



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken

Bijlagendocument deel A

Richtlijnen genoemd in de ROK waarvan staat aangegeven dat ze bij RWS GPO verkrijgbaar zijn (voor zover beschikbaar).

Doc. nr. : RTD 1001:2017 Bijlagendocument deel A

Versie : 1.4

Datum : 20 April 2017

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 1.4 d.d. 20 april 2017

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 1^e erratum bij ROK versie 1.0 (tot versie 1.1); Bijgevoegde documenten zijn dezelfde en gelijk aan bijlagedocument delen A en B versie 1.0; Wijziging betreffen verbeteringen en aanpassingen in overzichtstabel aan het begin van de bijlagedocumenten 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, leuning, 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

1.4	ROK Bijlagedocumenten versie 1.4 d.d. 20-04-2017 De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd (A en B samen): - NBD00730 Standaarddetails voor betonnen bruggen is vervangen door RTD 1010 Standaarddetails voor betonnen bruggen - Rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel II: Afvoergoten en putten is vervangen door RTD 1008 Richtlijn Hemelwaterafvoer voor Bruggen en Viaducten. - RTD 1002 Hydrofoberen van beton, nieuwe versie - RTD 1009 Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken, nieuwe versie - RTD 1012 Eisen voor brugopleggingen, nieuwe versie - RTD 1023 Buigslappe voegen, nieuwe RTD

Dit bijlagendocument bestaat uit 2 delen (A en B). In de tabel is aangegeven in welke deel een document zich bevindt.

Norm/document	Omschrijving/verwijzing	Dat.	In Pdf	deel	Opm
RTD 1002	Hydrofoberen van beton, aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2, versie 3, d.d. 20-12-2016	2016	Ja	A	
RTD 1003	Ontwerp van inspectie- en onderhoudsvoorzieningen voor vaste bruggen (nog niet beschikbaar)	Nvt	Nee		1
RTD 1004	Resultaatsbeschrijvingen ontwerpdocumenten (nog niet beschikbaar)	Nvt	Nee		1
RTD 1005	Beste practices ontwerp betonnen bruggen en viaducten (nog niet beschikbaar)	Nvt	Nee		1
RTD 1007-1	Meerkeuzematrix (MKM) voegovergangen, versie 1.0, d.d. 01-04-2013	2013	Ja	A	
RTD 1007-2	Eisen voor voegovergangen, versie 3.0 d.d. 01-12-2014	2014	Ja	A	
RTD 1007-3	Geluideisen voegovergangen, versie 1.0, d.d. 26-03-2013	2013	Ja	A	
RTD 1007-4	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies, versie 1.0, d.d. 01-04-2013	2013	Ja	A	
RTD 1008	Richtlijn Hemelwaterafvoer voor BRUGGEN EN VIADUCTEN, versie 1.0 d.d. maart 2017	2017	Ja	A	2
RTD 1009	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken, versie 1.7, d.d. 11-2016	2016	Ja	A	
RTD 1010	Standaarddetails voor betonnen bruggen, versie 1.0, d.d. april 2017	2017	Ja	B	3
RTD 1011	Eisen stootplaten , versie 1.0, d.d. 01-03-2014	2014	Ja	B	
RTD 1012	Eisen voor brugopleggingen, d.d. 21-02-2017	2017	Ja	B	
RTD 1014	Generieke eisen elektrotechnische installaties, versie 3.0, d.d. 17-12-2012	2012	Ja	B	
RTD 1015	Eisen voor kunststofslijtlagen, versie 1.1, d.d. 01-12-2014	2014	Ja	B	
RTD 1018	Eisen Handelsproducten; Handelsproducten zoals toegepast in werktuigkundige installaties van kunstwerken, versie 2.0, d.d. 01-07-2014	2014	Ja	B	
RTD 1019	Eisen tandwielkasten, open overbrengingen en boogtandkoppelingen, versie 2.0, d.d. 01-07-2014	2014	Ja	B	
RTD 1020	Eisen staalkabels: leveringsvoorwaarden, kwaliteitseisen en keuringseisen voor staalkabels, versie 2.0, d.d. 01-07-2014	2014	Ja	B	
RTD 1022	Richtlijnen veiligheidsschermen, versie 1.0, d.d. 01-04-2015	2015	Ja	B	
RTD 1023	Buigslappe voegen, versie 1.2, d.d. 24-1-2017	2017	Ja	B	4
NBD06000	Eisen voor hydraulische bewegingswerken	2005	Ja	B	
NBD09799	Eisen kunststoffen: Technische leveringsvoorwaarden voor glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw	2001	Ja	B	
NBD10005	Eisen conservering stalen en aluminium onderdelen t.b.v. betonnen kunstwerken	2005	Ja	B	
NBD10300	Eisen technische deklagen (Technische leveringsvoorwaarden voor thermisch gespoten en galvanische deklagen voor het beschermen van het onderliggende staal tegen corrosie en slijtage)	2010	Ja	B	
NBD16312(informatief)	Conserveringssysteemblad voor immersiebelasting (Im2)	2011	Ja	B	
NBD16325(informatief)	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing zonder UV-belasting	2006	Ja	B	
NBD16365(informatief)	Conserveringssysteemblad atmosferische toepassing met UV-belasting	2006	Ja	B	
1204875-002-GEO-	Afstemming Leidraad Kunstwerken en Eurocode, Activiteit 1:	2012	Ja	B	

Norm/document	Omschrijving/verwijzing	Dat.	In Pdf	deel	Opm
0008	Belastingfactoren bij maatgevende waterstanden, Deltares, 2012				
SCON-2007-337-TCE	Code of Practice metaalconservering RWS	2008	Ja	B	
SCON-2008-683-TCE	PSIBouw document SCON-2008-683-TCE, dd 30-10-2008. <i>Eisen, testmethoden, nu en 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)</i>	2008	Ja	B	
OGOS-500-TRL	Eisen thermische spuitlagen: Eisendeel	2010	Ja	B	
OGOS-501-TRL	Eisen thermische spuitlagen: Handreiking	2010	Ja	B	
CTO 3L10314254	voorschrift NS d.d. 840807	1984	Ja	B	
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 https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/werken-aan-infrastructuur/bouwrichtlijnen-infrastructuur/portalen-en-uithouders.aspx		Nee		

Opmerking:

1. Document wordt thans opgesteld. Er bestaat geen vervangend document.
2. Rapport nr. 22 Regenwaterafvoer, deel 2, afvoergoten en putten is vervangen door RTD 1008.
3. NBD00730 Standaarddetails voor betonnen bruggen is vervangen door RTD 1010.
4. RTD 1023 Buigslappe voegen is een nieuwe RTD.



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:	3.0
Status:	Definitief
Datum:	20-12-2016

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.

Hydrofoberen van beton

RTD 1002

Datum	20-12-2016
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	20-12-2016
Status	Definitief
Versienummer	3.0

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 duurzaamheidseisen 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 vooraf 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 ($\pm 180^{\circ}\text{C}$) 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 proeven zijn *aanvullend* op NEN-EN 1504-2 en zijn dus geen vervanging van de daarin opgenomen proeven.

Met dit RWS Technisch Document (RTD) 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 $(50\pm 5)\text{ N/mm}^2$.

Opmerking 1: In afwijking van bovenstaande hoeft er geen (aanvullend) 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 vliegaskoncreet. 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 beproevingsresultaten op hoogovencement beton vergelijkbaar zullen zijn voor die op vliegaskoncreet.

Applicatie hydrofobeermiddel

De behandeling van de proefstukken met hydrofobeermiddel dient te worden uitgevoerd volgens NEN-EN 1504-2. Het aanbrengen van het hydrofobeermiddel volgens de procedure van de producent en/of leverancier is toegestaan.

Indien van de standaard methode, zoals beschreven in de normen, wordt afgeweken dient duidelijk te worden aangegeven waarom dit is gedaan. Alle afwijkingen dienen nauwkeurig te worden gespecificeerd. Deze afwijkingen dienen ook expliciet op het productinformatieblad te worden vermeld.

Daarnaast dient te worden onderbouwd dat de gekozen afwijkende behandeling een reële benadering is van de behandeling van beton op een bouwwerk in de dagelijkse praktijk.

Toelichting:

Met de 'standaard methode' wordt hier bedoeld de wijze van behandelen conform EN 13579 en EN 13580 (per kubus wordt één zijde in het hydrofobeermiddel geplaatst gedurende 120 ± 5 s en dan verwijderd).

Het is niet toegestaan om extra hydrofobeermiddel aan te brengen indien er na de voorgestelde procedure onvoldoende hydrofobeermiddel is opgenomen door een kubus

Bepaling indringdiepte hydrofobeermiddel

Eisen

- De indringdiepte van het hydrofobeermiddel in de proefstukken met een mengselsamenstelling volgens C (0,45) vervaardigd met CEM III/B moet voldoen aan:
 - De indringdiepte dient op alle locaties van het behandelde oppervlak tenminste 1,0 mm te bedragen.
 - De gemiddelde indringdiepte per proefstuk over het gehele behandelde oppervlak dient minimaal 2,0 mm te zijn.
- De indringdiepte van de proefstukken met een mengselsamenstelling volgens C (0,70) met CEM I 42,5 R of CEM III/B dient 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, van ieder van de vier vlakken moet de minimum en de gemiddelde indringdiepte worden bepaald. 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 dient voldoen aan de eisen conform NEN-EN 1504-2 voor "class I".

Hittebestendigheid hydrofobeermiddel

Inleiding

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 (conform 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 mengsamenstelling 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. In dat geval dient dit expliciet te worden vermeld.

Testprocedure

De proef begint 14 dagen na de behandeling van het beton met het hydrofobeermiddel. Dit sluit aan bij de gevolgde procedure voor de normale absorptieproef. De drie kubussen worden gedurende 30 minuten in een voorverwarmede oven geplaatst bij 160°C. NB de kubussen mogen niet worden voorverwarmd!

Na afkoeling worden de kubussen onder een laag van (25 ± 5) mm gedestilleerd water (geleidbaarheid $< 50 \mu\text{S}$) 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 AR 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 met hydrofobeermiddel 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 AR dient $< 30\%$ te zijn nadat de kubussen beproefd zijn op hittebestendigheid.

Identificatie

Ter identificatie van het hydrofobeermiddel dient een actueel infraroodspectrum conform NEN-EN 1504-2 aan de rapportage te worden toegevoegd.

Uitvoering en Rapportage

Het bovengenoemde onderzoek en rapportage daarvan dient te worden uitgevoerd door een ter zake kundig, onafhankelijk en erkend laboratorium.

In de rapportage dienen ook alle afzonderlijke meetresultaten te worden opgenomen.

Geldigheid

De resultaten van het onderzoek zijn geldig zolang de samenstelling van het hydrofobeermiddel op geen enkele wijze wordt gewijzigd door producent, leverancier en/of applicateur.

De producent en/of leverancier dient elke drie jaar aan te tonen dat de samenstelling van het hydrofobeermiddel niet is gewijzigd. Dit kan middels een actueel infraroodspectrum conform NEN-EN 1504-2.

Indien de samenstelling wordt of is veranderd, dan dient opnieuw te worden aangetoond dat aan alle eisen uit deze RTD wordt voldaan.

Product informatie

Op een productinformatieblad of dergelijk mag nooit expliciet worden vermeld dat een middel door Rijkswaterstaat is goedgekeurd. Het is wel toegestaan te verwijzen naar een onderzoeksrapport gebaseerd op deze RTD.

Versie beheer

versie	datum	aanpassing
1, 2011	11-01-2011	N.v.t., 1 ^e 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.
3, 2016	20-12-2016	Algemeen: Tekstuele verbeteringen en aanpassing lay-out
3, 2016	20-12-2016	Aanvulling tekst m.b.t. <i>Applicatie hydrofobeermiddel</i>
3, 2016	20-12-2016	Tekst <i>Bepaling indringdiepte</i>
3, 2016	20-12-2016	Toegevoegd <i>Identificatie</i>
3, 2016	20-12-2016	Toegevoegd <i>Uitvoering en Rapportage</i>
3, 2016	20-12-2016	Toegevoegd <i>Geldigheid</i>



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

Informatie

Datum

Status

Versienummer

Rijkswaterstaat

rok-info@rws.nl

01-04-2013

Definitief

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 biedt 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.

Indeling en inhoud factsheets

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 Bijlage 4.

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

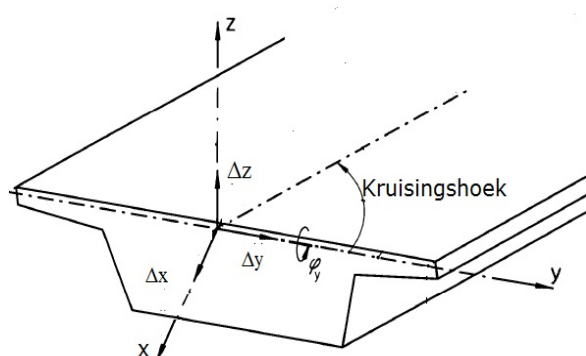
Deze Functionele Eisen gelden voor alle concepten en worden hieronder toegelicht.

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	Reliability	Availability	Maintainability	Safety
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-beschikbaarheidsindex" 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' werkuren betreffen. Werkuren (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 voegovergangconcepten 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 Uitvoeringsongevoeligheid	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 Geluideisen 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: $GLW(v) = GLW(100\text{km/h}) + b \cdot \log(v/100)$. 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 $(\alpha-100) \cdot 0,0642$. 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

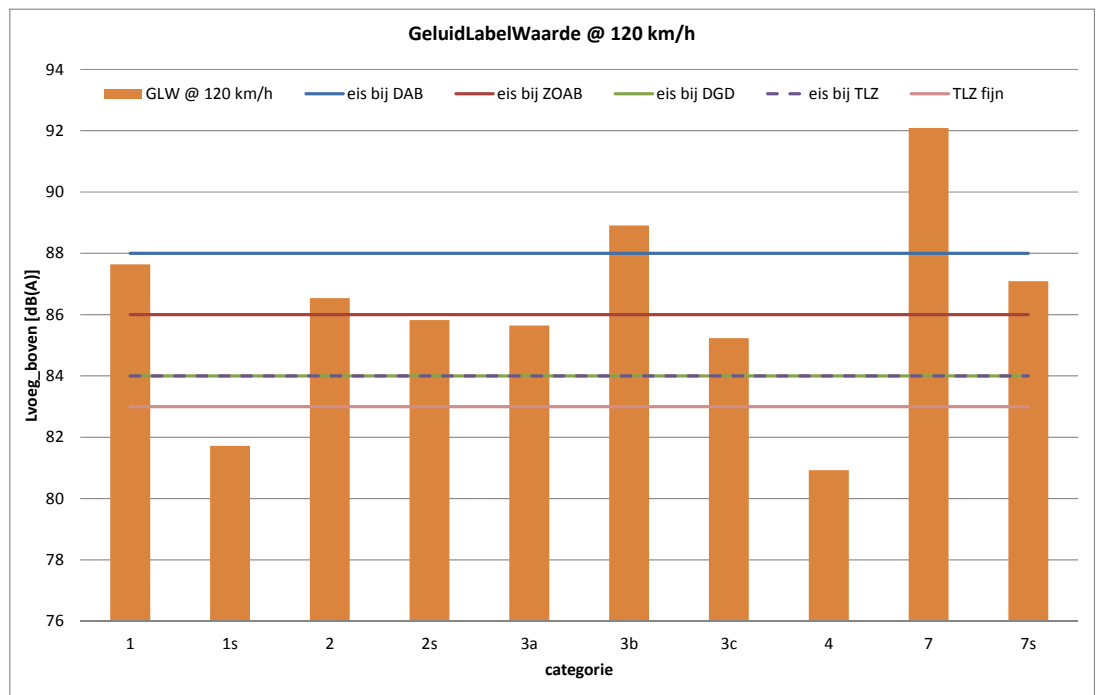
Uitgangspunt bij het gebruik van de GLW als toetsing aan de geluideis is dat de voegconstructie wordt ingebouwd conform de RTD 1007-2 'Eisen voor Voegovergangen'. Onvlakheden in de realisatie van een voegconstructie leiden tot een toename van de geluidemissie.

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 ontwerpssnelheden

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. Verborgene 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 uitgeoefend 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 temperatuurcomponent
- 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 inverting 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

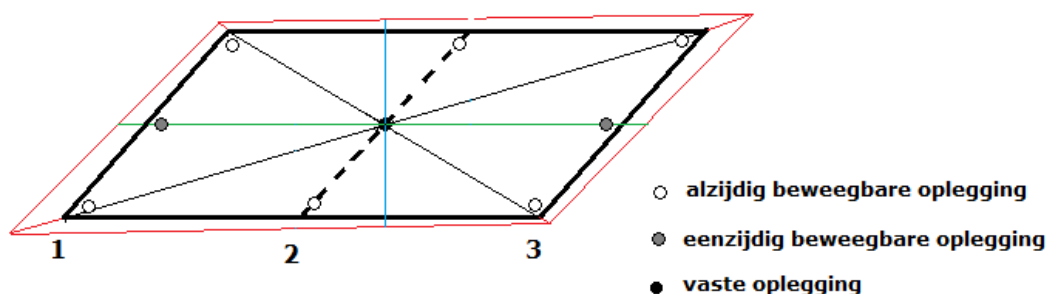
Een en ander wordt hieronder kort toegelicht.

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.



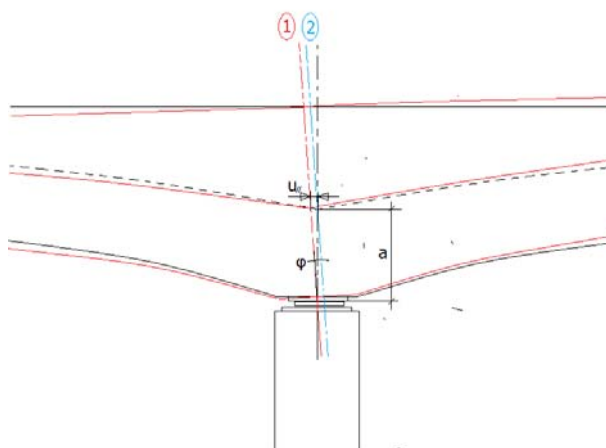
Figuur 3: Ongelijkmatige uitzetting massieve scheve plaat.

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.

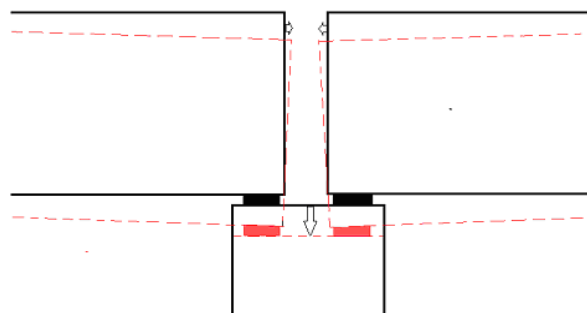


Figuur 4: opgelegde verplaatsing vanuit vaste oplegging bij hoekverdraaiing

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 ongeschikt. 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).

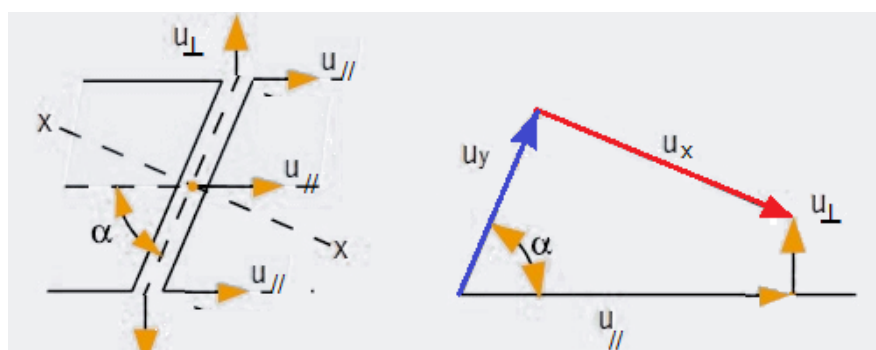
Het is gebruikelijk om de horizontale verplaatsingen van het brugdek ter plaatse van de voeg aan te geven in verplaatsingen evenwijdig aan de rijrichting ($u_{//}$) en verplaatsingen haaks op de rijrichting ($u_{\perp}$). Deze verplaatsingen zijn dus niet voor de gehele voeg hetzelfde. Alle maatgevende 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: $u_z = u_{z;dw} + u_{z;opl} + \phi_y \cdot a + n \cdot u_{//}$

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 [%]

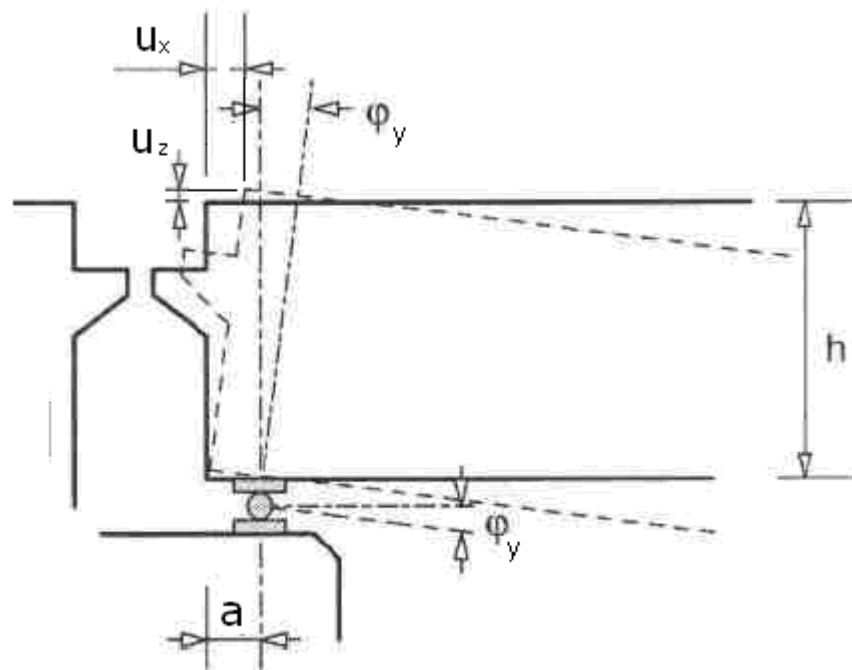
$u_{//}$ = horizontale verplaatsing in rijrichting [mm]

N.b.: Indien de doorbuiging bekend is dan kan de hoekverdraaiing ϕ_y als volgt worden benaderd:

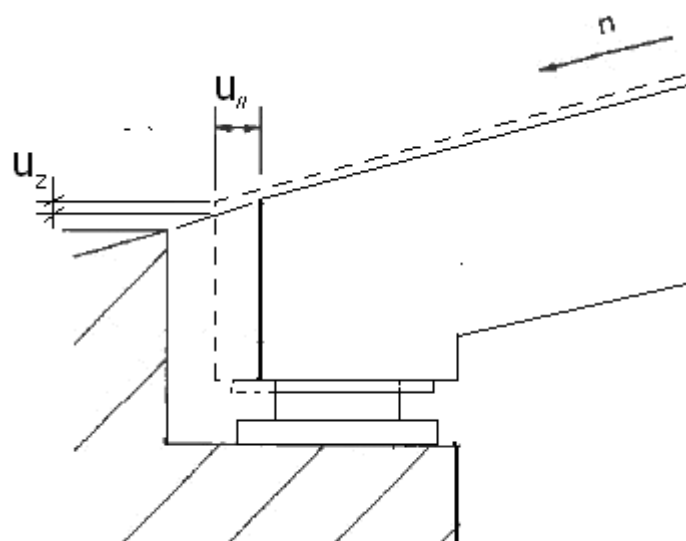
$\phi_y = 4 \cdot f / l_h$, waarin:

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	betrouwbaarheid						beschikbaarheid	onderhoud-baarheid		veiligheid		
			bewegingsvrijheid				mechanische weerstand		gebruiksvriendelijkheid en veiligheid		geluid	waterdichtheid												
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	risico op letsel/schade		
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 polymeeerbeton. 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	betrouwbaarheid					beschikbaarheid	onderhoud-baarheid			veiligheid		
			bewegingsvrijheid				mechanische weerstand		gebruiksvriendelijk-heid en veiligheid		geluid	waterdichtheid						beschikbaarheid	vast onderhoud	vervangen onderdelen	vervangen constructie	risico op letsel/schade		
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	risico op letsel/schade		
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. Verborgene 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 voegovergangsbalken 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 voegovergangsbalken 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 voegovergangsbalken 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 parallelogram 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 parallelogram 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	Verborgene 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:	 %
Inbouwruiimte	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 voegspoonning volgens tek. (neutrale stand):	 mm
	Gemeten breedte voegspoonning (min / max): Constructietemperatuur tijdens meting:	 mm/.....mm °C
Wegverharding	Klankkast onder voeg aanwezig:	ja / nee
	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]	$\Delta x[\text{mm}] = \Delta L_{//} \sin(\alpha) + \Delta L_{\perp} \cos(\alpha)$	$\Delta y[\text{mm}] = \Delta L_{//} \cos(\alpha) + \Delta L_{\perp} \sin(\alpha)$	Δz [mm]
1. Temperatuur *				
1a. Gelijkmatige temperatuurs-component (opm: combinatiefactor met 1b: $\omega=0,35$)	$\Delta L_{//} = \dots$ mm $\Delta L_{\perp} = \dots$ mm $\Delta z = \dots$ mm (t.g.v. helling)	....	....	....
1b. Ongelijkmatige temperatuurcomponent (opm: combinatiefactor met 1a: $\omega=0,75$)	$\Delta L_{//} = \dots$ mm $\Delta L_{\perp} = \dots$ mm $\Delta z = \dots$ mm (t.g.v. kromming)	....	....	....
2. Krimp/kruip				
2a. Verwachte (resterende) krimp verkorting (beton)	$\Delta L_{//} = \dots$ mm $\Delta L_{\perp} = \dots$ mm $\Delta z = \dots$ mm (t.g.v. helling)	....	....	....
2b. Verwachte (resterende) kruipverkorting (beton)				
3. Windbelasting *				
	$\Delta L_{\perp} = \dots$ mm $\Delta L_{//} = \dots$ mm	....	....	....
4. Verplaatsingen/zettingen van het steunpunt				
	Verticale deformatie (zetting): mm Horizontale deformaties steunpunt: mm $\varphi_y = \dots$ mrad / -.....mrad $\Delta L_{//} = \dots$ mm of $\Delta x = \dots$ mm	....	....	....
5. Verkeersbelasting *				
5a. Verkeersbelasting (verticaal) (opm: combinatiefactor met 5b = 0,80)	$\varphi_y = \dots$ mrad (t.g.v. doorbuiging) $\Delta z = \dots$ mm (indrukking oplegging en/of doorbuiging dwarsdrager)	....	....	....
5b. Verkeersbelasting (horizontaal) (opm: combinatiefactor met 5a = 0,80)	$\Delta L_{//} = \dots$ mm (t.g.v. remkrachten) $\Delta L_{\perp} = \dots$ mm (t.g.v. centrifugaalkrachten bij $r < 1500$ m)	....	....	....
	Totale verplaatsing bruikbaarheidsgrenstoestand (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 ($r < 1500$ m)? 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 geluidsschermb.	 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-beschikbaarheid 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 werkuren (WBU) voor vast onderhoud. <i>Getoetst dient te worden of dit onderhoud binnen de WBU mogelijk is</i>		WBU eis = ... uur
	Aantal beschikbare werkuren (WBU) voor variabel onderhoud (vervangen van onderdelen en reparaties) Snelheidsbeperking buiten WBU toegestaan? <i>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.</i>		WBU eis = ... uur ja / nee
	Is stremming buiten de WBU toegestaan? Welke eis is gesteld aan de maximale aaneengesloten stremmingsduur? <i>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.</i>		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	<i>Nieuwbouwmodel met geluidbeperkend randprofiel.</i>
		1.2b	Renovatiemodel aan te brengen na asfalteren.	1.2b1	Renovatiemodel zonder geluidbeperkende voorziening.
				1.2b2	Renovatiemodel met geluidbeperkende voorziening.
1.3	<i>Randprofielen met ingeklemde voegprofielen en boutverankering/voorspanstaven</i>	1.3a	<i>Randprofielen met ingeklemde voegprofielen met horizontale boutverankering/ voorspanstaven</i>		
		1.3b	<i>Randprofielen met ingeklemde voegprofielen en verticale boutverankering/ voorspanstaven.</i>		
1.4	Stalen randprofielen met ingeklemde randprofielen in onverankerde voegovergangsbalken 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 kunstarsbalken		
2	Vingervoegen (cantilever joints / supported joints)				
2.1	Uitragende 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	<i>Idem met driehoekige vingers (zaagtand-platen) met geluidsreducerend effect</i>
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	<i>Volledig elastisch voegovergangen van polymeerbeton</i>				
5	Verborgene voegovergangen (buried joints)				
5.1	Voegovergang als onderdeel gemodificeerd asfaltbeton, over volledige objectlengte aangebracht. Constructie: stalen component dat voegspleet deels overbrugt, DAB, rekspreidende inlage, gemodificeerd asfaltbeton dat beweging opneemt				
5.2	<i>Op constructie bevestigde en onder asfalt verborgen afdichtingselementen. Constructie: afdichtingscomponent (bv rubber-mat) die voegspleet overbrugt en afdicht, membraan, rekspreidende asfaltwapening of scheurleidende zaagsnede met flexibele voegvulling</i>				
5.3	<i>Voegovergang als onderdeel van gemodificeerd asfaltbeton, over volledige objectlengte aangebracht. Constructie: gemodificeerd asfaltbeton. Ter plaatse van voegovergangen wordt tussen de asfaltlagen asfaltwapening aangebracht</i>				
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

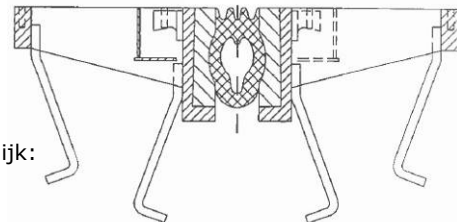
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.

Beschrijving concept

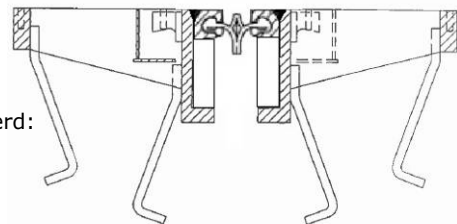
In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type Enkele Grote Voeg (EGV ontwerp Directie Bruggen) en modificatie met klauwprofiel.

Factsheet concept 1.1a

Oorspronkelijk:



Gemodificeerd:



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	Oorspronkelijke EGV $\Delta x = \pm 12,5 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 4 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$			Gemodificeerde EGV $\Delta x = \pm 15 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 15 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$ 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: <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>82,6</td><td>84,1</td><td>85,4</td><td>86,6</td><td>87,6</td><td>88,6</td></tr></table> Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met $(\alpha - 100) \cdot 0,0642$.						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6															
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 krimpnaad 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 bereiden 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-rubberpakketten 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 inlepen; - Voor de modificaties geldt dat de klauwprofielen in het bereiden 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

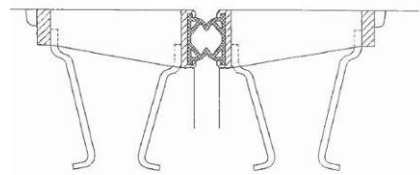
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting.

Beschrijving concept

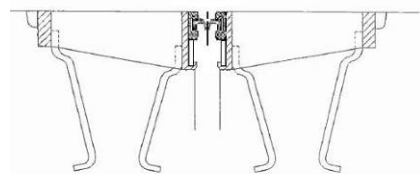
In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type Maurer kast- of kokerprofiel D60 en modificatie met klauwprofiel.

Factsheet concept 1.1b

Oorspronkelijk:



Gemodificeerd (voorbeeld):



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 - Verwerking (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 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 worden gehouden 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 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 vanwege 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

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.

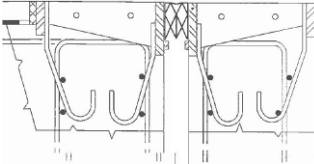
Beschrijving concept

In constructie verankerde rijroosters met ingeklemde voegprofielen, type ACME, met of zonder 'bovenpet' en/of aangevulkaniseerde stalen strippen ('pakket') en modificaties met klauwprofiel.

Factsheet concept 1.1c

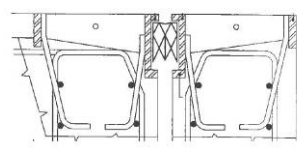
Oorspronkelijke voegovergang:

- geen pakket, zonder bovenpet



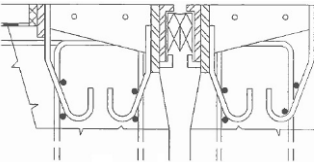
Oorspronkelijke voegovergang:

- geen pakket, met bovenpet:

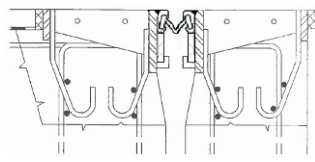


Oorspronkelijke voegovergang:

- pakket, met bovenpet:



Gemodificeerde voegovergang:



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: <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>82,6</td><td>84,1</td><td>85,4</td><td>86,6</td><td>87,6</td><td>88,6</td></tr></table> Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met (α-100)*0,0642.						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6															
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). - Verwerking (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 aangebracht te 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 afdichtingsprofielen. 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 bereiden 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

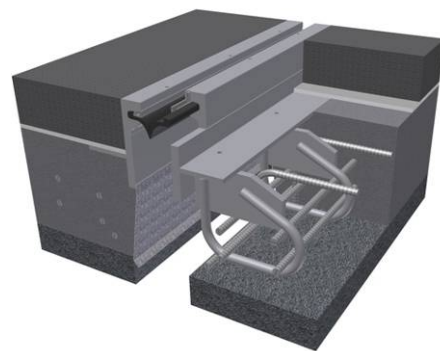
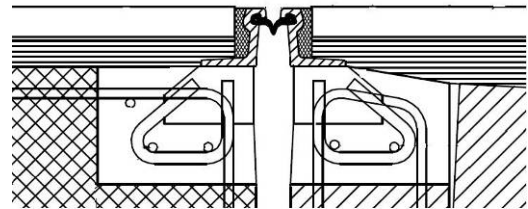
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.2a1



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$																				
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 bereiden oppervlak en robuust ontwerp.																				
	Functionele eis 4																				
Oeffenheid	Matig in verband met aanwezige voegspleet.																				
Stroefheid	Goed. Niet relevant in verband met beperkte breedte bereiden oppervlak.																				
	Functionele eis 5																				
Geluid	Bovenzijde kunstwerk		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>82,6</td><td>84,1</td><td>85,4</td><td>86,6</td><td>87,6</td><td>88,6</td></tr></table>					Snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
	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 $(\alpha-100)*0,0642$.																			
	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

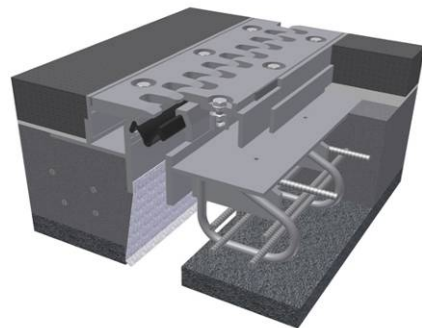
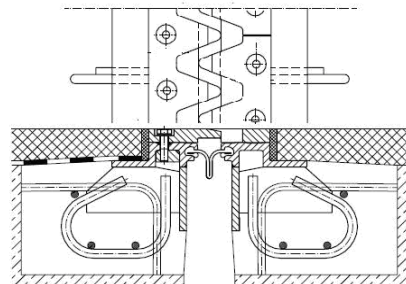
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.2a2



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y =$ varieert per leverancier: van $\pm 4 \text{ mm}$ tot $\pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$						
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
	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 verouderd 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

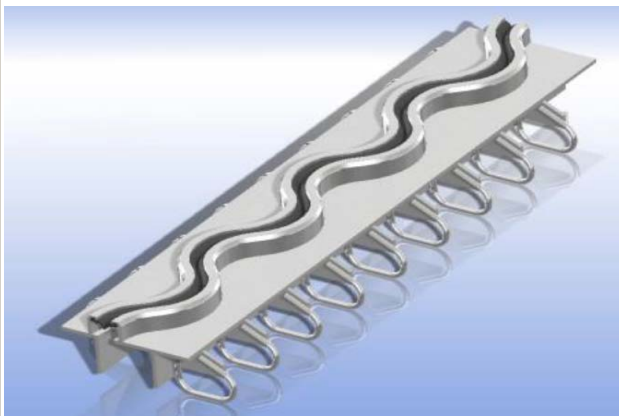
Familiedefinitie

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

Factsheet concept 1.2a3



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 conserveringssysteem
- 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

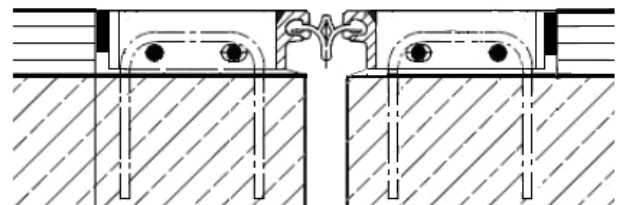
Voegovergang met stalen randprofielen met of zonder overgangsbalken van beton, kunsthars of elastomeer. De voegspleet tussen de randprofielen wordt gevuld met een flexibele niet verkeerdragende voegafdichting

Familiedefinitie

In constructie verankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen zonder geluidreducerende voorzieningen. Renovatiemodel zonder geluidbeperkende maatregelen.

Factsheet concept 1.2b1

Renovatiemodel



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$						
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 $(\alpha - 100) \cdot 0,0642$.						
	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 voegovergangsbalken; - Onvlakheid aanstortingen en aansluitingen wegdek.
Slijtvastheid	Goed. Betreft slijtage van de bereiden delen van de voegdorpels. Staalvezelbeton is voldoende slijtvast. Op lange termijn kan door slijtage en verwerking 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 bereiden 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;
- Nodige 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

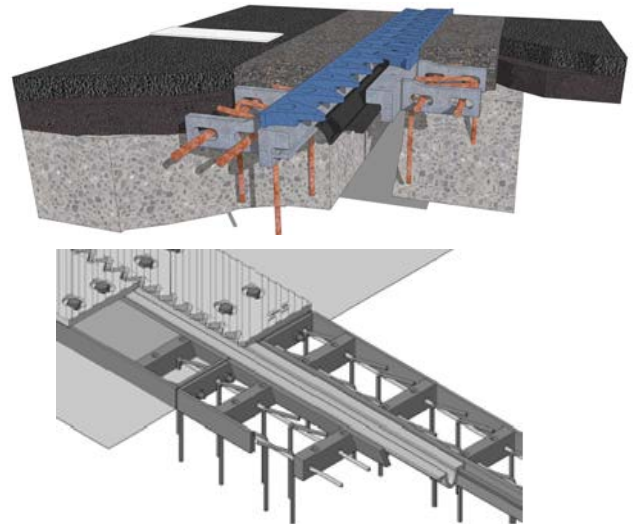
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.2b2



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y =$ varieert per leverancier: van $\pm 4 \text{ mm}$ tot $\pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$ 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:					
		snellheid	80	90	100	110	120	130
		GLW	77,5	78,7	79,8	80,8	81,7	82,6
	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 voegovergangsbalken. - 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 bereiden delen van de voegdorpels en de geluidreducerende platen. Staalvezelbeton is voldoende slijtvast. Op lange termijn kan door slijtage en verwerking 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 bereiden oppervlak is niet van invloed op het functioneren.
Aantasting-ongevoeligheid	Redelijk. Aantasting van de conservering kan leiden tot corrosie in niet bereiden 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 hoofd draagconstructie;
- 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 schamkantoplossingen;
- 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 schamkanten 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

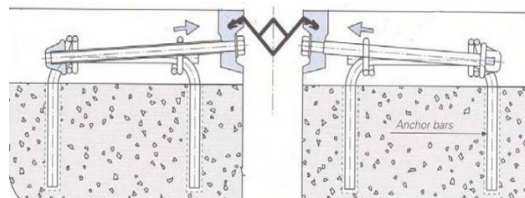
- Maurer www.maurersoehne.nl
- Reisner Wolff Sollinger Hütte www.rwsh.de
- Mageba www.mageba.ch
- Smits Neuchatel www.smitsneuchatel.nl
- Brabotech www.brabotech.nl
- Spanstaal www.spanstaal.nl
- Edilon Sedra www.edilonsedracontracting.com (toepassing Provinciale overheid)
- Rowij www.rowij.nl
- Colijn Tensa: www.tensa.nl

Familie 1. Nosing joints**Familiedefinitie**

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.

Factsheet concept 1.3a**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**

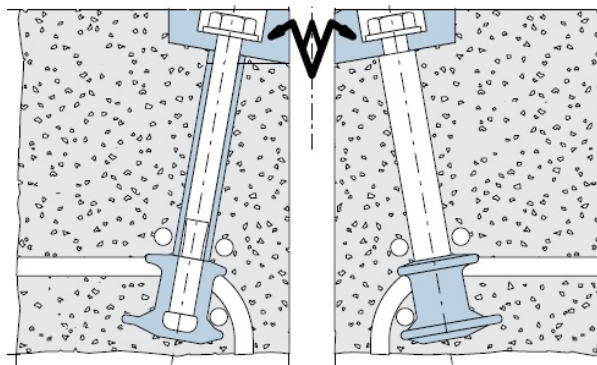
Freyssinet / CIPEC (type WR) www.freyssinet.nl

Familie 1. Nosing joints**Familiedefinitie**

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.

Factsheet concept 1.3b**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

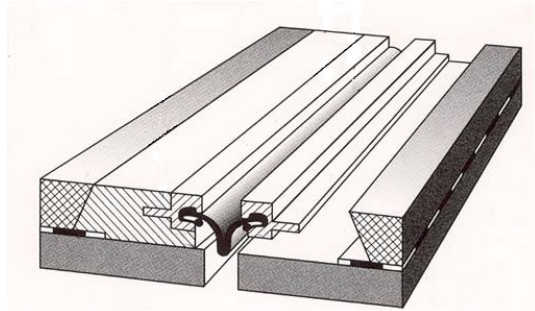
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.4a1



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$																				
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 polymerebeton afgewerkt / ingeschuurd met een fijne korrel zijn voldoende stroef.																				
	Functionele eis 5																				
Geluid	Bovenzijde kunstwerk	De GeluidsLabelWaarden voor een kruisingshoek van 100 gon: <table><tr><td>snellheid</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>82,6</td><td>84,1</td><td>85,4</td><td>86,6</td><td>87,6</td><td>88,6</td></tr></table> Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met $(\alpha - 100) \cdot 0,0642$.						snellheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
	snellheid	80	90	100	110	120	130														
GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6															
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 uitgebouwd 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 relatieve 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

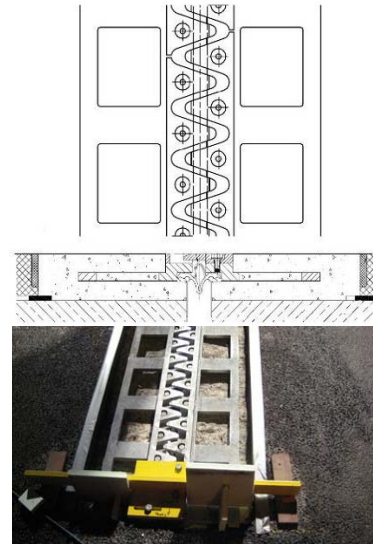
- Bij vervanging asfalt aan weerszijden van de voegovergangen bestaat het risico op onthechting als gevolg van frezen. Tevens dient er dan aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan.
Op de aansluiting dient een bitumineuze 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**

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.

Factsheet concept 1.4a2**Beschrijving concept**

Onverankerde stalen randprofielen met ingeklemde voegprofielen en geluidreducerende voorzieningen.

Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50$ $\Delta y =$ varieert per leverancier van ± 4 mm tot ± 40 mm $\Delta z = \pm 3$ 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: <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>77,5</td><td>78,7</td><td>79,8</td><td>80,8</td><td>81,7</td><td>82,6</td></tr></table> De geluidmaatregel bij randprofielvoegen bestaat meestal uit het toepassen van sinusvormige platen.						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	77,5	78,7	79,8	80,8	81,7	82,6
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW	77,5	78,7	79,8	80,8	81,7	82,6															
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 niet 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 relatieve 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

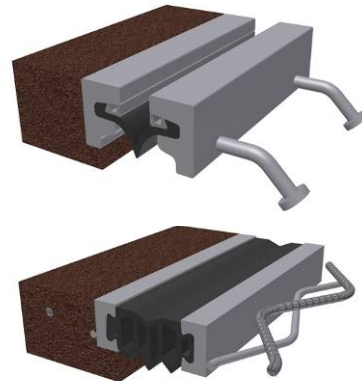
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.4b



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 40 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 10 \text{ mm}$						
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 $(\alpha-100) \cdot 0,0642$.						
	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/mm ²); - 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 voegovergangsbalken 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 relatieve 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

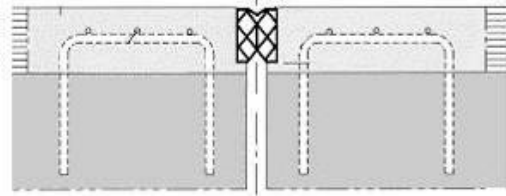
- Bij vervangen asfalt aan weerszijden van de voegovergang bestaat het risico op onthechting als gevolg van frezen; Tevens dient er aandacht te zijn voor niveauverschillen tussen voegovergang en het asfalt en de verdichting van het asfalt tegen de voeg aan. Op de aansluiting dient een bitumineuze voegvulling 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**

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

Factsheet Concept 1.5a**Beschrijving concept**

Gelijmde (VA/ACME) voegprofielen in verankerde staalvezelbetonbalken.

Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 30 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 4 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$						
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
	Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met $(\alpha - 100) \cdot 0,0642$.						
	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 voegovergangsbalken 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

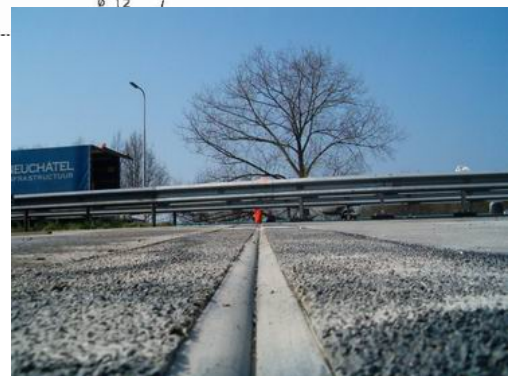
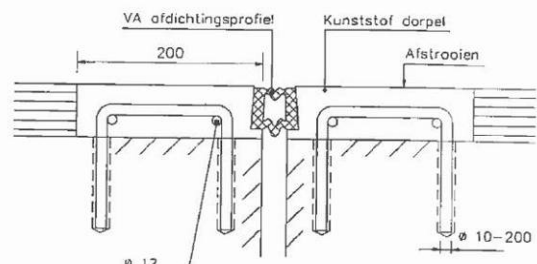
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 1.5b



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 30 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 4 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$																				
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																				
Oeffenheid	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: <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>82,6</td><td>84,1</td><td>85,4</td><td>86,6</td><td>87,6</td><td>88,6</td></tr></table> Bij kruisinghoek (α) kleiner dan 100 gon mag de GLW gecorrigeerd worden met $(\alpha-100)*0,0642$.						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW	82,6	84,1	85,4	86,6	87,6	88,6															
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 voegovergangsbalken; - Onvlakheid tussen aanstortingen en aansluitend wegdek.
Slijtvastheid	Redelijk. Kunstharsbalken voorzien van slijtlaag behoeven enig onderhoud Afdichtingsprofiel kan bij hoge temperaturen worden bereiden 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 blijvende '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 voegspanning 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 voegovergangsbalken 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)

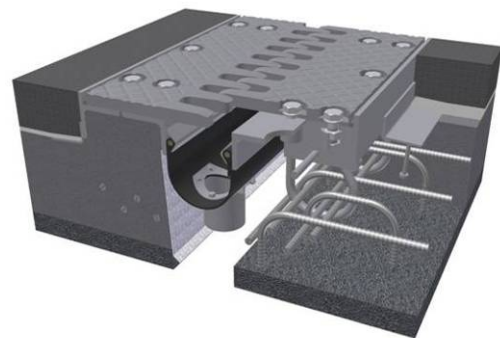
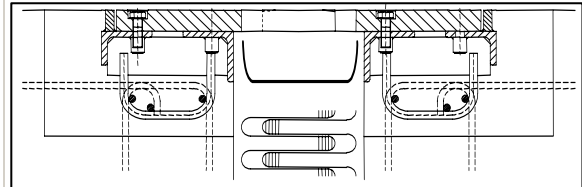
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 2.1a1



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 250 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 7 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 8 \text{ mm}$						
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 $\Delta x \geq 100 \text{ mm}$. 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 adequaat 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)

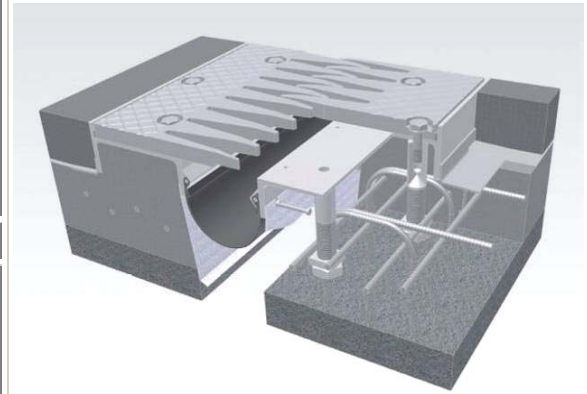
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 2.1a2



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 350 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$																				
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 $\Delta x \geq 100 \text{ mm}$. 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: <table><tr><td>snellheid</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>82,0</td><td>83,1</td><td>84,1</td><td>85,0</td><td>85,8</td><td>86,6</td></tr></table>						snellheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,0	83,1	84,1	85,0	85,8	86,6
	snellheid	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 adequaat 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 (zijdellingse 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)

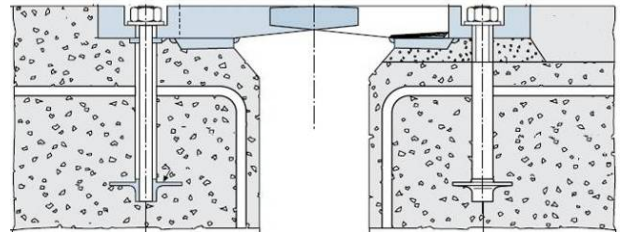
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 2.1b1



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 300 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 7 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$																				
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 $\Delta x \geq 100 \text{ mm}$. 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: <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>83,4</td><td>84,3</td><td>85,1</td><td>85,9</td><td>86,5</td><td>87,2</td></tr></table>						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	83,4	84,3	85,1	85,9	86,5	87,2
	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 secundaire 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

Rekenteknisch 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)

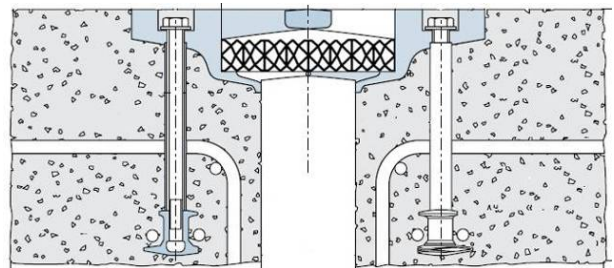
Familiedefinitie

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 dilatatie. 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 bereiden 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

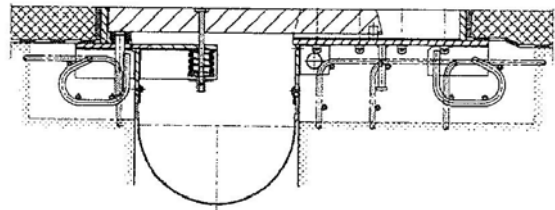
Deze voegovergang bestaat uit elementen met rechthoekige vingers die de voegspleet overbruggen op gelijke hoogte met het wegoppervlak, enerzijds scharnierend bevestigd en anderzijds beweegbaar opgelegd op een vast tweede element met rechthoekige vingers. Dilateren van het rijdek is mogelijk door het glijden van het niet-vaste scharnierend element over het vaste in de onderliggende constructie verankerde steunelement.

