UPS (Uninterruptible power systems) of No-Break		

Eis GEEI-OOV-02 **Signaal "uitgeput" tbv aangesloten apparatuur**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De ononderbroken voeding dient een signaal af te geven als deze uitgeput raakt. Hiermee dient aangesloten apparatuur gecontroleerd uitgeschakeld te worden.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-OOV-03 **Minimaal nominaal en piekvermogen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De ononderbroken voeding dient minimaal uitgelegd te zijn voor 120% van het nominale vermogen en 110% van het gevraagde kortstondige piekvermogen.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-OVV-04 **Titel**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Afdekplaten van wandcontactdozen ten behoeve van apparatuur aan te sluiten op een ononderbroken voeding dienen rood te zijn.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

3.4 *Vast opgesteld noodstroomaggregaat*

Eis GEEI-VNSA-01 Noodstroomaggregaat	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Een vast opgesteld noodstroomaggregaat dient in het systeem energievoorziening geïntegreerd te zijn.	[vraagspecificatie]	GEEI-VNSA-02
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		
Het vast opgesteld noodstroomaggregaat wordt in navolgende eisen afgekort door middel van VNSA		

Eis GEEI-VNSA-02 Brandstofinstallatie	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het VNSA dient voorzien te zijn van een brandstofinstallatie.	GEEI-VNSA-01	GEEI-VNSA-03 GEEI-VNSA-04 GEEI-VNSA-05
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-03 Brandstofvoorraad	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De brandstofinstallatie dient zodanig te zijn uitgelegd dat voldoende brandstof voor minimaal 72 uur ononderbroken VNSA-bedrijf kan worden opgeslagen, uitgaande van normaal bedrijf.	GEEI-VNSA-02	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview op de berekening brandstofverbruik in relatie tot het benodigde vermogen. Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		
Deze eis is geformuleerd om na een NSA bedrijf voldoende reserve brandstof op voorraad te hebben voor een eventuele 2e NSA bedrijf. Tevens in verband met het aanleveren van nieuwe brandstof, leveranciers komen veelal niet voor kleine hoeveelheden. Minimaal 72 uur tenzij vanuit systeem specifieke RAMS eisen blijkt dat deze tijd voor het systeem niet voldoende is.		

Eis GEEI-VNSA-04 **Brandstofvoorraad bij oplevering**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De brandstofinstallatie dient bij oplevering/ingebruikname volledig afgevuld te zijn.	GEEI-VNSA-02	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: Toets op het volledig afgevuld zijn		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-05 **Vulpunt bereikbaar bevoorradingsvoertuig**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het vulpunt van de brandstofinstallatie moet zodanig zijn aangebracht dat een bevoorradingsvoertuig deze kan bereiken.	GEEI-VNSA-02	GEEI-VNSA-06
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criteria, dusdanig bereikbaar dat er geen hinder is voor omgeving en (vaar)wegverkeer tijdens het bevoorraden. Realisatiefase: SAT/SIT, Visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-06 **Vulpunt afsluiten cilinderslot**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het vulpunt van de brandstofinstallatie dient met een cilinderslot afgesloten te worden.	GEEI-VNSA-05 GEEI-EIA-07	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-06 **Signaal “brandstofvoorraad uitgeput”**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het VNSA dient een signaal af te geven als de brandstofvoorraad uitgeput raakt. Hiermee dient het VNSA en op het VNSA aangesloten apparatuur gecontroleerd uitgeschakeld te worden.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-07 **Voorziening periodiek testen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
In het systeem energievoorziening dient een voorziening aanwezig te zijn om voor de periodieke test het VNSA gedurende 20 minuten 100% van het nominaal af te geven vermogen te kunnen belasten.	GEEI-EV-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criterium: Het aanwezig zijn van vaste aangebrachte ballastweerstanden. Realisatiefase: SAT/SIT, duurproef		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-08 **Voorkomen overlast rookgasafvoer**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De rookgasafvoer van het VNSA dient zodanig te zijn uitgevoerd dat geen overlast voor omwonenden kan ontstaan.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-09 **Uitvoering ventilatie- en rookgaskanalen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Ventilatie- en rookgaskanalen dienen uitgerust te zijn met een vandalismebestendig, fijnmazig rooster om ongedierte, insecten, stuifsneeuw e.d te weren	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-10 **Voldoen aan NRB 2012**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het VNSA en de bijkomende brandstofinstallatie dienen te voldoen aan de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming 2012.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: --		
Toelichting		

Eis GEEI-VNSA-11 **Geluidsniveau maximaal**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Alle onderdelen van de installatie dienen zodanig geluidsgedempt uitgevoerd te worden dat het geluidsniveau als gevolg van het in bedrijf zijn van het NSA voldoende laag is.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criterium: Tenzij anders aangegeven geldt voor ruimtes waar regelmatig personen in verblijven een geluidsniveau van 55 dB(A) en buiten 50 dB(A). Realisatiefase: SAT/SIT, geluidsmeting(en)		
Toelichting		

3.5 *Aansluiting en opstelling mobiel noodstroomaggregaat*

Eis GEEI-MNSA-01 Mobiel Noodstroomaggregaat	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Ten behoeve van een mobiel noodstroomaggregaat dient een apart voedingsveld in het systeem energievoorziening aangebracht te zijn.	GEEI-EV-01	GEEI-MNSA-02 GEEI-MNSA-03
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		
Het mobiel noodstroomaggregaat wordt in navolgende eisen afgekort door middel van MNSA		

Eis GEEI-MNSA-02 Controle draaiveld	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Er dient een automatische controle te zijn op de richting van het draaiveld met betrekking tot de aansluiting van het MNSA.	GEEI-MNSA-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criteria: ▪ Een foutieve draairichting van het draaiveld dient optisch gesignaleerd te worden. ▪ Een foutieve draairichting van het draaiveld dient inschakelen van de voeding van het MNSA te blokkeren. Realisatiefase: SAT/SIT, functionele demonstratie		
Toelichting		

Eis GEEI-MNSA-03 Titel	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het omschakelen tussen de netaansluiting en de voeding van het MNSA dient met de hand te kunnen geschieden.	GEEI-MNSA-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MNSA-04 **Kabelloop Mobiel Noodstroomaggregaat**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De kabels van het MNSA dienen op veilige en verantwoorde wijze vanaf de opstellingsplaats tot bij de laagspanningsverdeelinrichting gebracht te kunnen worden waarbij de ruimtes afgesloten kunnen worden/blijven.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Minimale criteria: ▪ Doorvoeren dienen water, vuil en ongedierte werend te zijn in gebruikte en ongebruikte situatie. ▪ Geen struikelgevaar voor de gebruikers. Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

4. Apparatenkasten

4.1 *Apparatenkasten algemeen*

Eis GEEI-AK-01 **Minimale bescherming tegen stof, vocht en aanrakingsgevaar**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Apparatenkasten dienen componenten te beschermen tegen stof, vocht en gebruikers tegen aanrakingsgevaar.	[vraagspecificatie]	GEEI-AK-02 GEEI-AK-03 GEEI-AK-05 GEEI-AK-07
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
• Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Minimale criteria: • Kast: minimaal IP 55; • Bodemplaat bij opstelling op vloer met kabelinvoer van onder: minimaal IP 50; • Compartimenten onderling: minimaal IP 20; • Ingebouwde rail- en kabelcompartimenten: minimaal IP 40; Uittrekbare delen, in de teststand: minimaal IP 20. Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		
Begrip apparatenkast: besturings- en schakelkasten schakel- en verdeelinrichtingen		

Eis GEEI-AK-02 **Kastklimaat**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Het klimaat in apparatenkasten waarin actieve elementen zijn opgenomen dienen maatregelen getroffen te worden voor het stabiliseren van de temperatuur en (lucht)vochtigheid in de kast.	GEEI-AK-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview, Analyse van klimaathuishouding Realisatiefase: SAT/SIT, toets op genomen maatregelen tbv klimaathuishouding		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-03 **Geschiktheid voor de ruimte/omgeving**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Apparatenkasten dienen bestand te zijn tegen de uitwendige invloeden van de ruimte/omgeving waar ze opgesteld zijn.	GEEI-AK-01	GEEI-AK-04
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-04 **Klimaatbeheersing**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Indien kasten buiten of in niet geconditioneerde ruimten, kelders en dergelijke worden opgesteld, dienen voorzieningen te worden aangebracht voor klimaatbeheersing in de kast, zodanig dat aan de vereiste omgevingscondities voor de in de kast aanwezige apparatuur wordt voldaan.	GEEI-AK-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview op de analyse van de klimaathuishouding Realisatiefase: -		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-05 **Voorzien van kastdeuren**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Apparatenkasten dienen voorzien te zijn van kastdeuren.	GEEI-AK-01	GEEI-AK-06
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie Minimale criteria: ▪ Kasten breder dan 600 mm dienen voorzien te zijn van twee uitneembare draaideuren. ▪ Deuren moeten ten minste 110° geopend kunnen worden en moeten kunnen worden verwijderd zonder hulpmiddelen. ▪ De constructie van twee in samenwerking draaiende deuren moet zodanig zijn, dat in gesloten stand de deuren elkaar borgen. Kastdeuren moeten worden voorzien van een uitzethaak, tenzij dit om Arbo-technische redenen niet mag (vluchtweg).		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-06 **Uitvoering kastdeursloten**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De kastendeuren dienen afgesloten te worden doormiddel van deursloten met eurocilinders.	GEEI-AK-05 GEEI-EIA-07	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-07 **Schoprand/sokkel**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Op de vloer opgestelde apparatenkasten, lessenaars of bedieningspanelen dienen te zijn voorzien van een afneembare terugliggende schoprand (sokkel).	GEEI-AK-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		

Eis GEEI-AK-08 **Trekontlasting bij onder invoer**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Apparatenkasten met “onder invoer” dienen voorzien te zijn van montageprofielen voor het bevestigen van de afgaande kabels en voor het aanbrengen van eventuele trekontlastingen.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT Visuele inspectie		
Toelichting		

5. Installaties licht en kracht

5.1 *Verlichting*

Eis GEEI-ILK-01 **Titel**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Voor binnenverlichting dient de NEN-EN 12464-1 inclusief referenties te worden gehanteerd. Er moet een bij de functie van de ruimte passende verlichtingssterkte worden toegepast.	[vraagspecificatie]	GEEI-ILK-02 GEEI-ILK-03 GEEI-ILK-04
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview op toepassen van passende verlichtingsterkte en de verlichtingsberekening Realisatiefase: SAT/SIT Verlichtingssterkte door middel van een Luxmeting.		
Toelichting		

Eis GEEI-ILK-02 **Verlichting separaat in en uitschakelen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
De verlichting in de technische ruimtes dienen per ruimte separaat in- en uitgeschakeld te kunnen worden.	GEEI-ILK-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-ILK-03 **Aanwezigheidsdetectie**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Alle ruimtes dienen van aanwezigheidsdetectie te worden voorzien waarmee bij afwezigheid van gebruikers de verlichting uitgeschakeld wordt.	GEEI-ILK-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Criterium: De uitschakelvertragingstijd van de aanwezigheidsdetectie dient instelbaar te zijn. Realisatiefase: SAT/SIT. De uitschakelvertragingstijd dient op 15 minuten ingesteld te zijn.		
Toelichting		
Om onnodig branden van verlichting toe voorkomen		

Eis GEEI-ILK-04 **Daglichtafhankelijke regeling**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Ruimtes met daglichtinval dienen met een daglichtafhankelijke regeling te worden uitgevoerd en handmatig uitschakelbaar en naregelbaar te zijn.	**GEEI-ILK-01**	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-ILK-05 **Dimmen bedienplekverlichting**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Bedienplekverlichting dient per werkplek individueel handmatig dimbaar te zijn.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-ILK-06 **Verlichten van werkplekken buiten**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Voor verlichting van werkplekken buiten dient de NEN-EN 12464-2 inclusief referenties te worden gehanteerd. Er moet een bij de functie van de ruimte passende verlichtingssterkte worden toegepast.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview op toepassen van passende verlichtingsterkte en de verlichtingsberekening Realisatiefase: SAT/SIT Verlichtingssterkte door middel van een Luxmeting.		
Toelichting		

5.2 *Noodverlichting*

Eis GEEI-NV-01 **Nood-, antipaniek en vluchtwegverlichting**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Nood-, antipaniek en vluchtwegverlichting dienen te voldoen aan NEN-EN 1838 inclusief referenties.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-NV-02 **Tekstplaten noodverlichtingarmaturen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Tekstplaten van transparante noodverlichtingarmaturen voor de aanduiding van uitgangen en vluchtwegen dienen te voldoen aan de NEN 3011 en/of NEN 6088	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-NV-03 **Combineren verlichtingsarmaturen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Nood- en antipaniekverlichting dient waar mogelijk gecombineerd te zijn met de ruimteverlichting.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview, analyse op de mogelijkheden met de criteria; • eisen binnen systeem specifieke vormgevingsdocument • aanlegkosten bekabeling en armaturen, • kosten lampremplace tijdens beheer en onderhoudsfase, . Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

5.3 *Faciliteiten beheer en onderhoud*

Eis GEEI-FBO-01 **Faciliteiten in apparatenkasten**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Een apparatenkast dient voorzien te zijn van verlichting en een onderhoudswandcontactdoos ten behoeve van beheer, onderhoud.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Minimale criteria; ▪ "Aan-/uit-schakelaar kastverlichting dmv een deurschakelaar ▪ Minimaal één ongeschakelde wandcontactdoos. ▪ Voldoen aan hoofdstuk 15 NEN-EN 60204-1 Realisatiefase: SAT/SIT, visuele inspectie		
Toelichting		
Zorg ervoor dat de werkzaamheden niet in de schaduw moeten worden uitgevoerd. Overweeg in een dergelijk geval het toepassen van twee tl-armaturen, bijvoorbeeld aan de twee zijden van de apparatenkast.		

Eis GEEI-WCD-01 **Algemene onderhoudscontactdozen in ruimtes**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Drie- en vijfpolige onderhoudswandcontactdozen ten behoeve van beheer en onderhoud (inclusief beschermingscontact) moeten van het type CEE-form 32A met geïntegreerde installatieautomaat zijn.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

.

6. Markeren van elektrotechnische installaties

Eis GEEI-MEI-01 **Markeringen conform decompositie**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Onderdelen van de elektrotechnische installaties dienen ten behoeve van doelmatig beheer en onderhoud gemarkeerd te worden conform de decompositie van de installaties.	GEEI-IEA-01	GEEI-MEI-02 GEEI-MEI-03
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-02 **Markeren algemeen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Kabels, aders, bedieningselementen, contactdozen, meters, signaalverlichting en displays dienen systematisch, eenduidig en onuitwisbaar gemarkeerd te worden.	GEEI-MEI-01	GEEI-MEI-04 GEEI-MEI-08 GEEI-MEI-09
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-03 **Markeren door middel van naamplaten**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Alle apparatuur, toestellen, kasten en andere relevante onderdelen van de elektrische installatie dienen te worden voorzien van een naamplaat. Op deze naamplaat dient ook eventuele nadere informatie te worden aangebracht.	GEEI-MEI-01	GEEI-MEI-04 GEEI-MEI-05 GEEI-MEI-06 GEEI-MEI-07 GEEI-MEI-08 GEEI-MEI-09
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-04 **Duurzaamheid**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Markeringen en naamplaten dienen duurzaam bevestigd te zijn en leesbaar te blijven gedurende de technische levensduur, waarbij uitgegaan dient te worden van normaal gebruik.	GEEI-MEI-02 GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-05 **Naamplaten niet verwisselbaar van locatie**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Naamplaten mogen niet aangebracht worden op delen die bij normaal onderhoud en/of storing zoeken moeten worden verwijderd dan wel kunnen worden verwisseld na herplaatsing.	GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase:-- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-06 **Functie vermelding**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Bij werkschakelaars, sleutelschakelaars en noodschakelaars dient op de eerste regel van de naamplaat de functie te worden vermeld.	GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-07 **Waarschuwing bijzondere functies**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
In elke verdeelinrichting dient bij de hoofdschakelaars van de voedingen voor de brandpreventieve installaties een naamplaat te worden aangebracht met een waarschuwende tekst	GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		
Voorbeelden brandpreventieve installaties; brandweerlift, brandpomp, sprinklerinstallatie e.d. Voorbeeld waarschuwende tekst: “NIET SCHAKELEN: BRANDPOMP”.		

Eis GEEI-MEI-08 **Toe te passen lettertype**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Er dient een schreefloos lettertype toegepast te worden, met als minimale lettergrootte: • Componenten in panelen: 4 mm • Instrumenten op panelen: 6 mm • Aanduiding van panelen: 10 mm	GEEI-MEI-02 GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-MEI-09 **Kleur lettertype**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Markeringen dienen een zwarte tekst op een witte achtergrond te hebben. Voor speciale aanduidingen met betrekking tot gevaar / brandinstallaties dient een witte tekst op een rode achtergrond te worden gebruikt.	GEEI-MEI-02 GEEI-MEI-03	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

7. Kabels en kanalisatie

7.1 *Kanalisatie algemeen*

Eis GEEI-KAN-01 **Kabelondersteunend materiaal**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Kabels dienen te worden aangebracht op kabelondersteunend materiaal (goten, kokers, ladderbanen, mantelbuizen)	[vraagspecificatie]	GEEI-KAN-01 GEEI-KAN-02 GEEI-KAN-03 GEEI-KAN-04 GEEI-KAN-05
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-KAN-02 **Kwaliteit hulpmaterialen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Scheidingsschotten, deksels, scheidingsgoten en bevestigingsmaterialen dienen kwalitatief ten minste van gelijkwaardig materiaal te zijn vervaardigd als waar zij worden toegepast.	GEEI-KAN-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-KAN-03 **Afdekplaten**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Goten en kokers dienen van dekplaten (deksels) te worden voorzien.	GEEI-KAN-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-KAN-04 **Trekkoord**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Mantelbuizen dienen voorzien te zijn van een trekkoord.	GEEI-KAN-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI-KAN-05 **Afdoppen niet afgewerkte mantelbuis**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Binnentreden van vocht en vuil in mantelbuis dient voorkomen te worden.	GEEI-KAN-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: Te nemen maatregel, afdoppen van beide uiteinden.		
Toelichting		

Eis GEEI-KAN-06 **Brandwerende eigenschap doorvoeren**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Doorvoeringen ten behoeve van de kanalisatie dienen minimaal dezelfde brandwerende eigenschappen te hebben als de vloeren en/of wanden waar zij doorheen voeren.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

I

7.2 *In de grond aangebrachte kabels*

Eis GEEI-KIG-01 **Beschermen van in de grond aangebrachte kabels**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
In de grond aangebrachte kabels dienen beschermd te worden door deze op voldoende diepte te leggen en te marken.	[vraagspecificatie]	GEEI-KIG-02
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: -- Realisatiefase: SAT/SIT Minimale criteria: ▪ De diepte van de kabelsleuf dient voor laagspanningskabels 700 mm en voor hoogspanningskabels 1100 mm te zijn. ▪ De kabelsleuf dient te worden gevuld met een 100 mm dikke laag zand. Nadat de kabels zijn aangebracht dienen deze worden afgedekt met een 100 mm dikke laag zand, gevolgd door de uitgegraven grond, die regelmatig in lagen mechanisch wordt verdicht . ▪ Op een diepte van circa 250 mm dient een kunststof markeerlint aangebracht te worden met de tekst: “PAS OP: ELEKTRICITEITSKABEL”.		
Toelichting		

Eis GEEI-KIG-02 **Kruisen bestaande infrastructuur**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
In de grond aangebrachte kabels bestaande kabels dient leidingen infrastructuur te kruizen door middel van slagvaste mantelbuis en/of betonnen kokers.	GEEI-KIG-01	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

8. Beseining

8.1 *Landverkeer- en Scheepvaartseinen*

Eis GEEI-LED-01 **Eisen LED seinlampen ca.**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Seinlampen, dimtrafo's en stroombewakingsrelais, dienen te voldoen aan de eisen van bijlage C van deze specificatie.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

9. Meetsystemen

9.1 *Meteoinstallaties*

Eis GEEI_METEO-01 **Titel**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Installatie tbv het bepalen van windsnelheid en windrichting dienen zonder bewegende delen te worden uitgevoerd.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI_METEO-02 **Invloed omgeving op meteometingen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Bruggen, bedieningsgebouwen en andere objecten in de omgeving mogen geen invloed hebben op de metingen.	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Eis GEEI_METEO-03 **Meetwaarde meteometingen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Eisen aan meteometingen; • windrichting [in 0-359º, onnauwkeurigheid max. 5%], • windsnelheid [in m/s, onnauwkeurigheid max. 5%], • temperatuur [in ºC, onnauwkeurigheid max. 0,1 oC], • relatieve vochtigheid [in %, onnauwkeurigheid max. 5%].	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

9.2 *Overige meetsystemen*

Eis GEEI_MOM-01 **Meetwaarde overige metingen**	**Bovenliggende eis(en)**	**Onderliggende eis(en)**
Eisen aan meetsystemen: • Waterstanden [in mNAP 1 minuut gemiddelde, onnauwkeurigheid maximaal 1%] • Debietmeting [in m3/s, onnauwkeurigheid maximaal 10%] • Zoutgehalte [in o/oo, onnauwkeurigheid maximaal 5%] • Continue positiemetingen [in %, onnauwkeurigheid maximaal 1%] • Stroommetingen (elektrische stromen, ampere) [in A, onnauwkeurigheid maximaal 2%] • Golfhoogte [in m, onnauwkeurigheid maximaal 3% 10 minuten gemiddelde en piek per uur] • Stroomsnelheid in aanstroming [in m/s, onnauwkeurigheid maximaal 5%]	[vraagspecificatie]	
Verificatiemethode	**Stakeholder(s)**	**Brondocument**
Ontwikkelingsfase: Ontwerpreview Realisatiefase: SAT/SIT		
Toelichting		

Bijlage A Afkortingen- en begrippenlijst

Hier staan alle niet-standaard afkortingen en begrippen waar twijfel over zou kunnen bestaan.

Besturingssysteem	Systeem dat zorgt voor de besturing en controle van een installatie
CCV	Centrum voor Criminaliteitspreventie
EMC	ElektroMagnetische Compatibiliteit
EN	Europese Norm
IEC	International Electrotechnical Commission
Installatie	Samenhangend technisch systeem met een bepaald doel.
Kunstwerk	*Een civieltechnische constructie of installatie in de infrastructuur die een of meer functies vervult.*
Laagspanning	Dit betreft dit wisselstroom met een spanning van 230/400 volt.
Machine	Samenstel van onderling verbonden onderdelen of organen waarvan ten minste één kan bewegen en/of een aandrijfmechanisme, bedienings- en vermogensschakeling, bestemd voor een bepaalde toepassing.
MCC	Motor Control Center
NEN	Nederlandse Norm
Normaal gebruik	Het gebruik als gevolg van het in bedrijf hebben en bedienen van het betreffende object, met alle daarbij voorkomende handelingen in alle omstandigheden die kunnen voorkomen.
NRB 2012	Nederlandse Richtlijn Bodembescherming
MNSA	Mobiel noodstroomaggregaat
VNSA	Vast opgesteld noodstroomaggregaat
OG	Opdrachtgever
ON	Opdrachtnemer
RWS	Rijkswaterstaat
Vraagspecificatie	Document dat bij de aanvraag van het werk door de OG opgesteld wordt met daarin alle specifieke eisen voor het betreffende werk.
VRKI	Verbeterde risicoklasse-indeling

Bijlage B Lijst met documentreferenties

Document	**Te verkrijgen bij:**
IEC standaarden	International Electrical Commission
NEN, NEN-EN, NEN-EN-IEC standaarden	Nederlands Normalisatie instituut
Nederlandse Richtlijn Bodembescherming, NRB:2012	AgentschapNL.nl
Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 30:1999	PGS projectbureau
ASTRIN Grensvlakdefinities	ASTRIN

Bijlage C Eisen Led2-lamp

C.1 Eisen Led2-lamp (versie 31–10-2003)

Cat.	No.	Grootheid	Vereiste waarde
		Omgevingscondities	
NEN-EN12368			
N	1	Bedrijfstemperatuur	Klasse B NEN-EN 12368 (-25 ºC < T < + 55 ºC)
		Elektrische eisen	
G	1	Bedrijfsspanning	nominale lichtopbrengst: 42 Volt (36 Volt - 50 Volt) eerste dimstand: 31 Volt (26 Volt – 34 Volt) tweede dimstand: 20 Volt (15 Volt – 24 Volt)
G	2	Opgenomen vermogen	Maximaal 15 Watt
G	3	Opgenomen stroom (stationair)	Minimaal 80 mA, maximaal 450 mA
G	4	Arbeidsfactor (power factor)	> 0,9
G	5	Totale harmonische vervorming (THD) stroom	< 33 %
G	6	Verloop stroom bij inschakelen	Binnen 50 ms: 80 mA < I < 450 mA, en voldoend aan de eisen 3 (p.f.) en 4 (THD) als in stationaire situatie. Topwaarde inschakelstroom < 5 A .
G	7	Optische reactietijd bij inschakelen	< 50 ms
G	8	Restspanning bij uitschakelen door toestel	Binnen 30 ms: U < 4 V
G	9	Optische reactietijd bij uitschakelen	< 50 ms
G	10	Verloop stroom bij inschakelen van defecte lamp	Binnen 50 ms: I < 10 mA
G	11	Opgenomen stroom defecte lamp (stationair)	Maximaal 10 mA
G	12	Verloop stroom bij uitschakelen door lamp (defect)	Indien lichtsterkte < 80 % van de minimaal vereiste waarde: Binnen 50 ms I < 10 mA Indien lichtsterkte > 80 % van de minimaal vereiste waarde: Binnen 300 ms I < 10 mA
G	13	Relatie opgenomen stroom - lichtopbrengst buiten bedrijfsspanningsgebied.	Lamp zonder tweede dimstand: I< 10 mA indien U< 26 V en I< 100 cd Lamp met tweede dimstand: I< 10 mA indien U< 15 V en I< 25 cd
N	14	EMC eisen	NEN-EN 50293, Signal / Control Port
		Optische eisen	
NEN-EN12368 en NEN-EN 3322			
N	1	Lichtsterkte ongedimd	Prestatieniveau A 3/1 NEN-EN 12368 (400 < I < 1000 cd)
A	2	Lichtsterkte dimstanden	100< I < 200 cd in eerste dimstand 25 < I < 50 cd in tweede dimstand
N	3	Lichtsterkteverdeling	W
N	4	Maximaal fantoomsignaal	Klasse 2 NEN-EN 12368 (Is/Iph > 5)
N	5	Realisatie figuren / symbolen	Door middel van sjabloon, door middel van led's, of door middel van beiden. Klasse S1 NEN-EN 12368
	6	Lichtsterkte bij inschakelen	I < 0,05 cd

Cat.	No.	Grootheid	Vereiste waarde
		van een defecte lamp	
Mechanische eisen en beproevingen			
NEN-EN12368			
A	1	Voorkeursafmetingen lamp	Zie tekening toelichting
A	2	Afdichting lamp	IP 65 , of: IP 55 met eis 4. Lamp vormt één gesloten geheel
N	3	Slagbestendigheid (lens)	IR3 (tabel 9 NEN EN 12368)
A	4	Damp heat test	Tabel 12 NEN-EN 12368, echter verzwaarde beproeving, zie IEC 60068-2-30 proef Dd
Overige eisen			
1		Achteruitgang lichtsterkte door veroudering	I > 80 % van de eis gedurende de levensduur, bij schone lamp
2		Faalcriterium	Lichtsterkte 80 % van de minimaal vereiste waarde
3		Kans op onveilig falen	Kleiner dan 1 maal per 1.000.000 jaar

Toelichting

In de tabel worden diverse normen genoemd. Dit betekent dat de Led2-lamp aan de eisen gesteld in deze normen dienen te voldoen. Deze eisen worden in de tabel niet afzonderlijk genoemd.

In de kolom “Cat.” wordt de categorie aangegeven waarin de betreffende eis valt:

N; Dit betreft een eis volgens een wettelijke norm. De eis wordt genoemd omdat de betreffende norm op dit punt ruimte laat voor keuze uit een aantal klassen.

A ; Dit betreft een eis die een aanvulling vormt op eisen die in een norm gesteld worden.

G; Dit betreft een eis voortkomend uit de ASTRIN Grensvlakdefinities. Het doel hiervan is om een willekeurige Led2-lamp probleemloos te laten functioneren met een willekeurig regeltoestel dat voldoet aan de Grensvlakdefinities.

C.2 Eisen aan HR trafo's

Vermogen VA		50-150-300
Primaire spanningen[2)]		230 en 210 V
Spanningen vollast,[4)]		42 - 31 - 20 V
nullastspanning max.	50VA 150VA 300VA	46 - 34 - 22 V 44- 32,5- 21 V 44- 32,5- 21 V
Correctiespanning[1)]		-3 V
Nullast-stroom		<30-100-100mA
Vollast-rendement		> 90-93-94%
Vollast-verlies trafo		< 5-10-20 W
Wikkelingen		primair en sec. gescheiden
Zekeren[5)] 50 VA 150 VA 300 VA		1,25 A 4 A 8 A
Elektrische veiligheid[3)]		IEC 61558-2-6
Isolatieklasse		E
Max.omgevingtemp		40°C
Uitvoering beschermingsklasse		gesloten, IP 67 ingegoten in kunststof behuizing, Aan-sluitklemmen IP 20
MTBF		200.00 h
		Op trafo de tekst HR- dimtrafo + typenummer en op de klemmen de spanning vermelden

Toelichting

De secundaire spanning van de HR-trafo mag maar binnen beperkte grenzen variëren omdat de lichtsterkte van de ledlamp hiermee wordt aangestuurd; 42 (50-36 Vac), 31 (34-26 Vac) en 20 (24-16 Vac).

In de (hoog rendement) HR-dimtrafo's dient het verliesarme VM111-35 blik te worden gebruikt waardoor de (stand-by) verliezen zeer sterk gereduceerd worden.

1.) De trafo is voorzien zijn van een (-3V) correctiespanning om eventuele grote kabelverliezen te kunnen compenseren. De nul van de betreffende lampen moet op deze klem aangesloten worden.
2.) De uitgaande spanning zijn verder nog 9,5% te verhogen door de trafo op 210 V aan te sluiten, de trafo is geschikt om continu op deze overspanning te worden aangesloten.
3.) Veiligheidstransformator voor algemene toepassingen volgens IEC 61558-2-6 (testspanning 4000 Vac).
4.) De spanningstolerantie bedraagt voor de 50 -150 en 300 VA respectievelijk +/- 0,5 - 0,75 en 1 Volt.
5.) Aan de secundaire zijde van de trafo zijn de nul en de -3 V correctiespanning gezekerd met een glasbuis zekering ∅ 5 x 20 in/bij de aansluitklem.

C.3 Eisen aan stroombewakingsrelais

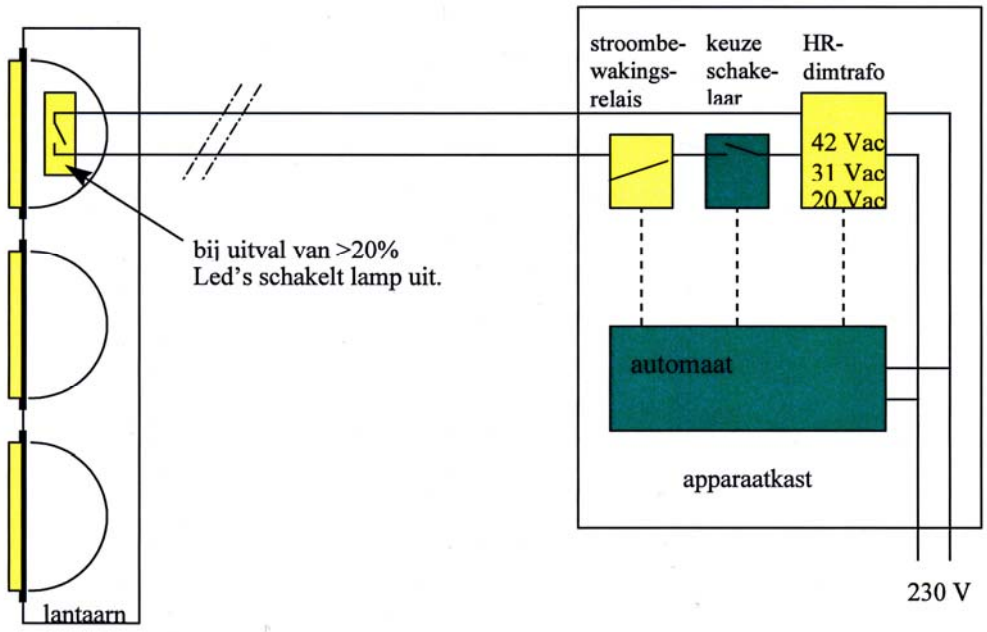
Spanningsbereik meetstroom	14-60 Vac
Schakelpunt in Imin. uit Imin.	50 mA 45-50 mA
Input Imax.	>500 mA
Bij instelbare[1)] ondergrens Imin.	Voorkeur 40-100 mA
Hysteresis tussen in-/uitschakelen	< 5 mA
Spanningsverlies	< 3V
Relaiscontact	potentiaalvrij wisselcontact
Reactietijd in	<200 ms
Output Imax	0,1 A ac/dc
Output Imin.	10 mA
Hulpspanning[2)] relais indien nodig	<42 Vac
Verbruik relais	max. 1 W
Omgevings temp. en rel. vochtigheid	-20°…+50°C RV 90%
Montagewijze	bijvoorkeur Din-rail

Toelichting:

1.) Voordeel van instelbare relais is dat ze ingesteld kunnen worden bij afwijkende lampstomen. Nadeel is dat deze relais altijd ingeregeld moeten worden.

2.) De voeding van een hulprelais kan geschieden vanaf de HR-dimtrafo; aangesloten op de 20 en -3 V levert dit 23 V op.

C.4 Ombouw- en ontwerpadvies:



Figuur C.4.1 Basisschema Led2-installatie met lampbewaking.

1. Bereken eerst het vermogen van de trafo, neem 15 watt per lamp en vermenigvuldig dit met het aantal lampen dat maximaal gelijktijdig ingeschakeld kan zijn.
2. Kies een gesloten HR-dimtrafo die voldoet aan de eisen aan **HR-dimtrafo's**. Let op: **bij trafo's kunnen te hoge spanning afgeven waardoor gevaarlijke situaties kunnen ontstaan of lampen defect kunnen gaan.**
3. Plaats de HR-dimtrafo in de centraal bij de automaat.
4. Meet de lampstroom op bij de drie spanningsniveaus.
5. Controleer of het bestaande bewakingsrelais vervangen moet worden; als dit nodig is ga dan verder.
6. Kies een van de die voldoet aan de eisen aan **stroombewakingsrelais** en controleer de te meten stromen.
7. Bij renovatie met een bestaande lantaarn; verwijder de oude lens uit de lantaarn, monteer het lensrubber om de lamp en plaats deze in de lantaarn. Kies eventueel een ander lensrubber of kies anders een andere lantaarn of zet de lamp eventueel vast in de siliconenkit.
8. Sluit de lampen aan en controleer de werking van de relais, meet de spanning op de aansluitpunten van de lampen. Bij grote spanningsverliezen deze lampen 3 V extra spanningsverlies compenseren door de nul op -3 V aan te sluiten.
9. Laat de lampen een kwartier inbranden en controleer het lichtbeeld bij dag en nacht vanuit de gewenste richtingen.

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijnen Veiligheidsschermen

Doc.nr.:	RTD 1022
Versie:	1.0
Status:	Definitief
Datum:	1 april 2015

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.





Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.

RWS Ongeclassificeerd

Richtlijnen Veiligheidsschermen

RTD 1022

Datum 1 april 2015
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	1 april 2015
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Voorwoord

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) is de opvolger van het document ‘Veiligheidsschermen op viaducten - Functioneel programma van eisen en aanvullende constructieve eisen’ van 4 juli 2006.

Veiligheidsschermen moeten het voor personen moeilijker maken om harde voorwerpen gericht te gooien naar het verkeer. Voorbeelden van harde voorwerpen zijn betonnen tegels, klinkers, putdeksels, glazen flessen, (volle) drankblikjes, fietsen, verkeersborden en baakschilden. Veiligheidsschermen kunnen bijvoorbeeld geplaatst worden op bruggen, viaducten en tunnelmonden.

Deze RTD beschrijft de eisen die Rijkswaterstaat stelt aan veiligheidsschermen. Door middel van de handreiking “Risicoinventarisatie stenen gooien vanaf viaducten” (Werkwijze Aanleg-document 1415) kunnen projecten afwegen of het plaatsen ervan verstandig is. Deze inventarisatie kan ook gebruikt worden bij de verstrekking van een vergunning in het kader de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr).

Deze RTD is voortgekomen uit eerstgenoemd document en de invoering van de Eurocodes, ROK en RBK.

Inhoud

Voorwoord 6
1 Algemeen 8
1.1 Onderwerp en toepassingsgebied 8
1.2 Leeswijzer 8
1.3 Terminologie 8
2 Overzicht verwijzingen 9
3 Eisen 11
3.1 Functionele eis 11
3.2 Ontwerprandvoorwaarden veiligheidsschermen 12
3.3 Eisen constructief ontwerp veiligheidsschermen 15

1 Algemeen

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

(1) Veiligheidsschermen worden geplaatst op locaties waar het risico op het gooien van harde voorwerpen naar het verkeer groot is.

De handreiking "Risicoinventarisatie stenen gooien vanaf viaducten" (Werkwijze Aanleg-document 1415) helpt projecten bij deze afweging.

(2) Deze RTD geldt niet voor het beoordelen van bestaande veiligheidsschermen.

(3) Deze RTD geldt ook bij uitbreidingen van bestaande veiligheidsschermen.

1.2 Leeswijzer

Tekst in normale opmaak is normatieve tekst. *Cursieve teksten zijn informatief*.

1.3 Terminologie

Term	Uitleg
Brug	Civiel-bouwkundige constructie die onderdeel is van een weg bij kruising van een andere weg, spoorweg, waterweg of een terreinverdieping.
Profiel van vrije ruimte	Zie NOA en betreffende CROW-publicaties.
Randconstructie brug	De (betonnen) opstort op de rand van een rijdek die afstromend regenwater geleidt en waarop leuningen en eventuele voertuigkeringen zijn verankerd. Vaak ook voorzien van kabeldoorvoeren. Bij stalen bruggen zijn randconstructies minder gebruikelijk.
Werkende breedte voertuigkering	Zie 'Working width' in §3.5 van EN 1337-2.

2 Overzicht verwijzingen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.3	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken
RBK	RTD 1013	1.1	Richtlijnen beoordelen kunstwerken
DWW-wijzer 104	DWW-wijzer 104	2004	Minder vogelslachtoffers door markeringen op transpartante geluidsschermen
CROW-publicatie 230	CROW-publicatie 230		Ontwerpwijzer Fietsverkeer
GCW 2012	GCW 2012		Richtlijnen geluidwerende voorzieningen langs wegen
NEN-EN normen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlagen).			
EN 1090	NEN-EN 1090	Zie ROK H2	Vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies
EN 1337-2	NEN-EN 1337-2 (en)	2010	Afschermende constructies voor wegen - Deel 2: Prestatieklassen, botsproefbeoordelingscriteria en beproevingsmethoden voor vangrails en voertuiggeleiding
EN 1990	NEN-EN 1990	Zie ROK H2	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1991-1-4	NEN-EN 1991-1-4	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 1-4: Windbelastingen
EN 1991-2	NEN-EN 1991-2	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelastingen op bruggen
EN 1992-1-1	NEN-EN 1992-1-1	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1 Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1992-4	NVN CEN/TS 1992-4	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 4: Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton
NEN 8700	NEN 8700	2011	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur - Grondslagen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 13051-1	NEN-EN 13051-1	2009	Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen – Deel 1: Classificatie op grond van resultaten van beproeving van brandgedrag

3 Eisen

3.1 Functionele eis

(1) Veiligheidsschermen moeten het voor personen moeilijker maken om harde voorwerpen gericht te gooien naar het verkeer.

Voorbeelden van harde voorwerpen zijn: betonnen tegels, klinkers, putdeksels, glazen flessen, (volle) drankblikjes, fietsen, verkeersborden en baakschilden.

Nabij spoorwegen gelden de eisen van de beheerder van de spoorweg (veelal ProRail).

3.2 Ontwerprandvoorwaarden veiligheidsschermen

(1) Op bruggen moet aan iedere zijde waar zich een voet- of fietspad bevindt, over de volledige lengte een veiligheidsscherm staan.

Op bruggen met bijvoorbeeld een in twee richtingen bereden fietspad aan één zijde kan een scherm alleen aan die betreffende zijde voldoende zijn.

De volledige lengte van een brug loopt van het ene einde van de landhoofdvleugel tot aan het andere einde van de landhoofdvleugel.

(2) Bij bruggen die niet aanzienlijk langer zijn dan de onderdoorgaande weg breed is, moeten de schermen op zijn minst vijf meter worden doorgetrokken op de aardenbaan.

Een voorbeeld van 'niet aanzienlijk' is een landhoofd zonder koptalud en een onderdoorgaande rijbaan vlak langs de landhoofdwand.

(3) Openingen zijn in geen enkele richting groter dan 50 mm. Uitgezonderd bij dilatatievoegen.

(4) De hoogte is minimaal 3,0 meter.

Het is toegestaan om naar de uiteinden de hoogte te laten afnemen, als de functionaliteit dit toelaat.

(5) Beklimmen moet niet mogelijk zijn.

Mogelijke oplossingen zijn:
- *glad oppervlak;*
- *een overhellend stuk;*
- *als het scherm achter een bestaande leuning staat het scherm onder een hoek plaatsen zodat de afstand met bestaande leuning voldoende groot wordt;*
- *een bestaande leuning verwijderen;*
- *een vertikaal scherm op een afstand van 1,0 meter van de bestaande leuning (bijvoorbeeld door middel van uithouders); nadeel hiervan is een extra buigend moment op de ondersteuningsconstructie.*

(6) Uitstekende of scherpe onderdelen zijn niet toegestaan.

(7) Personen achter schermen moeten vanaf weg die beschermd wordt, zichtbaar zijn.

In verband met de herkenning en het vergroten van de pakkans.

(8) Het architectonisch ontwerp van schermen bij wegen met routeontwerpen moet voldoen aan de architectonische specificaties van de routeontwerpen. Bij overige projecten moet het architectonisch ontwerp van het scherm een onderdeel zijn van de ontwerpopgave.

(9) Op bruggen moet de kleur en inpassing aansluiten bij de architectuur van het kunstwerk.

(10) Op bruggen moeten veiligheidsschermen een integraal onderdeel vormen met de randconstructie van de brug.

(11) Onder invloed van wind mag geen hinderlijk geluid voor de omgeving optreden.

(12) Zonlicht mag niet leiden tot licht- en beeldreflecties, en flikkeringen die hinderlijk zijn voor de weggebruiker.

In §3.1.5 en 3.1.6 van de GCW 2012 staan maatregelen beschreven om licht- en beeldreflecties, en flikkeringen te verminderen.

(13) Veiligheidsschermen moeten voor vogels goed zichtbaar zijn.

In de DWW-wijzer 104 en GCW 2012 staan maatregelen beschreven om botsingen door vogels tegen transparante schermen te verminderen.

(14) Veiligheidsschermen op bruggen mogen niet leiden tot vorming van ijspegels.

Mocht dit onvermijdelijk zijn dan moet het scherm zodanig zijn ontworpen dat eventuele ijspegels niet op de onderdoorgaande weg kunnen vallen.

(15) Minimaal 15 jaar onderhoudsvrij.

Onder 'onderhoudsvrij' wordt verstaan dat veiligheidsschermen 15 jaar na oplevering in dezelfde constructieve staat verkeren als bij oplevering, zonder dat daarvoor enig onderhoud of reiniging nodig is.

Bij de keuze van de materialen ook rekening met de invloed van dooizouten.

(16) Veiligheidsschermen op bruggen moeten zonder sloop van onderdelen van bruggen kunnen worden vervangen.

(17) De vormgeving moet zodanig zijn dat ophoping van water, vuil en afval wordt voorkomen.

(18) De vormgeving moet zodanig zijn dat verwaaiing van vuil en afval wordt voorkomen.

(19) Onderdelen moeten niet met handkracht losgenomen kunnen worden.

(20) Bestand tegen moedwillig negatief gebruik van eenvoudige voorwerpen.

Enkele voorbeelden van eenvoudige voorwerpen zijn (zak)messen, schroevendraaiers, nijptangen en aanstekers.

(21) De materialen die toegepast worden, moeten minimaal voldoen aan brandklasse A2 volgens EN 13051-1.

(22) Niet bevinden binnen de werkende breedte van voertuigkeringen.

3.3 Eisen constructief ontwerp veiligheidsschermen

(1) Binnen het Eurocode normenstelsel het veiligheidsscherm beschouwen als gebouw.

(2) De gevolgklasse op bruggen is CC3 (EN 1990).

(3) De ontwerplevensduur is 50 jaar (EN 1990).

(4) De betrouwbaarheidsklasse is RC3 (EN 1990).

(5) De uitvoeringsklasse van stalen en aluminium onderdelen is EXC3 (EN 1090).

(6) De veranderlijke belasting door personen is gelijk aan de lijnlast genoemd in §4.8(1) van EN 1991-2.

(7) Op bruggen moeten de vervormingen van de brug kunnen worden opgenomen.

Bruggen vervormen door thermische- en verkeersbelastingen. Ter voorkomen van spanningen in bruggen ten gevolge van deze belastingen zijn vaak dilatatievoegen aangebracht.

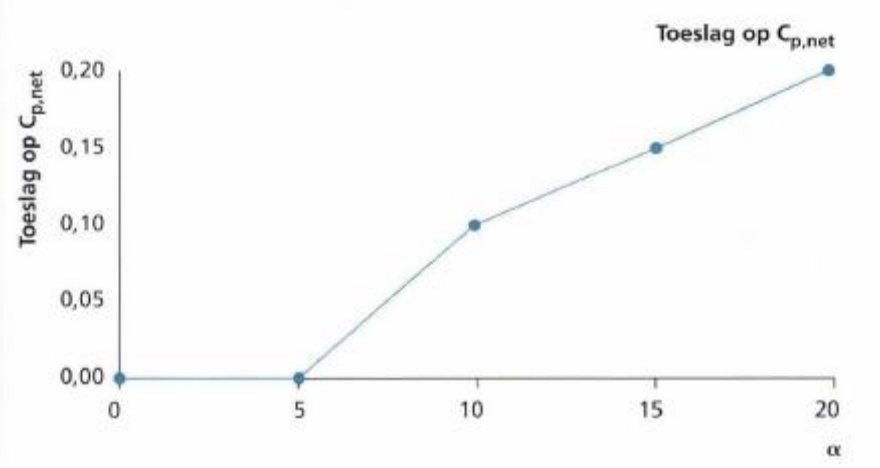
(8) Vervormingen van hoofddraagconstructies gemeten haaks op het vlak van veiligheidsschermen, mogen in de frequente belastingscombinatie (vergelijking 6.15a of 6.15b volgens EN 1990) niet groter zijn dan 1:100 van de schermhoogte. Hierbij moet voor de windbelasting $\psi_1 = 0{,}8$ worden aangehouden.

Overige eisen aan vervormingen volgens bijlage A.1.4.3 van EN 1990.

(9) Voor bepalen van de windbelasting tegen veiligheidsschermen op bruggen geldt niet de opmerking onder §7.4.(1) van EN 1991-1-4 ‘Voor leuningen en geluidschermen op bruggen, zie hoofdstuk 8’.

Hoofdstuk 8 van EN 1991-1-4 is alleen bedoeld voor brugconstructies, maar niet voor daarop staande schermen.

(10) Bij schermen die niet verticaal staan en met een dichtheid φ volgens §7.11(2) van EN-1991-1-4 groter dan 0,8, moet de nettodrukcoëfficiënt $C_{p,net}$ volgens tabel N.B.17 -7.9 van EN 1991-1-4 worden verhoogd met een toeslag volgens figuur 1. Bij een tussenliggende hoek mag worden geïnterpoleerd.



Figuur 1: toeslag op $C_{p,net}$ afhankelijk van hoek α.

Deze toeslag is gelijk als bij geluidschermen.

(11) Bij schermen die niet verticaal staan en met een volheidsgraad φ volgens §7.11(2) van EN-1991-1-4 kleiner dan 0,8, moet de krachtcoëfficiënt $C_{f,0}$ volgens figuur 7.33 van EN 1991-1-4 worden verhoogd met een toeslag volgens figuur 1 (lees daarbij $C_{p,net}$ als $C_{f,o}$). Bij een tussenliggende hoek mag worden geïnterpoleerd.

(12) Beschouwen als vermoeiingsgevoelige constructie en derhalve geldt de ROK-aanvulling op §2(5) van EN 1991-1-4.

(13) Voor bevestigingsmiddelen geldt de ROK-aanvulling op §2.7(1) van EN 1992-1-1.

(14) De sterkte van ondersteunde constructies voor veiligheidsschermen op bruggen moet voldoen aan §4.8(3) van EN 1991-2 waarbij ‘leuningen’ moet worden gelezen als ‘veiligheidsschermen’.

Een ‘ondersteunde constructie’ is veelal de randconstructie van de brug.

(15) Bij veiligheidsschermen op bestaande kunstwerken gelden NEN 8700 en RBK alleen voor de bestaande constructies.

Veiligheidsschermen (inclusief verankering) ontwerpen als nieuwbouw.

(16) Bij veiligheidsschermen op bestaande kunstwerken moet aangetoond worden dat de aanwezige functionaliteit en constructieve betrouwbaarheid van de bestaande constructie blijft voldoen.

Belangrijk onderdeel van de bestaande constructie is de randconstructie.

(17) Voor wapeningsstaven gelijmd in geboorde gaten die dienen als verankering of overlapping, gelden de ROK-aanvullingen §8.4.1 (7) (nieuw artikel), 8.4.2 (2) en 8.7.2 (5) (nieuw artikel) van EN 1992-1-1.

Wapeningsstaven gelijmd in geboorde gaten kunnen nodig zijn bij veiligheidschermen op bestaande bruggen.

Einde RTD 1022

ministerie van verkeer en waterstaat

rijkswaterstaat

directie bruggen

hoofdafdeling betonconstructies en wegontwerp
Normalisatie Commissie

regenwaterafvoer
deel II
afvoergoten en putten

rapport nr. 22

RIJKSWATERSTAAT

directie Bruggen
Hoofdafdeling Betonconstructies
en Wegontwerp

NORMALISATIECOMMISSIE

REGENWATERAFVOER

Deel II: Afvoergoten en putten

Ing. F.A. Peeters
Ing. J.J. Demmers

INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1	Inleiding	3
	Verklaring symbolen	4
2	Regenwater	5
2.1	Te verwachten hoeveelheden	5
2.2	Afvoerkromme voor vlakken in een constante helling	7
2.3	Afvoerkromme voor vlakken in een constante verticale boogstraal	8
3	Wegen	9
3.1	Categorie-indeling volgens RONA	9
3.2	Normaal-dwarsprofielen autosnelwegen op kunstwerken	10
3.3	Normaal-dwarsprofielen niet-autosnelwegen op kunstwerken	11
4	Tussenafvoeren	12
4.1	Toepassingscriteria	12
4.2	Vlakke platen	12
4.3	Capaciteit van goten	13
4.3.1	Goten langs de schamprand van bruggen in autosnelwegen	13
4.3.2	Goten langs de schamprand van bruggen in niet-autosnelwegen	17
4.4	Capaciteit tussenafvoeren	20
4.4.1	Tussenafvoerputten	21
4.5	Plaatsbepaling	22
4.5.1	Grafisch	22
4.5.2	Rekenkundig	25
5	Eindafvoeren	26
5.1	Afvoergoten	26
5.1.1	Gootelementen met roosters	27
5.1.2	Verholen goten	32
5.1.3	Verholen goten met roosters	33
5.2	Afvoerputten	34
5.2.1	Prefab-putten met zandvang	34
5.2.2	Prefab-putten zonder zandvang	35
5.2.3	Putten naar maat	35
5.3	Overzicht; toe te passen aantal goten en putten	37
6	Waterbeheersing in tunnels	38
6.1	De maatgevende regenbui	39
6.2	Tunnel van regionaal belang, rekenvoorbeeld	42
6.2.1	Capaciteitsberekening put en afvoerbuis	42
6.2.2	Capaciteitsberekening pompput	44
6.2.3	Berging t.b.v. de startvertraging van pompen	46
6.3	Tunnels met korte toe- en afritten	48
7	Technische aspecten	49
7.1	Tussenafvoeren	49
7.2	Eindafvoeren	53
7.2.1	Minimale gootlengte bij niet-haakse beëindigingen	57
7.2.2	Gatpercentage roosters	58
7.2.3	Standaarddetails hemelwaterafvoer	59

1. INLEIDING

Regenwaterafvoer

Bovenstaand onderwerp is behandeld in twee boekwerken:
deel I : neerslaghoeveelheden
deel II: afvoergoten en putten.