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.

Factsheet concept 2.2a

Ondersteunde vingerplaten met rechthoekige vingers (kamplaten) aan één zijde scharnierend vast en aan één zijde scharnierend transleerbaar opgelegd.



Functionele eisen

	Functionele eis 1							
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 475 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$							
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 $\Delta x \geq 100 \text{ mm}$. 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 adequaat 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)

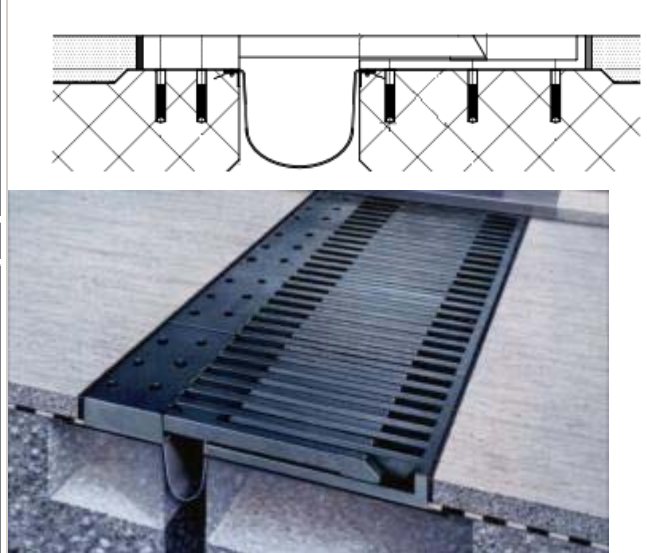
Familiedefinitie

Deze voegovergang bestaat uit elementen met rechthoekige vingers die de voegspleet overbruggen op gelijke hoogte met het wegooppervlak, 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 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.

Factsheet concept 2.2b



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = +/- 375$ $\Delta y = +/- 5 \text{ mm}$ $\Delta z = +/- 3 \text{ mm}$																				
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 $\Delta x \geq 100 \text{ mm}$. 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: <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>83,4</td><td>84,3</td><td>85,1</td><td>85,9</td><td>86,5</td><td>87,2</td></tr></table>						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	83,4	84,3	85,1	85,9	86,5	87,2
	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 transferende zijde; - Benodigde tijd voor ontwerp en fabricage inclusief details in schampkanten; - Bij bepaling Δy (zijdewijze 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 (TENZA FLEX type RC) www.mageba.ch

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)

Familiedefinitie

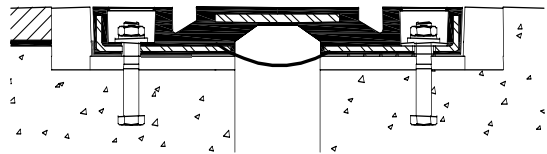
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.

Beschrijving concept

De dilatatie wordt opgenomen door 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.

Factsheet concept 3.1

Gewapende mattenvoeg



Functionele eisen

	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 70$ 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. $\Delta y = \pm 5$ mm $\Delta z = \pm 10$ 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 ingevulcaniseerde 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: <table><tr><td>snellheid</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>82,0</td><td>83,1</td><td>84,0</td><td>84,9</td><td>85,6</td><td>86,4</td></tr></table>	snellheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,0	83,1	84,0	84,9	85,6	86,4
	snellheid	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 <i>ononderbroken</i> in de schampkanten worden doorgezet. Daarnaast moeten schampkantoplossingen onderbrekingen van het lengteprofiel ge vulkaniseerd 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 voegovergangsbalken tussen asfaltbeton en matten; - Weersomstandigheden tijdens aanbrengen voegovergangsbalken; - 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 voegovergangsbalken 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 wrijving 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 ankersparringen 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 reinigen van mattenvoegen betreft voornamelijk de reiniging ter plaatse van de gootconstructies. Verder kan het noodzakelijk zijn uitgereden vullingen van ankerkasten 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 ingelijmd 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 voegovergangsbalken 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 voegovergangsbalken 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 voegovergangsbalken 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 omliggende 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	Alfaflex: wordt door diverse ondernemingen aangebracht www.alfaflex.com Transflex: wordt door diverse ondernemingen aangebracht www.trelleborg.com

Familie 3. Mattenvoegen (mat joints)**Familiedefinitie**

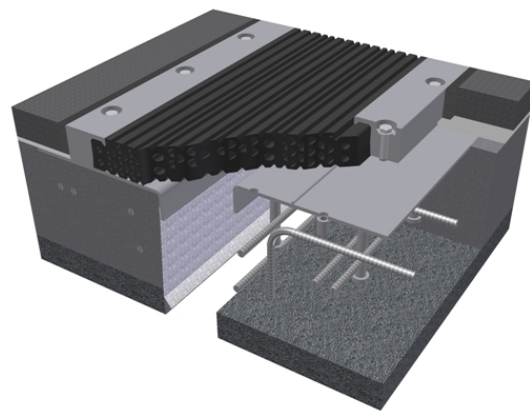
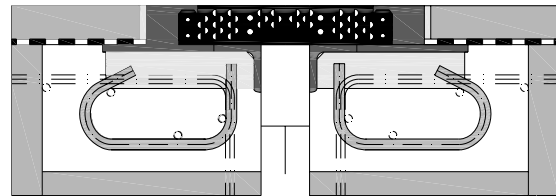
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.

Beschrijving concept

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.

Factsheet concept 3.2

Geperforeerde mattenvoegen

**Functionele eisen**

	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 60$ mm (type 160; eerste 40mm kan niet worden benut) $\Delta y = \pm 40$ mm $\Delta z = \pm 10$ 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 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 noodzakelijke 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 <i>ononderbroken</i> in de schampkanten worden doorgezet. Schampkantoplossingen moeten ge vulkaniseerd 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 bereiden 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 mogelijk 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

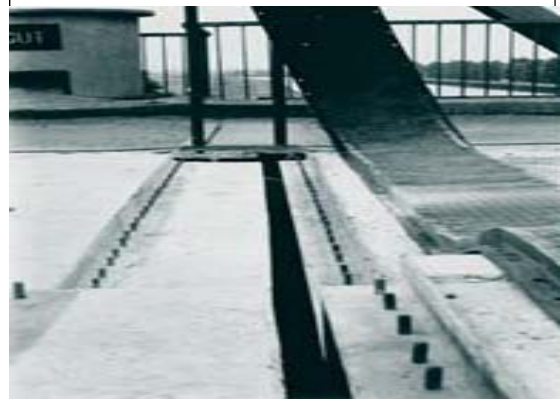
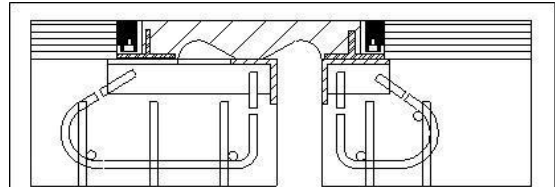
Deze voegovergang gebruikt de elastische eigenschappen van een geprefabriceerde rubberen mat om de verwachte bewegingen van een constructie op te nemen. De mat wordt door bijvoorbeeld boutverbindingen aan de constructie bevestigd. De matten sluiten aan en liggen op dezelfde hoogte als de aangrenzende verharding.

Beschrijving concept

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.

Factsheet concept 3.3

Gewelfde matten voegovergangen



Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 50$ mm (type 130; eerste 30mm kan niet worden benut) $\Delta y = \pm 50$ mm $\Delta z = \pm 10$ 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 voegovergangsbalken 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: <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>81,2</td><td>82,4</td><td>83,4</td><td>84,4</td><td>85,2</td><td>86,0</td></tr></table>						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	81,2	82,4	83,4	84,4	85,2	86,0
	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 <u>ononderbroken</u> in de schampkanten te worden doorgezet. Schampkantoplossing dient ge vulkaniseerd 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, dilatatie 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 fixatie 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)

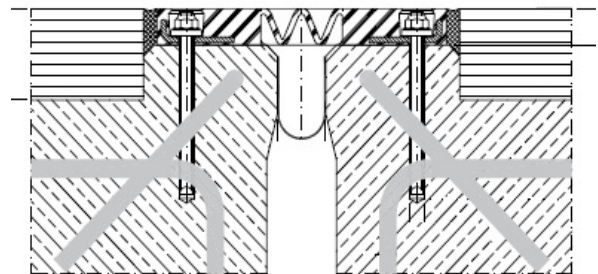
Familiedefinitie

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 waterlekage 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

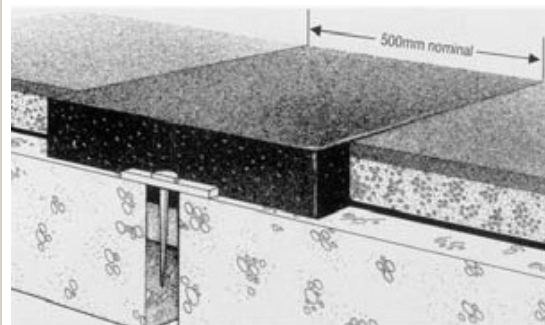
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.

Beschrijving concept 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.

Factsheet concept 4.1a

Traditionele bitumineuze voegovergang



Functionele eisen

	Functionele eis 1
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = -20 \text{ mm} / +10 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 1,5 \text{ mm}$
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
Oeffenheid	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: <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>77,6</td><td>78,9</td><td>79,4</td><td>80,2</td><td>80,9</td><td>81,6</td></tr></table>	snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	77,6	78,9	79,4	80,2	80,9	81,6
	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 blijkt 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 bereiden 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 millimeters 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

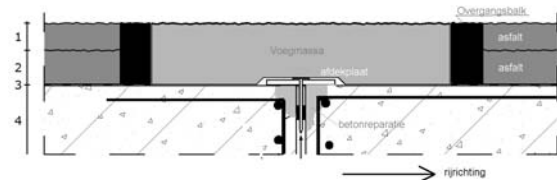
Een in situ vervaardigde voegovergang bestaande uit flexibel materiaal met een specifieke samenstelling (bindmiddel met aggregaten) die aansluit op, en op dezelfde hoogte ligt als de aangrenzende verharding. De voegovergang wordt ter plaatse van de voegspleet ondersteund door dunne metalen platen of andere geschikte componenten.

Beschrijving concept 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.

Factsheet concept 4.1a1

Verbeterde traditionele bitumineuze voegovergang



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)

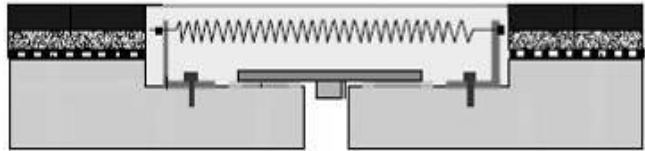
Familiedefinitie

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

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.

Factsheet concept 4.1b



Met spiraalveren gewapende bitumineuze voegovergang



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 25 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$						
Kruisingshoek	Concept is geschikt voor kruisinghoeken van 65 tot 100 gon.						
	Functionele eis 2						
Mechanische weerstand belasting uit constructie	Goed. Dilataties worden verspreid 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:					
		snellheid	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 spiraalveren 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 traditioneel 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; - Noodzakelijke 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 aandraagmoment 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 spiraalveren 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 duurzaamheidsprobleem.

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)

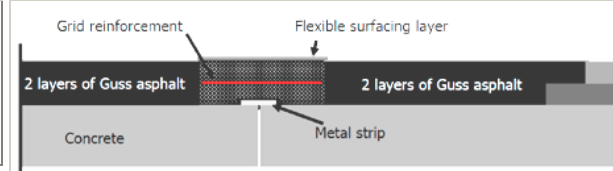
Familiedefinitie

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

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.

Factsheet concept 4.1c



Bitumineuze voegovergang met innovatief bindmiddel, Geogrid en aan weerszijden gietasfalt.

Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$						
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:					
		snellheid	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 schampranten 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 bereiden 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 millimeters 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 top laag 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 gietasfalt 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 duurzaamheidsprobleem.
Aandachtspunten beheer	Bij zowel het vervangen van de top laag als de voegovergang als geheel, moet ook minimaal de top laag 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.ennisprismo.com Smits Neuchâtel www.smitsneuchatel.nl

Familie 4. Flexibele voegovergangen (flexible joints)

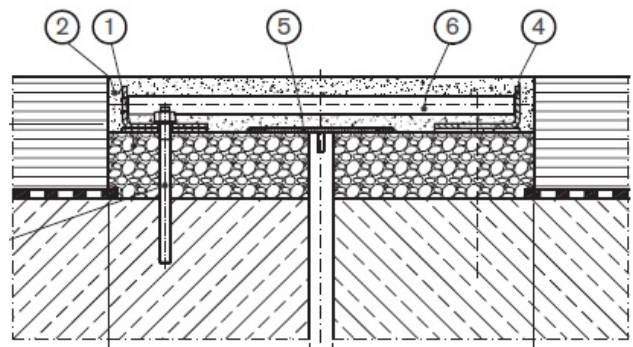
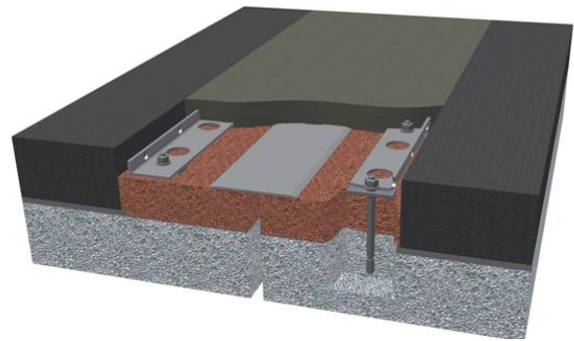
Familiedefinitie

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)

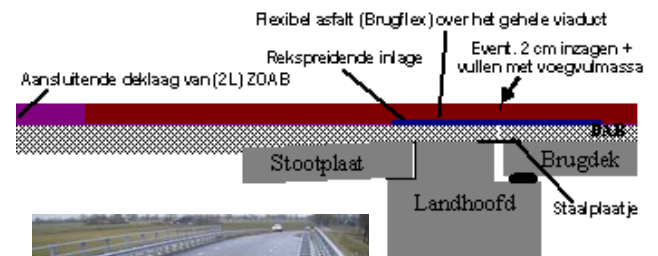
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 5.1



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = +/- 5 \text{ mm}$ $\Delta y = +/- 2,5 \text{ mm}$ $\Delta z = +/- 1,5 \text{ mm}$						
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 rekspeidende 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 rekspeidende 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 asfaltbetonnen deklagen: 10 jaar in autosnelwegen. In niet intensief bereiden 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); - Centrerings 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.

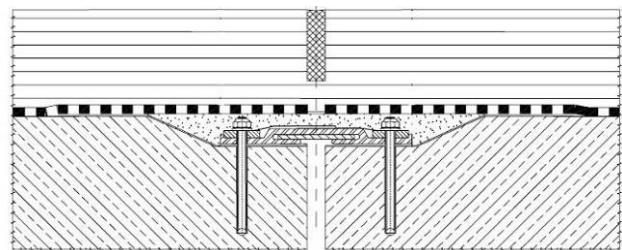
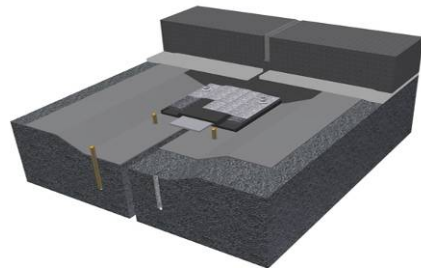
Overige informatie	
Algemeen	Dit concept kan toegepast worden bij horizontale verplaatsingen in lengterichting van draagconstructies tot 10 mm per voegovergang. Bij dit concept is geen sprake van onderbrekingen in het wegdek ter plaatse van de voegovergangen, omdat de toplaag van de voegovergang over 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.

Factsheet concept 5.2



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.

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 : Dilatie 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)

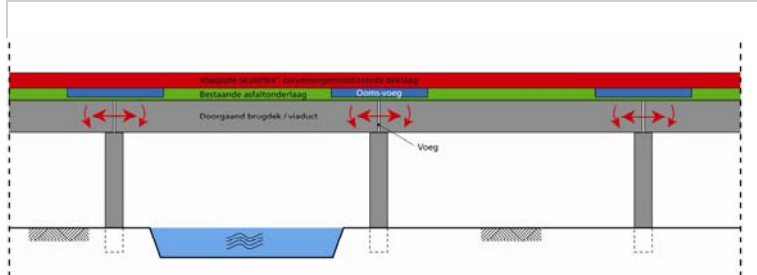
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 5.3



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 een overspanning met een werkende lengte van 40 m opgenomen kan worden ($x = \pm 12,5 \text{ mm}$; $y = \pm 3 \text{ mm}$; $z = \pm 3 \text{ mm}$). 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

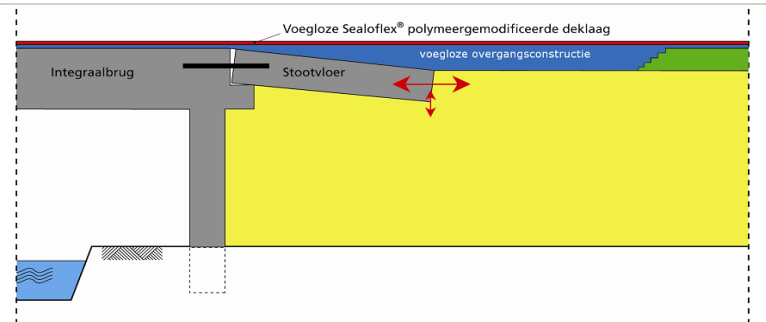
Familiedefinitie

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 zonder opleggingen en voegspalten 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.

Factsheet concept 6.1



Functionele eisen

	Functionele eis 1	
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 15 \text{ mm}$ $\Delta y = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta z = \pm 3 \text{ mm}$	
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. Voegspalte 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 bij vervanging van het volledige asfaltpakket van de aansluitende wegdelen.
	Veiligheid
Risico op letselschade	Goed. Het wegoppervlak wordt ononderbroken doorgezet over de overgang en het kunstwerk.

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 houden met 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 topplagen: 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)

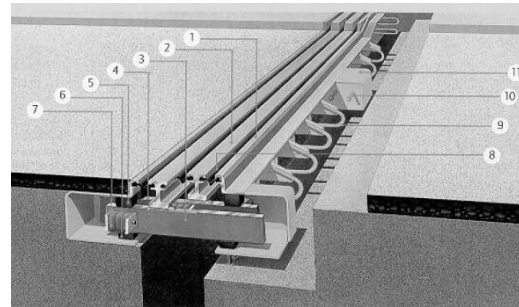
Familiedefinitie

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.

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.

Factsheet concept 7.1a1



- 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.

Functionele eisen

	Functionele eis 1																				
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 80$ mm Toename met 80 mm per lamel (t/m 320mm) $\Delta y = \pm 10$ mm Toename met 5 mm per lamel $\Delta z = \pm 10$ 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: <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 $(n-4) \cdot 0,627$						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW (4 lamellen)	87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW (4 lamellen)	87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0															
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 (vermoeding 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 stornaden 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 vindt 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 dilatatiecapaciteit. 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)

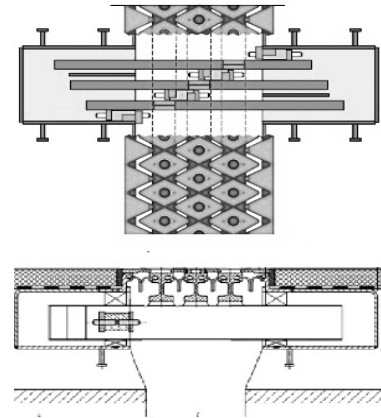
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 7.1a2



Functionele eisen

	Functionele eis 1						
Bewegingsvrijheid	$\Delta x = \pm 80$ mm Toename met 80 mm per lamel $\Delta y = \pm 10$ mm $\Delta z = \pm 10$ 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

	(vermoeding 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 stornaden 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 vindt 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 dilatatiecapaciteit. 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 schamkantoplossingen; - 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 schamkanten 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

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

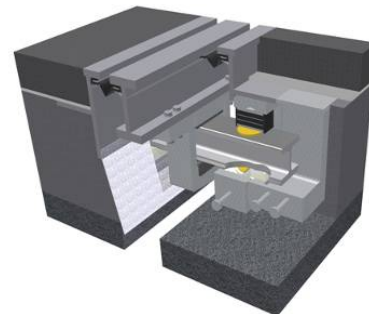
Voegovergang waarbij iedere lamel is voorzien van een beugelconstructies. Deze beugelconstructies verbinden de balkprofielen met de dwarsdragers door middel van een oplegging boven en een aandrukveer onder de balk. De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd. De dwarsdragers 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. De gehele constructie is verankerd aan een betonnen dekconstructie, of gelast aan een stalen dekconstructie. Zonder geluidreducerende maatregelen.

Factsheet concept 7.2a1

Mageba:



RWSH:



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 voegspalten.																				
Stroefheid	Goed. Geen specifieke voorzieningen in de vorm van een bepaald reliëf of coating nodig.																				
	Functionele eis 5																				
Geluid	Bovenzijde kunstwerk	De GeluidsLabelWaarden: <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.						snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW (4 lamellen)	87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0
	snelheid	80	90	100	110	120	130														
GLW (4 lamellen)	87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0															
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 (vermoeding 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 stornaden 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 vindt 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)

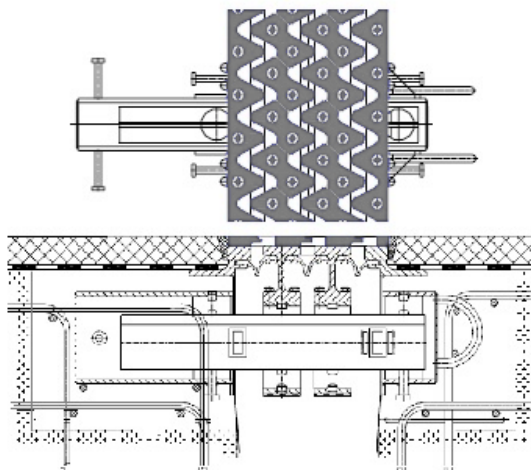
Familiedefinitie

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.

Factsheet concept 7.2a2



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 (vermoeding 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 stornaden 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 bereiden 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

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

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.

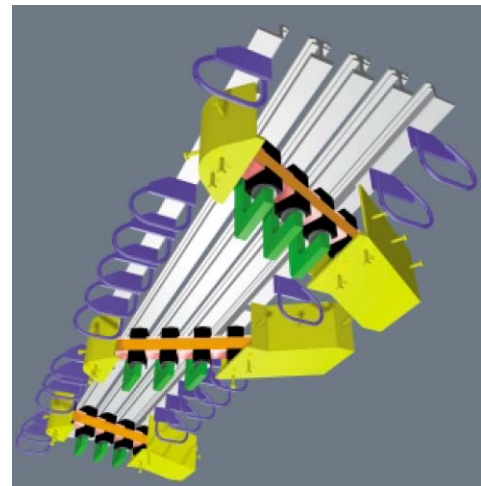
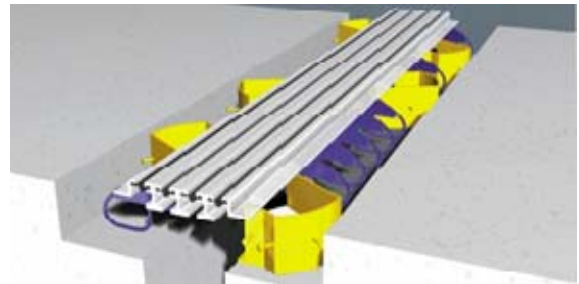
De dwarsdragers zijn in stalen doosconstructies (kasten) voorgespannen opgelegd, waarbij t.b.v de zwenkbeweging aan beide zijden rotatie mogelijk is en aan 1 zijde gecombineerd met een translatiemogelijkheid

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.

Factsheet concept 7.3a1

Lamellenvoeg met zwenktraverse



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>							snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW (4 lamellen)	87,5	88,9	90,0	91,1	92,1	93,0
		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 (vermoeding 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 stornaden 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 bereiden 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 vindt 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

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

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.

Factsheet concept 7.3a2

Lamellenvoegovergang met zwenktraverse en geluidsreducerende voorzieningen



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) <i>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 lamellen) tot 40 mm (11 lamellen)</i> 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
Oeffenheid	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: <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>	snelheid	80	90	100	110	120	130	GLW	82,5	83,9	85,0	86,1	87,1	88,0
	snelheid	80	90	100	110	120	130									
	GLW	82,5	83,9	85,0	86,1	87,1	88,0									
Onderzijde kunstwerk	Bovenstaande waarden zijn bepaald voor lamellenvoegen met 4 lamellen. De geluidemissie houdt verband met het aantal lamellen. 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 (vermoeding 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 stornaden 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, 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.

	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 grenstostanden 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. Verborgene 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 ($\Delta\phi_{fat}$)
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 hoofd draagconstructie.
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 betonnen 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 wegooppervlak 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.
Verborgten 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 leveringsvoorwaarden voor plaat en band van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor halfproducten, staven, draad, walsdraad, profielen en blanke producten van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 4: Technische leveringsvoorwaarden voor plaat en band van corrosievast staal voor constructief gebruik Deel 5: Technische leveringsvoorwaarden 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 ontwerpbeginsselen 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 halvemaaanvormige proefstukken.
ISO 37	NEN-ISO 37	2011	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de trek- en rekeigenschappen.
ISO 48	NEN-ISO 48	2010	Rubber, ge vulkaniseerd 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, ge vulkaniseerd of thermoplastisch - Versnelde verouderings- en warmteweerstandspoeven.
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: Acrylnitrilbutadiëen-, 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.
Beoordelingsrichtlijnen (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 instandhoudingstechnieken 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, 3 ^e 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 overschreden. 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 ondergaan 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, materiaal-eigenschappen 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 praktijk-ervaring	Geldigheid geometrie, belastingen, constructie-eigenschappen (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 krachswerking 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 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 temperatuurtoeslag 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 ΔT_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 inverting 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 $\psi_0 = 0,8$ te worden genomen in plaats van 0,3. Voor verkeersbelasting geldt $\psi_0 = 0,8$.

Toelichting: dit resulteert in de volgende combinaties:

Combinatie	Combinatieregel
$u_{SLS,KAR;1a}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1b}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1c}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1d}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1e}$	$1,0(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 0,8u_{w(Fw)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;1f}$	$1,0(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 0,8u_{w(Fw)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2a}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 1,0 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2b}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 1,0 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2c}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 0,8(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 1,0 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2d}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 0,8(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 1,0 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2e}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 1,0u_{w(Fw)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;2f}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 1,0u_{w(Fw)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3a}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 1,0(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3b}$	$0,8(1,0u_{TN}+0,75u_{TM}) + 1,0(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3c}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 1,0(1,0u_{Q;k}+0,8u_{Q;lk}+0,8u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$
$u_{SLS,KAR;3d}$	$0,8(0,35u_{TN}+1,0u_{TM}) + 1,0(0,8u_{Q;k}+1,0u_{Q;lk}+1,0u_{Q;tk}) + 0,8 u_{w(F^*w)} + u_{cr} + u_{sh} + u_{set}$

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 combinatie waarde 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 bijlage 1, 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.

Natrilgedrag: opslinging en demping

Bij voegovergangen met uitkragende geluidreducerende (sinus)platen, mattenvoegovergangen, 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 opslinging.

Voor voegovergangen met uitkragende (sinus)platen en vingervoegovergangen dient voor de belasting als gevolg van opslinging een waarde aangehouden te worden van $0,3 \times$ 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 opslinging eveneens rekening gehouden te worden met horizontale "opslinging" 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 damping, opslinging)

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 discontinuïteiten 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.

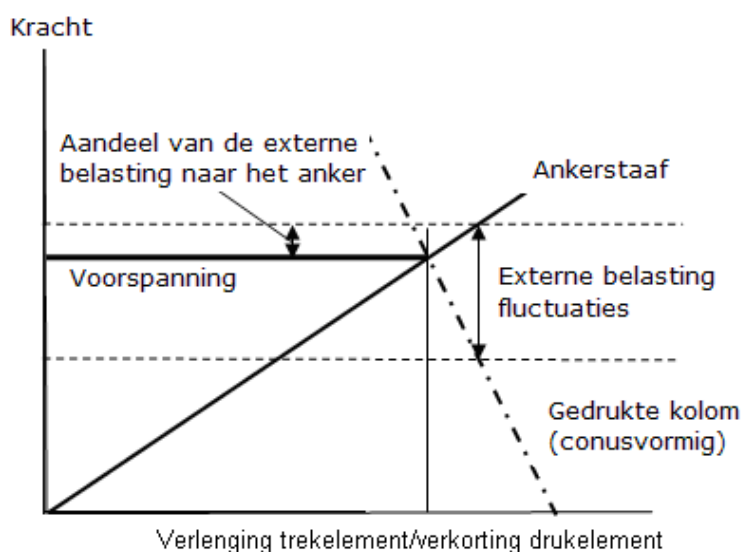
Toename kracht bij voorgespannen verbindingen

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	$\gamma_{M2} = 1,25$	Indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse K.
	$\gamma_{M2} = 1,35$	Indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse L.
Beton	$\gamma_C = 1,5$	Geldt ook voor staalvezelbeton en polymerebeton
Betonstaal	$\gamma_M = 1,15$	
Overige onderdelen	$\gamma_{M2} = 1,0$	

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	$\gamma_{Mf} = 1,35$	indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse K.
	$\gamma_{Mf} = 1,5$	indien de rechtheid en vlakheid van de te verbinden delen voldoen aan ISO 2768-2, tolerantieklasse L.
Dwarsdrager (lamellenvoegovergang)	$\gamma_{Mf} = 1,35$	
Beton	$\gamma_{C,fat} = 1,35$	Geldt ook voor staalvezelbeton en polymeerbeton
Betonstaal	$\gamma_{S,fat} = 1,15$	
Overige onderdelen	$\gamma_{Mf} = 1,15$	

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 glijstelsel
- 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 .

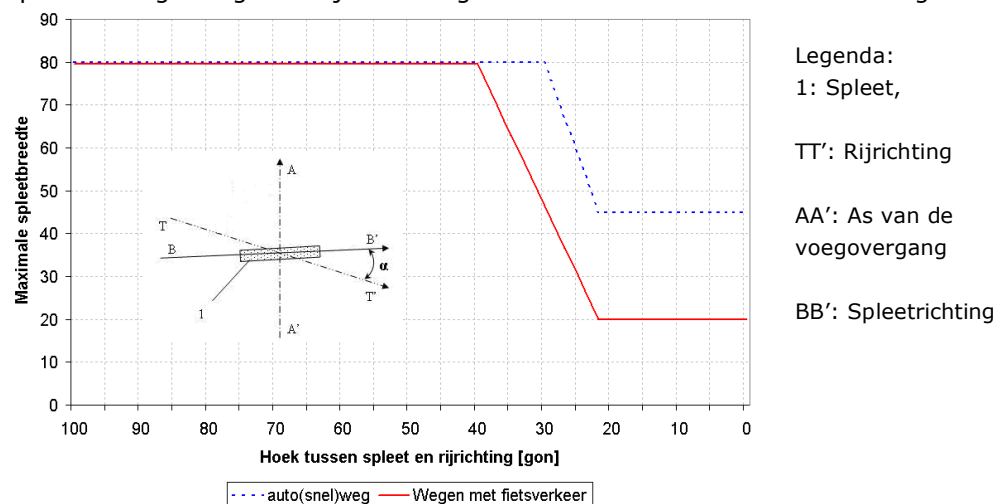
Als alternatief voor een gedetailleerde analyse van de loopweg kan worden uitgegaan van een loopweg van 120 x de maximale beweging per jaar gedurende de ontwerplevensduur.

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.

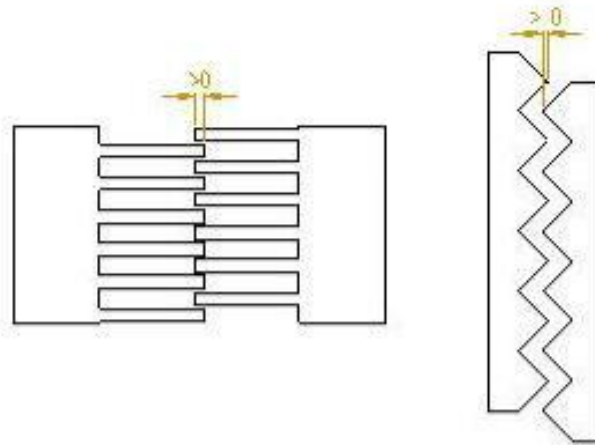


Figuur 2: Maximale spleetbreedte als functie van de hoek tussen spleet en rijrichting

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

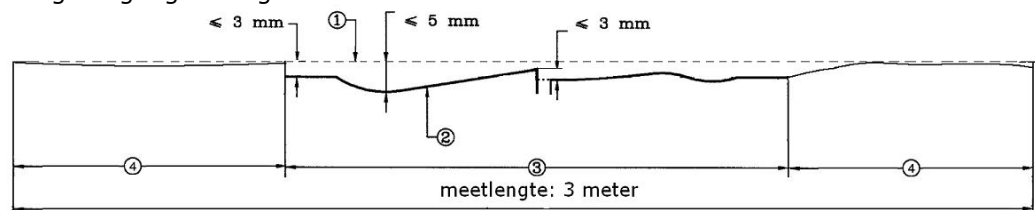
Ter plaatse van voetpaden dient de maximale verticale verplaatsing zodanig te zijn dat een aan het loopoppervlak horizontaal geplaatste schijf met een diameter van 3,0 cm niet meer dan 2,0 cm inzakt

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 voegovergang.

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:

- $0,0025 \times l$ voor een tweezijdig ondersteunde voegovergangsconstructie (waarbij l de lengte van de overspanning haaks op de voegovergang is) met een maximum van 5 mm
- $0,005 \times l$ 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 duurzaamheidsklasse "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 duurzaamheidsklasse "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 conserveringssysteem. 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:**- , Duurzaamheidsklasse "hoog", levensduursverwachting 25 jaar:*

- Thermisch verzinken conform EN-ISO 1461, duurzaamheidsklasse "hoog" volgens EN-ISO 14713-1.
- Een conserveringssysteem dat voldoet aan EN 12944 C5-I of C5-M,

- Duurzaamheidsklasse "zeer hoog", levensduurverwachting 40 jaar:

- Thermisch verzinken conform EN-ISO 1461, duurzaamheidsklasse "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 voerspanverbindingen 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 bereiden delen door slijtage sneller degraderen dan in niet bereiden 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 bereiden 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: $D_{\text{duplex}} = 1,5 (D_{\text{thermisch verzinkt staal}} + D_{\text{verfsysteem}})$.

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 geleege/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 $2\sigma_a$ 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 ontwerpberoeeningen 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 ontwerpberoeeningen 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 voegspinning (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.

Lassen en buigen van betonstaal

Lassen (inclusief hechtlassen) van betonstaal is alleen toegestaan indien in het ontwerp rekening is gehouden met de afname van de mechanische (vermoedings)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 stornaden

Bij stornaden dient de cementshuid 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 $\geq 0,2$ 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 dilatatie ruimte. 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 schampranden.

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:

- ingangscontrolle 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 overeenkomstig §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 $\Delta\phi_{fat}$ (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.

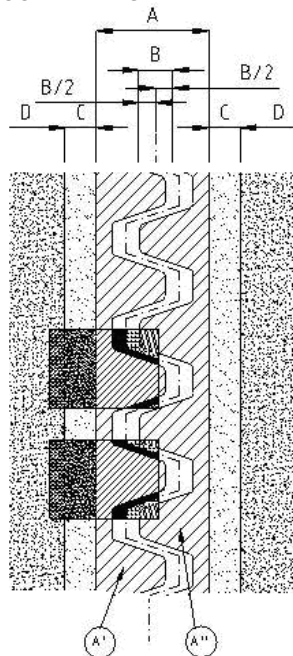
De wielbelasting wordt verdeeld over de effectieve contactvlakken tussen het wiel en de oppervlakte-elementen waarbij een stroeve werking van het wielcontactoppervlak wordt verondersteld. Bij het bepalen van de belasting dient rekening te worden gehouden met de details van het contactvlak op basis van 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).

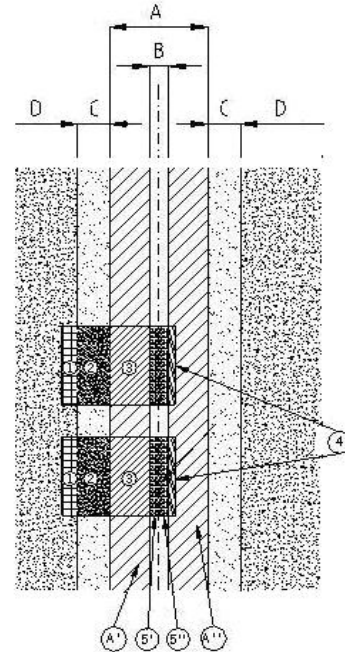
Dit principe geldt voor zowel verticale krachten als ook horizontale krachten. De statische weerstand van de voegovergang wordt geverifieerd bij de meest ongunstige opening. Voor ieder te controleren doorsnede of vlak zal de meest ongunstige positie van de belastingen worden bepaald door middel van invloedslijnen/-oppervlakken 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.

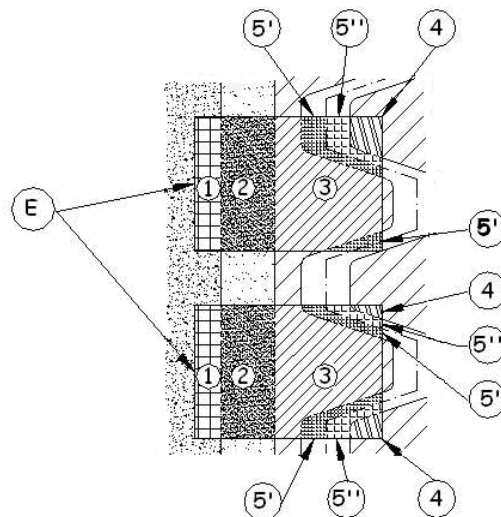
**1. BOVENAANZICHT VAN
WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEN
VOEGOVERGANG MET GELUIDREDUCERENDE
VOORZIENINGEN**



**2. BOVENAANZICHT VAN
WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEN
VOEGOVERGANG MET RECHTE RANDEN**



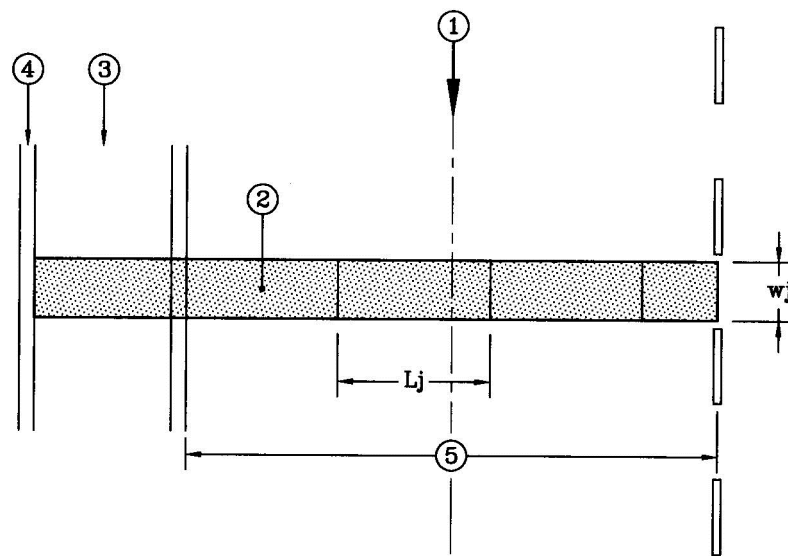
Detail van de diverse zones



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

 L_j : beïnvloedingslengte;

W_j : 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 L_j en W_j **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

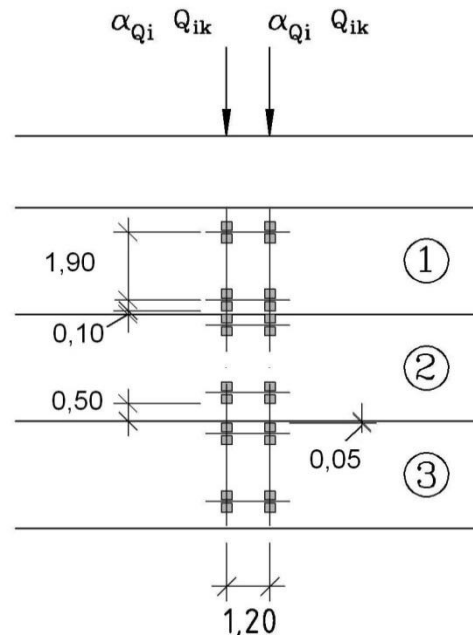
De aslast op één as van het tandemstelsel TSi wordt uitgeoefend op de vier wielcontactoppervlakken van twee dubbellucht banden, waarbij voor elk wielcontactoppervlak geldt $l = 300$ mm, $b = 250$ mm, met een opening tussen twee wielcontactoppervlakken van 100 mm. De binnenafstand tussen het wielcontactoppervlakken 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.

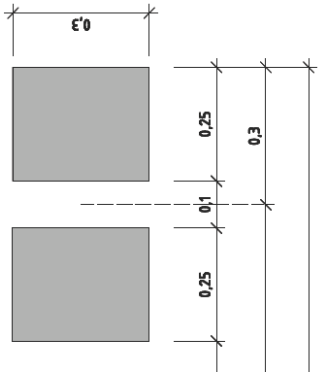
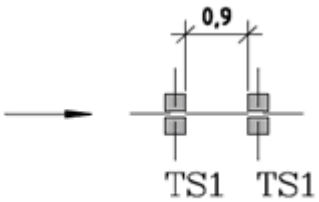
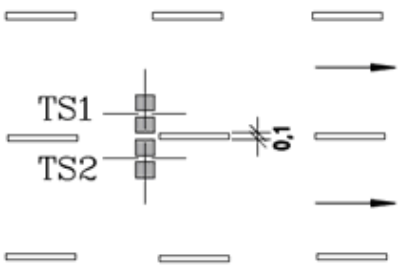
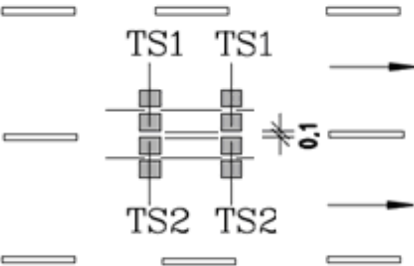
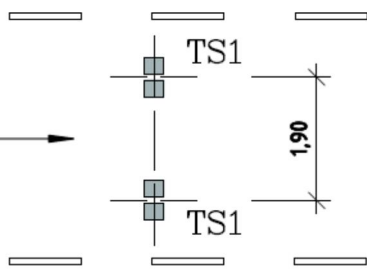
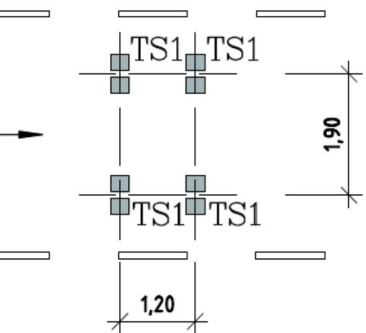
Tabel B1.2 geeft de waarden Q_{ik} van de belastingen uit figuren B1.2, B1.3 en B1.4 die aangehouden dienen te worden in combinatie met de geometrie van de voegovergang en de constructie-elementen die worden beïnvloed door de modellen voor verkeersbelasting (zoals bedoeld in onder B1.1).

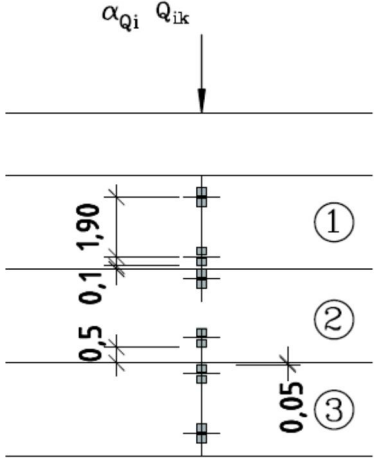
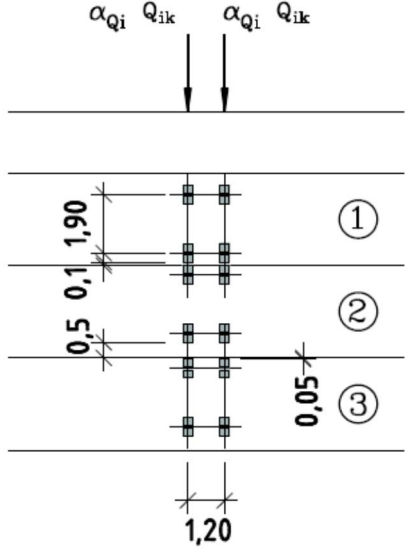
Alleen tandemstelsels TS zijn van toepassing, niet de gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL), aangezien deze niet relevant zijn voor de voegovergangen.

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	$W_j \leq 1,20 \text{ m}$ $Q_{ik}/2 = 150 \text{ kN}$	$W_j > 1,20 \text{ m}$ $Q_{ik}/2 = 150 \text{ kN}$
$< 0,5 \text{ m}$	 Figuur 1	 Figuur 2
$0,5 - 1,60 \text{ m}$	 Figuur 3	 Figuur 4
$1,60 - 2,50 \text{ m}$	 Figuur 5	 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 dwarsoneffenheid 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 $Q_{fwk} = 35 \text{ kN}$ op een wielcontactoppervlak van $200 \times 200 \text{ mm}^2$.

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:

$$A_d = \alpha_{Q2} Q_{2k} = 200 \text{ kN}$$

[1]

De wielbelasting bij een waarde van $\alpha_{Q2} = 1,0$ is: $F = A_d/2 = 100 \text{ kN}$

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:

$$Q_{lk} = b_k * \alpha_{Q1} * Q_{1k} = 120 \text{ kN}$$

[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.

$$Q_v = \sum \alpha_{Qi} * Q_{ik}$$

[3]

De centrifugaalkracht is: $Q_{tk} = 0,2 Q_v$

[4]

Voor een as in rijstrook 1: $Q_{tk} = 60 \text{ kN}$

Voor een as in rijstrook 2: $Q_{tk} = 40 \text{ kN}$

Voor een as in rijstrook 3: $Q_{tk} = 20 \text{ kN}$

Voor de drie assen in rijstroken 1, 2 en 3: $\sum Q_{tk} = 120 \text{ kN}$

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.

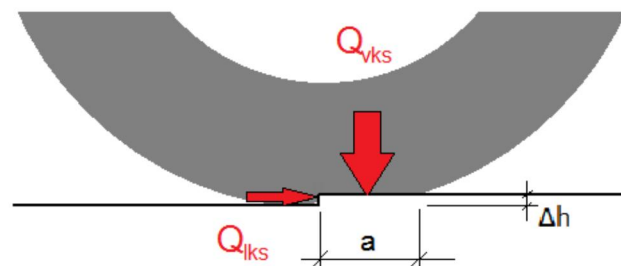
De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting $Q_{1k}/2 = 150$ kN) volgens figuur B1.5 wordt uitgeoefend op een element van de voegovergang is:

$$Q_{lks} = 0,1 Q_{1k} \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ kN} \quad [5]$$

Voor het hoogteverschil tussen voegovergang en aangrenzend wegdek geldt:
 $\Delta h = 9$ 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:

- 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.
- De schampkanten kunnen worden gerepareerd en/of vervangen; zelfs ernstige schade aan de schampranden heeft geen gevolgen voor de constructie van de voegovergang.