Zoals de naam reeds zegt, handelt deel I vooral over te verwachten neerslaghoeveelheden.
Met de neerslaganalyse van het KNMI, $H = 1{,}98\ P^{0,54} t^{0,26}$, als basis zijn een aantal formules afgeleid waarmee het wateraanbod ter plaatse van verzamelpunten op eenvoudige wijze te berekenen is.

Deel II is een meer praktisch gericht boek. Het behandelt de methodieken waarop het water verzameld en afgevoerd kan worden.
De behandelde afvoersystemen zijn:

a. Tussenafvoeren; waar en wanneer toe te passen.
   Op blz. 16 en 19 zijn tabellen opgenomen waarin aangegeven is wanneer tussenafvoeren wenselijk of zelfs noodzakelijk zijn.
b. Eindafvoeren;
   type en aantal afvoergoten,
   type en capaciteit afvoerputten, inclusief de daarop aan te sluiten buizen.
   In tabel 4, blz. 37, is de samenstelling van eindafvoeren aangegeven in relatie tot het te verwachten wateraanbod.
c. Pompputten.
   Ofschoon in deel I reeds uitgebreid op deze materie is ingegaan, zijn in hoofdstuk 6 "Waterbeheersing in tunnels" nog enkele meer op de praktijk gerichte voorbeelden uitgewerkt.

Ter verduidelijking zijn in hoofdstuk 7 "Technische aspecten" nog een aantal principeschetsen opgenomen.
Voor de verdere uitwerking van deze schetsen wordt verwezen naar standaarddetail hemelwaterafvoeren: documentnr. SD-001-01/05.

Het boekwerk "afvoergoten en putten" bevat alle informatie die nodig is voor het ontwerpen van afvoersystemen. Deel I is alleen nog interessant voor degene die behoefte heeft aan meer achtergrondinformatie.

Verklaring symbolen

A = oppervlakte doorsnede in m2
B = breedte afstroomvlak in m
b = breedte, algemeen
g = versnelling t.g.v. de zwaartekracht in m/sec2 (g = 10)
H = hoogte neerslag in mm
H^* = hoogte neerslag in m/sec
h = hoogte waterstroom in m
I = inhoud berging in ltr.
i = langshelling in perc.
k_c = ruwheidsfactor
L = lengte afstroomvlak in m
l = lengte, algemeen in m
O = omtrek in m
P = periodiciteit
Qa = afvoercapaciteit in m3/s
Qgo = afvoercapaciteit goten in m3/s
Qro = afvoercapaciteit roosters in m3/s
Qm = max. hoeveelheid regenwater in ltr/s
Q^*m = max. hoeveelheid regenwater, waarbij de breedte-invloed in de afstroomtijd is inbegrepen in ltr/s
Qp = pompcapaciteit in ltr/min
Qr = regenaanbod in ltr/sec
t = waterhoeveelheid in ltr/sec
t = tijdsduur in min.
t^* = tijdsduur in sec.
t_m = tijdsduur van de max. regenbui in min.
t_p = tijdsduur, waarbij de wateraanvoer is toegenomen tot Qp (pompcapaciteit)
R = hydraulische straal in m
r = verticale straal bij gebogen vlakken in m
v = stroomsnelheid in m/s
λ = dwarshelling
μ = instroomcoëfficiënt
ρ = percentage-openingen in roosters

2 REGENWATER

2.1 Te verwachten hoeveelheden

In deel 1 zijn formules afgeleid om het maximale regenwateraanbod binnen een bepaalde periodiciteit te berekenen.
Voor bruggen en viaducten wordt uitgegaan van de meest intensieve regens die in een frequentie van 1 maal per 10 jaar voorkomen.

Formules voor het berekenen van de hoeveelheid af te voeren regenwater, regenduur en regenhoeveelheden zijn:

- voor het berekenen van de maximale hoeveelheid af te voeren regenwater bij brugdekken in een constante helling:

$$Qm = 2{,}75\ i^{0{,}34}\ B^{1{,}23}\ L^{0{,}32} \qquad \text{(formule 2)}$$

- voor het berekenen van de maximale hoeveelheid af te voeren regenwater bij brugdekken in een constante verticale boogstraal:

$$Qm = 1{,}52\ r^{-0{,}34}\ B^{1{,}23}\ L^{0{,}66} \qquad \text{(formule 11)}$$

- voor het berekenen van de maximale hoeveelheid af te voeren regenwater bij korte, brede rijdekken $B > \frac{L}{3}$

(formule 8)

$$Q_m^* = \left\{ Qm^{-1{,}35} + \left(\frac{BL}{8{,}73} \right)^{-1{,}35} * \frac{B}{167{,}1} * f(i) \right\}^{-0{,}74}$$

- voor het berekenen van de tijdsduur van de regenbui:

$$t_r = \left\{ \frac{0{,}1145\ B.\ L.}{Qr} \right\}^{-1{,}35} \qquad \text{(formule 4)}$$

- voor het berekenen van het regenwateraanbod onafhankelijk van de langshelling:

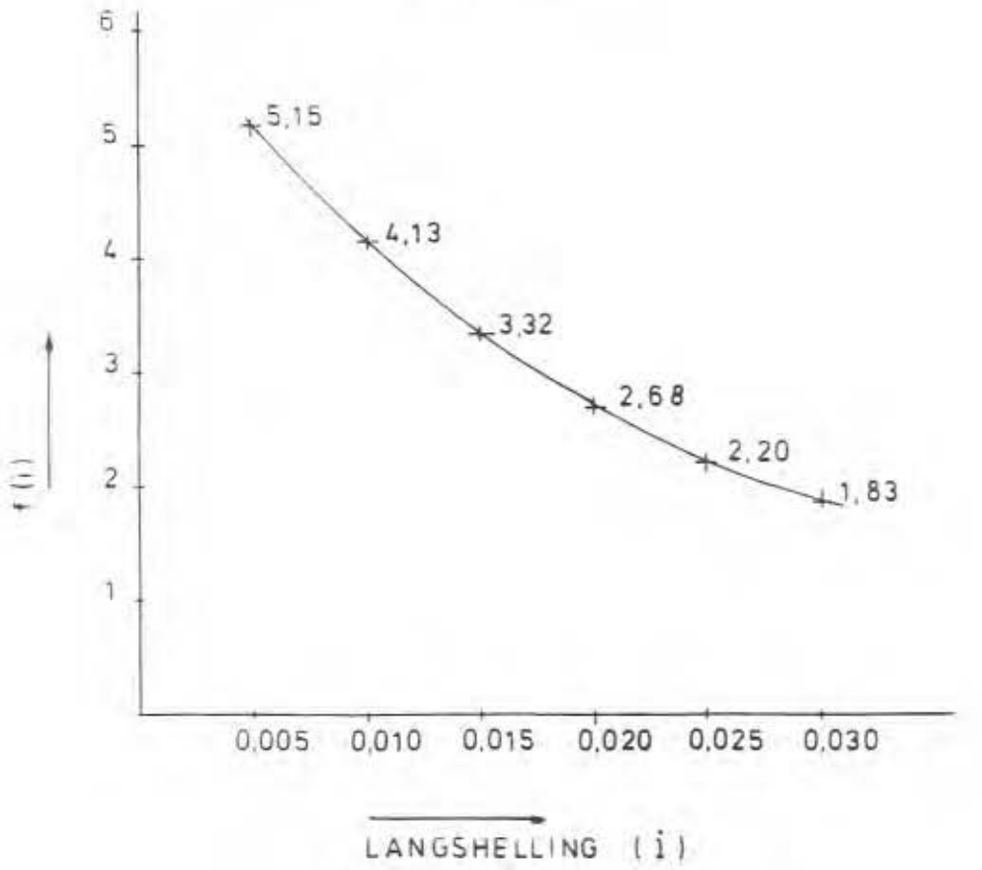
$$Qr = 0{,}1145\ t^{-0{,}74}\ B.\ L. \qquad \text{(formule 3)}$$

- de formules 2 en 11 zijn afgeleid bij de evenwichtstoestand aanvoer = afvoer, zodat hiervoor geldt:

$$Qr = Qm$$

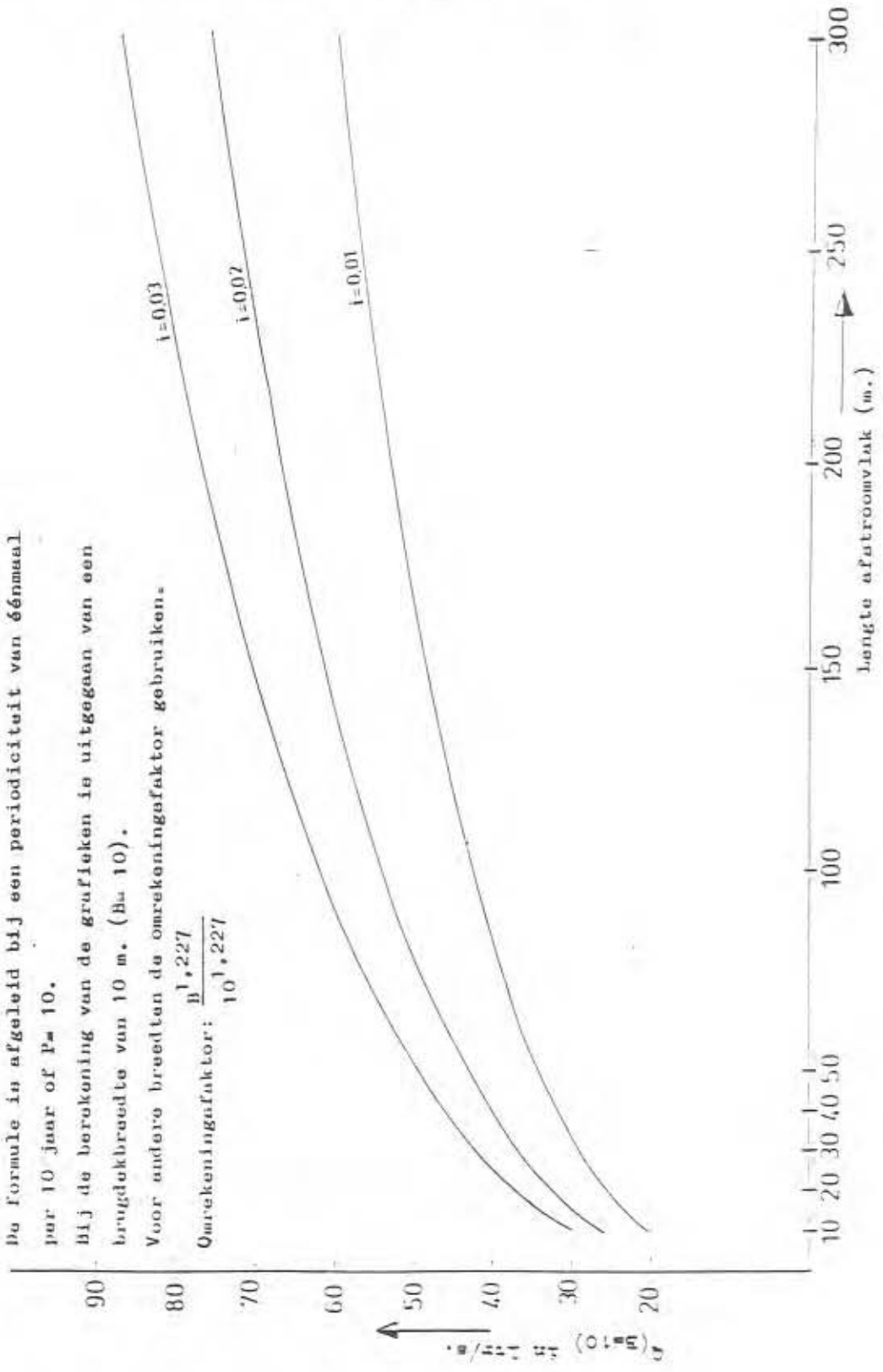
Symbolen:
- Qm = maximale hoeveelheid af te voeren regenwater in ltr/s
- Qr = regenaanbod in ltr/s
- i = langshelling
- r = verticale straal in m
- B = breedte afstroomvlak in m
- L = lengte afstroomvlak in m
- f(i) = rekenfactor afhankelijk van de langs- en dwarshelling bij korte en zeer brede vlakken

f(i) = { i = 0,01 --> 4,13
       { i = 0,02 --> 2,68
       { i = 0,03 --> 1,83



Figuur 1 grafische weergave f(i) bij variabele langshelling

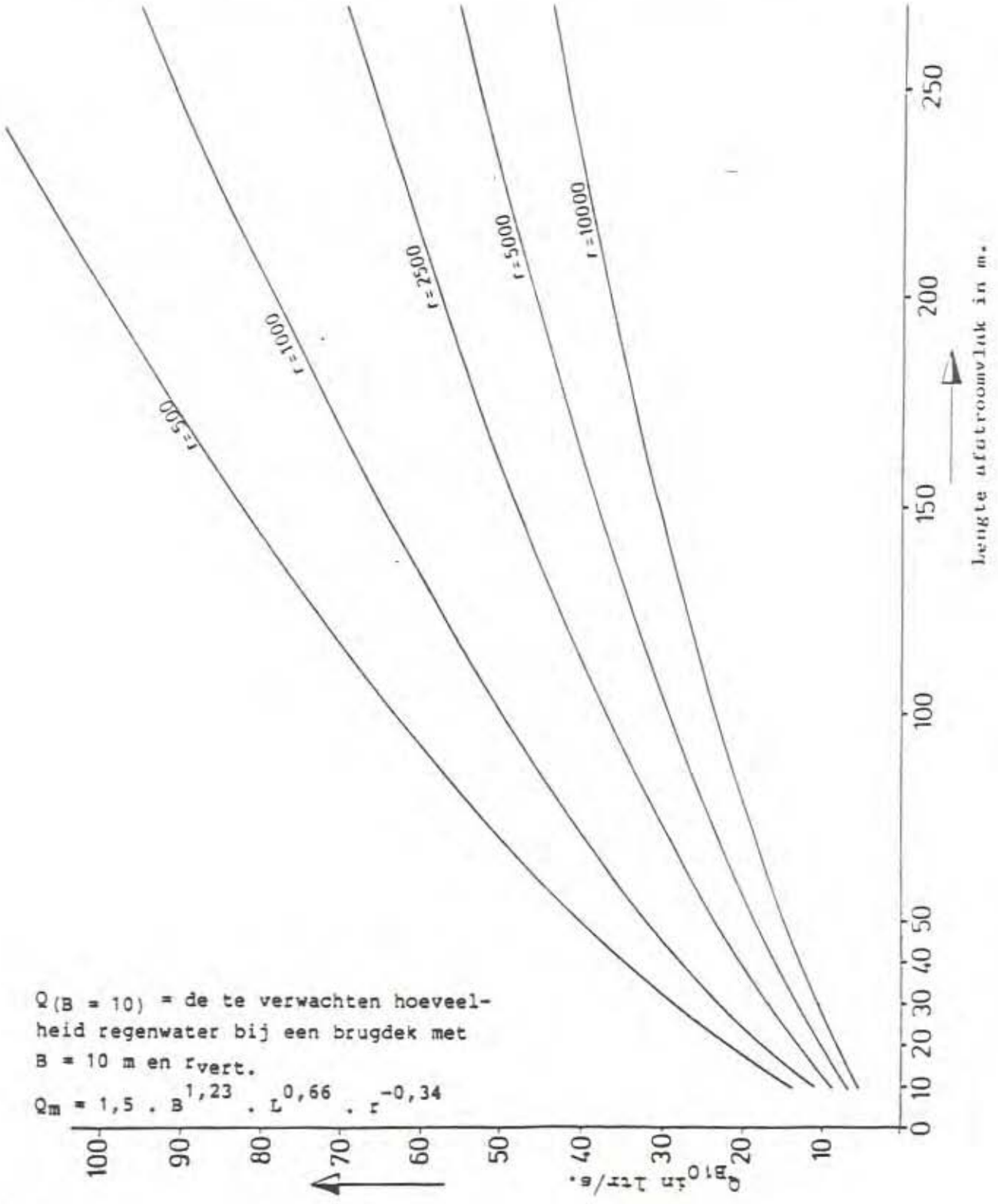
2.2 Afvoerkromme voor vlakken in constante helling



Figuur 2

2.3 Afvoerkromme voor vlakken in constante boogstraal

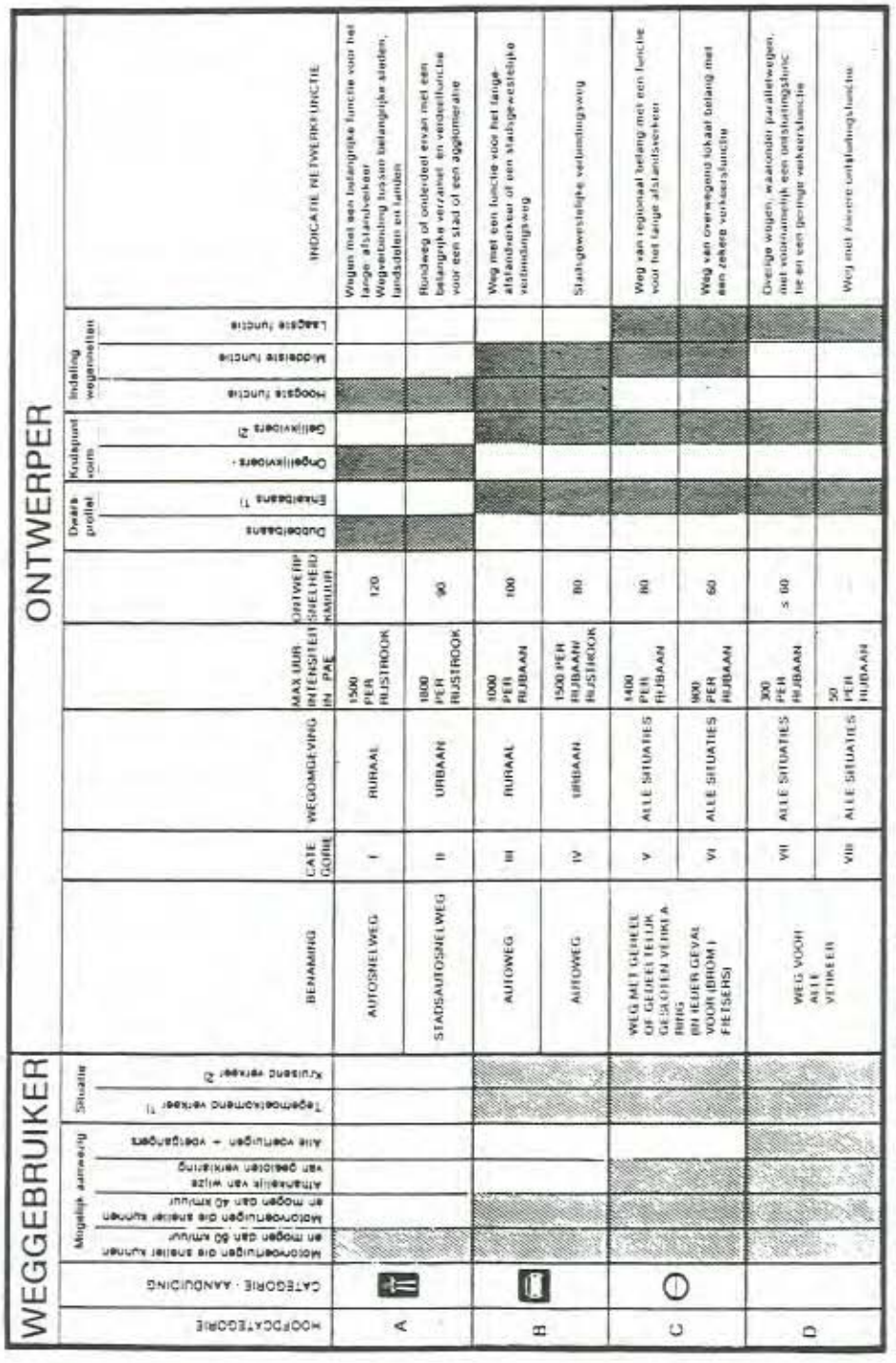
Top r_v op rijdek



Figuur 3

3 WEGEN

3.1 Categorie-indeling

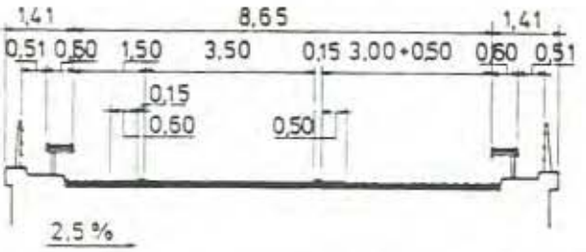


Categorieindeling voor wegen buiten de bebouwde kom (augustus 1985)

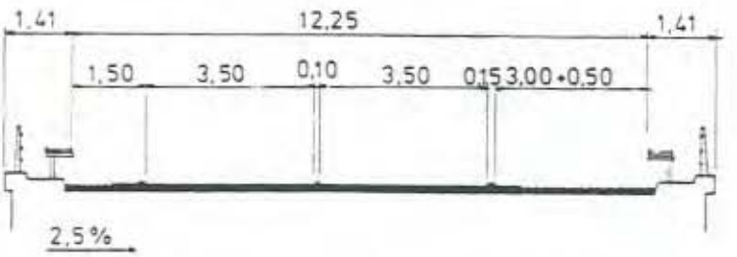
Tabel 1

3.2 Normaal-dwarsprofielen autosnelwegen op kunstwerken

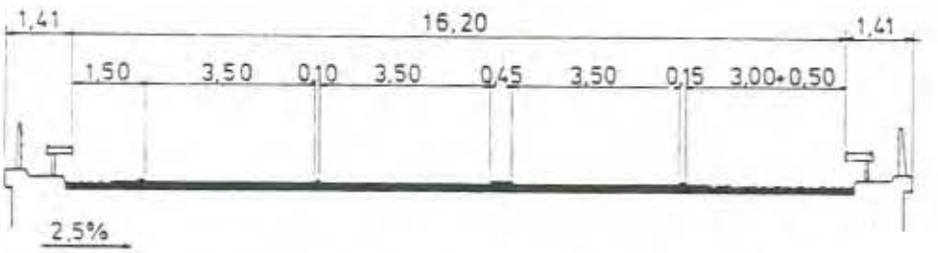
Wegcategorie I en II



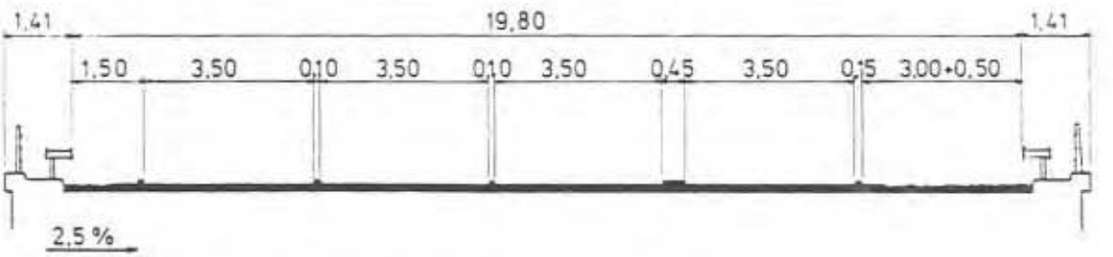
EENSTROOKS VERBINDINGSWEG MET VLUCHTSTROOK



TWEESTROOKS VERBINDINGSWEG MET VLUCHTSTROOK



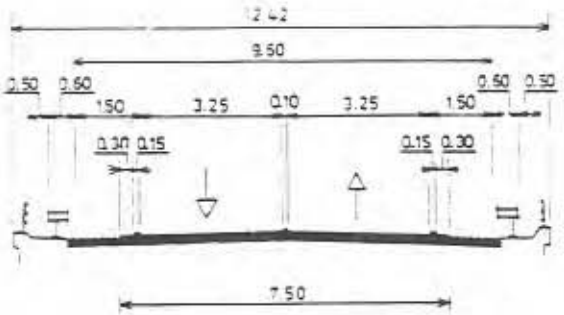
DRIESTROOKS VERBINDINGSWEG MET VLUCHTSTROOK



VIERSTROOKS VERBINDINGSWEG MET VLUCHTSTROOK

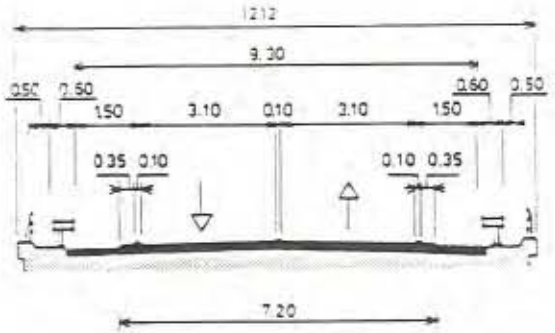
Figuur 4a t/m d

3.3 Normaal-dwarsprofielen niet-autosnelweg op kunstwerken



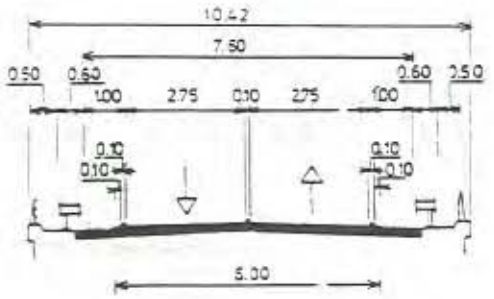
Ontwerpsnelheid 100 km/h

CATEGORIE III.



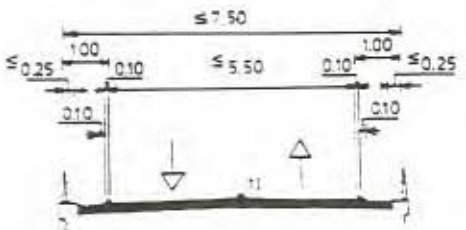
Ontwerpsnelheid 80 km/h

CATEGORIE IV, V.



Ontwerpsnelheid 60 km/h

CATEGORIE VI.



Ontwerpsnelheid ≤ 60 km/h

CATEGORIE VII, en VIII

Figuur 5a t/m d

4 TUSSENAFVOEREN

4.1 Toepassingscriteria

Tussenafvoeren dienen over het algemeen toegepast te worden als:

a. de langshelling van het afstroomvlak gering is ($i < 0{,}005$), zodat het water onvoldoende tot afstroming komt;
b. de capaciteit van de afvoergoot langs de schamprand overschreden wordt;
c. de capaciteit van de eindafvoer onvoldoende is.

4.2 Vlakke platen

Bij vlakke platen, maar ook bij platen in een zeer flauwe helling zijn de afgeleide formules voor Qmax niet meer te gebruiken. Immers is de helling 0,0 dan is ook Qmax 0,0.

De grondslag aanvoer = afvoer gaat dan niet meer op. Er is wel aanvoer, maar er is geen afvoer.
Voor de aanvoer dient dan uitgegaan te worden van de berekeningsregen of berekeningsintensiteit van 120 ltr/s.ha. Deze regenhoeveelheid komt overeen met een regenbui volgens de neerslaganalyse die éénmaal in de 10 jaar voorkomt en een tijdsduur heeft van 32 minuten.

De berekeningsregen van 120 ltr/s.ha dient als ondergrens aangehouden te worden voor Qmax. Daarom is controle achteraf noodzakelijk. Daar slechts bij zeer flauwe hellingen ($i < 0{,}005$) Qmax kleiner kan zijn dan 120 ltr/s.ha is ook slechts bij flauwe hellingen ($i < 0{,}005$) controle achteraf noodzakelijk.

Een behoorlijke afwatering van het rijdek is dan alleen te bereiken met een voldoende aantal tussenafvoeren.

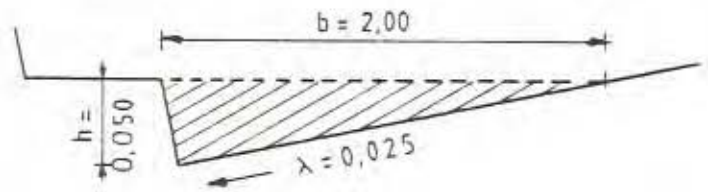
4.3 Capaciteit van goten

4.3.1 Goten langs de schamprand van bruggen in autosnelwegen

Type I Volledige vulling langs de schamprand.

$Q = 0{,}252 \sqrt{i}$

i = 0,01 -> Q = 0,025 m3/s
i = 0,02 -> Q = 0,036 m3/s
i = 0,03 -> Q = 0,044 m3/s

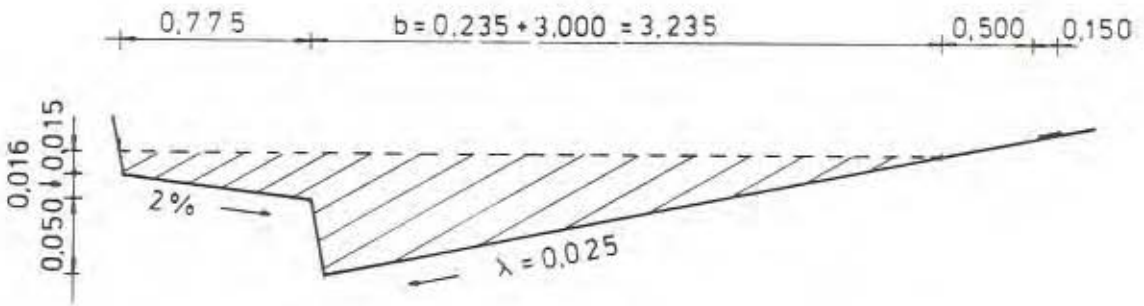


Figuur 6

Type II Volledige vulling over totale vluchtstrook-breedte.

$Q = 0{,}984 \sqrt{i}$

i = 0,01 -> Q = 0,098 m3/s
i = 0,02 -> Q = 0,139 m3/s
i = 0,03 -> Q = 0,170 m3/s



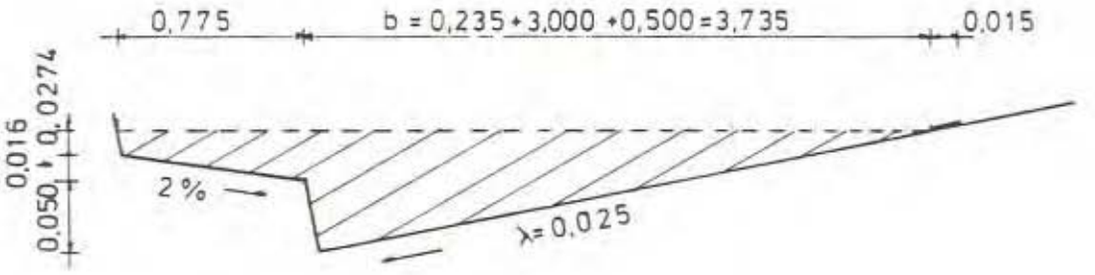
h = b. λ = 3,235 . 0,025 = 0,081 m

Figuur 7

Type III Volledige vulling over vluchtstrook tot aan kantstreep.

$Q = 1{,}511 \sqrt{i}$

i = 0,01 -> Q = 0,151 m3/s
i = 0,02 -> Q = 0,214 m3/s
i = 0,03 -> Q = 0,262 m3/s



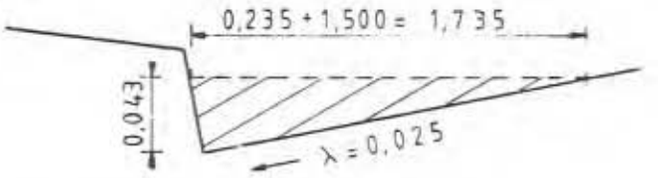
$h = b . \lambda = 3{,}735 . 0{,}025 = 0{,}0934$ m

Figuur 8

Type IV Vulling langs schamprand (bij brugdekken zonder vluchtstrook).

$Q = 0{,}172 \sqrt{i}$

i = 0,01 -> Q = 0,017 m3/s
i = 0,02 -> Q = 0,024 m3/s
i = 0,03 -> Q = 0,030 m3/s



$h = b . \lambda = 1{,}735 . 0{,}025 = 0{,}043$ m

Figuur 9

Goten type I

Goten van het type I hebben voldoende capaciteit om het water van vaker voorkomende regenbuien te bergen. Zelfs is de capaciteit over het algemeen voldoende voor regenbuien die in een periodiciteit van éénmaal per jaar voorkomen (formule 5, deel I, blz. 29).
Bij zeer intensieve buien, die in een periodiciteit van éénmaal per 10 jaar voorkomen, zal de vulling van de vluchtstrook tot goot type II of zelfs type III voorkomen.

Goten type II

Vulling van de goot tot type II wordt toelaatbaar geacht omdat:
- dit zeer zelden voorkomt. De regenhoeveelheden zijn berekend bij een periodiciteit van P = 10;
- deze regenbuien van korte duur zijn, hoogstens 10 minuten;
- de buien zo intensief zijn dat het verkeer tot bijna stilstand wordt afgeremd;
- de hoogte van de waterplas op de vluchtstrook gering is;
- de vluchtstrook zelden bereden wordt.

Goten type III

Vulling van de goot tot de kantstreep (type III) dient vermeden te worden door het toepassen van voldoende tussenafvoeren. Slechts in uitzonderingsgevallen, als tussenafvoeren niet of ten koste van hoge financiële offers te verwezenlijken zijn, is vulling tot het niveau van goot III toelaatbaar.

Goten type IV

In linksdraaiende bochten worden rijkswegen in tegenverkanting aangelegd. Het regenwater zal dan langs de linker schamprand afstromen. Langs deze rand is geen vluchtstrook aanwezig, zodat er weinig ruimte is voor waterberging.
De capaciteit van deze goot (type IV) is zeer gering. Tussenafvoeren zijn dan niet te vermijden.

Regenwater-hoeveelheden op rijdekken van bruggen in autosnelwegen

i	L	Berekend volgens formule 2		Berekend volgens formule 8		Afvoercapaciteit goten			
						Goottypen volgens blz. 13/14			
		B = 11,47	B = 15,07	B = 18,67	B = 24,42	I	II	III	IV
0.01	50	40	56	61	79 (17)	25	98	151	17
	100	50	71	82	110				
	150	57	80	95 (21)	130				
	200	63	88	107	146				
	250	67	95 (21)	116	159				
	300	71 (16)	100	124	171				
0.02	50	51	71	79	101	36	139	214	24
	100	63	89	105	140 (30)				
	150	72	102	123	165				
	200	79	111	137 (30)	186				
	250	85	120	149	202				
	300	90 (20)	127 (28)	159	217				
0.03	50	58	82	93	124	44	170	262	30
	100	73	102	123	167 (37)				
	150	83	117	143	196				
	200	91	128	159 (35)	218				
	250	98	137	171	237				
	300	104 (23)	146 (32)	183	252				

( ) regenhoeveelheden bij P = 1 (éénmaal per jaar)

geen tussenafvoeren

tussenafvoeren wenselijk

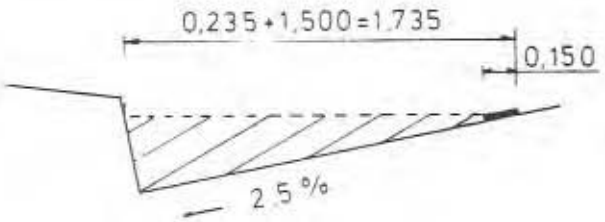
tussenafvoeren noodzakelijk

Tabel 2

4.3.2 Goten langs de schamprand van bruggen in niet-autosnelwegen

Type V. Goten langs de schamprand van wegen categorie III, IV en V.

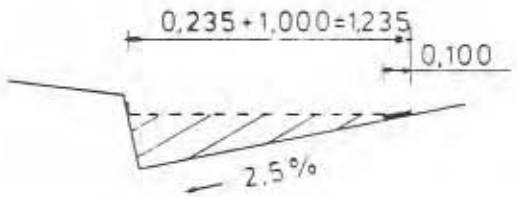
$Q = 0{,}1770 \sqrt{i}$
$i = 0{,}01 \rightarrow Q = 0{,}018$ m3/s
$i = 0{,}02 \rightarrow Q = 0{,}025$ m3/s
$i = 0{,}03 \rightarrow Q = 0{,}031$ m3/s



Figuur 10

Type VI. Goten langs de schamprand van wegen categorie VI.

$Q = 0{,}07 \sqrt{i}$
$i = 0{,}01 \rightarrow Q = 0{,}007$ m3/s
$i = 0{,}02 \rightarrow Q = 0{,}010$ m3/s
$i = 0{,}03 \rightarrow Q = 0{,}012$ m3/s



Figuur 11

Goten type V

De capaciteit van goten langs wegen van categorie III t/m V is gering. Uitgaande van regenbuien met een periodiciteit van P = 10 is overbelasting onvermijdbaar. Overbelastingen komen echter zeldzaam voor.
Uitgaande van regenbuien met een periodiciteit van P = 5 is de capaciteit van de goot nog voldoende voor brugdekken met een lengte van 200 m.

Goten type VI

De capaciteit van goten langs wegen van categorie VI t/m VIII is onvoldoende; overbelasting bij P = 10 is onvermijdbaar.
Gezien het ondergeschikt belang en de geringe ontwerpsnelheid van deze weg en mede in acht genomen dat de overlast van zeer korte duur is (enkele minuten), zal enige overbelasting geaccepteerd moeten worden.

Regenwater-hoeveelheden op rijdekken van bruggen in niet-autosnelwegen (dakprofiel)

i	L	Berekend volgens formule 2				Afvoercapaciteit goten	
		B= 8,10/2	B=10,42/2	B=12,12/2	B=12,42/2	Goottypen volgens blz. 16	
		Cat. VII-VIII	Cat. VI	Cat. IV-V	Cat. III	Cat. VI t/m VIII	Cat. III t/m V
						VI	V
0.01	50	11	15	17	18	7	18
	100	14	19	22	24		
	150	16	22	25	27 18*		
	200	18	24	28	30		
	250	19	26	30	32		
	300	20 (5)	27 (6)	32 (7)	33 (7)		
0.02	50	14	19	23	24	10	25
	100	17	24	28	29		
	150	19	27	32	33		
	200	21	29	34	36 24*		
	250	23	31	38	39		
	300	25 (6)	33 (7)	40 (9)	41 (9)		
0.03	50	16	22	25	26	12	31
	100	20	27	32	33		
	150	23	32	37	38		
	200	25	35	41	42 28*		
	250	27	37	44	45		
	300	29 (6)	39 (9)	46 (10)	47 (10)		

( ) regenhoeveelheden bij P = 1 (éénmaal per jaar)

* regenhoeveelheden bij P = 5 (éénmaal per 5 jaar)

geen tussenafvoeren

tussenafvoeren wenselijk

tussenafvoeren noodzakelijk

Tabel 3

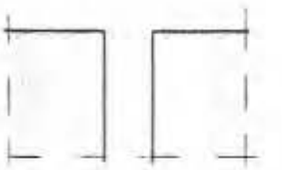
4.4 Capaciteit tussenafvoeren

Tussenafvoeren zijn meestal niet meer dan, in het diepste deel van de goot, nagenoeg verticaal geplaatste afvoerbuizen.

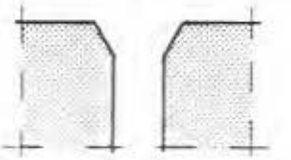
De capaciteit van zo'n buis wordt berekend met de formule $Qa = \mu * A * V$

Qa = Afvoercapaciteit.
μ = Intreecoëfficiënt, afhankelijk van de aansluiting.
Bij loodrechte aansluiting is $\mu = 0,5$.
μ = bij een trechtervormige of afgeronde aansluiting aanmerkelijk groter.
In verband met het verstopt raken, dienen trechtervormige en afgeronde openingen afgedekt te worden met een rooster, waarmee echter het effect van de verbeterde aansluiting grotendeels verloren gaat.

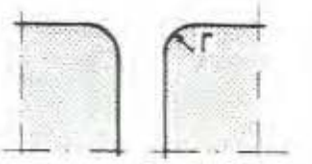
loodrechte aansluiting
$\mu = 0,5$



trechtervormige aansluiting
$\mu = 0,7$ tot $0,65$



afgeronde aansluiting (r > 1/4 D)
$\mu = 1$



Figuur 12 A, B en C

De langshelling is bij bruggen zo gering dat dit nauwelijks invloed heeft op de afvoercapaciteit.

A = Oppervlakte buisdoorsnede:

Doorsnede in mm	A (binnenwerks) m2
Ø200	0,029 m2
Ø160	0,019 m2
Ø120	0,011 m2

v = Afvoersnelheid $v = \sqrt{2\ gh}$ h = waterhoogte

Capaciteitsberekening:
$Qa = \mu * A * \sqrt{2\ gh}$
loodrechte aansluiting $\mu = 0,5$
buis Ø200, A = 0,029
goot type II (h = 0,081)

$Qa = 0,5 * 0,029 * \sqrt{20 * 0,081} = 0,018$ m3/s of 18 ltr/s

capaciteit buis Ø160 is $\frac{0,019}{0,029}$ x 18 = 12 ltr/s

capaciteit buis Ø120 is $\frac{0,011}{0,020}$ x 18 = 7 ltr/s

4.4.1 Tussenafvoerputten

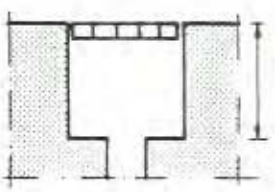
De capaciteit van tussenafvoeren kan aanmerkelijk vergroot worden door de buizen te koppelen aan een opvangput.

De capaciteitsvergroting ontstaat doordat:
- de intrede-opening vergroot wordt;
- in de put energiehoogte opgebouwd wordt.

De capaciteit van een afvoerput wordt bepaald door de doorlaatcapaciteit van het rooster en door de capaciteit van de afvoerbuis.

Capaciteit rooster:
$Qa = \mu . A . \rho . V$ ρ = gatpercentage ca. 30%, afhankelijk van het roostertype

Rekenvoorbeeld 1:



rooster Ø 400
h = 250 mm
afvoerbuis Ø200

Figuur 13a

Capaciteit rooster:

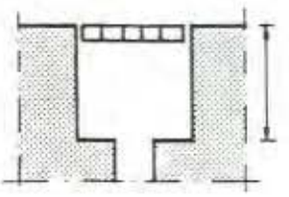
$Qa = 0,5 * 0,4^2 * 0,3 * \sqrt{20 * 0,081} = 0,030$ m3/s

Capaciteit buis:

$Qa = 0,5 * 0,029 * \sqrt{20 * 0,25} = 0,032$ m3/s

De afvoercapaciteit van deze put is 30 ltr/s.

Rekenvoorbeeld 2:



rooster Ø 350
h = 250 mm
afvoerbuis Ø160

Figuur 13b

Capaciteit rooster:

$Qa = 0,5 * 0,35^2 * 0,3 * \sqrt{20 * 0,081} = 0,023$ m3/s

Capaciteit buis:

$Qa = 0,5 * 0,019 * \sqrt{20 * 0,25} = 0,021$ m3/s = 21 ltr/s

De afvoercapaciteit van deze put is 21 ltr/s.

4.5 Plaatsbepaling

De plaatsbepaling voor tussenafvoeren kan op 2 manieren:
1. grafisch; door gebruik te maken van de waterafvoerkromme;
2. rekenkundig.

4.5.1 Grafisch

De werkwijze wordt uitgelegd aan de hand van een voorbeeld.

Gegeven:

Een brug, waarvan het afstroomvlak een lengte heeft van 200 m, een breedte van 24,42 en een langshelling van 0,02.

De te verwachten hoeveelheid regenwater is 67,3 ltr/s (volgens de waterafvoerkromme).
De omrekeningsfactor voor (B = 24,42) =

$$= \frac{24,42^{1,23}}{10^{1,23}} = 3$$

Qmax is dan 3 x 67,3 ltr/s = 202 ltr/s.
De gootcapaciteit is 139 ltr/s (goottype II, blz. 16).

De overbelasting is dan 202 - 139 = 63 ltr/s.
Passen we tussenafvoeren toe met een capaciteit van 21 ltr/s dan is het aantal toe te passen tussenafvoeren 63/21 = 3 stuks.

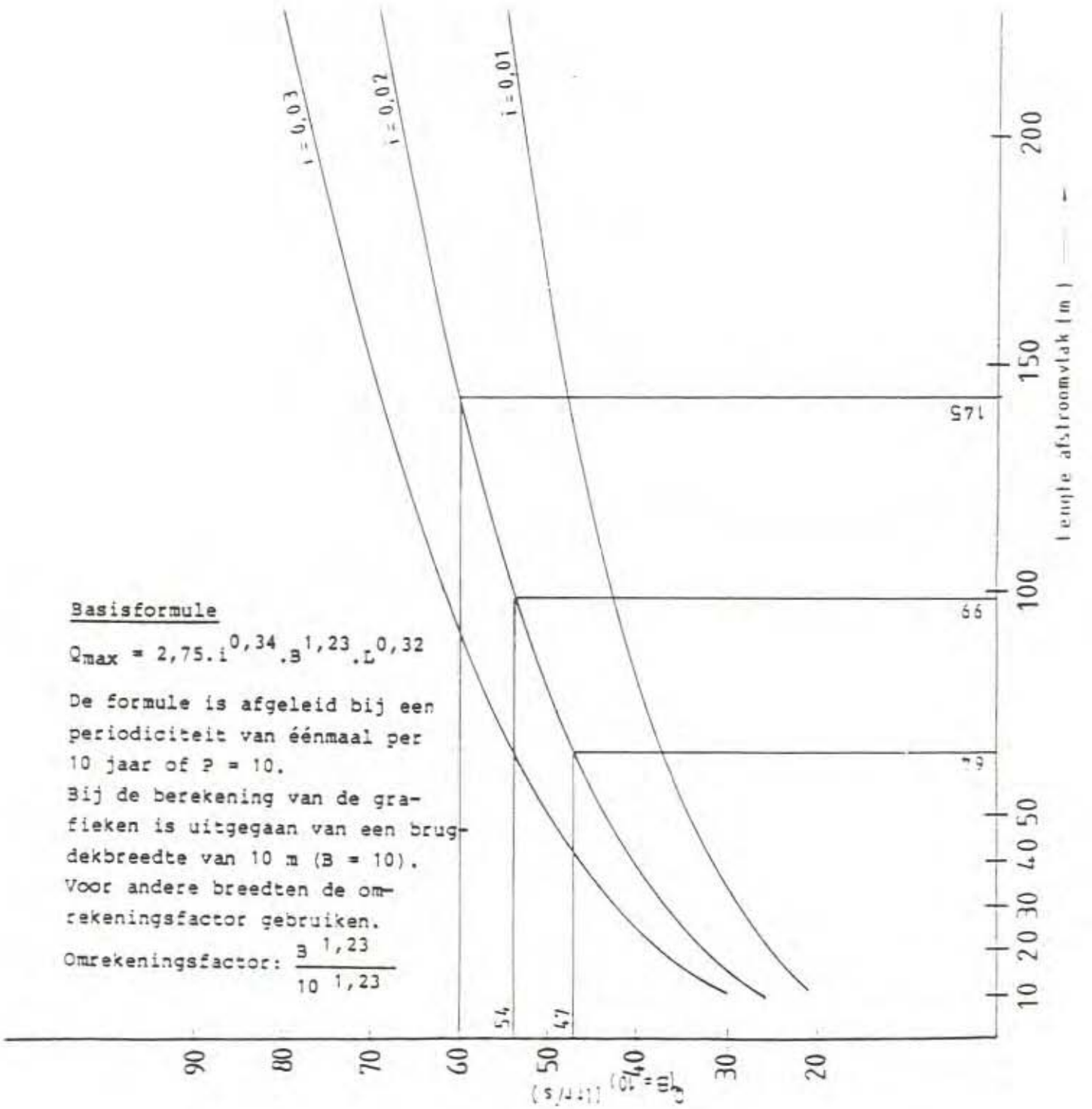
De plaats van de tussenafvoeren moet zodanig gekozen worden, dat de maximale gootinhoud van 139 ltr/s niet overschreden wordt.
Dat is voor de eerste tussenafvoer, vóór de plaats waar de gootvulling 139 ltr/s is, de tweede voor de plaats waar de gootvulling 139 + 21 = 160 ltr/s is en vervolgens voor de plaats met gootvulling van 181 ltr/s.

Omrekenen voor B = 10 geeft: 47, 54 en 60 ltr/s.

In de verticale kolom voor Q(B = 10 m) deze hoeveelheden opzoeken en ter plaatse van het snijpunt van een horizontale lijn door Q(B = 10 m) met de grafiek voor i = 0,02 op de horizontale as, de plaats aflezen.

De bijbehorende plaatsen zijn: 64, 99 en 145 m vanaf het begin van het afstroomvlak.

Waterafvoerkromme



Basisformule

$Q_{max} = 2{,}75 . i^{0{,}34} . B^{1{,}23} . L^{0{,}32}$

De formule is afgeleid bij een periodiciteit van éénmaal per 10 jaar of P = 10.
Bij de berekening van de grafieken is uitgegaan van een brugdekbreedte van 10 m (B = 10).
Voor andere breedten de omrekeningsfactor gebruiken.

Omrekeningsfactor: $\frac{B^{1,23}}{10^{1,23}}$

Figuur 14

4.5.2 Rekenkundig

$$Qmax = 2,75 \cdot i^{0,34} \cdot B^{1,23} \cdot L^{0,32}$$

$$L^{0,32} = \frac{Qmax}{2,75 \cdot i^{0,34} \cdot B^{1,23}}$$

$$L = \left(\frac{Qmax}{2,75 \cdot i^{0,34} \cdot B^{1,23}} \right)^{\frac{1}{0,32}} = 3,125$$

Qmax = 139 ltr/s
i = 0,02
B = 24,42

$$L1 = \left(\frac{139}{2,75 * 0,02^{0,34} * 24,42^{1,23}} \right)^{3,125} = 62 \text{ m}$$

Op 62 m, of kort daarvoor, moet de eerste tussenafvoer geplaatst worden.

$$L2 = \left(\frac{139 + 21}{2,75 * 0,02^{0,34} * 24,42^{1,23}} \right)^{3,125} = 97 \text{ m}$$

$$L3 = \left(\frac{139 + 21 + 21}{2,75 * 0,02^{0,34} * 24,42^{1,23}} \right)^{3,125} = 143 \text{ m}$$

De rekenkundige methode is nauwkeuriger dan de grafische, zodat de uitkomsten enigszins afwijken.
Een grote nauwkeurigheid bij het bepalen van tussenafvoeren is overigens niet noodzakelijk.