Opmerking:

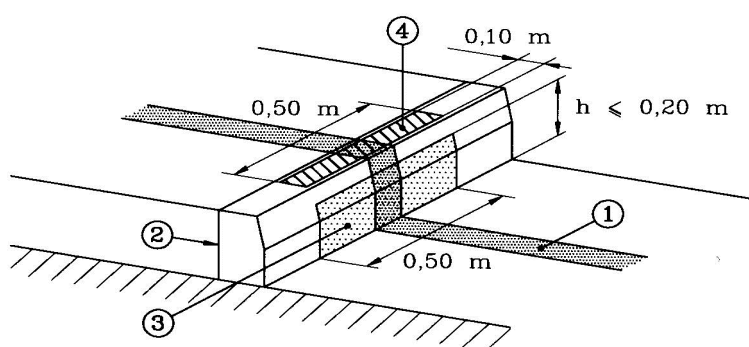
Voegovergangen zullen ter plaatse van de aansluiting op de schampkant meestal verdiept liggen doordat de voegovergang onder een hoek geleidelijk in de schampkant wordt opgenomen. Hierdoor wordt de voegovergang niet belast. Situatie b zal daarom meestal van toepassing zijn.

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.

$A_d = 100 \text{ kN}$ (horizontaal) "+" 50 kN (verticaal)



① Voegovergang

② Schampkant

③ Verticaal oppervlak voor zijwaartse kracht $F_h = 100 \text{ kN}$

④ Horizontaal oppervlak voor verticale kracht $F_v = 50 \text{ kN}$

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 $\Delta\phi_{fat}$ voor verticale belastingen. In het geval van horizontale belastingen kan een aanvullende dynamische factor $\Delta\phi_{fat,h}$ 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

Belastingmode I voor vermoeiing	Astyp e	Wielcontactoppervla k A _w (l x b)	Wielcontactoppervlak/as- geometrie in dwarsrichting
FLM1 _{EJ}		300 x 250	Wielcontactoppervla k 250 mm, spleet 100 mm, wielcontactoppervla k 250 mm, afstand 1300 mm, wielcontactoppervla k 250, spleet 100 mm, wielcontactoppervla k 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:

$$Q_{1k,fat} = \Delta\varphi_{fat} * Q_{1k} * \mathbf{0,8} = \mathbf{312 \text{ kN}} \quad [6]$$

met

$$\Delta\varphi_{fat} = 1,3$$

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

in combinatie met een horizontale belasting in de rijrichting:

$$Q_{1lk,fat} = 0,2 * \Delta\varphi_{fat,h} * Q_{1k} * \mathbf{0,8} = \mathbf{48 \text{ kN}} \quad [7]$$

met:

$$\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,0$$

In het geval van hellingen steiler dan 4% geldt het volgende:

$$Q_{1\text{lk},\text{fat}} = (8,5x + 14) \text{ kN} \quad (x = \text{helling in } \%)$$

In aanvulling op de horizontale belasting $Q_{1\text{lk},\text{fat}}$ 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 $Q_{1\text{ks}}$ die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting $Q_{1;k}/2 = 150 \text{ kN}$) wordt uitgeoefend op de voegovergang is:

$$Q_{1;\text{lks};\text{fat}} = 0,07 * \Delta\varphi_{\text{fat},h} * \frac{1}{2} Q_{1\text{k}} * \mathbf{0,8} = 11 \text{ kN} \quad \mathbf{[8]}$$

met:

$$\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,3$$

$$Q_{1\text{k}} = 300 \text{ kN}$$

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing

- $\Delta h = 5 \text{ mm}$.

- $a = 180 \text{ mm}$.

- $Q_{\text{vks}} = 95 \text{ kN}$.

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_{E1})

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 $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ = 1,3	Q _{1lk,fat} Horizontale aslast kN in rijrichting inclusief $\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,0$	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 $\Delta\varphi_{\text{fat}} = 1,3$ en $\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,0$.

Voor verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen mag voor $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ 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 $\Delta\phi_{fat}$ gelijkgesteld mag worden aan 1. Echter volgens deze RTD dient 1,3 aangehouden te worden.*
- *De waarde $\Delta\phi_{fat} = 1,15$ 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:

$$Q_{1;lks;fat} = 0,07 * \frac{1}{2} Q_{1k;fat}$$

[9]

met:

$$Q_{1k;fat} = \text{verticale aslast inclusief } \Delta\phi_{fat} = 1,3 \text{ conform table B1.4}$$

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing

- $\Delta h = 5 \text{ mm}$.
- $a = 180 \text{ mm}$.
- $Q_{vks;fat}$: zie tabel B1.7

Tabel B1.7: Aanrijdbelasting per (dubbel) wiel in kN voor FLM2_{ei}

	Verticale aslast $Q_{1k,fat}$ in kN inclusief $\Delta\phi_{fat} = 1,3$				
	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.

$$C_{ULS} = \gamma_{Gi} G_k "+" \gamma_F F_{ik} "+" \gamma_{Q1} [\psi_{0T} Q_{1k} "+" \psi_{0lk} Q_{lk1} "+" \psi_{0tk} Q_{tk1} "+" Q_{2k} "+" \psi_{0tk} Q_{tk2} "+" Q_{3k} "+" \psi_{0tk} Q_{tk3}] "+" \gamma_{dE} * \psi_{0d} d_{Ek} \quad [10]$$

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:

$$\psi_{0T} = 1,00,$$

$$\psi_{0d} = 1,00,$$

$$\psi_{0lk} = 1,00,$$

$$\psi_{0tk} = 0,50$$

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.

$$\mathbf{C_{ULS-ACC}} = G_k "+" F_{ik} "+" \psi_{2k} (Q_{1k} "+" Q_{lk1} "+" Q_{tk1}) "+" A_d "+" \psi_{2d} d_{EK} \quad [11]$$

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

$\psi_{2k} = 0,30$, Combinatiefactor voor verkeersbelastingen

$\psi_{2d} = 0,60$, 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

$\psi_{2k} = 0,30$, Combinatiefactor voor verkeersbelastingen

$\psi_{2d} = 0,60$, 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:

$$C_{FAT} = F_{ik} "+" [Q_{1k,fat} "+" Q_{lk1,fat}] "+" \psi_{0d} d_{Ek} \quad [12]$$

$\psi_{0d} = 0,6$ Combinatiefactor

$d_{Ek} =$ Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang

Voorbeeld van vermoeiing voor verificatie van onbeperkte vermoeiingslevensduur volgens FLM1_{EJ}:

$C_{FAT} = F_{ik} "+" [\Delta\phi_{fat} 240 \text{ kN verticaal} "+" \Delta\phi_{fat,h} 48 \text{ kN horizontaal}] "+" 0,60$
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.

$$C_{SLS,CHAR} = G_k "+" F_{ik} "+" \psi_{0T} [Q_{1k} "+" (\psi_{0lk} Q_{lk1} "+" \psi_{0tk} Q_{tk1}) "+" Q_{2k} "+" (\psi_{0tk} Q_{tk2}) "+" Q_{3k} "+" (\psi_{0tk} Q_{tk3})] "+" \psi_{0d} d_{Ek} \quad [13]$$

$F_{ik} =$ 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:

$$\psi_{0T} = 1,00,$$

$$\psi_{0d} = 1,00,$$

$$\psi_{0lk} = 1,00,$$

$$\psi_{0tk} = 0,50$$

Voorbeeld van karakteristieke combinatie:

$C_{SLS,CHAR 1} = G_k "+" F_{ik} "+" 1,00 [300 \text{ kN verticaal} "+" (0,00 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting} "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal} "+" (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 100 \text{ kN verticaal} "+" (0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht})] "+" 0,8 \times d_{Ek}$

$C_{SLS,CHAR 2} = G_k "+" F_{ik} "+" 0,70 [300 \text{ kN verticaal} "+" (0,50 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting} "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal} "+" (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 100 \text{ kN verticaal} "+" (0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht})] "+" 1,0 \times d_{Ek}$

$C_{SLS,CHAR 3} = G_k "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,00 [300 \text{ kN verticaal} "+" (1,00 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting} "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal} "+" (1,00 \times 40 \text{ kN horizontaal langsrichting}) "+" 100 \text{ kN} "+" 0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht})] "+" 0,60 \times d_{Ek}$

Lijst met afkortingen

Afktoring	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 ($i = 1, 2, \dots$)	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 ($\Delta\phi_{fat}$), mate van opslinging 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 ontwerpisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief)

In de volgende tabel is per productfamilie aangeven welke ontwerpisen 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 mechanisch model)
B2	= geavanceerde berekening/constructieve analyse (Eindig Elementen Model)
T1	= (type)test op onderdeel/component
T2	= full-scale type test op voegovergang (of evaluatie referentievoegovergang)
"+"	= in combinatie met
"/"	= of
()	= afhankelijk van ontwerp

RTD1007-2 artikel	Aspect	1. Voegovergangen met randprofielen	2. Vingervoegovergangen	3. Mattenvoegovergangen	4. Flexibele voegovergangen	5. Verborgene voegovergangen	7. Lamellenvoegovergangen
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) ^j	A	-	-	-	(A) ^j
	Maximale verticale verplaatsing bij spleten	A	A	A	-	-	A
	Niveauverschillen in het bereiden 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)	Frequente FPC
Componentnr.	-	-		Benaming	Benaming	Elke charge of certificaat 3.1
Dichtheid	ISO 2781	kg/m ³		~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/mm ²		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 ijsbestrijdingsmiddelen	ISO 1817	IRHD	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	afname van de hardheid: ≤ 5	afname van de hardheid: ≤ 5	Minimaal één keer per jaar
		%		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	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 2781	kg/m ³		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/mm ²		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/m ³		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/mm ²		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
Afschuiftijfheid	ISO 1827	N/mm ²		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: $\leq 0,2$	Minimaal één keer per jaar
Blijvende vormverandering	ISO 815 B	%	22 uur bij 70°C, 25% constante deflectie	≤ 30	Dev. van typetest: $\leq 5\%$	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: $\leq +7$	verandering van de hardheid: $\leq +7$,	
		%		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/mm ²	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	ISO 3417 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 (kogelindrukmet hode)	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/m ³		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
Trekken karakteristieken	ISO 527	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Afschuifsterkte	ISO 1827	N/mm ²		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/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Druksterkte	ISO 604	N/mm ²		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/mm ²		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:

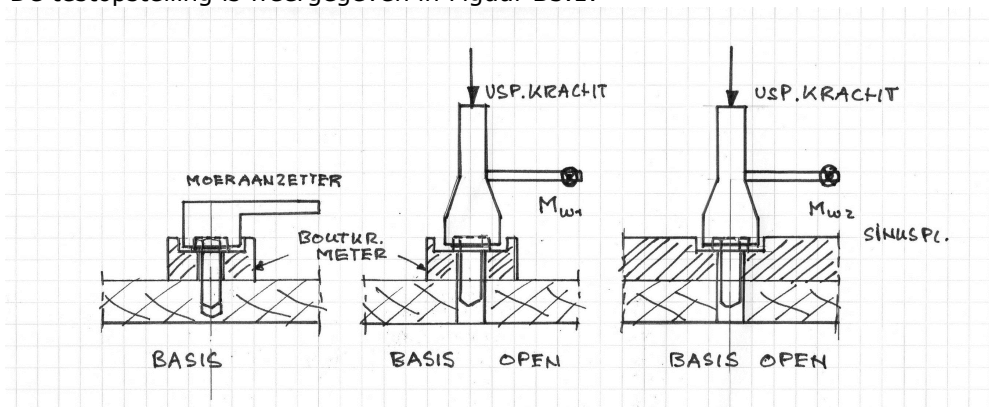
- Bepalen voorspankracht van bout met ring in tapgat met behulp van een boutkrachtmeter
- Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de boutkrachtmeter
- Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de "bovenplaat"

Voor elke proef dienen nieuwe bouten en ringen te worden gebruikt uit dezelfde 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 M_{w1} 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 dienen 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 M_{w2} 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 M_v van proef "a" te verminderen met M_{w1} en te vermeerderen met M_{w2} .

Dus: $M_v = M_{vt} - M_{w1} + M_{w2}$

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 onderlegging 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 10° en 20° 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

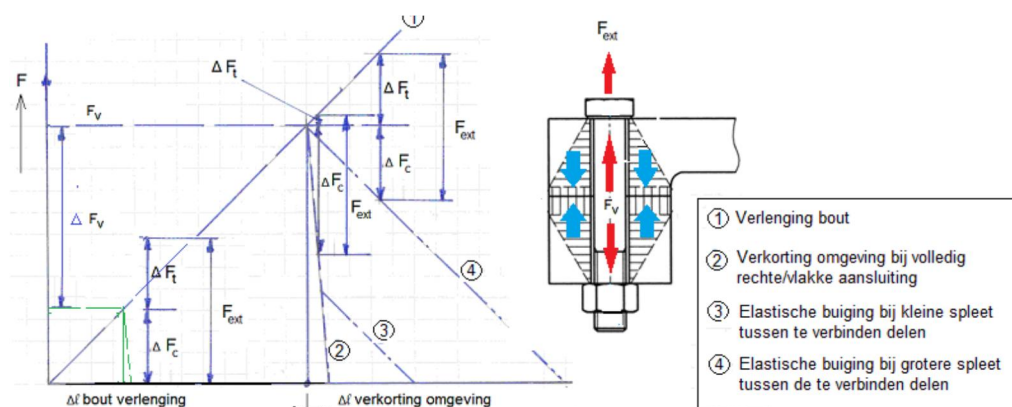
$$\xi = \left(\frac{600}{f_{u;k}} \right) \cdot \left(0,3 + 0,4 \frac{f_{u;b;k}}{500} \right)$$

$f_{u;k}$ = 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 taggat, 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:

$$C = 50 \cdot l_e / 0,8d = \frac{l_e}{0,8d} 50$$

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

Informatie

Datum

Status

Versienummer

Rijkswaterstaat

rok-info@rws.nl

26-03-2013

Definitief

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 Geluidseisen 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 geluidseisen 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, "Geluidseisen 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 geluidseisen. 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 geluidseisen 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 geluiddruk niveau 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 Asphalt 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 Asphalt Beton
Tweelaags ZOAB	Wegdektype bestaande uit 2 lagen Zeer Open Asphalt 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 Geluidseisen 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

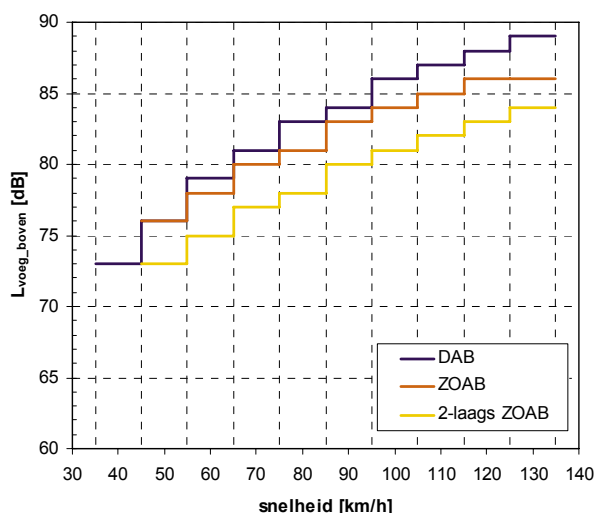
Voor de geluidemissie boven het kunstwerk is de eis geformuleerd als:

"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".

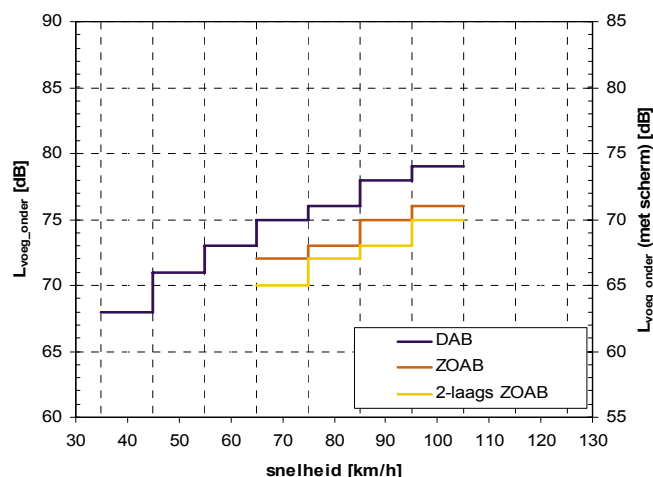
Deze geluideis is uiteraard slechts van belang als er ook daadwerkelijk geluid van onder het kunstwerk afstraalt naar de omgeving, zoals bij een brug of viaduct. In overige gevallen, zoals bij een tunnelbak, kan deze eis vervallen.

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 : $L_{SPB,voeg} - (L_{SPB,wegdek} + W) \leq 5 \text{ dB(A)}$

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 geluidseisen

In deze bijlage wordt beschreven op welke wijze de geluidseisen voor voegovergangen worden berekend. Uitgangspunt bij de berekening van de geluidseis 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 geluidseis aan de bovenzijde van het kunstwerk en een geluidseis aan de onderzijde van het kunstwerk. De hoogte van de geluidseis 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 geluidseis strenger. De geluidseis is uitgedrukt als een geluidniveau in dB(A) en wordt afgerond op een geheel getal.

1.1 Geluidseis boven het kunstwerk

De geluidseis boven het kunstwerk wordt als volgt berekend:

$$L_{\text{voeg\_boven}} = L_{\text{SPB,wegdek,lv}} + 5 \text{ dB(A)} \quad [1]$$

$$\text{waar } L_{\text{SPB,wegdek,lv}} = L_{lv} + C_{\text{wegdek,lv}} \quad [2]$$

met:

L_{lv} : de SPB-waarde van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen voor de representatieve voertuigsnelheid, zoals opgenomen in tabel 1.

$C_{\text{wegdek,lv}}$: 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 $C_{\text{wegdek,lv}}$ 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 $C_{\text{wegdek,lv}}$.

	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

	$C_{\text{wegdek,lv}}$ [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 ($C_{\text{wegdek,lv}}$) 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:

$$L_{voeg\_boven} = 80,2 - 4,8 + 5 = 80,4 \text{ wordt afgerond naar } 81 \text{ dB(A)}.$$

	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:

$$L_{voeg\_onder} = L_{SPB,wegdek,zv} - Y \text{ dB(A)} \quad [3]$$

$$\text{waar } L_{SPB,wegdek,zv} = L_{zv} + C_{wegdek,zv} \quad [4]$$

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.
 $Y = 10 \text{ dB(A)}$ als geen geluidscherm aanwezig is en $Y = 15 \text{ dB(A)}$ als er wel een geluidscherm aanwezig is.

In de berekening worden de op één decimaal afgeronde getallen gebruikt voor L_{zv} en $C_{wegdek,zv}$.

snelheid [km/h]	L_{zv} [dB(A)]						
	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

snelheid [km/h]	$C_{wegdek,zv}$ [dB(A)]					
	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:

$$L_{voeg\_onder} = 86,0 - 4,9 - 15 = 66,1 \text{ wordt afgerond naar } 67 \text{ dB(A).}$$

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.

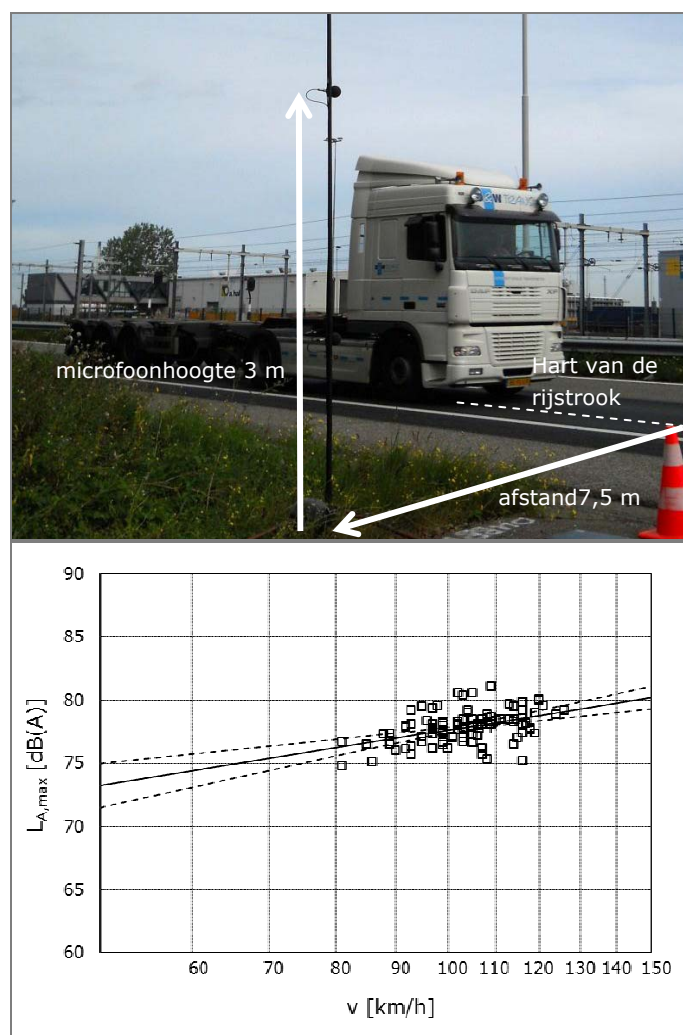
Omdat de beoordeling van de voeg aan de bovenzijde en aan de onderzijde van het kunstwerk plaats vindt, worden ten opzichte van de ISO-norm afwijkende microfoonposities voorgeschreven, zoals beschreven in 2.3 en 2.4.

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-meting in 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.

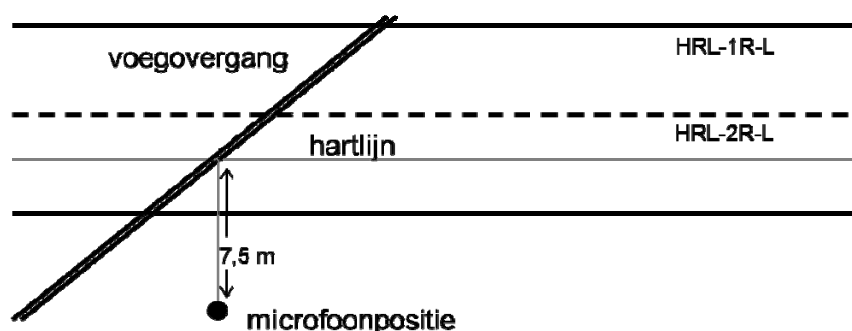
Om de verplaatsingen als gevolg van temperatuurwisseling op te kunnen vangen worden bij de grote kunstwerken vaak meervoudige voegovergangen toegepast. Bij de middelgrote kunstwerken worden vaak randprofielen toegepast. De lengte van een kunstwerk varieert echter maar langzaam op de omgevingstemperatuur. 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-metstation, 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.

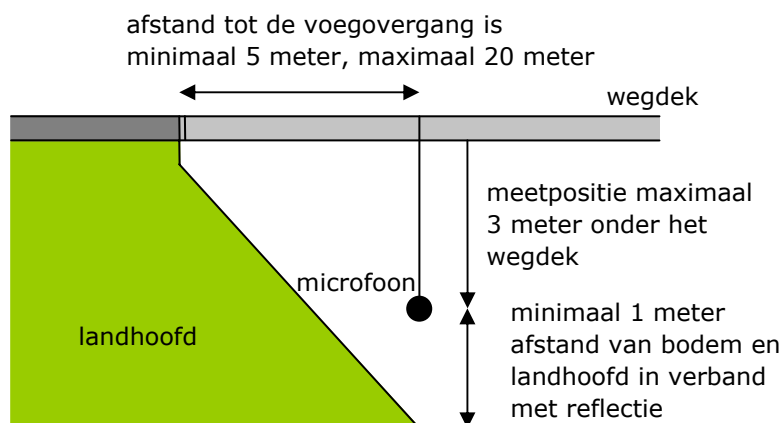
2.4 Geluidmeting onder het kunstwerk

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:

$$L_{Amax} = L_{gem} + 22,5 \cdot \log\left(\frac{v_{repr}}{v_{gem}}\right) \quad [5]$$

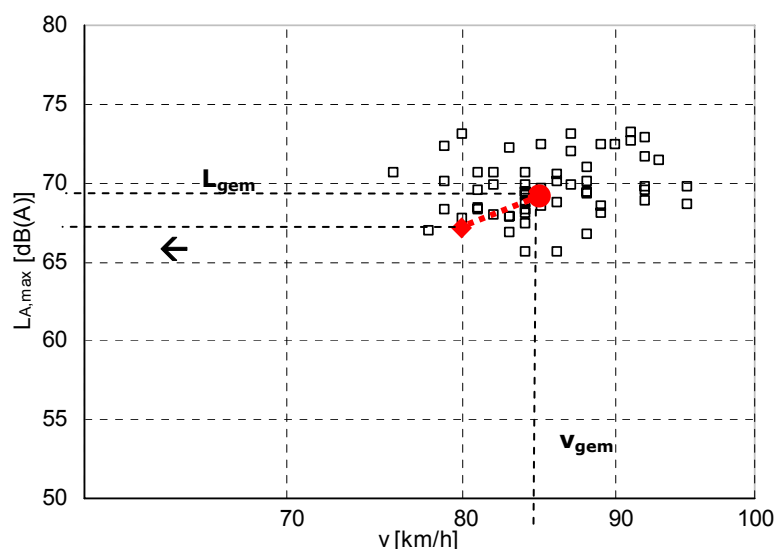
met:

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.

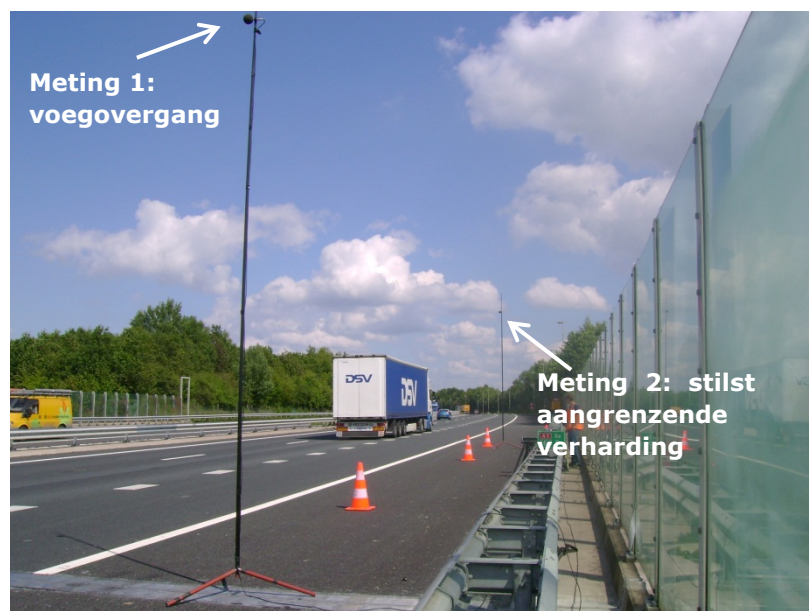
De verschilmeting bestaat in feite uit twee metingen. De meetresultaten worden vervolgens van elkaar afgetrokken en geven zo "het verschil". Naast de normale meting aan de voegovergang zelf wordt bij de verschilmeting op korte afstand voor of na de voegovergang een extra SPB meting uitgevoerd aan de 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:
$$L_{SPB,voeg} - (L_{SPB,wegdek} + W) \leq 5 \text{ dB(A)}$$

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.

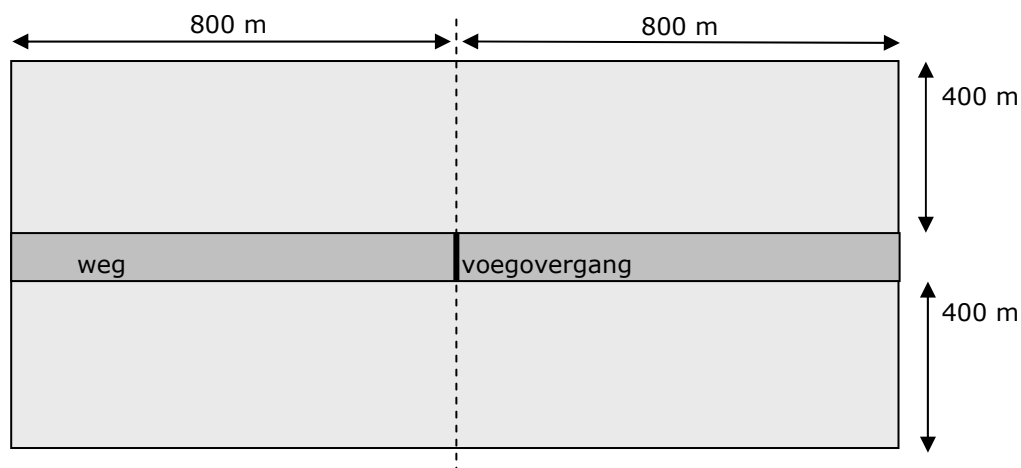
Bijlage 4 Criterium vervolgonderzoek bij geluidhinder van voegovergangen

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:

$$GLW = \text{gemiddelde waarde } (L_{SPB, \text{voeg}, iv}) + \text{toeslag}$$

Bepalen van de gemiddelde waarde ($L_{SPB, \text{voeg}, iv}$)

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 ($L_{SPB, \text{voeg}, iv}$).

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 $L_{SPB, \text{voeg}, iv}$ 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 ($\Delta 95\%$ 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:

$$\text{Toeslag} = Z \cdot \sigma$$

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 $\Delta 95\%$ 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* $\sigma = 1,1$ dB

$$GLW (120 \text{ km/h}) = \text{gemiddelde} (L_{SPB,voeg,lv}) + Z \cdot \sigma = 83,2 + 1,28 \cdot 1,1 = 84,6 \text{ dB}$$

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. Hurman, 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 voegovergangsconstructie	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**) 50BIJLAGE 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 aandachtspunt is. Deze RTD1007-4 is te beschouwen als een hulpmiddel bij het specifiek aantoonbaar maken van de vereiste proces- en productkwaliteit voor de voegovergangsfamilie "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.

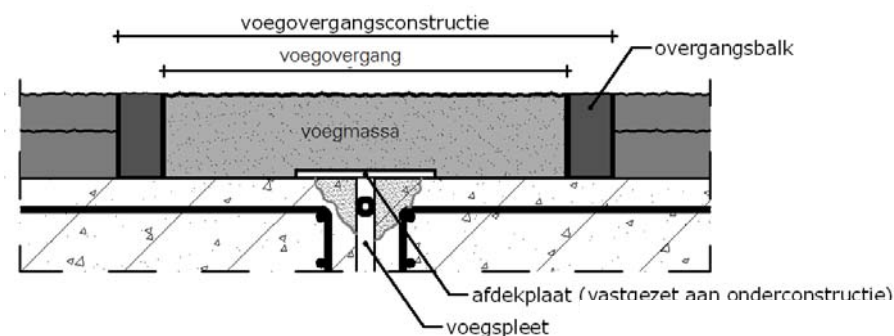
Opmerking 2

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 bruggdelen 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). <i>Opmerking:</i> <i>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.</i>

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 weerstand 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 vloe weerstand
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 voegovergangsconstructie

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 andere 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

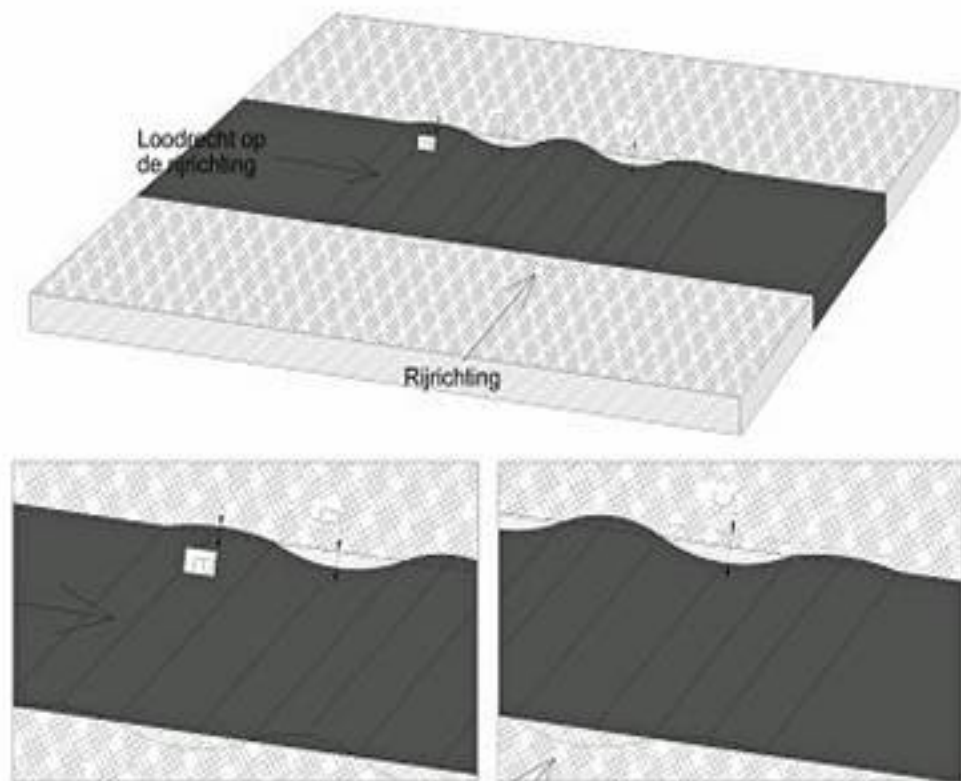
Gedurende de vereiste levensduur mag geen onthechting optreden van de voegovergangsconstructie op aangrenzende bouwdelen (bijvoorbeeld voegflanken of onderliggende constructie). Evenmin mag onthechting optreden tussen de materialen waaruit de voegovergangsconstructie is opgebouwd. Bovenstaande geldt 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 vervorminggedrag 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.

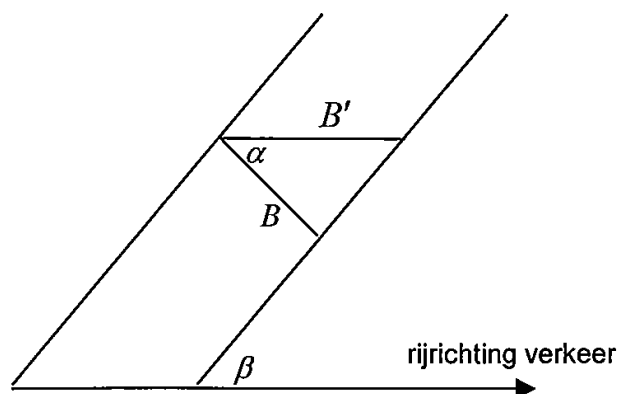
Indien geen voorbehoud is gemaakt mag de beheerder/opdrachtgever er van uitgaan dat de aangeboden c.q. toegepaste voegovergangsconstructie voldoet aan de voorwaarden genoemd onder a) tot en met d).

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 B 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 $500 \cos (90 - B) \approx 350$ 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 voegovergang 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 weerszijde van de voegspalte 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 wegglopen 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 vergelijkbaar 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 $D \leq 8 \text{ mm}$	FI ₂₅	FI ₃₀
	Korrelvorm vlakheidsindex FL $D > 8 \text{ mm}$	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	Waterabsorptie (vorst-dooicontrolproef)	WA _{24l}	
4.2.9.2	Bestandheid vorst-dooi	F ₂	
4.3.3	Grove lichte verontreinigen	m _{LP0,1}	

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 (voorumhulde) toeslagmateriaal geheel te vullen.

5.4.2 Bitumineuze bindmiddelen

Bitumineuze bindmiddelen moeten polymeergemodificeerd zijn. Hiervoor geldt NEN-EN 14023. Aan het bitumineuze 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 weergegeven 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	Taaigheid (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 bescherm laag 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 krimpverktoring. 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 optreden. 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/mm².
- 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 laagdikte.
- 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 er geen voegmassa kan wegstromen in de voegspleet en er geen beweging optreedt van de staalplaat bij belasting 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 fixeerpenn 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 °C. De laatste laag aanbrengen nadat de aangebrachte voegvullingsmassa is afgekoeld tot onder de 50 °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 °C. Een temperatuur hoger dan 185 °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 verouderd (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 °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 °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 Berekningen, 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 $\Delta\phi_{rat}$ 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 voegovergangsconstructie 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:

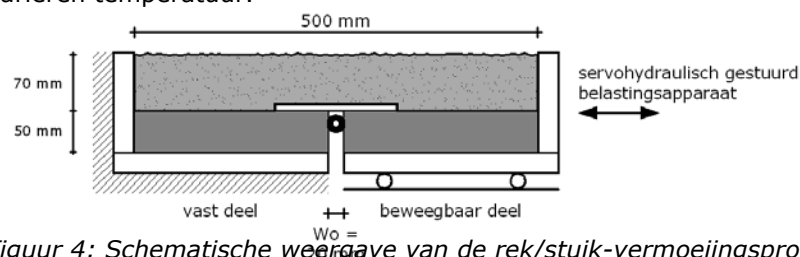
1. Een rekgestuurde thermische vermoeiingsproef, waarbij de temperatuur periodiek verandert (zie 10.4.2). Deze proef wordt uitgevoerd onder een periodiek veranderlijke temperatuur en simuleert de thermische beweging van het kunstwerk en de voegovergang. Er is sprake van een beperkt aantal wisselingen 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 $L \times B \times H = 500 \text{ mm} \times 235 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$. 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_0 , gelijk is aan circa 20 mm. Als voegovergangsbodem worden twee betonplaten gehanteerd, ieder met de afmetingen $L \times B \times H = 235 \text{ mm} \times 238 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. 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 gebruikt indien één van de beproefde proefstukken niet voldoet.

Keuringscriterium

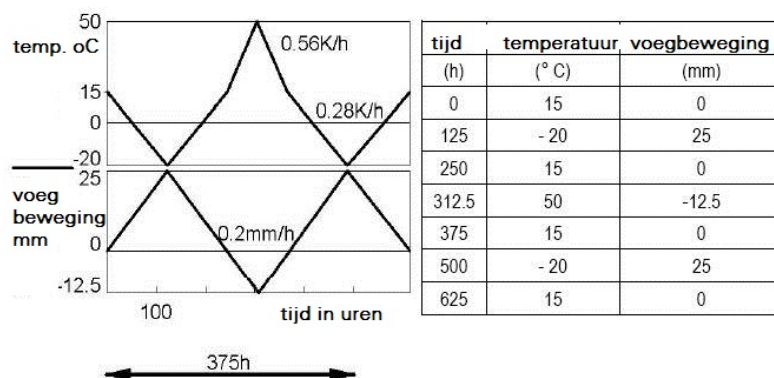
Elke proef moet met een goed resultaat worden afgesloten, hetgeen ondermeer betekent dat:

- 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 $(+15 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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 $T_{\min} = (-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ en wanneer de voegbreedte 7,5 mm is, de temperatuur gelijk is aan $T_{\max} = (+50 \pm 3)^\circ\text{C}$, zie voor het aan te houden verloop figuur 5.

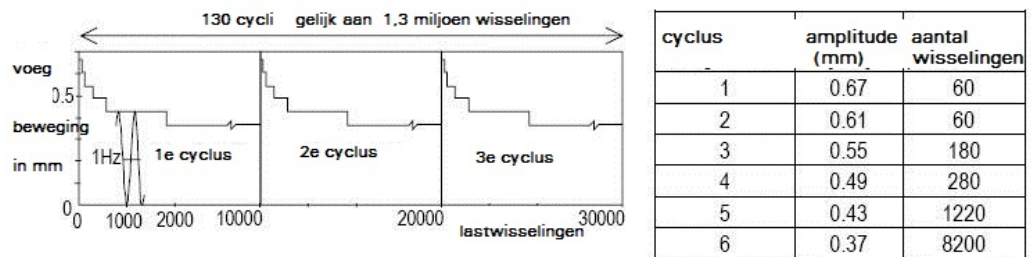


Figuur 5: Belastingscyclus van de thermisch-mechanische vermoeiingsproef.

Deze belastingscyclus 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 $(-20 \pm 1)^\circ\text{C}$ worden gebracht. Het proefstuk moet vervolgens worden onderworpen aan een wisselende belasting zoals schematisch weergegeven in figuur 5..



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 voldoet 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 $(+20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 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: $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$
 - hoogste jaartemperatuur: $(+35 \pm 2) ^\circ\text{C}$
 - 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 RTD niet in Nederland beschikbaar. Daarom wordt vooralsnog de voorkeur gegeven aan de triaxiaalproef.

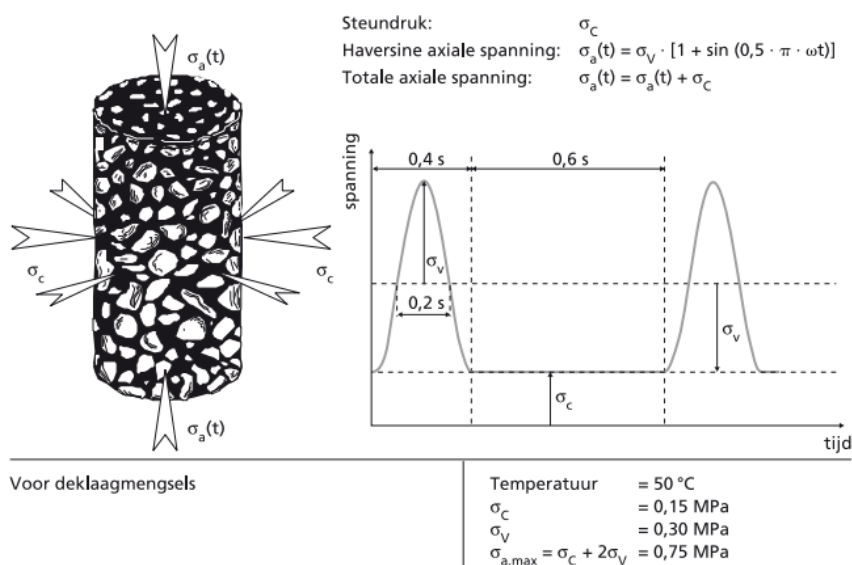
10.7.2 Methode A: TriaxiaalproefPrincipe

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 $f_c \leq 1,4$.

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 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $240\text{ }^{\circ}\text{C}$. Het moment van aanbrengen van het gietasfalt 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 $(20 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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	☐
Schamprand	☐

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; korreelmaten; -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 starttijd	
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 HEMELWATERAFVOER

voor BRUGGEN EN VIADUCTEN

Doc. nr. : RTD 1008/B&V:2017

Versie : 1.0

Status : Definitief

Datum : 15 maart 2017

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Richtlijn Hemelwaterafvoer voor BRUGGEN EN VIADUCTEN

RTD 1008B&V:2017

Datum maart 2017

Status Definitief

Inhoud

1	Algemeen.....	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Doelstelling	5
1.3	Scope.....	5
1.4	Functionanalyse	6
1.5	Wettelijk kader	8
1.6	Gerelateerde documenten.....	9
1.7	Terminologie.....	9
2	Generieke eisen Hemelwaterafvoer	10
2.1	Klimatologische belasting.....	10
2.2	Referentieperiodes	11
2.3	Maximale berging (plassen)	12
2.3.1	Kantstreepcriterium	12
2.4	Functionele (top)eisen aan het HWA-systeem	13
2.5	Generieke aspect eisen aan het HWA-systeem	13
2.6	Goten, kolken en riolen	14
2.7	Aspect criteria.....	15
2.7.1	Veiligheid.....	15
2.7.2	Gezondheid.....	16
2.7.3	Beschikbaarheid	17
2.7.4	Betrouwbaarheid	17
2.7.5	Vormgeving	18
2.7.6	Omgeving.....	18
2.7.7	Uitvoering.....	18
2.7.8	Onderhoudbaarheid/beheerbaarheid	19
2.7.9	Toekomstvastheid	19
2.7.10	Sloopbaarheid.....	20
2.8	Externe raakvlakken.....	20
2.9	Interne raakvlakken	20
3	Specifieke eisen Hemelwaterafvoer Brug	21
3.1	Waterafvoerberekening	21
3.1.1	Scope van de waterafvoerberekening.....	22
3.2	Specifieke eisen weginfrasysteem object brug	23
3.3	Wegverharding op de brug.....	26
3.3.1	Afvloeiingscoëfficiënt wegverharding.....	26
3.3.2	Maximale berging: "Plassen"	27
3.3.3	Waterafvoerberekening.....	27
3.4	Afwatering door middel van goten.....	27
3.5	Afwatering door middel van tussenafvoeren	28
3.6	Afwatering door middel van eindafvoeren (kolken)	28
3.7	Aspect criteria.....	29
3.7.1	Betrouwbaarheid	29
3.7.2	Onderhoud	29
3.8	Interne raakvlakken	30
4	Proceseisen	31

1 Algemeen

1.1 Inleiding

Een goede en veilige verkeersafwikkeling op een auto(snel)weg wordt mede bepaald door de beperking van overlast als gevolg van hemelwater. Om deze overlast te beperken dienen maatregelen te zijn getroffen voor een snelle afvoer van het op de verharding gevallen hemelwater.

Deze richtlijn betreft het ontwerp van de afvoer van hemelwater op bruggen en viaducten. De bestaande normen en richtlijnen vormen het uitgangspunt voor deze richtlijn. Voor meer achtergrond informatie en een gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar bronnen welke tussen [] zijn weergegeven.

De Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer bevat richtlijnen voor het ontwerp van een hemelwaterafvoersysteem voor bruggen en viaducten in en over hoofdwegen en hoofdvaarwegen. Het ontwerp van hemelwaterafvoer voor wegen en tunnels wordt hier niet in behandeld.

De eisen aan de hemelwaterafvoer van **wegen** op de aardenbaan kunnen worden gevonden in:

http://corporate.intranet.rws.nl/Kennis_en_Expertise/Kennis_bij_RWS/Steunpunten/Steunpunt_Wegen_en_Geotechniek/Eisen_aan_componenten_van_de_Rijksweg/

De eisen aan de hemelwaterafvoer van **tunnels** kunnen worden gevonden in:

- Handboek Tunnelbouw , zie <http://www.handboektunnelbouw.nl/>
- Basisspecificatie TTI RWS Tunnelsysteem, Zie http://corporate.intranet.rws.nl/projecten/overig/landelijk_tunnelregisseur/
- Basisspecificatie Tunnel, civiele deel (handreiking), zie http://corporate.intranet.rws.nl/projecten/overig/landelijk_tunnelregisseur/

Basisspecificatie Tunnel, civiele deel (Handreiking), zie <https://werkwijzer.cf-prod.intranet.rws.nl/index2.html>

De Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer bestaat uit drie hoofdstukken. Het eerste hoofdstuk bevat het algemene deel. Hierin wordt het hemelwaterafvoersysteem beschouwd in zijn systeemcontext. Het tweede hoofdstuk bevat generieke eisen. In het derde hoofdstuk worden aanvullende eisen en richtlijnen gegeven voor bruggen en viaducten.

Dit document is alleen digitaal als pdf-document verkrijgbaar.

De gebruikers van dit document kunnen vragen of wijzigingsvoorstellen insturen naar rok-info@rws.nl.

De vragen worden beantwoord door de beheercommissie ROK. Deze commissie is verantwoordelijk voor de beantwoording van vragen, wijzigingen en de ontwikkeling van de ROK.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze richtlijn is de functies, eisen en uitgangspunten voor het afvoeren van hemelwater van bruggen en viaducten vast te leggen.

Op basis hiervan en op basis van de achtergrondinformatie en de in de richtlijn opgenomen mogelijke oplossingen kan een ontwerp van een hemelwaterafvoersysteem gemaakt worden.

Deze richtlijn beschrijft de ontwerp-, dimensionerings-, en onderhoudsaspecten. Deze richtlijn gaat in op de intensiteit, de afstroming van het wegoppervlak naar de goot en het transport naar het lozingspunt van het hemelwater.

1.3 Scope

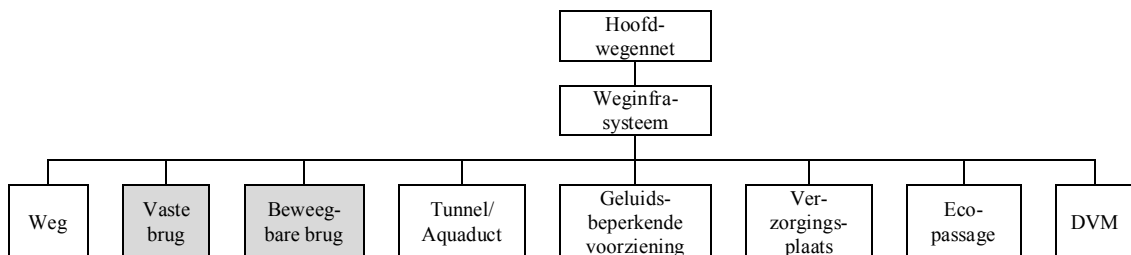
Om de scope van de Richtlijn Ontwerp Hemelwaterafvoer van bruggen en viaducten op te stellen is een objectbeschrijving opgesteld. Hierin zijn de context, grenzen en functie beschreven.

Component Hemelwaterafvoer

Een hemelwaterafvoersysteem is een onderdeel (component) van een object weg, vaste brug, beweegbare brug en tunnel / aquaduct. Deze zijn weer onderdeel van het Weginfrasysteem. Het hemelwaterafvoersysteem dient integraal te worden ontworpen met de objecten waarvan zij een onderdeel uitmaakt.

Deze richtlijn betreft het hemelwaterafvoersysteem van de objecten vaste en beweegbare brug.