5 EINDAFVOEREN

Eindafvoeren bestaan uit een stelsel van goten, putten en afvoerbuizen.
Het van het brugdek afstromende water wordt door de goten opgevangen, in de afvoerput verzameld en via buizen afgevoerd naar een riool, sloot of gemaal.

Voor de dimensionering van het afvoerstelsel is van belang:
a. de maximaal te verwachten hoeveelheid water per tijdseenheid;
b. de breedte van de waterstroom.

ad a. De totale hoeveelheid af te voeren water kan berekend worden met een van de formules op blz. 5 en 6. Het aandeel van de tussenafvoeren dient hierop in mindering te worden gebracht.
In de hierna volgende voorbeelden wordt steeds uitgegaan van een constante helling over de gehele lengte van het rijdek. In de praktijk komt dat echter zelden voor. De uitkomsten van de berekeningen zijn echter nog betrouwbaar genoeg, indien van een gemiddelde helling uitgegaan wordt.

ad b. Aan het eind van het rijdek zal het water, dat in een brede stroom over de vluchtstrook afstroomt, niet geheel in de eerste afvoergoot verdwijnen, zelfs al zou de opnamecapaciteit van deze goot toereikend zijn. De breedte van de stroom en de afstroomsnelheid hebben invloed op de hoeveelheid water dat de eerste goot passeert. De stroomrichting van het water dat langs de schamprand in de richting van de langshelling afstroomt, zal aan het eind van het rijdek ombuigen naar de resultante van de langs- en dwarshelling. De ombuiging begint reeds op het rijdek en is ongeveer voor te stellen als op schets nr. 26 is aangegeven.
De resultante van de langs- en dwarshelling is mede bepalend voor de lengte van het gotenstelsel.

5.1 Afvoergoten

De capaciteit van afvoergoten wordt bepaald door de doorlaatcapaciteit van de roosters en de afvoercapaciteit van de goot zelf.

Capaciteit roosters:

$Q_{ro} = \mu . A . \rho . v$ m3/s

μ = intreecoëfficiënt = 0,5
A = oppervlakte rooster in m2
(binnenwerkse maten)
ρ = gatpercentage
v = stroomsnelheid in m/s

Het gatpercentage van roosters voor afvoergoten en putten varieert, afhankelijk van het type, van 20 tot 35% (zie overzicht roosters blz. 57).

Capaciteit afvoergoot:

$$Qg = A * Kc * \sqrt[3]{R^2}\ \sqrt{i}\ m3/s$$

Kc = ruwheidsfactor Kc = 60
R = hydraulische straal
i = langshelling

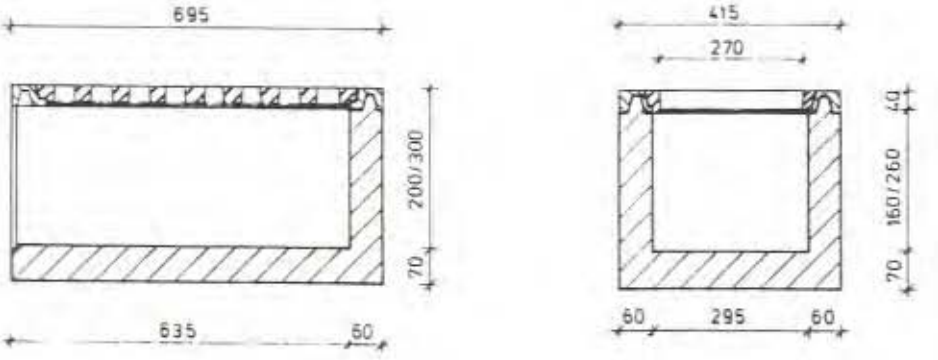
$Kc = \frac{1}{n}$ n = de ruwheidsfactor volgens Manning.

Waarden van n en Kc voor beton:

	glad		ruw	
	n	Kc	n	Kc
betonnen goten	0,012	83	0,018	56
betonnen buizen	0,012	83	0,016	63

Naast de wandwrijving veroorzaakt het instromende water extra turbulentie. In verband met de hierdoor optredende vertraging in de afstroming wordt voor Kc een gereduceerde waarde aangehouden, Kc = 60.

5.1.1 Gootelementen met roosters



Figuur 15

Capaciteit roosters:

$Qro = \mu * A * \rho * v$
$= 0,5 * 0,575 * 0,27 * \rho * v \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{20h}$

De hoogte "h" van de waterstroom is bij de eerste goot maximaal. Bij de volgende goten zal "h", evenredig met de hoeveelheid water die in de goot verdwijnt, afnemen. Het doorlaatvermogen van de roosters wordt o.a. bepaald door de hoogte van de waterkolom, daarom zal de hoeveelheid water die door de goten wordt opgenomen van de eerste naar de laatste goot afnemen.

$Qro = 0,5 * 0,575 * 0,27 * 0,3 * \sqrt{20} * \sqrt{h}$

$Qro = 0,1041 \sqrt{h} \rightarrow \underline{h = 92,204\ Qro^2}$ [1]

Wateraanbod: Qa.
De maximale hoeveelheid af te voeren water volgt uit de formule 2, 8 of 11 (Qm), verminderd met het aandeel van de tussenafvoeren.
Qm wordt uitgedrukt in ltr/sec, de capaciteit van afvoergoten in m3/s; derhalve wordt ook het wateraanbod in m3/s uitgedrukt, of Qa = 0,001 Qm.

Qa = A * v m3/s (oppervlakte dwarsdoorsnee x stroomsnelheid)

$A = \frac{b.h}{2} \cdot = \frac{h^2}{2\lambda}$

$v = Kc \sqrt[3]{R^2} \sqrt{i} = 60 \sqrt[3]{\left\{\frac{h}{2(1+\lambda)}\right\}^2} \sqrt{i}$

$= 60 \sqrt[3]{\frac{h^2}{2,05^2}} \sqrt{i} = 37,18\ h^{2/3} \sqrt{i}$

$Qa = \frac{h^2}{2\lambda} \cdot 37,18\ h^{2/3} \sqrt{i} = 743,6\ h^{8/3} \sqrt{i} \rightarrow$

$\rightarrow h^{8/3} = \frac{Qa}{743,6\ i^{1/2}} \rightarrow h = 0,0838 \frac{Qa^{3/8}}{i^{3/16}}$ [2]

substitutie [1] in [2]

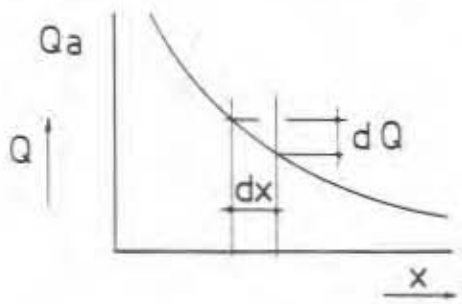
$92,204\ Qro^2 = 0,0838 \frac{Qa^{3/8}}{i^{3/16}}$

$Qro = 0,03015 \frac{Qa^{3/16}}{i^{3/32}}$

i = 0,01 ~ 0,0464
i = 0,02 - Qro = - 0,0435 * $Qa^{3/16}$ of $\boxed{Qro = k_i * Qa^{3/16}}$
i = 0,03 ~ ~ 0,0419

Met deze formule is de waterhoeveelheid te berekenen die door de eerste goot wordt opgenomen. De aanvoer voor de volgende goot is evenveel minder als door de voorgaande goot is opgenomen, enz.

Bepaling benodigd aantal goten



Qa = wateraanvoer eerste goot
Q = wateraanvoer vlg. goten
X = aantal goten

Over de lengte van één goot is de afname $k_i * Q^{3/16}$.
Over de lengte dX is de afname dQ,

dus $\frac{dQ}{dX} = - k_i * Q^{3/16}$ --> $dQ * Q^{-3/16} = - dX k_i$ -->

$\frac{16}{13} Q^{13/16} = - k_i * X + C$ }
voor $X = 0$ --> $Q = Qa$ } --> $C = \frac{16}{13} Qa^{13/16}$

$$\frac{16}{13} Q^{13/16} = - k_i * X + \frac{16}{13} Qa^{13/16}$$

$$Q = \left(Qa^{13/16} - \frac{13}{16} k_i * X \right)^{16/13}$$

Voor Q = 0 geldt $\boxed{X = \frac{16}{13} \frac{Qa^{13/16}}{k_i}}$ formule 21

i = 0,01 --> k_i = 0,0464		26,53	$Qa^{13/16}$
i = 0,02 --> k_i = 0,0435	X =	28,29	$Qa^{13/16}$
i = 0,03 --> k_i = 0,0419		29,37	$Qa^{13/16}$

Uit de formule blijkt dat de langshelling weinig invloed heeft op het aantal toe te passen goten.

In de praktijk is de volgende vuistregel te hanteren: bij een geringe aanvoer < 0,060 m3/s rekenen met een opnamecapaciteit van 20 ltr per goot, bij een aanvoer > 0,060 m3/s rekenen met 25 ltr per goot,

dus

Qm < 60 ltr/s --> Qro = 20 ltr per goot
Qm > 60 ltr/s --> Qro = 25 ltr per goot

Voorbeeld 1: Qm = 137 ltr/sec --> Qa = 0,137 m3/s
i = 0,02

Opname 1e goot: $Q_{ro1} = 0{,}0435 \times 0{,}137^{3/16} = 0{,}030$ m3/s

Opname 2e goot: $Q_{ro2} = 0{,}0435 \times (0{,}137 - 0{,}030)^{3/16} = 0{,}029$ m3/s

$Q_{ro3} = 0{,}0435 \times 0{,}078^{3/16} = 0{,}027$ m3/s

$Q_{ro4} = 0{,}0435 \times 0{,}051^{3/16} = 0{,}025$ m3/s

$Q_{ro5} = 0{,}0435 \times 0{,}026^{3/16} = 0{,}022$ m3/s

Het restant (0,04 m3/s) zal door de 6e goot of de afvoerput worden opgenomen.
Berekening met formule 21 geeft:

$X = 28{,}3 * Q_a^{13/16} = 28{,}3 * 0{,}137^{13/16} = 5{,}6$
dus 6 goten of 5 goten + 1 put.

Capaciteit afvoergoot:

Goot 20 cm hoog --> h = 0,16 m (tot onderkant rooster).

$Q_{go} = A.Kc. \sqrt[3]{R^2}. \sqrt{i}$

A = 0,27 * 0,16 = 0,0432

Kc = 60

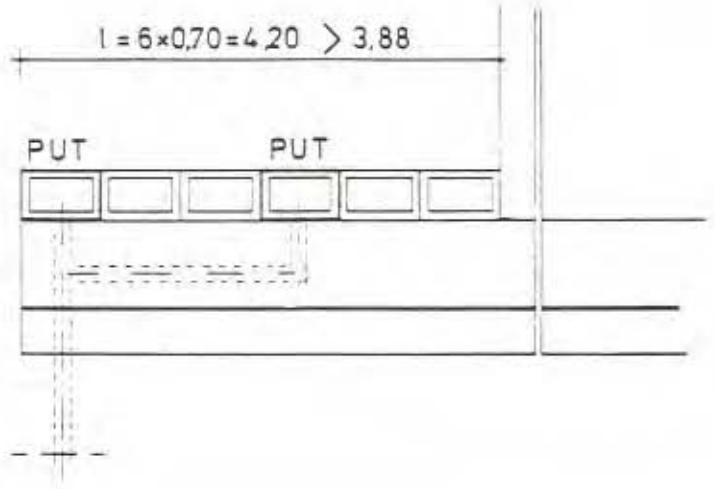
$R = \frac{A}{O} = \frac{0{,}27 * 0{,}16}{0{,}27 + 0{,}32} = 0{,}0732$

$Q_{go} = 0{,}0432 * 60 * 0{,}0732^{2/3} * \sqrt{i} = 0{,}454 \sqrt{i}$

i = 0,01 --> Qgo = 0,045 m3/s = 45 ltr/s
i = 0,02 --> Qgo = 0,064 m3/s = 64 ltr/s
i = 0,03 --> Qgo = 0,078 m3/s = 78 ltr/s

De capaciteit van deze goten is gering.
Bij een wateraanvoer > 45 resp. 64 en 78 ltr/s dienen goten met een grotere capaciteit, of meer putten toegepast te worden.

Volgen we voorbeeld 1, dan zou de 3e en laatste goot als put uitgevoerd moeten worden.



Figuur 16

Diepere goten:

Goot 25 cm hoog --> h = 0,21
A = 0,27 * 0,21 = 0,0567

$$R = \frac{0,0567}{0,27 + 0,42} = 0,082$$

$$Qgo = 0,0567 * 60 * 0,082^{2/3} \sqrt{i} = 0,643 \sqrt{i}$$

i = 0,01 --> Qgo = 64
0,02 --> Qgo = 91
0,03 --> Qgo = 111

Goot 30 cm hoog --> h = 0,26
A = 0,27 * 0,26 = 0,0702

$$R = \frac{0,0702}{0,27 + 0,52} = 0,089$$

$$Qgo = 0,0702 * 60 * 0,089^{2/3} \sqrt{i} = 0,84 \sqrt{i}$$

i = 0,01 --> Qgo = 83
i = 0,02 --> Qgo = 118
i = 0,03 --> Qgo = 144

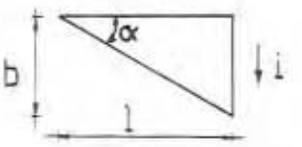
Lengte gotenrij:

Bij voldoende capaciteit van de afvoergoten zal de rand van de waterstroom volgens de resultante van de langs- en dwarshelling afbuigen naar de afvoergoten.

Het gebied waarover goten dienen te worden aangebracht, moet tot voorbij dit punt reiken. (zie figuur 26 op blz. 53).

$$h = 0{,}0838 \frac{Q^{3/8}}{i^{3/16}} \quad \text{(zie blz. 28)}$$

$$h = b \rightarrow b = \frac{0{,}0838}{0{,}025} \frac{Qa^{3/8}}{i^{3/16}} = 3{,}352 \frac{Q^{3/8}}{i^{3/16}} \qquad [3]$$



b = breedte waterstroom
l = lengte goten

$$l = b \operatorname{tg} = b \frac{i}{\lambda} \quad \text{(invullen in [3])}$$

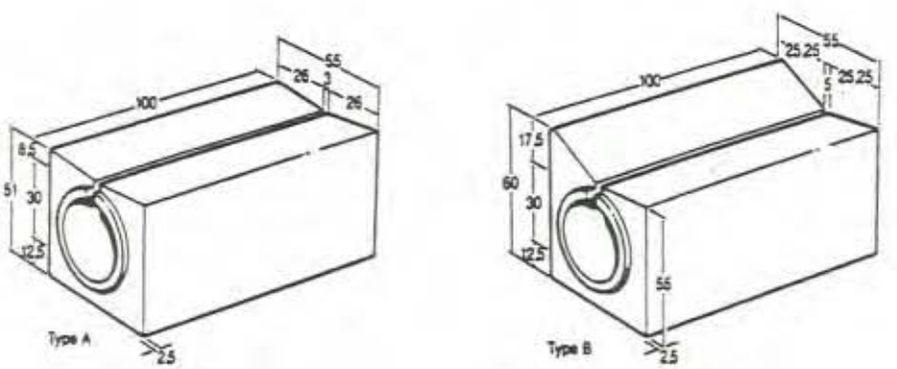
$$l = 3{,}352 \frac{Qa^{3/8}}{i^{3/16}} \cdot \frac{i}{\lambda} = 134\ Qa^{3/8}\ i^{13/16}$$

i = 0,01		3,18 $Qa^{3/8}$
i = 0,02	l_{min} =	5,58 $Qa^{3/8}$
i = 0,03		7,75 $Qa^{3/8}$

Stel:

Qa = 0,137 m3/s --> l_{min} =
- i = 0.01 --> 1,51 m (2 goten + 1 put)
- i = 0,02 --> 2,67 m (4 goten + 1 put)
- i = 0,03 --> 3,76 m (6 goten + 1 put)

5.1.2 Verholen goten



Figuur 17

Doorlaatcapaciteit sleuf

$Qr = \mu * A * \rho * v$ $\qquad A = 0{,}03 * 1 = 0{,}03$ m2
$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{20h}$

$Qr = 0{,}5 * 0{,}03 * 1 * \sqrt{20h} = 0{,}067\sqrt{h}$

$Qr = 0{,}067\ h$ $\qquad$ h = 8 cm --> Qr = 0,019 per ml goot
h = 6 cm --> Qr = 0,016 per ml goot
h = 4 cm --> Qr = 0,013 per ml goot

Voor het bepalen van het aantal goten kan vrijblijvend uitgegaan worden van een doorlaatcapaciteit van 16 ltr/sec per ml goot.

Capaciteit afvoergoot

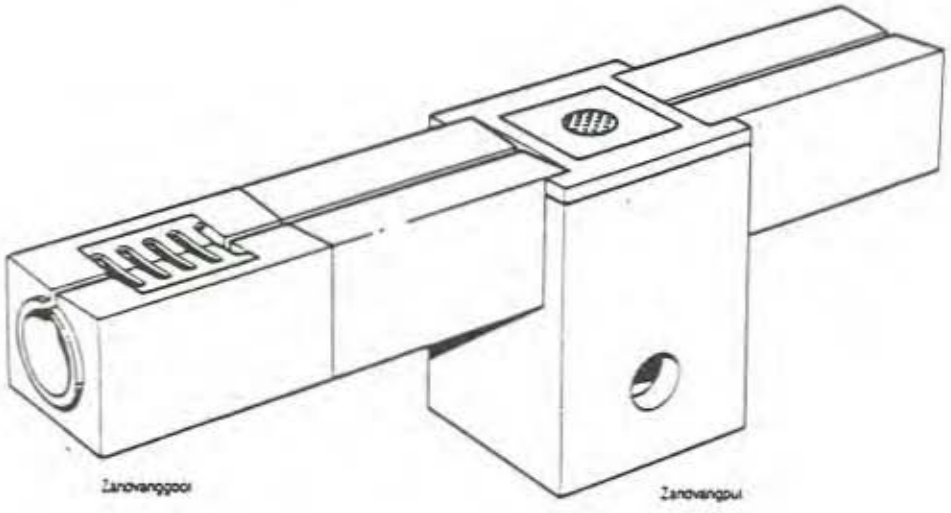
$Qgo = A * Kc * \sqrt[3]{R^2 I}$ $\qquad A = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} * 0{,}3^2 = 0{,}0707$

$R = 1/4\ D = 0{,}075$

$Qgo = 0{,}0707 * 60 * 0{,}075^{2/3} * \sqrt{i} = 0{,}75\sqrt{i}$

i = 0,01 - Qgo - 0,075 m3/s
i = 0,02 - Qgo - 0,106 m3/s
i = 0,03 - Qgo - 0,130 m3/s

5.1.3 Verholen goten met roosters



Figuur 18

De totale doorlaatoppervlakte is:
0,50 * 0,30 * 0,3 + 0,50 * 0,03 = 0,060 m2

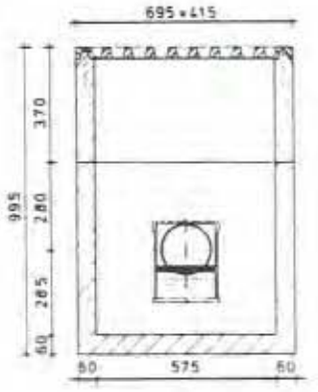
Qro = μ * A * v = 0,5 * 0,06 * 20 h = 0,134 h
voor h = 6 cm --> Qro = 0,032 m3/s = 32 ltr/s per m1 goot.

5.2 Afvoerputten

Afvoerputten zijn te beschouwen als doorgeefstations tussen de afvoergoten en het riool, sloot, gemaal, of ander verzamelpunt. In deze functie heeft de afvoerput geen grote afmetingen nodig. De afvoercapaciteit wordt immers niet bepaald door de omvang.
De enige parameter die invloed heeft op de capaciteit is de energiehoogte die in de put kan worden opgebouwd. Het is dan ook van belang dat de aansluiting voor de afvoerbuis zo laag mogelijk geplaatst wordt. Het liefst vlak boven de bodem. Alleen bij putten die tevens dienst doen als zandvang is de afvoeropening ca. 0,40 m boven de bodem geplaatst.
Vaak zijn deze putten tevens voorzien van een stankafsluiter. Zelden doet zich echter een situatie voor waarbij een stankafsluiter noodzakelijk is.

5.2.1 Prefab-putten met zandvang

De afvoercapaciteit van de put wordt bepaald door de afvoercapaciteit van de buis en de energiehoogte. Wordt het water naar de teen van het talud afgevoerd, dan is de afvoersnelheid in de buizen groter dan de capaciteit van de uitstroomopening van de put, zodat gerekend mag worden met een vrije uitstroom.



Qp = μ* A * v

Qp = afvoercapaciteit put
= intreecoëfficiënt = 0.5
A = opp. buisopening
Ø120 --> A = 0,011 m2
Ø160 --> A = 0,019 m2
Ø200 --> A = 0,029 m2
Ø250 --> A = 0,042 m2

Figuur 19

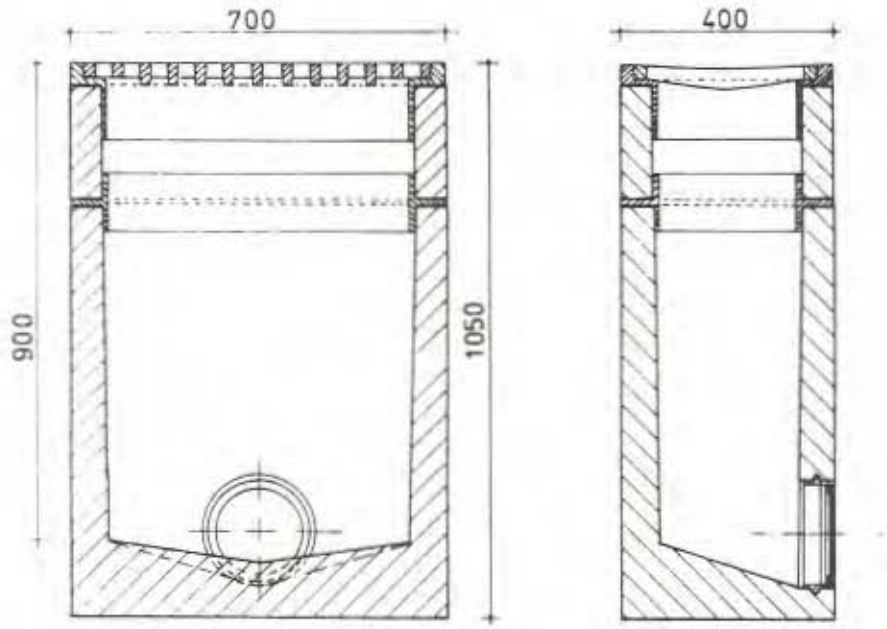
$Qp = 0,5 * A * \sqrt{20 * 0,65}$
$= 1,8\ A$

buis Ø120 --> Qp = 0,020 m3/s = 20 ltr/s
buis Ø160 --> Qp = 0,034 m3/s = 34 ltr/s
buis Ø200 --> Qp = 0,052 m3/s = 52 ltr/s
buis Ø250 --> Qp = 0,075 m3/s = 75 ltr/s

5.2.2 Prefab-putten zonder zandvang

h = 0,90 m
De intreecoëfficiënt is 0,65 (gunstiger aansluiting)
$Qp = 0,65\sqrt{20 * 0.90} * A = 2,75\ A$

buis Ø120 --> Qp = 0,030 m3/s = 30 ltr/s
buis Ø160 --> Qp = 0,052 m3/s = 52 ltr/s
buis Ø200 --> Qp = 0,080 m3/s = 80 ltr/s
buis Ø250 --> Qp = 0,116 m3/s = 116 ltr/s



Figuur 20

5.2.3 Putten naar maat

a. ter plaatse gestort;
b. geprefabriceerd.

Ad a Ter plaatse gestorte putten hebben ten opzichte van prefab-putten nogal wat nadelen, zoals:
- ze zijn duur;
- beschadigingen kunnen moeilijk hersteld worden;

- vanwege de vereiste lengte van de instroomopening dient de put een grote lengte te hebben, of aan opvanggoten gekoppeld te worden.

Situaties waarbij ter plaatse gestorte putten de voorkeur hebben, doen zich voor als:
- er extra bergruimte nodig is.
  Deze situatie komt voor als de put aangesloten is op de riolering langs de weg en deze riolering de wateraanvoerpiek niet aan kan.
  De extra bergruimte kan dan voor enige spreiding zorgen;
- de afvoercapaciteit van de standaard prefab-put te gering is.

Ad b geprefabriceerde putten.
Ook al zijn er afwijkende maten vereist, dan nog kan de put geprefabriceerd worden. Of dat in een fabriek is of in de nabijheid van het werk doet feitelijk niet ter zake.
Putten naar maat dienen daar toegepast te worden waar één enkele standaardput ontoereikend is.
De hogere kosten van het maatwerk wegen ruimschoots op tegen de nadelen van twee of meer putten.

5.3 Overzicht toe te passen aantal goten en putten

Qm ltr/s	GOTEN (aantal)						PREFAB-PUTTEN (met zandvang)		PUTTEN NAAR MAAT	
	h = 200			h = 300			Goot met onderput	Verza-melput	Cap. wordt bepaald door Qp = 2,25 * √h x A	
	Langshelling						Buis aansluiting			
	1%	2%	3%	1%	2%	3%	ø	ø	h	ø
10	1	1	1				120			
20	2	2	2				160			
30	2	2	2				160		h	
40	2	2	2				160	200		
50	2	2	3				160	200		
60		3	3	3			200	250		
70		3	4	3			200	250		ø
80			4	3	3		250	300	0,40	
90				4	4	4	250	300		
100				4	4	5	250	300		(A=opp ø)
110				4	4	5			0,90	250
120				*	5	5			0,90	300
130					5	6			0,90	300
140					*	6			0,90	300
150						*			0,90	300
160									0,90	400
170									0,90	400
180									0,90	400
190									0,90	400
200									0,90	400

Tabel 4

* De max. capaciteit van de goten is bereikt.
Bij een grotere aanvoer "goten naar maat" ontwerpen of tussenputten plaatsen, zoals aangegeven op blz. 31, figuur 16.

6 WATERBEHEERSING IN TUNNELS

In deel 1 is de berekening van pompputten en pompcapaciteiten behandeld. Daarbij is steeds uitgegaan van toestroming vanuit één zijde, of vanuit twee zijden gelijktijdig.
Deze laatste situatie doet zich voor als de pompput centraal geplaatst is. In de praktijk komt dat slechts zelden voor. Daarom zullen in dit deel, via een voorbeeld, vaker voorkomende situaties behandeld worden. Ook wordt een eenvoudiger methode voor het berekenen van de berging t.b.v. de startvertraging van pompen behandeld.

Voor de waterbeheersing in tunnels zijn in deel 1 de volgende formules afgeleid:

- de maximaal te verwachten aanvoer van regenwater

$$Qm = 0{,}6P^{0{,}66}\ i^{0{,}34}\ B^{1{,}23}\ L^{0{,}32} \qquad \text{formule 5}$$

P = 10 voor tunnels met geringe verkeersfunctie categorie VII en VIII
P = 25 voor tunnels in secundaire wegen categorie V en VI
P = 50 voor tunnels in auto- en snelwegen categorie I t/m IV

$P = 10 \rightarrow 0{,}6\ P^{0{,}66} = 2{,}75$
$P = 25 \rightarrow 0{,}6\ P^{0{,}66} = 5{,}02$
$P = 50 \rightarrow 0{,}6\ P^{0{,}66} = 7{,}93$

- regenhoeveelheid per tijdseenheid

$$Qr = 0{,}033\ P^{0{,}54}\ t^{-0{,}74} \cdot B \cdot L \qquad \text{formule 6}$$

- tijdsduur van de regenbui

$$t = \left(\frac{0{,}033\ P^{0{,}54} \cdot B \cdot L}{Qr} \right)^{1{,}35} \qquad \text{formule 7}$$

$P = 10 \rightarrow 0{,}033\ P^{0{,}54} = 0{,}1145$
$P = 25 \rightarrow 0{,}033\ P^{0{,}54} = 0{,}1877$
$P = 50 \rightarrow 0{,}033\ P^{0{,}54} = 0{,}2730$

- inhoud pompput

$$I = 60 \ (Qm - Qp) \ (t_m - t_p)$$ formule 14

- minimale pompcapaciteit

$$Qp > 0{,}28 \ Qmax$$ formule 15

Symbolen: Qm = max. hoeveelheid regenwater in ltr/sec
Qr = regenaanbod in ltr/sec
i = langshelling
Qp = pompcapaciteit in ltr/s
t_m = tijdsduur van de maximale regenbui in min.
t_p = tijdsduur, waarbij de wateraanvoer is toegenomen tot Qp (pompcapaciteit)
I = inhoud in ltr.

6.1 De maatgevende regenbui

De regenbui waarbij aan de voet van de helling de grootste hoeveelheid water aangevoerd wordt, is de maatgevende regenbui voor dat hellend vlak.
Een tunnel heeft echter twee hellende vlakken, een toerit en een afrit. Zijn de afmetingen van toe- en afrit sterk afwijkend, dan is het duidelijk dat de maatgevende regenbui van bijv. de toerit niet tevens ook maatgevend is voor de afrit. Een wat extreem gesteld voorbeeld maakt dat duidelijk.

Voorbeeld: afmetingen toerit: lengte 500 m
breedte 10 m
helling 1%
afmetingen afrit : lengte 150 m
breedte 10 m
helling 3%

De max. wateraanvoer volgt uit de formule:

$$Qm = 5{,}02 * i^{0,34} * B^{1,23} * L^{0,32}$$

Toerit: $Qmt = 5{,}02 * 0{,}01^{0,34} * 10^{1,23} * 500^{0,32} = 130$ ltr/s
de tijdsduur van deze regenbui is:

$$t_r = \left(\frac{0{,}1877 * 10 * 500}{130} \right)^{1,35} = 14{,}4 \text{ min.}$$

Afrit : $Qma = 5,02 * 0,03^{0,34} * 10^{1,23} * 150^{0,32} = 129$ ltr/s
de tijdsduur van deze regenbui is:

$$t_r = \left(\frac{0,1877 * 10 * 150}{129} \right)^{1,35} = 2,9 \text{ min.}$$

Ondanks dat Qmax voor toe- en afrit ongeveer gelijk is, zijn het zeer verschillende regenbuien. De maatgevende regenbui voor de toerit duurt 14,4 min. en voor de afrit slechts 2,9 min. Het is daarom onlogisch de pompput te dimensioneren op de som van beide maxima. _

Regenbui van langste duur maatgevend voor de dimensionering van pompputten

De inhoud van een pompput kan berekend worden met formule 14:
$I = 60 (Qm - Qp) (t_m - t_r)$.

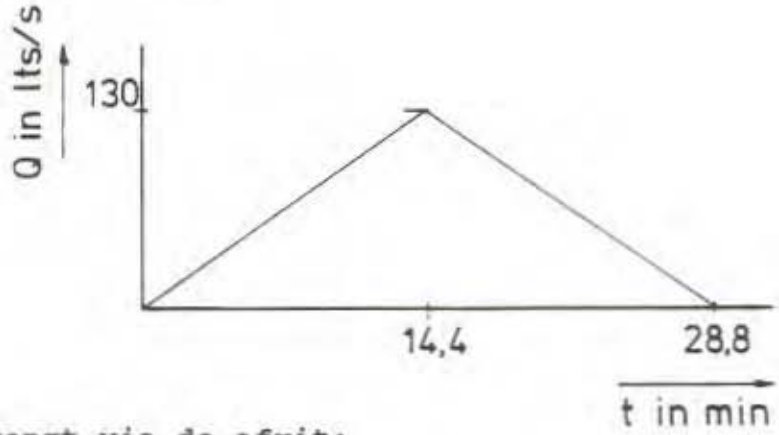
Deze regel geldt slechts indien:
$Qp > 0,28\ Qm$ (formule 15).

Deze formule is gebaseerd op de max. regenbui, die grafisch als een driehoek wordt weergegeven. De totale aanvoer van toerit en afrit benadert de vorm van de driehoek het dichtst indien uitgegaan wordt van de maatgevende regenbui van de langste duur.

Volgens het voorbeeld is dat Qm (toerit).

Onderstaand grafisch weergegeven.

Wateraanvoer toerit



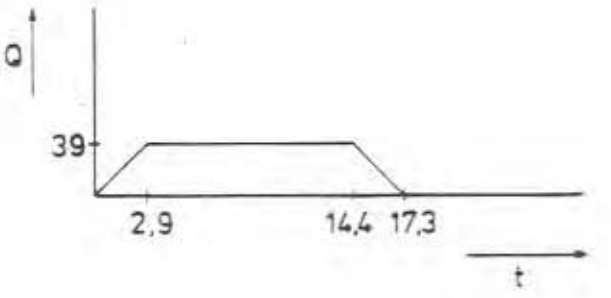
Deze regenbui brengt via de afrit:

$Qr\ afrit = 0,1877 * B * L * t^{-0,74} = 39$ ltr/s.
Dit had ook volgens de lengteverhoudingen berekend kunnen worden.

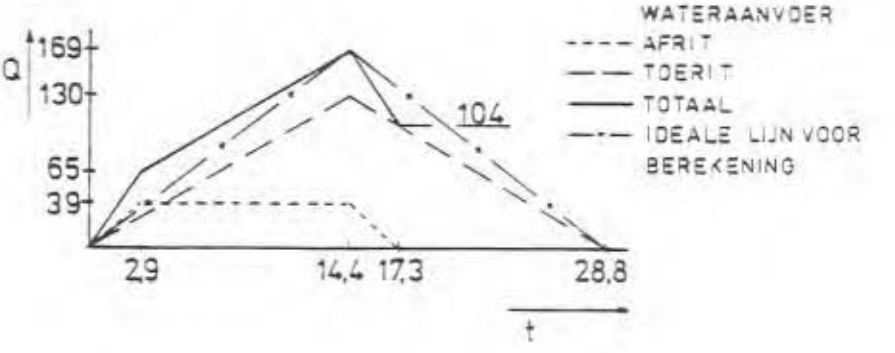
$Qr\ afrit = \frac{150}{500} * 130 = 39$ ltr/s

Grafisch:

Wateraanvoer
afrit



gesommeerd



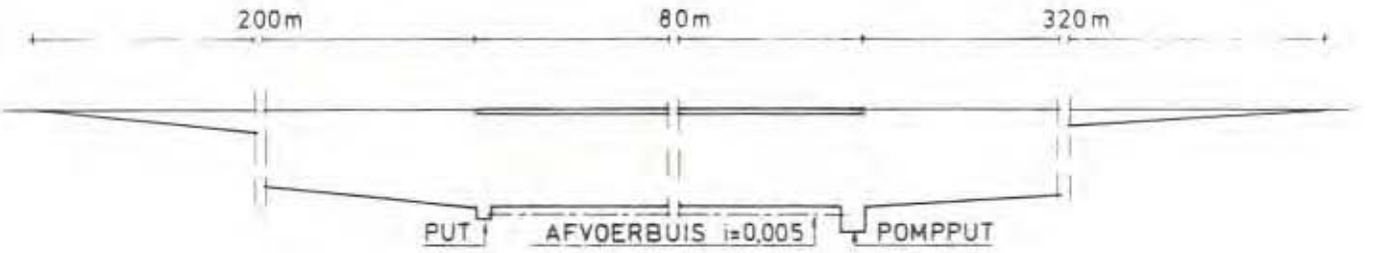
De stelling dat de maximale regenbui van de langste duur de maatgevende regenbui is, kan ook op een andere wijze aangetoond worden.
De totale hoeveelheid regen volgt uit:

$Qr * t_r = 0{,}1877 * B * L * t^{-0{,}74} * t$ -->
$Qrtot = 0{,}1877 * B * L * t^{0{,}26}$
Hieruit blijkt dat bij een toenemende t een toenemende Qrtot behoort.
Hoewel Qrtot ook nog toeneemt bij regenbuien die nog langer duren dan de langste voor toe- en afrit, neemt de overbelasting, na het bereiken van de maatgevende regenbui, af. Zie deel 1, blz. 64.

6.2 Waterbeheersing in een tunnel van regionaal belang

Rekenvoorbeeld

Toerit:	lengte	320	m	P = 25
	breedte	12,40	m	
	helling	2%		
Afrit :	lengte	200	m	
	breedte	12,40	m	
	helling	3%		



Figuur 21

De maatgevende regenbui voor de toerit is van langere duur dan de maatgevende regenbui voor de afrit, daarom wordt bij de berekening van de pompput van de maatgevende regenbui voor de toerit uitgegaan.
De pompput wordt in het diepste deel van de tunnel geplaatst, aan de toeritzijde.
Het water van de afrit wordt aan de teen van de helling in een put opgevangen en via buizen naar de pompkelder gevoerd.

6.2.1 Capaciteitsberekening put en afvoerbuis

Bij de capaciteitsberekening kan van twee gedachtengangen uitgegaan worden:

a. De put is een gewone afvoerput.
   De capaciteit van de afvoerbuis dient dan groot genoeg te zijn om de maximale aanvoer aan te kunnen.
b. De put wordt gezien als verzamelpunt.
   De capaciteit van de afvoerbuis is dan kleiner dan de maximale aanvoer en de inhoud van de put is zo groot dat de wateraanvoer, boven het maximum van de buizen, tijdelijk in de put geborgen kan worden.

De inhoud van de put en de capaciteit van de buizen wordt berekend met "formule 14" $I = 60 (Qm - Qp) * (t_m - t_p)$, waarbij de afvoercapaciteit van de buizen gezien wordt als de pompcapaciteit.

Maximale wateraanvoer, afrit (weg watert naar één zijde af).

$$Qm = 5,02 * i^{0,34} * B^{1,23} * L^{0,32} =$$

$$= 5,02 * 0,03^{0,34} * 12,40^{1,23} * 200^{0,32} = 184 \text{ ltr/s}$$

Keuze afvoerbuis
Ø450

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0,159 \text{ m2}$$

$K_c = 75$
$R = 1/4\ D = 0,113$ m
$i = 0,005$

$$Qbuis = A * v = A * K_c * \sqrt[3]{R^2}\sqrt{i} = 0,159 * 75 * \sqrt[3]{0,113^2} * \sqrt{0,005} = 0,196 \text{ m3/s} = 196 \text{ ltr/s}$$

De capaciteit van buizen Ø450 is groter dan de maximale aanvoer, zodat in de put geen extra bergruimte nodig is.

Keuze afvoerbuis
Ø400

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0,126 \text{ m2}$$

$K_c = 75$
$R = 1/4\ D = 0,100$ m

$$Qbuis = 0,126 * 75 * \sqrt[3]{0,100^2} * \sqrt{0,005} = 0,144 \text{ m3/s} = 144 \text{ ltr/s}$$

De capaciteit van deze buis is minder dan de maximale aanvoer. De put dient berekend te worden als verzamelput.
$Iput = 60 (Qm - Qbuis) (t_m - t_{buis})$

De tijdsduur van de max. regenbui is:

$$t_m = \left(\frac{0,1877 . B . L.}{Qm} \right)^{1,35} =$$

$$= \left(\frac{0,1877 * 12,40 * 200}{1,84} \right)^{1,35} = 3,5 \text{ min.}$$

De max. afvoercapaciteit van de buizen wordt bereikt na:

$$t_{buis} = \frac{Qbuis}{Qm} * t_m = \frac{144}{184} * 3,5 = 2,74 \text{ min.}$$

$Iput = 60 (184 - 144)(3,5 - 2,74) = 1824$ ltr $= 1,824$ m3
Dat wordt bereikt met een put van 1 * 1,5 * 1,25 m3 = 1,88 m3.

De uiteindelijke keuze hangt van de omstandigheden af. In dit voorbeeld wordt verder uitgegaan van buizen Ø400.

Indien de weg door de tunnel een dakprofiel heeft, dient Qm voor elke weghelft apart berekend te worden.

$$Qm = 5,02 * i^{0,34} * B^{1,23} * L^{0,32} =$$

$$= 5,02 * 0,03^{0,34} * 6,20^{1,23} * 200^{0,32} = 78,5 \text{ ltr/s}$$

Voor de totale tunnel is dat 2 * 78,5 = 157 ltr/s, hetgeen aanzienlijk minder is dan bij afwatering naar één zijde.

6.2.2 Capaciteitsberekening pompput

Maximale wateraanvoer toerit (afwatering naar één zijde)

$$Qmax = 5,02 * i^{0,34} * B^{1,23} * L^{0,32} =$$

$$= 5,02 * 0,02^{0,34} * 12,40^{1,23} * 320^{0,32} = 186 \text{ ltr/s}$$

Bij de capaciteitsberekening van pompputten dient uitgegaan te worden van de maximale regenbui met de langste tijdsduur.

$$t_{m(toerit)} = \left(\frac{0,1877 . B . L.}{Qm} \right)^{1,35} =$$

$$= \left(\frac{0,1877 * 12,40 * 320}{186} \right)^{1,35} = 6,4 \text{ min.}$$

De hoeveelheid water die deze regenbui aan de afritzijde brengt, is:

$$Qr = 0,1877 * t^{-0,74} * B * L \qquad \text{(formule 6)}$$

$$= 0,1877 * 6,4^{-0,74} * 12,40 * 200 = 118 \text{ ltr/s}$$

De buizen Ø400 kunnen deze hoeveelheid makkelijk aan.
Berekening doorstroomtijd:
De tijd benodigd om van de afvoerput naar de pompput te stromen, is: $t_a = \frac{\text{lengte}}{\text{stroomsnelheid (v)}}$

$$v = K_c \sqrt[3]{R^2} . \sqrt{i}$$

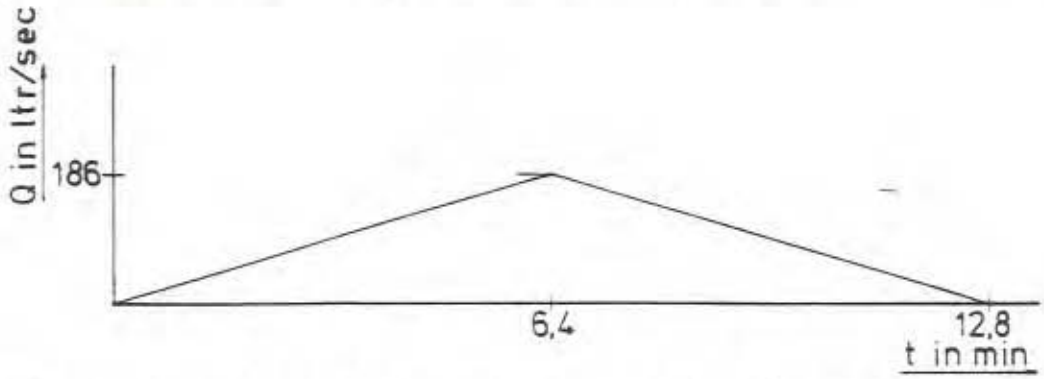
Ook bij niet gehele vulling van buizen blijft R = 1/4 D zodat:

$$t_a = \frac{80}{75 * \sqrt[3]{0,1^2} * \sqrt{0,005}} = 70 \text{ sec. of } 1,16 \text{ min.}$$

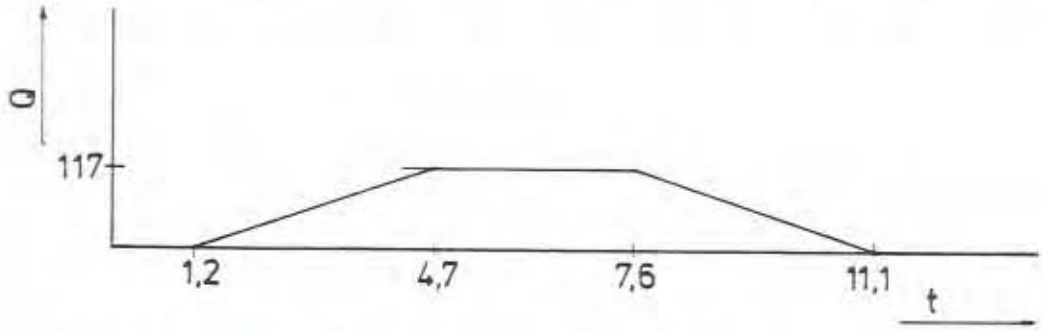
De pompput dient dus berekend te worden op een regenbui die 6,4 min. duurt, waarvan de maximale wateraanvoer aan de toeritzijde 186 ltr/s is en aan de afritzijde 118 ltr/s.

Het water van de afrit stroomt met een vertraging van 70 sec. in de pompput.

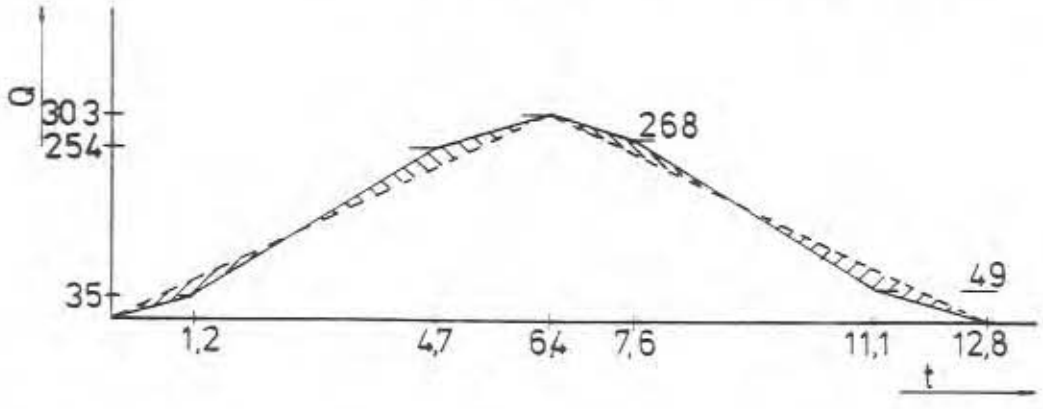
Onderstaand is dat grafisch weergegeven.



Wateraanvoer toerit (regenduur gelijk aan afstroomtijd)



Wateraanvoer afrit (regenduur 6,4 min., afstroomtijd 3,1 min., vertraging 0,6 min.)



Wateraanvoer toerit en afrit gesommeerd

------ ideale lijn voor de form. $I = 60\ (Qm - Qp) * (t_m - t_p)$

wateraanvoer boven de ideale lijn

wateraanvoer onder de ideale lijn

De maximale regenaanvoer is 303 ltr.
Minimale pompcapaciteit 0,28 * 303 = 85 ltr/s
= 5100 ltr/min.
Keuze pomp: twee pompen met elk een capaciteit van 3000 ltr/min. = 2 * 50 ltr/s.

Omdat pompputten berekend worden op de regenbui met de langste duur, zal de aanvoer sneller toenemen dan volgens de ideale lijn, doch zal, nadat het maximum bereikt is, ook sneller afnemen.
De inhoud van de samengestelde figuur wijkt zeer weinig af van de ideale figuur, zodat berekening met formule 14 alleszins gerechtvaardigd is.

Inhoud pompput:

$$I = 60\ (303 - 100)(6{,}5 - t_p)$$

$$t_p = \frac{100}{303} * 6{,}5 = 2{,}1 \rightarrow I = 60\ (303 - 100)(6{,}5 - 2{,}1)$$
$$= 53592 = 53{,}6\ m3$$

ofwel een ruimte van 2 * 5 * 5,5 m = 55 m3.

6.2.3 Berging t.b.v. de startvertraging van pompen

Pompen dienen niet veelvuldig aan- en af te slaan, daarom moet de ruimte voor de startvertraging zo groot gekozen worden dat de pomp zeker 2 à 3 min. in werking is. Voor een pomp van 3000 ltr/min. is dat 2 * 3000 = 6000 ltr., ofwel een ruimte van 5 * 4 * 0,30 = 6 m3. Willen we de pomp 3 min. laten werken, dan dienen de niveauwippers voor de eerste pomp op 45 cm ingesteld te worden. De niveauwipper voor de tweede pomp moet hoger ingesteld worden, omdat deze pomp alleen in werking komt als de wateraanvoer de capaciteit van de eerste pomp te boven gaat. De tweede pomp zal daarom slechts weinig in bedrijf komen. Het is daarom noodzakelijk de pompinstelling d.m.v. de niveauwippers regelmatig te wisselen.

Kiezen we voor een grotere pompcapaciteit, dan houdt dat tevens in dat de bergruimte kleiner kan zijn. Passen we bijv. pompen toe met een gezamenlijke capaciteit van 120 ltr/s, dan geldt $t_p = \frac{120}{360} * 6{,}5 = 2{,}6$ min.

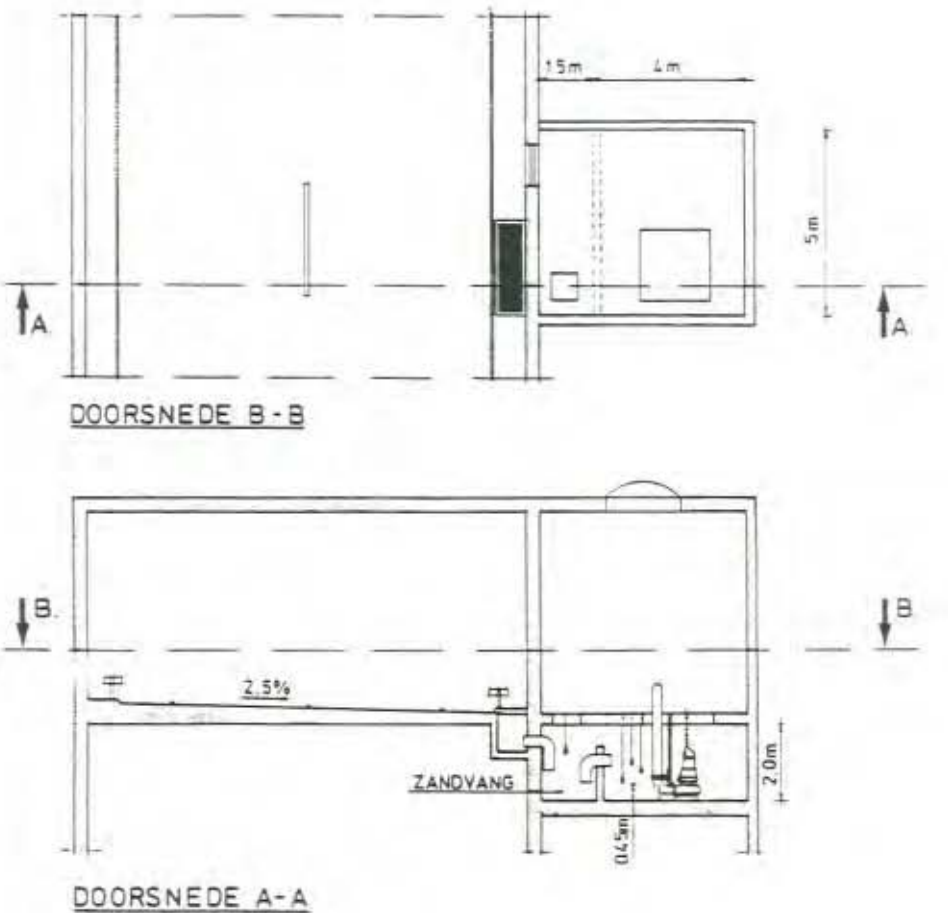
$I = 60\ (303 - 120)(6{,}5 - 2{,}6) = 42822$ ltr = 42,8 m3 ofwel een ruimte van 2 * 4 * 5,5 m en voor de pompvertraging:
2 pompen van elk 60 ltr/s = 2 * 3600 ltr/min. Bij een werktijd van 2 min. dient de ruimte voor de pompvertraging een inhoud te hebben van 7200 ltr = 7,2 m3 of 5 * 4 * 0,40 m = 8 m3.