De hemelwaterafvoer van een ecopassage (ecoduct) is niet in deze richtlijn opgenomen.



figuur 1-1

Tot het hemelwaterafvoersysteem in het kader van deze richtlijn behoren bij de objecten vaste en beweegbare brug fysiek de volgende onderdelen (elementen) van de objecten:

- Wegverharding op de brug: afvoercapaciteit en langs- en dwarshelling;
- langsgoten ter plaatse van de wegverharding;
- hemelwateropvangconstructies: opvanggoten, putten;
- hemelwaterafvoerconstructies: afvoerbuizen, tussenputten;
- bergingsconstructies.

Buiten het hemelwaterafvoersysteem in het kader van deze richtlijn, maar mogelijk wel gelegen binnen de objecten vaste en beweegbare brug vallen voor zover van toepassing:

- de elektrotechnische en werktuigbouwkundige (E/W) installaties ten behoeve van de afvoer van hemelwater (bijv. pompen in waterkelders incl. de aansturing hiervan);
- zuiveringsvoorzieningen (bijv. lamellenfilter) ten behoeve van het lozen op waterhuishoudingssysteem derden (bijvoorbeeld riool, oppervlaktewater);
- de bepaling van de locatie van het lozingspunt. Het lozingspunt behoort tot waterhuishoudingssysteem derden.

Toelichting:

Met betrekking tot het bovenstaande wordt zichtbaar dat de afbakening van fysieke verschijningsvormen niet altijd heel eenvoudig kan worden beschreven. Zo behoort het elektrotechnische en werktuigbouwkundige deel van de pompen niet tot het hemelwaterafvoersysteem, maar vormt hier een raakvlak mee. De pomp met eigenschappen zoals het maximaal leverbare debiet behoort echter wel tot het hemelwaterafvoersysteem, omdat het benodigde debiet bepaald wordt door het ontwerp van het hemelwaterafvoersysteem.

1.4 Functieanalyse

De **hoofdfunctie** van het hemelwaterafvoersysteem is het afvoeren van (hemel)water van het wegdek op de brug naar een lozingspunt. Deze wordt als volgt omschreven:

Functie	Hemelwater afvoeren van het wegdek op de brug
F1	Afvoeren hemelwater
Actor ¹⁾	Hemelwaterafvoersysteem
Input ²⁾	Hemelwater
Output ³⁾	Wegdek veilig te berijden voor weggebruikers
Transformatie ⁴⁾	Van nat wegdek naar relatief droog wegdek
Conditie ⁵⁾	• Atmosferische omstandigheden, binnen de grenzen waarmee rekening gehouden kan worden, zijn: - neerslag (regen, sneeuw); - temperatuur (bevriezing, uitzetting). • Weginfra systeem met daarbinnen de objecten weg, vaste en beweegbare brug, tunnel en aquaduct en het ontwerp van deze objecten.

- ¹⁾ actor de externe actoren, die een rol spelen bij deze functie
- ²⁾ input een functie begint met iets of een bepaalde situatie
- ³⁾ output een functie leidt tot iets of een gewijzigde situatie
- ⁴⁾ transformatie een functie zet één of meerder inputs om in één of meerdere outputs
- ⁵⁾ conditie condities waaronder de functie vervuld kan worden

Een eventuele **nevenfunctie** van het hemelwaterafvoersysteem is het beletten van de verspreiding van schadelijke stoffen in het milieu en/of het riool tijdens een calamiteit (zie 2.7.2).

Functie	Verspreiding van schadelijke stoffen beletten
F2	Beletten verspreiding schadelijke stoffen tijdens calamiteit
Actor ¹⁾	Hemelwaterafvoersysteem
Input ²⁾	Schadelijke stof(fen)
Output ³⁾	Geconcentreerde hoeveelheid schadelijke stof(fen) binnen het hemelwaterafvoersysteem
Transformatie ⁴⁾	Van willekeurige verspreiding naar gecontroleerde concentratie van schadelijke stof(fen)
Conditie ⁵⁾	• Calamiteitomstandigheden: - Brand - Explosieve gassen en/of vloeistoffen - Giftige gassen en/of vloeistoffen - Corroderende gassen en/of vloeistoffen • Weginfra systeem met daarbinnen de objecten weg, vaste en beweegbare brug, tunnel en aquaduct en het ontwerp van deze objecten.

Daarnaast worden kunnen er nog verschillende aspect eisen gesteld worden aan het hemelwaterafvoersysteem.

Bij het ontwerp van een hemelwaterafvoer spelen aspecten een rol zoals:

Aspect	Voorbeelden van onderwerpen met betrekking tot Hemelwaterafvoer
Veiligheid	- stroefheid wegdek (aquaplanning); - spat- en sproeiwater (plasvorming).
Gezondheid	- gevaarlijke stoffen in relatie tot hemelwaterafvoer; - gebruikte materialen; - vervuiling van berm en/of oppervlaktewater, etc.
Beschikbaarheid	- tijdsbeslag van onderhoudswerkzaamheden; - tijdsduur van verstoringen in de afvoer (verstoppingen).
Betrouwbaarheid	- sterkte-eigenschappen van onderdelen hemelwaterafvoersysteem; - voorzieningen ten behoeve van effectief onderhoud (bijv. aanbrengen doorspuitpunten); - robuust en molestbestendig; - overige materiaaleigenschappen.
Vormgeving	- inpasbaar in het ontwerp van weg, kunstwerk en grondwerk;

	- architectonische eisen; - eisen welstandscommissie.
Omgevingshinder	- inpasbaar in de waterhuishouding van zijn omgeving; - geen belasting voor het milieu.
Uitvoering	- uitvoeringseisen en -aandachtspunten ;
Onderhoud	- eisen m.b.t. eenvoudig onderhoud / vervangen van onderdelen; - eisen m.b.t. de inspecteerbaarheid.
Toekomstvastheid	- vermijden van onbedoelde effecten indien een uitbreiding van het weginfrasysteem gerealiseerd wordt.
Sloopbaarheid	- eisen m.b.t. het eenvoudig buiten werking stellen / verwijderen van onderdelen.

tabel 1-1

1.5 Wettelijk kader

Het wettelijk kader voor het reguleren van lozingen en daarmee voor het omgaan met afstromend hemelwater van wegen en kunstwerken wordt gevormd door de Wet Milieubeheer, de Waterwet en de Wetbodembescherming. Op basis van deze wetgeving is het Besluit lozen buiten inrichtingen genomen. In het 'Kader Afstromend Wegwater' [1] is het Besluit praktisch hanteerbaar gemaakt.

Volgens het 'Kader Afstromend Wegwater' is de voorkeursvolgorde voor het omgaan met afstromend wegwater van (rijks)wegen en kunstwerken als volgt:

1. lozen in de berm (gecontroleerd infiltreren in de bodem);
afvoer via berm naar bermsloten;
2. lozen in een oppervlaktewaterlichaam;
afvoer, onder vrij verval, via goten, kolken en leidingen op bermsloten, bergvijvers of zakputten; eventueel de bermsloten aansluiten op het waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
3. of in een voorziening voor de inzameling en transport van afvalwater (niet zijnde vuilwater);
afvoer onder vrij verval via goten, kolken en leidingen op riolen en rioolputten met uitmonding van het riool op een rioolgemaal (of pompput). Vanuit het rioolgemaal het hemelwater via een persleiding afvoeren naar een waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
4. alternatieve lozing

1.6 Gerelateerde documenten

De volgende normen en publicaties zijn geraadpleegd als bron en/of als achtergrond informatie voor de inhoud van deze richtlijnen.

- Kader 'Afstromend Wegwater', Rijkswaterstaat – Dienst Verkeer en Scheepvaart, december 2010 [1].
- Schaling neerslagstatistiek korte durven obv Stowa (2015) en KNMI'14 [2]
- Handboek Wegontwerp, wegen buiten de bebouwde kom; CROW, Publicatie 164, februari 2002 [3].
- Eisendocument Eisen Markering, november 2015, versie 1 [4]
- Eisendocument Eisen Voertuigkering, oktober 2014, versie 3.0 [5]
- Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelwegen (NOA); Rijkswaterstaat – Adviesdienst Verkeer en Vervoer, januari 2007 [6]
- Handboek Wegontwerp [7]

1.7 Terminologie

Zie voor de toegepaste terminologie de begrippenlijst in bijlage 2.

2 Generieke eisen Hemelwaterafvoer

De hoofdfunctie van de hemelwaterafvoer is het afvoeren van hemelwater van het wegdek met als doel een veilig te berijden wegdek. Zodra het hemelwater van het wegdek is afgevoerd dient het hemelwater op een gecontroleerde wijze te worden afgevoerd binnen het hemelwaterafvoersysteem dan wel naar een naburige waterhuishouding.

Het is van belang het hemelwaterafvoersysteem direct te betrekken in het ontwerp van de brug of viaduct. Afstromend wegwater is in de meeste gevallen geen onderscheidende factor voor de variantkeuze.

2.1 Klimatologische belasting

Atmosferische omstandigheden

De atmosferische omstandigheden binnen welke grenzen het hemelwaterafvoersysteem dient te kunnen functioneren worden omschreven door de regenduurlijnen van "Schaling neerslagstatistiek korte durven obv Stowa (2015) en KNMI'14" [2].

De regenduurlijnen van bruggen zijn gebaseerd op de voorspellingen voor 2085.

Regenduurlijnen Stowa (2015) en KNMI'14

Tijd (min)	Neerslag (mm)	
	1x in 10 jr	1x in 50 jr
0	0	0
5	17	25
10	24	35
15	29	42
30	37	53
60	44	63
120	50	71
>120	50+5mm/h	71+6mm/h

tabel 2-1

In bovenstaande tabel zijn de cumulatieve neerslag hoeveelheden als functie van de tijdsduur van een bui weergegeven voor 2 verschillende referentieperiodes, 10 jaar en 50 jaar.

Deze waarden kunnen afwijken van de waarden voor wegen omdat de ontwerplevensduur van wegen en bruggen verschillen. De regenduurlijnen voor tunnels, aquaducten en verdiepte liggingen wijken ook af.

In paragraaf 2.2 wordt aangegeven welke referentieperiode voor welke situatie dient te worden aangehouden.

N.B. voor kleine bruggen waar een dynamische berekening van de hemelwaterafvoer niet loont dient rekening te worden met een constante regenbui met een onbepaalde tijdsduur. Voor buien met een herhalingsduur van 10 jaar mag men rekenen met een bui met een intensiteit van 72mm/uur

(=200 liter/sec/ha). Voor buien met een herhalingsstijd van 50 jaar met een intensiteit van 100 mm/uur (=300 liter/sec/ha).

Toelichting

17 mm regenwater in 5 minuten komt overeen met meer dan 566 liter/sec/ha! Voor kleine bruggen en viaducten mag men ervan uitgaan dat de eerste 5 minuten van een regenbui geborgen kunnen worden in het regenwaterafvoersysteem. Voor een bui met een duur van 10 minuten wordt dus $24/2=12$ mm opgevangen in het systeem. De rest, 12 mm in 10 minuten = 72 mm/uur ≈ 200 l/sec/ha.

2.2**Referentieperiodes**

In principe mag men ervan uitgaan dat de maatgevende bui gedurende een referentieperiode gelijk is aan de grootste bui die één maal in deze periode voorkomt.

De keuze van een referentieperiode, en daarmee dus de grote van een bui, wordt gerelateerd aan de consequenties (=overlast/schade) die kunnen voorkomen. Indien deze schade groot is, dan stelt men criteria bij een minder vaak voorkomende bui. Indien men weinig schade verwacht stel je diezelfde criteria bij een vaker voorkomende bui.

Dat wil zeggen:

- Indien je weinig overlast/schade verwacht (aquaplaning/snelheidsbeperking) omdat de waterhoogtes op het wegdek onmogelijk groter kunnen zijn dan 30cm, dan dient gerekend te worden met een bui die eens per 10 jaar voorkomt;
- Indien je matig overlast/schade verwacht (stremming van het verkeer) omdat de waterhoogtes op het wegdek kunnen stijgen tot boven de 30 cm, dan dient gerekend te worden met een bui die eens per 50 jaar voorkomt ;

Het spreekt voor zich dat deze hoeveelheden water alleen kunnen voorkomen, indien er fysieke beperkingen (wanden, dichte barriers, hoge schampkanten) zijn, waardoor het water zo hoog op de rijbaan kan staan.

Naast de eisen die de waterkwantiteitsbeheerder kan stellen, dient aan de hand van de plaatselijke situatie bepaald te worden van welke maatgevende bui uitgegaan dient te worden.

Bij de dimensionering van het hemelwaterafvoerstelsel voor weggedeelten met een maximum snelheid groter of gelijk aan 100 km/uur dient voor het 'kantstreepcriterium' de volgende referentieperiode te worden aangehouden, zie tabel 2-1:

1. Voor bruggen en viaducten, waarbij het fysiek onmogelijk is dat er grotere waterhoogtes op het wegdek voorkomen dan 30 cm, dient een referentieperiode van 10 jaar te worden aangehouden;
2. Voor bruggen en viaducten, waarbij het mogelijk is dat er waterhoogtes op het wegdek kunnen ontstaan van 30 cm of meer, dient een referentieperiode van 50 jaar te worden aangehouden;

In de regel houdt men voor bruggen en viaducten een referentieperiode van 10 jaar aan. Voor bruggen met hoge dichte wandliggers dient een referentieperiode van 50 jaar te worden aangehouden.

Voor weggedeelten waar lagere maximum snelheden gelden, mag het 'kantstreepcriterium' tijdens de bui gedurende een korte tijd worden overschreden, zie specifieke eisen bruggen en viaducten in paragraaf 3.1.

2.3 Maximale berging (plassen)

Bij de dimensionering van het hemelwaterafvoersysteem van grote bruggen dient gebruik te worden gemaakt van een dynamische berekeningsmethode, waarmee de betreffende regenbui kan worden ingevoerd en inzicht wordt verkregen in het functioneren van de diverse onderdelen tijdens de regenduur. In het algemeen dient het hemelwaterafvoersysteem getoetst te worden op de maximaal toelaatbare berging op het wegdek (plassen).

Daar waar de afvloeisnelheid van hemelwater te gering is door

- een te kleine of geen verkanting
- belemmeringen in de afvoer naar berm of langsgoot
- vollopen van berm of langsgoot

zullen plassen ontstaan.

Plassen ontstaan altijd en overal en zullen ook na verloop van tijd onder natuurlijk verhang of na verdwijning van de belemmering of leeglopen van goot of berm weer verdwijnen.

Plassen op de wegverharding kunnen een gevaar vormen voor het wegverkeer op de rijbaan. De kans op aquaplaning is afhankelijk van de snelheid van een voertuig, het profiel van de band en de diepte van de plas. Bij hoge snelheden kunnen kleine waterdieptes al tot problemen leiden.

Met inachtneming van paragrafen § 6.6 van de NOA [6], § 8.3.7 van het Handboek Wegontwerp – Stroomwegen [7] en § 7.3.4 van het Handboek Wegontwerp – Gebiedsontsluitingswegen [7] en de eisen die men aan de wegverharding stelt, mag men ervan uitgaan dat er geen plassen ontstaan bij het afvoeren van hemelwaterafvoer naar de rand van de rijbaan.

2.3.1 Kantstreepcriterium

In het algemeen wordt geen eis gesteld aan de minimale afvoer van regenwater op een brug, maar aan de maximale omvang die een plas op een brug of viaduct mag hebben: het zogenaamde kantstreepcriterium.

De wegverharding dient als berging van overtollig hemelwater in de vorm van “plassen” met een maximale omvang.

Bij verkeerswegen waarvoor een bepaalde maximum snelheid geldt mogen plassen de rechter kantstreep (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) niet overschrijden bij een bui met een referentieperiode als vastgesteld in paragraaf 2.2.

2.4 Functionele (top)eisen aan het HWA-systeem

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Boven- liggende eis	Onder- liggende eis	Eisinitiator
fu-01	Het HWA-systeem van een weginfrasysteem dient het (hemel)water op de rijbaan af te voeren.	<ntb>	<ntb>	RWS
fu-02	Het HWA-systeem van een weginfrasysteem dient in geval van een calamiteit afgesloten te kunnen worden.	<ntb>	<ntb>	RWS
Bron: RWS				
Verificatiemethode: Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat voor de verschillende onderdelen van het weginfrasysteem het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen.				
Toelichting: De bovenliggende eis kan een eis met betrekking tot veiligheid en/of beschikbaarheid van het weginfrasysteem zijn. De onderliggende eisen komen voort uit de eisen van de belanghebbenden (stakeholders) en het ontwerp van de weg, het kunstwerk en het hemelwaterafvoersysteem.				

De afgeleide eisen van de eerste top eis worden meestal gesteld in de vorm van hoe groot de maximale berging op het wegdek mag zijn: hoe groot mag de grootste plas tijdens een regenbui zijn, of hoe snel deze maximale berging weer gereduceerd moet zijn tot acceptabel niveau tijdens of na een bui.

2.5 Generieke aspect eisen aan het HWA-systeem

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Boven- liggende eis	Onder- liggende eis	Eisinitiator
ge-01.1	Het HWA-systeem van de brug dient te voldoen aan het Kader Afstromend Wegwater.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.2	Het hemelwater dient van alle rijbanen op de brug separaat te worden afgevoerd (zodat het hemelwater van de ene rijbaan niet kan afstromen over de andere rijbaan).	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.3	Kolk- en putdeksels op een brug dienen buiten de rijbaan te worden gestitueerd.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.4	Bij toepassing van HWA buizen dient de diameter minimaal 250 mm te bedragen, met uitzondering van kolkaansluitingen. Deze mogen een diameter van minimaal 125 mm hebben.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.5	Er mogen geen buizen in het dek van de brug onder de rijbaan liggen.	fu-01	<ntb>	RWS

ge-01.6	Buizen onder de rijbaan (in de aardenbaan) dienen met de bovenkant van de buis minimaal 1 m onder het wegoppervlak te liggen.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.7	Buizen onder de rijbaan (in de aardenbaan) dienen > 5 meter van het object (einde vleugelwand, einde wand van tunneltoerit) en >1 meter van de vrije uiteinde van stootplaten te liggen.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.8	Bij toepassing van HWA buizen onder de brug dienen deze eenvoudig geïnspecteerd en onderhouden te kunnen worden.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.9	HWA buizen die in sloten afwateren dienen te worden voorzien van uitstroomconstructies die voldoende weerstand bieden aan maaierwerk.	fu-01	<ntb>	RWS
ge-01.10	De onderdelen van het HWA dienen een levensduur te hebben van minimaal 50 jaar, met uitzondering van vervangbare onderdelen. Deze dienen een minimale levensduur van 25 jaar te hebben.	fu-01	<ntb>	RWS
Bron: RWS				
Verificatiemethode: Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen. N.B. waar in de eisen het woord "brug" wordt gebruikt, moet deze, waar van toepassing, gewijzigd worden in het woord "viaduct".				
Toelichting: De bovenliggende eis kan een eis met betrekking tot veiligheid en/of beschikbaarheid van de brug of viaduct zijn. De onderliggende eisen komen voort uit de eisen van de belanghebbenden (stakeholders) en het ontwerp van de weg, het kunstwerk en het hemelwaterafvoersysteem.				

2.6 Goten, kolken en riolen

Wegbouwkundige noodzaak

Goten, kolken en riolen (inclusief putten) met afvoer naar bermsloten e.d. dienen aangebracht te worden indien de afvoer zich concentreert of wordt belemmerd, zoals:

- bij afstroming in de langsrichting van de brug; het kan bijvoorbeeld noodzakelijk zijn bij:
 - een brug met een langshelling steiler dan 1%;
 - een brug met een verhardingsbreedte van meer dan 11 m, indien de langshelling steiler is dan 0,5%.
- wanneer geen zijdelingse afstroming mogelijk is; bijvoorbeeld bij:
 - een brug met obstakels langs de verharding, b.v. schampranden, barriers, e.d.
- wanneer er gevaar voor uitspoeling bestaat; bijvoorbeeld bij:
 - taluds aan het einde van bruggen.

Goten

Goten hebben als functie het hierin toestromend water op te vangen en af te voeren via het hemelwaterafvoerstelsel, bijvoorbeeld naar kolken.

De vorm van de goot dient er op gericht te zijn een zo groot mogelijke waterafvoer te verkrijgen. De hydraulische dimensionering van goten kan bepaald worden volgens document [3, bijlage B Formules voor de berekening van open en gesloten leidingen]. Hierbij wordt het maximaal afwaterend oppervlak bepaald aan de hand van met name rijbaanbreedte, regenintensiteit, langshelling, gootvorm en kolkafstand.

Kolken

Kolken hebben als functie het vanuit goten toestromend water op te vangen en af te voeren via het hemelwaterafvoerstelsel, bijvoorbeeld via aansluitleidingen naar bermsloten of riolering.

Kolkafstanden

Een berekening dient de maximale kolkafstand(en) te bepalen.

Het verdient echter de aanbeveling het maximaal per kolk afwaterende wegoppervlak (uit praktische overwegingen) te beperken tot ca. 600 m², waardoor de kolkafstand afhankelijk van de verhardingsbreedte wordt begrensd door een maximale waarde. De afstand tussen de kolken dient kleiner te zijn dan 40 meter.

Rioolbuizen

Rioolbuizen hebben als functie het water vanuit kolken verder af te voeren naar de landhoofden, een bermsloot of naar een rioolstelsel.

Het verdient de voorkeur de snelheid van het water in de rioolbuizen niet groter te laten zijn dan 2 m/s. Bij de berekening van de rioolbuizen dient men er van uit te gaan dat de dekking op de hoogwaterlijn (bijv. de afstand tussen hoogwaterlijn in de buis en bodem van een goot) min. 0,30 m is. De hoogwaterlijn is de lijn die kan worden getrokken door de punten waar de waterdruk bij de gehanteerde berekeningsregen nul is.

Het verhang van de rioolbuis onder een brug dient minstens 1:1000 te zijn. Aanbeveling verdient het in ieder geval het bodemverhang zo groot mogelijk te maken.

Indien het verhang flauwer wordt dan 1:1000 dient de bodem van de waterloop/tussenkolk waarop geloosd wordt, te worden verlaagd. Indien verlaging van de waterloop niet mogelijk is zal toch een flauwer verhang moeten worden aangehouden, hetgeen niet van invloed is op de hydraulische afvoercapaciteit, maar wel op mogelijke extra bezinking.

2.7 Aspect criteria

2.7.1 Veiligheid

Om plasvorming te voorkomen mag de afvoer van hemelwater niet door obstakels worden belemmerd.

Markering

De markering dient te zijn voorzien van maatregelen om de afvoer van hemelwater te bevorderen. Verwezen wordt naar Eisendocument Eisen Markering [4]

Barriers

Barriers dienen de hemelwaterafvoer niet te belemmeren. Verwezen wordt naar Eisendocument Eisen Voertuigkering [5].

Putten en putafdekkingen

Putten en deksels mogen niet in de voor de weg bestemde verharding worden opgenomen.

Goten

Voorkomen dient te worden dat de gootconstructie een obstakel wordt en gevaarlijke situaties kan opleveren. Bestuurders kunnen de macht over het stuur verliezen wanneer de wielen van het voertuig in een goot terecht komen. Daarom zijn de hieronder genoemde eisen gesteld aan de vormgeving van goten.

De vormgeving van goten dient er op te zijn gericht dat:

- een zo groot mogelijke waterafvoer wordt verkregen (voorkomen plasvorming bij hevige regenbui);

Kolken

Bij een kolkaansluitleiding dient de kans op verstopping te worden verkleind door het toepassen van een buis met een minimum middellijn van 125 mm uitwendig.

2.7.2

Gezondheid

Milieukundige noodzaak

Naast de wegbouwkundige noodzaak kan de aanleg van goten, kolken en riolen (waar nodig een gescheiden stelsel) ook noodzakelijk zijn uit oogpunt van milieubelangen om bodem- en grondwaterverontreinigingen bij bijv. brandstofverkooppunten te voorkomen en kunnen belangen van derden een rol spelen, zoals bijv. in waterwingebieden, tuinbouwgebieden enz.

In het algemeen kan gesteld worden dat op die locaties waar lozing van hemelwater aanleiding kan geven tot verontreinigingen van bodem en/of ontvangend water aanvullende voorzieningen dienen te worden getroffen. Deze voorzieningen zijn afvoer via slib/zandopvangputten, benzine- en olie-afscheiders of lamellenfilters. Tevens bestaat de mogelijkheid om te transporteren naar een ontvangend water waarop lozing geen bezwaar is, naar gemeentelijke rioolstelsels of naar zuiveringsinstallaties.

Eisen hieromtrent dienen vanuit een analyse en wensen van de omgeving en belanghebbende naar voren te komen.

Materialen milieuvriendelijk

De gebruikte materialen van onderdelen ten behoeve van het hemelwaterafvoersysteem dienen milieuvriendelijk te zijn.

Zo dient het gebruik van PE-HD te prevaleren boven het gebruik van PVC, tenzij voor het gebruik van PVC doorslaggevende redenen aan te voeren zijn. Dit geldt tevens voor overige afwegingen op het gebied van materiaalgebruik. Het gebruik van het meest milieuvriendelijke materiaal dient hierbij steeds te prevaleren.

PVC = ongeplasteerd polyvinylchloride

PE-HD = polyetheen - hoge dichtheid.

2.7.3 Beschikbaarheid

Om het hemelwaterafvoersysteem zijn functie te kunnen laten vervullen dient het hemelwaterafvoersysteem beschikbaar te zijn en dient derhalve een verstoring van de afvoer (bijv. verstoppingen) te worden voorkomen.

2.7.4 Betrouwbaarheid

Om het hemelwaterafvoersysteem betrouwbaar zijn functie te kunnen laten vervullen dient het hemelwatersysteem voldoende robuust te zijn. Desondanks mogen er geen buizen in het brugdek onder de rijbaan worden gesitueerd en moet men sowieso zeer terughoudend zijn om buizen te integreren in het brugdek of onderbouw en fundering van de brug.

Onderdelen van het Hemelwaterafvoersysteem dienen een technische levensduur te hebben van 50 jaar.

Het hemelwaterafvoersysteem (bermen, goten, kolken, buizen, putten en dergelijke) dient alle er op werkende belastingen en aantastingsmechanismen te kunnen weerstaan en over te brengen naar de ondergrond. Deze belastingen en aantastingsmechanismen dienen door middel van een analyse bepaald te worden.

Voor belastingen op het hemelwaterafvoersysteem zie document [3, paragraaf 7 Sterkteberekening buizen].

Voor aantastingsmechanismen van het hemelwaterafvoersysteem zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

Het hemelwaterafvoersysteem dient bestand te zijn tegen agressieve vloeistoffen bestaande uit onder andere neerslag van luchtverontreiniging, bodem-verontreiniging, strooizout en stoffen afkomstig van het wegverkeer zoals bandenslijpsel en olie- en brandstoflekage.

Belastingen buizen

Voor de sterkteberekening van buizen zie document [3, paragraaf 7 Sterkte-berekening buizen].

Indien (afvoer)buizen met een diameter <250 mm onder de weg door worden aangebracht dient deze buis in een mantelbuis opgenomen te worden, zodat zettingen in de aardenbaan geen of slechts een zeer geringe belasting op de (afvoer)buis uitoefenen. Daarnaast kan bij toepassing van een mantelbuis de afvoerbuisk vervangen worden zonder dat schade aan de weg optreedt.

Afvoerbuizen die onder de weg door worden aangebracht dienen buiten het invloedsgebied van het kunstwerk inclusief de overgangsconstructie (stootvloer, -platen) te liggen

De afstand van de bovenkant van het riool, mantelbuis en dergelijke tot de onderkant van de verharding dient minimaal 1,0 m ten behoeve van de spreiding van de verkeersbelasting op de verharding.

Materiaaleigenschappen hemelwaterafvoersysteem

Voor de bepalingen met betrekking tot de aan te houden sterkte-eigenschappen bij toepassing van een materiaal zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

In de normen en publicaties worden de sterkte eigenschappen vaak gerelateerd aan een verkeersklasse.

Voor bepalingen met betrekking tot de aan te houden weerstand tegen aantastingsmechanismen van een materiaal zie document [3, paragraaf 6 Keuze bouwstoffen].

Robuustheid en molestbestendigheid

Met name in het zicht blijvende onderdelen voor de afvoer van hemelwater dienen voldoende robuust en molestbestendig te zijn.

2.7.5 Vormgeving

De vormgeving van het hemelwaterafvoersysteem dient te worden ingepast in de vormgeving van de weg en de architectonische eisen.

2.7.6 Omgeving

Bij het ontwerp van weginfrastructuur en het bijbehorende hemelwater-afvoersysteem dient altijd in een vroeg stadium van het ontwerp contact opgenomen te worden met de beheerder van het ontvangende watersysteem (waterschap, hoogheemraadschap). De beheerder van het ontvangende watersysteem kan eisen stellen aan de wijze waarop met lozingen dient te worden omgegaan. Het wettelijk kader voor het reguleren van lozingen wordt gevormd door de Wet milieubeheer, de Waterwet en de Wet bodembescherming. Op basis van deze wetgeving is het Besluit 'lozen buiten inrichtingen' bepaald. Het Kader 'Afstromend Wegwater' [7] geeft een praktische invulling van het Besluit 'lozen buiten inrichtingen' en dient toegepast te worden in de relatie met de beheerder van het ontvangende watersysteem.

2.7.7 Uitvoering**Algemeen**

Ook bij een gefaseerde aanleg en/of reconstructie van de brug dient het hemelwaterafvoersysteem te functioneren, zodat de veiligheid op de in gebruik zijnde weggedeelten gewaarborgd is.

Hiertoe dienen zo nodig tijdelijke voorzieningen te worden getroffen zodat de veiligheid op de in gebruik zijnde weggedeelten gewaarborgd is. Tevens dient uitspoeling van grond in bermen en taluds te worden voorkomen.

Nederlandse Praktijk Richtlijn 3218

De aanleg dient, voor zover van toepassing, te worden uitgevoerd overeenkomstig het gestelde in de Nederlandse praktijkrichtlijn 'Buitenriolering onder vrij verval - aanleg en onderhoud' NPR 3218. In het navolgende zijn, waar nodig, per onderdeel afwijkingen of aanvullingen aangegeven.

Fundering van leidingen

Puin, stenen of andere scherpe voorwerpen dienen uit de sleufbodem te worden verwijderd ter voorkoming van beschadiging van de leiding.

Lijn- en puntbelastingen kunnen leiden tot een grotere deformatie. Daarom is het ontoelaatbaar de kunststofleidingen rechtstreeks op harde grond, riet-, kunststof- of rijsmatten, vlonders, baddingen of tegels te leggen.

Scheurvorming en/of zettingen als gevolg van de toepassing van een grondverbetering kunnen leiden tot breuk in de leidingen.

Doorvoeringen door mantelbuizen

Onder wegverhardingen zo min mogelijk riolen aanleggen vanwege de verdichtingsproblematiek van de rioolsleuf.

Om binnendringen van grond te voorkomen dienen de uiteinden van de mantelbuis met rubberen slabben / manchetten of met stroken schuimrubber te worden afgesloten. Bij persleidingen en bijbehorende mantelbuizen met kleine middellijn kan de ruimte tussen mantelbuis en persleiding worden volgeschuimd (eventueel tevens ten behoeve van isolatie, bijv. met polyurethaanschuim) of kan een vulmiddel zoals dammer, grout o.i.d. worden aangebracht.

2.7.8 Onderhoudbaarheid/beheerbaarheid

Het hemelwaterafvoersysteem dient onderhoudsarm te zijn.

Het hemelwaterafvoersysteem dient eenvoudig inspecteerbaar en onderhoudbaar te zijn.

Het hemelwaterafvoersysteem dient uniform van opzet te zijn. Gelijke afmetingen, vorm en merken dienen te worden toegepast en uitwisselbaar te zijn. De toegepaste producten dienen herproduceerbaar en uitwisselbaar te zijn en te zijn voorzien van de benodigde certificaten.

Goten

Goten dienen, zo mogelijk, machinaal te kunnen worden gereinigd.

Goten dienen, waar mogelijk, open goten te zijn van asfaltbeton of betonnen elementen. Incidenteel kunnen straatstenen en tegels worden toegepast.

Kolken

Bij het ruimen van sneeuw dienen de kolkinlaten sneeuwvrij te kunnen worden gemaakt zodat smeltwater kan toestromen.

2.7.9 Toekomstvastheid

Vluchtstrook

Bij het ontwerp van het hemelwatersysteem dient rekening gehouden te worden met een mogelijk toekomstige gewijzigde wegindeling op de brug.

Bouwstoffen

De bouwstoffen moeten voldoen aan de hiervoor geldende normbladen en, voor zover mogelijk, geleverd worden onder KOMO-resp. KIWA-certificaat voorzien van een KOMO-keurmerk. De bouwstoffen die niet onder certificaat geleverd kunnen worden dienen door een keuringsinstituut te worden gekeurd.

Voor de onderdelen van de afvoerstelsels komen de navolgende bouwstoffen in aanmerking:

Element	Materiaal
• Goten • Kolken en aansluitleidingen	Asfaltbeton of betonelementen Onderbak van beton en inlaatstuk van gietijzer met draaibaar hol rooster of thermisch verzinkt vlak stalen rooster; aansluitleidingen van PVC.
• Rioolbuizen	buizen van beton of PE-HD, incidenteel PVC.

PVC = ongeplasticeerd polyvinylchloride

PE-HD = polyetheen - hoge dichtheid.

Goten

Goten dienen gemakkelijk aanpasbaar te zijn bij het aanbrengen van nieuwe asfaltbetonlagen en/of reconstructie.

PE-HD buizen

Buizen van PE-HD zijn toepasbaar voor de afvoer van hemel- en vuilwater, zowel in vrijvervalleidingen als in persleidingen.

PVC-buizen

Buizen van PVC zijn toepasbaar voor de afvoer van hemel- en (in beperkte mate) vuilwater, zowel in vrijvervalleidingen als in persleidingen.

2.7.10 Sloopbaarheid

Onderdelen van het hemelwaterafvoersysteem dienen te kunnen worden hergebruikt, respectievelijk te kunnen worden afgevoerd als bouw materiaal voor hergebruik in de meest hoogwaardige vorm.

2.8 Externe raakvlakken

..

2.9 Interne raakvlakken

Plaatsbepaling

Bij de plaatsbepaling van het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient rekening te worden gehouden met andere aan te brengen, of eventueel later aan te brengen, wegvoorzieningen zoals geleiderailconstructies, geluidsschermen, lichtmasten, uithouders en portalen voor bewegwijzering enz.

3 Specifieke eisen Hemelwaterafvoer Brug

Inleiding

In overeenstemming met het 'Kader Afstromend Wegwater' is het niet meer wenselijk om direct te lozen op de omgeving (lees: oppervlaktewater) direct onder een tussenafvoerpunt, tenzij dit technisch en/of financieel niet mogelijk is. Als voorbeeld gelden hierbij lange bruggen, waarbij het te kostbaar wordt om het afstromende wegwater af te voeren naar de landhoofden. Denk hierbij ook aan het risico van terugslag van wegwater de rijbaan op.

De voorkeursvolgorde is als volgt:

1. Indirect lozen in een regionaal oppervlaktewaterlichaam;
 - a. afvoer, onder vrij verval, via goten, kolken en leidingen op bermsloten, bergvijvers of zakputten; eventueel de bermsloten aansluiten op het afwateringssysteem in de omgeving (watergang, riool).
 - b. of in een voorziening voor de inzameling en transport van afvalwater (niet zijnde vuilwater);
2. Afvoer onder vrij verval via goten, kolken en leidingen op riolen en rioolputten met uitmonding van het riool op een rioolgemaal (of pompput).
Vanuit het rioolgemaal het hemelwater via een persleiding afvoeren naar een waterhuishoudkundig systeem in de omgeving (watergang, riool).
3. alternatieve lozing

3.1 Waterafvoerberekening

Het ontwerp van het HWA-systeem dient te worden gecontroleerd met een dynamische berekening, waarbij de histogrammen van de ontwerpregenbui(en) en het lozingspeil kunnen worden ingevoerd.

Bij de waterafvoerberekening dient rekening te worden gehouden met de breedte B en de lengte L van het afstroomgebied, de dwarsverkanting en de langshelling van de weg.

Bij kleine overspanningen kan het volstaan gebruik te maken van het hemelwaterafvoersysteem van de weg.

Indien gewenst kan men een gebruik maken van een (ongunstige) statische berekening met een constante intensiteit van de bui van onbepaalde tijdsduur.

3.1.1 Scope van de waterafvoerberekening

Onderdoorgangen, faunapassages en duikers

Onder bruggen verstaan we tevens viaducten, onderdoorgangen en grotere duikers en faunapassages.

Het HWA-systeem van onderdoorgangen, faunapassages en duikers, die zich kenmerken door:

- Een kleine overspanning
- Het ontbreken van een voegovergang.

behoeft niet aan de eisen van het hemelwaterafvoersysteem van de brug te voldoen.

Genoemd hemelwaterafvoer dient wel te voldoen aan de eisen hemelwaterafvoer wegen op de aardenbaan.

De eisen aan de weg stellen al **dat (Extra) Goten, kolken en riolen (inclusief putten) met afvoer naar bermsloten e.d. dienen aangebracht te worden indien de afvoer zich concentreert of wordt belemmerd**. Bij de bovenstroomse overgang van weglichaam naar brug zal door ongelijke zetting altijd een concentratie van hemelwater bevinden. Vereist is om daar een kolk of put aan te brengen. Of er aan de benedenstroomse overgang ook een put of kolk moet worden toegepast hangt af van de dimensies van de brug. Bij kleine bruggen (duikers, onderdoorgangen) mag men ervan uitgaan dat de afvoer van het hemelwater niet anders verloopt dan bij de rest van weg, waar geen brug aanwezig is. Het reguliere HWA-systeem van de weg is dan afdoende.

In de regel is geen extra benedenstroomse put of kolk nodig indien het afstroomoppervlak van de brug kleiner is dan 75 m². Daarnaast mag men ervan uitgaan dat bij kleine overspanningen

verticaal alignement	geen benedenstroomse kolk noodzakelijk is, indien
$i \leq 1\%$	$L \leq 1/3 \cdot \text{breedte rijdek}$
$1\% < i \leq 2\%$	$L \leq 2/3 \cdot \text{breedte rijdek}$
$2\% < i \leq 3\%$	$L \leq \text{breedte rijdek}$

3.2 Specifieke eisen weginfrasysteem object brug

<ID>	Afvoeren hemelwater weginfrasysteem	Boven- liggende eis	Onder- liggende eis	Eisinitiator
bru-01.1a	Bovenstroomse Eindafvoer Het HWA-systeem van weggedeelten bovenstrooms van de brug dient vóór de overgang naar de brug af te wateren op het HWA-systeem van de brug bij het landhoofd	fu-01	<ntb>	<ntb>
bru-01.1b	Boven- en benedenstroomse Eindafvoer Het HWA-systeem van weggedeelten gelegen op de brug dient vóór de overgang naar de aardenbaan (bovenstrooms en benedenstrooms) af te wateren op het HWA-systeem van de brug ter plaatse van de landhoofden	Fu-01		
bru-01.1.1	Eindafvoeren dienen direct naast de stootplaten en een tweede eindafvoer 5 meter achter de stootplaten te worden gesitueerd.			
Bru-01.1.2	Roosters van eindafvoeren dienen minimaal 0 en maximaal 20 mm lager te liggen dan bovenkant asfalt.			
bru-01.1.3	In geval van zeer open asfalt beton dienen roosters van eindafvoeren tussen de 40 en 70 mm lager te liggen dan bovenkant verharding..			
N.B. van eisen bru-01.1 a en b moet, afhankelijk van de situatie, één gekozen worden.				
bru-01.2	De wegverharding op de brug dient het hemelwater af te voeren door middel van dwarsverkanting en/of langshelling			
bru-01.3	Op een kunstwerk dient zich geen verkantingsovergang te bevinden	Fu-01		
bru-01.4	Het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient te faciliteren dat hemelwater dat van de verharding wil stromen, hiervoor de gelegenheid krijgt (via goten) en niet kan terugstromen op de verharding	Fu-01		
bru-01.5	Het hemelwaterafvoersysteem van de brug dient het hemelwater per rijbaan separaat af te voeren	Fu-01		
bru-01.6a	HWA Bruggen in weggedeelten > 100 km/h	fu-01		

	'kantstreepcriterium' Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt groter dan 100 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet overschrijden</u> bij een bui met een referentieperiode van ... jaar. (Zoals vastgelegd in paragraaf 2.1)			
bru-01.6b	<u>HWA Bruggen in weggedeelten 80-100 km/h</u> Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt tussen de 80 en 100 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 5 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (Zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)	Fu-01		
bru-01.6c	<u>HWA Bruggen in weggedeelten 60-80 km/h</u> Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt tussen de 60 en 80 km/h mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 15 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)	Fu-01		
bru-01.6d	<u>HWA Bruggen in weggedeelten < 60 km/h</u> Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt van 60 km/h of lager mag de maximale bergingsruimte (=plas) de rechter kantstreep op een brug (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) <u>niet langer overschrijden dan 30 minuten</u> bij een bui met een referentieperiode van .. jaar. (zoals vastgelegd in paragraaf 2.1 en 2.2)	Fu-01		

bru-01.7	Afvoerputten mogen niet in de dekconstructie te worden geïntegreerd.			
bru-01.8	Buizen in bruggen mogen niet ingestort worden (tenzij dit onvermijdelijk is).			
bru-01.9	Bij de overgang naar andere constructiedelen of bij de overgang naar de ondergrond dienen buizen te zijn voorzien van flexibele aansluitingen.			
bru-01.10	Alle onderdelen van het HWA-systeem van bruggen waar een risico bestaat op vandalisme dienen te worden afgeschermd of te worden uitgevoerd in vandalismebestendig materiaal.			

Bron: RWS

Waar in de eisen het begrip “brug” wordt genoemd, mag deze vervangen worden door “viaduct”, “onderdoorgang” of andere constructies binnen de scope. De referentieperiode van een bui op een brug hoeft niet dezelfde te zijn aan de referentieperiode van een bui van de weg.

Verificatiemethode:

Analyse en berekening op basis van deze richtlijn waarmee aangetoond wordt dat voor de verschillende onderdelen van het weginfrasysteem het hemelwater wordt afgevoerd in overeenstemming met de onderliggende eisen.

Eisen bru-01.6 a t/m d zijn optioneel: slechts één dient te worden gespecificeerd.

Toelichting:

Waar in de eisen het begrip “brug” wordt genoemd, mag deze vervangen worden door “viaduct”, “onderdoorgang” of andere constructies binnen de scope.

De referentieperiode van een bui op een brug hoeft niet dezelfde te zijn aan de referentieperiode van een bui van de weg. Meestal bedraagt deze referentieperiode 10 jaar.

3.3 Wegverharding op de brug

De wegverharding dient het hemelwater af te voeren door middel van dwarsverkanting en/of langshelling

Wegen, algemeen

Ten behoeve van het afvoeren van de neerslag van het verhardingsoppervlak volstaat over het algemeen een dwarshelling (verkanting) van dit verhardingsoppervlak van 2 à 2,5% zie Handboek Wegontwerp [6]. Ook bij onregelmatigheden in dwars- en/of lengteprofiel is dan de kans op plasvorming gering.

3.3.1 Afvloeiingscoëfficiënt wegverharding

De afvloeiingscoëfficiënt is een coëfficiënt, die uitdrukt welk gedeelte van de neerslag in het afvoerstelsel terecht komt.

Gedetailleerde waarden afvloeiingscoëfficiënten – verharde oppervlakken

Indien de afvloeiingscoëfficiënten van verharde oppervlakten meer nauwkeurig bepaald moeten worden, kunnen voor de diverse soorten oppervlakken waarden worden aangehouden die men door metingen en onderzoek getracht heeft vast te stellen. Als resultaat hiervan wordt aangehouden:

• gesloten wegdek (asfalt en beton)	0,8 - 0,95
Dicht Asfalt Beton (DAB)	0,9
Zeer Open Asfalt Beton (ZOAB)	0,8

Informatief:

De afvloeiingscoëfficiënt is echter niet constant door vervorming en vertraging bij de inloop in het afvoerstelsel (d.w.z. dat het inloop-hydrogram niet samenvalt met de neerslagkromme) en als gevolg van de tijdelijke berging in het afvoerstelsel (vervorming van het inloop-hydrogram tot een uitloop-hydrogram).

De afvloeiingscoëfficiënt is dan ook te zien als een gemiddelde, afhankelijk van vele factoren. De bepaling van de juiste waarde van de afvloeiingscoëfficiënt is in feite niet mogelijk, getuige ook de verschillende resultaten van diverse onderzoekers.

Ter vereenvoudiging mag aangehouden worden dat alle neerslag op verharde oppervlakken wordt afgevoerd en er geen vertraging of vervorming in de afvoer plaatsvindt. De afvloeiingscoëfficiënt is dan 1.

3.3.2 Maximale berging: "Plassen"

De wegverharding dient als berging van overtollig hemelwater in de vorm van "plassen" met een maximale omvang.

Op bruggen en viaducten, boven een bepaalde afmeting, zullen door hun gering verticaal alignement altijd plassen ontstaan.

Daarom dienen de volgende eisen in acht te worden genomen:

- ('kantstreepcriterium') Bij verkeerswegen waarvoor een maximum snelheid geldt van > 100 km/h mogen plassen de rechter kantstreep (of bij tegenverkanting: linker kantstreep) niet overschrijden bij een bui met een referentieperiode als vastgesteld in paragraaf 2.2.

Voor weggedeelten waar lagere maximum snelheden gelden, mag dit criterium tijdens de bui gedurende een korte tijd worden overschreden.

3.3.3 Waterafvoerberekening

De waterafvoerberekening van een brug of viaduct vormt een integraal onderdeel van de totale waterafvoerberekening van de weg. Daar waar de lengte van de brug of de restricties vanuit de omgeving van de brug relevante risico's vormen, dient een afzonderlijke waterafvoerberekening voor de brug gemaakt te worden.

N.B.

In het verleden werd voor de neerslagintensiteit de formule van Van de Akker gebruikt.

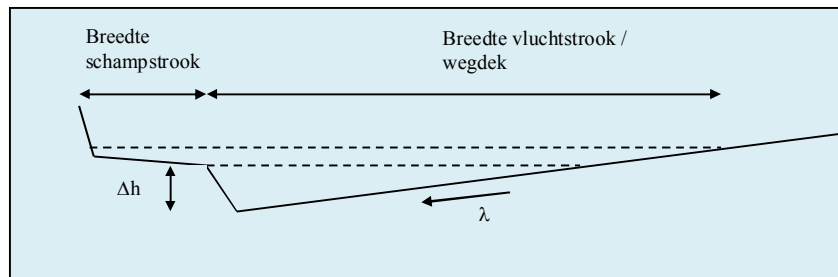
Deze formule is gebaseerd op een neerslaganalyse van het KNMI over de periode 1850 – 1950 en mag niet meer gebruikt worden.

3.4 Afwatering door middel van goten

Capaciteit van goten

Het regenwater, dat op het rijdek valt, wordt via langsgoten eventueel in combinatie met verzamelleidingen afgevoerd.

De capaciteit van de goten is afhankelijk van verschillende variabelen zoals in onderstaande figuur weergegeven.



figuur 3-1

Afhankelijk van het oppervlak en de omtrek van het natte oppervlak kan de capaciteit van de goten worden bepaald.

3.5 Afwatering door middel van tussenafvoeren

Tussenafvoeren

Tussenafvoeren dienen te worden toegepast als:

- De langshelling van het afstroomvlak gering is ($i < 0,5\%$), zodat het water onvoldoende tot afstroming komt.
- De capaciteit van de afvoergoot langs de schamprand overschreden wordt.
- De capaciteit van de eindafvoer onvoldoende wordt.

Indien er geen noodzaak is dan dient het toepassen van tussenafvoeren echter voorkomen te worden om het risico van aantasting van de constructie bij lekkage van tussenafvoeren te voorkomen.

Vooraf bij tussensteunpunten van prefab betonnen dekken kunnen, door de zeeg van de prefab onderdelen, blijvende plassen op de rijbaan ontstaan. Deze plassen moeten worden afgevoerd door middel van tussenafvoeren. Speciale aandacht moet worden geschonken aan de positie van deze tussenafvoeren in relatie met de (buigslappe) voeg.

De capaciteit van een tussenafvoer kan aanzienlijk worden vergoot door de buis te koppelen aan een afvoerput. In dat geval wordt als gevolg van de grotere intredeopening van de put extra energiehoogte in de put opgebouwd. Afvoerputten mogen niet in de dekconstructie te zijn geïntegreerd.

3.6 Afwatering door middel van eindafvoeren (kolken)

Eindafvoeren

Eindafvoeren bestaan uit gootelementen die in stelspecie worden geplaatst op een console van het landhoofd, direct naast de stootplaten. Deze constructie dient toegepast te worden, tenzij er doorslaggevende redenen aangevoerd kunnen worden om een hiervan afwijkende constructie toe te passen.

Eindafvoeren bestaan uit een stelsel van goten, putten en afvoerbuizen. De dimensionering dient te worden bepaald op basis van:

- a. De maximaal te verwachten hoeveelheid water per tijdseenheid:
Bij de berekening kan worden uitgegaan van een constante helling over de hele lengte van het rijdek. In de praktijk komt dit echter zelden voor. De uitkomsten

van de berekeningen zijn echter voldoende betrouwbaar, indien van een gemiddelde helling wordt uitgegaan.

b. De breedte van de waterstroom:

Aan het eind van het rijdek zal het water, dat in een brede stroom over de vluchtstrook afstroomt, niet volledig 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 langsrichting afstroomt, zal aan het eind van het rijdek ombuigen naar de resultante van de langs- en dwarshelling. De resultante van de langs- en dwarshelling is mede bepalend voor de lengte van het gotenstelsel.

De capaciteit van de afvoergoten wordt bepaald door de doorlaatcapaciteit van de roosters en de afvoercapaciteit van de goot zelf.

Tweede opvang achter landhoofd

Naast de eindafvoeren ter plaatse van het landhoofd dient op een afstand van circa 5 meter achter deze afvoeren een tweede opvang geplaatst te worden. De tweede hemelwateropvang dient om uitspoeling van het talud door hemelwater, dat niet door de eerste opvang opgevangen wordt, te voorkomen. Bij de situering van deze tweede opvang dient rekening te worden gehouden met geleiderailconstructies en doorvoer buizen van kabels vanuit de schamprand in het ontwerp en plaatsing van de tweede opvang.

Afvoerputten

Afvoerputten zijn te beschouwen als doorgeefstations tussen de afvoergoten en het riool, sloot, gemaal, of ander verzamelpunt. De enige parameter die invloed heeft op de capaciteit is de energiehogte die in de put kan worden opgebouwd. Het is dan ook van belang dat de aansluiting voor de afvoerbuizen 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.

3.7 Aspect criteria

3.7.1 Betrouwbaarheid

Robuustheid en molestbestendigheid (incl. toevoeging voor bruggen / viaducten)
Met name in het zicht blijvende onderdelen voor de afvoer van hemelwater dienen voldoende robuust en molestbestendig te zijn. Alle goot- en putdeksels van het hemelwaterafvoersysteem dienen vastgezet te worden. Ten behoeve van het hemelwaterafvoersysteem dient gebruik te worden gemaakt van elementen die niet uitneembaar zijn.

Het is niet toegestaan afvoerputten te integreren in de dekconstructie.

3.7.2 Onderhoud

Aspecten met betrekking tot onderhoud die bij het ontwerp van het hemelwaterafvoersysteem in aanmerking genomen dienen te worden, zijn:

- Afvoerbuizen alleen daar in beton storten waar het onvermijdelijk is.
- Op plaatsen met een risico op vandalisme dienen de in het zicht blijvende delen in staal te worden uitgevoerd.

3.8 Interne raakvlakken

Onderlinge verplaatsingen

De hemelwaterafvoer dient alle verplaatsingen van het kunstwerk te kunnen volgen. Dit betekent dat:

- Het rooster (boveninlaat) van de eindafvoeren te allen tijde minimaal gelijk met, of maximaal 20mm lager dient te liggen dan, het aangrenzende dichte asfalt.
- In de constructie (beton) ingestorte buizen die buiten de constructie in een grondlichaam liggen dienen van een flexibele aansluiting voorzien te zijn, zodat verschilzettingen / bewegingen opgenomen kunnen worden.
- Er dient voorkomen te worden dat indien in de constructie (beton) ingestorte buizen ingesloten (als gevolg van bijvoorbeeld verstopping) water bevroert en vervolgens de betonconstructie schade toebrengt.
- Bij een overgang van constructiedelen (bijvoorbeeld voegen) dienen ingestorte buizen verschilzettingen / bewegingen en dergelijke te kunnen opnemen.

Waterdichte aansluiting

De flexigoot kantopsluiting tegen de schampkant dient in een mengsel van rubberbitumen en steenslag uitgevoerd te worden en als gevolg hiervan een waterdichte afsluiting van de stortnaad tussen schampkant en rijdek.

Goot onder geleiderail

De goot onder een geleiderail dient 50 mm. breder te zijn dan de zich erboven bevindende geleiderail ten behoeve van het aanbrengen en/of het vervangen van de verhardingslagen naast de goot.

4 Proceseisen

Het proces met betrekking het afstromen van wegwater is opgenomen in het Kader 'Afstromend Wegwater' [1].

Naast de in deze richtlijn vermelde eisen kunnen tevens eisen van gemeente, provincie, waterschappen of overige betrokken beheerders van kracht zijn op het ontwerp van het Hemelwaterafvoersysteem. Men dient tijdig contact op te nemen met de betrokken partijen die bevoegd zijn om aanvullende eisen aan het ontwerp te stellen.

Bijlage 1: Lijst van stakeholders

Om de gewenste functionaliteiten en eisen aan het hemelwaterafvoersysteem te bepalen is een lijst opgesteld met mogelijke stakeholders (belanghebbenden) voor een goed functionerend systeem.

Een **belanghebbende** of **stakeholder** is een persoon of organisatie die invloed ondervindt (positief of negatief) of zelf invloed kan uitoefenen op een specifieke nieuw product.

Stakeholder	belang
Architect	Vormgeving in relatie tot de hemelwaterafvoer; Hemelwaterafvoer geïntegreerd in het ontwerp van de weg en het kunstwerk.
Rijkswaterstaat - RD-wegendistrict	De beheerder draagt zorg voor een snelle en veilige afwikkeling van het verkeer. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Vandalist	Voorkomen dient te worden dat de functie van de hemelwaterafvoer kan worden aangetast door vandalisme (vernieling, verstopping en dergelijke).
Welstand commissie	Vormgeving: zie architect; de welstandscommissie is kaderstellend met betrekking tot de bouwvergunning.
Gebruikers:	
Bediener systeem	Voor de bediener van een mogelijke installatie (bijvoorbeeld pompen) is de bediening en integratie in andere systemen van belang.
Hulpdienst - politie - brandweer - ambulance - berging	Hulpdiensten dienen bij calamiteit de calamiteitenlocatie snel en veilig te kunnen bereiken. Daarnaast dienen zij op de calamiteitenlocatie hindervrij te kunnen werken. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Wegverkeer	Het wegverkeer wil een snelle en veilige afwikkeling van het verkeer. De op het wegdek vallende neerslag dient hierbij zo min mogelijk hinder te veroorzaken.
Beheerders:	
Beheerder RD-wegendistrict	Voor de beheerder van het weginfrasysteem is de inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid van belang.
Provincie Gemeente Waterschap Hoogheemraadschap	Voor de beheerder van de waterhuishouding (oppervlaktewater, rioolstelsel) waarop afstromend wegwater eventueel wordt geloosd is de hoeveelheid en kwaliteit van het te lozen water van belang.

Bijlage 2: Begrippenlijst

Begrippenlijst met betrekking tot Hemelwaterafvoer.

Zie ook CROW publicatie 156 Nomenclatuur van weg en verkeer (juli 2001) en de begrippenlijsten in de gerelateerde documenten.

Begrip	Definitie
Afschot	Langs- of dwarshelling in een constructie ten behoeve van de afwatering.
Alignement	Het horizontaal en/of verticaal verloop van een weg, spoorweg of waterweg ook wel aangeduid als het horizontale en verticale alignement.
Aquaduct	Kunstwerk waarmee een watergang door een bakvormige constructie over een weg, een spo
Berm	Nagenoeg hoorizontaal, meestal niet verhard deel van een weg, spoorweg of grondlichaam, niet zijnde een kruin of watergang, dat bijna altijd begroeid is met gras en/of beplanting.
Wegberm	Het gedeelte van een weg tussen verkeersbanen of tussen een buitenste verkeersbaan en de naastgelegen weggrens.
Bezinkbassin	Bassin in waterkelder waarin van de weg afstromend water wordt opgevangen en waarin de door dit water meegevoerde stoffen (microverontreinigingen) kunnen bezinken.
Brug	Kunstwerk over een waterweg, watergang of waterloop, bestaande uit een brugdek gesteund door pijlers en/of landhoofden.
Drain	In de grond aangebrachte voorziening met een veel grotere waterdoorlatendheid dan de directe omgeving, die dient voor het afvoeren van water
Drainage	In de grond aangebracht stelsel van drains ter beheersing van de grondwaterstand en/of ter regulering van de afwatering.
Dwarshelling	Tangens van de hoek die de horizontaal in een dwarsprofiel maakt met de lijn tussen de zijkant en de kruin van het verhardingsoppervlak. Veelal wordt de tangens in procenten weergegeven.
Dwarsprofiel	Een verticale doorsnede loodrecht op de as van de weg, spoorweg of waterweg.
Gescheiden systeem	Systeem voor het verzamelen en afvoeren van afvalwater waarbij het vuile en schone water gescheiden wordt.
Hemelwater	regen- en smeltwater.
Hemelwaterafvoer systeem	Geheel van goten en leidingen voor het beheerst afvoeren van hemelwater.
Langshelling	De hoek tussen de as van de weg en de horizontaal, uitgedrukt in de tangens van deze hoek.
Neerslag	Al het hemelwater (regen- en ijs en sneeuw) dat op de aarde (wegen, bermen en eventueel aangrenzende terreinen) valt.

Onderdoorgang	Tunnel onder een weg of spoorweg
Talud	Hellend vlak van een ingraving of ophoging.
Verharding	Gedeelte van de wegconstructie boven de onderbouw.
Verkanting	De dwarshelling van een verkeersbaan.
Verkantingsovergang	Het gedeelte van de verkeersbaan waar de waarde van de verkanting geleidelijk verandert. Het wegooppervlak draait daarbij om een as parallel aan de lengterichting van de weg.
Viaduct	Kunstwerk over een weg, spoorweg of terreinverdieping, bestaande uit een dek gesteund door pijlers en/of landhoofden.
Voegovergang	Constructie ter overbrugging al dan niet waterdichte afsluiting van een voeg tussen de verharding op een kunstwerk en op een aardebaan, of tussen de verharding op twee kunstwerkdelen.
Watergang	Gegraven lijnvormige verdieping in het maaiveld, al dan niet gevuld met water, voor ondermeer de berging, afvoer en/of aanvoer van water.
Weg	Gebaand gedeelte van het veldterrein ten behoeve van het verkeer te land, in lengte richting begrensd door weggrenzen.
Wentelende verkantingsovergang	De verandering van de dwarshelling van de verharding in een andere richting, waarbij dus naast de waarde van de dwarshelling van de verharding ook het teken verandert.
Zandvang	Ruimte onder het inlaatrooster van de inlaatput, hoofdwaterkelder of de middenkelder waarin het met de af te voeren vloeistof meegevoerde slib kan bezinken.

Asfalt op brugdekken

Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken

Rijkswaterstaat Technisch Document RTD 1009: 2016

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud
Informatie	Steunpunt Wegen en Geotechniek
Telefoon	088 798 25 00
Mail	Steunpunt-wegenbouw@rws.nl
Datum	November 2016
Status	definitief
Versienummer	1.7

Documenthistorie:

Versie	Omschrijving
1.0	Eerste versie d.d. mei 2012
2.0	Diverse tekstuele wijzigingen (o.a. verwijdering doublures en verplaatsing enkele tekstdelen) Update verwijzingen. Herformulering eisen ontwerpvalidatieplicht voor niet-standaard-oplossingen. Aanpassing rangschikking en nummering eisen in hoofdstuk 4 Aanpassing productverificatie voor waterdicht asfalt. Wijziging eisen waterdichtheid membranen op betonnen brugdekken. Aanpassing detaillering uitvullagen op betonnen brugdekken. Toevoegen membraan bij aansluitingen en naden van standaardoplossing met waterdicht asfalt op betonnen brugdekken. Toevoeging waterdichte membranen met asfalt beschermlaag aan de standaardoplossingen voor betonnen brugdekken, met bijbehorende verificatieplicht van het membraan middels inspecties. Toevoeging gevalideerde membraan-producten voor standaardoplossing op stalen brugdekken. Aanpassing B3.2 proefvoorschrift waterdichtheidsproef (o.a. invoeren referentiedikte van 50 mm voor berekening k-waarde, beperking verdichtingsmethoden, en uitbreiden informatieverstrekking) Verwijdering Bijlage 1 (verkeersbelastingen), hernummering bijlage 6 naar 1, en toevoeging Bijlagen 6 t/m 10.

Inhoud

1	Inleiding	6
2	Overzicht normatieve verwijzingen	8
3	Scope	11
3.1	Algemeen	11
3.2	Ruimtelijke afbakening	12
4	Eisen aan asfaltverhardingen op kunstwerken en bijbehorende ontwerpoverwegingen	13
4.1	Verificatie en validatie	13
4.2	Randvoorwaarden	13
4.3	Functionele eisen	13
4.4	Beschikbaarheid	19
4.5	Betrouwbaarheid	19
4.6	Onderhoudbaarheid	20
4.7	Externe raakvlakken	21
5	Ontwerp wegverhardingen op kunstwerken	25
5.1	Inleiding	25
5.2	Op betonnen kunstwerken	25
5.2.1	Algemeen	25
5.2.2	Standaardoplossing open deklaag op betonnen kunstwerken	26
5.2.3	Standaardoplossing dichte deklaag op betonnen kunstwerken	27
5.3	Op stalen kunstwerken	27
5.3.1	Algemeen	27
5.3.2	Standaardoplossing open deklaag op vaste stalen kunstwerken	29
5.3.3	Standaardoplossing dichte deklaag op vaste stalen kunstwerken	29
6	Uitvoering	30
7	Referenties	31
B1	Bijlage 1: Zaken in het contract te regelen (informatief)	33
B2	Bijlage 2: Temperatuursinvloeden	34
B3	Bijlage 3: Waterdichtheid	35
B3.1	Achtergrond en proefkeuze	35
B3.1.1	Algemeen	35
B3.1.2	Principe-oplossingen: membraan vs waterdichte (giet)asfaltlaag	35
B3.1.3	Drijvende krachten voor vloeistofindringing	36
B3.1.4	Normen en beschikbare proeven	36
B3.1.5	Keuze voor beproeving volgens DIN 18130-1, paragraaf 8.2	38
B3.1.6	Waterdichtheid van asfalt	38
B3.1.7	Waterdichtheid van membranen	41
B3.1.8	Uitwerking eisniveau	42

B3.1.9	Goede detaillering en afwatering	42
B3.1.10	Productverificatie	43
B3.2	Beschrijving van de doorlatendheidproef, gebaseerd op DIN 18130-1, versie nov 1989 (normatief)	43
B3.2.1	Doel en afbakening	43
B3.2.2	Constructie laboratoriumvervaardigde proefstukken	44
B3.2.3	Boren en zagen van proefstukken en bepaling holle ruimte asfalt, laboratoriumvervaardigde proefstukken	46
B3.2.4	Onderzoek van waterdoorlatendheid	46
B3.2.5	Berekening k-waarde	49
B3.2.6	Rapportage	50
B3.2.7	Onafhankelijkheid	50

B4 Bijlage 4: Standaardoplossingen 51

B4.1	Gebruik van standaardoplossingen	51
B4.2	Inleiding	51
B4.3	Asfaltconstructie op betonnen kunstwerk	51
B4.3.1	Bescherming tegen waterindringing	51
B4.3.2	Asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk	53
B4.3.3	Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk	56
B4.3.4	Asfaltconstructie met een open deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk	56
B4.3.5	Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk	57
B4.3.6	Aanvullende eisen	57
B4.3.6.1.	Waterdichtend membraan	57
B4.3.6.2.	Schamkanten en flexigoot	58
B4.3.6.3.	Langsnaden tussen asfaltbanen	59
B4.3.6.4.	Voegovergangen	59
B4.4	Asfaltconstructie op stalen kunstwerk	60
B4.4.1	Asfaltconstructie met een open deklaag op een stalen kunstwerk	60
B4.4.2	Asfaltconstructie met een dichte deklaag op een stalen kunstwerk	61
B4.4.3	Achtergrond en aanvullende eisen	61
B4.4.3.1	Gelijkwaardigheid polymeerbitumen	61
B4.4.3.2	Polymeergemodificeerd gietasfalt	62
B4.4.3.3	Bitumineuze membranen	64

B5 Bijlage 5: Uitvoeringsrisico's en aandachtspunten 66

B6 Bijlage 6: Aandachtspunten voor inspecties van asfaltverhardingen op betonnen kunstwerken 70

B6.1	Asfaltverharding met waterdichte asfaltlaag	70
B6.1.1	Inspectie op het brugdek vóór het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag	70
B6.1.2	Inspectie op het brugdek na het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag	70
B6.2	Asfaltverharding met gespoten bitumineus waterdicht membraan	70
B6.2.1	Inspectie op het brugdek vóór het aanbrengen van het waterdichte membraan	70
B6.2.2	Inspectie op het brugdek na het aanbrengen van het waterdichte membraan	70

B7 Bijlage 7: Bepaling van de Adhesieve Bindingsterkte van Membranen door de Membraan Adhesie Test (MAT) 75

B7.1.	Reikwijdte	75
B7.2.	Relevante documenten	75
B7.3.	Terminologie	76

B7.4.	Testprincipe en betekenis	77
B7.5.	Apparaat	77
B7.6.	Proefstukpreparatie	79
B7.7.	Procedure	82
B7.8.	Rapportage	83

B8 Bijlage 8: Voorbeeld ontwerpproces met membranen voor stalen brugdekken (informatief) 84

B8.1	Inleiding	84
B8.2	Membraan Adhesie Test (MAT)	84
B8.3	Vijfpuntsbuigproeven (5PB)	85
B8.4	EEM-modellering van brugdek en verkeersbelasting	87
B8.5	Beproeving onder Lintrack	88
B8.6	Aanbeveling voor eisen aan membranen voor stalen brugdekken.	89

B9 Bijlage 9: Werkinstructie aanbrengen warm gespoten bitumineus membraan 91

B10 Bijlage 10: Werkinstructie aanbrengen gespoten bitumineus membraan op emulsiebasis 93

Inleiding

Dit document is een richtlijn voor het ontwerp van asfaltverhardingen op stalen en betonnen bruggen en viaducten (kunstwerken). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de eisen uit de Eisen Bovenbouw van Rijkswaterstaat (RWS) bindend van toepassing zijn. In dit document worden nadere eisen vastgelegd voor de asfaltverharding op kunstwerken en worden ontwerpoverwegingen gegeven.

Voor zowel betonnen als stalen kunstwerken worden standaardoplossingen beschreven, met zowel een dichte als een open deklaag. De geschiktheid van de standaardoplossingen is reeds aangetoond. Voor alle afwijkingen van de standaardoplossing, ook in details of uitvoering, moet worden aangetoond dat ontwerp en realisatie van de constructie voldoen aan de gestelde eisen, via een validatieproces onder auspiciën van RWS-GPO (via Steunpunt Wegen en Geotechniek, 088 798 2500 of Steunpunt-wegenbouw@rws.nl.)

Dit document vervangt RTD1009:2012.

Normatief / Informatief

Tekst in zwarte letters met normale opmaak is normatieve tekst, en dus bindend voor contracten waar deze richtlijn van kracht is. De eisen in hoofdstuk 4 worden met een kader extra geaccentueerd.

Cursieve tekst is informatief, extra geaccentueerd met een blauwe kleur letter en een grijze achtergrond. De opmaak van koppen is niet relevant voor normatief/indicatief.

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) De toegenomen verkeersbelasting leidt tot een vraag naar asfaltverhardingen met een verhoogde weerstand tegen permanente vervorming (spoorvorming);*
- 3) De toegenomen verkeersintensiteit leidt tot een vraag naar hogere geluidreductie van asfaltverhardingen;*

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 de 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 de asfaltverharding, inclusief de toegepaste membranen. Een gevalideerde ontwerpmethodiek, inclusief materiaalkarakterisering, ontbreekt hier echter. Daarom wordt noodgedwongen teruggegrepen naar mengsels en constructies met aantoonbare "gebleken geschiktheid". Momenteel wordt ervaring opgedaan met functionele benaderingen, waaronder de Membraan Adhesie Test (MAT) zie bijlage 7, Vijfpuntsbuigproef en Lintrack

Over de invulling van het validatieproces van afwijkingen van de standaardoplossingen valt weinig algemeen 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-GPO 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.

2 Overzicht normatieve verwijzingen

Op het moment van publicatie van deze RTD waren de vermelde versies van kracht. Alle normatieve documenten kunnen echter worden herzien. Er wordt aanbevolen om de meest recente versie van onderstaande normatieve documenten toe te passen.

Document	Datum	Uitgever	Titel
NBD 00730	01-04-2009	RWS-DI	Standaarddetails voor betonnen bruggen
ROK 1.3 RTD 1001	april 2015	RWS	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK)
RTD 1002	11-01-2011	RWS-DI	Hydrofoberen van beton, Aanvullende eisen t.a.v. NEN-EN 1504-2
RTD 1007-1	april 2013	RWS	Meerkeuzematrix voegovergangen
RTD 1007-2	december 2014	RWS	Eisen voor voegovergangen
RTD 1007-3	maart 2013	RWS	Geluidseisen voegovergangen
RTD 1007-4	april 2013	RWS	Richtlijnen voor flexibele Voegovergangsconstructies
RTD 1008	2016	RWS-DI	Richtlijnen Ontwerp Hemelwaterafvoer van wegen en kunstwerken
RTD 1015	juni 2014	RWS	Eisen voor kunststofslijtlagen
Eisen Bovenbouw	juli 2016	RWS	Eisen Bovenbouw voor toepassing ij RWS contracten
SOA	oktober 2014	RWS-GPO	Specificaties Ontwerp Asfaltverhardingen
BRL 3201	25-03-2009	Intron/ IKOBKB/ Kiwa	Toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies
RAW 2005	2005	CROW	Standaard RAW Bepalingen 2005 ¹
RAW 2015	2015	CROW	Standaard RAW Bepalingen 2015 ²
OIA	juni 2012	CROW	Ontwerpinstrumentarium Asfaltverhardingen
NEN-EN 1426	juli 2015	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de naaldpenetratie
NEN-EN 1427	juli 2015	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode
NEN-EN 1504	2004 / 2005	NEN	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies
NEN-EN 1928	2000	NEN	NEN-EN 1928:2000 (methode A) Flexible sheets for waterproofing - Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing - Determination of watertightness
NEN-EN 1990 +A1+A1/C2 + Nationale bijlage	dec 2011 + dec 2011	NEN	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp
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

¹ Alleen proef 86.

² Alleen proef 62

Document	Datum	Uitgever	Titel
NEN-EN 12592	nov 2014	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de oplosbaarheid
NEN-EN 12593	juli 2015	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het breekpunt volgens Fraass
NEN-EN 12607-1	nov 2014	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht - Deel 1: RTFOT-methode
NEN-EN 12697-5	2009	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm-asfalt - Deel 5: Bepaling van de maximale mengseldichtheid.
NEN-EN 12697-6	2007	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 6: Bepaling van de proefstukdichtheid
NEN-EN 12697-8	april 2003	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 8: Bepaling van het gehalte aan poriën in bitumineuze proefstukken
NEN-EN 12697-20	januari 2004	NEN	Indringingsproef op kubusvormige of Marshallproefstukken
NEN-EN 12697-25	april 2005	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 25: Cyclische drukproef
NEN-EN 12697-33 +A1	juli 2007	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 33: Proefplaten verdicht met een handwals
NEN-EN 12697-36	april 2003	NEN	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 36: Bepaling van de dikte van een bitumineuze laag
NEN-EN 12697-44	oktober 2010	NEN	Scheurvoortplanting door half-cirkel buigproef
NEN-EN 13108-1 +C1	2006 2008	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 1: Asfaltbeton
NEN-EN 13108-6 +C1	2006 2008	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 6: Gietasfalt
NEN-EN 13108-7 +C1	2006 2008	NEN	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 7: Zeer open asfaltbeton
NEN-EN 13398	juni 2010	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het elastisch herstel van gemodificeerd bitumen
NEN-EN 13589	mrt 2008	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de trekeigenschappen van gemodificeerd bitumen door de kracht-duktiliteit-methode
NEN-EN 13880-5	aug 2004	NEN	Warm aangebrachte voegafdichtingsmiddelen - Deel 5: Beproevingsmethode voor de bepaling van de vloe weerstand
NEN-EN 14023	apr 2010	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Specificaties voor met polymeren gemodificeerd bitumen
NEN-EN 14692.	2003	NEN	Flexibele banen voor waterafdichting - Waterafdichtingssystemen van betonnen brugdekken en andere betonnen oppervlakken bestemd voor voertuigen - Beproevingsmethode - Bepaling van de weerstand tegen verdichting bij een asfaltdeklaag

Document	Datum	Uitgever	Titel
NEN-EN 14694.	2005	NEN	Flexibele banen voor waterafdichting - Waterafdichting van betonnen brugdekken en andere betonnen oppervlakken begaanbaar voor voertuigen - Bepaling van de weerstand tegen dynamische waterdruk na schade door voorbehandeling
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
NEN-EN 14769	mei 2012	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Lange-termijn verouderingsconditionering met een verouderingsdrukvat (PAV)
NEN-EN 15326 +A1	2007 2009	NEN	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Meting van de dichtheid en zwaartekracht - Methode met pyknometer met stop met capillair
NEN-EN-ISO 2592	2001	NEN	Bepaling van vlam- en brandpunten - Clevelandmethode met open kroes
NEN-EN-ISO 8501-1	2007	ISO	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 8503-1	1995	NEN	Voorbereiding van oppervlakken van staal voor het aanbrengen van verf en aanverwante producten - 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 8503-4	2012	ISO	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
ETAG 033	juli 2010	EOTA	Guideline for European technical approval of Liquid applied bridge deck waterproofing kits
BS 2499-3	1991	BSI	Hot-applied joint sealant systems for concrete pavements. Methods of test
DIN 18130-1	nov 1989	DIN	Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Laborversuche ³
NF-P98-286	dec 2006	AFNOR	Essais relatifs aux chaussées - Produits d'étanchéité pour ouvrages d'art - Détermination de la résistance à la fatigue d'une étanchéité/roulement sur tôle métallique - Méthode d'essai sur banc de fatigue en flexion sous moment négatif

³ De proefmethode in Bijlage 3 is afgeleid van deze norm.

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 brugdek is versterkt met hogesterktebeton. Overal waar wordt gesproken over “stalen kunstwerken” wordt bedoeld een “kunstwerk met een stalen brugdek, zonder betonnen versterkingslaag”. Voor asfalt wegverhardingen in tunnels wordt verwezen naar de ROK.

- De scope is beperkt tot “asfalt” in ruime zin, dus producten op basis van (polymeer)bitumen of combinatie van (polymeer)bitumen en mineraal aggregaat. Kunststof aggregaat, kunsthars-bindmiddelen⁴, portland/hogovencement, 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 DZOAB (fijn), 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.⁵
- 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 brugdek. De daarbij optredende spanningen en vervormingen dienen gedurende de ontwerplevensduur van het stalen brugdek 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, de productie en de uitvoering. Deze kwaliteitsborging dient in het contract te worden uitgewerkt, afhankelijk van de gekozen aanbestedingsvorm en de projectspecifieke omstandigheden.

⁴ Voor slijtlagen met kunststof bindmiddelen wordt verwezen naar RTD 1015.

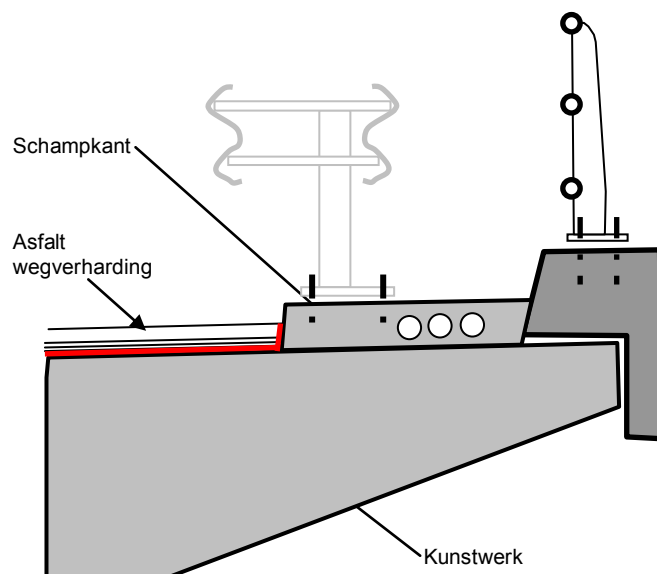
⁵ Verhardingen voor deze brugdekken kunnen echter wel worden ontworpen in de geest van deze richtlijn, maar niet alle artikelen zullen ongewijzigd van toepassing zijn.

3.2 Ruimtelijke afbakening

De verharding is onderdeel van de bovenbouw, zoals gedefinieerd in de Eisen Bovenbouw. De ruimtelijke grenzen van de verharding op een kunstwerk zijn:

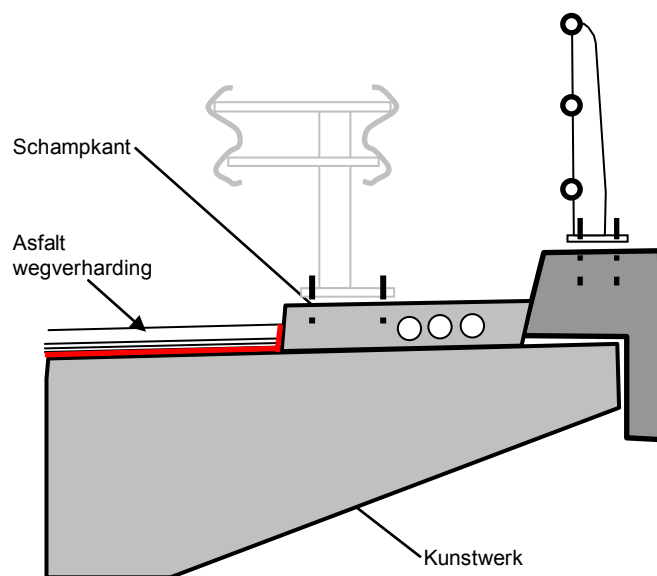
- De bovenzijde van de verharding wordt begrensd door de bovenzijde van de deklaag
- De onderzijde van de verharding wordt begrensd door de bovenzijde van het kunstwerk (staal, of beton)

Aan de zijkanten wordt de verharding begrensd door de schampkanten van het of beton inclusief eventuele hydrofobeerlaag) (zie



— Grens Asfalt wegverharding - Kunstwerk

- Figuur 1) en door de kopse kanten van eventuele voegovergangen (materiaal en uitvoering afhankelijk van het type voegovergang). De verharding boven de stootplaten van het kunstwerk behoort niet tot de verharding op het kunstwerk.



— Grens Asfalt wegverharding - Kunstwerk

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 [RTD 1007-2].

Eisen aan asfaltverhardingen op kunstwerken en bijbehorende ontwerpoverwegingen

4.1 Verificatie en validatie

Voor enkele eisen geeft deze richtlijn een specifieke verificatiemethode, soms afhankelijk van de gekozen oplossing of slechts voor bepaalde oplossingen. Dit laat onverlet alle verificatie- en validatieverplichtingen volgens het contract.

Eventuele doorboringen voor monsternamen van de asfaltverharding mogen het kunstwerk niet beschadigen en dienen zodanig hersteld te worden dat de asfaltverharding op het kunstwerk weer aan alle eisen voldoet.

In Bijlage 4 worden standaardoplossingen voor betonnen en stalen kunstwerken beschreven, met bijbehorende randvoorwaarden en uitvoeringsinstructies. Alle afwijkingen daarvan moeten worden gevalideerd onder auspiciën van RWS-GPO (Steunpunt Wegen en Geotechniek). Daarbij dienen alle materiaaleigenschappen, constructiekenmerken en uitvoeringsaspecten te worden beschouwd die van belang zijn om te voldoen aan alle eisen. Het validatieproces kan o.a. berekeningen, beproevingen, praktijkervaringen of literatuuronderzoek omvatten, per proces vast te stellen in overleg met RWS-GPO. In het validatieproces moeten ook de verificatie-eisen voor de betreffende oplossing worden vastgesteld.

4.2 Randvoorwaarden

CS 1 Eisen Bovenbouw

De asfaltverharding op het kunstwerk dient te voldoen aan de eisen, gesteld in het document Eisen Bovenbouw.

Deze richtlijn geeft een aanvulling op en verbijzondering van eisen uit de Eisen Bovenbouw voor asfalt op kunstwerken. Op de eisen inzake o.a. verkeersveiligheid, rijcomfort en geluidreductie wordt niet nader ingegaan, omdat deze op kunstwerken niet principieel verschillen van de aanpak op de aanpak.

4.3 Functionele eisen

HA 1 Hemelwater afvoeren

De asfaltverharding op het kunstwerk dient op de verharding belandende neerslag af te voeren naar de hemelwaterafvoer. Hierbij mag nergens water op de verharding blijven staan. Bij verhardingen met open (dek)lagen mag nergens water in de open lagen blijven staan.

Waterophoping in het asfalt op een waterdicht membraan of waterdichte asfaltlaag dient te worden voorkomen i.v.m. het schaderisico bij vorst.

BK 1 Beschermen kunstwerk

De asfaltverharding op het kunstwerk dient het onderliggende kunstwerk te beschermen tegen water en dooizouten en dient daartoe waterdicht te zijn.

Onderliggende eisen: BK 1.1, BK 1.2, BK 1.3, BK 1.4 BL 1.4, BK 1.5, BK 1.6, BK 1.7

Bij toetsing van ontwerp, ontwerpverificatie en productverificatie dient extra aandacht te worden geschonken aan alle naden (tussen de asfaltbanen) en aansluitingen met schampkanten en voegovergangen. Hier kunnen speciale voorzieningen nodig zijn, om te voldoen aan de eisen van

waterdichtheid, maar ook aan de eisen van bestandheid tegen verkeers- en temperatuurbelastingen en tegen vervormingen van het kunstwerk.

NB. In de ROK wordt de volgende eis uit, de inmiddels vervallen, NEN 6723:2009 "Voorschriften beton – Bruggen – Constructieve eisen en rekenmethoden" voorgeschreven.

"10.6.3 Afwerking van voegen

Langs- en dwarsvoegen in het brugdek moeten aan de bovenzijde van het brugdek, voordat het intermediair tussen verkeer en brugdek wordt aangebracht, waterdicht met een voegoverbruggend semi-elastisch materiaal worden afgedicht.

Deze strook moet ter weerszijden van de voeg een minimale breedte van 75mm hebben. Indien een plakstrook wordt aangebracht, geldt hiervoor een minimale breedte van 125mm. Het daarvoor benodigde materiaal moet bestand zijn tegen de mechanische en thermische belastingen die er tijdens, door en na het aanbrengen van het intermediair op worden uitgeoefend."

BK 1.1 Betonnen kunstwerken waterdichtheid asfaltlaag

Indien de waterdichtheid van de asfaltverharding op betonnen kunstwerken wordt ontleend aan een waterdichte asfaltlaag dan dient deze asfaltlaag een k-waarde van ten hoogste $1,0 \cdot 10^{-8}$ m/s te hebben bij elk van de waterdrukken 1, 3, 5 en 7 bar, bepaald volgens de methode beschreven in B3.2. Deze eis geldt voor elk individueel proefstuk.

Ontwerpverificatie: Een beproevingsrapport, aanvullend op het typeonderzoek, van het voorgestelde asfaltmengsel, inclusief opgave van de dikte en holle ruimte van elk van de beproefde proefstukken, waaruit blijkt dat aan de waterdichtheidseis wordt voldaan. Daarbij mag het gehalte holle ruimte niet meer dan 1,0 procentpunt lager zijn dan het gehalte op de CE-verklaring van het betreffende asfaltmengsel.

Productverificatie:

- Uitvoeren van ten minste twee inspecties volgens B6.1, direct voorafgaand en direct na het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag.
- Aselect ten minste 2 boorkernen nemen per brugveld (tussen voegovergangen) per rijbaan en bij brugvelden groter dan 1500 m² 1 boorkern extra voor elke 500 m² meer dan 1500 m² oppervlakte. Niet boren boven membranen. Deze boorkernen beproeven op waterdichtheid en alle waarden rapporteren. Hierbij is de k-waarde leidend, maar deze wordt geacht te voldoen als van alle boorkernen wordt aangetoond dat:
 - de holle ruimte van de waterdichtende asfaltlaag, bepaald volgens NEN-EN 12697-8, per boorkern niet meer bedraagt dan 1,0 procentpunt boven de holle ruimte die bij de waterdichtheidsproeven aanvullend op het typeonderzoek is bepaald; en
 - de laagdikte van de waterdichtende asfaltlaag, bepaald volgens NEN-EN 12697-36 per boorkern, moet minimaal 90% bedragen van de beproefde laagdikte.

Bovenliggende eis: BK 1

Bewezen laagdiktemetingen zijn:

- 3D-radar (Breijn)
- Elektromagnetische metingen
- Tachymetrische meting
- 3D Scan Streetmapper 360 – Geomaat

BK 1.2 Betonnen kunstwerken waterdichtheid membraan

Indien de waterdichtheid van de asfaltverharding op betonnen kunstwerken wordt ontleend aan een gespoten bitumineus membraan met een asfalt beschermlaag dient het membraan samen met de beschermlaag een k-waarde van ten hoogste $1,0 \cdot 10^{-10}$ m/s te hebben bij elk van de waterdrukken van 1, 3, 5 en 7 bar, bepaald volgens de methode beschreven in B3.2. Deze eis geldt voor elk individueel proefstuk.

Ontwerpverificatie: 1) een beproevingsrapport van het voorgestelde membraan plus beschermlaag, waaruit blijkt dat aan de eis wordt voldaan, en 2) de leveranciers-verwerkingsinstructies van het membraan.

Productverificatie:

- Meting van de laagdikte van de beschermlaag op niet-destructieve wijze:

- Uitvoeren van ten minste twee inspecties volgens B6.2, direct voorafgaand en direct na het aanbrengen van het membraan.
- Tijdens aanbrengen van het membraan controle of de verwerkingsinstructies worden gevolgd.

Bovenliggende eis: BK 1

BK 1.3 Stalen kunstwerken waterdichtheid geplakt membraan

Indien de waterdichtheid van de asfaltverharding op stalen kunstwerken wordt ontleend aan een geplakt membraan op basis van geprefabriceerde flexibele banen, met een gietasfalt bescherm laag, dient het membraan "pass" te behalen volgens NEN-EN 14694.

Productverificatie: Tijdens aanbrengen van het membraan controleren of de verwerkingsinstructies worden gevolgd.

Bovenliggende eis: BK 1

BK 1.4 Stalen kunstwerken waterdichtheid membraan

Indien de waterdichtheid van de asfaltverharding op stalen kunstwerken wordt ontleend aan een gespoten bitumineus membraan met een asfalt bescherm laag dient het membraan samen met de bescherm laag een k-waarde van ten hoogste $1,0 \cdot 10^{-10}$ m/s te hebben bij elk van de waterdrukken van 1, 3, 5 en 7 bar, bepaald volgens de methode beschreven in B3.2. Deze eis geldt voor elk individueel proefstuk.

Ontwerpverificatie: 1) een beproevingsrapport van het voorgestelde membraan plus bescherm laag, waaruit blijkt dat aan de eis wordt voldaan, en 2) de leveranciers-verwerkingsinstructies van het membraan.

Productverificatie:

- Meting van de laagdikte van de bescherm laag op niet-destructieve wijze:
- Uitvoeren van ten minste twee inspecties volgens B6.2, direct voorafgaand en direct na het aanbrengen van het membraan.
- Tijdens aanbrengen van het membraan controle of de verwerkingsinstructies worden gevolgd.

Bovenliggende eis: BK 1

BK1.1 t/m BK1.4: Bij vervanging van een asfaltlaag op een brugdek moet altijd worden aangetoond dat de waterdichtheid geborgd blijft. Indien de vloeistofdichte laag niet intact kan blijven, moet de vloeistofdichtheid worden hersteld.

BK 1.5 Betonnen kunstwerken aansluiting schampkanten

De asfaltverharding op betonnen kunstwerken dient middels flexigoot een waterdichte aansluiting te hebben met de schampkanten

Bovenliggende eis: BK 1

Op betonnen kunstwerken bestaat de standaardoplossing voor aansluiting tegen schampkanten uit flexigoot, een mengsel van steenslag en polymeerbitumen, zie Bijlage 4.

BK 1.6 Aansluiting voegovergangen

De asfaltverharding op kunstwerken dient een waterdichte aansluiting te hebben met de voegovergangen

Bovenliggende eis: BK 1

Indien de verharding wordt aangelegd na het aanbrengen van de voegovergangen, is het moeilijk om enkele decimeters naast de voegovergang de gewenste verdichting (en daarvan afhankelijke waterdichtheid) van een waterdichte asfaltlaag 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 membraan over 0,5 m aan weerszijden van de voegovergang (zie figuur 2).

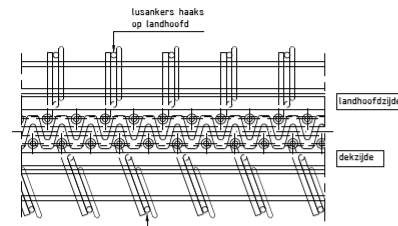
BK 1.7 Stalen kunstwerken waterdichte aansluitingen

De asfaltverharding op stalen kunstwerken dient waterdicht te zijn bij alle aansluitingen.

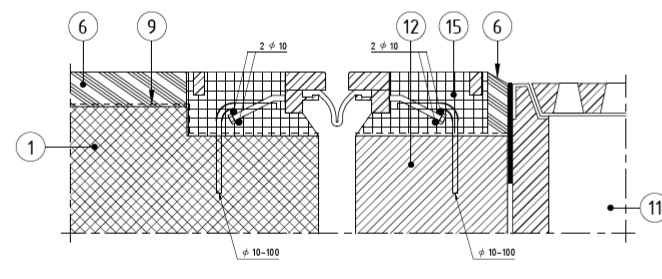
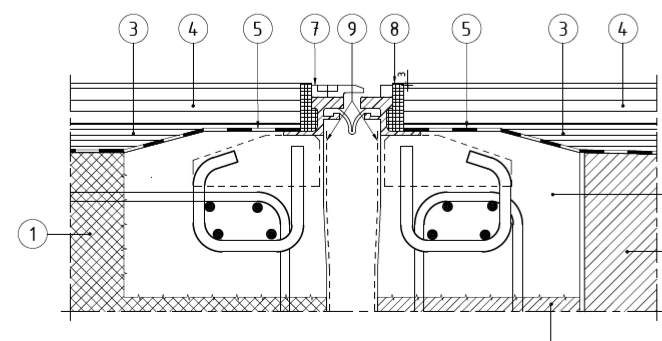
Bovenliggende eis: BK 1

Op stalen kunstwerken wordt bij detailleringen zoals schampkanten, booggeboorten, kantijzers, voegovergangen en hemelwaterafvoeren, na het stralen op deze locaties een conserveringslaag 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 en voegovergangen.

DETAIL LUSANKER
schaal 1:10



DETAIL LUSANKER
schaal 1:10

DOORSNEDE C-C
 schaal 1:5

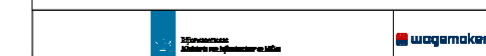
DOORSNEDE D-D (PREFAB BRUGDEK)

	gewapend beton		asfalt
	gewapend geprefabriceerd beton		staal
	flexigoot		constructiebeton

TOELICHTING			
POS.	ONDERDEEL	MATERIAAL AANDUIDING	AFMETING IN MM / SPECIFICATIES
1	RIJDEK	VOOREP/GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEWAPEND BETON	
3	WEGVERHARDING	DICHTE ASFALT VERH.	MM. D=50
4	WEGVERHARDING	OPEN DEKLAAG	
5	MEMBRAAN		
6	AFDICHTING	FLEXIGOOT	MM. D=50
7	SINUSVOEGPROFIEL	RUBBER / STAAL	AFH. VAN AFM. VOEG
8	AFDICHTING	RUBBERBITUMEN	BREEDTE 20 MM
9	OPPERVLAKTESCHERMINGSSYSTEEM	HYDROFOBEERMIDDEL	RTD 1002
10	KABELDOORVOER	PVC	Ø90/85.6
11	PREFAB GOOT		
12	LANDHOOFD	GEWAPEND BETON	
13	STOOTPLAAT	GEWAPEND BETON	
14	SCHUIFMOF	PVC	
15	VOEGBALK	CONSTRUCTIEBETON	MM. C35/45 MILIEUKLASSE XD3/XF4 ASR RESISTENT

OPMERKINGEN :

- POS. 7 BOVENKANT PROFIEL MAX. 3 MM LAGER DAN AANSluitEND ASFALT
- VOORBEHANDELEN (OPRUWEN, CEMENTHUID VERWIJDEREN) STORTNADEN T.P.V. VOEGBALK



RTD 1010 - STANDAARDEDETAILS BETONNEN BRUGGEN

VOEGOVERGANGEN

STAAL / RUBBER SINUSVOEGPROFIEL
(NIEUWBOUW)

getekend	WAGEMAKER	11-04-2017	behoort bij		formaat A1	schaal div.
gecontroleerd	WAGEMAKER	11-04-2017	blad	in	bladen	regnr
vrijgegeven	RWS-GPO	11-04-2017	status	DEFINITIEF	versie 1.0	tekst RWS-VOEG-02

Figuur 2: Standaardoplossing eenmaal voor vloeistofdichte asfaltlaag naar voeg en eenmaal van een membraan naar voeg

BL 1 Belastingen overdragen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient de verkeersbelastingen over te brengen naar het onderliggende kunstwerk.

Onderliggende eis: BL 1.1, BL 1.2

BL 1.1 Bestandheid tegen verkeersbelastingen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient over de gehele oppervlakte bestand te zijn tegen de verkeersbelastingen zoals gedefinieerd in RTD 1007-2, aanvullend op de verkeersbelastingen volgens het contract.

Bovenliggende eis: BL 1

BL 1.2 Bestandheid tegen vervormingen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient bestand te zijn tegen de vervormingen van het kunstwerk ten gevolge van o.a. verkeersbelastingen en temperatuursverschillen.

Bovenliggende eis: BL 1

De gangbare ontwerpmethoden voor asfalt op aardebaan ([SOA], CARE [3], [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 (nog) geen betrouwbare dimensioneringsmethoden beschikbaar, maar worden op basis van ervaring eisen gesteld aan de vervormingsweerstand, vermoeiingsweerstand en waterbestendigheid van de asfalmengsels. 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 de 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 ontwerp holle ruimte te kiezen en/of toepassing van een geschikte (polymeer)bitumen voor het asfalt.

Voor asfalt op stalen kunstwerken zijn er fundamentele verschillen in belasting ten opzichte van asfaltverhardingen op aardebaan. In een asfaltverharding op de 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 $\mu\text{m}/\text{m}$ moeten kunnen opnemen, terwijl de asfaltrekken in asfaltverhardingen op aardebaan van de grootte orde van circa 100 $\mu\text{m}/\text{m}$ zijn. Medani [6] meldt praktijkmetingen van 1200 $\mu\text{m}/\text{m}$ op de Kreekrakbrug, metingen van 700 $\mu\text{m}/\text{m}$ op een stalen brugsectie in de LINTRACK van TU Delft onder een 50 kN wiellast (100 kN aslast) en berekeningen tot 2400 $\mu\text{m}/\text{m}$ 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).

4.4 Beschikbaarheid

LV 1 Levensduur

De asfaltverharding op het kunstwerk dient een levensduurverwachting te hebben die ten minste gelijk is aan die van de standaardoplossing.

LV1.1 Betonnen kunstwerken laagdikte

De waterdichte asfaltlaag, of de asfalt beschermlaag met membraan, op een betonnen kunstwerk dient gehandhaafd te kunnen worden bij vervanging van de deklaag. De waterdichte asfaltlaag dient derhalve een laagdikte te hebben van tenminste 50mm en de asfalt beschermlaag een laagdikte van tenminste 45mm.

Bovenliggende eis: LV 1

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+ genoemd, sinds 2015 als DZOAB opgenomen in de Standaard RAW Bepalingen): 11 jaar op rechter rijstroken en 17 jaar op linker rijstroken
4/8 Toplaag van Tweelaags ZOAB (2L-ZOAB 8): 9 jaar op rechter rijstroken en 13 jaar op linker rijstroken
2/5 Toplaag van Fijn Tweelaags ZOAB (2L-ZOAB 5): 9 jaar op rechter rijstroken en 13 jaar op linker rijstroken
Onderlaag laag van Tweelaags ZOAB (PA): 13 jaar
Dicht AsfaltBeton (AC surf): 11 jaar op rechter- en 17 jaar op linker rijstroken
Steenmastiekasfalt (SMA): 15 jaar op rechter- en 20 jaar op linker rijstroken.

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 "Grenswaarden en beoordelingsmethodiek voor schade Bovenbouw" van Eisen Bovenbouw. De schade mag echter niet ten koste gaan van het voldoen aan de functionele eisen uit paragraaf 4.3.

4.5 Betrouwbaarheid

TE 1 Bestandheid tegen temperatuur en temperatuurswisselingen

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.

HE 1 Hechting

Alle lagen van de asfaltverharding op het kunstwerk, inclusief eventuele membranen, dienen volledig en duurzaam te zijn gehecht, zowel onderling als aan het kunstwerk.

Productverificatie:

- Voor asfalt op betonnen kunstwerken met een waterdichte asfaltlaag:
 - uitvoeren van ten minste twee inspecties volgens B6.1, direct voorafgaand en direct na het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag, en
 - visuele beoordeling van de boorkernen genomen voor de productverificatie van eis BK 1.1
- Voor asfalt op betonnen kunstwerken met een waterdicht membraan:
 - uitvoeren van ten minste twee inspecties volgens B6.2, direct voorafgaand en direct na het aanbrengen van het membraan.
- 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 dienen zorgvuldig waterdicht en goed hechtend te worden hersteld.

Voor asfalt op betonnen kunstwerken is de benodigde hechting in het algemeen groter dan voor asfalt op een aardebaan, vanwege 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.

BL 1 Blaasvorming

Blaasvorming in de asfaltverharding op het kunstwerk 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. 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 oud 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 droog is. Hierbij moet vanzelfsprekend de uitharding van het beton bij nieuw werk niet worden gehinderd door voortijdige uitdroging.*
- *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.*

4.6 Onderhoudbaarheid

VV 1 Vervangbaarheid

De asfaltverharding op het kunstwerk dient met gangbare technieken te kunnen worden verwijderd en vervangen zonder schade aan het kunstwerk.