Bij tunnels in belangrijke wegen, waarbij de waterbalans berekend is op een periodiciteit van 1 per 25 of 1 per 50 jaar hebben ruime pompkelders de voorkeur boven grote pompcapaciteiten.
De extreem hoge regenintensiviteiten waar deze tunnels op berekend worden, komen te zelden voor. De pompen zouden dan te weinig in bedrijf komen.

In Nederland valt gemiddeld 72 cm water.
Ter plaatse van de tunnel is dat
0,72 * 12,40 * (200 + 320) = 4643 m3.
Stel dat daarvan 90% in de pompput terecht komt, dan werkt een pomp van 3000 ltr/min. per jaar:

$$\frac{0,9 * 4643}{3} = 1393 \text{ min.} = 23,2 \text{ uur}$$

Oftewel, bij regelmatige wisseling d.m.v. de niveauwippersinstelling, 11,6 bedrijfsuren per pomp per jaar.



Figuur 22

6.3 Tunnels met korte toe- en afritten

In deel 1 werd reeds opgemerkt dat de formule van Van den Akker,

$$H = 1{,}98\ P^{0,54}\ t^{0,26}$$

niet geschikt is voor regens van zeer korte tijdsduur. De intensiteit van regens van zeer korte duur is extreem hoog. Dit effect is goed te herkennen in formule 6.

$$Qr = 0{,}033\ P^{0,54}\ t^{-0,74}\ B\ .\ L$$

Nadert "t" tot 0 dan gaat "Qr" naar oneindig.

Dat betekent dat de in dit schrift voorgestelde rekenmethode niet geschikt is voor korte afstroomvlakken. Als ondergrens is de regenbui aan te houden behorende bij een afstroomvlak ter lengte van 50 m.
De hoeveelheid water die te verwachten is bij een korter afstroomvlak dan 50 m dient naar evenredigheid met de lengte berekend te worden.
Bijvoorbeeld, de te verwachten waterhoeveelheid bij een afstroomvlak van 30 m wordt berekend door in formule 5 voor "L" 50 in te vullen en deze hoeveelheid met de factor $\frac{30}{50}$ te vermenigvuldigen.

$$Qr\ (L < 50) = \frac{(L < 50)}{50} * Qr\ (L = 50)$$

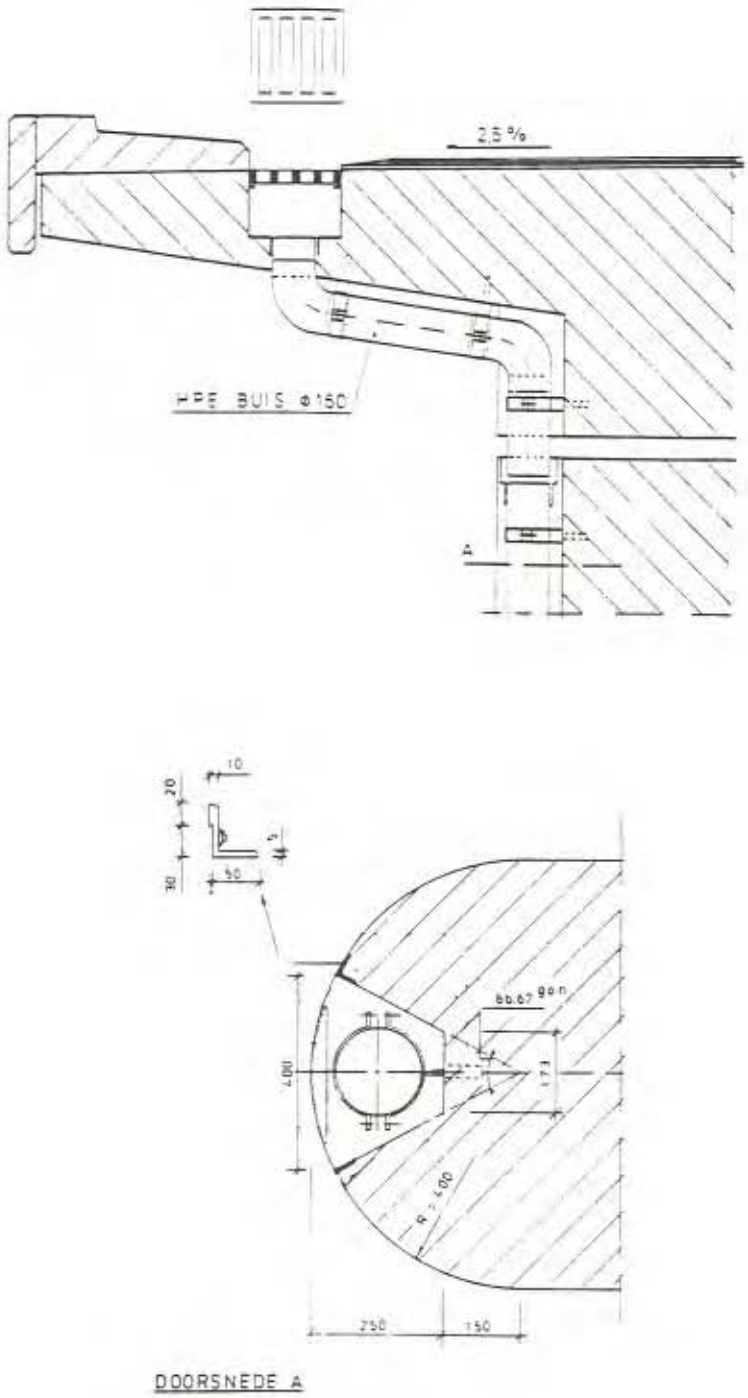
De capaciteit van pomp en pompkelder dient volgens de eerder behandelde methode op deze hoeveelheid afgestemd te worden.

7 TECHNISCHE ASPECTEN

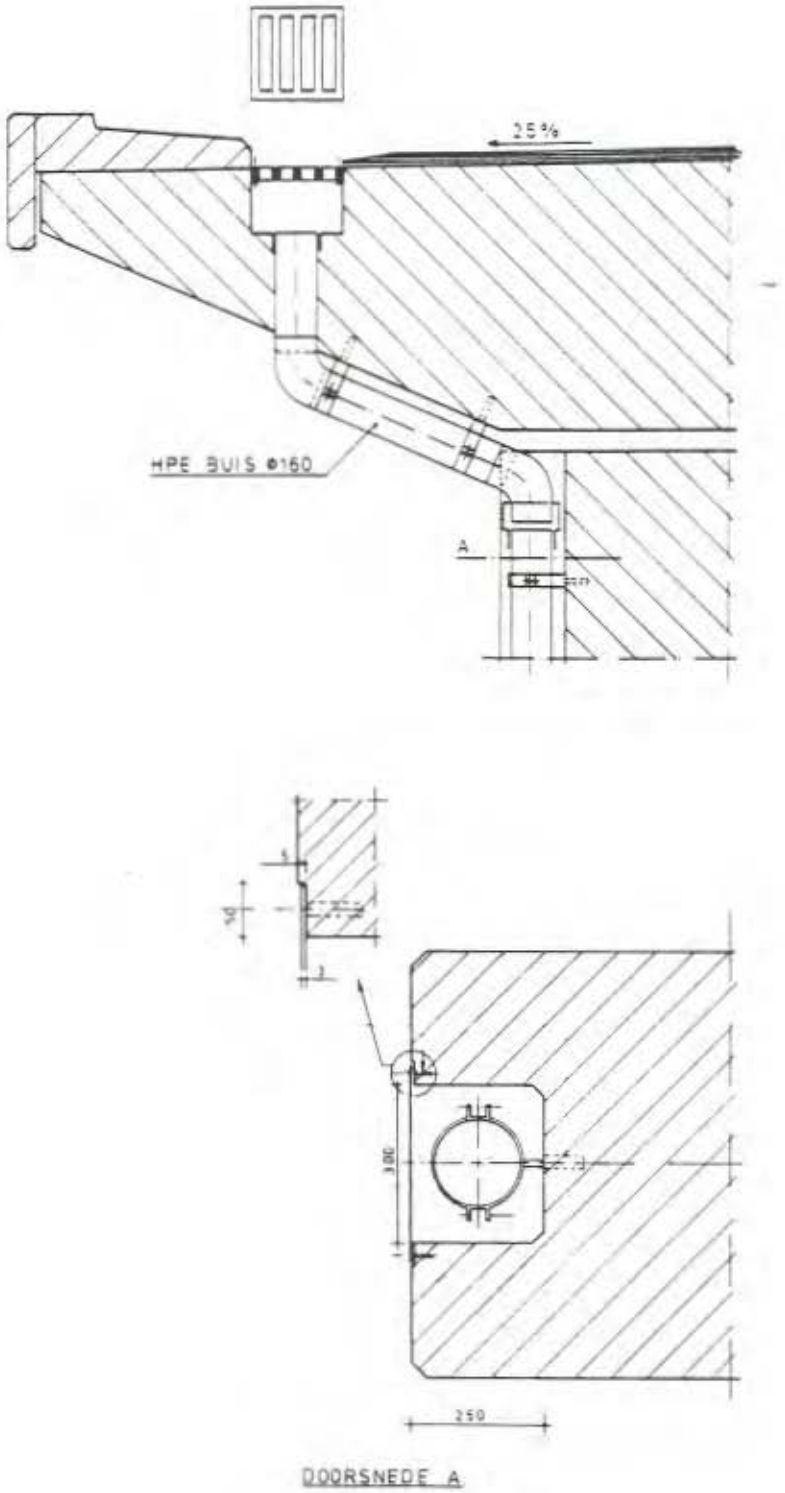
7.1 Tussenafvoeren

- Om verstoppingen te voorkomen, afvoerbuizen of putten afdekken met een rooster.
- Langs fietspaden geen roosters toepassen met gleuven in langsrichting.
- Om aantasting van de beton door dooizouten te voorkomen prefab-putten toepassen van kunststof of staal.
- Afvoerbuizen alleen daar in de beton instorten waar dat onvermijdelijk is.
- Op plaatsen met een verhoogd risico voor molest de in het zicht blijvende delen in staal uitvoeren.
- De aansluiting van de buizen in het rijdek op de buizen in de kolommen zo ruim nemen als voor de bewegingen van het rijdek noodzakelijk is.

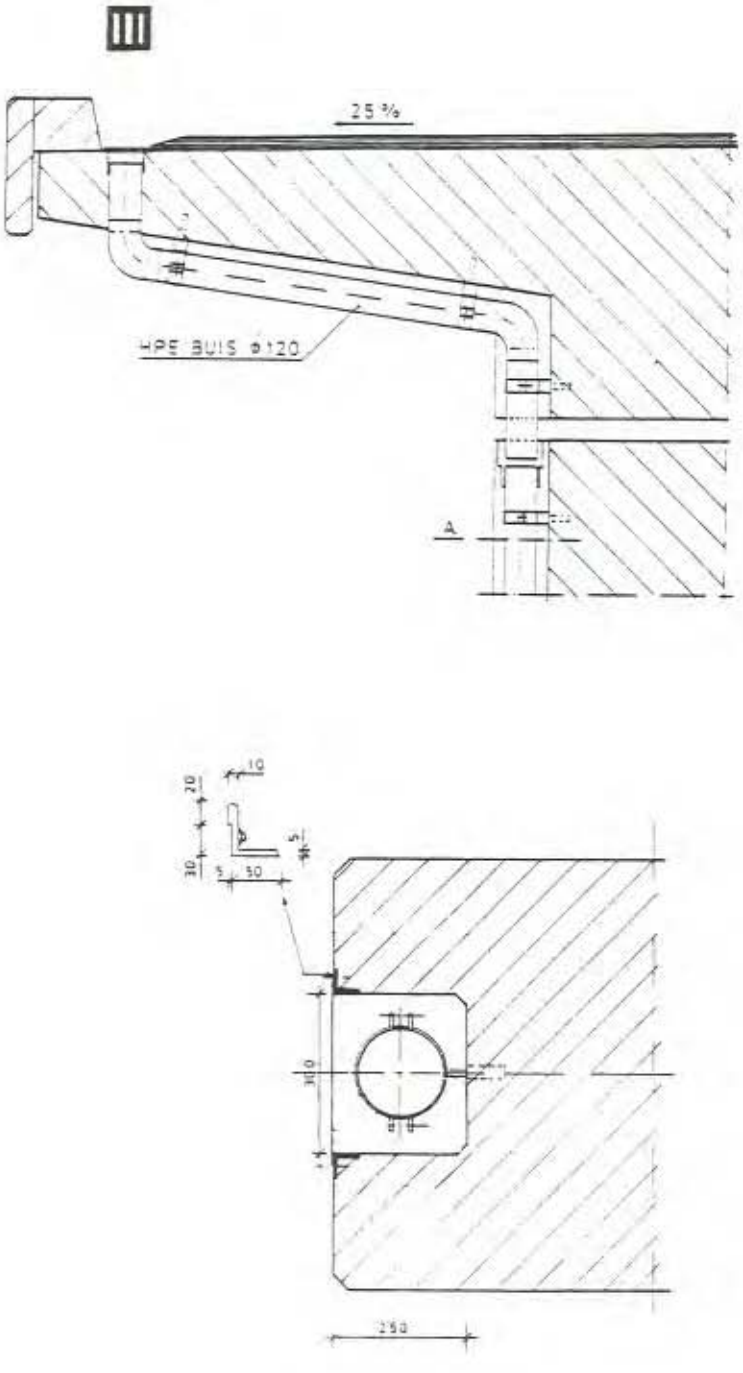
Verdere adviezen zijn in de schetsen 23 t/m 25 uitgewerkt.



Figuur 23 Tussenafvoerput (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)



Figuur 24 Tussenafvoerput (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)



Figuur 25 Tussenafvoerbuis (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)

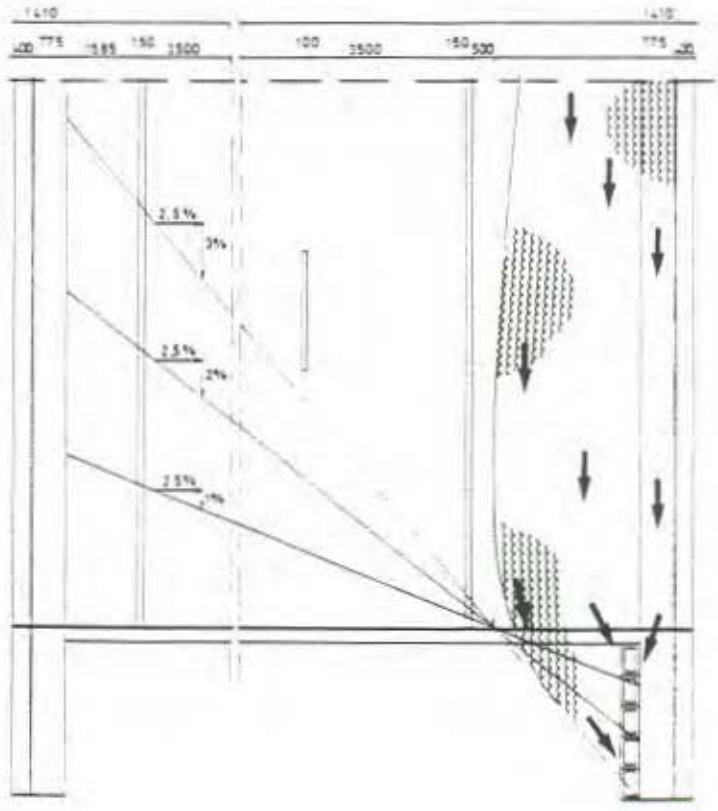
7.2 Eindafvoeren

Het regenwater dat langs de schamprand afstroomt, dient aan het eind van het rijdek snel en volledig via goten en putten afgevoerd te worden. Volledig afvoeren is hier geen absoluut begrip, want het afvoersysteem is berekend op regenbuien met een periodiciteit van eenmaal per 10 jaar (P = 10).
Het water van regenbuien met een hogere periodiciteit kan niet volledig opgevangen worden. Daarom dient de omgeving van een landhoofd zo uitgevoerd te worden dat geen grote schaden kunnen ontstaan.

In de praktijk blijkt dat de aardebaan, achter het landhoofd, na de bouw van het kunstwerk, nog aan restzettingen onderhevig is.
Los in de aardebaan geplaatste putten maken deze zettingen mee. Vaste putten en putten die op of aan het landhoofd bevestigd zijn, maken deze zettingen niet mee.

Plaatsing van goten en putten:
a. in de langsrichting;
b. in de dwarsrichting.

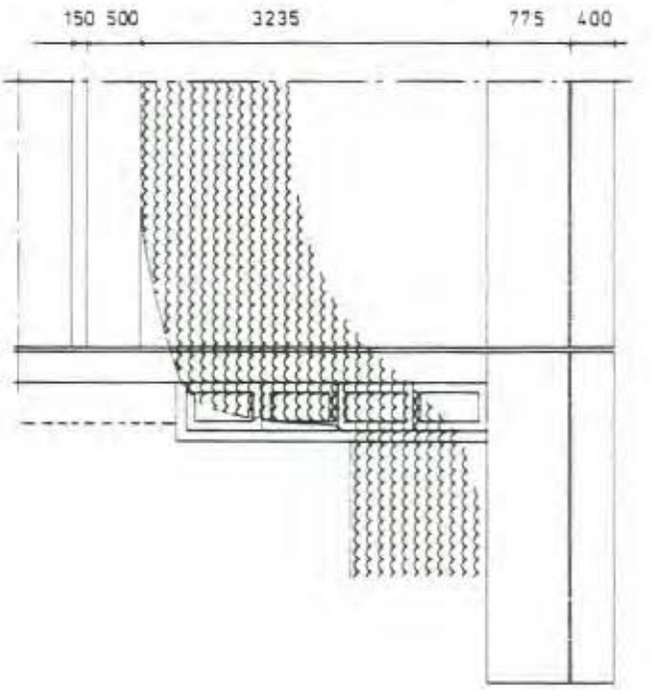
Ad a In de langsrichting geplaatste goten en putten.



Figuur 26

De waterstroom is veel breder dan de goot.
Een deel van het water zal over de verharding van de aardebaan naar de putten stromen.
De lengte van de gotenrij wordt bepaald door de resultante van langs- en dwarshelling en door het wateraanbod.
In de langsrichting is voldoende ruimte om het aantal goten met de behoefte in overeenstemming te brengen.

Ad b In de dwarsrichting geplaatste goten en putten.



Dwarsgeplaatste goten
voldoen niet goed.

Figuur 27

De goten zijn over de breedte van de vluchtstrook geplaatst en omvatten zo de volledige waterstroom. De goten langs de schamprand worden het zwaarst belast en kunnen de waterstroom niet aan. Een deel zal over de roosters heenschieten. Bij een volledige vulling van de goot tot type II is de wateraanvoer in dit diepste deel over een breedte van 70 cm (breedte van een goot)

$0{,}072 * 0{,}70 * 60 * \sqrt[3]{0{,}039^2} * 0{,}03^{1/2} = 60$ ltr/s.

De doorlaatcapaciteit van de roosters is slechts 25 ltr/s, dus een aanzienlijk deel stroomt over de goot heen.

Dwarsgeplaatste goten kunnen voldoen indien de capaciteit van de goten aangepast wordt aan de directe aanvoer. Hetgeen betekent dat de capaciteit van de diepst in de goot gelegen put veel groter moet zijn dan de minder diep in de goot geplaatste putten, of indien dwarsgeplaatste goten gecombineerd worden met enkele langsgeplaatste.

Voor- en nadelen "dwars"goten t.o.v. "langs"goten:

Voordelen

a. Het water wordt sneller afgevoerd.
b. De bereikbaarheid voor het water is onafhankelijk van eventuele zettingen.

Nadelen

a. In verband met de benodigde afmetingen en de verkeersbelasting niet in prefab uit te voeren.
b. Verkeersonvriendelijk.
   Waar steeds meer aandacht uitgaat naar verkeersvriendelijke en in verband daarmee zelfs voegloze overgangen, is de combinatie met dwarsgeplaatste putten onlogisch, ook al betreft dat hier slechts de vluchtstrook.
c. De roosters dienen met bovenkant asfalt één vlak te vormen, dat is vooral bij asfaltvernieuwingen moeilijk te realiseren.
d. Onderhoudsgevoelig en duur in reparaties.

Conclusies en advies:

De nadelen van in langsrichting geplaatste goten en putten hebben vooral betrekking op de grotere weg die het water moet afleggen om in de goten en putten te komen. Het water stroomt daarbij, over een korte afstand, over de aan restzettingen onderhevige aardebaan.

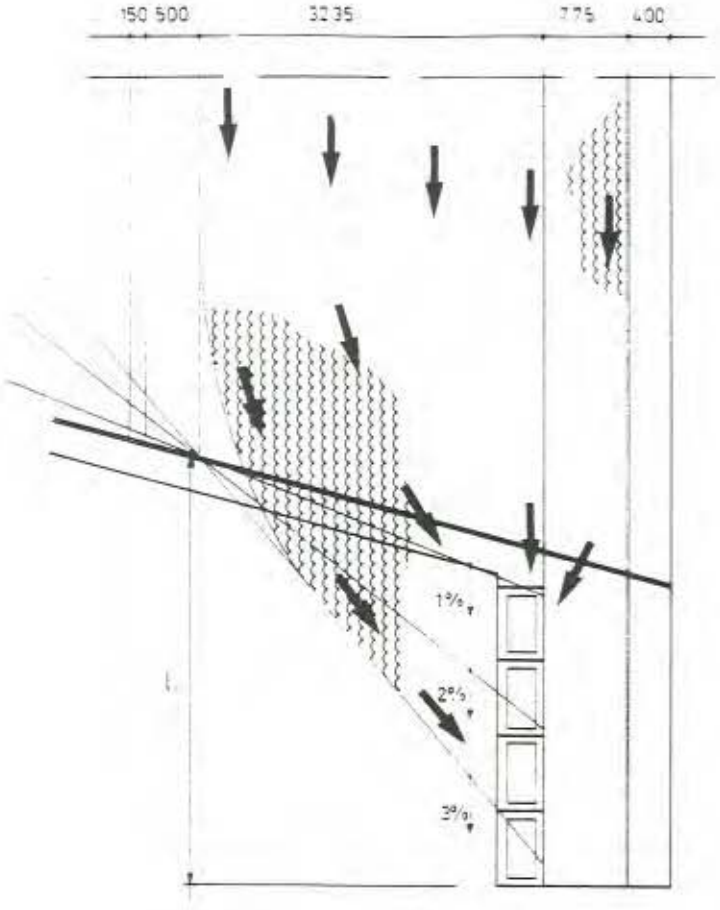
Ten gevolge van deze zettingen zal ter plaatse van de aansluiting op het landhoofd een knik ontstaan die bij autosnelwegen max. 1:100 en bij secundaire wegen max. 1:60 mag zijn (richtlijn overgangsconstructies, blz. 3). Bij een groter wordende knik dient het wegdek uitgevuld te worden.

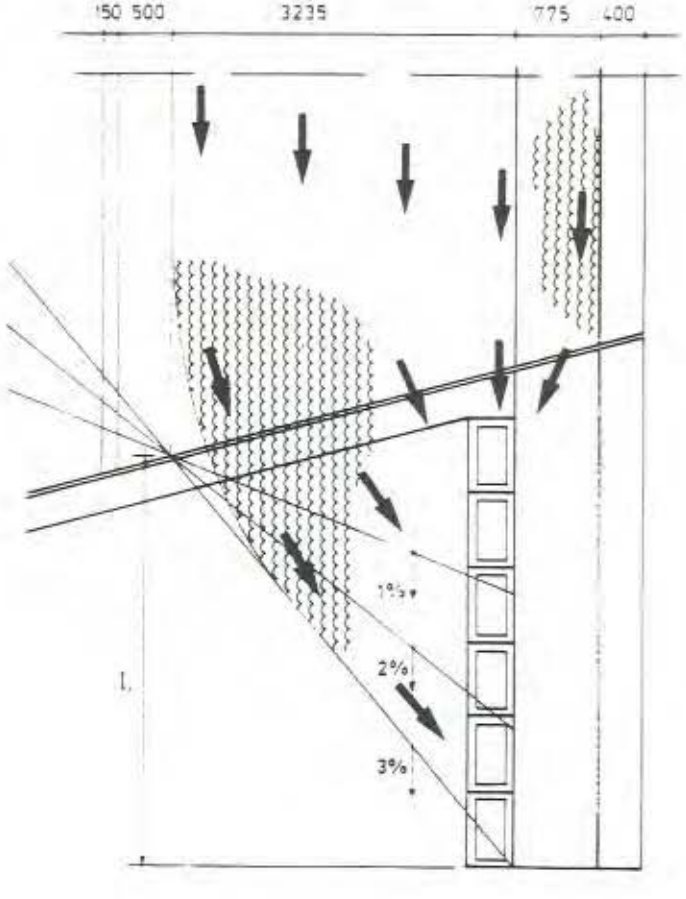
Los in de aardebaan geplaatste putten maken de zettingen mee en dienen ten tijde van de uitvullingen gelicht te worden en opnieuw gesteld.

Vaste putten maken de zettingen niet mee en behoeven niet telkens opnieuw gesteld te worden.
Door de bovenkant van de roosters twee tot vijf cm, afhankelijk van de zettingsgevoeligheid van de omgeving, beneden bovenkant wegdek te plaatsen, blijven ook deze goten bereikbaar voor het afstromende water.

Schade door regenwater kan ook ontstaan indien het water door scheuren in de asfaltlaag in de aardebaan dringt. Deze scheuren ontstaan indien het eindsteunpunt één geheel vormt met het rijdek en daardoor de bewegingen t.g.v. krimp en kruip meemaakt.
Om uitspoelingen te voorkomen, dient de aardebaan daar ter plaatse opgesloten te worden binnen een scherm van damwanden of kunststoffolie (zie richtlijn overgangsconstructies, blz. 23).

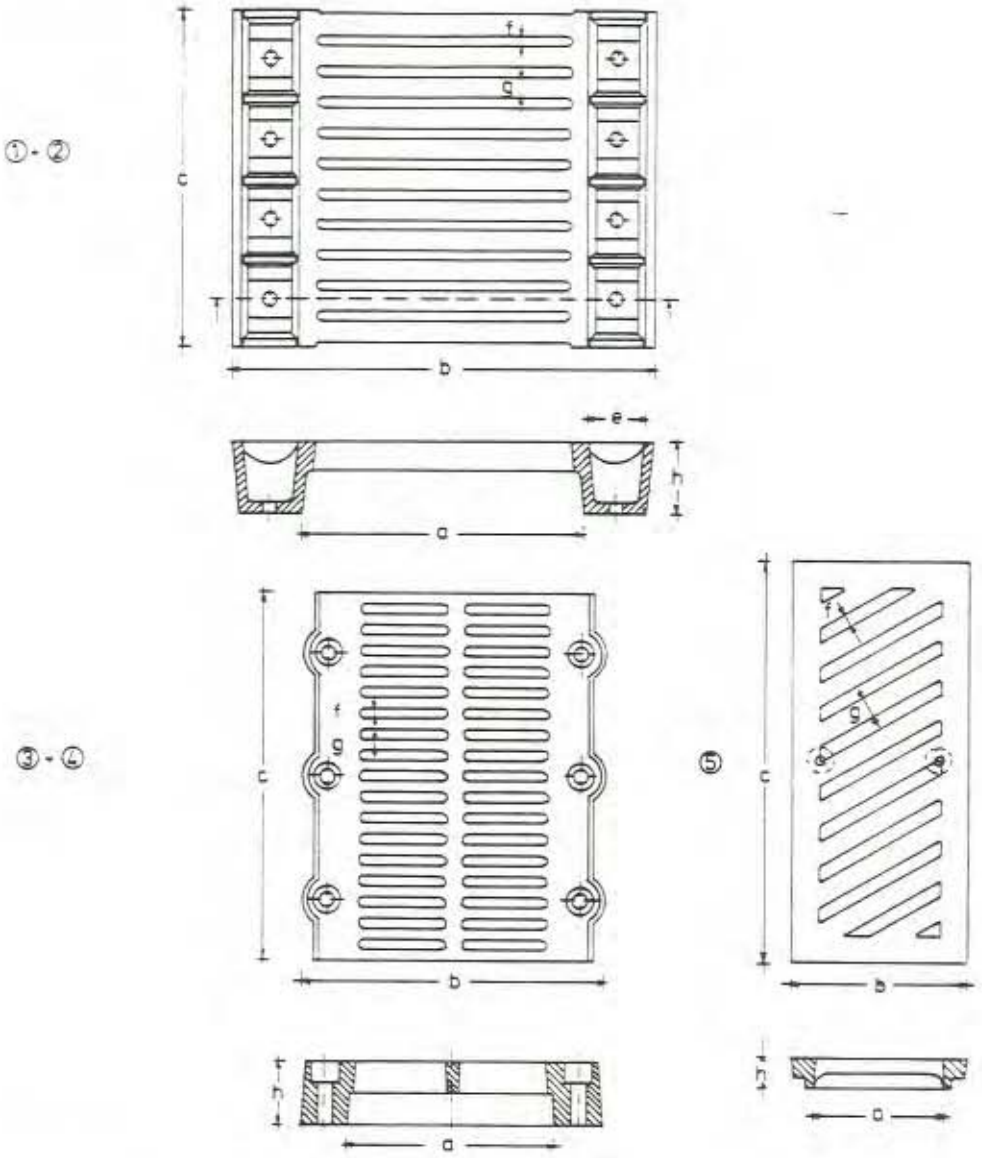
7.2.1 Minimale gootlengte bij niet-haakse beëindigingen





Figuur 28 a en b

7.2.2 Gatpercentage roosters

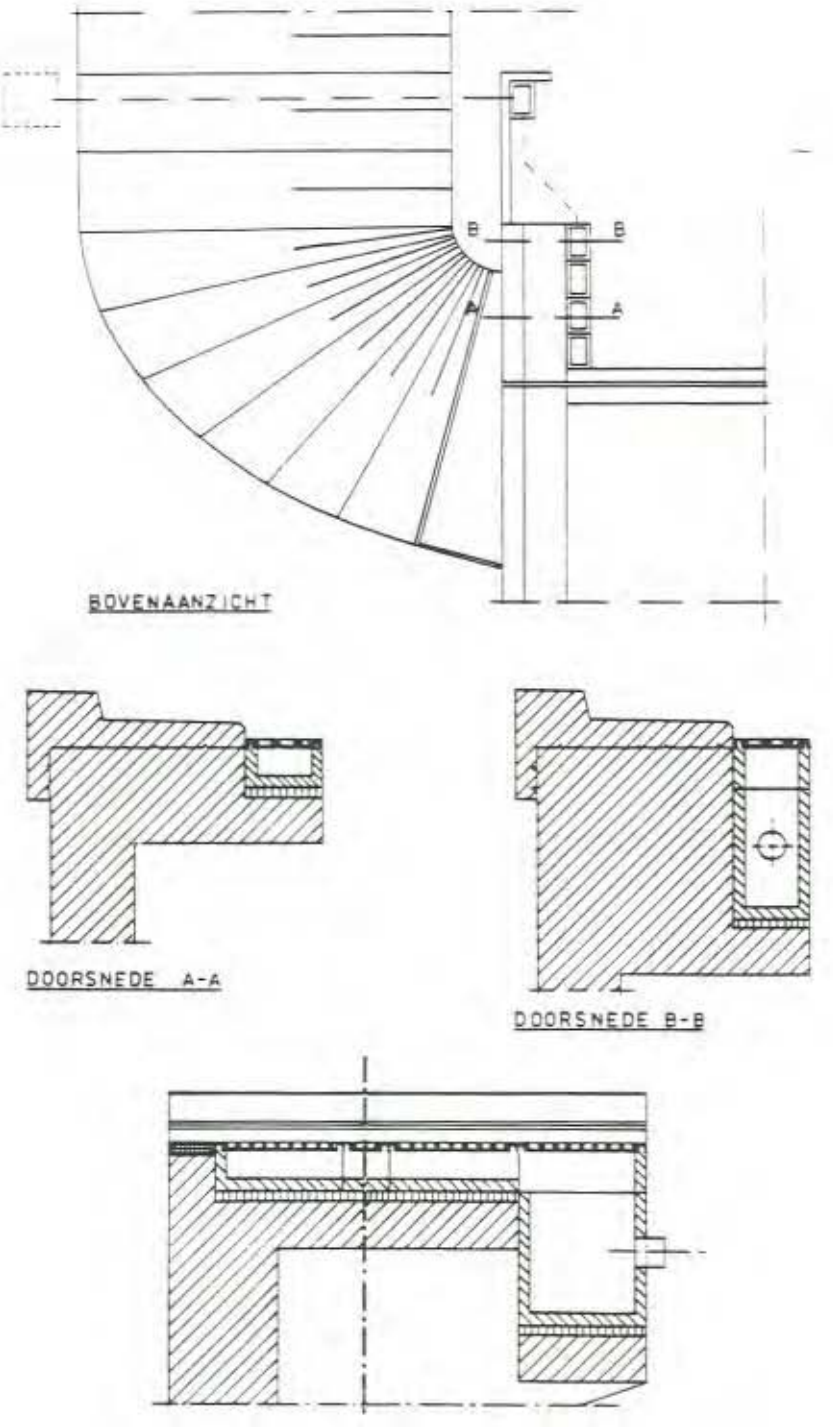


ρ = REKENFACTOR VOOR HET GATPERCENTAGE

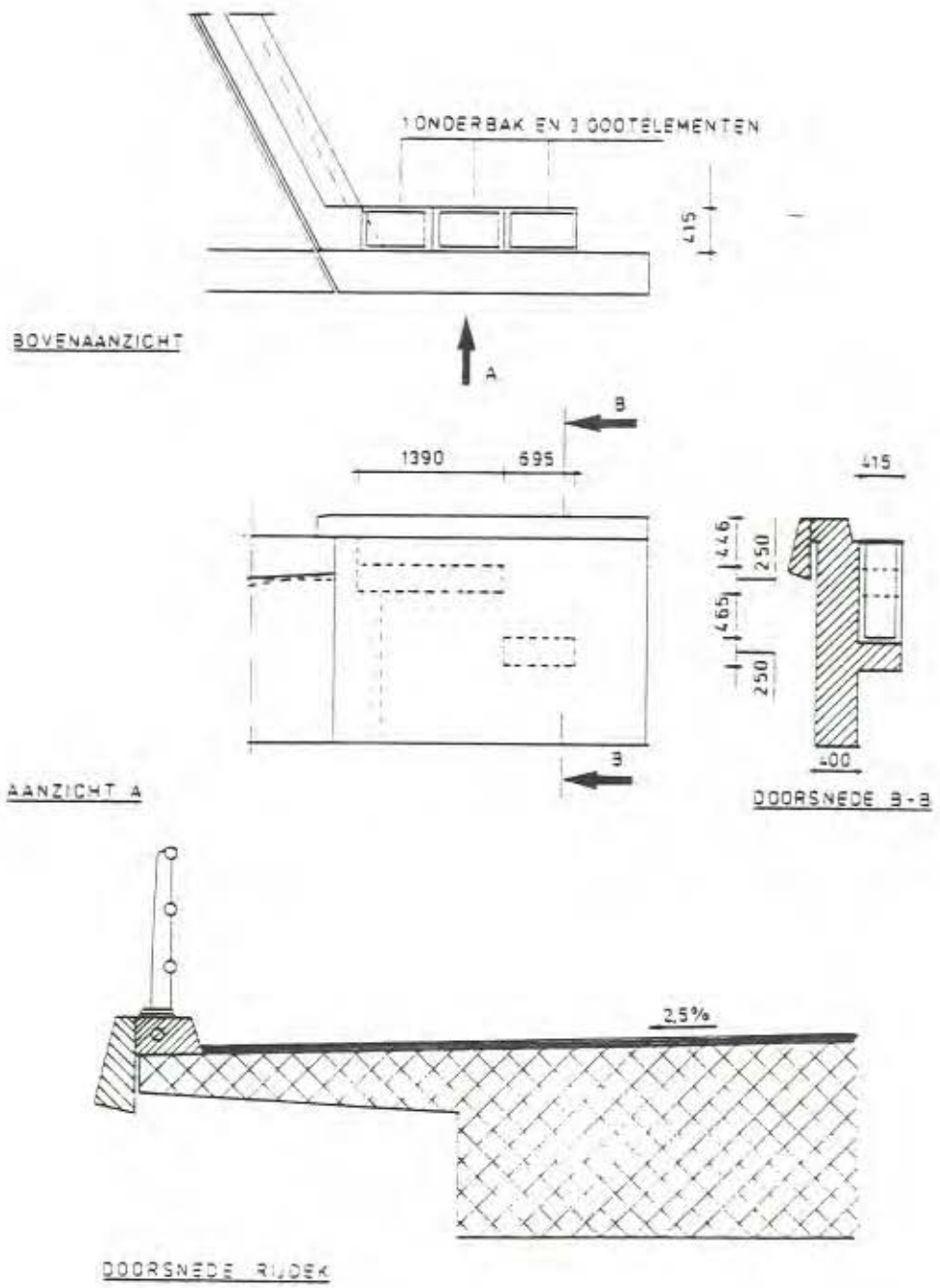
fig	c	b	c	e	f	g	h	ρ
①	600	895	700	120	33	37	150	30
②	900	1195	700	120	33	37	150	35
③	270	455	700		20	20	120	25
④	400	585	700		20	20	120	30
⑤	270	415	700		24	37	50	25

Figuur 29

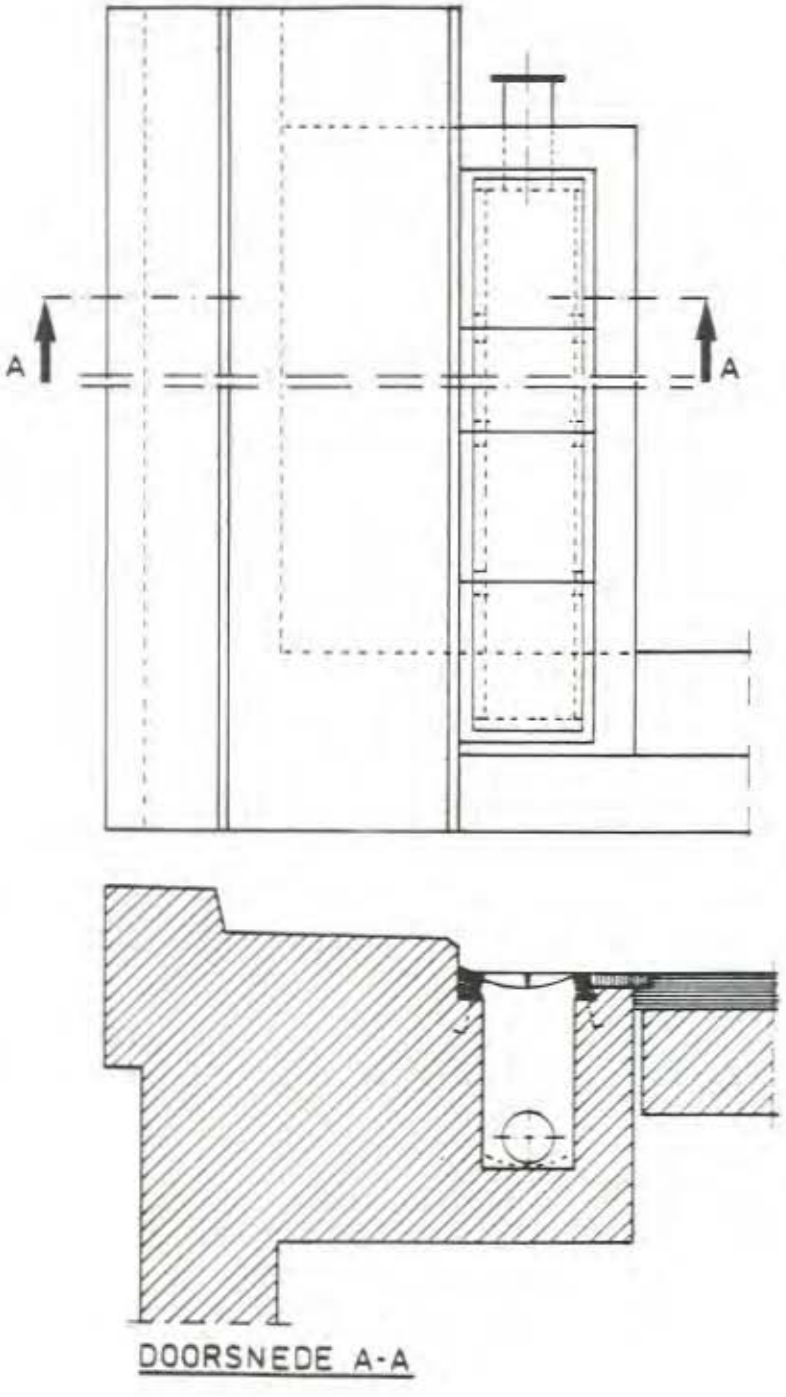
7.2.3 Standaarddetails hemelwaterafvoer



Figuur 30 (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)



Figuur 31 (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)



Figuur 32 (zie ook standaarddetail hemelwaterafvoeren, documentnr. SD-001-01/05)

Ontv. 14/10 84 Lu

Centrum voor Technisch Onderzoek
Concordiastraat 67, 3551 EM UTRECHT

CTO/3/L/10.314/254
7 augustus 1984

Meting oppervlakte hardheid van verzinkte voorspanbouten

Inleiding

Een hoge hardheid kan bij verzinkte voorspanbouten aanleiding geven tot breuk door waterstofbrosheid. Deze breuk kan optreden wanneer een bout een hoge hardheid heeft over de gehele doorsnede, maar ook bij een hoge hardheid aan de buitenrand bijvoorbeeld wanneer het materiaal is opgekoold. De zone met een hoge hardheid aan de buitenrand kan zeer dun zijn. Om niet door de dunne laag heen te prikken moet gemeten worden met een lage belasting. Om een hardheidsmeting met een lage belasting nauwkeurig te kunnen uitvoeren is een voorbewerking (slijpen, schuren, polijsten) van het te meten materiaal vereist. Door deze voorbewerking is het mogelijk dat de harde oppervlakte-laag of een deel daarvan verwijderd wordt.
Om dit te voorkomen wordt het te meten proefstuk op een bepaalde manier voorbewerkt.
Dit rapport geeft een beschrijving van de voorbewerking van het proefstuk en de bepaling van de oppervlakte hardheid.

Voorbewerking van de te meten bouten

Uit de boutsteel wordt op een afstand van ca 5 mm van de boutkop een proefstuk geslepen met een lengte van ca 30 mm.
Met behulp van een vlakslijpbank wordt het proefstuk van een vlakke kant voorzien met een breedte van ca 10 mm.
Het proefstuk wordt met de vlakke kant op een spie gelegd, die een helling heeft van 1:10, waarna de andere zijde wordt vlakgeslepen over een lengte van ca 25 mm, waarbij het resterend niet vlakgeslepen gedeelte (lengte ca 5 mm) moet liggen buiten het schroefdraadgedeelte (indien aanwezig).
Foto 1 op bijlage 1 geeft een beeld van een proefstuk dat gereed is voor een hardheidsmeting.

Hardheidsmeting

De hardheid wordt bepaald met de Vickers micro-hardheidsmeter. De belasting waarbij gemeten wordt bedraagt 2,94N (300 g).
Nadat het proefstuk op de spie is gelegd (proefstuk niet inklemmen) wordt de hardheid gemeten op een afstand van 0,1 mm van de zinklaaggegrens ongeveer

ter plaatse van de denkbeeldige hartlijn van het proefstuk.
De zinklaaggrens is door kleurverschil van het staal te onderscheiden,
zie foto 2 op bijlage 1.
Als hardheidswaarde wordt aangehouden het gemiddelde van minimaal 3 metingen,
waarbij de eis van een maximale hardheid van 370 HV wordt gehanteerd.

ing L.P. van der Sloot

CTO/3/L/10.314/254	Verzinkte voorspanbouten	Bijlage : 1

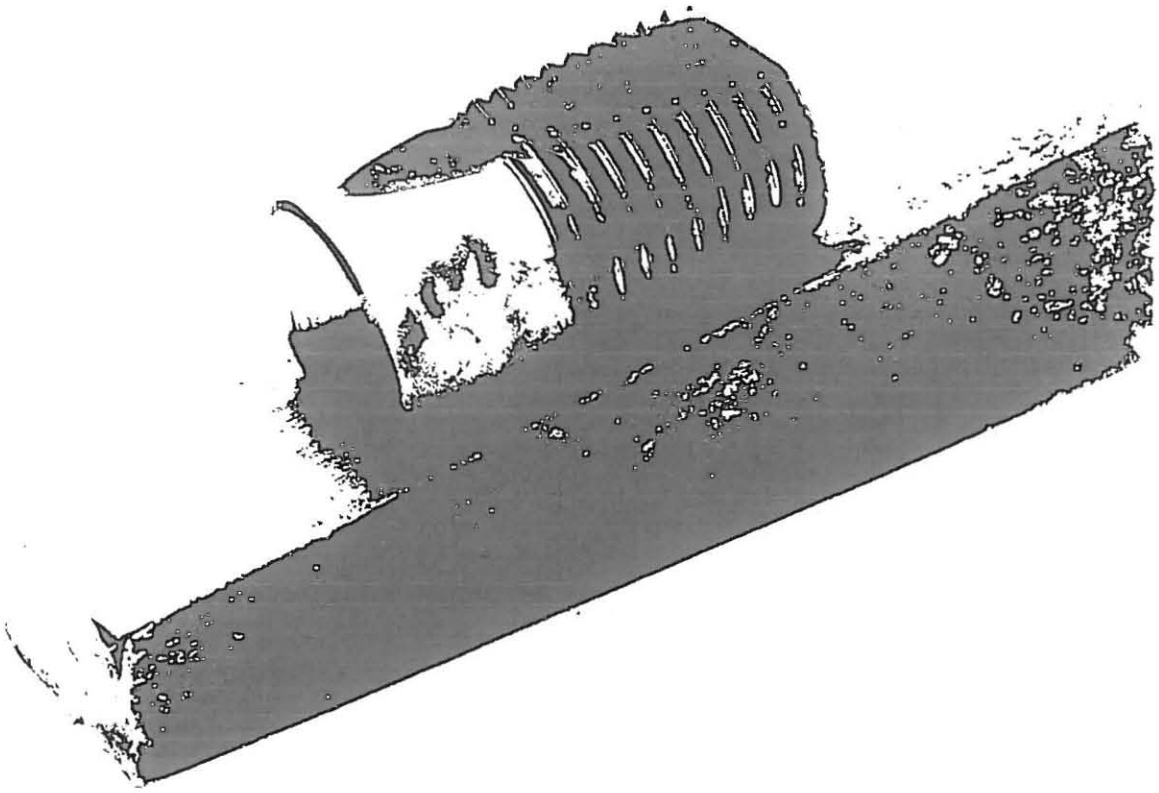


Foto 1 Proefstuk gereed voor de hardheidsmetingen V = 1,5

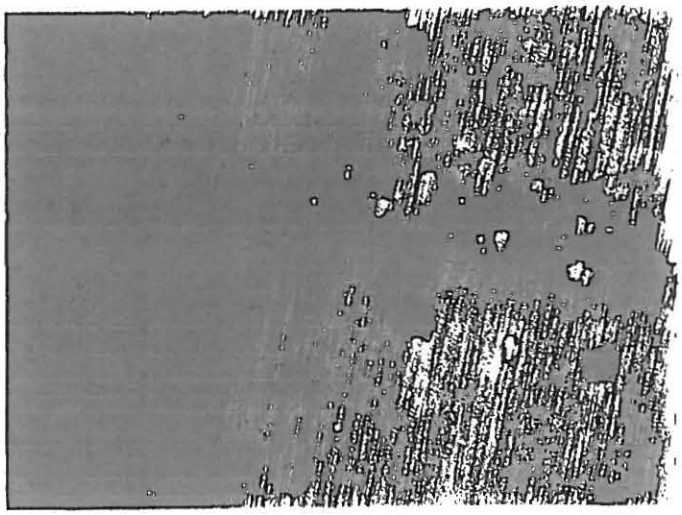


Foto 2 Micro-hardheidsmetingen op 0,1 mm van de zinklaaggrens. V = 100

Opdrachtgeversoverleg Staalconserveren

Eisen thermisch gespoten deklagen
Eisendeel
OGOS-500-TRL

Opdrachtgever	:	**OGOS**, Opdrachtgeversoverleg Staalconservering Samenwerkingsverband tussen: Gasunie Gemeentewerken Rotterdam Gemeente Utrecht Ministerie van Defensie NAM/Shell ProRail Provincie Zuid-Holland Rijkswaterstaat
Opsteller	:	Leon Linssen (Deltarail) Carolien Nieuwland (RWS/OGOS) Arnold Seegers (RWS/OGOS)
Extern adviseur		Tony de Munter (M&O Beheer)
Datum	:	11-10-2010
Vastgesteld	:	OGOS
Versie	:	Definitief 1.0

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Uitgangspunten 3

3 Definities 3

4 Eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen 4
4.1 Eisen aan de selectie van een type thermisch gespoten deklaag 4
4.2 Eisen aan de constructie 4
4.3 Eisen bij applicatie 4
4.4 Eisen aan eindlaag 5
4.5 Eisen aan metalliseerbedrijf en metalliseerder 6

5 Eisen verflagen op thermisch gespoten deklagen 6
5.1 Eisen selectie van een verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag 6
5.2 Eisen applicatie 6
5.3 Eisen applicatiebedrijf en applicateur 7

6 Normen 8

Bijlage 1 Eisen aan de selectie van een toe te passen thermisch gespoten deklaag 9

Bijlage 2 Eisen aan de selectie van verflagen op een thermisch gespoten deklaag 11

1 Inleiding

Deze technische richtlijn omschrijft de eisen waaraan moet worden voldaan voor:

- thermisch gespoten deklagen;
- de metalliseerbedrijven en de metalliseerders;
- verfsystemen aangebracht op thermisch gespoten deklagen.

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten weergegeven.
Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de definities.
Hoofdstuk 4 omschrijft de eisen aan de thermisch gespoten deklagen , metalliseerbedrijven en de metalliseerders.
Hoofdstuk 5 omschrijft de eisen aan verflagen op thermisch gespoten deklagen.

2 Uitgangspunten

In dit document worden de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- Het metalliseren met Aluminium en Zink/Aluminium 85/15, bedoeld voor de corrosiebescherming van staalconstructies.
- Voor de normverwijzing is gebruik gemaakt van geldende ISO-normen, waar dat niet mogelijk is, is gebruik gemaakt van andere normen.

3 Definities

- Metalliseerbedrijf: Bedrijf dat de thermisch gespoten deklaag aanbrengt.
- Metalliseerder: Persoon die de thermisch gespoten deklaag aanbrengt.
- Sealer: Organische verflaag met een lage viscositeit die goed indringt in de poriën van de thermisch gespoten deklaag.

4 Eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen

Bij de eisen aan thermisch gespoten deklagen wordt het onderstaande onderscheid gemaakt:

- Eisen aan de selectie van een nieuw type thermisch gespoten deklaag opgesplitst in:
  - laboratoriumeisen;
  - praktijkervaring/referenties.
- Eisen aan de constructie opgesplitst in:
  - bereikbaarheid;
  - afronding randen.
- Eisen aan de applicatie opgesplitst in:
  - type thermisch gespoten deklaag;
  - oppervlaktereinheid;
  - oppervlakteruwheid;
  - aanbrengmethode;
  - omgevingsconditie.
- Eisen aan de thermisch gespoten deklaag opgesplitst in:
  - de laagdikte;
  - de hechting;
  - eisen aan het metalliseerbedrijf en de metalliseerder.

Deze eisen zijn in de onderstaande paragrafen nader uitgewerkt.

4.1 Eisen aan de selectie van een type thermisch gespoten deklaag

Bij de selectie van een thermisch gespoten deklaag moet aan de eisen zoals vermeld in de Bijlage 1 worden voldaan.

4.2 Eisen aan de constructie

Bereikbaarheid
De constructie moet overal bereikbaar zijn met een gangbaar metalliseerpistool.

Afronding randen
De afrondingsstraal van alle randen moet minimaal 2 mm bedragen.
Het breken van randen is toegestaan.

4.3 Eisen bij applicatie

Type thermisch gespoten deklaag
De volgende uitgangsmaterialen zijn toegestaan bij het aanbrengen van thermisch gespoten deklagen .

- Al 99,0 of zuiverder
- AlMg5
- Zn/Al 85/15

Oppervlaktereinheid
Het staaloppervlak moet op het moment van aanbrengen van de thermisch gespoten deklaag een reinheid van ten minste Sa 2½ volgens NEN-EN-ISO 8501-1 hebben.

Oppervlakteruwheid
De ruwheid van het staaloppervlak (Rz) moet bij aluminium-type deklagen tussen 80 - 120 µm en bij zinkaluminium deklagen tussen 50 - 70 µm liggen volgens NEN-EN-ISO 4288.
Er moet worden gestraald met scherpkantig grit.

Aanbrengmethode
De volgende methoden zijn toegestaan voor het aanbrengen van de thermisch gespoten deklagen:

- autogeen vlamspuiten;
- elektrisch draadspuiten.

Het is niet toegestaan om op een door middel van vlamspuiten aangebrachte thermisch gespoten deklaag een thermisch gespoten deklaag door middel van elektrisch draadspuiten aan te brengen.

Omgevingscondities
De staaltemperatuur moet vanaf het stralen totdat de thermisch gespoten deklaag is aangebracht minimaal 3ºC boven het dauwpunt liggen en de relatieve vochtigheid mag niet hoger zijn dan 85%.

4.4 Eisen aan eindlaag

Laagdikte
In onderstaande tabel zijn de voorgeschreven laagdikten opgenomen.

Metalliseer-laag	Met sealer of aanvullende conservering	Klimaatklasse	Minimale gemiddelde laagdikte in µm	Absoluut minimum in µm
Aluminium-typen	Nee	C2-C4 en C5I	300	250
		C5 M en immersie in zoet water	350	300
		Immersie in zout water	400	350
	Ja	C2-C4 en C5I	200	180
		C5 M en immersie in zoet water	250	225
		Immersie in zout water	350	300
ZnAl	Nee	C2-C4 en C5I	250	200
		C5 M en immersie in zoet water	300	250
		Immersie in zout water	Niet toepassen	
	Ja	C2-C4 en C5I	150	125
		C5 M en immersie in zoet water	200	175
		Immersie in zout water	300	250

Laagdiktemeting
Het minimum aantal metingen bedraagt:

- 10 metingen per m² voor gevarieerde constructiedelen.
- 5 metingen per m² voor continue vlakken groter dan 20 m².
- 5 metingen per strekkende meter per voor-, achter- en/of binnenzijde van smalle constructies en/of profielen zoals hoekstaal, leuningregels en staanders, verstijvingen, leidingwerk, goten enzovoort.

Hechting
De hechting van de thermisch gespoten deklaag, bepaald met een hydraulische hechtingsmeter, moet minimaal 5 MPa bedragen bij een destructieve bepaling volgens NEN-EN-ISO 4624 en minimaal 6 MPa te bedragen bij een niet destructieve bepaling volgens NEN-EN-ISO 4624.

4.5 Eisen aan metalliseerbedrijf en metalliseerder

Eisen aan het metalliseerbedrijf
Er moet aantoonbaar gewerkt worden volgens NEN-EN-ISO 14992-2 en/of ANSI/AWS C2.18-93. Tevens moet het bedrijf minimaal 3 jaar ervaring met het metalliseren van een object hebben. Er moet minimaal 1 object met een oppervlak van minimaal 50% van het te metalliseren oppervlak zijn uitgevoerd, waarbij toe te passen materiaal of methode moet hetzelfde zijn al waarmee ervaring is opgedaan.

Eisen aan de metalliseerder
De metalliseerder moet gecertificeerd zijn volgens NEN-EN-ISO 14918 en/of volgens ANSI/AWS C2.16 waarbij de theoretische kennis en het praktijkexamen van metalliseerder door een onafhankelijke instantie zijn getoetst.

5 Eisen verflagen op thermisch gespoten deklagen

Bij de eisen aan verflagen op een thermisch gespoten ondergrond wordt het onderstaande onderscheid gemaakt:

- Eisen aan de selectie van verfsystemen op een thermisch gespoten deklaag:
  - laboratoriumeisen;
  - praktijkervaring/referenties.
- Eisen aan de applicatie opgesplitst in:
  - oppervlaktereinheid;
  - aanbrengmethode;
  - omgevingscondities;
  - laagdikte eisen.
- Eisen aan bedrijven die de verflagen aanbrengen opgesplitst in:
  - eisen aan het applicatiebedrijf;
  - vakbekwaamheidseisen applicateur.

Deze eisen zijn in de onderstaande paragrafen nader uitgewerkt.

5.1 Eisen selectie van een verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag

Ten behoeve van de selectie van een verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag moet voldaan worden aan de eisen zoals vermeld in de Bijlage 2.

5.2 Eisen applicatie

De applicatie van het verfsysteem moet voldoen aan ISO 12944, tevens gelden voor zover niet opgenomen de onderstaande eisen.

Oppervlaktereinheid
Op het moment van aanbrengen mogen op het oppervlak geen verontreinigingen aanwezig zijn.

Aanbrengmethode
Het aanbrengen van de sealer of primer moet zo spoedig mogelijk geschieden na het metalliseren.

Omgevingsconditie
De staaltemperatuur moet tijdens het aanbrengen minimaal 3ºC boven het dauwpunt liggen en de relatieve vochtigheid mag niet hoger zijn dan 85%.

Laagdikte eisen
Voor de laagdikte van het verfsysteem gelden de nominale laagdikten van het geschikte verfsysteem volgens bijlage 2. Voor de laagdikte toleranties zijn de bepalingen in de ISO 12944 van toepassing.

5.3 Eisen applicatiebedrijf en applicateur

Eisen aan het applicatiebedrijf
Het bedrijf moet minimaal 3 jaar ervaring hebben met het aanbrengen van verflagen op een thermisch gespoten deklaag. Er moet minimaal 1 object met een oppervlaktegrootte van minimaal 50% van het te behandelen oppervlak zijn uitgevoerd.

Vakbekwaamheidseisen applicateur

1. Straal- en conserveringswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd door werknemers die in het bezit zijn van een certificaat overeenkomstig het bepaalde in de navolgende leden 2 en 3.

2. Het certificaat moet door een daartoe ISO 17024 geaccrediteerde certificatie-instelling zijn afgegeven op basis van Vakbekwaamheidsnormen (eindtermen), geldigheidsduur en –condities voor de functieprofielen:
   - Straler -1,
   - Constructieschilder,
   - Spuiter -1,

   zoals vastgesteld door de Waarborgcommissie Vakbekwaamheid Metaalconservering, dan wel een gelijkwaardig certificaat afgegeven door een daartoe EN-45013/ISO 17024 geaccrediteerde Certificatie-instelling.

3. Het certificaat moet voorts zijn afgegeven op basis van de examenreglementen zoals deze door de Waarborgcommissie Metaalconservering zijn vastgesteld en waarin toetsprocedures zijn vastgelegd dan wel afgegeven op basis van gelijkwaardige examenreglementen.

4. Van de op het werk ten behoeve van straal – en/of conserveringswerkzaamheden in te zetten werknemers, moet tenminste 75% van die werknemers, in een van de in lid 2 genoemde functieprofielen, in het bezit zijn van het in lid 1 bedoelde certificaat. Werknemers die niet in het bezit zijn van het vereiste certificaat voor de door hen uit te voeren werkzaamheden, mogen straal en/of schilderwerkzaamheden uitsluitend uitvoeren onder verantwoording en toezicht van een voor de uit te voeren werkzaamheden wel gecertificeerde werknemer.

6 Normen

De onderstaande normen zijn in de tekst vermeld.

- NEN-EN-ISO 2409: "Ruitjesproef", Juni 2007.
- NEN-EN-ISO 4288: "Oppervlaktegesteldheid - Profielmethode - Regels en procedures voor de beoordeling van de oppervlaktextuur", April 1998.
- NEN-EN-ISO 4624: "Lostrekproef voor de bepaling van de hechting", Juni 2003.
- NEN-EN-ISO 4628-2: "Beoordeling van de kwaliteitsafbraak van verflagen - Aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken - Deel 2: Beoordeling van de mate van blaarvorming", September 2003.
- NEN-EN-ISO 4628-3: "Deel 3: Beoordeling van de mate van roestvorming", Sep 2003.
- NEN-EN-ISO 4628-4: "Deel 4: Beoordeling van de mate van barstvorming", Sep 2003.
- NEN-EN-ISO 4628-5: "Deel 5: Aanduiding van de mate van afbladderen", Sep 2003.
- NEN-EN-ISO 6270-1: "Bepaling van de bestandheid tegen vocht - Deel 1: continue-condensatie", September 2001.
- NEN-EN-ISO 8501-1: "Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid:Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen", Augustus 2007.
- NEN-EN-ISO 9001: "Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen" , September 2009.
- NEN-EN-ISO 11997-1: "Bepaling van de weerstand tegen cyclische corrosie-omstandigheden - Deel 1: Nat (zoutnevel)/droog/vochtig", Februari 2006.
- ISO 12944 Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems
- NEN-EN-ISO 14918: "Thermisch spuiten – Het kwalificeren van thermische spuiters", Oktober 1998.
- NEN-EN-ISO 17024: "Conformiteitsbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren", Juni 2003.
- NEN-EN-ISO 20340: "Prestatie-eisen voor beschermende verfsystemen voor buitengaatse en gerelateerde constructies", April 2009.
- EN 45013: Algemene criteria voor certificatie-instellingen die certificatie van personen uitvoeren, 1991
- AWS C2.16/C2.16M:2002: "Guide for Thermal-Spray Operator Qualification", Juli 2002.
- AWS C2.18-93: "Guide for the Protection of Steel with Thermal Sprayed Coatings of Aluminum and Zinc and Their Alloys and Composites", April 1993.

Bijlage 1 Eisen aan de selectie van een toe te passen thermisch gespoten deklaag

Het onderzoek ten behoeve van de selectie van een nieuw type thermisch gespoten deklaag omvat de navolgende eisen.

Laboratoriumonderzoek

De voorbehandeling, applicatiemethode en de metalliseerlegering moeten identiek zijn aan hetgeen op het object wordt toegepast.

Omschrijving eisen bij laboratoriumonderzoeken

Na het aanbrengen van het te onderzoeken systeem wordt op de proefpanelen een kruiskras aangebracht tot op de stalen ondergrond.
In de hieronder genoemde eisen wordt met "bij beschadiging" bedoeld rond de vooraf aangebrachte kruiskras en met "in het vlak", het onbeschadigde oppervlak.
Met het aangeboden systeem dient bij de onderstaande proeven voldaan te worden aan de daarbij genoemde eisen.

- Snelverwering conform ISO 20340 (4200 uur)

  Op proefpanelen (vlak en U-profiel):

bij beschadiging:	bij kras van 2 mm breed, blaren + ondermijning: geen
	bij kras van 0,5 mm breed, blaren + ondermijning: geen
in het vlak:	blaarvorming: S0 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
hechting:	minimaal 5 MPa volgens ISO 4624

- Corrosiewisseltest volgens ISO 11997-1 (1998) Cycle B (15 cycli)

bij beschadiging:	bij kras van 2 mm breed, blaren + ondermijning: geen
	bij kras van 0,5 mm breed, blaren + ondermijning: geen
in het vlak:	blaarvorming: S0 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
hechting:	minimaal 5 MPa volgens ISO 4624

- Waterdamptest volgens ISO 6270 (3 maanden)

bij beschadiging:	bij kras van 2 mm breed, blaren + ondermijning: geen
	bij kras van 0,5 mm breed, blaren + ondermijning: geen
in het vlak:	blaarvorming: S0 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
hechting:	minimaal 5 MPa volgens ISO 4624

Omschrijving eisen praktijkervaring

Algemeen
Het voorgestelde systeem is in de praktijk minimaal 3 jaar aantoonbaar toegepast op een vergelijkbare constructie of proefvlak waarbij de ondergrond en omstandigheden vergelijkbaar moeten zijn moet het object. Dit wordt aangetoond met een recent inspectierapport van het referentie-object van een onafhankelijk inspectiebureau. Beoordeling van de praktijkervaring van het verfsysteem op een object moet plaats vinden conform de onderstaande eisen.

Omschrijving eisen praktijkervaring van referentieobject of proefvlak

Bij een bestaand, minimaal 3 jaar oud, referentieobject of proefvlak dient de toegepaste producten en de opbouw van het aangebrachte producten te worden aangetoond. Dit kan bijvoorbeeld door kwaliteitsdocumenten van het applicatiebedrijf en/of met rapportages welke tijdens de conservering van het betreffende object door een onafhankelijk onderzoeksbureau zijn opgesteld. Het systeem moet wat betreft opbouw en laagdikte overeenkomen met het systeem waarmee met goed gevolg de laboratoriumbeproeving is uitgevoerd.

Tot en met het derde jaar zijn de eisen:
- geen roestvorming op onbeschadigd oppervlak,
- roestvorming, ondermijning of blaarvorming vanuit mechanische beschadigingen max. 1 mm,
- geen blaarvorming op onbeschadigd oppervlak,
- geen barst- en/of scheurvorming,
- hechting minimaal 6 MPa volgens ISO 4624.

Bij objecten ouder dan 3 jaar worden de eisen afhankelijk van de ouderdom en de omgevingsklasse waarin het object zich bevindt aangepast.
- Hechting dient tot 25 jaar na de applicatie onveranderd goed te zijn.
- Er mag tot 30 jaar na de applicatie geen roest- blaar-, barst- en/of scheurvorming op onbeschadigd oppervlak zijn opgetreden.
- Roestvorming, ondermijning of blaarvorming vanuit mechanische beschadigingen:
    - na 10 jaar maximaal 1 mm
    - na 15 jaar maximaal 1 mm
    - na 20 jaar maximaal 2 mm
    - na 25 jaar maximaal 3 mm
    - na 30 jaar maximaal 5 mm

Incidentele uitvoeringgebreken zullen niet worden meegewogen. Als er meerdere uitvoeringgebreken worden geconstateerd wordt er vanuit gegaan dat de applicatie-eigenschappen van het systeem onvoldoende zijn en daarmee het systeem ongeschikt is.

Bijlage 2 Eisen aan de selectie van verflagen op een thermisch gespoten deklaag

De geschiktheid van een sealer of verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag moet voor toepassing worden aangetoond conform het beschreven laboratoriumonderzoek en de praktijktoets. Dit onderzoek moet per type thermisch gespoten deklaag en per leverancier worden uitgevoerd.

De eisen hebben betrekking op het aantonen van de goede hechting en barrièrewerking.
De eisen zijn hieronder weergegeven.

Laboratoriumonderzoek

Het systeem moet voor dit onderzoek worden aangebracht op de thermisch gespoten deklaag waarop het verfsysteem dient te worden aangebracht. De voorbehandeling moet identiek zijn aan de voorbehandelingsmethode die op de objecten wordt toegepast.

Omschrijving eisen verflagen op een thermisch gespoten deklaag bij laboratoriumonderzoeken

Na het aanbrengen van het te onderzoeken systeem wordt op de proefpanelen een kruiskras aangebracht tot op de thermisch gespoten deklaag.
In de hieronder genoemde eisen wordt met "bij beschadiging" bedoeld rond de vooraf aangebrachte kruiskras en met "in het vlak", het onbeschadigde oppervlak.
Met het aangeboden systeem dient bij de onderstaande proeven voldaan te worden aan de daarbij genoemde eisen.

- Corrosiewisseltest volgens ISO 11997-1 (1998) Cycle B (15 cycli)

bij beschadiging:	bij kras van 2 mm breed, blaren + ondermijning: geen
	bij kras van 0,5 mm breed, blaren + ondermijning: geen
in het vlak:	blaarvorming: S0 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
hechting:	klasse 0 of 1 volgens NEN-EN-ISO 2409

- Waterdamptest volgens ISO 6270 (3 maanden)

bij beschadiging:	bij kras van 2 mm breed, blaren + ondermijning: geen
	bij kras van 0,5 mm breed, blaren + ondermijning: geen
in het vlak:	blaarvorming: ≤S2 ≤ D2 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
hechting:	klasse 0 of 1 volgens NEN-EN-ISO 2409

- Snelverweringstest m.b.v. een Weather-Ometer volgens ISO 11341 (1994) Cycle A (2000 uur)

in het vlak:	blaarvorming: S0 volgens ISO 4628-2
	roestvorming Ri0 volgens ISO 4628-3
	barstvorming S0 volgens ISO 4628-4
	onthechting S0 volgens ISO 4628-5
verkleuring	afhankelijk van type dekverf en kleur
glans	minimaal 30% van de uitgangsglans

Omschrijving eisen praktijkervaring

Het voorgestelde systeem is in de praktijk minimaal 3 jaar aantoonbaar toegepast op een vergelijkbare constructie of proefvlak waarbij de ondergrond en omstandigheden vergelijkbaar moeten zijn moet het object. Dit wordt aangetoond met een recent inspectierapport van het referentie-object van een onafhankelijk inspectiebureau. Beoordeling van de praktijkervaring van het verfsysteem op een object moet plaats vinden conform de onderstaande eisen.

Omschrijving eisen praktijkervaring van referentieobject of proefvlak

Op een bestaande referentie of een proefvlak

Bij een bestaand, minimaal 3 jaar oud, referentieobject of proefvlak dient de aanbieder van het systeem de toegepaste producten en de opbouw van het aangebrachte producten aan te tonen. Dit kan bijvoorbeeld d.m.v. kwaliteitsdocumenten van het applicatiebedrijf en/of met rapportages welke tijdens de conservering van het betreffende object door een onafhankelijk onderzoeksbureau zijn opgesteld. Het systeem moet wat betreft opbouw en laagdikte overeenkomen met het systeem waarmee met goed gevolg de laboratoriumbeproeving is uitgevoerd.

Tot en met het derde jaar zijn de eisen:

- geen corrosievorming van de thermisch gespoten deklaag op onbeschadigd oppervlak,
- corrosie van de thermisch gespoten deklaag, ondermijning of blaarvorming vanuit mechanische beschadigingen maximaal 2 mm,
- geen blaarvorming op onbeschadigd oppervlak,
- geen barst- en/of scheurvorming,
- hechting klasse 0 of 1 volgens NEN-EN-ISO 2409.

Bij objecten ouder dan 3 jaar worden de eisen afhankelijk van de ouderdom en de omgevingsklasse waarin het object zich bevindt aangepast.

- *Hechting dient tot 20 jaar na de applicatie onveranderd goed te zijn.*
- Er mag tot 10 jaar na de applicatie geen corrosie, blaar-, barst- en/of scheurvorming op onbeschadigd oppervlak op zijn opgetreden.
- Corrosie, ondermijning of blaarvorming vanuit mechanische beschadigingen:
    - na 10 jaar maximaal 1 mm
    - na 15 jaar maximaal 4 mm
    - na 20 jaar maximaal 6 mm
    - na 25 jaar maximaal 10 mm
    - na 30 jaar maximaal 15 mm.

Gebreken door incidentele uitvoeringgebreken zullen niet worden meegewogen. Als er meerdere uitvoeringgebreken worden geconstateerd wordt er vanuit gegaan dat de applicatie-eigenschappen van het systeem onvoldoende zijn en daarmee het systeem ongeschikt is.

Opdrachtgeversoverleg Staalconserveren

Eisen thermisch gespoten deklagen
Handreiking
OGOS-501-TRL

Opdrachtgever	:	**OGOS**, Opdrachtgeversoverleg Staalconservering Samenwerkingsverband tussen: Gasunie Gemeentewerken Rotterdam Gemeente Utrecht Ministerie van Defensie NAM/Shell ProRail Provincie Zuid-Holland Rijkswaterstaat
Opsteller	:	Leon Linssen (Deltarail) Carolien Nieuwland (RWS/OGOS) Arnold Seegers (RWS/OGOS)
Extern adviseur		Tony de Munter (M&O Beheer)
Datum	:	11-10-2010
Vastgesteld	:	OGOS
Versie	:	Definitief 1.0

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Toelichting op eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen 3

3 Algemene aanbevelingen voor het metalliseren 6
3.1 Staalkwaliteit ondergrond 6
3.2 Uiterlijk 7
3.3 Kathodische bescherming 7

4 Toelichting op eisen verflagen op thermisch gespoten deklagen 8

5 Aanbeveling voor de systeemkeuze 9

6 Herstelmethoden 10
6.1 Herstel thermisch gespoten deklagen 10
6.2 Herstel sealer op verfsysteem 10

7 Technische aspecten te benoemen in kwaliteitsplan 10
7.1 Constructie 10
7.2 Voorbehandeling 10
7.3 Applicatie thermisch gespoten deklaag 11
7.4 Kwaliteit thermisch gespoten deklaag 11
7.5 Aanbrengen verflaag op de thermisch gespoten deklaag 11
7.6 Veiligheidsmaatregelen 11
7.7 Herstel gebreken 11

8 Literatuur 12

Bijlage 1 Inventarisatie momenteel gestelde eisen 14

Bijlage 2 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor thermisch gespoten deklagen 16

Bijlage 3 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor verflagen op thermisch gespoten deklagen 19

1 Inleiding

Deze handreiking, behorend bij het Eisendeel "Eisen Thermisch gespoten deklagen", geeft hierop een toelichting en achtergrondinformatie.
In hoofdstuk 2 en 4 geeft een toelichting op het Eisendeel.
In hoofdstuk 3 staan aanbevelingen voor het aanbrengen van thermisch gespoten deklagen.
Hoofdstuk 4 biedt een handreiking voor de keuze van het type thermisch gespoten deklaag al of niet afgewerkt met een verfsysteem.
Hoofdstuk 5 beschrijft de herstelmethoden van een thermisch gespoten deklaag bij beschadigingen.
In hoofdstuk 6 staan de eventueel in het contract op te nemen kwaliteitseisen.
Als bijlage is een overzicht gevoegd van de vigerende eisen van de OGOS deelnemers tijdens het opstellen van dit document.

2 Toelichting op eisenpakket voor thermisch gespoten deklagen

In onderstaande toelichting wordt bij de verwijzingen de hoofdstuknummers uit het eisendeel vermeld waar de toelichting betrekking op heeft.

4.1 Eisen aan de selectie van een type thermisch gespoten deklaag

Inleiding
De eisen zijn gebaseerd op de eisen van het ProRail document "SPC00240" en het document "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-683-TCE, datum 30-10-2008". Dit laatste document is te vinden op www.staalplaza.nu
De eisen hebben betrekking op het aantonen van de goede corrosiewering en hechting.
Het onderzoek ten behoeve van de selectie van een nieuw type thermisch gespoten deklaag kan eenmalig plaats vinden.

4.2 Eisen aan de constructie

Afronding randen
HANDREIKING
Om de vereiste ruwheid te bereiken op alle locaties moeten alle walsdubbelingen, lasspetters, tijdelijke hechtlassen en ruwe lassen en brandkanten etc. worden verwijderd of moeten worden geslepen en glad worden afgewerkt.
Geharde delen in het staal oppervlak (blauwverkleuringen), lasplaatsen van hechtlassen, plasma snijranden etc. moeten eerst worden geslepen, totdat de geharde laag is verdwenen, omdat deze anders bij het stralen niet de vereiste ruwheid kan worden gehaald.

4.3 Eisen bij applicatie

Oppervlaktereinheid
HANDREIKING
Het oppervlak moet vrij zijn van olie- en vetresten en andere verontreinigingen.

Oppervlakteruwheid

HANDREIKING

Voor een goede hechting is een juiste ruwheid noodzakelijk.
De vermelde Rz waarden zijn niet te meten met replica-tape. Deze zijn wel bij benadering snel te bepalen met een replica-schijf met loep volgens NEN-EN-ISO 8503-1.

Aanbrengmethode

HANDREIKING 1

Het is niet toegestaan om op een aangebrachte thermisch gespoten deklaag door middel van vlamspuiten een thermisch gespoten deklaag door middel van elektrisch draadspuiten aan te brengen, omdat door de hoge temperaturen van het elektrisch draadspuiten een thermoshock optreedt. Door de thermoshock kan de thermisch gespoten deklaag onthechten. Andersom is dit niet het geval.

HANDREIKING 2

Voor het aanbrengen van op aluminium gebaseerde deklagen moet bij voorkeur Electrisch Draadspuiten worden toegepast.

HANDREIKING 3

De overspray van AlMg5 is licht ontvlambaar, waardoor in voorkomende gevallen gevaarlijke situaties kunnen ontstaan.
Al en AlMg5 zijn in stofvorm explosief. Hiermee moet het metalliseerbedrijf bij het ontwerp en in het gebruik van de afzuig- en filterinstallatie rekening houden.
Bij het verspuiten van thermische gespoten deklagen moeten persoonlijke beschermingsmiddelen worden gebruikt om inademing van vrijkomende stof en damp te voorkomen. Inademing van Zn/Al 85/15 kan metaaldampkoorts veroorzaken, inademing van Al kan op de langere termijn schadelijke effecten voor de gezondheid veroorzaken.
In het V&G plan en de risico-inventarisatie moeten deze aspecten duidelijk benoemd worden.

4.4 Eisen aan eindlaag

Laagdikte

HANDREIKING 1

Een thermisch gespoten deklaag vertoont onder een dikte van 160 tot 200 µm poriën tot de stalen ondergrond, dit heeft geen gevolgen voor de beschermende werking. Het roestwater zal uit de poriën bloeden, waardoor het lijkt dat het staal is aangetast. Na verloop van tijd zullen de poriën dichtslibben met aluminium corrosieproducten. Bij deze laagdikten wordt niet voldaan aan de levensduurverwachting.

HANDREIKING 2

Een eigenschap van een thermisch gespoten deklaag zijn de grote verschillen in de laagdikte binnen een klein meetgebied. Daardoor is het ondanks uitgebreide laagdiktemetingen niet altijd te voorkomen dat er gebieden met te dunne lagen aanwezig zijn zonder dat dit is vastgesteld.

HANDREIKING 3

Als aanvullende methode om te onderzoeken of poriën tot de ondergrond doorlopen (en zo dunnere lagen vast te stellen) kan het oppervlak natgemaakt worden. De plaatsen waar de poriën tot het staal doorlopen zullen bruin kleuren t.g.v. de roest. Nadeel van deze methode is dat het oppervlak nat wordt, hetgeen nadelig is als een aanvullende verflaag aangebracht wordt aangebracht.

Deze methode dus niet toepassen op thermisch gespoten deklagen die voorzien worden van een sealer of verfsysteem.

Hechting
HANDREIKING
Een destructieve bepaling is de bepaling waarbij de thermisch gespoten deklaag rond de erop gelijmde dolly tot op de stalen ondergrond wordt ingesneden (door middel van een boor). Bij een niet destructieve bepaling wordt niet ingesneden.
In de praktijk ligt de hechting veelal boven de 10 MPa.

4.5 Eisen aan metalliseerbedrijf en metalliseerder

Eisen aan de metalliseerder
HANDREIKING 1
Hierna volgt een beknopt overzicht van de verschillen aan de eisen die gesteld worden aan personeel dat thermisch gespoten deklagen aanbrengt.

Het betreft een vergelijking tussen de normen ANSI/AWS C2.16, ANSI/AWS C2.16M en NEN-EN-ISO 14918. Bij ANSI/AWS C2.16 worden de werknemers door een extern gekwalificeerd bedrijf getoetst. Bij ANSI/AWS C2.16M worden de werknemers door het eigen bedrijf getoetst.

De ANSI/AWS en de NEN-EN-ISO kennen de onderstaande indelingen (alleen de voor de OGOS van belang zijnde indelingen).

Thermisch gespoten deklaag	Applicatiemethode	Categorie	
		ANSI/AWS C2.16/C2.16M	NEN-EN-ISO 14918
Al, AlMg5 en ZnAl	Vlamspuiten	FS-1	B1
Al, AlMg5 en ZnAl	Elektrisch	AS-1	B1

Item	Beoordeeld item	Eis			Opmerkingen
		ANSI/AWS C2.16	ANSI/AWS C2.16M	NEN-EN-ISO 14918	
Theorie-examen		Ja	Ja	Ja	Inhoud theorie-examen tussen normen vrijwel identiek
Praktijkexamen	Laagdikte bepaling	Ja	Ja	Ja	
	Hechtingstest	Ja, pull-off-test: AS-1 en FS-1: Al : gem. 10,3 MPa, min: 6,7 MPa ZnAl: gem. 7,2 MPa, min. 4,8 MPa	Ja, pull-off-test: AS-1 en FS-1: Al : gem. 10,3 MPa, min: 6,7 MPa ZnAl: gem. 7,2 MPa, min. 4,8 MPa	Ja, krastest of pull-off-test (volgens NEN-EN-ISO 2063). Eisen onderling af te stemmen.	
	Buiging/elasticiteit	Ja	Ja	Nee	
Geldigheid	Initieel examen	Onbeperkt	Onbeperkt	3 jaar	Mits aan de ervaringseis wordt voldaan
	Ervaring	Elke 6 maanden metalliseren 8 uur metalliseren	Elke 6 maanden minimaal 8 uur metalliseren	Elke 6 maanden metalliseren	
	Wanneer gedurende 6 maanden geen metalliseerwerk is uitgevoerd	Nieuw examen doen, of voor afloop van de 6 maanden een proefstuk maken de buigtest uitgevoerd wordt	Nieuw examen doen, of voor afloop van de 6 maanden een proefstuk maken de buigtest uitgevoerd wordt	Nieuw examen doen	
Wie neemt examen af		Gekwalificeerde instantie	Bedrijf zelf	Gekwalificeerde instantie	

3 Algemene aanbevelingen voor het metalliseren

In dit hoofdstuk staan algemene aanbevelingen voor het aanbrengen van thermisch gespoten deklagen.

3.1 Staalkwaliteit ondergrond

HANDREIKING

Het staal dient vrij te zijn van walsdubbelingen, onregelmatigheden (zoals splinter, bladders en overwalsingen), en putcorrosie.
Deze fouten zijn vaak pas te zien na het stralen.

Op grond van het bovenstaande kunnen alle uitgangsklassen van het staal volgens NEN-EN-ISO 8501-1 toegepast worden. Bij het staal met de uitgangsklasse D zullen de aanwezige onregelmatigheden na het stralen en metalliseren zichtbaar blijven.

3.2 Uiterlijk

HANDREIKING

Het oppervlak van een thermisch gespoten deklaag zal veelal ruw zijn. De ruwheid kan enigszins beïnvloed worden door de applicatiemethode en type. Over het algemeen geldt dat Zn/Al 85/15 lagen minder ruw zijn dan Al lagen.

3.3 Kathodische bescherming

HANDREIKING

Thermisch gespoten deklagen op basis van zink en/of aluminium zijn te verenigen met kathodische bescherming. Voor de berekening van de kathodische bescherming zal zowel de onder- als bovengrens van de beschermpotentiaal bekend moeten zijn. Hiermee wordt voorkomen dat versnelde aantasting van het aluminium optreedt. Bij een te goede bescherming (lees een potentiaal lager dan de corrosiepotentiaal van aluminium) wordt de thermisch gespoten deklaag geactiveerd. Te veel kathodische reactie op de thermisch gespoten deklaag kan de pH lokaal zodanig verhogen dat er in poriën juist actieve aantasting mogelijk is (aluminium is amfoteer en kan dus niet tegen zuur maar zeker ook niet tegen base).

4 Toelichting op eisen verflagen op thermisch gespoten deklagen

In onderstaande toelichting op de eisen aan verflagen op thermisch gespoten deklagen wordt bij de verwijzingen de hoofdstuknummers uit het eisendeel vermeld waar de toelichting betrekking op heeft.

5.1 Eisen selectie van een verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag

HANDREIKING 1

De geschiktheid van een sealer of verfsysteem op een thermisch gespoten deklaag moet voor toepassing worden aangetoond conform het beschreven laboratoriumonderzoek en de praktijktoets. Dit onderzoek dient per type thermisch gespoten deklaag en per leverancier te worden uitgevoerd. Het kan namelijk zijn dat een door een leverancier aangeboden verfsysteem op één type thermisch gespoten deklaag wel voldoet en op een ander type niet.

De eisen die genoemd staan zijn gerelateerd aan de eisen die ProRail op dit moment voorschrijft (SPC00240) en die ook vermeld zijn in het PSIBouw document van de Werkgroep product ("Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-683-TCE, datum 30-10-2008).

HANDREIKING 2

Met de volgende sealers zijn goede ervaringen opgedaan bij toepassing op thermisch gespoten deklagen:

- Epoxysealer
- Siliconenaluminiumsealer

Minder goede ervaringen zijn er met ijzerglimmerhoudende sealers bij immersiebelasting (Im) of een flinke zoutbelasting (C5M). Er kan blaarvorming en delaminatie van de thermisch gespoten deklaag optreden.

Met de volgende verfsystemen zijn goede ervaringen opgedaan bij toepassing op thermisch gespoten deklagen:

- Systeem opgebouwd uit:
  - Epoxysealer
  - Polyurethaan of polysiloxaan deklaag

Van elk verfsysteem dient de toepasbaarheid op een specifieke thermisch gespoten deklaag te worden aangetoond conform paragraaf 5.1.

Voor immersiebelasting is een sealer of verfsysteem niet noodzakelijk. Voor de corrosiewering is de minimaal aangebrachte laagdikte van de thermisch gespoten deklaag van belang, zie hiervoor de laagdikte eisen.

5.2 Eisen applicatie

Laagdikte

HANDREIKING

De laagdikte van de sealer is niet goed te meten, omdat de sealer tijdens applicatie in de poriën van de thermisch gespoten deklaag dringt. De sealer moet vol en zat worden aangebracht.

5 Aanbeveling voor de systeemkeuze

In onderstaande tabel wordt aangegeven welke thermisch gespoten deklaag toegepast kan worden in relatie tot de levensduur.

Levensduur object	Gewenste onderhouds-vrije periode	Klimaatklasse	Esthetische eisen	Al laag	ZnAl laag	Al laag + verf	ZnAl laag + verf	verf
< 30 jaar	20	Alle		X	X	X	X	**X**
> 30 jaar < 50 jaar	40	C4, Im in zoet water en spatzone		X	**X**			
	30	C5I		X	**X**			
	20-25 jaar	C4, C5I, Im in zoet water en spatzone	X			X	**X**	
	50 jaar	C5M		**X**				
	20-25 jaar	C5M		**X**				
	50 jaar	Immersie in zout water		**X**				
	20-25 jaar	Immersie in zout water		**X**				
> 50 jaar	40 jaar	C4, C5, Im in zoet water en spatzone		X	**X**			
	20-25 jaar	C4, C5I, Im in zoet water en spatzone	X			X	**X**	
	> 50 jaar	C4, C5I, C5M, Immersie in zoet water en spatzone		X				
	30-50 jaar	Immersie in zout water		X				
	20-25 jaar	C4, C5I, Im in zoet water en spatzone	X			X		
	20-25 jaar	C5M		**X**				
	20-25 jaar	Immersie in zout water		**X**				

Toelichting:
X = de meest economische keuze
X = minder economische keuze

6 Herstelmethoden

6.1 Herstel thermisch gespoten deklagen

Defecten aan gemetalliseerde lagen kunnen op onderstaande wijze worden hersteld.
Hetzelfde geldt voor secties die op de bouwplaats aan elkaar gelast worden waarvan de lasnaden beschermd dienen te worden.

- Verwijder loszittende thermisch gespoten deklaag door middel van afsteken.
- Verwijderen eventuele roest door middel van stralen tot een reinheidsgraad Sa 2½ volgens NEN-EN-ISO 8501-1.
- Ruw de blank stalen delen op door middel van stralen tot een ruwheid van Rz = 80-120 µm volgens NEN-EN-ISO 4288. Het beste resultaat wordt bereikt als de straalnozzle hierbij schuin op het oppervlak staat om onthechting van de goed hechtende thermisch gespoten deklaag te voorkomen. Een overlap van 5 tot 7,5 cm met de onbeschadigde thermisch gespoten deklaag kan aangehouden worden.
- Op de gestraalde oppervlakte een nieuwe thermisch gespoten deklaag van hetzelfde type als aangebracht op het omringende oppervlak tot de vereiste laagdikte.

6.2 Herstel sealer op verfsysteem

Een beschadigde sealer of een beschadigd verfsysteem kan op onderstaande wijze worden hersteld:

- Loszittende verflagen verwijderen door licht aanstralen.
- Sealers op basis van siliconenaluminium kunnen verwijderd worden door deze eerst uit te laten harden door middel van warmte (circa 150 ºC) en vervolgens te verwijderen door stralen.
- Opnieuw aanbrengen sealer of verfsysteem.

7 Technische aspecten te benoemen in kwaliteitsplan

In het kwaliteitsplan van de aannemer dienen minimaal de onderstaande volgende technische aspecten te zijn verwerkt. Het uitgangspunt hierbij is dat het eisendeel bekend is bij de aannemer.

7.1 Constructie

- Hoe worden scherpe randen voorbewerkt?

7.2 Voorbehandeling

- Met welk straalmiddel wordt gestraald (type, grofheid, leverancier)?
- Hoe wordt de reinheid beoordeeld (methode en frequentie)?
- Hoe wordt de ruwheid beoordeeld (methode, frequentie en met welke apparatuur)?
- Hoe wordt de hoeveelheid stof op de ondergrond beoordeeld (methode en frequentie)?

7.3 Applicatie thermisch gespoten deklaag

- Welk type thermisch gespoten deklaag wordt aangebracht (welke legering)?
- Welke draaddiameter wordt gebruikt?
- Hoe wordt de samenstelling van de legering geborgd (analyse, certificaat)?
- Met welke methode en apparatuur wordt de thermisch gespoten deklaag aangebracht?

7.4 Kwaliteit thermisch gespoten deklaag

- Hoe wordt de laagdikte bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m^2)?
- Hoe wordt de hechting bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m^2)?

7.5 Aanbrengen verflaag op de thermisch gespoten deklaag

- Hoe wordt de vereiste reinheid van de ondergrond gewaarborgd?
- Welke verfproducten worden aangebracht (type, merknaam en leverancier)?
- Welke tijdsduur zitten er tussen het metalliseren en het aanbrengen van de verflagen?
- Wat zijn de omgevingsomstandigheden tussen het metalliseren en het aanbrengen van de verflagen (o.a. temperatuur oppervlak, dauwpunt en relatieve vochtigheid) en hoe wordt dit geborgd?
- Hoe wordt de laagdikte van de verflagen bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m2)?
- Hoe wordt de hechting van de verflagen bepaald (methode, apparatuur, aantal metingen per m of m2)?

7.6 Veiligheidsmaatregelen

- Inzet Persoonlijk BeschermingsMiddelen (PBM's)
- Afzuiging Al stof of Zn/Al 85/15 stof
- Type brandblusmiddelen

7.7 Herstelprocedure

- Hoe worden gebreken in de thermisch gespoten deklaag en verflagen hersteld (bijv. herstellocatie, herstelmethode (o.a. voorbehandeling en aanbrengmethode) en herstelomstandigheden)?

8 Literatuur

Ten behoeve van de rapportage is naast de in te tekst vermelde normen gebruik gemaakt van de onderstaande literatuur.

- NBD 10300: "Eisen thermische spuitlagen; Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie", versie: definitief, datum: 01-08-2005, auteurs: D.Ros en J/Blom.
- DEP 30.48.40.31-Gen: "Technical Specification; Thermal Sprayof Aluminium and 85/15 Zn/Al Alloy", dd 18-02-2008, auteurs: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 30.48.40.33-EPE: "Technical Standard; External Protective Coatings for On- and Offshore Facilities", datum: Juni 2005, auteurs: Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 70.48.11-30-Gen: "Technical Specification, Protective coatings for offshore facilities", datum: Oktober 2006, auteur: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.
- Titel: "SPC00240, Productspecificatie Conservering Staal Nieuwbouw", documentnummer SPC00240, versie 004 van 01-02-2010, auteur: ProRail Assetmanagement.
- Titel: "RLN00068, Applicatie eisen thermisch gespoten aluminium", documentnummer RLN00068, versie 003 van 01-12-2004, auteur: ProRail Beheer en Instandhouding.
- Titel: "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 1, basisdocument", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-682-TCE, datum 30-10-2008, auteurs: Ing. J. van Montfort, Ing. L.F.J.M. Linssen, uitgave PSI-Bouw, Project Professionaliseren Staalconserveren.
- Titel: "Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst, deelrapport 2, voorlopige systeemeisen", versie 1.0, documentnummer: SCON-2008-683-TCE, datum 30-10-2008, auteurs: Ing. J. van Montfort, Ing. L.F.J.M. Linssen, uitgave PSIBouw, Project Professionaliseren Staalconserveren.
- Tech-info-blad nr. TI.05.25: "Thermisch gespoten aluminiumlagen (toepassing, kosten en ontwerpaspecten)" , FME-CWM, september 2005.
- Tech-info-blad nr. TI.05.24: "Dikke deklagen. Selectie en keuzecriteria in relatie met functionaliteit" , FME-CWM, september 2005.
- Praktijkrichtlijn voor het aanbrengen van een duplexsysteem op staal: thermisch gespoten deklagen (metallisatie) gevolgd door een organische deklaag", Uitgave EVIO, december 2007.
- Guus Coolegem en Robert Gouwen: "Aluminium deklagen, Literatuuroverzicht 1995-2004", TNO-Rapport CA04.5071, TNO Industrie, 17 september 2004.
- S.Koruda en M. Takemoto: "Ten Year Interim Rapport of Thermal Sprayed Zn, AL and Zn-Al Coatings Exposed to Marine Corrosion by Japan Association of Corrosion Control", Proceeding of the 1st International Thermal Spray Conference, Montreal 2000.
- A.J. de Munter, A. Bult en J.A. de Jong: "On the Economical and Environmental Aspects of TSA Coating".
- ing. J.A. de Jong: "Rapport haalbaarheid aluminiseren roldeur 5, Westsluis te Terneuzen, Technische haalbaarheid, risico inventarisatie, integrale kosten en milieu", Bouwdienst Rijkswaterstaat, Rapportnummer: 4838R-JJO-01.119, van 9 juli 2001.
- Mink Ros: "Levenscycluskosten als uitgangspunt", Artikel uit Oppervlaktetechnieken nr. 1 – 2004 – jrg 48.
- Marita Büteführ: "Einfluss des Aluminiumgehaltes gespritzter Zinküberzüge auf den Korrosionsschutz von Stahl", Otto-Graf-Institut Stuttgart, ISSN 0585-7899, ISBN 3-9809512-4-3, Schriftenreihe Heft 91, 2006.
- P. Verbiest: "Daling corrosiesnelheid van zink tijdens de laatste decennia", O&C nov.1998.
- NACE Paper No. 04023 Rapid Degradation of Painted TSA, O. Knudsen and T. Rogne, 2004

De onderstaande aanvullende normen zijn bestudeerd (naast de normen die al onder de kop normen genoemd zijn).

- NEN-EN 582: "Thermisch spuiten. Bepaling van de hecht-treksterkte", Mei 1994.
- NEN-EN-ISO 2063: "Thermal spraying – Metallic and other inorganic coatings – Zinc, aluminum and their alloys", April 2005.
- NEN-EN-ISO 8503-1: "Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante produkten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 1: Specificaties en definities voor vergelijkingsmonsters voor de ISO-ruwheid voor de beoordeling van gestraalde oppervlakken", Juni 1995.
- NEN-EN 14616: "Thermal spraying – Recommendations for thermal spraying", November 2004.
- NEN-EN-ISO 14917: "Thermisch spuiten – Terminologie, classificatie", September 1999.
- NEN-EN-ISO 14922-3: "Thermisch spuiten – Kwaliteitseisen voor thermisch gespoten onderdelen – Deel 3: Standaard kwaliteitseisen" , Augustus 1999.
- NEN-EN-ISO 14922-4: "Thermisch spuiten – Kwaliteitseisen voor thermisch gespoten onderdelen – Deel 4: Elementaire kwaliteitseisen" , Augustus 1999.
- NEN-EN-ISO 14924: "Thermal spraying – Post-treatment and finishing of thermally sprayed coatings", September 2005.
- NEN-EN-ISO 14922-1: "Thermisch spuiten – Kwaliteitseisen voor thermisch gespoten onderdelen – Deel 1: Leidraad voor de keuze en de toepassing" , Augustus 1999.
- NEN-EN-ISO 14922-2: "Thermisch spuiten – Kwaliteitseisen voor thermisch gespoten onderdelen – Deel 2: Uitgebreide kwaliteitseisen" , Augustus 1999.
- ISO 14713: "Protection against corrosion of iron and steel in structures – Zinc and aluminium coatings – Guidelines", Maart 1999, status: vervallen.
- NEN-EN-ISO 14713-1: "Zinc coatings – Guidelines and recommendations for the protection of iron and steel in structures – Part 1: General principles of design and corrosion resistance", Januari 2010.
- AWS C2.16-92: "Guide for Thermal-Spray Operator Qualification", April 1992, status: vervallen.
- NACE No.12/AWS C2.23M/SSPC-CS 23.00: "Specificatons for the Application of Thermal Spray Coatings (Metallizing) of Aluminium, Zinc, and Their alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel", 2003.

Bijlage 1 Inventarisatie momenteel gestelde eisen

De onderstaande opdrachtgevers stellen op dit moment met betrekking tot het metalliseren de onderstaande eisen.

Rijkswaterstaat, Dienst Infrastructuur
De eisen zijn vermeld in het document:

- NBD 10300: "Eisen thermische spuitlagen; Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie", versie: definitief, datum: 01-08-2005, auteurs: D.Ros en J/Blom.

Dit document geeft de applicatie-eisen van diverse thermische spuitlagen.
In dit rapport zijn alleen de eisen benoemd die betrekking hebben op Aluminium deklagen ter bescherming van staal tegen corrosie.
De overige aspecten die in deze NBD benoemd zijn, zijn o.a. thermische spuitlagen als loopvlak voor afdichtingen en als loopvlak voor glijlagers.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2.

Shell
De eisen zijn vermeld in de documenten:

- DEP 30.48.40.31-Gen: "Technical Specification; Thermal Sprayed Aluminium Coatings", datum: Juli 2008, auteurs: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 30.48.40.33-EPE: "Technical Standard; External Protective Coatings for On- and Offshore Facilities", datum: Juni 2005, auteurs: Shell International Exploitation and Production B.V.
- DEP 70.48.11.30-Gen: "Technical Specification; Protective Coatings for Offshore Facilities", Revision, datum: Oktober 2006, auteurs: Shell Global Solutions International B.V. en Shell International Exploitation and Production B.V.

In het document DEP 30.48.40.31-Gen staan de applicatie-eisen waar een aangebrachte aluminiumlaag en zinkaluminiumlaag aan dient te voldoen.
In de documenten DEP 30.48.40.33-EPE en DEP 70.48.11.30-Gen staan naast de eisen waaraan aangebracht conserveringslaag aan dient te voldoen ook de eisen waar de metalliseerders aan dienen te voldoen.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2 en 3.

ProRail
De eisen zijn vermeld in de documenten:

- Titel: "SPC00240, Productspecificatie Conservering Staal Nieuwbouw", documentnummer SPC00240, versie 004 van 01-02-2010, auteur: ProRail Assetmanagement.
- Titel: "RLN00068, Applicatie eisen thermisch gespoten aluminium", documentnummer RLN00068, versie 003 van 01-12-2004, auteur: ProRail Beheer en Instandhouding.

In het document SPC00240 staan de laboratorium-eisen waar een aangebrachte aluminiumlaag aan dient te voldoen met de eisen waaraan een aanvullende verflaag of verflagen dienen te voldoen.
In het document RLN00068 staan de applicatie-eisen waar aan aangebracht thermisch gespoten deklaag dient te voldoen en de eisen waar de metalliseerders aan dienen te voldoen.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2 en 3.

Gemeentewerken Rotterdam

De eisen zijn vermeld in het document:

- 56 "Technische bepalingen conserveringswerken; Eisen en uitvoering; Aanbrengen thermisch gespoten aluminium deklaag". Bestektekst uit een bestek, auteur: Gemeentewerken Rotterdam.

Dit document geeft de applicatie-eisen van een aangebrachte aluminiumlaag en een aanvullende verflaag.

De eisen staan vermeld in de overzichtstabel in Bijlage 2 en 3.