Het op een zorgvuldige manier verwijderen van een bestaande asfaltverharding van een kunstwerk behoeft veel aandacht. Met de gebruikelijke asfaltfreemachines 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 [18]. Op stalen kunstwerken worden de laatste resten asfalt en kleeflaag meestal verwijderd door hoge druk (>800 bar) waterstralen.

Er kan schade 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 wordt aanbevolen om bij het ontwerp van de verharding rekening te houden 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 (DZOAB) deklaag risicovol is. Indien een deklaag wordt vervangen, moet de waterdichtheid van de onderliggende lagen worden geïnspecteerd.

4.7 Externe raakvlakken

GW 1 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.

Ontwerpverificatie:

- 1) bij nieuwbouw: toetsing van het gewicht van de verharding aan het ontwerp van het kunstwerk; NB bij betonnen kunstwerken dient deze toetsing plaats te vinden bij de opmeting van de hoogteligging van de bovenzijde van het kunstwerk, op basis waarvan de diktes van de asfaltverharding inclusief uitvullingen worden bepaald.
- 2) bij vervanging van (delen van) de verharding: toetsing van het gewicht van de nieuwe verharding aan dat van de oude verharding.

Productverificatie: toetsing van het gewicht van de feitelijk aangebrachte verharding aan de ontwerpgegevens van het kunstwerk

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 gewichtsbelaasting door de verharding zijn veranderd. 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).

Meestal komt het langsprofiel van het kunstwerk (onderzijde verharding) niet overeen met het gewenste langsprofiel van de bovenzijde van de verharding, en zijn dikke asfaltuitvullingen nodig zijn om het gewenste langsprofiel van de verharding te realiseren. 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 dikkere 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 tussen de nog te accepteren onvlakheid vanwege verkeersveiligheid en rijcomfort versus overbelasting van het kunstwerk door te dikkere uitvullingen.

De gewichtsbepierking voor de verharding kan een belangrijk gegeven zijn voor de toepasbaarheid van bepaalde ontwerp oplossingen, of voor de haalbaarheid van andere eisen zoals geluidreductie. Zo kan het nodig zijn een membraan met geringere bescherm laag toe te passen als waterdichting, in plaats van een waterdichte asfaltlaag. Ook kan het nodig zijn om geluidreducerend asfalt, zoals (tweelaags) DZOAB, aan te leggen in geringere laagdikte dan gebruikelijk. Dit moet worden afgestemd met de geluideisen, en het kan nodig zijn om eigenschappen, zoals geluidreductie, expliciet aan te tonen.

OV 1 Corrigeren onvlakheden kunstwerk

De asfaltverharding op het kunstwerk dient de onvlakheden en hoogteafwijkingen (t.o.v. de ontwerphoogte) van het kunstwerk te kunnen corrigeren. 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.

Nieuwe kunstwerken dienen in principe te voldoen aan de contracteisen voor vlakheid en hoogteligging, die idealiter zijn afgestemd op de gewenste laagdikte (en toelaatbare laagdiktevariëaties), 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 betonnen kunstwerken moet ten minste rekening worden gehouden met hoogte-afwijkingen tot ± 20 mm t.o.v. de ontwerphoogte van het kunstwerk. Soms worden echter afwijkingen groter dan 100 mm aangetroffen. Op betonnen kunstwerken wordt veelal uitgevuld met een of meer lagen AC 11, AC 16 of AC 22. Daarbij is een goede en homogene verdichting van wisselende laagdikten van belang. 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.

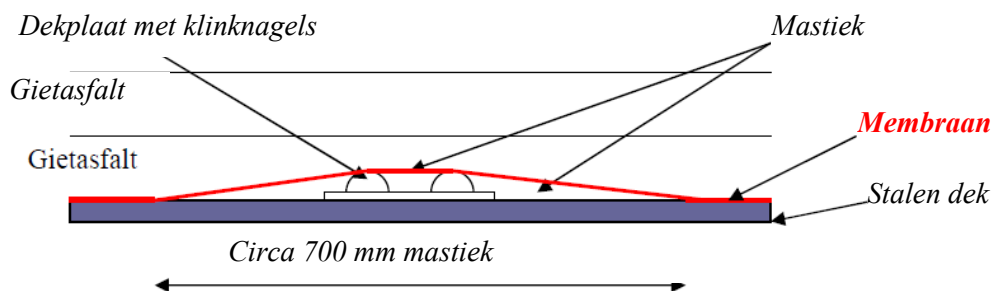
Zie ook de opmerkingen bij eis GW1 over de afstemming van deze vlakheidseis en de gewichteis.

OV 2 Stalen kunstwerken corrigeren abrupte onvlakheden

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.

Productverificatie: inspectie bij aanleg

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).



DL 1 Detectielussen en "verhardingsvreemde" elementen

Eventuele detectielussen of andere "verhardingsvreemde" elementen (o.a. sensoren en kabels voor gladheidsmeldsysteem) dienen de waterdichtheid van de asfaltverharding op het kunstwerk niet aan te tasten.

CO 1 Conditie onderliggend kunstwerk

De bovenkant van het kunstwerk dient geschikt te zijn voor het aanbrengen van de asfaltverharding.

Dit is een eis aan (het ontwerp van) de uitvoering van de verharding.

Voor betonnen kunstwerken moet alle vuil, stof en losse lagen, en eventuele lagen van slechte kwaliteit, bijvoorbeeld als gevolg van slechte nabehandeling, verwijderd zijn. Eventuele putjes, gaten, sparingen, en watervoerende scheuren moeten gerepareerd 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 zoals scheuren moeten zijn gerepareerd.

Het kunstwerk dient voldoende droog te zijn

VO 1 Aansluiting met voegovergangen

De asfaltverharding op het kunstwerk dient zonder nadelige gevolgen voor verkeersveiligheid, rijcomfort, geluidsoverlast en afwatering aan te sluiten op de voegovergangen.

Omdat de voegovergang een discontinuïteit in de verharding vormt, is er een risico op verschillen in hoogteligging van de bovenzijde van de verharding en voegovergang. In RTD 1007-2 en RTD 1007-3 zijn eisen vastgelegd m.b.t. respectievelijk de hoogteverschillen en de geluidsemmissie.

Spoorvorming in de asfaltverharding op en naast het kunstwerk kan leiden tot hoogteverschillen met voegovergangen, waardoor mogelijk niet meer voldaan wordt aan bovenstaande (vooral geluidsemmissie) eisen. Dit moet worden vermeden.

NB Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat de voegbewegingen niet leiden tot extra spanningen op de verharding.

Indien de voegovergangen worden aangebracht nadat de verharding is aangelegd, dient bij de aanleg van de verharding te worden voorkomen dat de voegspleet wordt vervuild. Meestal dient ook over de inbouwbreedte van de voegovergang te worden voorkómen dat de verharding hecht aan het kunstwerk. De onthechting mag echter niet doorlopen tot naast de inbouwbreedte. Ook moet voorkómen worden dat eventuele onthechtingsmaatregelen of tijdelijke vulling van de voeg het omliggende brugdek of delen van de verharding vervuilen.

Ontwerp wegverhardingen op kunstwerken

5.1 Inleiding

Een algemeen geaccepteerde ontwerpmethodologie 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 wegooppervlak (scheurvorming) ontbreekt een dergelijke gevalideerde relatie, zeker bij de hoge rekniveaus op stalen kunstwerken.

Voor het schadebeeld rafeling van open deklaagmengsels is een algemeen gevalideerd voorspellingsmodel beschikbaar, hoewel met dit Lifetime Optimisation Tool (LOT) model van TU Delft en RWS nog relatief weinig ervaring is opgedaan [17].

Omdat er geen of nauwelijks goede gevalideerde modellen beschikbaar zijn, die een voldoende voorspellend vermogen hebben voor het praktijkgedrag wordt voor de acceptatie van materialen en ontwerp oplossingen uitgegaan van "gebleken geschiktheid onder vergelijkbare omstandigheden".

De normale asfaltmengsels, samengesteld volgens de Standaard RAW Bepalingen 2015, zijn vooral geschikt voor toepassing in asfaltconstructies op aardebaan. De ervaring heeft geleerd, dat deze mengsels ook op betonnen kunstwerken goed kunnen presteren, maar op kunstwerken met stalen brugdekken, vanwege de bijzondere belastingssituaties, in het algemeen minder geschikt zijn.

Voor het verbeteren van de asfalteigenschappen wordt regelmatig gebruik gemaakt van polymeer-bitumen. Er bestaat een veelheid van producten met uiteenlopende eigenschappen.

5.2 Op betonnen kunstwerken

5.2.1

Algemeen

Een asfaltconstructie op een betonnen brugdek kan worden opgebouwd zoals in onderstaande tabel aangegeven.

Tabel 1 Functies van de lagen van een bitumineuze verhardingsconstructie op betonnen brugdekken.

<i>Laag</i>	<i>Functie</i>
<i>Deklaag</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende stroefheid Zorgdragen voor voldoende vlakheid Zorgdragen voor geluidreductie (optioneel) Zorgdragen voor voldoende waterbergend en -afvoerend vermogen (optioneel) Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid (optioneel)</i>
<i>Kleeflaag (onder dichte deklagen optioneel uitgevoerd als waterdicht membraan)</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de deklaag en de onderliggende lagen (Optioneel: bescherming van het kunstwerk)</i>
<i>Tussenlaag (optioneel)</i>	<i>Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid</i>
<i>Kleeflaag (bij toepassing van tussenlaag) (bij open deklagen optioneel uitgevoerd als waterdicht membraan)</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de tussenlaag en de onderliggende lagen (Optioneel: bescherming van het kunstwerk)</i>
<i>Onder- of profileerlaag of -lagen (optioneel)</i>	<i>Uitvullen van oneffenheden van de betonnen rijvloer Bescherming van het kunstwerk (of bijdragen daaraan), vnl waterdichtheid</i>
<i>Kleeflaag (indien nog niet hierboven beschreven) (optioneel uitgevoerd als waterdicht membraan)</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onder- of profileerlaag en het kunstwerk (Optioneel: bescherming van het kunstwerk)</i>

In de volgende subparagrafen wordt een korte samenvatting gegeven van de standaardoplossingen. Een uitgebreidere omschrijving van deze oplossingen met bijbehorende randvoorwaarden en uitvoeringsinstructies wordt gegeven in Bijlage 4. Ook wordt verwezen naar Bijlage 3 over waterdichtheid van de verharding.

5.2.2 Standaardoplossing open deklaag op betonnen kunstwerken

De standaard asfaltverharding met open deklaag op een betonnen rijvloer is samengevat als volgt opgebouwd:

- een deklaag, afhankelijk van de geluideisen, een keuze uit:
 - 50 mm DZOAB (PA ⁶) 16, of
 - 70 mm tweelaags ZOAB (PA) ⁷, of
 - 30-40 mm DZOAB (PA) 11 ⁸;
- een kleeflaag;
- een waterdichting, naar keuze:
 - (profileer)laag van AC 16 (minimaal 50 mm), die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK1.1);
 - Beschermilaag van AC 16 (minimaal 50 mm), met over de gehele oppervlakte daaronder een gespoten bitumineus membraan dat voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK 1.2).

⁶ De afkorting ZOAB (Zeer Open Asfaltbeton) is sinds 2008 formeel alleen toepasselijk voor twee standaardmengsels, gespecificeerd in de Standaard RAW Bepalingen. Sinds 2015 kennen de Standaard RAW Bepalingen ook DZOAB 16 ("duurzaam ZOAB") en de mengsels 2L-ZOAB 16 (onderlaag tweelaags zeer open asfaltbeton), en 2L-ZOAB 5 en 2-L ZOAB 8 (toplaag tweelaags zeer open asfaltbeton). Zeer open asfaltmengsels die hiervan afwijken vallen onder de benaming PA (Porous Asphalt), zie NEN-EN 13108-7.

⁷ Dit kan zijn 45 mm 2L-ZOAB 16 + 25 mm 2L-ZOAB 8, of 50 mm 2L-ZOAB 16 + 20 mm 2L-ZOAB 5.

⁸ PA 11 is alleen een optie bij bestaande betonnen kunstwerken waar vanwege gewichtsbepaling geen 50 mm ZOAB 16 kan worden toegepast. De keuze voor de laagdikte wordt bepaald door de gewichtsbepaling. Deze oplossing moet echter worden afgestemd op de geluideisen. De C_wegdek van ZOAB 11 is geldig voor een minimale laagdikte van 40 mm.

- (plaatselijke) uitvullingen met AC 11, AC 16 of AC 22 bij onvlakheden >20 mm van de betonnen rijvloer, met een normale kleeftlaag aan de bovenzijde
- een kleeftlaag (0,6 kg/m² in twee werkgangen, afgestrooid). Indien (evt. plaatselijk) het membraan rechtstreeks op het betondek wordt aangebracht, dient de kleeftlaag (primerlaag) te voldoen aan de eisen van de leverancier van het membraan.
- (strooksgewijze) afdichting van voegen tussen betonliggers, indien van toepassing
- hydrofobeerlaag op het betondek

Voor een nadere specificatie en toelichting op deze standaardoplossing wordt verwezen naar Bijlage 4.

5.2.3 Standaardoplossing dichte deklaag op betonnen kunstwerken

De standaard asfaltverharding met dichte deklaag op een betonnen rijvloer is als volgt opgebouwd:

- een deklaag, naar keuze:
 - AC 16 surf (minimaal 50 mm), die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK1.1);
 - AC 16 surf (minimaal 50 mm) zonder eisen aan de waterdichtheid, met over de gehele oppervlakte daaronder een gespoten bitumineus membraan dat voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK 1.2).
- (plaatselijke) uitvullingen met AC 11, AC 16 of AC 22 bij onvlakheden >20 mm van de betonnen rijvloer, met een normale kleeftlaag aan de bovenzijde
- een kleeftlaag (0,6 kg/m² in twee werkgangen, afgestrooid) Indien (evt. plaatselijk) het membraan rechtstreeks op het betondek wordt aangebracht, dient de kleeftlaag (primerlaag) te voldoen aan de eisen van de leverancier van het membraan.
- (strooksgewijze) afdichting van voegen tussen betonliggers, indien van toepassing
- hydrofobeerlaag op het betondek

Voor een nadere specificatie en toelichting op deze standaardoplossing wordt verwezen naar Bijlage 4.

Vanaf 1990 is het beleid van RWS om op autosnelwegen alleen stille wegdekken (meestal in de vorm van DZOAB) toe te passen.

5.3 Op stalen kunstwerken

5.3.1 Algemeen

De principe opbouw van een asfaltconstructie op een stalen kunstwerk is in Tabel 2 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

<i>Laag</i>	<i>Functie</i>
<i>Deklaag</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende stroefheid. Zorgdragen voor voldoende vlakheid. Zorgdragen voor geluidreductie (optioneel). Zorgdragen voor voldoende waterbergend en –afvoerend vermogen (optioneel) Dempen van de verkeersbelasting naar de rijvloerconstructie (trillingen).</i>
<i>Kleeflaag (optioneel, ongebruikelijk)</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de deklaag en het membraan.</i>
<i>Bovenmembraan (alleen onder open deklaag)</i>	<i>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).</i>
<i>Onderlaag</i>	<i>Bijdragen aan de bescherming van het kunstwerk. Dempen van trillingen.</i>
<i>Kleeflaag(optioneel, ongebruikelijk)</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onderlaag en de ondergrond.</i>
<i>Ondermembraan</i>	<i>Bescherming van het kunstwerk. Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onderlaag en de ondergrond. Reduceren van spanningen en rekken in de onder- en deklaag. Opnemen van effecten van eventuele verschillende thermische uitzettingscoëfficiënt van onderlaag en stalen rijvloer.</i>
<i>Profielerlaag (meestal zeer lokaal)</i>	<i>Uitvullen van oneffenheden van de stalen rijvloer, bv. t.g.v. koppelplaten, opgelaste reparatieplaten, bouten, klinknagels, e.d.</i>
<i>Kleeflaag of hechtprimer</i>	<i>Zorgdragen voor voldoende hechting tussen de onder- of profileerlaag en het kunstwerk. Bescherming van het kunstwerk.</i>

Op stalen kunstwerken is de uitdaging om een verharding te realiseren die flexibel genoeg is om de vervormingen van het brugdek 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.

De verharding dient in staat te zijn om gedurende de levensduur deze vervormingen te volgen zonder onacceptabele schade.

Voor het bepalen van de vervormingen 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. Bij de TU Delft is wel een eerste ervaring opgedaan met het modelleren van Merwede- en Van Brienenoordbrug [7] [20].

Ter informatie: voor asfalt op staal zijn 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 [5].

Bij het toepassen van asfalt op staal zijn twee verschillende zienswijzen voorhanden om het ontwerp te beschouwen m.b.t. de functie van de hechtlagen (standaard uitgevoerd als membraan). Het uitzetten en krimpen zou kunnen worden opgevangen door het membraan te beschouwen als een laag met een 'glijfunctie', waarbij een lage stijfheid en goede scheurtaaiheid van het

membraan gevraagd wordt. Anderen gedachten hierover (w.o. Huurman et al.[5][8]) zien rafeling / vermoeiing van de DZOAB als maatgevende schade en stellen dat een eventuele scheurtaaiheid van het membraan niet 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.

Daarbij wordt tevens een (vermoeiings)sterkte van de hechtlaag/membraan gevraagd. Getallen hiervoor zijn nauwelijks bekend, behalve één type membraan dat door Medani [6] [7] is beproefd.

Wellicht dat voor de "dichte" en de "open" variant ook verschillende (ontwerp)mechanismen van toepassing zijn.

Gegeven de bovenstaande informatie richt RWS zich met name op basis van eigen ervaring op het opvangen en volgen van vervorming door het toepassen van 2 membranen.

In de volgende subparagrafen wordt een korte samenvatting gegeven van de standaardoplossingen. Een uitgebreidere omschrijving van deze oplossingen met bijbehorende randvoorwaarden en uitvoeringsinstructies wordt gegeven in Bijlage 4

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:

- deklaag: PA 11 met polymeerbitumen (35 mm)
- bitumineus bovenmembraan
- gietasfalt met polymeerbitumen (25 mm)
- bitumineus ondermembraan
- primer
- stalen rijvloer

Zie ook B4.4.1.

De verwachte levensduur bij een goed mengselontwerp, productie en verwerking 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, met toegenomen verkeersbelasting, zijn kortere levensduren gehaald. Er zijn ook voorbeelden die aanzienlijk korter mee gingen, wegens onvoldoende hechting van het membraan onder de DZOAB deklaag door uitvoeringsfouten [5]. De levensduur van de gietasfalt onderlaag is afhankelijk van o.a. het type stalen brug en verkeersbelasting veel hoger.

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:

- deklaag, naar keuze:
 - gietasfalt met polymeerbitumen (25 mm), of
 - AC surf 11 DL-C met polymeerbitumen (40 mm)
- onderlaag: gietasfalt met polymeerbitumen (25 mm)
- bitumineus ondermembraan
- primer
- stalen rijvloer

Zie ook B4.4.2

De verwachte levensduur bij een goed mengselontwerp, productie en verwerking onder goede omstandigheden is 7 tot 10 jaar. De levensduur van de gietasfalt onderlaag is afhankelijk van o.a. het type stalen brug en verkeersbelasting veel hoger.

Uitvoering

In Bijlage 5 wordt een overzicht gegeven van de mogelijke risico's en aandachtspunten bij de uitvoering van asfaltverhardingen op kunstwerken. Hiermee 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 (vooral bij toepassing van membranen) en de omliggende verharding;
- Onvoldoende waterdichtheid, vooral bij aansluitingen en naden, en bij het niet opvolgen van de werkinstructies van membraanleveranciers;
- Onvoldoende hechting;
- Onjuiste hoogteligging en onvoldoende vlakheid van de bovenzijde van het kunstwerk (zowel bestaand als nieuw), waardoor meer moet worden uitgevuld dan voorzien, en het kunstwerk een te grote statische belasting krijgt;
- Blaasvorming.

Het is niet toegestaan om asfalt op kunstwerken trillend te verdichten.

Bij het toepassen van de standaardoplossingen op betonnen kunstwerken dient het kunstwerk ten minste twee maal te worden geïnspecteerd volgens Bijlage 6.

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 daadwerkelijk haalbaar is. Opdrachtgevers dienen daarom met onderstaande punten rekening te houden bij het bepalen van de randvoorwaarden voor een contract, indien zij voldoende kwaliteit wensen:

1. *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.*
2. *De beschikbare uitvoeringstijd moet voldoende zijn, rekening houdend met noodzakelijke wachttijden voor processen zoals frezen, uitvullen, impregneren, spuiten van membranen, "breken" van emulsies, uitharden, afkoelen, enzovoorts.*
3. *De verlichting is 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.*
4. *Er moet voldoende werkruimte beschikbaar zijn, en er moet ook aan andere ARBO-eisen worden voldaan. Daarbij dient ermee rekening gehouden te worden dat de asfaltverharding op het kunstwerk aan de schampkanten dient aan te sluiten en dat het daarvoor nodig kan zijn om verkeersgeleiderails of leuning te demonteren of tijdelijk te verwijderen.*
5. *De verdichting op stalen brugdekken vraagt specifiek aandacht in verband met bewegingen in het staal gedurende het verdichtingsproces.*

Verder wordt verwezen naar [19] 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.

Referenties

Voor normen en richtlijnen, zie hoofdstuk 2.

- [1] "Zeer open asfaltbeton op cementbetonnen kunstwerken", 2e herz. druk, sept-1997, RWS-BD (Vervallen, opgenomen als bronverwijzing)
- [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, d.d. 11-7-2006 (Vervallen, opgenomen als bronverwijzing)
- [3] "Handleiding Ontwerp- en Herontwerpsysteem Asfaltverhardingen CARE – Gebruikershandleiding en Technische Handleiding", 26 april 2006, RWS-DVS
- [4] "Handleiding vloeistofdichte bitumineuze constructies", VBW-Asfalt, Zoetermeer, 2008
- [5] Huurman, Voskuilen, Van Dijk en Molenaar; "Het belang van hechtlagen in tweelaags asfalt constructies op orthotrope stalen brugdekken", CROW Infradagen 2008
- [6] Medani et al.; "A practical fatigue based design methodology for asphaltic mixes applied on orthotropic steel bridges", CROW Wegbouwkundige Werkdagen 2004
- [7] T.O. Medani; "Design principles of surfacings on orthotropic steel bridge decks", PhD Thesis, TU Delft, 2006
- [8] M. Huurman & M.F.C. van de Ven; "Literature study into adhesive membranes for asphalt pavements on orthotropic steel deck bridges", report 7-08-127-7, Delft University of Technology, section of Road and Railway Engineering, December 2008
- [9] 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
- [10] "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", Highways Agency, London, August 1999
- [11] "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", Highways Agency, London, August 1999
- [12] 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/>
- [13] J.Groenendijk; "Accelerated testing and surface cracking in asphaltic concrete pavements", PhD Thesis, TU Delft, 1998
- [14] M. van Bree; "Onderzoek van asfaltboorkernen op waterdoorlatendheid", rapport V9308020780, KOAC Vught, 16 november 1993
- [15] 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
- [16] R.B. Polder (TNO Bouw), J. de Vries (Bouwdienst Rijkswaterstaat, afdeling Bouwspeurwerk); "Hydrofoberen van beton: vervolgonderzoek 2000".
- [17] L.T. Mo; "Damage development in the adhesive zone and mortar of porous asphalt concrete", PhD Thesis, TU Delft, 2010
- [18] 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
- [19] M.R. de Rooij, Resultaten risicoanalyse t.b.v. duurzame verhardingen stalen bruggen, Infraquest-2012-008, 25 januari 2012
- [20] J. Li; "Optimum design of multilayer asphalt surfacing systems for orthotropic steel deck bridges", PhD Thesis, Delft University of Technology, september 2015
- [21] X. Liu, G. Tzimiris and A. Scarpas; "Asphalt Surfacings on Orthotropic Steel Deck Bridges - Part C: Experimental Investigation of Membrane Fatigue Response", Project report, Delft University of Technology, March 2013

- [22] *X. Liu, J. Li., G. Tzimiris and A. Scarpas; "Asphalt Surfacing on Orthotropic Steel Deck Bridges - Part A: Experimental and Numerical Characterization of Five-point Bending (5PB) Beam Tests and Part B: Numerical Modelling of Multilayer Surfacing Systems on Orthotropic Steel Deck Bridges", Project report, Delft University of Technology, December 2012*
- [23] *X. Liu., and A. Scarpas; "Asphalt Surfacing on Orthotropic Steel Deck Bridges - Part 1: Experimental and Numerical Characterization of Membrane Adhesive Bonding Strength on Orthotropic Steel Deck Bridges". Project report, Delft University of Technology, 2012.*
- [24] *Dataverzameling t.b.v. herziening Richtlijn voor ontwerp van asfaltverhardingen op betonnen en stalen kunstwerken (RTD) 1009, rapport e160302301, 13 september 2016, KOAC.NPC.*

B1

Bijlage 1: Zaken in het contract te regelen (informatief)

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;*
- *toelaatbare statische belasting (gewicht);*
- *gewenst profiel van de bovenzijde van de verharding;*
- *onvlakheid bestaande kunstwerken / vlakheidtoleranties nieuwbouw;*
- *eventuele afwijking van eisen uit Eisen Bovenbouw (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 "Grenswaarden en beoordelingsmethodiek voor schade Bovenbouw" van Eisen Bovenbouw;*
- *garantiebepalingen: welke conditie/schadetoestand is acceptabel na hoeveel tijd, en wat zijn de consequenties indien daaraan niet wordt voldaan?*

B2 Bijlage 2: 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 ligt de luchttemperatuur in de schaduw voor het ontwerp van bruggen 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, ook al zijn de maximum asfalttemperaturen hoger door opwarming aan het oppervlak door zoninstraling.

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 Brienenoordbrug: maximum 47,2 °C, minimum -8,8 °C

Galecopperbrug: maximum 55 °C, minimum -2,2 °C

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 3: 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 brugdek 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.

Op basis van decennia ervaring heeft RWS geconcludeerd dat een zeer beperkte waterdoorlatendheid van de verharding bij hoge drukken acceptabel is voor de bescherming van betonnen kunstwerken. Deze zijn zelf vaak al in enige mate bestand tegen water en dooizouten, afhankelijk van de betondekking op de wapening en van de gebruikte betonkwaliteit. Hierbij moet echter wel altijd voorkómen worden dat zich ergens in de constructie water kan ophopen, vanwege het risico op vorstschade.

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 verharding.

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 [4], 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 asfaltbetonlaag of gietasfaltlaag met een gering gehalte holle ruimte
- een geplakt prefab membraan van kunststof of gewapend bitumenbanen.
- 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 werd 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 bij hoge drukken, maar de doorlatendheid wordt acceptabel geacht.

Deze oplossing kent echter twee risico's. Het ene is dat er verhoogd risico kan zijn op spoorvorming als wordt oververdicht en de holle ruimte onder circa 2,0% komt. Het andere is een moeilijke verdichting bij naden en aansluitingen, waardoor het halen van de holle ruimte eis daar extra aandacht vereist.

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 van vloeistof 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 [4].

Voor asfalt op kunstwerken wordt externe druk t.g.v. passerende vrachtwagenbanden maatgevend geacht. Het betreft hier de drukpuls die ontstaat wanneer een met water 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. Het is vooralsnog niet nodig geacht om deze waarden aan te passen aan de gestage stijging van de bandspanning door de introductie van breedbanden ('super singles') 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 bedraagt⁹. 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)

⁹ Uit een snelheid van circa 30 m/s (108 km/u) en een bandcontactlengte van circa 30 cm volgt een lastpulsduur 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.

- *RWS-proef op basis van DIN 18130-1 Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts - Laborversuche, Abschnitt 8 Untersuchung in der Triaxialzelle (versie 1989, niet de vigerende versie uit 1998-05). {In RTD1009:2012 werd dit DVS-proef genoemd. Deze proef is oorspronkelijk bestemd voor k-waarde van bodemonsters, 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 van 3, 5 en 7 bar.} Deze proef is ook toepasbaar voor verhardingen met membraansystemen, mits deze voor de proef 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 ("committee 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 Bepaling van de vloeistofdichtheid van bitumineuze materialen (1998) {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 [9] 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 d.m.v. 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 waterdoorslag}.*

- *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,*
- *EN 14223, Determination of water absorption,*
- *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 proefstukken 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),*
- *RWS-proef o.b.v. DIN18130-1 voor gespoten bitumineuze membranen, op samengestelde boorkern (doorlatend zandcement, 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 RWS-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 goede ervaringen heeft RWS besloten vast te houden aan de RWS-proef o.b.v. DIN18130-1, voor de beproeving van waterdichte asfaltlagen en gespoten bitumineuze membranen. Deze proef wordt in deze bijlage nader beschreven.

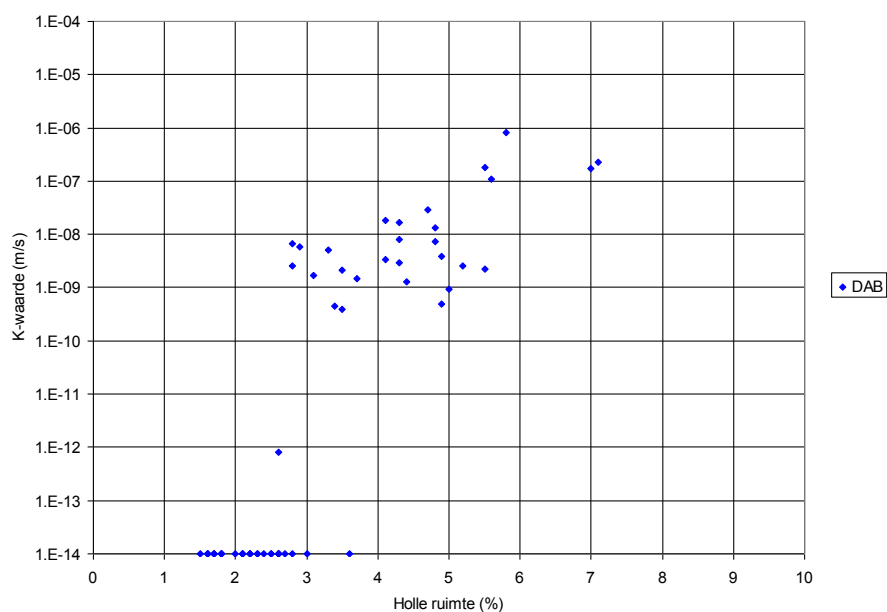
B3.1.6 Waterdichtheid van asfalt

Asfalt is een mengsel van mineraal aggregaat en een bitumeneus bindmiddel. Asfaltbeton bevat altijd een (klein) percentage poriën. De hoeveelheid en grootte van de poriën is afhankelijk van de volumetrische mengselsamenstelling na 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 asfaltmengsels hoger zijn dan 3 %, afhankelijk van de verdeling en de grootte van de holle ruimte door het mengsel. Als de holle ruimte bestaat uit grotere poriën, is de kans kleiner dat deze met elkaar verbonden zijn. Zo is bij een aantal absorptieproeven op steenmastiakasfalt, ondanks hogere holle ruimte percentages, tijdens de test geen doorslag van de testvloeistof geconstateerd. Indien het ontwerp van een constructie hierop is gebaseerd dan dient dit door middel van onderzoek te worden bevestigd.

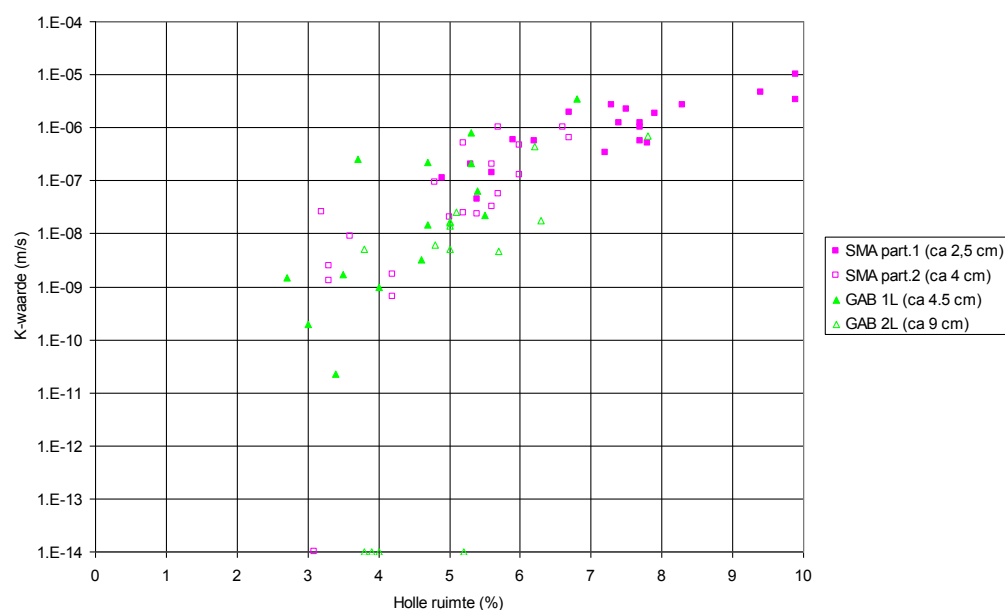
De Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van RWS onderzocht in 1993 de waterdoorlatendheid van asfalt om meer inzicht te krijgen in de afdichting op kunstwerken [14]. Van asfaltproefstukken zijn de k-waarden gemeten. De k-waarde [m/s] is een materiaalconstante die theoretisch onafhankelijk is van de opgelegde 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 minuscule laagje bitumen geen vloeistof kan doordringen. In de praktijk zijn er echter poriën en/of kan het bitumen door waterdruk worden weggeperst.

In figuren 3.1 en 3.2 staan de resultaten van het DWW-onderzoek weergegeven, als k -waarde versus holle ruimte (bepaald met methyleenchloride volgens Proef 69 van de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005, niet te verwarren of 1:1 te vergelijken met de bepaling met water volgens NEN-EN 12697-8, voorgeschreven sinds de Wijziging 2008 van de Standaard RAW Bepalingen). Elk punt in de grafieken is 1 proefstuk. 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 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 %.



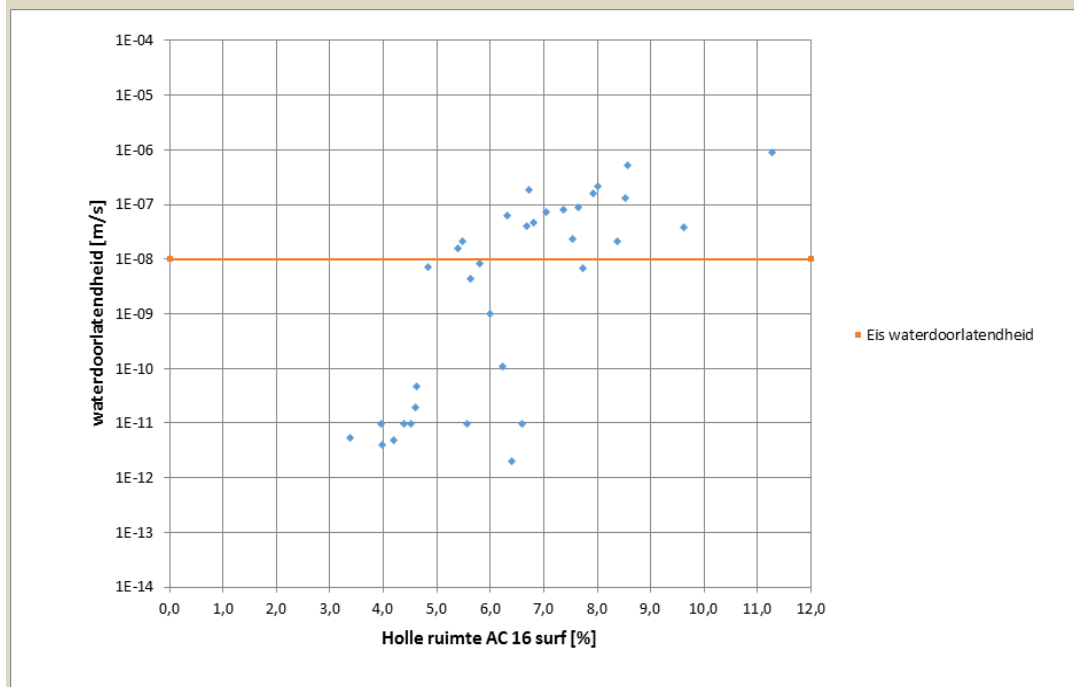
Figuur B3.1 k -waarde versus holle ruimte, DAB gebaseerd op [14]



Figuur B3.2 k -waarde versus holle ruimte, SMA en grindasfaltbeton (GAB) gebaseerd op [14]

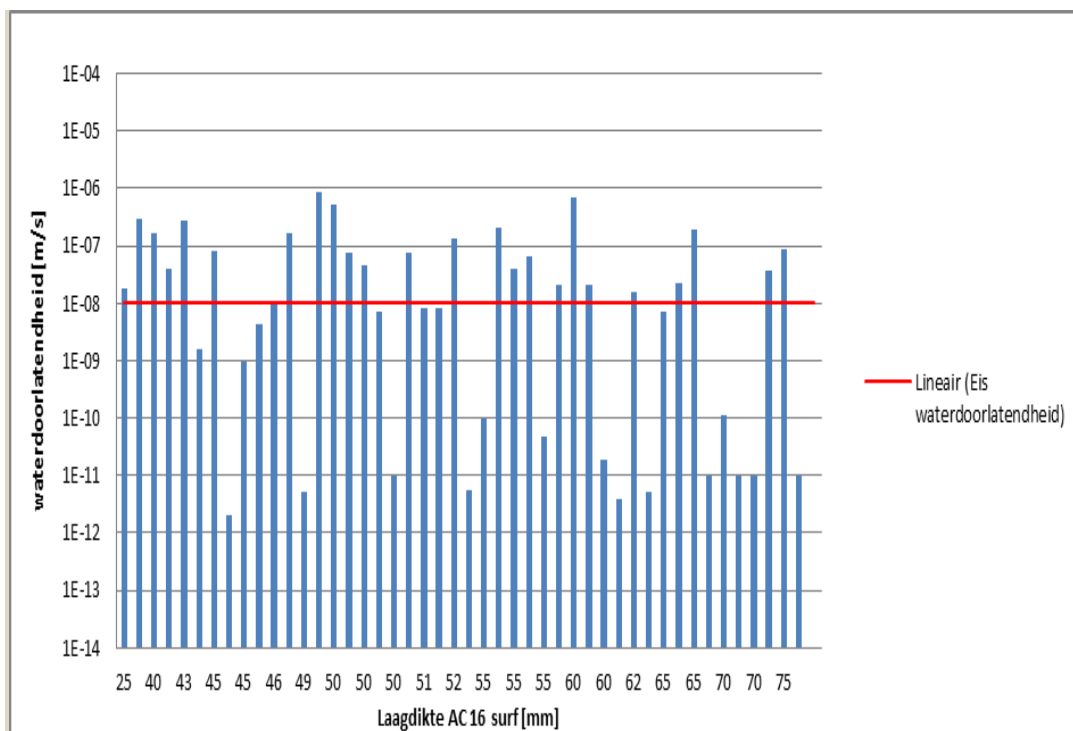
In 2005 is onderzoek gerapporteerd naar de vloeistofdichtheid en waterdampdoorlatendheid van bitumineuze lagen voor cementgebonden kunstwerken [9]. Dit onderzoek had onder andere als doel om te beoordelen of een constructie met een bitumineus membraan en DZOAB voldoet naast de bij RWS gebruikelijke oplossing bestaande uit DAB 0/16 met ontwerp holle ruimte van ten hoogste 4,0 %. Hieruit bleek weer dat dicht asfaltbeton met een holle ruimte $\leq 4,0$ % niet altijd vloeistofdicht is, zowel niet voor water als niet voor ethanol.

In figuren B3.3 en B3.4 is een voorbeeld gegeven van resultaten van een onderzoek naar k -waarden van een en hetzelfde AC surf mengsel in relatie tot de holle ruimte cq. laagdikte. Het onderzoek is door KOAC.NPC uitgevoerd. De resultaten zijn door de opdrachtgever ter beschikking gesteld. De holle ruimte is berekend met de dichtheid proefstuk en de met water bepaalde dichtheid mengsel volgens NEN-EN 12697-8¹⁰, voorgeschreven sinds de Wijziging 2008 van de Standaard RAW Bepalingen. Uit figuur B3.3 blijkt dat alle AC surf proefstukken met een holle ruimte beneden de 5 % een k -waarde van $\leq 10^{-8}$ m/s hebben. De AC surf proefstukken hadden een verschillende laagdikte. Uit figuur B3.4 blijkt dat er niet een directe relatie bestaat tussen de laagdikte en de k -waarde. Helaas zijn geen gegevens beschikbaar gesteld over de holle ruimte bij de gegeven laagdiktes.



Figuur B3.3 k -waarde versus holle ruimte AC surf bepaald conform RAW 2015 [24]

¹⁰ 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.



Figuur B3.4 relatie tussen de k-waarde en laagdikte van AC surf [24].

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. Voor AC surf met holle ruimte bepaald conform RAW 2015 ligt het omslagpunt bij 5% holle ruimte.

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 [4]. 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 een geringe doorlatendheid 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 DAB 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 (DZOAB 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 het DZOAB, waardoor de waterdichtheid verloren gaat.

B3.1.7 Waterdichtheid van membranen

In eerdergenoemd onderzoek [9], om o.a. te beoordelen of een constructie met een bitumineus membraan en DZOAB voldoet, werd over de membraanconstructie een aantal conclusies getrokken:

- Het onderzochte bitumineus membraan, zonder opliggend DZOAB, bleek een uitstekende afdichting tegen water te zijn, ook onder hoge druk;
- DZOAB 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/m² polymeerbitumen of bitumenemulsie) van andere leveranciers vrijwel altijd volledig waterdicht te zijn. Waterdichting werd niet bereikt met een enkele (0,3-0,4 kg/m²) of dubbele (0,6-0,8 kg/m²) bitumineuze kleeflaag. Ook met een dikkere kleeflaag (tot 2,0 kg/m²) of een enkelvoudige gemodificeerde slijtlaag (1,6-2,0 kg/m²) werd geen volledige waterdichtheid bereikt. De resultaten van een dubbele gemodificeerde slijtlaag (1,6 + 1,8 kg/m²) waren vergelijkbaar met een SAMI (Stress Absorbing Membrane Interlayer), in dit geval 2,5 kg/m² warmgespoten bitumen of 1,6 + 1,8 kg/m² emulsie, afgestrooid met steenslag.

Niet alleen de hoeveelheid bitumen, maar ook de eigenschappen lijken dus invloed te hebben op de waterdichtheid.

B3.1.8 Uitwerking eisniveau

Op basis van het onderzoek uit 1993 [14] met de RWS-proef (o.b.v. DIN 18130-1) heeft RWS in 2007 de volgende indeling opgesteld, voor de waterdichtheid van asfaltlagen op betonnen kunstwerken, uitgaande van een minimale dikte van de waterdichte afaltlaag van 50 mm.

1,0*10 ⁻⁸ 1,0*10 ⁻¹²	waterdicht	1,0*10 ⁻¹⁰ - 1,0*10 ⁻¹² waterdicht 1,0*10 ⁻⁸ - 1,0*10 ⁻¹⁰ vrijwel waterdicht (acceptabel)

Bij een k-waarde van 1,0*10⁻¹⁰ m/s, een proefstukdiameter van 100 mm, een laagdikte van 50 mm, en een drukhoogte van 7 bar, is de doorstroomde hoeveelheid water circa 4 ml/uur. Bij dezelfde k-waarde maar een dunnere waterdichtende laag zal de doorstroomde hoeveelheid water groter zijn. Dat is echter ongewenst, want het is de doorstroomde hoeveelheid water (met dooizouten) die relevant is voor de aantasting van het brugdekbeton, en die dus beperkt moet worden. Daarom wordt voor dunnere waterdichtende asfaltlagen de k-waarde berekend bij een dikte van 50 mm, alvorens deze te toetsen aan de eisen. Dit wil zeggen dat de berekening moet worden uitgevoerd met de doorstroomde hoeveelheid water en een rekenkundige dikte van 50 mm.

Er is in deze richtlijn voor gekozen om voor gespoten bitumineuze membranen een doorlatendheid van ten hoogste 1,0*10⁻¹⁰ m/s, bij een fictieve dikte van 50 mm, in de RWS-proef te eisen. Zie B3.2.5. In RTD1009:2012 werd hiervoor nog k=0 geëist.

Proefstukken met membranen moeten voorbereid worden overeenkomstig met de praktijk, dus inclusief afstrooien met steenslag indien in de praktijk vereist, en inclusief mechanische verdichting van bovenliggend asfalt.

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 naadloos als één laag (in één werkgang) worden aangebracht. Indien de waterdichte laag niet naadloos, dus in meerdere banen of vakken, wordt aangebracht, dienen de naden en aansluitingen zodanig te worden uitgevoerd dat ook deze voldoen aan de waterdichtheidseisen.

De afwatering van de waterdichtende laag (of de asfalt bescherm laag bovenop een membraan) dient overal verzekerd te zijn, ook bij bijvoorbeeld voegovergangen, zodat nergens in of op de constructie stilstaand water kan accumuleren.

B3.1.10 Productverificatie

Eenzijds 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.*
- *geo-electrische meting (potentiaal tussen brugdekwapening en oppervlak van natgespoten asfalt).*

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 procentpunt (zonder toleranties) meer bedraagt dan de holle ruimte in de aanvullende proef op de het typeonderzoek waarbij de doorlatendheid van het mengsel is vastgesteld, wordt geacht aan de waterdichtheidseis 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.

B3.2 Beschrijving van de doorlatendheidproef, gebaseerd op DIN 18130-1, versie nov 1989 (normatief)

B3.2.1 Doel en afbakening

Het doel van de proef 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 waterdoorlatende '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.

De proef wordt uitgevoerd met de beoogde in het werk aan te brengen constructie.

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.

Indien proefstukken worden aangeleverd aan het testlaboratorium, moeten deze zijn vervaardigd conform B3.2.2 en B3.2.3, of zijn verkregen door boring uit een wegdek. De verstrekker moet een verklaring leveren omtrent de herkomst van het proefstuk, en een omschrijving van de vervaardigingswijze:

- Laboratorium vervaardigd (inclusief verdichtingswijze van asfaltlagen; mengselcode en CE-verklaring van toegepaste asfaltmengsels; productnaam, CE-verklaring en hoeveelheid van eventueel toegepast membraan; materiaalsoort, hoeveelheid en gradering van afstrooimateriaal), of
- In-situ boring (met opgave van BPS-aanduiding of andere aanduiding van wegnaam en positie, en GPS-coördinaten)
- Locatie van betonnen kunstwerk, waar beproefd waterdicht asfalt cq. waterdicht membraan met asfalt bescherminglaag wordt toegepast.

B3.2.2 Constructie laboratoriumvervaardigde proefstukken

Voor laboratoriumvervaardigde proefstukken worden platen vervaardigd, waaruit de proefstukken worden geboord. Voor waterdichte asfaltlagen dient de plaat alleen te bestaan uit asfalt, zoals hieronder beschreven onder C, maar toevoegen van een onderlaag volgens A is toegestaan. Voor membranen met asfalt bescherminglaag dienen alle onderstaande stappen A t/m C te worden uitgevoerd

A. Onderlaag van doorlatend zandcement

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% (m/m) cement en 10% (m/m) 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 folie 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 plaat moet visueel gecontroleerd worden op scheuren.

De vervaardigde plaat wordt nominaal 600 * 400 * 60 mm³ (l*b*h).

Deze plaat is voldoende groot om 6 proefstukken met een nominale diameter van 100 mm te kunnen boren.

De waterdoorlatendheid van het beton dient te worden vastgesteld bij 1 bar waterdruk, en ten minste 5,0*10⁻⁶ m/s te bedragen. (De waterdoorlatendheid van het beton dient per proefplaat te worden vastgesteld, tenzij een receptuur, zandsoort en vervaardigingswijze is gebruikt waarvan in het verleden ten minste drie maal de doorlatendheid is bepaald en die telkens voldoende bleek, waarbij de laatste bepaling niet meer dan 12 maanden geleden mag zijn.)

Het beton is dan nauwelijks van invloed op de waterdoorlatendheid van de te meten constructie, bij de vereiste waarden van ten hoogste 1,0*10⁻⁸ m/s of lager.

B. Kleeflaag of membraan

De kleeflaag of het membraan wordt aangebracht op het doorlatend zandcement, conform de voorschriften van de leverancier of conform de contracteisen, inclusief aanbrengen en afwalsen van een afstrooilaag indien begrepen in deze voorschriften of 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

De lengte en breedte van de asfaltplaat zijn gelijk aan de waarden voor doorlatend zandcement hierboven genoemd onder A. De dikte van de asfaltlaag is gelijk aan de dikte van de beoogde toe te passen constructie. Bij de standaard oplossing heeft deze een nominale dikte van 50 mm.

Belangrijk is dat het proefstuk, bestaande uit het asfalt, eventuele kleeflaag/membraan en het eventuele beton, in de meetcel kan worden ingebouwd en niet te hoog is.

Het maken van het asfalmengsel

Vervaardiging van asfalt t.b.v. asfaltplaten conform typeonderzoek volgens Proef 62 van de RAW 2015.

Globaal zijn de volgende stappen 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 proef 78 van de Standaard RAW Bepalingen 2015, 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 asfaltplaten

Vervaardiging van asfaltplaten conform typeonderzoek volgens Proef 62 van de RAW 2015.