Bijlage 2 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor thermisch gespoten deklagen

Aluminiumlagen

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeentewerken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerking
Keuze systeem	Laboratoriumonderzoek t.b.v. toelating	Snelverweringstest volgens ISO 20340 gedurende 4200 uur			Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa		Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa	
		Corrosiewisseltest volgens ISO 11997-, Cycle B gedurende 15 cycli (2100 uur PSI Bouw)			Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa		Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa	
		Waterdamptest volgens ISO 6270-1, gedurende 3 maanden (2000 uur PSI Bouw)			Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa		Geen defecten, hechting minimaal 5 MPa	
	Praktijkervaring na 3 jaar t.b.v. toelating				Geen defecten, bij beschadiging maximaal 1 mm ondermijning, hechting minimaal 6MPa			
	Toegelaten legeringen		Al 99,5 of AlMg5	Al 99,9 (= 1100), Al 99,5 (= 1350), Zn85Al15	Al 99,5 (= 1050 of 1350) AlMg5 (=	Al 99,5 of AlMg5		

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeentewer-ken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerking
Eisen constructie	Afrondingsstraal		≥ 3 mm		≥ 2 mm	≥ 2 mm		
Applicatie-eisen	Methode				Vlamspuiten of electrisch draadspuiten	Electrisch boogspuiten		
	Reinheid ondergrond	NEN-EN-ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½		
	Ruwheid ondergrond	NEN-EN-ISO 8503-4 (8504-1)	Ry5 = 80-120 µm		Ry5 = 80-120 µm	Ry5 = 80-120 µm		
		ISO 8503-5		75-110 µm				
	Oplosbaar zout ondergrond	ISO 8502-6		< 20 mg/cm^2				
		NEN-EN-ISO 8501-1	100 mg/m^2					
	Voorverwarmen			Eerste 0,1 à 0,2 m^2, 40-65 ºC, niet bij electrisch boogspuiten				
Eisen aan aluminiumlaag	Laagdikte bij toepassing Al zonder verfsysteem		Nominaal 260 µm		Gemiddeld Minimum 300 µm Absoluut minimum 250 µm			
	Laagdikte bij toepassing Al met aanvullend verfsysteem	ISO 2178	Nominaal 260 µm	250 µm Al typen en 250 µm ZnAl	Gemiddeld Minimum 250 µm Absoluut minimum 200 µm	Minimaal 240 µm Nominaal 280 µm		
	Hechting	ISO 4624	≥ 5 MPa		≥ 6 MPa	≥ 5 MPa		
		ASTM D 4541		≥ 7 MPa				
Garantie			10 jaar		10 jaar	10 jaar		

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeentewer-ken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerking
Verwachte beschermings-duur			50 jaar		> 40 jaar			
Eisen applicatie-bedrijf	Kwaliteitsnorm		NEN-EN-ISO 9001 en ANSI/AWS C2.18-93	ISO 9001 en ISO 14922-1 en 14922-2	EN-ISO 9001 of 9002 en ANSI/AWS C2.18-93			
	Ervaring		Min. 5 jaar ervaring, waarbij tenminste 5 objecten met een oppervlak van min. 50% van het te metalliseren oppervlak dienen te zijn gemetalliseerd		Object met minimaal de helft van het te metalliseren oppervlak gemetalliseerd			
Eisen applicateur			ANSI/AWS C2.16-92	ISO 14918	ANSI/AWS C2.16-92			

Bijlage 3 Tabel met door OGOS-deelnemers opgestelde eisen voor verflagen op thermisch gespoten deklagen

Aluminiumlagen

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeente-werken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerk-ing
Keuze systeem	Laboratoriumonder-zoek t.b.v. toelating	Corrosiewisseltest volgens ISO 11997-, Cycle B gedurende 15 cycli (2100 uur PSI Bouw)			Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 2 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, Hechting verflagen minimaal klasse 1 volgens NEN-EN-ISO 2409		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 2 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, Hechting verflagen minimaal klasse 1 volgens NEN-EN-ISO 2409	
		Waterdamptest volgens ISO 6270-1, gedurende 3 maanden (2000 uur PSI Bouw)			Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 5 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, blaarvorming maximaal s2d2 volgens NEN-EN-ISO 4628-2, hechting minimaal klasse 1 volgens NEN-EN-ISO 2409		Langs kras tot op thermisch gespoten deklaag: maximale 5 mm blaren en ondermijning Op oppervlak: Geen defecten, blaarvorming maximaal s2d2 volgens NEN-EN-ISO 4628-2, hechting minimaal klasse 1 volgens NEN-EN-ISO 2409	
		Snelverweringstest volgens ISO 11341,			Geen defecten, glans minimaal 30% van de		Geen defecten, glans minimaal 30% van de	Alleen wanneer

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeente-werken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerk-ing
		Cycle A gedurende 2000 uur			uitgangswaarde		uitgangswaarde	esthetische eisen worden gesteld.
Keuze verfsysteem	Praktijkervaring na 3 jaar t.b.v. toelating				Geen defecten, bij beschadiging maximaal 2 mm ondermijning, hechting minimaal 5MPa			
	Toegelaten verfsystemen			Sealer: epoxy en siliconen. Verflagen: Epoxy-primer, Epoxy-midcoat, Alifatische PUR deklaag	Epoxy, polyurethan, polysiloxaan			
Applicatie-eisen	Tijdsduur na metalliseren			Binnen 24 uur	Binnen 2 weken, mits vochtigheid onder 85% blijft en staaltemperatuur minimaal 3ºC boven dauwpunt.	Zo spoedig mogelijk		
	Reinheid ondergrond					Oxidelaag voor aanbrengen		

Deelonderwerp	Item	Sub-item/norm	RWS Dienst Infrastructuur	Shell	ProRail	Gemeente-werken Rotterdam	PSI Bouw	Opmerk-ing
						verflagen verwijderen		
Eisen aan verflagen	Laagdikte verflagen							
	Hechting							
Garantie			10 jaar		10 jaar	10 jaar		
Verwachte beschermings-duur			50 jaar		> 40 jaar			Verflagen wel eerder onderhoud
Eisen applicatie-bedrijf	Kwaliteitsnorm		NEN-EN-ISO 9000	ISO 9001	EN-ISO 9001 of 9002			
	Ervaring				Object met minimaal de helft van het te metalliseren oppervlak gecoat			
Eisen applicateur								

Proceseisen

“Code of Practice” Metaalconservering

Uitgave in het kader van het PSIBouw-project Professionaliseren Staalconserveren

Werkgroep: **Proceskwaliteit**

Documentcode: SCON-2007-337-TCE
Versienummer: 1.0
Status: Definitief
Datum: 30-10-2008

Auteur(s):
W. Bonestroo — Bodycote RPC
Ing. O.A. Smale — Venko Schilderbedrijven B.V.

Met medewerking van:
R. Groot — VVVF / PPG Protective & Marine Coatings
Ing. D.A.H. Papen — DHV
Ing. J.P. Boersma — DHV
A.J. Seegers — Rijkswaterstaat Bouwdienst
Prof.Ir. E.L.J. Bancken
Ing. H. Pijnaker — (voorheen) N.V. Nederlandse Gasunie
A.H. Koeman — Venko Schilderbedrijven B.V.
E.J. Meeuwsen — Bodycote RPC
J.W. du Mortier — SVMB
P. van der Ende — Van der Ende Straal- en Schilderwerken B.V.

Initiatieffase (risico-analyse, objectinfo, budget)
Ontwerpfase (PvE, vergunningen, prestatie-eisen)
Bestek/contract opstellen
Aanbesteding & gunning
Uitvoeringsfase
Garantie/onder-houdsfase

Dit document kan worden toegepast in de Bestek/contractfase en/of de Aanbesteding & gunning (bij een technische specificatie) of de Uitvoeringsfase (bij een functionele specificatie).

PSIBouw project O210 Professionaliseren Staalconserveren

Projectleider	Ir. A. Heutink	30 oktober 2008	
Voorzitter Stuurgroep	Prof.Ir. E.L.J. Bancken	30 oktober 2008	

Het project en dit document

Het project Professionaliseren Staalconserveren is onderdeel van het Programma PSIBouw. PSIBouw is een netwerk van vernieuwers in de Nederlandse bouwsector.

Dit document is ontwikkeld door ketenpartijen in de sector staal en staalbescherming in het project. In dit project werken de volgende ketenpartijen samen aan technische en organisatorische vernieuwingen:

- Sectorvereniging Staalconserveringsbedrijven (SVMB)
- Vereniging van Verf- en Drukinktfabrikanten (VVVF)
- Bouwen met Staal (BmS)
- Samenwerkende Nederlandse Staalbouw (SNS)
- Opdrachtgeversoverleg Staalconservering (OGOS)
- Ingenieursplatform Staalconserveren
- Wetenschap (TUD, TU/e, UT)

PSIBouw staat voor Proces- en Systeeminnovatie in de Bouw. Dit innovatieprogramma is van en voor alle opdrachtgevers, bedrijven, adviseurs en wetenschappers en de bouwsector. PSIBouw brengt hun kennis en ervaring samen én stelt deze beschikbaar voor de hele bouwsector.

Binnen het project Professionalisering Staalconserveren zijn gezamenlijke inzichten en documenten ontwikkeld die, specifiek voor toepassing in de sector staal en staalconservering, invulling geven aan de PSIBouw hoofdthema's transparantie, innovatie en prijs/kwaliteitverhoudingen.
Dit document is één van deze documenten.

PSIBouw streeft brede toepassing na van de ontwikkelde kennis en inzichten. Daarom rust op dit document geen auteursrecht en mag eenieder (delen van) dit document gebruiken in de eigen bedrijfspraktijk. Voor een correcte toepassing van (delen van) dit document is echter wel inhoudelijke conserveringskennis noodzakelijk.

Dit document wordt beheerd door het Kennisplatform Duurzame Staalconstructies i.o.
Voor meer informatie: www.staalplaza.nu

Samenvatting

Het document omschrijft de voorwaarden en regels die van toepassing zijn bij een traditionele aanbesteding van conserveringswerk. Het conserveringsproces is niet bij alle opdrachtgevers gelijk en daarom beperkt het document zich tot de zaken en aspecten welke als algemeen bindend of wenselijk worden geacht. Er is bewust voor gekozen om niet een "optelling" van alle individuele wensen en eisen van opdrachtgevers te maken maar juist de gemeenschappelijke wensen en problemen om te zetten in concrete en hanteerbare eisen.

Het document beschrijft de proceseisen voor het voorbehandelen en conserveren van stalen onderdelen op de bouwplaats en in de shop. De specificatie concentreert zich op de beschrijving van technische eisen en is van toepassing voor zowel nieuwbouw als onderhoudssituaties.
Hoofdstuk 2 geeft een opsomming van alle 25 betrokken normen. Het volgende hoofdstuk beschrijft de algemene eisen met betrekking tot veiligheid, conserveringsconstructies, milieu, afschermen niet te behandelen delen, equipement en werkinstructies.
Hoofdstuk 4 gaat in op reinigen en conserveringsgereed maken. Besproken worden onder meer mechanische voorbewerking, ontvetten, stoomreinigen, handontroesten, hogedruk waterstralen, pneumatisch en machinaal stralen en conversielagen. Daarna komt in hoofdstuk 5 de keuze van de conservering aan bod met aandacht voor de kwaliteitsverklaring en de verificatie door de opdrachtgever, gevolgd in de hoofdstukken 6 en 7 door regels omtrent de opslag en aanmaak van verfproducten.

Hoofdstuk 8 bespreekt het aanbrengen van de verfproducten met in aparte paragrafen aandacht voor bijwerken van beschadigingen, conserveren van overgangen tussen verschillende metalen, afdichten van open verbindingen en aanbrengen van metalliseerlagen.
Het volgende hoofdstuk beschrijft de kwaliteitsborging middels een uitvoerings- en inspectieplan, rapportage en te verrichten metingen. Een aantal van de testen/beoordelingen is aangemerkt als "standaard", dat wil zeggen dat ze altijd worden uitgevoerd. Dat geldt niet voor de aanduidingen "optie" en "keuze"; "optie" kan voor specifieke conserveringswerken worden ingezet, "keuze" vraagt een keuze door de opdrachtgever.

Hoofdstuk 10 tenslotte, dat de helft van het document uitmaakt, geeft een overzicht van de testen en een uitvoerige beschrijving van elk. Er worden 20 testen beschreven, van het testen op de aanwezigheid van vet en olie of oplosbare zouten op het staaloppervlak, via metingen van oppervlakte rein- en ruwheid, laagdikte, doorharding, hechting en poriën, tot verkrijting en verkleuring. Paragraaf 21 handelt over persoonscertificering.

Het document "Code of practice" specificeren metaalconservering zal onderwerp zijn van periodieke revisie.

Inhoudsopgave

1 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED 8

2 VERWIJZINGEN 9

2.1 Documenten van toepassing 9

2.2 Overige verwijzingen 11

3 ALGEMENE EISEN 12

3.1 Veiligheid 12
3.1.1 VGM-plan 12
3.1.2 Persoonlijke bescherming 12
3.1.3 Andere veiligheidseisen op locatie 12
3.1.4 Aanvullende veiligheidseisen aanbrengen metalliseerlagen 12

3.2 Conserveringsconstructies 13

3.3 Milieu 13

3.4 Afschermen niet te behandelen delen 14

3.5 Equipement 14

3.6 Werkinstructies 14

4 REINIGEN EN CONSERVERINGSGEREED MAKEN 15

4.1 Mechanische voorbewerking van de ondergrond 15

4.2 Voorreinigen 15
4.2.1 Ontvetten 15
4.2.2 Stoomreinigen 15

4.3 Voorbehandeling 16
4.3.1 Hand- en/of mechanisch ontroesten 16
4.3.2 Bevochtigd stralen 16
4.3.3 Hogedrukwaterstralen 16
4.3.4 Pneumatisch stralen 16
4.3.5 Machinaal stralen 17
4.3.6 Aanstralen roestvast staal 17
4.3.7 Aanstralen thermisch verzinkte oppervlakken 17
4.3.8 Conversielagen 18

4.4 Aanvullende eisen voorbehandeling t.b.v. metalliseerlagen 18

5 KEUZE CONSERVERING 18

5.1 Productcontrole 19
5.1.1 Kwaliteitsverklaring 19
5.1.2 Verificatie door opdrachtgever 20

6 OPSLAG VERFPRODUCTEN 21

7 AANMAKEN VERFPRODUCTEN 22

8 AANBRENGEN VERFPRODUCTEN 23

8.1 Bijwerken beschadigingen 24

8.2 Conserveren van overgangen tussen verschillende metalen 25

8.3 Afdichten open verbindingen 25

8.4 Aanbrengen metalliseerlagen 25
8.4.1 Aanbrengen verfsysteem over metalliseerlagen 25

9 KWALITEITSBORGING 26

9.1 Uitvoerings- en inspectieplan 26

9.2 Rapportage 27

9.3 Te verrichten metingen 28

10 BIJLAGEN 29

10.1 Overzicht testen (tabel) 29

10.2 Beschrijving testen 31
10.2.1 Omgevingscondities 31
10.2.2 Aanwezigheid vet en olie 31
10.2.3 Oppervlak stofvrij 31
10.2.4 Aanwezigheid oplosbare zouten 32
10.2.5 Oppervlakte reinheid NEN-EN-ISO 8501-1 34
10.2.6 Gestandaardiseerde uitgangsondergronden 34
10.2.7 Volledig handmatig/mechanisch ontroesten 35
10.2.8 Volledig pneumatisch of werpstralen 35
10.2.9 Oppervlakte reinheid NEN-EN-ISO 8501-2 36
10.2.10 Oppervlakte onvolkomenheden 36
10.2.11 Oppervlaktereinheid, Ultra hogedruk waterstalen 36
10.2.12 Oppervlakteruwheid 38
10.2.13 Nattelaagdiktemetingen 39
10.2.14 Droge laagdiktemetingen 39
10.2.15 Doorharding zinksilicaat ASTM D 4752 41

10.2.16 Hechting, cross-cut testen NEN-EN-ISO 2409 41
10.2.17 Hechting, X cut test volgens ASTM D 3359A 43
10.2.18 Hechting, Pull-off test 45
10.2.19 Poriëndetectie laagspanning NACE RP 0188 46
10.2.20 Poriëndetectie, hoogspanning NACE RP 0188 46
10.2.21 Verkrijting volgens NEN-EN-ISO 4628/6 47
10.2.22 Verkleuring met behulp van DIN 6174 47
10.2.23 Eisen metalliseerlagen 49
10.2.24 Persoonscertificering 49
10.2.25 Eisen vakbekwaamheid aanbrengen metalliseerlagen 49

10.3 Definities en afkortingen 50
10.3.1 Definities 50
10.3.2 Afkortingen 51

1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze specificatie beschrijft de proceseisen voor het voorbehandelen en conserveren van stalen onderdelen op de bouwplaats en in de shop. De specificatie concentreert zich op de beschrijving van technische eisen. Overige bepaling ten aanzien van bijvoorbeeld betalingen, aansprakelijkheid, garantie, enz. zullen in andere documenten moeten worden verwoord. Deze specificatie is van toepassing voor zowel nieuwbouw alsmede voor onderhoudssituaties.

Voor zover de bepalingen in de onder hoofdstuk 3 vermelde normen strijdig zijn met de bepalingen in dit document, gaan de bepalingen in dit document boven deze normen.

2 Verwijzingen

In deze specificatie wordt normatief verwezen naar de in dit hoofdstuk vermelde documenten. Steeds geldt de van kracht zijnde editie op het moment van de contractafsluiting.
Als de documenten in deze specificatie zijn voorzien van een datum, moet de aangegeven versie worden gehanteerd.

2.1 Documenten van toepassing

In deze specificatie wordt verwezen naar de in deze paragraaf vermelde normen. Eventuele aanvullingen en correctiebladen die van kracht zijn op het moment van de contractafsluitingsdatum, zijn mede van toepassing.

NEN-EN-ISO 2409	Verven en vernissen - Ruitjesproef
NEN 6702	Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 - Belastingen en vervormingen
ASTM A 380	Standard practice for cleaning, descaling, and passivation of stainless steel parts, equipment, and systems
NEN-EN-ISO 9001	Kwaliteitsmanagementsystemen - Eisen
NEN-EN-ISO 3696	Water voor analytische laboratoriumdoeleinden - Eisen en beproevingsmethoden
ASTM D 4752	Standard test method for measuring MEK resistance of ethyl silicate (inorganic) zinc-rich primers by solvent rub.
NEN-EN-ISO 2808	Verven en vernissen - Bepaling van de laagdikte
NEN-EN-ISO 12944	Verven en vernissen- Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van verfsystemen - Deel 1 t/m 8
NEN 3011	Veiligheidskleuren en –tekens in de werkomgeving en in de openbare ruimte.
NEN-EN-ISO 14726-1 en	Schepen en maritieme techniek - Identificatiekleuren voor de inhoud van pijpleidingsystemen - Deel 1: Hoofdkleuren en –media.
NEN-ISO 14726-2 en	Schepen en maritieme techniek - Identificatiekleuren voor de inhoud van pijpleidingsystemen - Deel 2: Aanvullende kleuren voor verschillende media en/of functies.
NEN-EN-ISO 4624	Verven en vernissen - Lostrekproef voor de bepaling van de hechting

NEN-EN-ISO 8501-1	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid; Deel 1: Voorbehandeling voor roest van niet-bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.
NEN-EN-ISO 8501-2	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Visuele beoordeling van oppervlaktereinheid; Deel 2: Voorbehandeling voor roest van bekleed staal en van staal na verwijdering van voorgaande deklagen.
NEN-EN-ISO 8502-3	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Beproevingen voor de beoordeling van de oppervlaktereinheid - Deel 3: Beoordeling van stof op stalen oppervlakken die voorbehandeld zijn om te verven (methode met drukgevoelig band).
NEN-EN-ISO 8502-4	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Beproevingen voor de beoordeling van de oppervlaktereinheid - Deel 4: Leidraad voor de schatting van de kans op condensatie voor het aanbrengen van de verf.
NEN-EN-ISO 8502-6	Voorbehandeling van staal voor het aanbrengen van verven en aanverwante producten - Beproevingen voor de beoordeling van de oppervlaktereinheid - Deel 6: Extractie van oplosbare verontreinigingen voor analyse.
NEN-EN-ISO 8503-2	Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante produkten - Eigenschappen van gestraalde oppervlak van staal - Deel 2: Methode voor de bepaling van de ruwheid van gestraalde oppervlakken van staal - Methode met vergelijkingsmonsters.
NEN-EN-ISO/IEC 17024	Conformiteitbeoordeling - Algemene eisen voor instellingen die persoonscertificatie uitvoeren .
NEN-ISO 19840	Verven en vernissen - Corrosiebescherming van staalconstructies door beschermende verfsystemen op - Meetmethode en aanvaardingscriteria voor de droge laagdikte op ruwe oppervlakken.
NACE RP 0188	Discontinuity (Holiday) Testing of new protective coatings on conductive substrates.
NACE No. 5/SSPC-SP 12	Surface Preparation and Cleaning of Metals by Waterjetting Prior to Recoating.

SSPC-SP1	Solvent cleaning.
SSPC VIS 4/NACE VIS7	Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Waterjetting.
NEN 5254	Het industrieel aanbrengen van organische deklagen op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten (duplex-systeem).

2.2 Overige verwijzingen

In deze specificatie wordt verwezen naar de in deze paragraaf vermelde documenten. Eventuele aanvullingen en correctiebladen die van kracht zijn op het moment van de contractafsluiting, zijn mede van toepassing.

Deelreglement metaalconserveren (Vakbekwaamheid)
Landelijke lijst van vergunninghouders Gevaarlijk Afval
Lozingenbesluit WVO vaste objecten
ATEX-regelgeving
QUALICOAT eisen
VMRG eisen

3 Algemene eisen

3.1 Veiligheid

De aannemer is verantwoordelijk voor het veilig uitvoeren van al zijn werkzaamheden. De aannemer moet zich houden aan hetgeen is beschreven in deze specificatie en hetgeen is bepaald in contractdocumenten van de opdrachtgever.

3.1.1 VGM-plan

De aannemer moet een veiligheid-, gezondheid en milieuplan (VGM-plan) opstellen dat ter acceptatie aan de opdrachtgever moet worden voorgelegd.

3.1.2 Persoonlijke bescherming

De aanbevelingen voor persoonlijke bescherming en voor beschermingsmaterialen, die door de productleverancier worden aangegeven op de productinformatiebladen en/of vermeld op de verpakking, moeten volledig in acht genomen worden. Het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen moet in overeenstemming zijn met de ter plaatse geldende voorschriften.
Tevens moet de aannemer ervoor zorg dragen dat zijn personeel de beschikking heeft over eigen persoonlijke beschermingsmiddelen en beschermingsmaterialen.

3.1.3 Andere veiligheidseisen op locatie

Vanwege specifieke veiligheidsrisico's kunnen opdrachtgevers bepaalde voorbehandelings-/ applicatiemethoden uitsluiten of kunnen er aanvullende (boven bestaande wetgeving) eisen worden gesteld.

3.1.4 Aanvullende veiligheidseisen aanbrengen metalliseerlagen

In verband met optreden van mogelijke stofexplosies dienen er op de bouwplaats hiertoe geschikte filterinstallaties geplaatst te worden. Dit betreft zowel de capaciteit als het type filter.
Ten behoeve van brandbestrijding dienen de daarvoor geëigende blusmiddelen gebruikt te worden, zoals schoon zand of een blusser type D.

Personeel dat de applicatiewerkzaamheden uitvoert of wat in dezelfde ruimte verblijft als de applicatiewerkzaamheden moet uitgerust worden met een verse luchtkap of onafhankelijke adembescherming.
Om stofoverlast en de kans op stofexplosies te beperken dient aan het einde van iedere shift het stof op steigers en de werkplek verzameld en afgevoerd te worden.

Afhankelijk van de gekozen applicatietechniek dienen de benodigde persoonlijke beschermingsmiddelen gedragen te worden.

3.2 Conserveringsconstructies

De aannemer mag, na acceptatie door de directie, hulpconstructies bevestigen c.q. aanbrengen. Voor bestaande constructies zal de opdrachtgever in de contractdocumenten aangeven welke randvoorwaarden van toepassing zijn voor eventueel aan te brengen conserveringsconstructies. Hierbij kan worden gedacht aan afmetingen, belastingen, bevestigingswijzen, etc. De aannemer moet aantonen dat de constructie niet wordt overbelast.

Een hulpconstructie moet worden ontworpen op de belastingen en belastingfactoren overeenkomstig veiligheidsklasse 3 van de NEN 6702.
De belastingen vanuit grit, apparatuur en personeel moet daarbij worden beschouwd als een variabele belasting. Als minimum moet daarbij een vloerbelasting van 1,5 kN/m2 worden aangehouden en een lokale vloerbelasting op een willekeurige plek van 5 kN op een oppervlak van 0,5 bij 0,5 meter.
De momentaan waarde van wind in de belastingcombinaties moet op 1 worden gesteld.
De bepaling van de sterkte en de stabiliteit van de constructie en de eventuele bewegingswerken daarvan, moet plaatsvinden conform de relevante materiaalnormen.
Indien de aannemer voornemens is een hulpconstructie als bedoeld in lid 1 aan te brengen, moet hij een beschrijving van deze hulpconstructie inclusief tekeningen, berekeningen en eventuele overige documentatie voorleggen aan de directie. De aannemer moet per indiening rekening houden met een beoordelingsperiode. De aannemer mag een hulpconstructie niet eerder aanbrengen dan na schriftelijke acceptatie door de directie.

Het uitvoeren van conserveringswerkzaamheden in een conserveringsconstructie moet worden beschouwd als werkplaatssituatie, waarbij voldoende aandacht moet zijn voor aspecten als vluchtwegen, verlichting, ventilatie, brandgevaar, explosieveiligheid, e.d. ATEX regelgeving is van toepassing.

3.3 Milieu

De werkzaamheden zullen uitgevoerd worden conform de vigerende wettelijke eisen. Bepalingen, anders dan de algemeen geldende wettelijke milieu bepalingen en regels, welke onderdeel vormen van de milieuvergunning van het object of die door lokale overheden zijn opgelegd aan de eigenaar/gebruiker van het object en die mogelijk van invloed kunnen zijn op het conserveringsproces moeten door de opdrachtgever vooraf kenbaar worden gemaakt

De aannemer zal de werkzaamheden zo uitvoeren dat de gebruiker voldoet aan de eisen in deze vergunningen. Indien er niet voldaan kan worden aan deze eisen zal dit kenbaar gemaakt worden aan de opdrachtgever. In overleg met het bevoegd gezag , opdrachtgever en aannemer zal er een oplossing gezocht worden.

Bij werken boven of nabij oppervlaktewater moet worden voldaan aan de bepalingen in de AMvB Lozingenbesluit WVO Vaste objecten. De opdrachtgever zal, indien nodig, tijdig voor aanvang van de werkzaamheden een melding in het kader van deze AMvB verzorgen bij de waterkwaliteitsbeheerder.

Eventuele benodigde vergunningen, zoals in het kader van de AMvB Lozingenbesluit WVO Vaste objecten, zullen door de opdrachtgever worden aangevraagd. De opdrachtgever kan in het kader hiervan de aannemer verzoeken de benodigde informatie voor het werkplan op te stellen.

Vrijkomend afvalmateriaal, zoals verf, roest en dergelijke en ook gebruikt straalgrit, moet door een daartoe gespecialiseerd verwerkingsbedrijf worden afgevoerd. Verwijdering van dit afval moet plaatsvinden door een afvalverwerkingsbedrijf dat is genoemd op de meest recente "Landelijke lijst van vergunninghouders Gevaarlijk Afval", gepubliceerd door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM).

De verantwoordelijkheid voor de uitvoering, het voeren van de administratie van en betaling voor de afvalverwijdering dient contractueel te worden vastgesteld tussen aannemer en opdrachtgever. Dit geld tevens voor eventuele bemonstering en chemische analyses van afvalstoffen.

Bij werkzaamheden (zoals stralen, ontroesten, reinigen, verf afsteken en dergelijke) op buitenlocaties moet er een zodanige afscherming worden gecreëerd dat schade aan, of emissie naar de omgeving en de omliggende gewassen voorkomen wordt. Tevens moet op de werkplek de bodem zorgvuldig worden beschermd.

3.4 Afschermen niet te behandelen delen

De aannemer is verantwoordelijk voor het verzorgen van een adequate en weer goed verwijderbare afscherming van alle door de opdrachtgever aangegeven onderdelen die niet behandeld mogen worden. De aannemer moet deze delen deugdelijk beschermen tegen alle schade die veroorzaakt kan worden door straal- en/of conserveringswerkzaamheden. Waar nodig moet het binnendringen van straalmiddel, verf en/of stof voorkomen worden. De wijze en uitvoering van afscherming moeten ter acceptatie aan de opdrachtgever worden voorgelegd. In het geval van twijfel over het wel of niet afschermen van onderdelen moet overleg met de opdrachtgever plaatsvinden.

De controle op de afscherming van niet te behandelen onderdelen kan als hold-point worden aangemerkt door de opdrachtgever.
De aannemer moet alle aanwijzingen van de opdrachtgever inzake afscherming opvolgen.

3.5 Equipement

Alle in te zetten equipement dient geschikt te zijn voor het beoogde doel, in goed staat van onderhoud te verkeren en te zijn voorzien van de door de wet vereiste keurmerken (CE-keurmerk e.d.). Bij het optreden van gebreken tijdens het gebruik, welke kunnen leiden tot enige vorm van overlast of milieu schade, zal terstond reparatie of vervanging van de apparatuur moeten plaatsvinden.

3.6 Werkinstructies

Binnen de verschillende opdrachtgevers kunnen voor diverse werkzaamheden werkinstructies en inspectierapporten gelden. In voorkomende gevallen stelt de opdrachtgever de aannemer voorafgaand aan de werkzaamheden de meest recente werkinstructies ter beschikking.

4 Reinigen en conserveringsgereed maken

De oppervlaktevoorbehandeling heeft tot doel om alle zaken te verwijderen die de een goede hechting, corrosiebeschermende werking, uiterlijk en de levensduur van de conservering nadelig kunnen beïnvloeden.

4.1 Mechanische voorbewerking van de ondergrond

Bij nieuw te conserveren staal moeten alle lasspetters, dubbelingen, scherpe uitsteeksels en scherpe randen, etc. worden verwijderd in overeenstemming met ISO 12944, deel 3.
Indien tijdens/na de uitvoering van de voorbehandeling nog onregelmatigheden worden aangetroffen in de ondergrond, dienen deze alsnog te worden hersteld en moeten de herstelde locaties opnieuw worden voorbehandeld volgens de voorgeschreven methode.

Bij de behandeling van reeds geconserveerd staal moeten eveneens alle lasspetters, dubbelingen, scherpe uitsteeksels en scherpe randen, etc. worden verwijderd in overeenstemming met ISO 12944, deel 3. Herstel van genoemd gebreken in bestaande geconserveerde constructies en/of objecten worden geacht deel uit te maken van het werk voor zover deze redelijkerwijs, voor aanvang van de werkzaamheden, zichtbaar waren. Indien genoemde gebreken zich pas tijdens de uitvoering van het werk manifesteren zijn de kosten van herstel verrekenbaar.

4.2 Voorreinigen

Voorreinigen heeft als doel om alle vormen van vervuiling, die niet tijdens het uitvoeren van de uiteindelijke voorbehandeling kunnen worden verwijderd of onder invloed van deze voorbehandeling verder zouden kunnen worden verspreid, te verwijderen. Hierbij moet worden gedacht aan hydraulische olie, smeervetten, samengeklonterde olie-/vetresten, oplosbare zouten en tijdelijke beschermlagen zoals paraffine, was, olie of tectyl en andere vetten of olie-achtige stoffen.

4.2.1 Ontvetten

Het verwijderen van vet en olie dient bij voorkeur te worden uitgevoerd met gebruikmaking van een emulgerend/alkalisch reinigingsmiddel. Na verwijdering van vet en olie moet het oppervlak worden nagespoeld met water van drinkwaterkwaliteit. De alkaliteit van het oppervlak na het spoelen mag niet hoger zijn dan de alkaliteit het water waarmee is gespoeld.
Het gebruik van organische oplosmiddelen moet zoveel mogelijk worden vermeden. Indien gebruik moet worden gemaakt van oplosmiddelen moet de reiniging overeenkomstig SSPC-SP1 worden uitgevoerd. Het oplosmiddel mag geen chloorverbindingen of olie bevatten zoals in terpentine, kerosine, diesel, petroleum, trichloorethyleen en dergelijke.

4.2.2 Stoomreinigen

Indien gebruik wordt gemaakt van stoomreinigen moet dit worden uitgevoerd met water van drinkwaterkwaliteit. Zonodig mag na acceptatie van de opdrachtgever een biologisch afbreekbaar reinigingsmiddel worden toegevoegd. Het oppervlak moet dan worden nagespoeld met water van drinkwaterkwaliteit.

4.3 Voorbehandeling

4.3.1 Hand- en/of mechanisch ontroesten

Het handmatig en/of mechanisch voorbehandelen heeft tot doel om corrosie en slecht hechtende verflagen te verwijderen. De te behandelen delen moeten worden ontroest tot de voorgeschreven reinheidsgraad overeenkomstig ISO 8501-1 of 2. Het verwijderen van niet aangetast staal moet zoveel mogelijk worden vermeden. In dit verband is het gebruik van zogenaamde "lamellenschijven" (schuurschijven) uitsluitend toegestaan op vlakke en/of licht gebogen ondergronden. Het gebruik van lamellenschijven bij het verwijderen van roest op lassen is niet toegestaan. De overgangen tussen behandelde delen en omliggende verflagen moeten zodanig worden geschuurd dat een vloeiende overgang zonder scherpe kanten wordt verkregen.

Het opruwen van bestaande geconserveerde oppervlakken moet zodanig worden uitgevoerd dat een volledig zuiver en egaal mat uiterlijk wordt verkregen zodat een optimale hechting van de volgende laag kan worden gegarandeerd.
Bestaande verflagen die onvoldoende hechting of samenhang bezitten of geen draagkrachtige ondergrond bieden, moeten volledig worden verwijderd.
Zichtbare beschadigingen, gebreken, onderroest, opgedrukte en gebladderde alsook loszittende en slecht hechtende verflagen moeten worden verwijderd.

4.3.2 Bevochtigd stralen

Onder bevochtigd stralen wordt verstaan het stralen met een mengsel van water, lucht en een straalmiddel met een werkdruk van 6-8 bar. Deze methode kan zowel plaatselijk als integraal worden toegepast. Plaatselijk of volledig door middel van nat (bevochtigd) stralen ontroeste oppervlakken moeten, tenzij anders overeengekomen, in natte toestand overeenkomen met de reinheidsklasse (P)Sa 2½ conform NEN-EN-ISO 8501-2. Het gestraalde oppervlak moet worden nagespoeld met schoon leidingwater (drinkwaterkwaliteit). Eventueel aanwezige vliegroest moet voor het aanbrengen van de 1^{e} laag worden verwijderd door middel van borstelen.

4.3.3 Hogedrukwaterstralen

Onder hogedrukwaterstralen wordt verstaan het verwijderen van corrosie en/of conservering van een ondergrond met gebruikmaking van (uitsluitend) hogedruk water met een druk van meer dan 200 MPa. Plaatselijk of volledig door middel van hogedrukwaterstralen ontroeste oppervlakken moeten, tenzij anders overeengekomen, in natte toestand overeenkomen met de reinheidsklasse WJ-2 conform NACE No. 5/SSPC-SP 12. Vaststelling van de reinheidgraad zal plaatsvinden met gebruikmaking van de visuele standaard NACE VIS 7/SSPC-VIS 4. De maximaal toegestane hoeveelheid vliegroest dient overeen te komen met de omschrijving onder "Light (L)".

4.3.4 Pneumatisch stralen

Straalwerkzaamheden moeten zodanig worden uitgevoerd dat de kwaliteit van het gestraalde oppervlak op het moment dat de eerste laag wordt aangebracht, voldoet aan de gespecificeerde reinheidsgraad zoals beschreven in NEN-EN-ISO 8501-1 of NEN-EN-ISO 8501-2.
Indien in de contractdocumenten niets anders is bepaald moeten de constructies/plaatsen worden gestraald overeenkomstig reinheidsgraad (P)Sa 2½ volgens NEN-ISO 8501-1(2).

Indien niets is vermeld moet de oppervlakteruwheid van het gestraalde oppervlak overeenkomen met de gradatie "medium" overeenkomstig ISO 8503-2. Indien de verfleverancier in de productinformatiebladen een afwijkende oppervlakteruwheid voorschrijft, is deze bindend. Overgangen van gestraalde delen naar bestaande coatingsystemen moeten glooiend verlopen conform NEN-EN-ISO 8501-2 .

4.3.5 Machinaal stralen

Het oppervlak van nieuwe staalconstructies moet worden gestraald tot reinheidsgraad Sa 2½ volgens NEN-EN-ISO 8501-1; deze reinheidsgraad is vereist op het moment dat de eerste laag wordt aangebracht.

Indien niets is vermeld moet de oppervlakteruwheid van het gestraalde oppervlak overeenkomen met de gradatie "medium" overeenkomstig ISO 8503-2.
Indien de verfleverancier in de productinformatiebladen een oppervlakteruwheid voorschrijft, is deze bindend.

Indien staal wordt gestraald door middel van (mechanisch) werpstralen zal na het stralen, in aanvulling op de eisen gesteld in ISO 8501-1, een aanvullende controle worden uitgevoerd op de eventuele aanwezigheid van walshuid.
Dit zal door de aannemer worden uitgevoerd door op een willekeurig te selecteren deel van het gestraalde oppervlakte een oplossing te spuiten welke bestaat uit; 250 ml gedestilleerd water, 13 ml zwavelzuur en 4 gram kopersulfaat (omschreven in paragraaf 7.2.5.3 van ASTM A 380).

Na ongeveer 6 minuten zullen behandelde delen van het oppervlak waar zich geen walshuid bevindt een koperkleurige neerslag laten zien (goud/bruine verkleuring). Delen waar zich (nog) walshuid bevindt zullen donkergrijs/zwart van kleur zijn.

Deze controle zal worden uitgevoerd;
- Tenminste 1 maal per iedere 250 m2 gestraald oppervlak;
- Op het eerste gestraalde materiaal, bij aanvang van een (dag)straalproductie;
- Op het eerste gestraalde materiaal, na een tussentijdse wijziging/aanpassing van de instelling van de straalapparatuur en/of de doorvoersnelheid van de te stralen objecten.

4.3.6 Aanstralen roestvast staal

Het oppervlak moet licht en gelijkmatig worden aangestraald met middelmatige druk en een niet-metallisch chemisch-inert straalmiddel. De straalwerkzaamheden moeten zodanig worden uitgevoerd, dat de ondergrond egaal wordt opgeruwd en een volledig mat uiterlijk wordt verkregen.

Indien de verfleverancier in de productinformatiebladen een oppervlakteruwheid voorschrijft, is deze bindend.
Indien niets is vermeld moet de oppervlakteruwheid van het gestraalde oppervlak overeenkomen met de gradatie "medium" overeenkomstig NEN-EN-ISO 8503-2.

4.3.7 Aanstralen thermisch verzinkte oppervlakken

Het aanstralen van thermisch verzinkte oppervlakken moet worden uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in NEN 5254. Het aanstralen moet zodanig worden uitgevoerd, dat de ondergrond egaal wordt opgeruwd en een volledig mat uiterlijk wordt verkregen. Het doorstralen van de zinklaag is niet toegestaan.

Indien de verfleverancier in de productinformatiebladen een oppervlakteruwheid voorschrijft, is deze bindend.

4.3.8 Conversielagen

Bij het aanbrengen van conversielagen op metaaloppervlakken zijn drie basisbewerkingen te onderscheiden:
- Ontvetten;
- Beitsen;
- Aanbrengen van conversielagen, zoals fosfateren, chromateren, e.d.

Voor al deze chemische bewerkingen geldt dat ze moeten worden uitgevoerd volgens de voorschriften van de leverancier van het chemische proces.
Afhankelijk van de aard van het basismateriaal zijn de QUALICOAT en/of VMRG-eisen ten aanzien van het aanbrengen van de conversielagen van toepassing. Indien een conversielaag wordt aangebracht op een verzinkt stalen ondergrond zijn de onder punt 7.2 in NEN 5254 genoemde eisen van toepassing.

4.4 Aanvullende eisen voorbehandeling t.b.v. metalliseerlagen

Indien niets is vermeld moet de oppervlakteruwheid van het gestraalde oppervlak overeenkomen met de gradatie "grof" overeenkomstig ISO 8503-2.
Bij toepassen van thermisch gespoten deklagen moeten snijkanten van constructies voorafgaand aan het stralen eerst geslepen worden om de vereiste ruwheid te kunnen verkrijgen.
Afwijkend aan de standaardeisen met betrekking tot constructies moeten de kanten van nieuwe constructies afgerond worden met een straal van minimaal R=3 mm. Bij bestaande (geconserveerde) constructies dienen kanten een radius te hebben van 3 mm.

5 Keuze conservering

De keuze van conserveringsproducten en/of systemen (inclusief metalliseerlagen) wordt gemaakt op basis van referenties en het behalen van gedefinieerde scores in gestandaardiseerde testen. Omdat daadwerkelijke prestaties op referenties een beter beeld geven van de gedragingen van een product/systeem en bovendien ook de invloed van de aard en vorm van het object en applicatie weergeven, wegen ze zwaarder in het maken van een keuze dan testen.

Bij de evaluatie van een referentie is het belangrijk om vast te stellen of de betreffende conservering voor wat betreft opbouw van lagen en samenstelling van producten overeenkomt met het te gebruiken systeem/product. Hiervoor kunnen verschillende technieken worden gebruik zoals XRF, IR en Ash Content (ISO 3451).

Andere belangrijke afwegingen zijn dat de macro-expositie volgens ISO 12944, de detaillering van het object en de aard van het object vergelijkbaar moeten zijn met het object waarvoor een conserveringsysteem moet worden gekozen.

Testen moeten in het kader van de keuze van een conserveringsysteem worden gezien als ondersteunende informatie. Het testen van conserveringsystemen onder gesimuleerde condities heeft vaak weinig correlatie met de expositie in de praktijk.

Het primaire doel van labtesten is dan ook het identificeren en waarderen van specifieke eigenschappen die voor een concrete toepassing belangrijk worden geacht (bijvoorbeeld elasticiteit). De uiteindelijke kwaliteit wordt hoe dan ook het beste weergegeven door een daadwerkelijke toepassing van het product/systeem op een concreet object.

5.1 Productcontrole

5.1.1 Kwaliteitsverklaring

Voorafgaand aan de applicatie van conserveringsproducten dient voor iedere batch een kwaliteitsverklaring van de productleverancier te worden geleverd. Deze verklaring dient voor aanvang van de werkzaamheden voor de aannemer beschikbaar te zijn.

Deze kwaliteitsverklaring dient tenminste de volgende informatie te bevatten:
- naam leverancier;
- productnaam;
- kleur;
- batchnummer;
- productiedatum;
- een verklaring waaruit blijkt dat de producten zijn geproduceerd binnen de eigen productietoleranties en eindcontrole heeft plaatsgevonden;
- indien het een product betreft dat is geselecteerd op basis van laboratoriumtesten, dient een verklaring te worden meegeleverd waarin is aangegeven dat de samenstelling van de desbetreffende batch overeenkomt met de productsamenstelling van de geteste samenstelling.

Voor organische coatings dient de kwaliteitsverklaring daarnaast minimaal de volgende gegevens te bevatten:
- gewichtspercentage droge stof (basis, hars en gemengd product);
- soortelijke massa (basis, hars en gemengd product);
- viscositeit (gemengd product);
- sagging index (gemengd product);
- droogtijden.

Voor de genoemde gegevens dienen zowel de productietoleranties van de verfleverancier te worden aangegeven als de gemeten waarden.
Verfproducten mogen alleen worden geproduceerd en geleverd onder toepassing van een kwaliteitssysteem gebaseerd op NEN-EN-ISO 9001.

5.1.2 Verificatie door opdrachtgever

De opdrachtgever kan gedurende het werk steekproefsgewijs standaardverpakkingen van conserveringsproducten aanwijzen voor het verifiëren van de hierboven genoemde eigenschappen.

De uitkomsten van de analyses moeten overeenkomen met de kwaliteitsverklaring. Indien van de geanalyseerde conserveringsproducten afwijkingen worden vastgesteld die groter zijn dan in de productkwaliteitsverklaring bedoelde productietoleranties, worden de producten afgekeurd en mag de betreffende batch niet verwerkt worden.

Daarnaast kan de opdrachtgever conserveringsproducten aanwijzen voor het vervaardigen van een IR-analyse, van zowel bindmiddel als verharder-componenten en/of een XRF-analyse (in de vorm van een semi-kwantitatieve analyse) ter verificatie van het geleverde product.

Deze testen moeten worden uitgevoerd door een laboratorium met een NEN-EN-ISO 9001 en/of Sterlab kwalificatie. De kosten zijn voor rekening van de opdrachtgever.

In geval van afkeur zijn alle kosten die hieruit voortvloeien voor rekening van de opdrachtnemer.

6 Opslag verfproducten

Verfmaterialen moeten worden opgeslagen in overeenstemming met de voorschriften van de verfleverancier. De opslagruimte moet een geventileerde, schone, droge en afsluitbare ruimte zijn. Opslagruimtes voor verf moeten in overeenstemming zijn met de wettelijke voorschriften voor verfopslag en –verwerking.

Op de werkplek mag de verfvoorraad niet meer bedragen dan de hoeveelheid die voor één dag schilderwerkzaamheden benodigd is.

Materiaal dat ouder is dan de gespecificeerde houdbaarheidsdatum mag niet worden toegepast.

7 Aanmaken verfproducten

Het aanmaken van verf moet geschieden overeenkomstig het gestelde in de product-informatiebladen van de verfleverancier.
Het aanmaken van deelhoeveelheden mag uitsluitend met gebruikmaking van maatbekers, maatstokken of door afwegen.

Afzonderlijke componenten moeten voor gebruik worden gemengd in overeenstemming met de fabrikantsvoorschriften. Het mengen van verschillende types of merken verf is niet toegestaan. Het mengen moet op een mechanische wijze plaatsvinden.

Het mengen moet worden uitgevoerd in een geventileerde, schone en stofvrije omgeving.

Na het mengen moet de voorgeschreven inductietijd worden aangehouden.

Verdunners mogen alleen volgens de voorschriften van de verffabrikant worden toegevoegd.

Het toevoegen van verdunner om de "pot life" van tweecomponentenmateriaal te verlengen is niet toegestaan.

8 Aanbrengen verfproducten

Op het moment van aanbrengen van de eerste verflaag moet worden voldaan aan de gestelde eisen ten aanzien van voorbehandeling, zoals straalreinheid en straalruwheid.
Het aanbrengen van alle verflagen moet steeds op een schone, droge, vet- en stofvrije ondergrond geschieden.

Gedurende het aanbrengen en het drogen van de verschillende lagen moet de omgevingscondities (temperatuur, relatieve vochtigheid, e.d.) voldoen aan het gestelde in de productinformatiebladen van de verfleverancier.

Indien de verflagen middels spuitapplicatie worden aangebracht moeten alle hoeken, kanten, lassen, randen en moeilijk bereikbare plaatsen met de kwast worden voorgezet. Het voorzetten heeft als doel om de benatting van de opvolgende (spuit) laag op randen, kanten en lassen te verbeteren. De bij het voorzetten aangebrachte laagdikte is derhalve van ondergeschikt belang.

Indien kwastapplicatie wordt aangewend om verf aan te brengen op plaatsen welke met behulp van spuitapplicatie niet kunnen worden bereikt is het realiseren van een gevraagde dikte uiteraard wel van belang. Het is mogelijk dat, vanwege het beperkte laagdiktebereik van kwastapplicatie, meerdere applicatiegangen noodzakelijk zijn om de vereiste dikte aan te kunnen brengen.

Het aanbrengen van de verflagen moet op een zodanige wijze geschieden, dat de lagen een egaal en strak uiterlijk hebben, en vrij zijn van vuilinsluiting, heilige dagen, gaatjes, luchtinsluitingen, schroeiplekken en andere verstoringen.
Zakkers, druipers, stof, e.d. mogen bij beoordeling van een afstand van 5 meter niet zichtbaar voorkomen.

Als er gebreken voorkomen moeten deze worden hersteld voordat de volgende laag wordt aangebracht. De laatste verflaag moet volledig dekkend aangebracht zijn. Zogenaamde "overspray" moet worden vermeden en indien aanwezig moet deze worden verwijderd alvorens de volgende laag wordt aangebracht.

Voor de overschildertijden moeten de productinformatiebladen van de leverancier worden aangehouden. Hierbij moet rekening worden gehouden met de aangebrachte laagdikte en de omgevingstemperatuur.

Recente versies van de productinformatiebladen zijn beschikbaar via de website van de desbetreffende verfleverancier.

Het overschilderen van voorzetlagen moet opeenvolgend aan het voorzetten (maximaal 1 werkdag) worden uitgevoerd. Indien de verfleverancier aanvullende eisen stelt ten aanzien van het overschilderen van voorzetlagen zijn deze eisen bindend.

Er moet een duidelijk kleurverschil zijn tussen de opeenvolgende lagen (voor zover mogelijk met de gespecificeerde producten).
Indien mogelijk moet de kleur van de eerste laag duidelijk afwijken van de kleur van het gestraalde staal.

Het gebruik van een verfroller is alleen toegestaan voor toepassing op grote oppervlakken.
Het gebruik van een verfroller is niet toegestaan voor het aanbrengen van de eerste laag op de voorbehandelde ondergrond.
De rollerapplicatie moet leiden tot een strakke, gesloten verflaag van voldoende dikte zonder insluitingen van vuil, pluizen, etc.

8.1 Bijwerken beschadigingen

Beschadigingen in de conserveringslagen ontstaan tijdens de werkzaamheden moeten als volgt hersteld worden:
Bij beschadigingen tot op het staal respectievelijk tot in de eerste verflaag moet het beschadigde deel worden behandeld met de initiële voorbehandelingsmethode en tot de initiële reinheidgraad. De overgangen naar de omliggende intacte verflagen moeten egaal zijn en het te overlappen deel van de omliggende conservering moet egaal worden opgeruwd. Het conserveringssysteem dient, overeenkomstig de oorspronkelijk opbouw, te worden hersteld. Indien de leverancier voor dit doel een afwijkend herstelsysteem heeft voorgeschreven zal dit systeem moeten worden aangebracht.

Bij beschadigingen tot in de tweede en/of derde laag, respectievelijk in de toplaag moet het beschadigde deel handmatig of mechanisch worden geschuurd tot een egaal oppervlak is verkregen. Het te overlappen deel van de omliggende conservering moet egaal worden opgeruwd. Het conserveringssysteem dient, overeenkomstig de oorspronkelijk opbouw en afhankelijk van de mate waarin bij beschadiging en voorbehandeling lagen zijn verwijderd, te worden hersteld. Indien de leverancier voor dit doel een afwijkend herstelsysteem heeft voorgeschreven zal dit systeem moeten worden aangebracht.

Ook het bijwerken van beschadigingen moet te allen tijde worden uitgevoerd onder de omgevingscondities zoals genoemd in de datasheets van de verfleverancier.

Beschadigingen moeten in "recht" werk worden bijgewerkt. Dit betekent dat zoveel mogelijk moet worden getracht om herstellingen van de conservering aan te laten sluiten op bestaande fysieke overgangen in de constructie zoals randen, naden en/of lassen. Indien dit niet mogelijk en/of niet praktisch is moet het herstel vierkant of rechthoekig worden afgewerkt.

Bij meer dan 10% schadeoppervlak van een bepaald deel van de gehele constructie of een afzonderlijk constructiedeel, moet de gehele constructie of het betreffende constructiedeel opnieuw worden behandeld.

8.2 Conserveren van overgangen tussen verschillende metalen

De overgangsstukken tussen verschillende metaalsoorten, zoals bijvoorbeeld koolstof- en roestvaststaal, moeten worden geconserveerd om contact-corrosie te voorkomen. Het kathodische deel van de overgang moet tot minimaal 3 cm overlappend worden mee behandeld en geconserveerd.

8.3 Afdichten open verbindingen

Indien dit voor het bereiken van een goed/beter conserveringsresultaat noodzakelijk is mag gebruik worden gemaakt van kit om kleine openingen, overgangen, klinknagels, e.d. af te dichten. Toe te passen kitten moeten overschilderbaar zijn en worden beschouwd als integraal onderdeel van het conserveringssysteem. Kitten moeten worden geleverd door de leverancier van het conserveringsysteem. Indien dit niet mogelijk is zal de leverancier van het conserveringsysteem een schriftelijke verklaring opstellen waarin wordt verklaard dat de te gebruiken kit compatibel is met het toe te passen conserveringsysteem en de hechting en beschermende werking van het systeem niet nadelig zal beïnvloeden.
Kitten moeten deze juist voor het aanbrengen van de laatste conserveringslaag worden aangebracht en uitsluitend met de laatste laag worden overschilderd.

8.4 Aanbrengen metalliseerlagen

Vrijkomend stof dient voortijdig te worden verwijderd van de nog te behandelen delen.
Bij ontstaan van onthechting vanaf de ondergrond of delaminatie tussen lagen, tijdens welk stadium van de applicatie dan ook, dient de applicatie op die plek direct gestopt te worden en dient de betreffende plek gemarkeerd te worden om later volgens de reparatiemethode opnieuw behandeld te worden.

8.4.1 Aanbrengen verfsysteem over metalliseerlagen

Metalliseerlagen kunnen, op grond van esthetische of levensduurverlengende aspecten, worden voorzien van een verfsysteem. De eerste laag van het verfsysteem moet geschikt zijn voor toepassing op metalliseerlagen. Hiervoor zijn de volgende eisen/aanwijzingen opgesteld:
De eerste laag van het verfsysteem moet aangebracht worden voordat er zich corrosieproducten op het aluminium hebben gevormd. Afhankelijk van de omgevingscondities moet dit binnen 1 dag gebeuren (de klimatologische omstandigheden mogen in de tussenliggende tijd de standaard-eisen niet onder- of overschrijden)
Indien zich corrosieproducten hebben gevormd kan men voor applicatie van de 1e laag van het verfsysteem het gehele gespoten oppervlak licht maar egaal aanstralen met niet metallisch grit om deze te verwijderen.

9 Kwaliteitsborging

9.1 Uitvoerings- en inspectieplan

De aannemer moet een uitvoerings- en inspectieplan opstellen waarin alle controle-activiteiten zijn vermeld en alle tests/inspecties moeten worden aangegeven die bijgewoond kunnen worden door de aannemer, de opdrachtgever of een daartoe geautoriseerd keuringsbureau.
Ook activiteiten welke worden uitgevoerd oor eventuele onderaannemers moeten worden opgenomen in het uitvoerings- en inspectieplan van de (hoofd)aannemer.

Het uitvoering- en inspectieplan behoeft de acceptatie van de opdrachtgever voordat met de werkzaamheden aangevangen kan worden.

De aannemer mag voor het uitvoering- en inspectieplan zijn eigen indeling en procedures gebruiken, op voorwaarde dat de in dit hoofdstuk beschreven minimum-vereisten zijn opgenomen. Als er specifieke documenten van de opdrachtgever moeten worden gebruikt, zal dit in de contractdocumenten worden aangegeven.

De aannemer is verantwoordelijk voor de uitvoering van de kwaliteitsborging en inspecties zoals in deze specificatie is omschreven.

De aannemer moet de opdrachtgever vooraf op de hoogte stellen wanneer de werkzaamheden uitgevoerd zullen worden en wanneer deze beginnen, zodat de opdrachtgever de mogelijkheid heeft het werk te inspecteren.

De opdrachtgever behoudt zich het recht voor het werk te (laten) inspecteren. Tijdens deze kwaliteitscontroles zal de kwaliteit van de uitgevoerde werkzaamheden worden getoetst aan de specificaties en de gegevens op door de aannemer ingevulde inspectierapporten.
De werk-/bouwplaats moet daarom voor de opdrachtgever of de door haar aangewezen vertegenwoordiger altijd toegankelijk zijn.

Voor elke opvolgende controle-activiteit moet minimaal het volgende worden beschreven:
- Volgnummer;
- Beschrijving activiteit;
- Methode en/of norm;
    - een omschrijving van de te gebruiken inspectieapparatuur, ijk- en calibreercertificaten alsmede de gebruikte methode ter zekerheidsstelling van een juiste kalibratie en functionering van de apparatuur op het moment van testen en inspecteren;
- Acceptatiecriteria;
- status van de keuringen (Hold-points of Witness points of controle van documentatie);
- betrokken in- en externe partijen (verantwoordelijke namens aannemer, opdrachtgever, keuringsbureau en dergelijke);
- wijze van registreren keuringsresultaat.

Het uitvoering- en inspectieplan moet verder minimaal de volgende aspecten beschrijven:
- een planning voor en een omschrijving van de afzonderlijke behandelingen;
- materiaalcertificatie (productkwaliteitsverklaringen), productkenmerkbladen en veiligheidsbladen;
- een weergave van de reinigingswerkzaamheden en het te gebruiken reinigingsmiddel, inclusief schriftelijke goedkeur van het reinigingsmiddel door de verffabrikant, alsmede de benodigde apparatuur;
- een weergave van de applicatiemethode(n), reparatieprocedures, de voorbehandelings- en applicatiefaciliteiten en hulpmiddelen met inbegrip van alle eventueel te gebruiken materieel;
- een organisatieschema van bij het werk betrokken personeel tezamen met een duidelijke omschrijving van hun verantwoordelijkheden. In het organisatieschema moeten de communicatielijnen voor zowel interne als externe communicatie aangegeven worden. De nadruk moet liggen op de kwaliteitsborging op de werkvloer;
- Voor werk op locatie een weergave van de te treffen maatregelen ten aanzien van het milieu, zoals afscherming, stofafzuigers, afvalverwerking en dergelijke;
- een weergave van de te treffen maatregelen ten aanzien van het afschermen van niet te conserveren onderdelen;
- een format van de te gebruiken formulieren.

Indien de aannemer om welke reden dan ook af wil wijken van het door de opdrachtgever geaccepteerde uitvoering- en inspectieplan, zal dit schriftelijk moeten worden aangevraagd, ongeacht de reden waarom afgeweken zou moeten worden. Slechts na acceptatie mag een gewijzigde procedure en/of werkwijze worden doorgevoerd.

9.2 Rapportage

De rapportage moet per locatie of per onderdeel plaatsvinden. De door de aannemer opgestelde inspectierapportage moeten voor de opdrachtgever beschikbaar zijn bij afnamemomenten en een kopie moet aan de opdrachtgever overhandigd worden. Deze documenten zijn onderdeel van het opleveringsdossier bij de oplevering van een project.
Daarnaast moet de aannemer een logboek bijhouden waarin al het aan het contract gerelateerde werkzaamheden en inspecties worden bijgehouden. Dit logboek moet bij oplevering van de werkzaamheden ter beschikking van de opdrachtgever worden gesteld.

De volgende documenten moeten volledig worden ingevuld:
- het inspectielogboek;
- de test- en inspectiedocumenten van de opdrachtgever voor zover van toepassing.

9.3 Te verrichten metingen

De aard en omvang van de verrichten metingen en uit te voeren beoordelingen en testen kunnen per project verschillen. In bijlage 10.1 is een overzicht gegeven van testen, beoordelingen en de daarbij behorende normen alsmede goed en afkeur criteria. Een aantal van deze beoordelingen en testen zijn aangemerkt als **"standaard"(S)**, dat wil zeggen dat ze altijd moeten worden uitgevoerd ongeacht de aard en/of omvang van het conserveringswerk. Een aantal zijn als **"optie" (O)** aangemerkt, dat wil zeggen dat ze voor specifieke conserveringswerken kunnen worden ingezet. De opdrachtgever geeft van te voren aan welke van deze optionele testen en beoordelingen moeten worden uigevoerd. Indien dit niet het geval zullen uitsluitend de als "standaard" gemarkeerde beoordelingen en testen worden uitgevoerd. Verder zijn een aantal beoordelingen en testen als **"Keuze" (K)** aangemerkt, dit betekent dat de opdrachtgever een keuze zal moeten maken uit één of meerdere beoordelingen of testen.

10 Bijlagen

10.1 Overzicht testen (tabel)

No.	S/O/K	Aspect/Test	Norm	Methode/apparatuur	Goed/afkeur	Ref.
1	S	Omgevingscondities, luchttemperatuur	NEN-EN-ISO 8502-4	Elektronische/alcohol thermometer	Minimaal 5°C, maximaal 40°C *	10.2.1
2	S	Omgevingscondities, oppervlakte temperatuur	NEN-EN-ISO 8502-4	Elektronische/magneet contact thermometer	Minimaal 5°C, minimaal 3°C boven dauwpunt, maximaal 40°C *	10.2.1
3	S	Omgevingscondities, relatieve luchtvochtigheid	NEN-EN-ISO 8502-4	Slinger-psychrometer/Elektronische meter	Maximaal 85% *	10.2.1
4	S	Omgevingscondities, dauwpunt	NEN-EN-ISO 8502-4	Dauwpunt tabel/ Elektronische meter	n.v.t.	10.2.1
5	S	Oppervlak vrij van olie/vet	SSPC-SP1	UV lamp/visueel	Vrij van vet en olie	10.2.2
6	S	Oppervlak stofvrij	NEN-EN-ISO 8502-3	Tapetest	Beter of gelijk aan klasse 2*	10.2.3
7	O	Oppervlak, oplosbare zouten	NEN-EN-ISO 8502-6	Brestle test	Maximaal 50mg/m *	10.2.4
8	K	Oppervlakte reinheid, droog stralen/handm./mech.	NEN-EN-ISO8501-1 of 2	Visueel	Overeenkomstig gespecificeerde reinheidsgraad	10.2.5
9	S	Oppervlakte onvolkomenheden in randen, lassen, etc.	NEN-EN-ISO 8501-3	Visueel	Radius minimaal 2 mm (EN-ISO 12944-3) *	10.2.6
10	K	Oppervlaktereinheid, Ultra hogedruk waterstalen	NACE No. 5/SSPC-SP 12	Visueel NACE VIS 7/SSPC-VIS 4	Overeenkomstig gespecificeerde reinheidsgraad	10.2.7
11	K	Oppervlakte ruwheid	NEN-EN-ISO 8503-2	Visueel, ISO surface comparator	Overeenkomstig gespecificeerde waarde	10.2.8
12	S	Natte verflaagdikte	NEN-EN-ISO 2808 methode 1A	Natte laagdikte kam	Overeenkomstig gespecificeerde waarde	10.2.9
13	S	Droge verflaagdikte, meetmethode	NEN-EN-ISO 2808 methode 7a/7b7c/7d	Elektromagnetische meter/Wervelstroom meter	n.v.t.	10.2.10
14	S	Droge verflaagdikte, aantal metingen	NEN-ISO 19840	Laagdiktemetingen m.b.v. methoden/apparatuur ISO 2808	> 80% nominale waarde ≤ maximaal gespecificeerde waarde, max. 20% metingen tussen 80 en 100% nominale waarde. *	10.2.10
15	K	Doorharding zinksilicaat	ASTM D 4752	MEK rub test, 50 double rubs	Beter of gelijk aan klasse 4	10.2.11
16	O	Hechting, cross-cut test	NEN-EN-ISO 2409	Ruitjesproef	Beter of gelijk aan klasse 2	10.2.12
17	O	Hechting, “X” cut test	ASTM D 3359A	Kruissnede	Beter of gelijk aan klasse 3A	10.2.13
18	O	Hechting, Pull-off test	NEN-EN-ISO 4624	Verwijderen van een testdolly met een hydraulische tester (PAT of HATE)	Minimaal 5 Mpa, geen 100% adhesieve breuken tussen conservering en ondergrond en individuele lagen ongeacht hechtingswaarde. *	10.2.13
19	O	Discontinuity (Holiday) Testing of new protective coatings on conductive substrates.	NACE RP 0188	Natte sponstest	Oppervlak vrij van pinholes en heilige dagen	10.2.14
20	O	Discontinuity (Holiday) Testing of new protective coatings on conductive substrates.	NACE RP 0188	Hoogspanning pinhole detector	Oppervlak vrij van pinholes en heilige dagen.	10.2.15
21	S	Uiterlijk		Visuele inspectie	Oppervlak vrij van defecten zoals zakkers, spuitstof, kleurverschillen, zware structuur en overige oneffenheden.	10.2.16
22	S	Vakbekwaamheid uitvoerende	NEN-EN-ISO/IEC 17024	Praktische en theoretisch examen met goed gevolg afgelegd	In bezit van geldig certificaat.	10.2.17
23	O	Verkrijting,	NEN-ISO-4828/6	Verwijderen verkrijting m.b.v. tape	Beter of gelijk aan klasse 3	10.2.18
24	O	Verkleuring	DIN 6174	Meting van kleur/kleurverschil	Verschil kleiner dan opgegeven ΔE	10.2.19

* Tenzij anders overeengekomen, c.q. voorgeschreven door de opdrachtgever.

10.2 Beschrijving testen

10.2.1 Omgevingscondities

De instructies van de verffabrikant met betrekking tot de voor de verf benodigde atmosferische omstandigheden moeten bij het aanbrengen, het drogen en het uitharden van de verf strikt worden opgevolgd. Metingen van de omgevingscondities dienen te worden uitgevoerd overeenkomstig NEN-EN-ISO 8502-4. De voor de metingen te gebruiken apparatuur moet zijn geijkt volgens de door de fabrikant van de apparatuur aangeven methode en frequentie.

Op representatieve plekken van de te behandelen objecten moeten representatieve klimatologische metingen worden uitgevoerd (oppervlaktetemperatuur van het object, temperatuur en relatieve vochtigheid van de omringende lucht). De meetlocaties moeten zijn afgeschermd voor de zon en wind. De metingen moeten evenredig over de periode van de werkzaamheden worden verdeeld. Er moeten minimaal drie metingen per dag worden uitgevoerd. Bij snel wisselende weersomstandigheden moeten meerdere metingen per dag worden uitgevoerd. De metingen moeten in het inspectierapport worden vastgelegd.

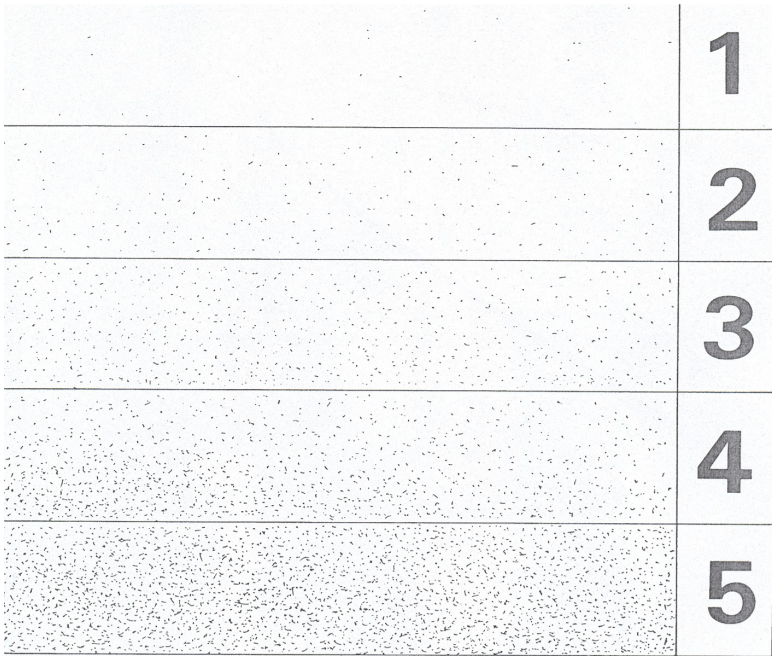
10.2.2 Aanwezigheid vet en olie

De aanwezigheid van vet en/of olie kan worden gecontroleerd met een UV lamp. Met vet en olie vervuilde delen geven een wezenlijk andere reflectie dan niet vervuilde delen. De aanwezigheid van vet en/of olie kan verder worden vastgesteld door over het oppervlak te vegen met en schone witte doek. Verder kan met een spuitflacon een dunne waternevel worden aangebracht op het te beoordelen oppervlak. Bij aanwezigheid van vet of olie zal het typische “pareleffect” worden waargenomen, het water blijft onder invloed van de oppervlaktespanning van het vet/de olie als druppels op het oppervlak staan.

10.2.3 Oppervlak stofvrij

Controle op de aanwezigheid van stof is van belang omdat stof de benatting en de hechting van de ondergrond nadelig kan beïnvloeden. De controle overeenkomstig NEN-EN-ISO 8502-3 vindt plaats in de vorm van een zogenaamde tape-test. Door een transparante tape op het voorbehandelde oppervlak te plakken en deze vervolgens te verwijderen zullen eventueel aanwezige stofdeeltjes aan het plakband kleven. Hiervoor wordt een tape van ten minste 25 mm breedte gebruikt met een hechting van ten minste 190 N per meter. De tape moet worden aangedrukt met een zogenaamde “spring loaded roller”. Dit is een roller waarbij via een veer een kracht van 39,2 tot 49,0 N wordt uitgeoefend op de tape. Na verwijdering dient de tape op een ondergrond met een contrasterende kleur te worden geplakt. De mate van verwijderd stof is maat voor de reinheid van het oppervlak. De hoeveelheid verwijderd stof wordt ingedeeld in 5 klassen lopend van een klasse 5 (zwaar vervuild) tot een klasse 1 (licht vervuild). Vaststelling van de klasse vindt plaats door vergelijking van de tape met figuur 1 uit de norm, zie volgende figuur.

Figuur 1 uit norm NEN-EN-ISO 8502-3



Daarnaast kan ook een indeling voor wat betreft de aard van de vervuiling worden gemaakt. Deze is als volgt:

Klasse	Omschrijving
0	Deeltjes niet zichtbaar bij een vergroting van 10x
1	Deeltjes zichtbaar tot bij een vergroting van 10x maar niet met blote oog, deeltjes < 50 micrometer
2	Deeltjes net zichtbaar met blote oog, deeltjes tussen 50 en 100 micrometer
3	Deeltjes duidelijk zichtbaar met blote oog, deeltjes tot 0,5 mm
4	Deeltjes met een afmeting van 0,5 tot 2,5 mm.
5	Deeltjes met een afmeting van meer dan 2,5 mm.

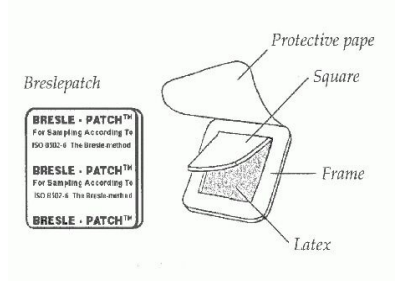
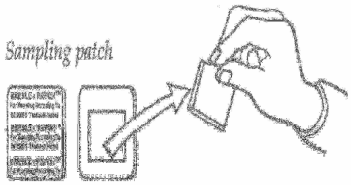
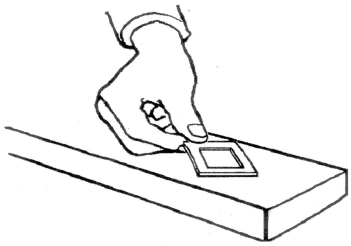
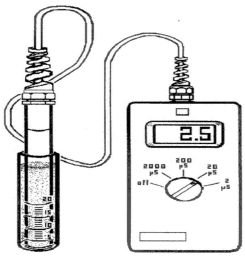
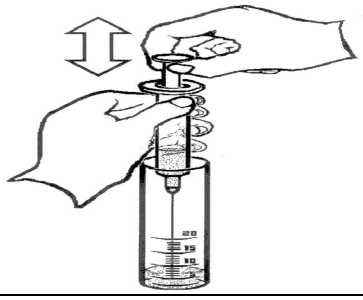
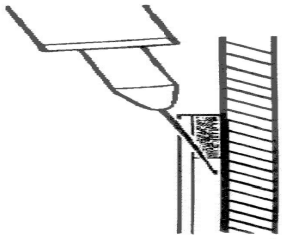
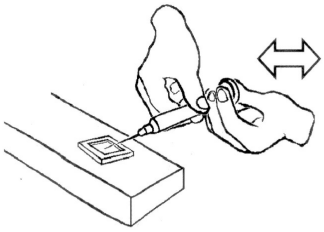
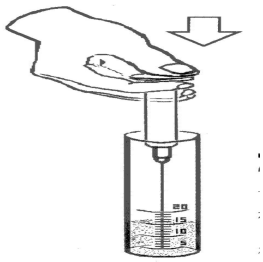
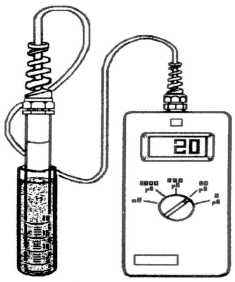
10.2.4 Aanwezigheid oplosbare zouten

Het bepalen van de hoeveelheid oplosbare zouten van een oppervlak met behulp van de Brestle test overeenkomstig NEN-EN-ISO 8502-6.

Benodigdheden:

- Brestle patches;
- geleidbaarheid meter, deze jaarlijks controleren aan de hand van testvloeistof van 100 µS;
- maatbeker;
- borstel;
- magneet;
- gedemineraliseerd water met een maximale geleidbaarheid van 5 µS/cm;
- injectiespuitjes met naalden;
- fles voor afvalwater.

De te testen ondergrond droog en van losse delen ontdaan te zijn. Indien er nog losse delen op het oppervlak aanwezig zijn wordt de magneet op de ondergrond geplaatst en wordt met de borstel rondom de magneet het vuil weggepoetst. Hierna kan de patch op de plaats van de magneet worden geplakt. Op verticale oppervlakken moet de patch met de punt naar beneden worden geplakt.

		
Voorbeeld patch	1) Haal de patch van de folie	2) Bevestig deze op een schone ondergrond
		
3) Vul de maatbeker met 15 ml demiwater en meet de waarde in µS/cm van het water, 0 meting.	4) Vul de spuit met 3 ml demiwater	5) Spuit de 3 ml water tussen de patch en het oppervlak onder een hoek van ca. 30°. Voorkom luchtinsluiting
		
6) Pomp het water 2-4 maal per minuut, gedurende 5 minuten, in en uit de patch	7) Voeg de 3 ml water toe aan de 12 ml in de maatbeker.	8) Plaats de probe in de maatbeker en lees de waarde in µS/cm af, totaal meting

Opmerkingen
- de waterkwaliteit moet minimaal voldoen aan klasse 3 volgens EN-ISO 3696, de geleidbaarheid van het water mag niet meer dan 5 µS/cm bedragen;
- hergebruik van de injectiespuit is toegestaan, mits goed gereinigd;
- het resultaat van de test moet worden gerapporteerd in mg per m². Hiertoe wordt de waarde van de totaalmeting verminderd met de waarde van de 0 meting. Deze uitkomst in µS/cm wordt vervolgens vermenigvuldigd met een **factor 6** voor **alle oplosbare zouten** en met een **factor 4** voor een indicatie van de hoeveelheid **chloriden**.

Rapporteer de volgende gegevens
- identificatie van het geteste oppervlak (plaatsaanduiding);
- aard van het oppervlak, gestraald, ongestraald, gereinigd, voorzien van een verflaag, etc.;
- resultaat van de test in mg per m²;
- datum uitvoering;
- referentie naar de gehanteerde methode;
- mogelijke afwijkingen van de procedure (overeengekomen of andere).

Brestle test / locatie	"0"- meting	Meetwaarde	Na correctie	Zoutgehalte	Opm
	µs	µs	µs	mg/m²	
	µs	µs	µs	mg/m²	
	µs	µs	µs	mg/m²	
	µs	µs	µs	mg/m²	
Opmerkingen: 1)					

10.2.5 Oppervlakte reinheid NEN-EN-ISO 8501-1

Deze norm beschrijft de roestgraden en reinheidsgraden van onbedekt staal en van staal na volledige verwijdering van eerdere deklagen. In deze norm zijn kleurenfoto's opgenomen van de uitgangsondergronden van diverse staalplaten, alsmede de foto's van het eindresultaat nadat de ondergrond is behandeld.
De beoordeling van uitgevoerde voorbehandelingen vindt plaats aan de hand van de omschrijvingen, waarbij de getoonde foto's als hulpmiddel dienen.

10.2.6 Gestandaardiseerde uitgangsondergronden

Als uitgangsondergronden worden vier soorten stalen ondergronden in de NEN-EN-ISO 8501 onderscheiden, namelijk de klassen A t/m D:

Klasse A: staaloppervlak dat grotendeels is bedekt met vastzittende walshuid en nauwelijks of geen roest;
Klasse B: staaloppervlak dat begint te roesten en waarvan de walshuid begint af te bladderen;
Klasse C: staaloppervlak waarvan de walshuid door roesten heeft losgelaten of waarvan de walshuid kan worden afgeschraapt, maar waarop met het blote oog slechts geringe putvorming zichtbaar is;
Klasse D: staaloppervlak waarvan de walshuid door roesten heeft losgelaten en waarop met het blote oog overal putvorming zichtbaar is.

Voorgenoemde omschrijvingen betreffen nieuwe stalen ondergronden. In het geval van onderhoudsschilderwerken kan er sprake zijn van gedeeltelijk intacte beschermsystemen met lichte schade aan het conserveringsysteem tot ernstige corrosievorming met zichtbare inpitting.
De hiervoor als karakteristiek geldende ondergronden staan afgebeeld in NEN-EN-ISO 8501-2.
Bij plaatselijk voorbehandelen wordt aan de standaard de letter P toegevoegd.

10.2.7Volledig handmatig/mechanisch ontroesten

De norm NEN-EN-ISO 8501 geeft een duidelijke omschrijving van de standaards bij handmatig of mechanisch ontroesten. De norm spreekt over twee categorieën.

St 2 Zorgvuldig reinigen
Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van loszittende walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.

St 3 Zeer zorgvuldig reinigen
Als onder St 2, maar het oppervlak moet veel zorgvuldiger worden behandeld om een metaalglans te verkrijgen op de metaalondergrond.

10.2.8Volledig pneumatisch of werpstralen

De norm NEN-EN-ISO 8501 geeft een duidelijke omschrijving van de standaards bij het voorbehandelen door middel van pneumatisch- of werpstralen met ronde en/of kantige straalmiddelen. De norm spreekt over vier categorieën. Deze zijn als volgt omschreven.

Sa 1 Licht stralen
Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van loszittende walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.

Sa 2 Zorgvuldig stralen
Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van het grootste deel van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.
Eventueel nog aanwezige verontreinigingen moeten stevig vastzitten.

Sa 2½ Zeer zorgvuldig stralen
Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.
Eventueel nog aanwezige verontreinigingen mogen slechts als lichte verkleuringen in de vorm van vlekken of strepen zichtbaar zijn.

Sa 3 Stralen tot zilverblank
Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.
Het oppervlak moet een gelijkmatige metaalkleur hebben.

Toelichting
Onder het begrip "vreemde materialen" kunnen ook in water oplosbare zouten en lasresten vallen. Deze kunnen niet geheel van het oppervlak worden verwijderd door droogstralen, handmatig/machinaal reinigen of vlamstralen. Eventueel kan natstralen worden toegepast. Walshuid, roest of verflagen worden in deze norm als "loszittend" beschouwt, als deze met een stomp plamuurmes kunnen worden verwijderd.

10.2.9 Oppervlakte reinheid NEN-EN-ISO 8501-2

Deze norm omschrijft de reinheidgraden van eerder geschilderde staaloppervlakken waarvan de verflaag plaatselijk is verwijderd. De norm NEN-EN-ISO 8501-2 is speciaal bedoeld voor het specificeren en controleren van reinheidsgraden op ondergronden die zijn voorzien van een verfsysteem en die plaatselijk worden behandeld. Deze norm is een afgeleide van de norm NEN-EN-ISO 8501-1 en werkt volgens hetzelfde principe.
De representatieve voorbeelden die in de vorm van foto's worden gegeven, zijn karakteristiek voor oppervlakken voor en na de plaatselijke voorbehandeling alvorens een nieuw verflaag wordt aangebracht (vergroting tussen de vijf en de zes keer).

De reinheidsgraderingen zijn overeenkomstig de norm NEN-EN-ISO 8501-1 (met uitzondering van graad Sa1), maar worden voorafgegaan door een aanvullende aanduiding:

- Reinheidsgraad voor plaatselijk stralen: P Sa x ;
- Reinheidsgraad voor plaatselijk handmatig/machinaal ontroesten: P St x ;
- Reinheidsgraad voor plaatselijk machinaal schuren: P Ma x .

Vóór het stralen moeten eventueel aanwezige dikke roestlagen worden afgebikt. Olie, vet en vuil, voor zover waarneembaar, moeten eveneens worden verwijderd.

10.2.10 Oppervlakte onvolkomenheden

De beoordeling van constructieve onvolkomenheden vindt visueel plaats aan de hand van EN-ISO 12944 deel 3. Het oppervlak zal worden beoordeeld op de aanwezigheid van:

- Scherpe randen (radius <2 mm)
- Dubbelingen
- Was
- Walsfouten
- Bramen
- Ruwe lassen

10.2.11 Oppervlaktereinheid, Ultra hogedruk waterstalen

Bij de norm SSPC SP12 /NACE nr. 5 wordt ten aanzien van het hogedruk waterreinigen onderscheid gemaakt in de navolgende klassen:

- Low pressure water cleaning < 345 bar (5000 psi);
- High pressure water cleaning > 345 bar (5000 psi) < 690 bar (10000 psi);
- High pressure water Jetting >690 bar (10000 psi) < 1725 bar (25000 psi);
- Ultra high water Jetting >1725 bar (25000 psi).

Ten aanzien van de reinheidsgradaties worden de navolgende klassen gespecificeerd;

Term	Description of surface:
WJ-1 Clean to Bare Substrate.	A WJ-1 surface shall be cleaned to a finish which, when viewed without magnification, is free of all visible rust, dirt, previous coatings, mill scale, and foreign matter. Discoloration of the surface may be present.
WJ-2 Very Thorough or Substantial	A WJ-2 surface shall be cleaned to a matte (dull, mottled) finish which, when viewed without magnification, is free of all visible oil, grease, dirt, and rust except for randomly dispersed stains of rust, tightly adherent thin coatings, and other tightly adherent foreign matter. The staining or

Cleaning	tightly adherent matter is limited to a maximum of 5% of the surface.
WJ-3 Thorough Cleaning	A WJ-3 surface shall be cleaned to a matte (dull, mottled) finish which, when viewed without magnification, is free of all visible oil, grease, dirt, and rust except for randomly dispersed stains of rust, tightly adherent thin coatings, and other tightly adherent foreign matter. The staining or tightly adherent matter is limited to a maximum of 33% of the surface
WJ-4 Light Cleaning	A WJ-4 surface shall be cleaned to a finish which, when viewed without magnification, is free of all visible oil, grease, dirt, dust, loose mill scale, loose rust, and loose coating. Any residual material shall be tightly adherent.

Bij de daadwerkelijke beoordeling van behandelde oppervlakken wordt gebruik gemaakt van de visuele standaard NACE VIS 7/SSPC-VIS 4. Dit is een visuele standaard in de lijn van NEN-EN-ISO 8501. De standaard geeft foto's van verschillende uitgangstoestanden en de visuele toestand na reiniging volgens de bovenstaande gradaties.

Er is tevens een gradatie ten aanzien van de niet zichtbare verontreinigingen.

Term	**Description of surface:**
NV-1	An NV-1 surface shall be free of detectable levels of soluble contaminants, as verified by field or laboratory analysis using reliable, reproducible test methods.
NV-2	An NV-2 surface shall have less than 7 µg/cm² (0.0007 grains/in²) of chloride contaminants, less than 10 µg/cm² (0.001 grains /in.²) of soluble ferrous ion levels, or less than 17 µg/cm² (0.0017 grains/in.²) of sulfate contaminants as verified by field or laboratory analysis using reliable, reproducible test methods.
NV-3	An NV-3 surface shall have less than 50 µg/cm² (0.005 grains/in²) of chloride or sulfate contaminants as verified by field or laboratory analysis using reliable, reproducible test methods.

In aanvulling op de reinheidsgraden is het ook verstandig om afspraken te maken en vast te leggen in welke mate vliegroest wordt geaccepteerd.

Term	**Description of surface:**
No Flash Rust	A steel surface that, when viewed without magnification, exhibits no visible flash rust.
Light (L)	A surface that, when viewed without magnification, exhibits small quantities of a yellow-brown rust layer through which the steel substrate may be observed. The rust or discoloration may be evenly distributed or present in patches, but it is tightly adherent and not easily removed by lightly wiping with a cloth.

Moderate (M)	A surface that, when viewed without magnification, exhibits a layer of yellow-brown rust that obscures the original steel surface. The rust layer may be evenly distributed or present in patches, but it is reasonably well adherent and leaves light marks on a cloth that is lightly wiped over the surface.
Heavy (H)	A surface that, when viewed without magnification, exhibits a layer of heavy red-brown rust that hides the initial surface condition completely. The rust may be evenly distributed or present in patches, but the rust is loosely adherent, easily comes off, and leaves significant marks on a cloth that is lightly wiped over the surface.

10.2.12 Oppervlakteruwheid

Voor het bepalen van de oppervlakteruwheid van gestraalde oppervlakken volgens de norm NEN-EN-ISO 8503-2 (de visuele beoordeling) gebruik men een vergelijkingsplaat. Deze vergelijkingsplaat, een roestvast stalen plaat met vier voorbeelden van oplopende ruwheidgraden (segment 1 t/m 4), wordt op de gestraalde ondergrond gelegd waarna door visuele vergelijking wordt vastgesteld welke van de vier segmenten overeenkomstig de ruwheidsgraad van het gestraalde werk is.

Bij deze vergelijking mag men zo nodig gebruik maken van een loep die maximaal zeven keer vergroot. Afhankelijk van het gebruikte straalmiddel vindt de beoordeling plaats met behulp van de vergelijkingsplaat "G" (voor met grit gestraalde ondergronden) dan wel plaat "S" (voor met shot gestraalde ondergronden). Als een mengsel van grit en shot wordt gebruikt moet vergelijkingsplaat "G" worden gebruikt.

Met grit gestraald oppervlak		
Segment	**Nominaal**	**Tolerantie**
1	25 µm	± 3 µm
2	60 µm	± 10 µm
3	100 µm	± 15 µm
4	150 µm	± 20 µm

Met shot gestraald oppervlak		
Segment	**Nominaal**	**Tolerantie**
1	25 µm	± 3 µm
2	40 µm	± 5 µm
3	70 µm	± 10 µm
4	100 µm	± 15 µm

Profielbereiken voor met grit (G) en shot (S) gestraald oppervlak	
Beoordeling	**Komt overeen met:**
"zeer fijn"	< segment 1
"fijn"	segment 1 ≥ profiel < segment 2
"medium"	segment 2 ≥ profiel < segment 3
"grof"	segment 3 ≥ profiel < segment 4
"zeer grof"	profiel ≥ segment 4

Het is belangrijk om te weten dat de beoordelingen ***uitsluitend*** in 1 van de vijf genoemde gradaties mag worden gegeven. Verwijzing naar de segmenten, bijvoorbeeld "overeenkomstig segment 3" of "tussen segment 3 en 4" mogen dus niet! .

Het aantal en de plaatsen waar de vergelijkingen dienen te worden uitgevoerd moeten de belanghebbende partijen vooraf overeenkomen.

10.2.13 Nattelaagdiktemetingen

Het bepalen van de natte verflaag conform ISO 2808, methode 7B gebeurt met behulp van een "laagdiktekam". Een laagdiktekam is voorzien van een aantal tanden. De buitenste tanden van de kam vormen een basislijn. De tanden die tussen deze buitenste tanden liggen, zijn oplopend korter, waardoor er openingen tussen de tanden en de basislijn ontstaan die oplopend groter worden. De afmeting van de diverse openingen kan worden afgelezen van de corresponderende schaalverdeling, welke is aangebracht op de laagdiktekam.

Direct na het aanbrengen van de verflaag wordt de laagdiktekam in de natte verflaag gedrukt. Na verwijdering van de laagdiktekam wordt beoordeeld welke tand nog juist de natte verflaag heeft geraakt. De dikte van de natte verflaag ligt nu tussen deze waarde en de waarde van de volgende tand, die niet in contact met de verffilm is geweest.

10.2.14 Droge laagdiktemetingen

Door de opsteller van de specificatie en/of door de verfleverancier zal nominale en een maximale droge verflaagdikte per individuele laag van het conserveringsysteem worden voorgeschreven. Iedere aangebrachte verflaag moet na volledige droging met een op een vlakke nulplaat geijkte elektromagnetische laagdiktemeter gemeten worden. De apparatuur moet voorafgaand aan de uitvoering van de metingen worden gekalibreerd met behulp van een zogenaamde nulplaat. De kalibratie en het meetbereik van de taster en meter moeten zodanig worden gekozen dat deze overeenkomstig zijn met de te meten laagdiktes. De laagdiktemeter dient te beschikken over een geheugenfunctie waarbij de gemeten individuele droge laagdiktes met behulp van een computer kunnen worden uitgelezen.
De resultaten van de droge laagdiktemetingen moeten per verflaag in een meetprotocol worden vastgelegd. Dit meetprotocol bevat tenminste de volgende gegevens:

- omschrijving constructie(s) en/of onderdeel;
- omschrijving van gemeten oppervlakken;
- het gebruikte verftype en betreffende batchnummer(s);
- resultaten van de metingen in digitale vorm (MS-office compatible);
- histogram en statistische gegevens van de meetresultaten, tenminste bestaande uit: aantal metingen, gemiddelde, standaarddeviatie, minimum- en maximumwaarde, aantal onder- en overschrijdingen;
- gebruikte meetapparatuur;
- naam van degene die de metingen heeft uitgevoerd;
- datum van uitvoering en handtekening voor vrijgave van de voor de kwaliteit verantwoordelijke persoon.

Overeenkomstig de bepalingen van NEN-ISO 19840 zullen correctiewaarden worden aanhouden ter compensatie van het verlies van effectieve laagdikte door de oppervlakteruwheid. Deze zijn:

- Voor een ruwheid overeenkomstig NEN-EN-ISO 8503-2 gradatie "Fijn": -/-10 µm
- Voor een ruwheid overeenkomstig NEN-EN-ISO 8503-2 gradatie "Medium": -/-25 µm
- Voor een ruwheid overeenkomstig NEN-EN-ISO 8503-2 gradatie "Grof" : -/-40 µm

Indien de ruwheid van de ondergrond niet bekend is zal een correctiewaarde van 25 micrometer worden aangehouden.

Het aantal metingen zal worden uitgevoerd overeenkomstig de onderstaande tabel. Indien tijdens het uitvoeren van de metingen een waarde wordt gevonden welke niet voldoet aan de criteria mag binnen 10 mm van deze meting een nieuwe (herstel)meting worden uitgevoerd. Als deze meting voldoet aan de criteria zal deze de voorgaande meting vervangen, indien dit niet het geval is zal de oorspronkelijke meting worden behouden. Het aantal nieuwe (herstel) metingen is gemaximeerd afhankelijk van het aantal normale metingen (zie ook derde kolom van het onderstaand schema).

Oppervlak te inspecteren deel in m² of m¹:	**Minimum aantal metingen**	**Maximum aantal herstel metingen**
Tot en met 1	5	1
Vanaf 1 tot en met 3	10	2
Vanaf 3 tot en met 10	15	3
Vanaf 10 tot en met 30	20	4
Vanaf 30 tot en met 100	30	5
Vanaf 100	Voeg 10 metingen toe voor elke 100 m² of m¹ of een deel daarvan	6
Oppervlakken vanaf 1000 m² of m¹ moeten worden verdeeld in kleinere te inspecteren delen		

Voor elke individuele laagdiktemeting geld het navolgende:

- Geen van de metingen mag minder dan 80% van de nominale laagdikte bedragen;
- Maximaal 20% van de metingen mag zich tussen de 80% en 100% van de nominale laagdikte bevinden;
- Geen van de metingen mag zich boven de gespecificeerde maximale laagdikte bevinden.

Indien de verfleverancier nauwere laagdiktetoleranties stelt dan de hierboven vermelde grenswaarden, zullen de door de verfleverancier gestelde waarden als goed- en afkeurcriteria worden gehanteerd.

Waar de droge laagdikte niet in overeenstemming is met genoemde criteria moet correctie plaatsvinden. Te dikke verflagen moeten verwijderd worden en vervolgens opnieuw aangebracht. Te dunne verflagen moeten met hetzelfde materiaal op de gespecificeerde laagdikte gebracht worden. Het aanpassen van de laagdikte met de opvolgende verflaag of verflagen is niet toegestaan.

Ter controle van aangebrachte lagen, kan besloten worden dat destructieve metingen worden uitgevoerd met behulp van een "Paint Inspection Gauge". De metingen moeten

worden uitgevoerd volgens ISO 2808- Beschadigingen als gevolg van deze metingen moeten door de aannemer kosteloos en volgens specificatie worden bijgewerkt.

10.2.15 Doorharding zinksilicaat ASTM D 4752

Bij het beoordelen van de mate van doorharding van een Ethyl Silicaat zinkverf door middel van de zogenaamde MEK-rub test wordt een representatieve plaats geselecteerd waar de test wordt uitgevoerd over een lengte van tenminste 50 mm. Als eerste wordt het te testen gedeelte ontdaan van eventueel aanwezig spuitstof, spuitnevel of andere aanslag. Vervolgens wordt het oppervlak gereinigd met een met schoon zoet water bevochtigde doek. Nadat hierna de droge verflaagdikte van de testplaats is gemeten wordt met een met Methyl Ethyl Keton (MEK) verzadigd stukje kaasdoek of iets dergelijks over het oppervlak gewreven waarbij een lichte druk wordt uitgeoefend. Over het oppervlak wordt 50 maal met het stukje doek heen en weer gewreven over een lengte van tenminste 50 mm zonder dat het doek tussentijds van het oppervlak wordt genomen. Wanneer vóór het voltooien van de totale cyclus de metalen ondergrond zichtbaar wordt zal de test tussentijds worden beëindigd waarbij het aantal malen dat is gewreven tot op het moment waarop de metalen ondergrond zichtbaar werd worden genoteerd.
Als referentie wordt een tweede test in de directe nabijheid van de eerste test op dezelfde wijze uitgevoerd, echter zonder dat het doek met MEK wordt verzadigd. Deze testplaats wordt beoordeeld op het mogelijke slijtende/polijstende effect van het doek op de verflaag. Herhaal de gehele testcyclus op een locatie waar de laagdikte van de verflaag het hoogst is.
De beoordeling van de doorharding van de met MEK beproefde test vind plaats aan de hand van de omschrijvingen in de volgende tabel.

Rating	Doorharding volgens ASTM D 4752
5	Geen effect zichtbaar, geen verf aanwezig op het doek na 50x wrijven.
4	De verflaag is enigszins gepolijst als gevolg van de test. Een kleine hoeveelheid zink is zichtbaar op het doek na 50x wrijven.
3	Enige aantasting en afname van de verflaag na 50x wrijven.
2	Hoge mate van aantasting en duidelijke afname van de verflaag na 50x wrijven.
1	Zware aantasting van de verflaag na 50x wrijven zonder dat de metalen ondergrond zichtbaar is.
0	De verflaag geheel verwijderd en de ondergrond zichtbaar na 50x of minder dan 50x wrijven.

10.2.16 Hechting, cross-cut testen NEN-EN-ISO 2409

Bij het beoordelen van de hechting van een verflaag op harde ondergronden volgens NEN-EN-ISO 2409 worden met behulp van een mes een zestal insnijdingen in de verflaag gemaakt tot op de ondergrond. Vervolgens worden nogmaals zes insnijdingen gemaakt loodrecht op de eerdere insnijdingen zodat een ruitvormig patroon ontstaat. De insnijdingen lopen parallel aan elkaar. Insnijdingen mogen niet nogmaals worden ingesneden als deze de eerste keer onvoldoende diep zijn.

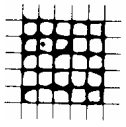
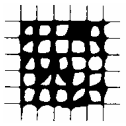
De insnijdingen worden vervolgens licht geborsteld. De onderlinge afstand en het aantal insnijdingen op harde materialen zoals staal is afhankelijk van de laagdikte en bedraagt:

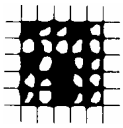
- 1 mm voor verflagen tot en met 60 µm;
- 2 mm voor verflagen van 61 µm tot en met 120 µm;
- 3 mm voor verflagen van 121 µm tot en met 250 µm.

De insnijdingen worden gemaakt met behulp van een mes met een snijhoek van 20°-30°. Er dient te worden gesneden langs een stalen liniaal of een zogenaamde "klap" liniaal. Vervolgens wordt een stuk tape met een lengte van ongeveer 75 mm aangebracht over het ingesneden deel van de verflaag en stevig met de vinger aangedrukt. Vervolgens wordt de tape op een rustige manier (binnen 0,5 tot 1 seconde), echter binnen 5 minuten na het aanbrengen, losgetrokken onder een hoek van ongeveer 60°. De hoeveelheid materiaal welke als gevolg hiervan wordt verwijderd is maat voor de hechting van het verfsysteem en wordt uitgedrukt in een zogenaamde hechtingsklasse door vergelijking met voorbeelden. De tape kan worden bewaard voor vergelijkbaar onderzoek.

Test condities of anders overeengekomen
- op tenminste 3 locaties moeten testen worden genomen. Als de resultaten niet overeenkomen, het verschil is meer dan een klasse, dan de test op 3 andere locaties herhalen;
- herhaal de test zonodig op andere locaties op ieder test oppervlak om zeker te zijn van een representatieve opname voor het gehele object;
- een temperatuur van 23 ± 5°C en een relatieve vochtigheid van 50 ± 5%;
- de ondergrond moet droog, vetvrij en vrij van verkrijting zijn. Extreme temperaturen of relatieve vochtigheid hebben invloed op de hechting van de tape;
- verwijder de tape binnen 90 ± 30 seconden.

De mate waarin materiaal wordt verwijderd als gevolg van de handeling is maat voor de hechting en wordt beoordeeld aan de hand van de volgende tabel.

Klasse	Omschrijving	Uiterlijk van het ingesneden deel na uitvoering van de test
0	De randen van de insnijdingen zijn volledig glad, geen van de vierkantjes van het ingesneden deel is onthecht.	--
1	Onthechting van kleine schilfers van de coating op de kruisingen van de insnijdingen. Niet meer dan 5% van het ingesneden deel vertoont onthechting.	
2	Onthechting langs de insnijdingen en/of op de kruisingen van de insnijdingen. Tussen 5% en 15% van het ingesneden deel vertoont onthechting.	
3	Onthechting langs de randen van de insnijdingen, deels of volledig in de vorm van grote slierten en/of volledige gedeeltelijke onthechting van het ingesneden deel. Tussen 15% en 35% van het ingesneden deel vertoont	

	onthechting.	
4	Onthechting langs de randen van de insnijdingen in de vorm van grote slierten en/of volledige of gedeeltelijke onthechting van vierkantjes uit het ingesneden deel. Tussen 35% en 65% van het ingesneden deel vertoont onthechting.	
5	Onthechting groter dan aangegeven bij klasse 4.	--

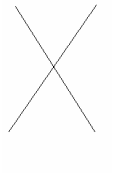
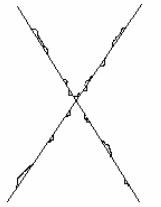
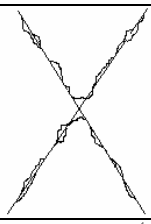
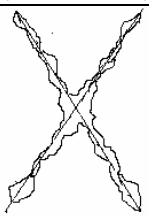
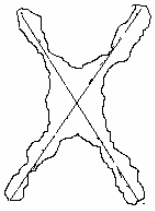
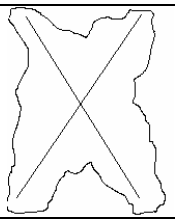
Beschadigingen als gevolg van hechtproeven moeten door de aannemer kosteloos en volgens specificatie worden bijgewerkt.

Indien het verfsysteem niet aan de gestelde criteria ten aanzien van hechting voldoet moet het verfsysteem of moeten de afzonderlijke lagen worden verwijderd.
Gezien het destructieve karakter van bovenstaande testmethoden zullen deze slechts toegepast worden bij gerede twijfel aan de hechting van het aangebrachte systeem.

10.2.17 Hechting, X cut test volgens ASTM D 3359A

Deze methode is, in tegenstelling tot de methode ISO 2409, ook geschikt voor de beoordeling van lagen met een dikte > 250 micrometer.
Bij het beoordelen van de hechting van een verflaag volgens ASTM D 3359 methode A worden met een mes en een stalen liniaal een tweetal insnijdingen in de verflaag gemaakt tot op de ondergrond. Insnijdingen mogen niet nogmaals worden ingesneden als deze de eerste keer onvoldoende diep zijn. De beide insnijdingen zijn ± 40 mm lang en kruisen elkaar in hun midden onder een hoek van tussen 30 en 45°. Over de insnijdingen wordt een tape aangebracht welke stevig wordt vastgedrukt. De tape wordt vervolgens met een snelle beweging (niet rukken) verwijderd onder een hoek van ± 180°.

De mate waarin materiaal wordt verwijderd als gevolg van deze handeling is maat voor de hechting en wordt beoordeeld aan de hand van de volgende tabel.

Klasse	Omschrijving	Uiterlijk
5A	Geen onthechting of verwijdering van materiaal.	
4A	Geringe sporen van onthechting langs de insnijdingen.	
3A	Kartelvormige verwijdering van materiaal langs de insnijdingen tot 1,6 mm aan beide zijden.	
2A	Kartelvormige verwijdering van materiaal langs het grootste deel van de insnijdingen tot 3,2 mm aan beide zijden.	
1A	Verwijdering van de verflaag op het grootste deel van "X"-vormige insnijding.	
0A	Verwijdering van materiaal tot buiten de "X"-vormige insnijding.	

10.2.18 Hechting, Pull-off test

Door op het te testen oppervlak een zogenaamde dolly vast te lijmen kan met een speciaal hydraulisch trekapparaat een trekkracht op de Dolly wordt uitgeoefend. De maximale trekkracht waarbij een breuk optreedt tussen de dolly en het verlijmde oppervlak is maat voor de hechting van het verfsysteem.
Het te testen oppervlak moet voldoende sterkte en stijfheid bezitten om de uit te oefenen kracht op te vangen. Bij niet horizontale bevestiging van de dolly moet het trekapparaat ondersteund worden om het eigen gewicht van het trekapparaat te compenseren. Zijdelingse krachten op de dolly moeten vermeden worden.
Na zorgvuldig reinigen van het te testen oppervlak worden een aantal zogenaamde "dollies" bevestigt met epoxy of acrylaat lijm op het te testen verfsysteem.
Na uitharding van de lijmlaag wordt de verffilm eventueel rond de testdolly doorgesneden (optie) tot op de ondergrond met behulp van bijvoorbeeld een mes of boorkern.
Met behulp van een hydraulische PAT of HATE meter wordt vervolgens een oplopende trekspanning op de testdolly uitgeoefend totdat:

- de testdolly losbreekt van het oppervlak;
- een voorgeschreven testwaarde is bereikt.

Het gebruik van mechanische testers is niet toegestaan.

Er wordt een beoordeling gegeven van de kracht in N/mm² welke wordt uitgeoefend op het moment dat de testdolly als gevolg van de aangebrachte trekspanning wordt gelost van de ondergrond. De aard van de breuk wordt eveneens beoordeeld en deze wordt uitgedrukt in percentage breukoppervlak met de omschrijving waar de breuk optreedt en de beschrijving of het adhesieve en/of cohesieve breuken betreft. Dit zijn respectievelijk breuken tussen verflaag en ondergrond en verflagen onderling, of breuken in één der verflagen, of combinaties hiervan. Dit aspect van de beoordeling is zeker zo belangrijk als de maximale trekspanning.
Het opvoeren van de trekspanning moet geleidelijk plaatsvinden (± 1 MPa/s) en deze moet in ongeveer 100 seconden op de breuk- of testkracht gebracht worden.

Het navolgende dient te worden gerapporteerd (tenzij anders overeengekomen):
- referentie naar de gehanteerde standaard;
- test apparatuur, type en merk;
- plaats en datum waar de test werd uitgevoerd, laboratorium, on site;
- omgevingscondities gedurende de test;
- dolly's, aantal, type;
- ondergrond en voorbehandeling hiervan;
- verfsysteem, gespecificeerd in verflagen;
- laagdikte;
- testresultaat overeenkomstig onderstaand schema/voorbeeld.

Dolly nr.	Behaalde waarde (MPa)	Omschrijving breukvlak
1	15	100% adhesief tussen de lijm en de dolly
2	13	80% adhesief tussen de lijm en de dolly, 20% cohesief in primer X
Etc.		

10.2.19 Poriëndetectie laagspanning NACE RP 0188

Bij het detecteren van poriën in een verflaag met behulp van een zogenaamde spons tester wordt het oppervlak van de te testen verflaag met behulp van een taster, voorzien van een spons waarin leidingwater is geabsorbeerd, afgetast met een constante snelheid van 0,3 m/s. Aan het leidingwater wordt een vooraf bepaald percentage product toegevoegd welke de oppervlaktespanning van het water verlaagt. Hierdoor wordt het indringvermogen van het water vergroot. Tevens bevordert dit de geleiding van de elektrische stroom door het water.
De metalen ondergrond van de te testen verflaag is via een aardedraad verbonden met het testapparaat. Op de aan de taster bevestigde spons wordt een spanning van 90 V gezet. Wanneer de taster op een in de verflaag aanwezige porie of andersoortige opening in het verfsysteem wordt gehouden, zal een elektrisch circuit ontstaan via de metalen ondergrond van de verflaag. Als gevolg hiervan zal het testapparaat door middel van een alarm de aanwezigheid van een porie, welke doorloopt tot aan de metalen ondergrond, aangeven.