Globaal zijn de volgende stappen te onderscheiden:

1. De inhoud van de mallen, die vormvast dienen te zijn, dient zeer nauwkeurig bekend te zijn (via opmeten), zodat op basis van de streefdichtheid van het asfalmengsel uitgerekend kan worden hoeveel massa asfaltspecie in de mal gebracht moet worden.
2. Het asfalt wordt aangebracht op een niet hechtende ondergrond, of op doorlatend zandcement conform A, eventueel met kleeflaag/membraan inclusief eventueel afstrooimateriaal conform B.
3. De randen van de mal zijn voorzien van vier of vijf stalen strippen (ieder 3 mm dik). Het hete asfalmengsel wordt handmatig ingebracht in de mal. De asfaltspecie 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 asfaltplaten worden verdicht door walsen met een handwals, conform NEN-EN 12679-33. Ook verdichten middels praktijkwalsen, een segmentverdichter of plaatverdichter is toegestaan. Gyratorverdichting en slagverdichting zijn niet toegestaan. Belangrijk is de gewenste streefdichtheid en homogeniteit.
5. De asfaltspecie 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.
6. 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.
7. De wals moet worden nat gehouden met water met daarin een zeepoplossing, tegen aankleven.
8. De verdichte asfaltspecie in de mal af laten koelen aan de lucht.

Conditioneren van de asfaltplaten

Na het vervaardigen en afkoelen van de asfaltplaten aan de lucht wordt 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, laboratoriumvervaardigde proefstukken

Uit de plaat worden 6 proefstukken geboord met een diameter van 100 mm.

De proefstukken worden door de gehele plaat (inclusief eventueel doorlatend zandcement en eventueel membraan) geboord.

Het boren, dat zeer zorgvuldig dient te worden uitgevoerd, dient met veel koelwater te geschieden. Voorkomen dient te worden dat het 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, maar ten minste 40 mm, 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 het eventuele doorlatende beton en eventuele kleeflaag of membraan. Hiervoor geen proefstukken gebruiken die zijn geharst.

B3.2.4 Onderzoek van waterdoorlatendheid

Proefstukvoorbereiding

De proefstukken worden voorafgaand aan de beproeving visueel beoordeeld op gaafheid. 'Grote' poriën in het asfalt kunnen leiden tot het kapotdrukken van het latex membraan waarin het proefstuk wordt ingebouwd. Ook ongaafheden aan de randen van het proefstuk, zowel aan de onder- als bovenzijde, kunnen leiden tot het kapotdrukken van het latex membraan waarin het proefstuk wordt ingebouwd.

Bij ongaafheden aan de randen, aan onder- en of bovenzijde (vooral bij proefstukken uit de weg), kan het noodzakelijk zijn aan die zijde(n) een laagje beton van maximaal 1 cm dikte, zoals beschreven in B3.2.2, A (Onderlaag van doorlatend beton), aan te brengen.

De proefstukken voor de bepaling van de waterdoorlatendheid worden, zeker ook na het aanbrengen van beton, gedroogd aan de lucht.

Vervolgens wordt de buitenzijde van het proefstuk bestreken met hars om eventuele poriën aan de buitenzijde te vullen. Dit is om te voorkomen dat het latex membraan beschadigt of dat lekkage tussen proefstuk en membraan ontstaat. Indien grote poriën aan de buitenzijde van het asfalt aanwezig zijn, kan het naast het harsen ook noodzakelijk zijn een glasvezelvlies als versteviging rondom het proefstuk aan te brengen. Een 2-componenten hars wordt met een kwast aan de buitenzijde van het proefstuk gesmeerd, waarna, indien noodzakelijk, het glasvezelvlies hierin wordt gedrukt. Vervolgens kan een extra laag hars noodzakelijk zijn.

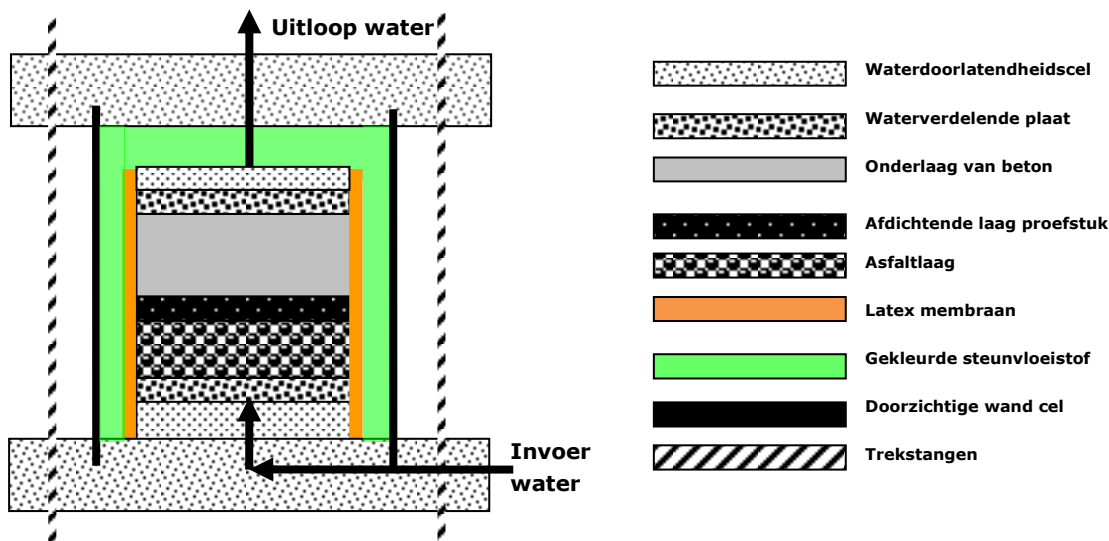
Voorkomen moet worden dat de hars te ver in het proefstuk dringt waardoor de diameter van het te doorstromen oppervlak wordt verkleind. Ook moet worden voorkomen dat er tussen het glasvezelvlies en het proefstuk lucht ingesloten wordt, of dat de boven- of onderzijde van het proefstuk wordt 'besmet' met hars.

Methode

De bepaling van de waterdoorlatendheid wordt uitgevoerd op basis van de methode met de triaxiaalcel beschreven in hoofdstuk 8.2 van DIN 18130 – Teil 1 d.d. november 1989.

Tekening

Onderstaande schematische tekening toont het principe van de proefopstelling, met een proefstuk bestaande uit een onderlaag van doorlatend beton, een afdichtende laag (bv bitumineus membraan) in het proefstuk en een beschermende asfaltlaag. Ook kunnen proefstukken worden beproefd, die alleen bestaan uit een beoogd waterdichte asfaltlaag.





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 $(22 \pm 3) ^\circ\text{C}$. 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 plaat gebracht.
- Deze plaat moet evenals het beton een waterdoorlatendheid hebben van ten minste een factor 100 hoger dan de doorlatendheid van het asfalt.
- Op de waterverdelende plaat wordt een filtreerpapier gebracht.
- Op de waterverdelende plaat met filtreerpapier 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 'ondersteboven' ingebouwd zodat de waterbelasting in de cel overeenkomt met de waterbelasting in de praktijk.
- Op het proefstuk wordt weer een filtreerpapier en waterverdelende plaat gebracht.
- Om het proefstuk en de onderplaat van de cel wordt een latex membraan geschoven.
- Op de waterverdelende plaat wordt de bovenplaat van de waterdoorlatendheidscel gebracht.
- Vervolgens wordt om het volledige proefstuk en de bovenplaat het latex membraan geschoven.
- Het latex 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 latex membraan, of de slangen op de aansluiting op de onder- of bovenplaat niet dicht zijn (lek), wordt gekleurd water van buiten naar binnen geperst, en wordt gekleurd water opgevangen. Dit dient te worden verholpen, voordat de proef mag worden voortgezet.
- Om het systeem snel en volledig te verzadigen kan, voordat een steundruk wordt aangebracht, de waterdruk van de watertoevoer licht worden opgevoerd waardoor het latex membraan wordt opgeblazen en water tussen het proefstuk en latex 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 ten minste 8 uur wordt de waterdruk gehandhaafd (tenzij de proef voortijdig wordt beëindigd wegens lekkages of grote doorlatendheid). In deze periode van 8 uur worden metingen van de doorstroomde waterhoeveelheid verricht:
- De eerste 2 uur worden er geen metingen gedaan.
- Een meting duurt minimaal 60 minuten of tot een opgevangen hoeveelheid water van minimaal 100 gram (ml), als dat eerder is.
- De meting wordt minimaal 1 maal herhaald.
 - Indien de 2^e meting minder dan 10% van de 1^e meting verschilt, mogen de metingen op dit proefstuk bij deze waterdruk worden beëindigd, anders wordt een 3e meting uitgevoerd.
 - Indien de 3e meting meer dan 10% verschilt van de 2e meting maar minder dan 10% van het gemiddelde van de 3 metingen mogen de metingen op dit proefstuk bij deze waterdruk worden beëindigd.
 - Er wordt doorgedaan tot maximaal 5 metingen, of indien eerder 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 $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s, wordt de proef beëindigd. Anders wordt de steundruk verhoogd naar 3,5 bar en daarna de doorstroom-waterdruk naar 3,0 bar, en worden opnieuw doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. 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 $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s, wordt bij een doorstroom-waterdruk van 5,0 bar en 7,0 bar (en bijbehorende steundrukken) gemeten met dezelfde criteria.
- 's Nachts en als het laboratorium gesloten is 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

Ontleend aan DIN 18130-1 dient de waterdoorlatendheid (k-waarde) te worden berekend volgens:

$$k = \frac{Q/A}{h/l} = \frac{Q \cdot l}{h \cdot A} \quad (\text{B3.1})$$

met:

k = waterdoorlatendheid [m/s]

Q = doorstroomd volume per tijd [m³/s]

A = oppervlak monster haaks op doorstroomrichting [m²]

h = doorstroomwaterdrukhoogteverschil [m waterkolom]

l = doorstroomde monsterlengte, behoudens onderstaande bepalingen [m]

Voor de te hanteren doorstroomde monsterlengte in bovenstaande formule gelden de volgende bepalingen:

- Indien ondersteunend poreus beton wordt toegepast, dient dit niet te worden meegerekend in de bepaling van de doorstroomde monsterlengte.
- Indien een deel van het proefstuk bestaat uit DZOAB of PA, dient dit niet te worden meegerekend in de bepaling van de doorstroomde monsterlengte.
- Indien na toepassing van beide voorgaande bepalingen de resterende doorstroomde monsterlengte kleiner is dan 0,050 m, wordt de doorstroomde monsterlengte op 0,050 m gesteld.

B3.2.6 Rapportage

De rapportage moet per proefstuk minimaal de volgende gegevens bevatten:

- Herkomst proefstuk, en omschrijving vervaardigingswijze, beide volgens verstrekker proefstuk indien de proefstukvervaardiger niet het testlaboratorium is:
 - Laboratorium vervaardigd (inclusief verdichtingswijze van asfaltlagen; mengselcode en CE-verklaring van toegepaste asfaltmengsels; productnaam, CE-verklaring en hoeveelheid van eventueel toegepast membraan; materiaalsoort, hoeveelheid en gradering van afstrooimateriaal), of
 - In-situ boring (met opgave van BPS-aanduiding of andere aanduiding van wegnaam en positie, en GPS-coördinaten).
- Foto van het proefstuk zoals aangeleverd, of na afzagen van overtollige laagdikte
- Laagopbouw (materiaalsoort en laagdikte in mm) van het proefstuk, inclusief eventueel aangebrachte lagen poreus beton.
- Geharst ja/nee
- Glasvezelvlies in hars ja/nee
- Hoogte en diameter van het proefstuk, zoals beproefd
- Doorstroomde monsterlengte gebruikt voor berekening k-waarde
- Per waterdruk het rekenkundig gemiddelde, over alle doorstroombelingen bij die druk, voor de k-waarde [m/s], uitgedrukt in wetenschappelijke notatie met twee significante cijfers voor de basis (voorbeeld: $2,7\text{E-}11 \text{ m/s} = 2,7 * 10^{-11} \text{ m/s}$)
- Het gehalte holle ruimte van de beproefde asfaltlaag, exclusief poreus beton of poreus asfalt.
 - Bij proefstukvervaardiging door het testlaboratorium worden de waarden gegeven van de proefstukken volgens B3.2.3 die alleen op holle ruimte zijn beproefd (inclusief vermelding van dichtheid proefstuk en dichtheid mengsel waaruit het percentage holle ruimte is bepaald).
 - Bij beproefing van verhardingsmonsters uit gerealiseerd werk kan dichtheidproefstuk gerapporteerd worden indien beschikbaar. Het percentage holle ruimte kan worden berekend met de dichtheidmengsel van CE-certificaat indien beschikbaar.

B3.2.7 Onafhankelijkheid

Het testlaboratorium, dat de doorlatendheidsproef uitvoert, moet onafhankelijk zijn van de opdrachtnemer voor de aanleg van de waterdichtende laag.

B3.2.8 Controle proefopstelling

Om te controleren of er ergens in de proefopstelling lekkage optreedt dient minimaal een keer per jaar een 100% waterdicht ijkproefstuk te worden beproefd. De k waarde dient gelijk te zijn aan 0.

B4 Bijlage 4: Standaardoplossingen

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 standaardoplossingen is vele jaren positieve ervaring opgedaan op de kunstwerken van Rijkswaterstaat. Deze behoeven dan ook geen validatie van het ontwerp.

Wel dient binnen de contractbeheersing aandacht te worden besteed aan de volgende zaken:

- aantonen van de bekwaamheid / ervaring van de opdrachtnemer;
- juiste uitvoeringswijze;
- geleverde kwaliteit van het eindproduct (totale gerealiseerde verharding inclusief aansluitingen).

B4.2 Inleiding

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, maar ook een 'innovatieve' oplossing die moet worden gevalideerd onder auspiciën van RWS-GPO. De uiteindelijke keuze voor een bepaalde oplossing kan pas worden gemaakt na een integrale afweging tussen kosten en 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, en hydrofobering, en het aanbrengen van een laag (waterdicht) asfaltbeton met een eis ten aanzien van de waterdoorlatendheid (k-waarde) of een (waterdicht) membraan met een eis ten aanzien van de waterdoorlatendheid en voorzien van een beschermlaag van asfalt.

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, uitgezonderd daar waar een membraan op basis van bitumenemulsie direct op het beton moet worden aangebracht. Voor details over en eisen gesteld aan hydrofoberen wordt verwezen naar RTD1002 Richtlijn Hydrofoberen van beton. Bij het vervangen van de asfaltconstructie op een bestaand kunstwerk wordt standaard geen hydrofobeerbehandeling toegepast. Volgens onderzoek van Rijkswaterstaat en TNO [16] 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 bestaat een kans dat een hydrofobeerlaag niet goed aan te brengen is op bestaand betonwerk met daarop aanwezige kleeflaag- en asfaltresten. Het hydrofobeermiddel zou het asfalt oplossen en verder, waar asfalt achterbleef, een verminderde hechting van de kleeflaag veroorzaken. Op een gehydrofoberd oppervlak kunnen 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 dekklagen van dicht asfaltbeton aangebracht, waarbij het betonnen brugdek 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 in de tijd goed te beschermen tegen het indringen van dooizouten.

Uit onderzoek [14] 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 ontwerpeis voor de holle ruimte van 2,5%(V/V) voor gietasfalt en 4,0%(V/V) voor dicht asfaltbeton. Op basis van de goede praktijkervaring wordt daarbij 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 brugdek aan te brengen. Dit kan zijn een warm geplakt bitumineus membraan of een gespoten en afgestrooid membraan van al dan niet gemodificeerde warme of koude 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. - Kan als onder- of tussenlaag meestal blijven zitten bij vervanging van de asfalt deklaag. - In staat tot uitvullen van oneffenheden in kunstwerk. - Damp-open, weinig risico op blaasvorming.	- Meestal niet absoluut waterdicht, (maar zeer geringe doorlatendheid), - Risico op onvoldoende waterdichtheid 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. - Kwetsbaar bij onderhoud aan direct bovenliggende asfaltlagen. - 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 tot 5% praktijk holle ruimte 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 een standaardoplossing van RWS voor betonnen brugdekken.

Uit recente ervaringen blijken opdrachtnemers echter vaak een groot risico te zien in het behalen van de benodigde holle ruimte bij de keuze voor een waterdichte asfaltlaag. Bovendien is de oplossing met een waterdichte asfaltlaag bij onderhoud op oudere betonnen kunstwerken vaak te zwaar met het oog op de toegenomen verkeersbelasting. De tweede standaardoplossing met een gespoten bitumineus membraan, samen met een asfalt beschermlaag, wordt dan ook steeds vaker toegepast op betonnen brugdekken.

B4.3.2 Asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk

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 DZOAB.

De standaard asfaltconstructie met een open deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk heeft de volgende opbouw:

- een deklaag van 50 mm (D)ZOAB (PA) 16, of 70 mm tweelaags ZOAB (PA) (fijn), afhankelijk van de vereiste geluidreductie;
- een kleeftlaag;
- een waterdichtende tussenlaag van naar keuze:
 - 50-70mm (waterdicht) AC 16 bin, die voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK 1.1), dus met voorgeschreven k-waarde;
 - 50-70 mm AC 16 bin beschermlaag, zonder eisen aan de waterdichtheid, met daaronder over de gehele oppervlakte van het kunstwerk een gespoten bitumineus membraan (warm gespoten of koud op basis van bitumenemulsie), dat voldoet aan de eisen voor waterdichtheid (BK 1.2), dus met voorgeschreven k-waarde;
- bij onvlakheden van het betondek >20 mm, één of meer uitvullagen AC 11 bin, AC 16 bin of AC 22 bin, elk met een normale kleeftlaag aan de bovenzijde. Als direct op de uitvullaag een waterdichtend membraan wordt aangebracht vervalt deze kleeftlaag op de uitvullaag en dient de uitvullaag te worden voorzien van een primer conform voorschrift van de leverancier van het membraan;
- een kleeftlaag op het betondek: een bitumenemulsie conform NEN-EN 13808, twee lagen van elk 0,3 kg/m², afgestrooid. Als direct op het betondek een waterdichtend membraan wordt aangebracht vervalt deze dubbele kleeftlaag en dient het betondek te worden voorzien van een primer conform voorschrift van de leverancier van het membraan;
- (strooksgewijze) afdichting van voegen tussen betonliggers, conform artikel 10.6.3 van NEN 6723: 2009, indien van toepassing;
- hydrofobering van het kunstwerk, behalve waar een waterdichtend bitumineus membraan op emulsiebasis direct op het betondek wordt toegepast;
- langs de schampkanten een flexigoot kantopsluiting (zie B4.3.6.2).

De acceptatie van membranen in de standaardoplossing geldt uitdrukkelijk alleen in combinatie met de bovenbeschreven asfalt beschermlaag.

Het asfaltmengsel dat wordt toegepast direct onder de open deklaag dient bij het typeonderzoek volgens Proef 62 van de RAW 2015 een waterbestendigheid ITSR van ten minste 80 te hebben. Alle asfaltlagen dienen een vervormingsgevoeligheid f_c te hebben die volgens de SOA is afgestemd op de verkeersbelasting.

Naast bovenstaand beschreven positie van het membraan direct onder de beschermlaag, dus bovenop de uitvullagen, kan ook een andere diepteligging van het membraan acceptabel zijn, maar deze moet wel ter goedkeuring aan RWS-GPO worden voorgelegd. Zo kan een positie van het membraan direct op het betonnen kunstwerk, dus onder uitvullagen, acceptabel zijn, mits de eerste asfaltlaag direct op het membraan over het gehele oppervlak van het kunstwerk wordt aangebracht zonder uitloop naar nul. Ook een positie van het membraan tussen twee uitvullagen

kan acceptabel zijn. In elk geval moet beschadiging van het membraan bij het asfalteren worden voorkomen. Om die reden is aanleg van uitvullingen met kleine oppervlakken op een membraan ongewenst.

Bij afwijkende diepteligging van het membraan moet de flexigoot zodanig dik en diep worden aangebracht dat deze waterdicht aansluit aan het membraan.

De term AC (Asphalt Concrete) wordt in principe gevolgd door de toevoeging "surf" voor deklagen, "bin" voor tussenlagen en "base" voor onderlagen. In de bovenbeschreven oplossing is de waterdichte laag AC 16 een tussenlaag en moet dus AC 16 bin heten. Dit materiaal moet in het typeonderzoek voor CE-markering worden beproefd conform de regelgeving voor tussenlagen. De AC 11, AC 16 of AC 22 uitvullagen zijn formeel "base" en moeten ook als zodanig beproefd worden. Qua gewenste eigenschappen zijn voor de uitvullagen echter de vervormingsweerstand en watergevoeligheid van een "bin" gewenst, en is de vermoeiingsweerstand als "base" minder relevant.

In de standaardoplossing met waterdichte asfaltlaag is de waterdichte AC 16 echter gebaseerd op DAB (dicht asfaltbeton), 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 "bin" of "base" nodig. Deze markering kan worden verkregen op basis van de voor AC gebruikelijke functionele proeven. Voor het verschil tussen het typeonderzoek voor surf en bin/base wordt verwezen naar de Standaard RAW Bepalingen vanaf 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 bin of AC base kan worden toegepast, maar dat aan deze laag speciale eisen worden gesteld qua waterdichtheid, zie hieronder.

De vroeger op betonnen brugdekken gehanteerde waterdichte DAB-laag (ten minste 50 mm DAB 0/16 met een gerealiseerde holle ruimte van ten hoogste 5,0% (zonder toleranties) bepaald volgens proef 69 van de Standaard RAW Bepalingen t/m 2005, kan 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 standaardoplossing met waterdichte asfaltlaag 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 is in paragraaf 4.3 geëist dat bij toepassing van de standaardoplossing met waterdichte asfaltlaag op betonnen brugdekken, als onderdeel van de ontwerpverificatie, de waterdichtheid van het asfalt voor de waterdichte asfaltlaag aanvullend op het typeonderzoek apart moet worden bepaald, waarbij tevens het gehalte holle ruimte van de betreffende proefstukken moet worden bepaald volgens NEN-EN 12697-8¹¹.

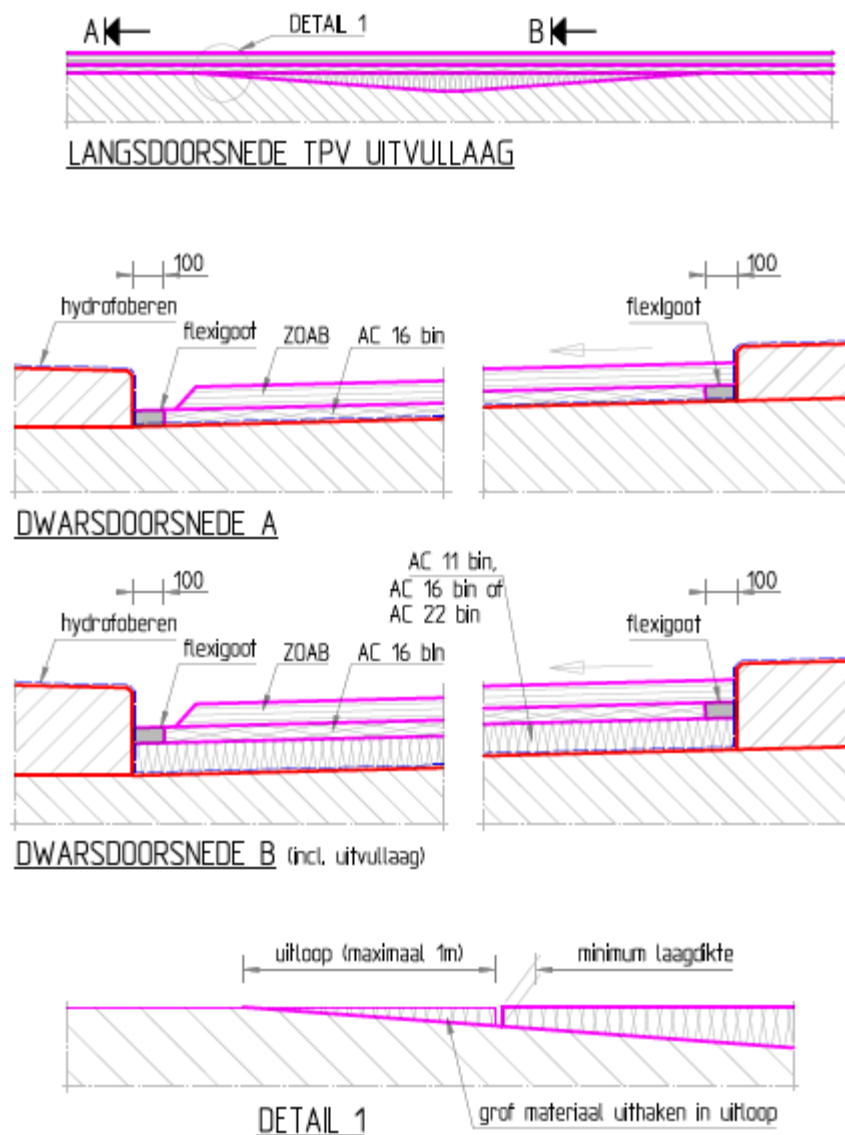
Afhankelijk van de mate van (on)vlakheid van het betonnen brugdek moet het AC in één of meerdere lagen worden aangebracht.

- Indien de laagdikte van de waterdichte asfaltlaag AC 16 bin (of asfalt bescherm laag AC 16 bin plus membraan) varieert tussen 50 en 70 mm moet deze asfaltlaag in één laag worden aangebracht. (zie figuur B4.1)
- Indien moet worden uitgevuld dienen de volgende grenzen voor de individuele laagdikten te worden gehanteerd:
 - Uitvullaag AC 11 bin: 30-50 mm;
 - Uitvullaag AC 16 bin: 40-60 mm;
 - Uitvullaag AC 22 bin: 55-100 mm.

¹¹ 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, en zijn dan ook niet meer relevant voor de huidige beproeving.

- Onderschrijding van de minimum laagdikte is alleen toegestaan in een strook van maximaal 1 m breedte om naar nul uit te lopen, waarbij in deze uitloop het grove materiaal moet worden verwijderd.

Zowel bij het ontwerp als bij de uitvoering moet ernaar worden gestreefd de variatie in de dikte van de bovenste laag asfalt en de waterdichte tussenlaag te beperken. De vlakheid van de waterdichte asfaltlaag of asfalt bescherm laag is essentieel voor een goede afvoer van het water uit de DZOAB laag.



Figuur B4.1 Detaillering waterdichte asfaltlaag, flexigoot en uitvullagen

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 gewenste levensduur en/of geluidreductie, de voegbreedte en de mate van werking tussen betreffende delen van het kunstwerk. Er is aandacht nodig voor het gootdetail 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 en de RTD 1007-serie.

De aansluitingen tegen de schampkanten en de voegovergangen op het brugdek 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. Ook als een membraan wordt aangebracht onder (delen van) het asfalt, moet een goede verdichting worden gerealiseerd, vooral bij naden en aansluitingen met schampkanten en voegovergangen. Op plaatsen waar niet met een wals kan worden verdicht, moet op andere wijze adequaat worden verdicht.

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 deklaag standaard zijn geworden, en voornamelijk nog toegepast op kunstwerken in het onderliggende wegennetwerk.

De standaard asfaltconstructie met een dichte deklaag op een nieuw betonnen kunstwerk heeft dezelfde opbouw als die met een open deklaag op een nieuw kunstwerk, exclusief de DZOAB of tweelaags DZOAB deklaag (zie paragraaf B4.3.2), waarbij de waterdichtende tussenlaag uit paragraaf B4.3.2 nu een waterdichtende deklaag wordt van waterdichte AC 16 surf of AC 16 surf met een waterdichtend membraan. De opmerkingen uit die paragraaf, niet betreffende de DZOAB laag, zijn onverkort van toepassing.

B4.3.4 Asfaltconstructie met een open deklaag op een bestaand betonnen kunstwerk

Toepassing van DZOAB 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 DZOAB 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 DZOAB 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 deklaag of constructie bij groot onderhoud in principe worden vervangen door een nieuwe open deklaag of 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 standaardoplossing volgens paragraaf B4.3.2 de voorkeur, behalve dat de bestaande beton niet meer kan worden gehydrofoobeerd.

Dit betekent mogelijk dat de bestaande waterdichte deklaag kan worden gehandhaafd, of worden vervangen door een waterdichte tussenlaag, en het DZOAB 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 open deklaag.

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 de open deklaag 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.

Er moet rekening mee worden gehouden dat de constructie onder de open deklaag aan een grotere belasting door dooizouten kan worden blootgesteld omdat:

- *onderin de open deklaag gedurende (veel) langere tijd chloridenconcentraties kunnen optreden als gevolg van enerzijds een lagere afstroomsnelheid door de open deklaag en anderzijds de mogelijk niet volledige vlakheid van het onderliggende dichte AC-asfaltlaag. Dit treedt in versterkte mate op in gedeelten met weinig langshelling en/of verkanting;*
- *op de open deklaag normaliter meer zout (circa anderhalfmaal zoveel) wordt gestrooid dan op een dichte deklaag;*
- *de open deklaag vervuild kan raken, waardoor er meer schadelijke stoffen langdurig aanwezig kunnen zijn.*

Om bij toepassing van DZOAB 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 DZOAB met een zodanige dikte aan te brengen dat voldaan wordt aan de eisen voor de geluidreductie. 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 dichte AC-asfaltlaag 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 chloridegehalten 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 DZOAB 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 Grote Projecten en Onderhoud van Rijkswaterstaat, de (on)mogelijkheden van een acceptabele toepassing van DZOAB 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 DZOAB 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 het kunstwerk deze belasting op de vluchtstrook 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 standaardoplossing 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 Aanvullende eisen

B4.3.6.1. Waterdichtend membraan

Aanbrengen van een membraan dient te geschieden conform de verwerkingsinstructie van de leverancier. Deze verwerkingsinstructie dient op het werk aanwezig te zijn. Voor gespoten bitumineuze membranen gelden de verwerkingsinstructies uit Bijlage 9 en 10 van deze richtlijn, voorzover deze niet strijdig zijn met de verwerkingsinstructie van de leverancier.

Waar de waterdichting op een betonnen kunstwerk volgens het ontwerp wordt ontleend aan een waterdicht membraan op basis van gespoten bitumenemulsie, aangebracht direct op het beton van het kunstwerk, is hydrofoberen van het beton niet vereist.

Voor betonnen brugdekken heeft RWS enkele gespoten bitumineuze membranen geaccepteerd voor toepassing in de standaardoplossingen. Informatie welke producten dit betreft is te verkrijgen via het Steunpunt Wegen en Geotechniek.

Deze membranen zijn geaccepteerd na een validatieproces onder auspiciën van RWS-GPO, op basis van praktijkervaringen en beproeving van diverse eigenschappen, waaronder de waterdoorlatendheid volgens B3.2 van deze richtlijn.

Voor andere soorten membranen dient de opdrachtnemer / leverancier in een validatieproces onder auspiciën van RWS-GPO aan te tonen dat het membraan geschikt is voor toepassing onder asfalt.

Hierbij kan gedacht worden aan de volgende aspecten:

- 1. waterdichtheid, ook van naden en aansluitingen*
- 2. bestandheid tegen aanbrengen van hete asfaltenlagen*
- 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 ETAG 033 is niet bedoeld voor gespoten bitumineuze membranen maar bepaalde proeven kunnen mogelijk worden toegepast.)

B4.3.6.2. 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, zowel aan de hoge als de lage zijde van het kunstwerk, moeten 0,10 m brede en minimaal 50 mm dikke stroken van flexigoot komen. Dit is een flexibel mengsel bestaande uit een polymeerbitumen 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. Het polymeerbitumen moet voldoen aan de specificaties in tabel B4.1.

Tabel B4.1 Specificaties van polymeerbitumen voor flexigoot

Eigenschap	eenheid	norm	waarde	Klasse EN 14023
Penetratie bij 25°C	0,1 mm	NEN-EN 1426	75-130	7
Conuspenetratie bij 25°C	0,1 mm	BS 2499-3	50-70	n.v.t.
Verwekingspunt Ring en Kogel	°C	NEN-EN 1427	≥80	2
Kracht-ductiliteit bij 5°C	J/cm ²	NEN-EN 13589	≥3	2
Weerstand tegen verharding na RTFOT en PAV:	-	NEN-EN 12607-1 & NEN-EN 14769	-	-
- Resterende penetratie bij 25°C	%		≥40	n.v.t.
- Penetratie bij 25°C	0,1 mm		25-55	n.v.t.
- Verhoging verwekingspunt	°C		≤ 8	n.v.t.
- Elastische terugvering bij 25°C	%		≥50	n.v.t.
Weerstand tegen vloeï	mm	NEN-EN 13880-5	≤2	n.v.t.
Breekpunt Fraass	°C	NEN-EN 12593	≤-12	6
Elastische terugvering bij 25°C	%	NEN-EN 13398	≥50	5

Deze flexigoot kan pas worden gemaakt nadat de laag asfaltbeton op 0,10 m uit de schampkant is ingezaagd en het asfaltbeton tussen schampkant en zaagsnede is verwijderd over over ten minste de volledige diepte van de waterdichte asfaltlaag of beschermende asfaltlaag op een membraan. Om zeker te weten dat het asfalt wordt verwijderd t/m de onderzijde van de waterdichte laag, wordt aanbevolen om het asfalt over de volledige diepte te verwijderen. Inzagen mag echter hooguit tot 15 mm boven het kunstwerk. Het weg te zagen asfalt dient tegen de schampkant te worden aangedraaid en tot 1 à 2 cm vanaf de schampkant te worden verdicht, om te borgen dat het asfalt aan de blijvende zijde van de zaagsnede voldoende verdicht is. Het gebruik van (houten) balken voor het maken van een sparing voor de flexigoot is niet toegestaan.

De term flexigoot betekent niet dat boven de flexigoot een waterafvoerende goot aanwezig moet zijn. Bij een DZOAB deklaag is aan de hoge zijkant van een kunstwerk een dergelijke goot namelijk niet nuttig en zelfs ongewenst omdat zich daar vuil kan ophopen.

B4.3.6.3. Langsnaden tussen asfaltbanen

Bij toepassing van een waterdicht membraan met asfalt beschermklaag gelden geen extra eisen voor de langsnaden tussen de asfaltbanen.

Bij toepassing van een waterdichte asfaltlaag moet de langsnaad van de waterdichte asfaltlaag 'warm tegen warm' worden aangebracht, 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 niet mogelijk is, dient van de koude laag 0,10 m breedte verwijderd te worden na inzagen. Daarbij mag het kunstwerk niet beschadigd worden. 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.

B4.3.6.4. Voegovergangen

Op de plaats van na het asfalteren aan te brengen voegovergangen (inclusief voeg) moet het asfaltbeton zonder onderbreking worden aangebracht. 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 polymeerbitumen; alternatief is een bitumineuze afdichtingsstrip.

Bij toepassing van (geluidarme) voegovergangen dient te worden voldaan aan de eisen uit RTD 1007-3 omtrent de aansluiting van het asfalt aan de voegovergang.

Als DZOAB 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 een geluidsreducerende deklaag alleen maar geaccentueerd worden. Voegovergangsconstructies die continu zijn, dat wil zeggen naadloos en qua oppervlaktestructuur niet of weinig afwijkend van de geluidsreducerende deklaag, geven het geringste verschil in geluidsproductie. In RTD 1007-3 zijn eisen opgesteld voor geluidsreductie van voegovergangen, die afhankelijk zijn van de geluidsreductie van het aangrenzende asfalt.

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 noodzakelijk is. Voor die situaties geeft tabel B4.2 een voorbeeld van de opbouw.

Tabel B4.2 Asfaltverharding voor stalen kunstwerk met open deklaag

PA 11 met polymeerbitumen (35 mm)
Bovenmembraan: Icopal Parafor Ponts of Lucobit-Bit
Gietasfalt met polymeerbitumen (25 mm)
Ondermembraan: Icopal Mistral C of Lucobit-PV-Bit
Primer (laagdikte volgens opgave leverancier)
Stalen rijvloer rijvloer (reinheid SA 2,5 volgens ISO 8501-1; ruwheid Rz = 50 – 100 µm, gemeten volgens ISO 8503-4)
Minimale totale laagdikte 50 mm (bij afwijkingen van bovengenoemde nominale maten)

Andere membranen dan genoemd in Tabel B4.2 moeten worden gevalideerd onder auspiciën van RWS-GPO.

Vanwege de beweeglijkheid van een stalen brug zal de DZOAB-deklaag kortere levensduur hebben dan een DZOAB-deklaag op aardebaan. Hoeveel korter zal, behalve van de verkeersbelasting, de dikte en constructie van het stalen brugdek en de temperatuur, onder meer afhangen van de werking (functionaliteit, effectiviteit) van de bitumineuze membranen, die op hun beurt weer 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 [12].

De samenstelling van het PA 11 moet voldoen aan de bepalingen voor DZOAB 11 opgenomen in de vigerende Standaard RAW Bepalingen, afgezien van de polymeermodificatie. Verder dient het grove aggregaat te voldoen aan de eisen voor steenslag 3 uit de Standaard RAW Bepalingen 2015.

Polymeerbitumen moet voldoen aan specificaties artikel 4 (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:

- Siplast Eco-Active primer;
- Icopal Siplast primer;
- Icopal Sa primer;
- Bolidt primer.

Voor eisen aan de membranen wordt verwezen naar paragraaf B4.4.3.3.

Het membraan tussen de gietasfaltlaag en de DZOAB -deklaag heeft een spannings- en rekreducerende functie. Daardoor wordt de levensduur van de DZOAB-deklaag en die van de gietasfaltlaag verlengd, en de kans op scheurdoorgroei vanuit de DZOAB -deklaag beperkt. De hechting tussen de membranen en boven- en onderliggende lagen is van groot belang voor een goede werking van de gehele asfaltverharding.

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 B4.3.

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 B4.3 Asfaltconstructie met dichte deklaag bij stalen kunstwerken

Gietasfalt, polymeergemodificeerd (25 mm) of AC surf met polymeerbitumen (40 mm)
Gietasfalt met polymeerbitumen (25 mm)
Ondermembraan: Icopal Mistral C of Lucobit-PV-Bit
Primer (hechting: minimaal 0,2MPa bij 20°C) (laagdikte volgens opgave leverancier)
Stalen rijvloer (reinheid SA 2,5 volgens ISO 8501-1; ruwheid Rz = 50 – 100 µm, gemeten volgens ISO 8503-4)
Minimale totale laagdikte 50 mm (bij afwijkingen van bovengenoemde nominale maten)

De opmerkingen onder Tabel B4.2 zijn ook van toepassing op Tabel B4.3.

Incidenteel is tussen de deklaag en de gietasfalt onderlaag wel een bovenmembraan toegepast, zoals in Tabel B4.2. Dit is echter niet de standaardoplossing.

B4.4.3 Achtergrond en aanvullende eisen

B4.4.3.1 Specificaties polymeerbitumen

Een gemodificeerd bindmiddel bij toepassing in PA11 en gietasfalt moet voldoen aan de specificaties in tabel B4.4.

Tabel B4.4 Specificaties polymeerbitumen

	Eigenschap	eenheid	norm	waarde	Klasse EN 14023
S ¹⁾	Penetratie bij 25°C	0,1 mm	NEN-EN 1426	50-70	4
	Verwekingspunt Ring en Kogel	°C	NEN-EN 1427	≥90	2
	Kracht-ductiliteit bij 5°C	J/cm ²	NEN-EN 13589	≥3	2
	Weerstand tegen verharding:		NEN-EN 12607-1		
	Resterende indringing	%		≥60	7
	Verhoging verwekingspunt	°C		≤8	2
	massaverandering	%		≤0,5	3
	Vlampunt	°C	NEN-EN-ISO 2592	≥235	3
	Breekpunt Fraass	°C	NEN-EN 12593	≤-15	7
I ¹⁾	Elastische terugvering bij 25°C	%	NEN-EN 13398	≥80	2
	Dichtheid bij 25°C	g/cm ³	NEN-EN 15326	1,00-1,10	
	Oplosbaarheid	% m/m	NEN-EN 12592	≥99	
	Mengtemperatuur	°C		185±5	-
	Verdichtingstemperatuur	°C		175±5	-

¹⁾ S = Specificaties, I = Informatief

Gietasfalt op stalen orthotrope brugdekken wordt blootgesteld aan extreem zware belastingen. Bijvoorbeeld 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 (bijvoorbeeld 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 (CC90) en polymeer bitumen. Toepassing van asfaltgranulaat is verboden. De samenstelling van het mengsel moet voldoen aan de specificatie in tabel B4.5.

Tabel B4.5 Samenstelling polymeergemodificeerd gietasfalt

	Massapercentages		
	Gewenst	Min.	Max.
Toeslagmateriaal door zeef			
C8	100	98	100
2 mm	48	43	53
0,063 mm	19	17	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 [15] adviseerde een 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 2015. Voor wegverhardingen zijn de eisen voor gietasfalt voor gebonden bekledingsconstructie voor Kust- en Oeverwerken conform Deelhoofdstuk 52.5 van de Standaard RAW Bepalingen 2015 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 NEN-EN 12697-20. 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 asfaltcilinders in een driepunts buigopstelling met een constante vervormingsnelheid tot bezwijken onder de hierna volgende condities:

Temperatuur: $T=0^{\circ}\text{C}$ en 15°C , 2 uur acclimatiseren, uitvoeren binnen een halve minuut bij kamertemperatuur.

Proefstuk: $D=150\text{ mm}$; $H=1/2D$; $B=60\text{ mm}$, 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 $D=35\text{ mm}$, opleglengte = 130 mm in afwijking van DWW-proefvoorschrift IL-N-98.038

Belasting: Constante vervormingsnelheid 0,085 mm/s tot bezwijken

Uitvoering: Conform NEN-EN 12697-44. 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 ($^{\circ}\text{C}$)	breukenergie (kJ/m^3)
Statische SCB-proef	0	Ten minste 50
	15	Ten minste 40

Triaxiaal proef

Dit betreft het belasten van asfaltcilinders in een opstelling met alzijdige belasting om de permanente vervorming als functie van het aantal lastwisselingen te meten.

Temperatuur: $T=40^{\circ}\text{C}$

Proefstuk: $D=150\text{ mm}$; $B=60\text{ mm}$;

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). $S_{\max} (F_{\max}/\text{opp}) = 0,2\text{ MPa}$, $S_{\min} = 0,02\text{ MPa}$. Statische belasting $S = 0,02\text{ MPa}$. 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 ($^{\circ}\text{C}$)	Vervormingssnelheid ($(\mu\text{m/m})/\text{s}$)
Triaxiaalproef	40	Ten hoogste 1,8

Indringingsproef

Dit betreft het bepalen van de indringdiepte van een ronde stempel van 500 mm^2 (25,2 mm diameter) in een gietasfalt proefstuk van $69 \times 69 \times 70\text{ mm}^3$ ($l \times b \times h$) onder een kracht van 525 N gedurende 60 minuten. Tijdens de proef is het proefstuk zijdelings opgesloten in een nauwpassende stalen mal. De indringingsproef wordt uitgevoerd conform NEN-EN 12697-20m met uitzondering van de roeftemperatuur. Om aansluiting te houden met in het verleden behaalde resultaten is de proeftemperatuur 25 i.p.v. de voorgeschreven 40°C .

Eisen:

<i>Proef</i>	<i>Temperatuur (°C)</i>	<i>Indringingsgetal (0,1 mm)</i>
<i>Indringingsproef NEN-EN 12697-20</i>	<i>25</i>	<i>Ten minste 10 en ten hoogste 40</i>

B4.4.3.3 Bitumineuze membranen

Voor bitumineuze membranen in asfaltverhardingen in de standaardoplossing voor stalen bruggen zijn de volgende membranen geaccepteerd, mits aangebracht volgens de voorschriften van de leverancier:

- tussen gietasfalt en een open deklaag: Parafor Ponts van Icopal of Lucobit-Bit van Lucobit BV;
- tussen staaldek en gietasfaltlaag: Mistral C van Icopal, Trema TM5 van Nordic Waterproofing of Lucobit-Bit van Lucobit BV.

Opgemerkt wordt dat Trema TM5 geschikt is voor toepassing als membraan voor een enkellaags asfaltconstructie op een stalen dek. Toepassing van Trema TM5 als membraan tussen staaldek en gietasfaltlaag in combinatie met toepassing van Trema TM5 als membraan tussen gietasfalt en een open deklaag is als minder geschikt bevonden. Als Trema TM5 in een tweelaags asfaltconstructie op een stalen dek wordt toegepast met een ander type membraan dan Trema TM5 tussen de twee asfaltlagen, dient de geschiktheid van deze tweelaags asfaltconstructie middels een validatieonderzoek onder auspiciën van het Steunpunt Wegen en Geotechniek te worden aangetoond.

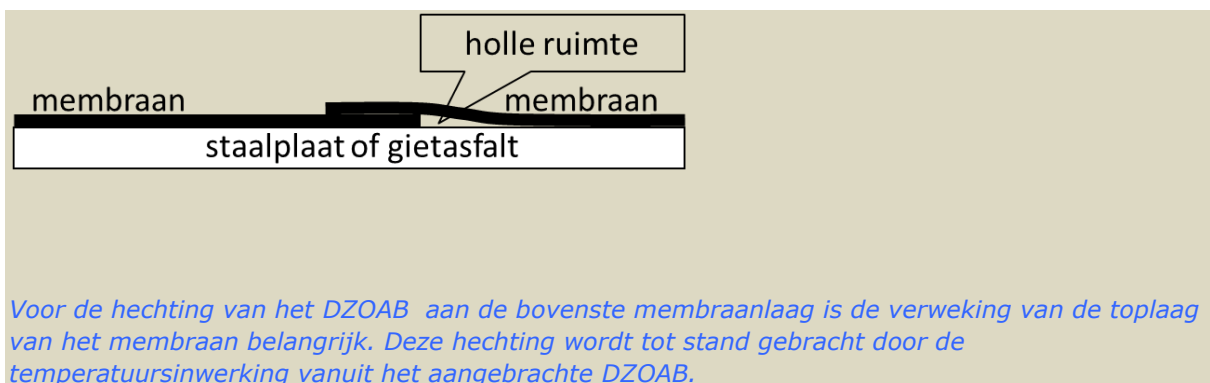
Bij aanbidding van een alternatief moet de gelijkwaardigheid ten opzichte van de hierboven genoemde membranen worden aangetoond.

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.

Uit studie en onderzoek van de Technische Universiteit Delft met betrekking tot de asfaltverharding op de Van Brienenoordbrug [5][8] 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 2015 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 brugdek of vochtig gietasfalt;*
- *Aanbrengen membraan bij temperaturen onder het dauwpunt;*
- *Aanbrengen membraan op vuil geprimerd brugdek of vuil gietasfalt;*
- *Onvoldoende afbranden van de brandfolie onder het membraan;*
- *Doorponsen van stenen bij het aanbrengen van DZOAB of onder de verkeersbelasting en daaruit resulterende waterindringing;*
- *Toepassing van membranen die onvoldoende gelijkwaardig zijn aan de referentiemembranen.*
- *Holle ruimte onder overlappende lassen van membranen, zie onderstaande figuur.*



B5

Bijlage 5: Uitvoeringsrisico's en aandachtspunten

Bij voorbereiding en uitvoering en het opstellen van verificatieplannen 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, "omslaan" van kleef, "breken" van emulsies, etc.)
 - benodigde lichtcondities (bv. zichtbaarheid bij nacht)
 - benodigde werkruimte
 - bekwaamheid en ervaring in te zetten personeel (en vervanging)
 - benodigde inzet van materieel (en voldoende vervanging)
- voorbereiding
 - hydrofoberen nieuwe betonnen kunstwerken (behalve onder membranen op basis van bitumenemulsie)
 - 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) NB De eventuele noodzaak van reparaties is meestal niet (volledig) te bepalen voordat de oude verharding is verwijderd. Voor deze reparaties dienen echter wel voldoende tijd en middelen beschikbaar gehouden te worden.
 - 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 (zie inspecties volgens Bijlage 6)
 - geen lekken
 - hoogteligging
 - vlakheid
 - zonodig glooiend uitvullen van abrupte hoogteverschillen
 - zonodig uitvullen van nagels, bouten e.d.
 - 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 van afkoelende, 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 (inclusief eventuele afwijkingen / invloeden bij productie, transport en tussenopslag)
 - juiste materialen (leverbon / verpakkingslabel overeenkomstig ontwerpspecificaties?)
 - zonodig monsternamen / afnamecontroles
 - inspecteren / testen op beschadigingen of afwijkingen (o.a. homogeniteit, samenstelling, temperatuur, ...)
- 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/m²) 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.:
 - 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 schamphoeken of tegen voegovergangen
 - voorkómen walsen op voegovergangen of omliggende (DZOAB) verhardingen, of bescherming van deze onderdelen
 - niet belopen/berijden kwetsbare oppervlakken
 - niet te diep inzagen verharding t.b.v. aanbrengen waterdichte aansluitingen

¹² Vooral voor (polymeergemodificeerd gietasfalt) is de verblijftijd en –temperatuur in de roerketel erg kritisch.

- niet te diep boren voor monsternames voor kwaliteitscontrole
- De hechting tussen de staalvezel betonnen balk en het asfalt kan zo sterk zijn dat er extra aandacht nodig is voor de balk bij het verwijderen van het asfalt.
- voorkómen van schade aan conserveerlagen door de hitte van aan te brengen nieuw asfalt
(tot circa 165°C voor asfalt met een penetratiebitumen, tot circa 185°C voor polymeergemodificeerd asfalt en 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.)

Voor asfaltverhardingen op stalen brugdekken worden onderstaand de vijf belangrijkste risico's genoemd.