Rapportage tenzij anders overeengekomen:
- referentie naar de gehanteerde standaard;
- datum waarop de test heeft plaatsgevonden;
- object waarop de test werd uitgevoerd;
- type en merk verfsysteem;
- laagdikte verfsysteem;
- testspanning als opgegeven door de verfleverancier;
- gehanteerde testspanning;
- plaats en aantal van de gevonden gebreken;
- aard en oorzaak van de gevonden gebreken;
- eventuele afwijkingen van de procedure.

10.2.20 Poriëndetectie, hoogspanning NACE RP 0188

Bij het detecteren van poriën in een verflaag met behulp van een hoogspanning poriën detector wordt de oppervlakte van de verflaag met behulp van een taster, voorzien van een koperborstel, afgetast met een constante snelheid van 0,3 m/s. Het oppervlak van het te testen verfsysteem mag slechts één keer worden afgetast, overlappingen met reeds geteste oppervlakken dienen te worden vermeden.

De (metalen) ondergrond van de te testen verflaag wordt via een aarde draad verbonden met het testapparaat. Op de aan de taster gemonteerde borstel wordt een hoge elektrische spanning aangebracht. De hoogte van deze spanning wordt bepaald aan de hand van de minimale voorgeschreven laagdikte van het verfsysteem en het aantal volts per micrometer verflaagdikte volgens opgave van de fabrikant van het verfproduct. Als vuistgetal wordt doorgaans een waarde van 6 V per micrometer aangehouden.
Wanneer de borstel op of in de nabijheid van poriën of andersoortige openingen in het verfsysteem wordt gebracht zal onder invloed van de hoge spanning een elektrisch circuit ontstaan via het onderliggend metaal. Deze is zichtbaar door het overslaan van een vonk tussen borstel en ondergrond en hoorbaar via de alarmzoemer van het testapparaat.

De test kan niet worden uitgevoerd op vochtige ondergronden. Om schade aan de verf te voorkomen zal deze volledig moeten zijn uitgehard voordat met de detectie kan worden begonnen. Bij het ondeskundig uitvoeren van deze testmethode kan blijvende schade aan het verfsysteem ontstaan.

Rapportage, tenzij anders overeengekomen:
- referentie naar de gehanteerde standaard;
- datum waarop de test heeft plaatsgevonden;
- object waarop de test werd uitgevoerd;
- type en merk verfsysteem;
- laagdikte verfsysteem;
- testspanning als opgegeven door de verfleverancier;
- gehanteerde testspanning;
- plaats en aantal van de gevonden gebreken;
- aard en oorzaak van de gevonden gebreken;
- eventuele afwijkingen van de procedure.

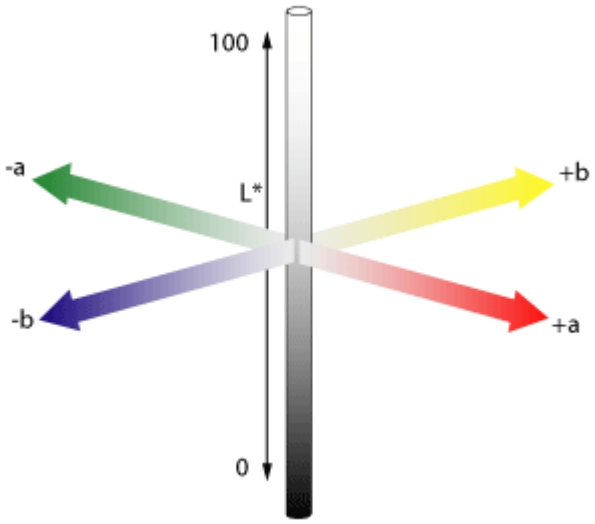
10.2.21 Verkrijting volgens NEN-EN-ISO 4628/6

Verkrijting is het proces waarbij het bindmiddel en/of pigmenten worden afgebroken onder invloed van UV straling. Als gevolg van dit degradatieproces ontstaat na verloop van tijd een poedervormige laag bestaande uit vrijgekomen pigmenten en restanten van het bindmiddel.
Bij de beoordeling van de mate van verkrijting volgens NEN-EN-ISO 4628/6 wordt een transparant zelfklevende tape met een breedte van ongeveer 25 mm op de te beoordelen ondergrond geplakt. De tape wordt stevig aangedrukt met de vinger en daarna verwijderd. De verwijderde tape wordt op een witte dan wel zwarte ondergrond geplaatst, afhankelijk van de kleur van de te beoordeling conservering. Het kleurcontrast wordt vergeleken met de schaalverdeling in de norm en gewaardeerd in een klasse 0 tot 5.

10.2.22 Verkleuring met behulp van DIN 6174

Met verkleuring wordt bedoeld de fotochemische aantasting van de conservering onder invloed van UV straling.
Het stellen van eisen met betrekking tot verkleuring is uitsluitend aan de orde als de conservering op het object een duidelijke esthetische functie heeft en het verlies van deze functie als onacceptabel wordt beschouwd. De kleurvastheid van een product en/of systeem kan als producteis worden geformuleerd in de vorm van een gedefinieerde prestatie in Florida buitenexpositietest, WOM test of QUV test. De weerstand tegen verkleuring kan ook als een prestatie-eis worden geformuleerd via het meten van de mate van verkleuring in relatie tot de verstreken tijd.
De mate van verkleuring van een conserveringsysteem kan worden bepaald door de kleur op twee momenten te "meten", nadat de kleur (in de vorm van een eindlaag) is aangebracht en na blootstelling aan de atmosfeer na het verstrijken van een bepaalde tijd. Door het verschil tussen de oorspronkelijke kleurmeting en de actuele kleurmetingen te berekenen kan een kleurverschil worden gedefinieerd. We noemen dit een ΔE (Delta E) waarde. De meting van de kleur wordt uitgevoerd volgens de CIE lab methode. Het CIE lab systeem kent drie assen, nl:

- L: beschrijving van de helderheid (0-zwart, 100-wit)
- a: beschrijving van de kleur op de Rood-Groen as ('-' -Groen, '+' -Rood)
- b: beschrijving van de kleur op de Blauw-Geel as ('-' -Blauw, '+' -Geel)



Het verschil in de L, a en b waarden tussen twee metingen wordt uitgedrukt in een zogenaamde ΔE waarde. De kleur kan worden gemeten met een kleurmeter zoals bijvoorbeeld een Hunterlab miniscan of een vergelijkbaar apparaat.

Omdat bij het maken van een kleur volgens een kleurenstandaard (bijvoorbeeld RAL) al een kleurverschil ontstaat zal de kleur van de conservering, zoals daadwerkelijk aangebracht op het object, als referentie worden gebruikt. Er zullen meerdere metingen moeten worden uitgevoerd op een aantal vooraf gedefinieerde plaatsen. Er dienen uitsluitend plaatsen als referentie te worden gebruikt die in het normale gebruik van het object zichtbaar zijn. Eventueel aanwezige verkrijting en vervuiling dient voor het nemen van een kleurmeting te worden verwijderd met water en een emulgerend reinigingsmiddel. De “nul” metingen en de verkleuringsmetingen moeten met hetzelfde (type) meetapparaat worden uitgevoerd.

De te hanteren ΔE waarde (toegestaan kleurverschil) is afhankelijk van de keuze, beleving en expositietijd van de betreffende kleur. De beleving van een kleur (en kleurverschil) is gevoelsmatig en in hoge mate subjectief, een ΔE waarde is slechts een getal en geeft niet werkelijk aan wat de toe te laten mate van verkleuring is.

De beslissing over de te hanteren ΔE waarde dient dan ook bij voorkeur te worden gemaakt aan de hand van verschilmetingen tussen een monster van de referentiekleur (oorspronkelijke kleur) en de via één van de eerder genoemde testen gedegradeerde (verkleurde) kleur welke nog juist als (visueel) acceptabel wordt beschouwd door de gebruiker(s) van het object.

10.2.23 Eisen metalliseerlagen

Thermisch gespoten deklagen dienen visueel een goed uiterlijk te hebben zonder blisters, dunne plaatsen, blaren of losse deeltjes (loose particles).

Laagdiktes moeten gemeten worden met een standaard elektromagnetische laagdiktemeter. De laagdikte dient overeen te komen met de bepalingen van NEN-ISO 19840.

Een correcte werking van de apparatuur van iedere afzonderlijke operator dient voor aanvang van iedere shift aangetoond te worden. Dit geld tevens telkens nadat de instellingen van de apparatuur gewijzigd zijn.

Bij thermisch gespoten deklagen moeten hechtproeven uitgevoerd worden door middel van Pull-off testen conform ISO 4624. De minimaal vereiste waarde is 5 MPa (zie ook 10.2.15).

10.2.24 Persoonscertificering

Conserveringswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd door aantoonbaar gecertificeerd personeel. Deze certificatie moet door de opdrachtgever zijn erkend.

Dit betekent:

1. Het "Examenreglement certificatie van vakbekwaamheid" volgens NEN-EN ISO/IEC 17024 is van toepassing.
2. Daarnaast is het "Deelreglement Metaalconserveren" van toepassing. In dit reglement zijn eisen vastgelegd met betrekking tot het examen en voorwaarden voor geldigheid van de certificaten van de bekwaamheden in overeenstemming met de "Deelreglement Metaalconservering"-profielen "Straler-1", "Constructieschilder", "Spuiter-1", "Straler-2" en "Spuiter-2".
3. Minimaal 75% van de metaalconserveerders op elke locatie waar werkzaamheden worden uitgevoerd moet in het bezit zijn van het "persoonscertificaat" in overeenstemming met het "Deelreglement Metaalconservering". De overige 25% moeten hun werkzaamheden uitvoeren onder verantwoording van een gecertificeerde "metaalconserveerder".

10.2.25 Eisen vakbekwaamheid aanbrengen metalliseerlagen

Tot de datum dat er geaccrediteerde vakbekwaamheidcertificaten zijn voor operators van thermisch gespoten deklagen dient men middels overhandiging van CV's van de betrokken medewerkers de vakbekwaamheid aan te tonen.

Medewerkers betrokken bij thermisch gespoten deklagen moeten aantoonbaar een zelfde type constructie van vergelijkbare complexiteit onder dezelfde condities (hal of bouwplaats), met het betreffende product en de betreffende techniek uitgevoerd hebben.

10.3 Definities en afkortingen

10.3.1 Definities

In deze specificatie zijn de volgende definities van toepassing:

Benatting	Het (laten) aanhechten of de mate van aanhechting van een verflaag op een voorgaande verflaag of op een ondergrond. Deze hechting vind plaats onder invloed van de zogenaamde "Van der Waals krachten"
Dubbelingen	Een fout in het oppervlak welke ontstaat bij het walsen van het staal. Hierbij wordt een laminaat van reeds gestold staal in het oppervlak gedrukt tijdens het walsen. Dit laminaat heeft onvoldoende hechting met het overige materiaal en wordt vaak pas zichtbaar na het stralen.
Hold-point	Een stap in de kwaliteitscontroleproces waarbij het proces pas verder gaat nadat formele acceptatie of acceptatie van de betreffende stap heeft plaatsgevonden. Hold-point wordt soms ook in het Nederlands als een "stop punt" aangeduid
Macro-expositie	Het (macro)klimaat waaraan het totale object wordt blootgesteld. Dit wordt gedefinieerd aan de hand van de ligging en/of de aard (binnen of buitenexpositie) van het object. De definitie vindt plaats aan de hand van ISO 12944 en is verdeeld in verschillende klassen.
Metalliseren	Het via een spuitproces aanbrengen van en metaallaag op een ondergrond. Het metaal wordt daartoe verhit, vloeibaar gemaakt en door middel van een onder druk vrijkomend gas naar het oppervlak getransporteerd. Verhitting kan plaatsvinden met behulp van een gasvlam (acetyleen) door middel van een elektrische vlamboog of in de vorm van een plasmaproces
Momentaan-waarde	De momentane belasting op een constructie is de belasting die op een bepaald moment vrijwel zeker op een constructie aanwezig is. Het gaat hier om een veranderlijke belasting.
Bevoegd gezag	De betreffende, gezaghebbende controlerende (overheids)instantie.

10.3.2Afkortingen

In deze specificatie zijn de volgende afkortingen van toepassing:

DFT	Dry film thickness (droge laagdikte)
LEL	Lower explosion limit (onderste explosiegrens)
MAC	Maximaal aanvaardbare concentratie
WVO	Wet verontreiniging oppervlaktewater
AMvB	Algemene maatregel van bestuur
ISO	Internationals Standard Organisation
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEN	Nederlandse Norm
NACE	National Association of Corrosion Engineers
SSPC	Steel Structure Painting Council
DIN	Deutsches Institut für Normung
IEC	International Electrotechnical Commission

Eisen, testmethoden, nu en in de toekomst

deelrapport 2, voorlopige systeemeisen

Uitgave in het kader van het PSIBouw-project Professionaliseren Staalconserveren

Werkgroep: **Productkwaliteit**

Documentcode: SCON-2008-683-TCE
Versienummer: 1.0
Status: Definitief
Datum: 30-10-2008

Auteur(s):
Ing. J. van Montfort — Intron B.V.
Ing. L.F.J.M. Linssen — DeltaRail

Met medewerking van:
N.G. Geelkerken — VVVF / International Paint Nederland B.V.
Ir. W.H. Verburg — Adviesbureau voor Bouwmarketing
Ing. G. Jonkers — VVVF
P. Braat — MOPP B.V.
P. Rol — (voorheen) NAM/SHELL
G. Noordhuis — VVVF / Zandleven Groep Holland
E.J. Meeuwsen — Bodycote RPC

Initiatieffase (risico-analyse, objectinfo, budget)
Ontwerpfase (PvE, vergunningen, prestatie-eisen)
Bestek/contract opstellen
Aanbesteding & gunning
Uitvoeringsfase
Garantie/onder-houdsfase

Dit document kan worden toegepast in de Bestek/Contractfase en de Uitvoeringsfase van een project.

PSIBouw project O210 Professionaliseren Staalconserveren

Projectleider	Ir. A. Heutink	30 oktober 2008	
Voorzitter Stuurgroep	Prof.Ir. E.L.J. Bancken	30 oktober 2008	

Het project en dit document

Het project Professionaliseren Staalconserveren is onderdeel van het Programma PSIBouw. PSIBouw is een netwerk van vernieuwers in de Nederlandse bouwsector.

Dit document is ontwikkeld door ketenpartijen in de sector staal en staalbescherming in het project. In dit project werken de volgende ketenpartijen samen aan technische en organisatorische vernieuwingen:

- Sectorvereniging Staalconserveringsbedrijven (SVMB)
- Vereniging van Verf- en Drukinktfabrikanten (VVVF)
- Bouwen met Staal (BmS)
- Samenwerkende Nederlandse Staalbouw (SNS)
- Opdrachtgeversoverleg Staalconservering (OGOS)
- Ingenieursplatform Staalconserveren
- Wetenschap (TUD, TU/e, UT)

PSIBouw staat voor Proces- en Systeeminnovatie in de Bouw. Dit innovatieprogramma is van en voor alle opdrachtgevers, bedrijven, adviseurs en wetenschappers en de bouwsector. PSIBouw brengt hun kennis en ervaring samen én stelt deze beschikbaar voor de hele bouwsector.

Binnen het project Professionalisering Staalconserveren zijn gezamenlijke inzichten en documenten ontwikkeld die, specifiek voor toepassing in de sector staal en staalconservering, invulling geven aan de PSIBouw hoofdthema's transparantie, innovatie en prijs/kwaliteitverhoudingen.
Dit document is één van deze documenten.

PSIBouw streeft brede toepassing na van de ontwikkelde kennis en inzichten. Daarom rust op dit document geen auteursrecht en mag eenieder (delen van) dit document gebruiken in de eigen bedrijfspraktijk. Voor een correcte toepassing van (delen van) dit document is echter wel inhoudelijke conserveringskennis noodzakelijk.

Dit document wordt beheerd door het Kennisplatform Duurzame Staalconstructies i.o.
Voor meer informatie: www.staalplaza.nu

Samenvatting
Het rapport behoort bij deelrapport 1, het basisdocument professionalisering staalconservering – eisen, testmethoden, nu en in de toekomst - en behandelt de voorlopige systeemeisen.

Hoofdstuk1, de inleiding, geeft achtergrond en doelstelling, en sluit volledig aan bij het basisdocument. Hoofdstuk 2 beschrijft de huidige stand van indeling op levensduur (hier gaat het om >15 jaar), een vergelijking van bestaande eisenpakketten (hier gaat het om de gekozen verweringstesten ISO 20340 en WOM test, waarvan wordt aangegeven dat alleen deze twee de duurzaamheid van coatings trachten te testen op aspecten die als essentieel worden beschouwd) en de motivatie van de voorlopige testopzet.

Hoofdstuk 3 beschrijft de voorlopige aanpak; behandelt worden laboratoriumtesten en toetsingseisen, proefpanelen, fingerprints (chemisch en mechanisch), praktijkervaring, in situ metingen en milieu- en arbo-eisen. Wat betreft de praktijkervaring dient 3 jaar volledig vergelijkbare ervaring te worden aangetoond. Beschreven wordt hoe de beoordeling van referentieobjecten of referentievlakken moet gebeuren. Voor de in situ metingen worden beoordelingsaspecten, normen en eisen aangegeven.

De hoofdstukken 4 en 5 geven literatuurverwijzingen.
Tenslotte wordt in een bijlage de voorgestelde toetsingsopzet van verfproducten en –systemen beschreven. Onderscheiden worden testen en eisen voor veroudering van verfsystemen voor (A) nieuwbouw, (B) onderhoud en (C) thermisch gespoten aluminiumlagen met en zonder aanvullend verfsysteem. In tabellen wordt gedetailleerd informatie gegeven over inzetklassse (ISO 12944), laagdikte, snelverweringstest (ISO 20340, WOM test, ISO 11341, ISO 2812, ISO 6270, ISO 15711), testduur, type proefpaneel, beoordelingscriteria (de meeste volgens ISO normen) en eventueel aanvullende opmerkingen.

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 7

1.1 Achtergrond 7

1.2 Doelstelling 7

1.3 Inperking 7

2 HUIDIGE STAND 8

2.1 Levensduur 8

2.2 Vergelijking bestaande eisenpakketten 8

2.3 Motivatie voorlopige testopzet 8

3 VOORLOPIGE AANPAK 9

3.1 Laboratoriumtesten en toetsingseisen 9
3.1.1 Keuze verweringstesten. 9
3.1.2 Keuze proefpanelen. 9

3.2 Productidentificatie/Fingerprints 10

3.3 Praktijkervaring 11
3.3.1 Referentieobjecten 11
3.3.2 Referentievlakken (proefvlakken) 12
3.3.3 In situ metingen 13

3.4 Milieu- en Arbo-eisen 14

4 LITERATUUR WAARNAAR IN DE TEKST VAN DEELRAPPORT 2 WORDT VERWEZEN 15

5 OVERIGE GERAADPLEEGDE LITERATUUR 16

BIJLAGE 1. VOORGESTELDE TOETSINGSOPZET 17

BIJLAGE 1A. TESTEN EN EISEN VOOR DE VEROUDERING VAN VERFSYSTEMEN VOOR NIEUWBOUW. 17

BIJLAGE 1B. TESTEN EN EISEN VOOR DE VEROUDERING VAN VERFSYSTEMEN VOOR ONDERHOUD. 1

BIJLAGE 1C. TESTEN EN EISEN VOOR DE VEROUDERING VAN THERMISCH GESPOTEN ALUMINIUMLAGEN MET EN ZONDER AANVULLENDE VERFSYSTEEM. 3

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Dit rapport betreft het deelrapport 2 van de door de werkgroep Product&Kwaliteit geleverde documenten.

Conform het originele projectplan dient de werkgroep Product & Kwaliteit concreet de volgende producten te leveren:

1. **set van laboratoriumtesten** die een betrouwbare voorspelling van de duurzaamheid van verfsystemen in de praktijk geven
2. **toetsingscriteria** voor beoordeling van constante kwaliteit van het conserveringssysteem verfproducten
3. voorstel voor **toekomstige productontwikkelingen** van duurzame conserveringssystemen
4. **ontwerpspecificaties** voor een nieuwbouw- en een onderhoudssituatie die randvoorwaarden zijn voor het ontwerp
5. notitie relatie met **milieuwetgeving.**

Dit rapport omvat de eerste twee te leveren producten, namelijk:

1. **set van laboratoriumtesten** die een betrouwbare voorspelling van de duurzaamheid van verfsystemen in de praktijk geven
2. **toetsingscriteria** voor beoordeling van constante kwaliteit van het conserveringssysteem verfproducten.

Het betreft de set van **voorlopige** laboratoriumtesten gebaseerd op de huidige kennis. Dit rapport kan dan ook niet los gezien worden van het basisdocument (SCON-2008-682-TCE).

1.2 Doelstelling

Het doel van dit document is het doen van voorstellen van de **voorlopige** set met eisen waar verfsystemen aan moeten voldoen.
Dit rapport omvat de onderstaande aspecten:
- set van voorlopige laboratoriumtesten die een betrouwbare voorspelling van de duurzaamheid van verfsystemen in de praktijk geven
- toetsingscriteria voor beoordeling van constante kwaliteit van het conserveringssysteem verfproducten
- praktijkervaring
- milieu- en arbo-eisen die aan verfproducten gesteld worden.

1.3 Inperking

Met betrekking tot het doel van de werkgroep heeft de werkgroep zich beperkt tot verfsystemen die toegepast worden in de belastingsklassen C3, C4, C5-I, C5-M, Im1 en Im2 volgens ISO 12944-2.

2 Huidige Stand

2.1 Levensduur

In de norm ISO 12944 deel 1 wordt gesproken over onderstaande beschermingsduren te weten:

- Low: 2 tot 5 jaar,
- Medium: 5 tot 15 jaar,
- High: > 15 jaar.

De scope van deze werkgroep betreft verfsystemen met een beschermingsduur van meer dan 15 jaar.
Verfsystemen met kortere beschermingsduren zijn niet meegenomen omdat verfsystemen die de PSI- Bouw deelnemende opdrachtgevers toepassen een beschermingsduur eisen (en op dit moment ook hebben) van meer dan 15 jaar.
Samengevat: de werkgroep beschouwt alleen conserveringssystemen die een langdurige bescherming moeten bieden en waarbij het risico op falen zo veel mogelijk moet worden beperkt om onvoorziene gevolgkosten te kunnen voorkomen.

2.2 Vergelijking bestaande eisenpakketten

Het rapport (lit.1) van Leon Linssen geeft een overzicht van de eisenpakketten van de deelnemende OGOS-leden. Aan de hand van dit overzicht is door de OGOS-leden een gezamenlijk eisenpakket opgesteld (lit. 2). Hieruit blijkt dat er op dit moment twee testen zijn die de duurzaamheid van coatings trachten te toetsen op de aspecten die door de werkgroep als essentieel worden beschouwd. Het betreft:

- ISO 20340, inclusief immersie conform ISO 2812-2.
- WOM (weather-o-meter test uit keuzemethodiek van RWS).

In dit OGOS-eisenpakket is opsplitsing gemaakt per corrosie-belastingsklasse (C3, C4, C5-I, C5-M, Im1 en Im2 volgens ISO 12944-2).
Het is zinvol om cyclische- c.q. wisseltesten uit te voeren voor hogere belastingsklassen vanaf C4. De verfleverancier kan informatie aanleveren over zijn verfsysteem.
De werkgroep beveelt aan om in ieder geval altijd de mechanische eigenschappen van de verfproducten voor en na de genoemde verweringstesten te bepalen. Hiervoor zijn nog geen duidelijk criteria voorhanden. De bedoeling is dat onderzocht wordt of we deze in de nabije toekomst wel kunnen gebruiken als toetsingscriteria. Dit wordt toegelicht in deelrapport 1, het basisdocument.

2.3 Motivatie voorlopige testopzet

Voor de motivatie van de gekozen voorlopige testopzet wordt verwezen naar deelrapport 1, het basisdocument.

3 Voorlopige aanpak

Om van een verfsysteem aan te tonen dat het voldoet aan de voorlopige eisen dienen de onderstaande stappen te worden doorlopen.

- Het verfsysteem dient onderzocht te worden door middel van de voorgeschreven laboratoriumtesten en te voldoen aan de toetsingeisen (zie hoofdstuk 3.1).
- Het verfsysteem en verfproducten dienen te worden geïdentificeerd (zie hoofdstuk 3.2).
- De 3 jarige praktijkervaring van het verfsysteem dient te worden aangetoond (zie hoofdstuk 3.3).
- Het verfsysteem dient te voldoen aan de milieu- en arbo-eisen (zie hoofdstuk 3.4).

3.1 Laboratoriumtesten en toetsingseisen

De werkgroep stelt voor, om **voorlopig** de productkwaliteit te toetsen volgens de toetsingsopzet zoals vermeld in **bijlage 1** van dit document.
Bij deze toetsingsopzet is een splitsing gemaakt tussen de corrosie-belastingsklasse volgens ISO 12944-2, waarin een verfsysteem wordt toegepast.

Een aantal punten wordt in dit hoofdstuk nog nader toegelicht

De werkgroep beveelt aan deze toetsingsopzet te handhaven totdat de resultaten van het vervolgonderzoek (zie deelrapport 1, het basisdocument) bekend zijn.

3.1.1 Keuze verweringstesten.

Met betrekking tot de keuze voor de verweringstesten is de werkgroep van mening dat op grond van de huidige stand van de kennis de gekozen verweringstesten het beste aansluiten bij het simuleren van de onderkende faalinvloeden en mechanismen. Voor verdere toelichting zie deelrapport 1, het basisdocument.

3.1.2 Keuze proefpanelen.

De werkgroep stelt voor met betrekking tot de keuze van de proefpanelen gebruik te maken van de onderstaande panelen.

- Vlakke panelen.
- Groevenpanelen.
  Groevenpanelen worden gebruikt voor het beoordelen van de dimensieveranderingen. Er is een afweging gemaakt tussen het toepassen van groevenpanelen en T-profielen. Op grond van een notitie van de NEN (lit. 6) adviseert de werkgroep te kiezen voor groevenpanelen.
- Folie (losse verffilm).
  Folie worden toegepast voor het bepalen van de diverse mechanische eigenschappen van een verf.

3.2 Productidentificatie/Fingerprints

Om de kwaliteit van het product te kunnen vastleggen is het essentieel dat het product zo eenduidig mogelijk wordt geïdentificeerd.
Hiervoor zijn volgens de werkgroep 2 methoden van toepassing:

1. Chemische analyse
2. Mechanische analyse

Chemische analyse
Van de ten behoeve van laboratoriumonderzoek toegepaste verfproducten beveelt de werkgroep aan de 0-situatie van het natte product (zowel A als B component indien van toepassing) vast te leggen door middel van fingerprints conform ISO 20340, aangevuld met een XRF.
Ook beveelt de werkgroep aan een fingerprint analyse uit te voeren van het droge verfsysteem dat alle lagen van het conserveringssysteem bevat. De fingerprint bestaat uit een FTIR analyse van alle lagen (middels de aanstraaltechniek) en een XRF analyse van het totale systeem.

Daarnaast kan, afhankelijk van het risico van het project, of wanneer de opdrachtgever twijfelt over het gebruik van de juiste verfproducten, op een werk fingerprints verlangen.
In deelrapport 3, de kwaliteitsverklaring, wordt de door de werkgroep voorgestelde werkmethode beschreven.
De werkgroep beveelt aan deze nog eens grondig te laten analyseren door de werkgroep contracten.

Mechanische analyse
Naast een chemische identificatie beveelt de werkgroep aan om ook de 0-situatie van mechanische eigenschappen van het complete opgebouwde systeem te bepalen.
Hiervoor dient het systeem op een folie te worden aangebracht en uitgehard onder laboratorium omstandigheden en gedurende de periode conform voorschrift van de leverancier. Hiervan worden de volgende parameters bepaald:

- Treksterkte en rek bij breuk voor en na 7 dagen expositie bij 40 °C
- E-modulus voor en na 7 dagen expositie bij 40 °C
- Massaverlies en krimp na 7 dagen expositie bij 40 °C.

De voorgestelde werkwijze voor zowel de chemische als de mechanische analyse is te beschouwen als voorlopig. De werkgroep beveelt aan om een onderzoek te starten naar de exacte uitvoering en de te hanteren afkeurgrenzen m.b.t. de chemische en mechanische fingerprints. Dit wordt verder toegelicht in het deelrapport 1, het basisdocument.

3.3 Praktijkervaring

Van een verfsysteem dient te worden aangetoond dat de verfleverancier **drie jaar aantoonbare ervaring** op een vergelijkbare constructie en ondergrond en onder vergelijkbare omstandigheden heeft. Deze praktijkervaring wordt aangetoond door het op onderstaande wijze beoordelen van referentieobjecten of referentievlakken (proefvlakken).

3.3.1 Referentieobjecten

Praktijkervaring in de vorm van referentieprojecten kan zeer waardevolle informatie zijn, mits de beoordeling van het te inspecteren object/conserveringsysteem volgens een vaste systematiek plaatsvindt.

Op hoofdlijnen dient per object het onderstaande te worden omschreven/onderzocht.

1. ***Omschrijving object***
    a. oriëntatie.
    b. specifiek details over ligging:
        i. boven water
        ii. chemische belastingen (bijv. strooizout)
        iii. mechanische belastingen
        iv. etc.
    c. type constructiedelen:
        i. conditie lasnaden (glad, ruw)
        ii. klinknagels
        iii. hoeken, naden, spleten
        iv. etc.
2. ***Identificatie conserveringssysteem***
    a. fingerprint analyse met FTIR
    b. laagdiktemeting en laagdikte opbouw met microscoop
3. ***Te beoordelen onderdelen conditie conserveringssysteem***
    a. Van elk object dienen minimaal de volgende details te worden beoordeeld:
        i. UV-belaste details/delen
        ii. Condens belaste details/delen
        iii. Vuil belaste details/delen
        iv. Temperatuur belaste details/delen (kleur in combinatie met oriëntatie).

4. Te beoordelen conditie conservering

Beoordelings-aspect	Norm	Eis 0-5 jaar	Eis na >5 jaar	Opmerking*)
Hechting	ISO 2409	Klasse 0 of 1	Klasse 0 of 1	Laagdikte < 250 µm
	ASTM D3359	Minimaal 4a	Minimaal 4a	Laagdikte ≥ 250 µm
Roestvorming	ISO 4628/3	Geen	Ri-1	
Barstvorming	ISO 4628/2	Geen	Geen	
Scheurvorming	ISO 4628/4	Geen	Geen	
Onthechting, afbladderen	ISO 4628/5	Geen	Geen	
Glans	ISO 2813	Afhankelijk van kleur en type verf	Afhankelijk van kleur en type verf	Voor beoordelen degradatie? Veel glansverschil over hele object, vaak al t.g.v. applicatie.
Kleur	DIN 6174 (CIELAB)	Afhankelijk van kleur en type verf	Afhankelijk van kleur en type verf	Veel kleurverschil over hele object, vaak al t.g.v. applicatie.
Verkrijting	ISO 4628/6	Afhankelijk van kleur en type verf	Afhankelijk van kleur en type verf	

3.3.2 Referentievlakken (proefvlakken)

Ten behoeve van het beoordelen van nieuwe ontwikkelingen kunnen opdrachtgevers de verfleveranciers de mogelijkheid bieden om de performance aan te tonen door middel van het laten aanbrengen van een verfsysteem op referentievlakken (proefvlakken). Hiervoor moet een representatief gedeelte (minimaal 100 m2) van een brug behandeld worden. Op dezelfde brug wordt ook een proefvlak gezet met het referentiesysteem. Het referentievlak wordt na 3 jaar beoordeeld en dient te voldoen aan de eisen zoals genoemd bij ‘Referentieobjecten”.

3.3.3 In situ metingen

In het verlengde van de praktijkervaring is er behoefte aan een set beoordelingscriteria waarmee het verfsysteem op een object kan worden beoordeeld.
Nadeel van de beschikbare methoden is dat, afgezien van de glansmeting en hechtingstest, deze criteria alleen visueel zichtbare aspecten beschrijven. Omdat er op dit moment geen betere methoden beschikbaar zijn adviseert de werkgroep voorlopig de in tabel 2 genoemde beoordelingscriteria toe te passen.

Tabel 2.In situ beoordelingsaspecten.

Beoordelingsaspect	Norm	Eis na oplevering	Eis na garantieperiode van bijv. 5 jaar	Opmerking*)
Hechting	ISO 4624	> 3 MPa	> 3 MPa	
	ISO 2409	Klasse 0 of 1	Klasse 0 of 1	Laagdikte < 250 µm
	ASTM D3359	Minimaal 4a	Minimaal 4a	Laagdikte ≥ 250 µm
Roestvorming	ISO 4628/3	Geen	Geen	
Barstvorming	ISO 4628/2	Geen	Geen	
Scheurvorming	ISO 4628/4	Geen	Geen	
Onthechting, afbladderen	ISO 4628/5	Geen	Geen	
Glans	ISO 2813	Gespecificeerde glans ± 10% (bij 60°	Afhankelijk van kleur en type verf	Voor beoordelen degradatie? Veel glansverschil over hele object, vaak al t.g.v. applicatie.
Kleur	DIN 6174 (CIELAB)	Gespecificeerde kleur	Afhankelijk van kleur en type verf	Veel kleurverschil over hele object, vaak al t.g.v. applicatie.
Verkrijting	ISO 4628/6	<1	Afhankelijk van kleur en type verf	

*) Het interventieniveau is niet aangegeven omdat dit afhankelijk is van het gekozen beleid van de opdrachtgever.
Ook dient nog aangegeven te worden dat degradatie op detailniveau bepaald dient te worden en niet integraal over de hele constructie.

3.4 Milieu- en Arbo-eisen

Ten behoeve van milieu kunnen eisen worden gesteld met betrekking tot:

- Het toepassen van gevaarlijke stoffen.
  Hierbij dienen toe te passen verven en verfsystemen te voldoen aan van kracht zijnde nationale en Europese wet- en regelgeving. Hierin is het gebruik van gevaarlijke stoffen geregeld en de daaraan gekoppelde veiligheidsmaatregelen en etikettering.
- Het gebruik van VOS (Vluchtige Organische Stoffen)
  Dit betreft hoofdzakelijk de oplosmiddelen. Het toepassen van oplosmiddelen is feitelijk een verbijzondering van toepassing van gevaarlijke stoffen in algemene zin.
  Er is nog geen Europese richtlijn van kracht die het maximum niveau aan VOS in verfproducten voor metaalconservering regelt. In de nabije toekomst valt dit wel te verwachten. Momenteel wordt daar aan gewerkt door de Europese Commissie voor Milieu. CEPE, de Europese koepelorganisatie voor de verfindustrie, is nauw betrokken bij de totstandkoming van regelgeving hiervoor.

- Life Cycle Analyses (LCA's)
  LCA's zijn een middel om op een evenwichtige wijze een afweging te maken over de milieubelasting van een verfsysteem. Bij LCA's gaat het om een "wieg tot het graf" benadering. Alle aspecten van milieubelasting worden meegerekend. Dit betreft o.a. winning van grondstoffen, vervoer van grondstoffen, productie van verven, vervoer van verven, energie verbruik, applicatie van verfsystemen, verwijderen van oude verflagen, emissies van stoffen, en de levensduur van verfsystemen.

Opdrachtgevers kunnen aanvullende eisen stellen ten aanzien van gebruik van gevaarlijke stoffen en oplosmiddelen.

4 Literatuur waarnaar in de tekst van deelrapport 2 wordt verwezen

1. Titel: "Overzicht eisen verfsystemen van OGOS-deelnemers, versie 15 december 2006", documentnummer: SCON-2006-324-TCE, datum: 15 december 2006, auteur: Leon Linssen namens OGOS.

2. Titel: "Notitie Gezamenlijke eisen verfsystemen", documentnummer: SCON-2006-352-TCE, versie 16 januari 2007, auteur: Leon Linssen namens OGOS.

6. Titel: "Testmethode scheurvorming conserveringssystemen", versie WB 11-01-2006, documentnummer: 2007 **002,** datum: 12 januari 2007, auteur: Paula Bohlanders namens Commissie Verf op Staal, NEN.

5 Overige geraadpleegde literatuur

Eisen opdrachtgevers.

- Titel: "Gebruikershandleiding Keuzemethodiek Conserveringssystemen Rijkswaterstaat", versie 4.0,
  documentnummer: ?, datum: 17-11-2004, auteur: A. Heutink, Bouwdienst Rijkswaterstaat.
- Titel: "NBD 16312 Verfsystemen voor onderwatertoepassingen (immersiebelasting)",
  documentnummer: NBD 16312, datum: 15-12-2006, auteur: Bouwdienst Rijkswaterstaat.
- Titel: "NBD 16325 Verfsystemen voor Atmosferische belasting zonder UV",
  documentnummer: NBD 16325, datum: 15-12-2006, auteur: Bouwdienst Rijkswaterstaat.
- Titel: "NBD 16365 Verfsystemen voor Atmosferische belasting met UV",
  documentnummer: NBD 16365, datum: 15-12-2006, auteur: Bouwdienst Rijkswaterstaat.
- Titel: "NBD 10301 Eisen thermische spuitlagen",
  documentnummer: NBD 16301, versie/status: tijdelijk, datum: 11-12-2005, auteur: D. Ros, NIO Bouwdienst Rijkswaterstaat.
- Titel: "Technical Specification, Protective coatings for offshore facilities",
  documentnummer: DEP 70.48.11.30-GEN, datum: Oktober 2006, auteur: Shell.
- Titel: "Performance specificatie van de bescherming van de tanks aan boord van schepen",
  documentnummer: ?, versie 1, datum: September 1999, auteur: Directie Materieel Koninklijke Marine, Afdeling Maritieme Techniek, Ministerie van Defensie.
- Titel: "Performance specificatie voor de bescherming van het onderwaterdeel van schepen",
  documentnummer: ?, versie 1, datum: September 1999, auteur: Directie Materieel Koninklijke Marine, Afdeling Maritieme Techniek, Ministerie van Defensie.
- Titel: "Performance specificatie voor de bescherming van het bovenwaterdeel van schepen",
  documentnummer: ?, versie 1, datum: September 1999, auteur: Directie Materieel Koninklijke Marine, Afdeling Maritieme Techniek, Ministerie van Defensie.
- Titel: "Performance specificatie voor de scheepsdekafwerklaag voor het BUITENDEK, type loop- of "heli" -dek",
  documentnummer: ?, versie A, datum: Juni 1998, auteur: Directie Materieel Koninklijke Marine, Afdeling Maritieme Techniek, Ministerie van Defensie.
- Titel: "Basisbestek "Specificatie voor onderhoud conserveringswerkzaamheden"",
  documentnummer: 0708 05 008, versie WB/DP 06, datum: 12-01-2005, auteur: N.V. Nederlandse Gasunie.
- Titel: "Productspecificatie Conservering Staal Nieuwbouw",
  documentnummer: SPC00240, versie 3, datum: 01-10-2004, auteur: ProRail.
- Titel: "Productspecificatie Conservering Staal Onderhoud",
  documentnummer: SPC00259, versie 1, datum: 01-06-2005, auteur: ProRail.

bijlage 1. Voorgestelde toetsingsopzet

bijlage 1A. Testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor nieuwbouw.

Het betreft het eisenpakket verfsystemen voor nieuwbouw op gestraalde ondergrond.

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
C3	alle systemen	Snelverwering conform ISO 20340 (3 echter zonder cold check)	2100 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: bij laagdikte □ ***250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)*** bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 5 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 3 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.
C4	alle systemen	Snelverwering conform ISO 20340 (3)	2100 uur	1 x	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)	Hechtkracht: bij laagdikte □ ***250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)*** bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed. Van losse verffilm: Massaverlies: afkeurcriterium nog vast te stellen Maximale krimp: afkeurcriterium nog vast te stellen Treksterkte: afkeurcriterium nog vast te stellen E-modulus: (-10 tot 70°C): afkeurcriterium nog vast te stellen Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: afkeurcriterium nog vast te stellen	

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
		Onderdompeling in zoet water conform ISO 2812-2	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: □ *S2* □ *D2 (volgens ISO 4628*-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.
Vervolg C4	alle systemen	WOM test volgens cyclus 1 (1)	1500 uur	3 x voor vlakke panelen en 1 x voor groeven panelen en folie	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)	Op panelen: Hechtkracht: min 3 N/mm^2 (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Barstvorming: tot 1000 uur S0 na 1500 uur: maximaal 2 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Van losse verffilm: Massaverlies: □ *5%* Maximale krimp: □ *2,5%* Treksterkte: max 5% afname E-modulus: (-10 tot 70°C) □ *5 N/mm*^{2} Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: niet hoger dan de treksterkte bij 1500 uur.	

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
C5-I en C5-M	alle systemen	Snelverwering conform ISO 20340 (3)	4200 uur	1 x	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed. Van losse verffilm: Massaverlies: afkeurcriterium nog vast te stellen Maximale krimp: afkeurcriterium nog vast te stellen Treksterkte: afkeurcriterium nog vast te stellen E-modulus: (-10 tot 70°C): afkeurcriterium nog vast te stellen Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: afkeurcriterium nog vast te stellen	
		Onderdompeling in zoet water conform ISO 2812-2	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: □ *S2* □ *D2 (volgens ISO 4628*-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
Vervolg C5-I en C5-M	**alle systemen**	**WOM test volgens cyclus 1 (1)**	**1500 uur**	**3 x voor vlakke panelen en 1 x voor groeven panelen en folie**	**Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)**	Op panelen: **Hechtkracht: min 3 N/mm² (volgens ISO 4624)** **Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2)** **Barstvorming: tot 1000 uur S0 na 1500 uur: maximaal 2 (volgens ISO 4628-4)** **Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5)** Van losse verffilm: **Massaverlies: □ *5%*** **Maximale krimp: □ *2,5%*** **Treksterkte: max 5% afname** **E-modulus: (-10 tot 70°C) □ *5 N/mm²*** **Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: niet hoger dan de treksterkte bij 1500 uur.**	
Im 1	**alle systemen**	**Snelverwering conform ISO 20340 (3)**	**4200 uur**	**1 x**	**Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)**	**Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)*** **bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624)** **Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2)** **Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3)** **Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4)** **Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5)** **Corrosie vanuit kras: maximaal 5 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 3 mm bij kras van 0,5 mm breed.** Van losse verffilm: **Massaverlies: afkeurcriterium nog vast te stellen** **Maximale krimp: afkeurcriterium nog vast te stellen** **Treksterkte: afkeurcriterium nog vast te stellen** **E-modulus: (-10 tot 70°C): afkeurcriterium nog vast te stellen** **Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: afkeurcriterium nog vast te stellen**	

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
		Onderdompeling in zoet water, ISO 2812-2	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		Kathodische onthechting conform ISO 20340 (ISO 15711)	4200 uur	1 x	Vlak	Onthechting: < 20 mm bij een gat van 6 mm waarvan het staal helemaal blank is.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.
Vervolg Im 1	alle systemen	WOM test volgens cyclus 1 (1)	1500 uur	3 x voor vlakke panelen en 1 x voor groeven panelen en folie	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm))	Op panelen: Hechtkracht: min 3 N/mm^2 (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Barstvorming: tot 1000 uur S0 na 1500 uur: maximaal 2 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Van losse verffilm: Massaverlies: □ *5%* Maximale krimp: □ *2,5%* Treksterkte: max 5% afname E-modulus: (-10 tot 70°C) □ *5 N/mm^2* Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: niet hoger dan de treksterkte bij 1500 uur.	

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Gespecificeerde Laagdikte systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelingscriterium (eis cursief gedrukt)	Opmerking
Ìm2	alle systemen	Snelverwering conform ISO 20340 (3)	4200 uur	1 x	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 5 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 3 mm bij kras van 0,5 mm breed. Van losse verffilm: Massaverlies: afkeurcriterium nog vast te stellen Maximale krimp: afkeurcriterium nog vast te stellen Treksterkte: afkeurcriterium nog vast te stellen E-modulus: (-10 tot 70°C): afkeurcriterium nog vast te stellen Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: afkeurcriterium nog vast te stellen	
		Onderdompeling in zout water, conform ISO 20340	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: bij laagdikte □ *250 µm: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409)* bij laagdikte > 250 µm: min 50% van de uitgangswaarde (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 3 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 1 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.
		Kathodische onthechting conform ISO 20340 (ISO 15711)	4200 uur	1 x	Vlak	Onthechting: < 20 mm bij een gat van 6 mm waarvan het staal helemaal blank is.	
Vervolg Ìm2	alle systemen	WOM test volgens cyclus 1 (1)	1500 uur	3 x voor vlakke panelen en 1 x voor groeven panelen en folie	Vlak, groeven en + folie (laatste t.b.v. maken losse verffilm)	Op panelen: Hechtkracht: min 3 N/mm^2 (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Barstvorming: tot 1000 uur S0 na 1500 uur: maximaal 2 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Van losse verffilm: Massaverlies: □ *5%* Maximale krimp: □ *2,5%* Treksterkte: max 5% afname E-modulus: (-10 tot 70°C) □ *5 N/mm^2* Berekende spanning bij relaxatiecoëfficiënt = 2: niet hoger dan de treksterkte bij 1500 uur.	

* Aantal malen de gespecificeerde laagdikte

Overzicht cycli zoals genoemd in hiervoor vermelde tabel.

Cyclus 1

- 10 min: T black-panel 40°C en UV straling 1 kW/m2
- 3 min sproeien met demiwater en UV straling 1 kW/m^2
- 7 minuten: afkoelen tot –15°C zonder straling
- 30 minuten –15°C met UV straling 1 kW/m^2
- 10 min: opwarmen tot T black-panel 75°C met UV straling 1 kW/m^2
- 57 minuten: T black- panel 75°C met UV straling 1 kW/m^2
- 3 minuten: afkoelen naar T black-panel 40°C, sproeien met demiwater met UV straling 1 kW/m^2.

Cyclus 2

- Continu licht, straling: 550 W/m^2
- T black-standard = 65°C,
- 102min droog,
- 18 min. regen.

Cyclus 3

- 72 uur UV straling met vocht volgens ISO 11507, d.w.z.
  - steeds 4 uur UV-straling (UVA 340 nm) met T-black-panel = 60°C en
  - 4 uur expositie aan vocht door condenseren van vocht met T black-panel = 50°C
- 72 uur zoutsproeitest volgens ISO 7253
- 24 uur expositie bij een temperatuur van –20°C.

bijlage 1B. Testen en eisen voor de veroudering van verfsystemen voor onderhoud.

Het betreft het eisenpakket verfsystemen voor onderhoud op gestraalde ondergrond, op handontroeste ondergrond en op oude verfsystemen.

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Ondergrond systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelings-criterium	Opmerking
C3, C4, C5-I, C5-M, Im1, Im2	gestraald Sa2½	Eisen conform nieuwbouwsystemen					
	handontroest tot St3°	Snelverwering conform ISO 20340 (3) of Corrosiewisseltest volgens ISO volgens ISO 11997-1 Cycle B (4)	2100 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 5 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 5 mm bij kras van 0,5 mm breed.	Overige testen no uitzoeken°
		Continue vochtbelasting volgens ISO 6270	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409) Blaarvorming: □ ***S2*** □ ***D2 (volgens ISO 4628-2)*** Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: maximaal 5 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 5 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen w esthetische eisen worden.
Vervolg C3, C4, C5-I, C5-M, Im1, Im2	oud verfsysteem	Praktijktest op oud verfsysteem	Minimaal 1 jaar	1 x	Vlak	Hechtkracht: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409) Blaarvorming: S-0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5)	LET OP: Test duurt moet op het te con object uitgevoerd

* Aantal malen de gespecificeerde laagdikte

Overzicht cycli zoals genoemd in hiervoor vermelde tabel.

Cyclus 2

- Continu licht, straling: 550 W/m^2
- T black-standard = 65°C,
- 102min droog,
- 18 min. regen.

Cyclus 3

- 72 uur UV straling met vocht volgens ISO 11507, d.w.z.
  - steeds 4 uur UV-straling (UVA 340 nm) met T-black-panel = 60°C en
  - 4 uur expositie aan vocht door condenseren van vocht met T black-panel = 50°C
- 72 uur zoutsproeitest volgens ISO 7253
- 24 uur expositie bij een temperatuur van –20°C.

Cyclus 4

- 24 uur zoutsproeitest (ISO 7253)
- 4 dagen waterdamptest (DIN KFW 50017)
- 48 uur laboratoriumatmosfeer.

bijlage 1C. Testen en eisen voor de veroudering van thermisch gespoten aluminiumlagen met en zonder aanvullende verfsysteem.

Het betreft het eisenpakket verfsystemen voor nieuwbouw. Dit is het voostel op dit moment. **Deze eisen dienen nog nader te worden uitgewerkt°**.

Inzetklasse systeem volgens ISO 12944	Systeem	Verlangde test (tussen haakjes cyclus)	Testduur	Laagdikte waarbij getest wordt*	Type proef-paneel	Beoordelings-criterium	Opmerking
C4, C5-I, C5-M, Im1, Im2	Thermisch gespoten aluminiumlaag op gestraald staal Sa2½ °	Snelverwering conform ISO 20340 (3)	4200 uur	1 x	Vlak en U-profiel	Hechtkracht: minimaal 5 MPa (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: geen.	Overige testen nog verder uitzoeken°
		Corrosiewisseltest volgens ISO volgens ISO 11997-1 Cycle B (4)	2100	1 x	Vlak en U-profiel	Hechtkracht: minimaal 5 MPa (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: geen	
		Continue vochtbelasting volgens ISO 6270	2000 uur	1 x	Vlak en U-profiel	Hechtkracht: minimaal 5 MPa (volgens ISO 4624) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras: geen	
C4, C5-I, C5-M, Im1, Im2	Verfsysteem op thermisch gespoten aluminiumlaag	Corrosiewisseltest volgens ISO volgens ISO 11997-1 Cycle B (4)	2100	1 x	Vlak	Hechtkracht: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409) Blaarvorming: S0 (volgens ISO 4628-2) Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras tot op aluminium: 2 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 2 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		Continue vochtbelasting volgens ISO 6270	2000 uur	1 x	Vlak	Hechtkracht: klasse 0 of 1 (volgens ISO 2409) Blaarvorming: □ *S2* □ *D2 (volgens ISO 4628-2)* Roestvorming: Ri0 (volgens ISO 4628-3) Barstvorming: S0 (volgens ISO 4628-4) Onthechting: S0 (volgens ISO 4628-5) Corrosie vanuit kras tot op aluminium: 2 mm bij kras van 2 mm breed en maximaal 5 mm bij kras van 0,5 mm breed.	
		WOM test conform ISO 11341, cycle A (2)	2000 uur	1 x	Vlak	Kleurbehoud: afhankelijk van kleur Glansbehoud: glans minimaal 30% van de uitgangsglas (volgens ISO 2813) Verkrijten: afhankelijk van kleur.	Deze test alleen wanneer esthetische eisen gesteld worden.

* Aantal malen de gespecificeerde laagdikte

° Vergt nog nader onderzoek.

Overzicht cycli zoals genoemd in hiervoor vermelde tabel.

Cyclus 2

- Continu licht, straling: 550 W/m^2
- T black-standard = 65°C,
- 102min droog,
- 18 min. regen.

Cyclus 3

- 72 uur UV straling met vocht volgens ISO 11507,

  d.w.z.
  - steeds 4 uur UV-straling (UVA 340 nm) met T-black-panel = 60°C en
  - 4 uur expositie aan vocht door condenseren van vocht met T black-panel = 50°C
- 72 uur zoutsproeitest volgens ISO 7253
- 24 uur expositie bij een temperatuur van –20°C.

Cyclus 4

- 24 uur zoutsproeitest (ISO 7253)
- 4 dagen waterdamptest (DIN KFW 50017)
- 48 uur laboratoriumatmosfeer