	Risico	kans	gevolg
1	<i>Uitvoeringsconditie</i>	<i>M</i>	<i>H</i>
TL	Gekozen dient te worden voor zo gunstig mogelijke uitvoeringscondities. Er dient voldoende uitwijkmogelijkheid te zijn en een duidelijk go-no go moment. De ervaring is dat als het werk gestart is er nauwelijks mogelijkheid meer is tot uitstel of afstel		
2	<i>Hechting van de materialen onderling</i>	<i>H</i>	<i>H</i>
TL	Nieuwbouw DZOAB: bij een DZOAB deklaag is met name de hechting van het tussenmembraan risicovol. Met name het plakken en eventuele doorponsing van het membraan door granulaat bij het walsen kunnen vocht onder het tussenmembraan tot gevolg hebben. Bij reconstructie werk ligt dit nog gevoeliger omdat dan geplakt moet worden op gefreesd (niet vlak) gietasfalt. Bij reparatiewerk wordt dit risico nog extra verhoogd door de vele naden in de reparatievakken, die kunnen ontstaan.		
3	<i>Asfaltdekking</i>	<i>H</i>	<i>H</i>
TL	Bij de keuze van asfaltdekking dient rekening te worden gehouden met oneffenheden in de stalen constructie zoals klinknagelstroken enz. Altijd zal hier voldoende asfaltdekking moeten zijn bij aanleg en over moeten blijven bij een eerste reconstructie van de deklaag. Met name bij een DZOAB deklaag zal bij reconstructie ook het tussenmembraan moeten worden vervangen. Dit kan risicovol zijn voor de dikte van de overblijvende onderlaag.		
4	<i>Niet verwachte reparaties bij reconstructies</i>	<i>L</i>	<i>H</i>
TL	Met name bij reconstructie van zowel een deklaag als de gehele asfaltconstructie dient na verwijderen van het te reconstrueren deel de onderlaag geïnspecteerd te worden. Mogelijk dienen hierbij reparaties aan deze laag te worden uitgevoerd. Hier dient tijd, materiaal, materieel en personeel voor beschikbaar te zijn, veelal op het inspectiemoment.		
5	<i>Aansluiting bij eindvoegen (brug afhankelijk)</i>	<i>M</i>	<i>H</i>
TL	Naast een geëiste waterdichte aansluiting tegen de voegovergangen dient extra aandacht te worden besteed aan de verdichting van de deklaag. Omdat bij dergelijke aansluitingen met name het zware verkeer extra invloed kan hebben op de belasting van de eerste meters asfalt. Hierbij kan een vervroegd schadebeeld ontstaan zoals rafeling en/of spoorvorming.		

L = laag, M = Midden, H = Hoog, TL = Toelichting

B6 Bijlage 6: Aandachtspunten voor inspecties van asfaltverhardingen op betonnen kunstwerken

Deze bijlage beschrijft de aandachtspunten voor inspecties van asfaltverhardingen op betonnen kunstwerken, vóór en na het aanbrengen van de waterdichtende laag. Er zijn verschillende aandachtspunten voor een waterdichte asfaltlaag of een gespoten bitumineus waterdicht membraan. De inspecties dienen uitgevoerd te worden door deskundige en ervaren personen.

B6.1 Asfaltverharding met waterdichte asfaltlaag

B6.1.1 *Inspectie op het brugdek vóór het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag*

Aandachtspunten:

- Zijn oneffenheden in het betonoppervlak voldoende vlak uitgevuld (met reparatiemortel of AC base)?
- Is het dek schoon en droog?
- Kan er geen materiaal uit naderhand aan te brengen voegovergangen over het schone dek worden uitgereden (blijft hangen aan de banden van kleeft- of spuitwagen)?
- Is de dubbele kleeftlaag (2 x 0,3 kg/m²) op het betondek aangebracht en volledig dekkend?
- Is er in de uitvullagen overal voldoende dikte aangebracht i.r.t. de maximale steenmaat (geen sleepplekken, los materiaal en verbrijzelde stenen zichtbaar)?
- Zijn de juiste maatregelen genomen om het asfalt langs de schampkanten zonder schade aan de betonconstructie naderhand te verwijderen t.b.v. van het vervaardigen van de flexigoot?
- Zijn de membranen langs voegovergangen aangebracht?

B6.1.2 *Inspectie op het brugdek na het aanbrengen van de waterdichte asfaltlaag*

Aandachtspunten:

- Is de waterdichte laag tegen de schamprand aangedraaid en voldoende verdicht tot op 1 à 2 cm van de rand?
- Is de waterdichte laag ver genoeg doorgezet t.o.v. later in te bouwen voegovergangen?
- Zijn de aansluitingen op ingebouwde voegovergangen waterdicht gemaakt (kijken naar de kritische hoeken)?

B6.2 Asfaltverharding met (gespoten) bitumineus waterdicht membraan

B6.2.1 *Inspectie op het brugdek vóór het aanbrengen van het waterdichte membraan*

Aandachtspunten:

- Zijn oneffenheden in het betonoppervlak voldoende vlak uitgevuld (met reparatiemortel of AC base)?
- Is het dek schoon en droog?
- Kan er geen materiaal uit naderhand aan te brengen voegovergangen over het schone dek worden uitgereden (blijft hangen aan de banden van kleeft- of spuitwagen)?
- Is de hechtprimer op het betondek aangebracht en volledig dekkend?
- Is er in de uitvullagen overal voldoende dikte aangebracht i.r.t. de maximale steenmaat (geen sleepplekken, los materiaal, verbrijzelde stenen zichtbaar)?

B6.2.2 *Inspectie op het brugdek na het aanbrengen van het waterdichte membraan*

Aandachtspunten:

- Is er geen materiaal uit de naderhand aan te brengen voegovergangen e.d. tijdens het aanbrengen van het membraan alsnog over het schone dek uitgereden?
- Is het membraan dicht genoeg tegen de schampkant aangespoten (< 8 cm ruimte tot de rand i.v.m. flexigoot)?
- Is het membraan ver genoeg doorgezet t.o.v. later in te bouwen voegovergangen?
- Zijn er geen plekken overgeslagen?
- Is er goed afgestrooid (niet te veel en niet te weinig, niet te fijn en niet te grof)? Het teveel aan los materiaal moet worden verwijderd voor het aanbrengen van de laag asfalt.
- N.a.v. het uitcijferen kan de juiste laagdikte van de AC bin worden bepaald, rekening houdend met een minimum laagdikte van 40 mm.



Figuur B6.1 Informatief: Te dunne laagdikte bij de rand van uitvullaag met grove steenslag (losse en verbrijzelde stenen)



Figuur B6.2 Informatief: Niet uitgevuld “gat”, gevuld met vuil water



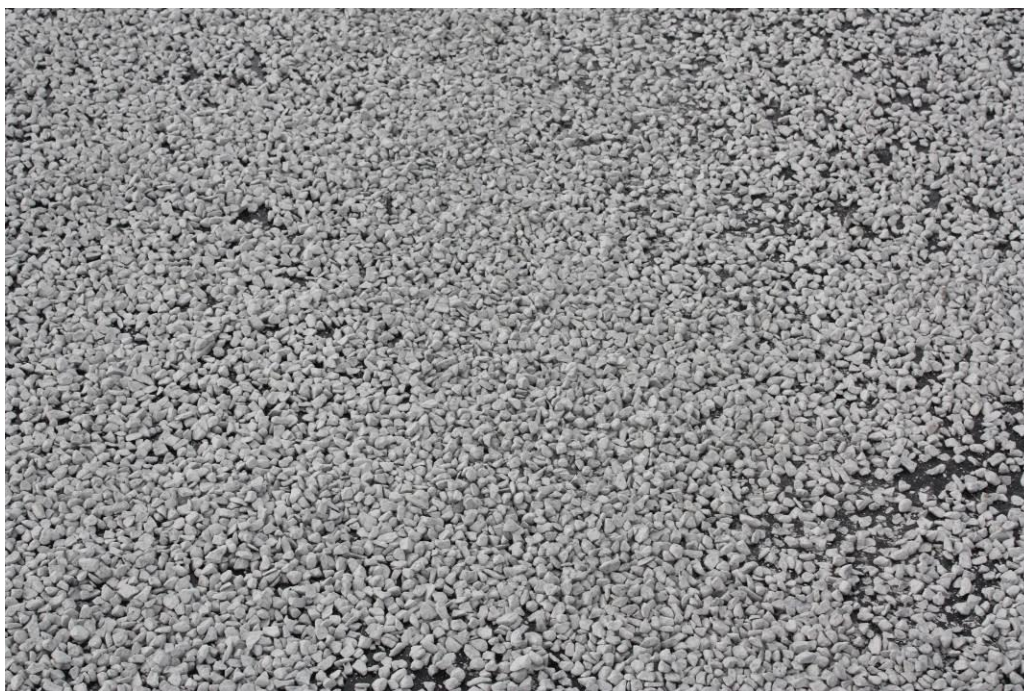
Figuur B6.3 Informatief: Vervuiling van kleeftlaag door materiaal uit voegsparing



Figuur B6.4 Informatief: Kleeflaag niet dekkend en te ver van schampkant aangebracht



Figuur B6.5 Informatief: goed afgestrooid membraan (circa 50% bedekt)



Figuur B6.6 Informatief: teveel afgestrooid membraan (volledig bedekt en deels zelfs dubbel)

B7

Bijlage 7: Bepaling van de adhesieve bindingsterkte van membranen met de Membraan Adhesie Test (MAT)

B7.1. Reikwijdte

Deze specificatie bevat gedetailleerde procedures voor het bepalen van de adhesieve bindingssterkte en vermoeiingsenergie tussen een membraanlaag en een substraat. Een gebrand of gespoten membraan op bitumineuze basis van 400 mm lang en 100 mm breed wordt getest onder monotone of cyclische belasting tot bezwijken.

B7.2. Relevante documenten

De volgende lijsten zijn de standaarden die momenteel worden gebruikt om de fysische eigenschappen van de verschillende soorten membranen te kwantificeren. Voor deze specificatie moeten de te testen membranen volledig aan de eisen voldoen van de volgende normen.

B7.2.1 Normen voor bitumineuze membranen:

- EN 13416:2001, Flexible sheets for waterproofing- Rules for sampling
- EN 13375:2004, Flexible sheets for waterproofing - Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles - Specimen preparation
- EN 1848-1, Determination of length, width and straightness — Part 1: Bitumen sheets for roof waterproofing
- EN 1849-1: 1999, Flexible sheets for waterproofing- Determination of thickness and mass per unit area
- EN 1850-1, Flexible sheets for waterproofing - Determination of visible defects - Part 1: Bitumen sheets for roof waterproofing
- EN 1109, Determination of flexibility at low temperatures
- EN 1107-01, Determination of dimensional stability- Part 1
- EN 1110, Determination of flow resistance at elevated temperature
- NF EN 1928, Test method for water tightness
- EN 12039:1999, Flexible sheets for waterproofing — Bitumen sheets for roof waterproofing — Determination of adhesion of granules
- EN 12311-1, Flexible sheets for waterproofing- Part 1: Bitumen sheets for waterproofing- Determination of tensile properties
- EN 1296, Method of artificial ageing by long term exposure to elevated temperature
- EN 1931, Determination of water vapour transmission properties
- EN 13596, Determination of bond strength
- EN 13653, Determination of shear strength
- EN 14223, Determination of water absorption
- EN 14224, Determination of crack bridging ability
- EN 14691, Compatibility by heat conditioning
- EN 14692:2005, Determination of the resistance to compaction of an asphalt layer
- EN 14693, Determination of the behaviour of bitumen sheets during application of mastic asphalt
- EN 14694, Determination of resistance to dynamic water pressure after damage by pre-treatment

B7.2.2 Normen voor vloeistof gespoten membranen:

- ASTM C 836, Standard Specification for High Solids Content, Cold Liquid-Applied Elastomeric Waterproofing Membrane for Use with Separate Wearing Course
- EN 1931, Determination of water vapour transmission properties
- ASTM D 146, Low temperatures permeability test, Standard Test Methods for Sampling and Testing Bitumen-Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing
- ASTM E154, Puncture resistance, Standard Test Methods for Water Vapor Retarders Used in Contact with Earth Under Concrete Slabs, on Walls, or as Ground Cover
- ASTM D1044, Abrasion resistance, Standard Test Method for Resistance of Transparent Plastics to Surface Abrasion
- ASTM-G8-90 method B, Cathodic disbonding

- BS 4147, Resistance to flow and heat during road surfacing
- BS 903 part A2 1989, Elongation
- BS 903 part A3, Tear strength
- BS 903 part A2 1989, Tensile strength
- UK Dept of Transport Tech, memo BE27 DIN1048, Water penetration
- BS 4147 report RAT 9359, Resistance to flow and heat during road surfacing
- UK Dept of transport Tech, Memo BE27 900C Appendix B Low temperature flexibility, Resistance to embrittlement
- UK Dept of Transport checks, Appendix B BD47/94, Resistance to chisel impact

B7.2.3 Normen voor materiaalspecificaties voor gietasfalt en zeer open asfaltbeton

- NEN-EN 13108-6 Bitumineuze mengsels - Materiaal specificaties- Deel 6: Gietasfalt
- NEN-EN 13108-7 Bitumineuze mengsels - Materiaal specificaties - Deel 7: Zeer open asfaltbeton
- Deelhoofdstuk 81.2 Asfaltverhardingen, CROW Standaard RAW Bepalingen 2015.

B7.2.4 Normen voor de voorbereiding van de oppervlakte van de staalplaten

- ENV 1090-5 Execution of steel structures - Part 5: Supplementary rules for bridges
- NEN EN ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
- EN ISO 8503-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates - Part 1: specifications and definitions for ISO surface profile comparators for the assessment of abrasive blast-cleaned surfaces
- NEN-EN-ISO 8503-4 This Part of ISO 8503 specifies the stylus instrument and describes the procedure for calibrating ISO surface profile comparators conforming to the requirements of ISO 8503-1.

B7.2.5 Blister test artikelen

- M.T. Heitzmann, M. Hou, M. Veidt, P. Falzon, (2011), Influence of nonlinearities on the accuracy of the analytical solution for the shaft loaded blister test. International Journal of Solids and Structures. vol 48 :1424-1435
- B. Cotterell and Z.Chen, (1997), The blister test – Transition from plate to membrane behaviour for an elastic material. International Journal of Fracture, vol 86: 191–198.

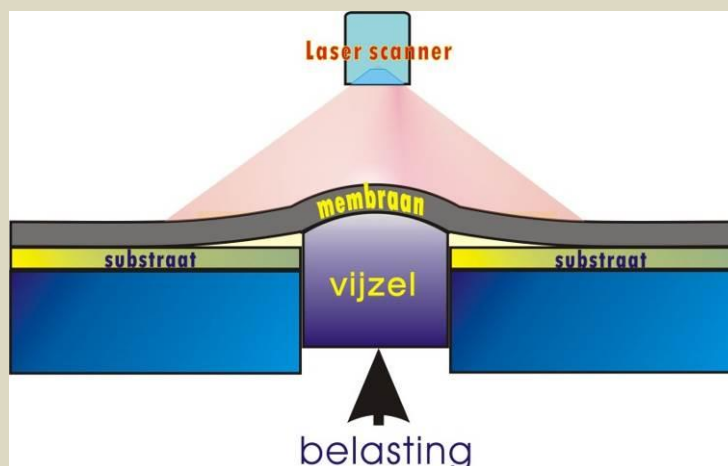
B7.3. Terminologie

B7.3.1 Onthechting initiatie

Voor de monotone verplaatsingsgestuurde test vertoont het proefstuk de maximale krachtreductie.

B7.4. Testprincipe en betekenis

In de opzet van de Membraan Adhesie Test (MAT) wordt een membraan op een substraat vervormd door de verplaatsing van een vijzel onder een monotone belastingsconditie, figuur B7.1.



Figuur B7.1 Schematische voorstelling Membraan Adhesie Test (MAT)

De verplaatsing van de vijzel veroorzaakt geleidelijke onthechting van het membraan van het substraat. Een continue meting van de vervorming van het membraan en de belasting geven een maat voor de energie die nodig is voor de onthechting. Hiermee wordt de kwaliteit van de adhesieve eigenschappen van het membraan op de ondergrond (substraat) aangegeven. Het voordeel van de test is dat eigenschappen zoals de adhesieve breukenergie en de mechanische eigenschappen van het membraan kan worden bepaald op basis van één enkele test.

B7.5. Apparaat

B7.5.1 Teststelsysteem

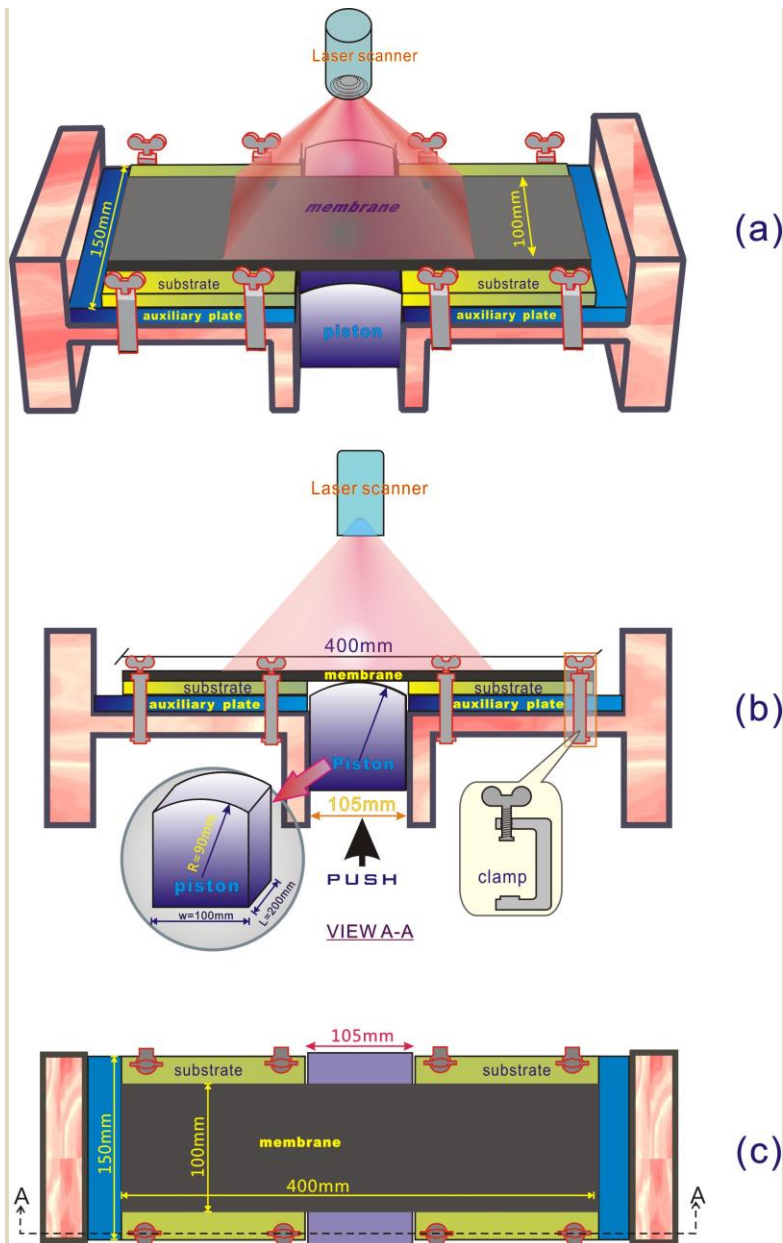
Het teststelsysteem bestaat uit een belastingapparaat, een klimaatkast, een laserscanner en een data-acquisitiesysteem. Het teststelsysteem voldoet aan de specificaties zoals gespecificeerd in tabel B7.1.

Tabel B7.1. Specificaties teststelsysteem

Belastingmeting en -regeling	Bereik van krachtopnemer 1: 0 ~ 5 kN Bereik van krachtopnemer 2: 0 ~ 0,5 kN Nauwkeurigheid: 1 % tot 5 % van de volledige belasting
Verplaatsingsmeting en -regeling	Bereik: 0 ~ 130 mm (monotone modus) Snelheid: 0 ~ 75 mm / s (monotone modus) Nauwkeurigheid: 1%
Frequentieregeling (dynamische modus)	Bereik: 1 ~ 5 Hz Nauwkeurigheid: <1 %
Laser scanner	Bereik: 150 mm breedte Frequentie: tot 250 Hz

B7.5.1.1 Belastingapparaat

Het MAT-belastingapparaat bevat een computergestuurde setpoint generator die zowel een monotoon toenemende verticale beweging kan opleggen (ramp), alsook een dynamische kracht op het specimen kan uitoefenen. Het belastingapparaat moet in staat zijn om (1) een herhaalde haversine belasting met een frequentie bereik van 0 Hz tot 5 Hz uit te voeren, (2) een maximale afstand van 130 mm van de vijzel, na contact met het te testen membraan, af te leggen (in monotone modus), (3) een maximale kracht tot 2 kN te verschaffen (in monotone modus), (4) uitgerust te worden met twee vijzeluiteinden met een straal van 90 mm en 75 mm. Figuur B7.2 geeft de onderdelen van het MAT-apparaat weer.



Figuur B7.2 Set-up voor MAT-apparaat

B7.5.1.2 Laser scanning systeem

Het laser scanning systeem detecteert de vorm van het vervormde object en verzamelt gegevens die de locatie van de buitenkant van het membraan bepaalt. Een lijnlaser wordt gebruikt om het membraan in de tijd te meten over het profiel van 150 mm breedte. De laserscanner kan worden gebruikt bij temperaturen van -10 °C tot 55 °C. De frequentie van de laserscanner is tot 250 Hz voor het volledige bereik.

B7.5.1.3 Klimaatkamer

Het proefstuk dient gedurende het testen op een gecontroleerde temperatuur gehouden te worden. Een klimaatkamer is niet vereist indien de temperatuur van de omgeving kan worden gehandhaafd binnen de gestelde grenzen. Indien een klimaatkamer gehanteerd wordt dient het gehele proefstuk hierdoor omsloten te zijn. De klimaatkamer heeft een temperatuurbereik van -15 °C tot 80 °C en een relatieve luchtvochtigheidsbereik van 10 % tot 95 %.

B7.5.1.4 Meet- en regelsysteem

Tijdens elke cyclus moet het meet- en regelsysteem in staat zijn om de belasting en de vervorming van het specimen te meten. Daarnaast moet het in staat zijn de belasting of verplaatsing,

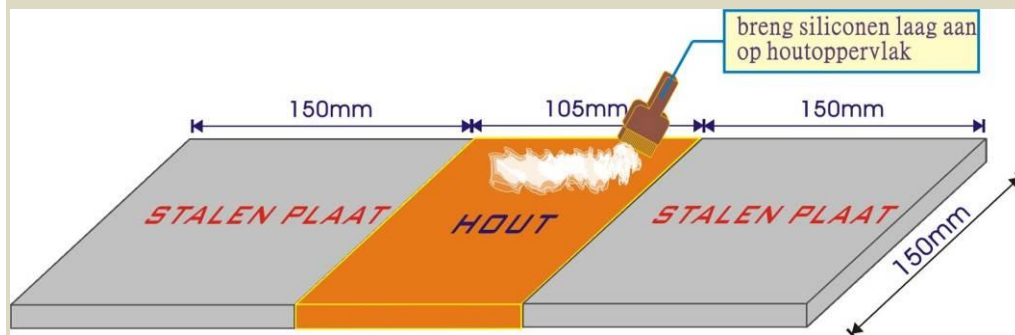
toegepast door het belastingapparaat en de belastingfrequentie, aan te passen. Bovendien moet het de belastingcycli, de toegepaste belastingen, en de vervormingen van het specimen te kunnen registreren.

B7.6. Proefstukpreparatie

In deze paragraaf worden drie typen proefstukken gepresenteerd.

B7.6.1 Staal-membraan proefstuk (SM)

Voor de SM proefstukpreparatie worden twee vierkante stalen platen met een afmeting van 150 mm bij 150 mm met een dikte van 6 mm gebruikt. De stalen plaat moet worden schoongemaakt in overeenstemming met EN ISO 8503-1. Een houten plaat met afmetingen van 150 x 105 x 6 mm wordt geplaatst als afstandshouder tussen de twee stalen platen zoals weergegeven in figuur B7.3. Een siliconen coating wordt aangebracht op het houten oppervlak, zodat het te verwijderen is nadat het membraan is aangebracht. Het membraan met de afmeting 400 x 150 x t (t is de dikte van het te testen membraan) wordt bevestigd aan de stalen plaat in overeenstemming met de standaard procedures die door membraan fabrikanten zijn aangeleverd, figuur B7.4. Het uiteindelijke staal-membraan proefstuk is weergegeven in figuur B7.5.



Figuur B7.3 SM proefstukpreparatie



Figuur B7.4 Installatie van het membraan op de stalen plaat



Figuur B7.5 Schematische weergave van het uiteindelijke staal membraan proefstuk

B7.6.2 Gietasfalt-membraan proefstuk (GM)

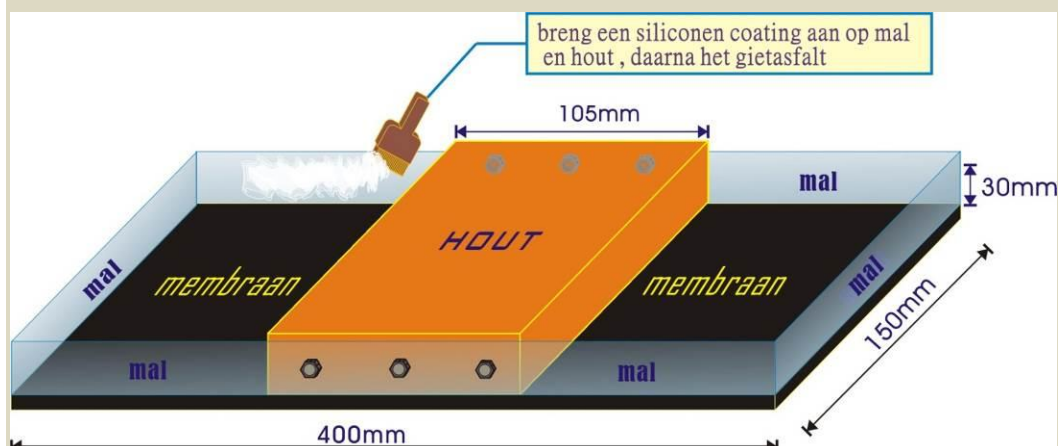
Omdat het GM-systeem uit twee interfaces bestaat (één is het membraan aan de onderkant van het gietasfalt en de andere is het membraan aan de bovenkant van het gietasfalt) moeten twee soorten GM proefstukken vervaardigd. Als gevolg van de fysieke kenmerken van gietasfalt moet een mal worden gebruikt voor de bereiding van de GM proefstukken. Het aanbrengen van het

membraan op de boven- of onderkant van het gietasfalt wordt volgens de door de membraanfabrikanten geleverde procedures verricht.

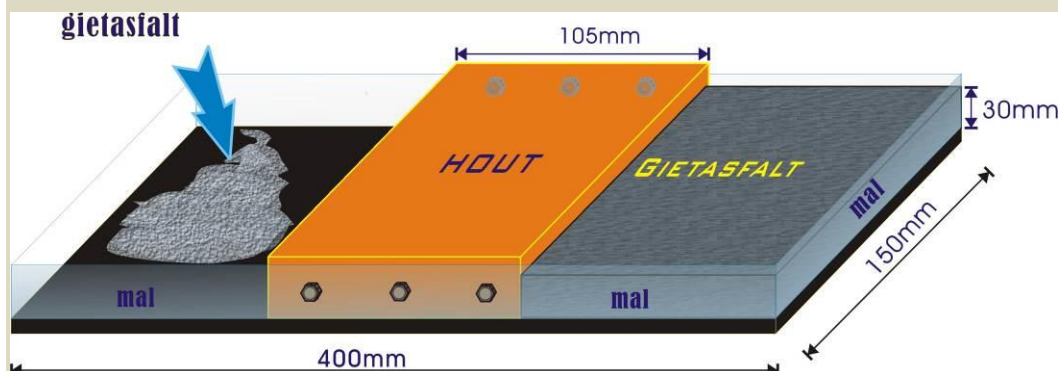
B7.6.2.1 Gietasfalt en onderkant membraan systeem

Het membraan wordt aangebracht op de bodem van de mal met afmetingen van 400 x 150 x 30 mm. Hierop wordt een houten plaat met afmetingen van 150 x 105 x 30 mm geplaatst. Deze dient als een afstandshouder, figuur B7.6.

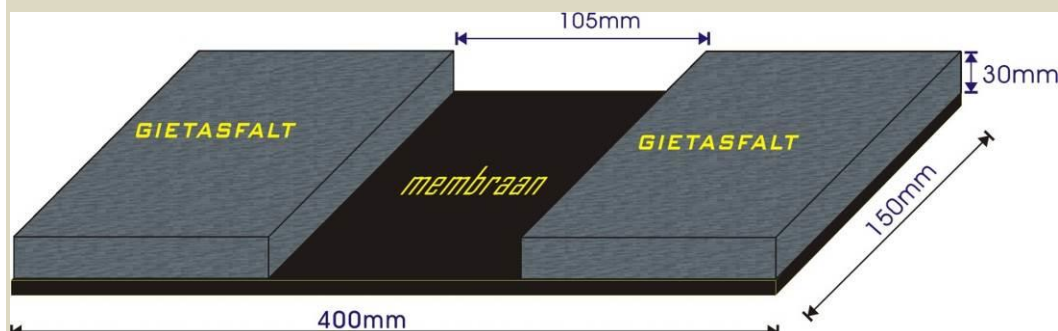
Een siliconen coating wordt aangebracht op de binnenkant van de mal, waarna gietasfalt in de mal wordt gegoten, figuur B7.7. Het gietasfalt vereist een minimale bestervingstijd van 14 dagen en een maximale bestervingstijd van acht weken voorafgaand aan het testen. Na uitharding van het gietasfalt worden de mal en de houten plaat verwijderd. Het uiteindelijke GM proefstuk is weergegeven in figuur B7.8.



Figuur B7.6 GM proefstukpreparatie



Figuur B7.7 Gieten van gietasfalt in de mal

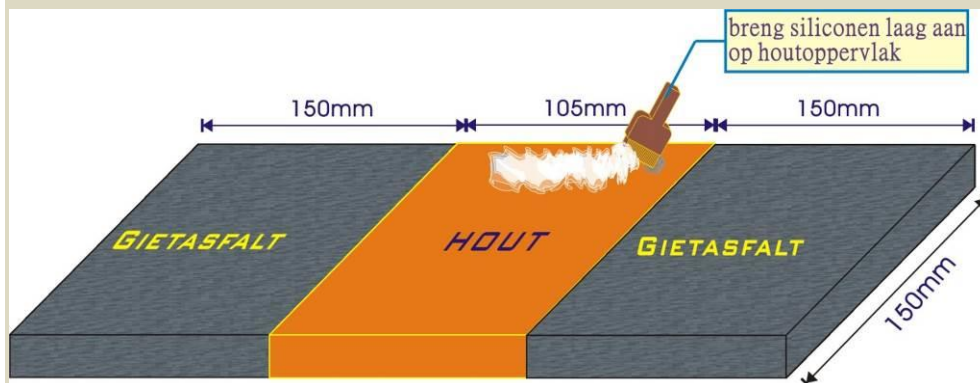


Figuur B7.8 Schematische weergave van het uiteindelijke GM proefstuk

B7.6.2.2 Gietasfalt en bovenkant membraan systeem

Voor de preparatie van de proefstukken wordt dezelfde mal gebruikt als beschreven in B7.6.2.1 met afmetingen van 400 x 150 x 30 mm. Een houten plaat met een afmeting van 150 x 105 x 30 mm wordt in de mal geplaatst als afstandshouder, figuur B7.6.

Een siliconen coating wordt aangebracht op de binnenkant van de mal, waarna gietasfalt in de mal wordt gegoten, figuur B7.7. Na uitharding van het gietasfalt wordt een siliconen coating aangebracht op de bovenkant van de houten plaat, zodat het kan worden verwijderd na het aanbrengen van het membraan, figuur B7.9. Tenslotte zal het membraan worden aangebracht op de bovenkant van het gietasfalt, figuur B7.10, en wordt de houten afstandshouder verwijderd, figuur B7.11.



Figuur B7.9 Aanbrengen siliconenlaag op de houten plaat



Figuur

B7.10 Membraan-installatie op de bovenkant van GA



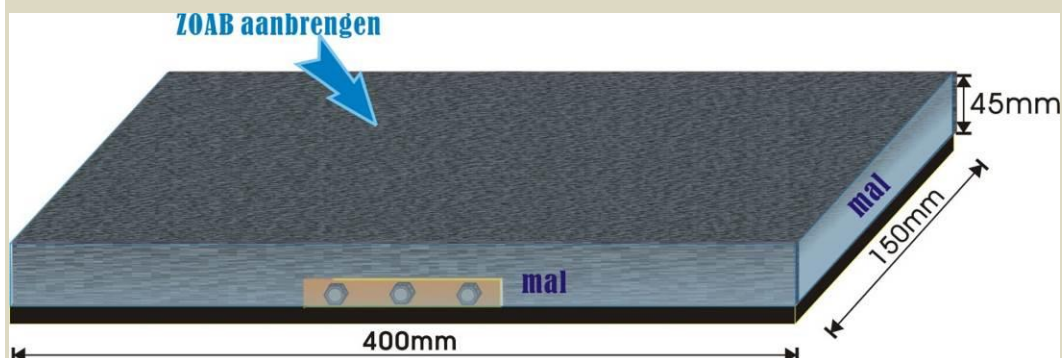
Figuur B7.11 Membraan op de bovenkant van GA proefstuk

B7.6.3 Poreus asfalt-membraan proefstuk (PM)

Voor de voorbereiding van het PM proefstuk wordt dezelfde mal gebruikt als beschreven in B7.6.2.1 met afmetingen van 400 x 150 x 30 mm. Het PM proefstuk heeft een afmeting van 400 x 150 x 45 mm, figuur 13. Het te testen membraan moet worden geplaatst op de bodem van de mal met daar bovenop een houten plaat als afstandshouder, figuur B7.12. De houten plaat heeft een afmeting van 105 mm breed en 10 mm hoog. Het poreuze asfalt moet bovenop het membraan worden aangebracht en worden verdicht, figuur B7.13.



Figuur B7.12 Voorbereiding van de mal en houten plaat voor PM proefstuk



Figuur B7.13 Schematische voorstelling van een PM proefstuk



Figuur B7.14 Schema van het zagen van het PM proefstuk

Na verdichting moet het overtollige asfalt boven de houten plaat worden verwijderd, dit door middel van zorgvuldig zagen of een andere techniek, figuur B7.14. Het poreuze asfalt vereist een minimale bestervingstijd van 14 dagen en een maximale bestervingstijd van acht weken voorafgaand aan het testen. Voorbereiding van poreus asfalt wordt uitgevoerd in overeenstemming met NEN-EN 12697-33.

B7.6.4 Insnijden van het membraan

Bij alle drie soorten proefstukken uit de vorige paragrafen wordt het membraan tot op het substraat ingesneden op circa 25 mm van de langsrand van het proefstuk en de losgeneden rand verwijderd van het substraat, zodat een membraanbreedte van 100 ± 1 mm resteert. Het substraat blijft 150 mm breed.

B7.7. Procedure

7.7.1 Installatie proefstuk

Het te testen proefstuk, bestaande uit de stalen ondergrond en het membraan of het asfaltmengsel en het membraan, wordt met klemmen in de juiste positie op het MAT apparaat vastgezet (zie kader schets in figuur 2 b). De klemmen worden aangebracht op de buitenste 25 mm van het proefstuk, dus buiten het membraan. Zonodig kunnen stalen hulpplaten onder het proefstuk worden gelegd om de juiste hoogte te verkrijgen.

B7.7.2 Testtemperatuur

De monotone testen worden uitgevoerd in een klimaatkamer bij -5 °C 5 °C en 10 °C met een tolerantie van $\pm 0,5$ °C. De conditioneringstijd voor het proefstuk bij de testtemperatuur is ten minste 4 uur.

B7.7.3 Testschema

De monotone test wordt gebruikt om de adhesiekracht per membraan-interface te karakteriseren. In de monotone test wordt een continue verplaatsing toegepast met een constante snelheid van het begin tot bezwijken. De testen worden uitgevoerd bij een verplaatsingssnelheid van 5,0 mm/s en bij twee temperaturen (-5 °C, 5 °C en 10 °C).

B7.7.4 Verzameling gegevens en evaluatie

De testresultaten worden vastgelegd met behulp van een data-acquisitiesysteem. De uitgeoefende kracht wordt geregistreerd.

B7.8. Rapportage

- 1 Beschrijving asfaltmengsel - het bindmiddeltype, bindmiddelgehalte, gradering en holle ruimte percentage worden gerapporteerd.
- 2 Beschrijving staalsoort - de staalsoort wordt gerapporteerd.
- 3 Proefstuk afmetingen - De proefstuklengte, de gemiddelde hoogte en de gemiddelde breedte in mm worden gerapporteerd.
- 4 De testtemperatuur wordt gerapporteerd.
- 5 Monotone test.
- 5.1 De verplaatsingsnelheid van de monotone belastingtest wordt gerapporteerd.
- 5.2 De maximale belasting waarbij onthechting is gestart voor de monotone belastingtest wordt gerapporteerd.
- 5.3 De vervorming gedurende test van het membraan en de bijbehorende belasting worden gerapporteerd.

B8

Bijlage 8: Voorbeeld ontwerpproces met membranen voor stalen brugdekken (informatief)

Ontwerp van de asfaltconstructie op de Merwedebrug. Voorbeeld van een ontwerpproces met onderbouwende materiaalproeven en numerieke modellering (informatief).

B8.1 Inleiding

In 2013 moest de asfaltconstructie van de Merwedebrug (in de A27 bij Gorinchem, bouwjaar 1961) worden vervangen. Omdat het staaldek van deze brug slechts circa 10 mm dik is, ontstaan bij verkeersbelasting grote spanningen en rekken in dit staaldek en het bovenliggende asfalt. Daarom heeft RWS een onderzoek laten uitvoeren door de Technische Universiteit Delft, met een focus op de eigenschappen van gebruikelijke en alternatieve membranen en hun invloed op de asfaltconstructie. Uitgegaan is van de RWS standaard oplossing voor een open asfalt op een stalen dek, van onderaf bestaande uit: het stalen dek, een primerlaag, een onderste membraan, een laag polymeergemodificeerd gietasfalt, een bovenste membraan, een laag DZOAB. In het onderzoek zijn de volgende activiteiten verricht:

- Ontwikkeling van de Membraan Adhesie Test (MAT)
- Uitvoering van de MAT op 8 membraanproducten, om enkele materiaaleigenschappen te bepalen. Deze proeven zijn uitgevoerd bij rekcondities die overeenkomen met de resultaten van EEM modellering van de Merwedebrug.
- Eindige Elementen Methode (EEM) modellering van de MAT en simulatie van de uitgevoerde proeven, om de vertaling van materiaaleigenschappen naar EEM-model te calibreren.
- Uitvoering van vijfpuitsbuigproeven (5PB) op een proefstuk, dat een stuk brugdek van met drie verstijvingsribben simuleert.
- EEM modellering van de 5PBT en simulatie van de uitgevoerde proeven, ter verdere verificatie van de EEM-materiaal en interface-modellering.
- Eindige Elementen Methode (EEM) modellering van een vijftal velden van de Merwedebrug, onder belasting met een dubbellucht of breedband wiellast op maatgevende posities. Hiermee zijn maatgevende rekken en spanningen in de verschillende constructielagen bepaald, en de resulterende schades.

Gepland is het volgende onderzoek, dat medio zomer 2016 gereed is: :

- Beproeving op semi-praktijkschaal van twee verschillende asfaltconstructies op een stalen brugdek, middels de Lintrack zwaar-verkeer simulator.

In deze bijlage wordt dit onderzoek samengevat, als een voorbeeld van een validatietraject van niet-standaard materialen of constructies voor een specifieke ontwerpsituatie. Voor meer details wordt verwezen naar de betreffende literatuur [20][21][22][23]. Voor andere materialen, constructies of ontwerpsituaties kan mogelijk een ander traject nodig zijn.

De modellering is uitgevoerd in het EEM-softwarepakket CAPA-3D van de TU Delft. Dit pakket is ook voor derden beschikbaar, maar wordt niet "commercieel" ondersteund. Conversie van de gebruikte modellen naar andere EEM-pakketten is in principe mogelijk.

1 op 1 vertaling van het TU Delft model voor andere projecten is echter niet zo relevant, omdat in principe per brug de geometrie van die brug moet worden gemodelleerd (afmetingen van dwarsdragers, verstijvingsribben en dekplaat). Indien de materiaalparameters, de verkeers- en klimatologische belasting en de geometrie van de brug bekend zijn, kunnen alle brugdekconstructies met het TU Delft model worden berekend.

B8.2 Membraan Adhesie Test (MAT)

De MAT wordt in detail beschreven in Bijlage 7.

Door TU Delft zijn 8 membraan-producten van 6 leveranciers onderzocht onder constante belasting [23]. De producten worden geanonimiseerd beschreven en aangeduid met A1, A2, B, C1, C2, D, E, en F (gelijke letter betekent dezelfde leverancier). Producten A1, A2, B, C1, C2 en D waren

voorgevormde (polymeergemodificeerde) bitumineuze rollen met weefsels of vliezen van verschillend materiaal en sterkte als inwendige versterking. Product E was een gespoten 3-componenten kunststof, en product F was een glasvezelnet in een warmgespoten polymeerbitumen. Per product is aangegeven of deze bestemd was als onder-membraan (M1) of boven-membraan (M2) of beide.

Voor de beproefde membranen is telkens zowel de hechting met het onderliggende materiaal bepaald, als die met het bovenliggende materiaal. In dat laatste geval is het proefstuk dus "ondersteboven" beproefd. Voor een onder-membraan is dus de hechting met zowel staal als gietasfalt bepaald, voor een boven-membraan de hechting met gietasfalt en DZOAB. Daarnaast is voor boven-membranen ook de hechting bepaald met AC surf. Tabel B8.1 toont de beproefde combinaties. De proeven zijn per interface en per membraan uitgevoerd bij 3 temperaturen (-5 °C, +5 °C en +10 °C), elk in duplo. De belastingsnelheid was telkens 5,0 mm/s. Deze snelheid was bepaald op basis van EEM-modellering van enkele velden van de Merwede brug. Voor andere brugdekken zijn mogelijk andere snelheden relevant.

Qua hechting scoren die producten het best, die de hoogste strain energy release rate hebben, met zowel het bovenliggende als het onderliggende materiaal. Alhoewel er soms verschuivingen optraden in rangschikking tussen de verschillende proeftemperaturen was de rangschikking per interface vaak vergelijkbaar. Tussen interfaces waren er grote verschillen in rangschikking. Tabel B8.1 toont welke beproefde combinaties worden aanbevolen.

Tabel B8.1 Monotoon beproefde (X) en aanbevolen (✓) combinaties van membraanproducten en interfaces

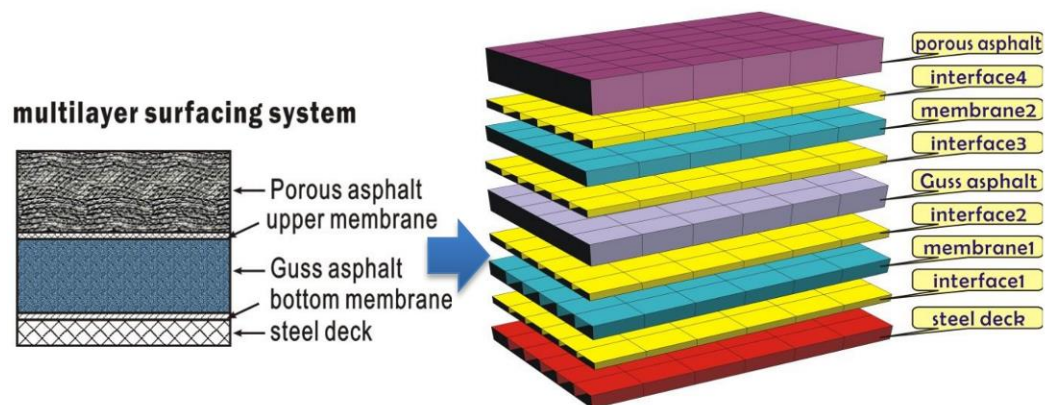
Membraan	A1	A2	B	C1	C2	D	E	F
Interface								
M2 – AC surf		X ✓	X ✓		X ✓	X ✓		X
M2 - DZOAB		X ✓	X ✓		X ✓	X		X
Gietasfalt – M2		X ✓	X		X ✓	X		X
M1 - gietasfalt	X		X ✓	X ✓	X ✓	X	X	X
Staal - M1	X		X ✓	X ✓	X	X	X ✓	X

Vier van deze producten (A1, A2, C1 en C2) zijn ook onderzocht op vermoeiing voor hun respectieve interfaces onder cyclische belasting van 5Hz in de [21]. Daarbij zijn bij 10 °C achtereenvolgende krachtniveaus van 150, 250 en 350 N gebruikt, elk voor 432.000 lastwisselingen. Bij 30 °C zijn achtereenvolgend krachtniveaus van 50 en 100 N gebruikt, elk voor 864.000 lastwisselingen. De rangschikking en conclusies van de MAT-vermoeiingsproeven (gebaseerd op gedissipeerde energie en onthechtingslengte) waren in overeenstemming met die van de monotone MAT-proeven

Op basis van de MAT proeven zijn speciale niet-lineaire interface-elementen ontwikkeld binnen het EEM-softwarepakket CAPA-3D. Deze elementen kunnen zowel de schuifhechting als de trekhechting en het bijbehorende vervormingsgedrag beschrijven. De vertaling van de MAT-resultaten naar element-eigenschappen is gekalibreerd door de experimentele MAT-resultaten te vergelijken met EEM-simulaties van de MAT-proeven met deze interface elementen.

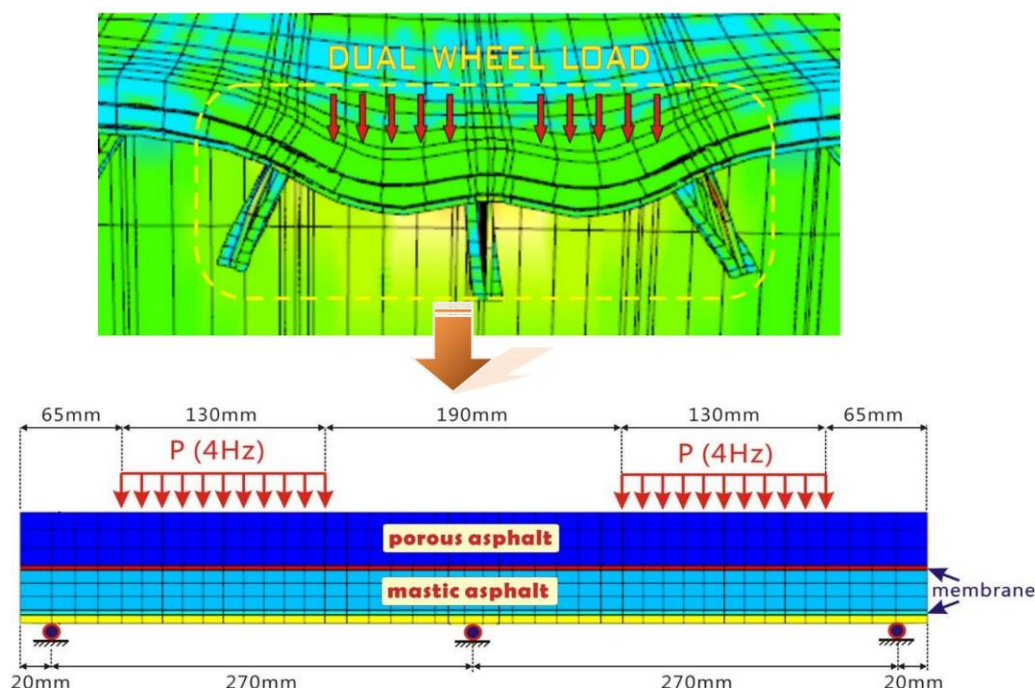
B8.3 Vijfpuntsbuigproeven (5PB)

Gebruikmakend van de interface elementen is de beschouwde asfaltconstructie gemodelleerd in CAPA-3D. Essentieel aan de modellering van de asfaltconstructie is het feit dat elk membraan in drie lagen wordt gemodelleerd, namelijk een boven-interface, het membraan zelf en een onder-interface, zie Figuur B8.3.



Figuur B8.3 Schema van de verhardingsopbouw en de EEM-modellering daarvan [20]

Met deze verhardingsopbouw is de vijfpuntsbuigproef (5PB), naar de Franse norm NF-P98-286, gemodelleerd. Deze proef is de schematisering van een dubbellucht wielstel met de wielen aan weerszijden van een langsverstijvingsrib, zie Figuur B8.4. Het proefstuk meet 580 mm bij 100 mm (volgens NF-P98-286 zou dit 200 mm moeten zijn), met twee overspanningen van 270 mm. De belasting wordt opgelegd middels staalplaten op rubberplaten, beide van 130x100 mm. De Franse norm vraagt uitvoering bij -10°C (tot 1 miljoen lastwisselingen of ernstige schade) en +10°C (tot 2 miljoen lastwisselingen of ernstige schade), elk in duplo.



Figuur B8.4 Schema van de wiellast op een orthotroop stalen brugdek en de vijfpuntsbuigproef [20]

Om het EEM-model met de interface elementen te valideren is een aantal 5PB proeven uitgevoerd en zijn de resultaten vergeleken met die van de modelsimulatie. De proefstukken bestonden uit een 10 mm dikke staalplaat, een 2-4 mm dik onderste membraan, 30 mm gietasfalt (Guss Asphalt of Mastic Asphalt), een 4,7-4,8 mm dik bovenste membraan, en 40 mm DZOAB (Porous Asphalt). De beproefde membraansystemen waren:

- 1 Onder product A1, boven A2;
- 2 Onder en boven product B;
- 3 Onder product C1, boven C2;
- 4 Onder en boven product C2.

De test is uitgevoerd bij temperaturen van -5°C en $+10^{\circ}\text{C}$, zowel statisch met een belasting van 18,1 kN voor beide platen samen (0,707 MPa), als cyclisch met een sinus-belasting tussen $0,1 \cdot F_{\max}$ en $F_{\max}$ gedurende 2 miljoen lastwisselingen.

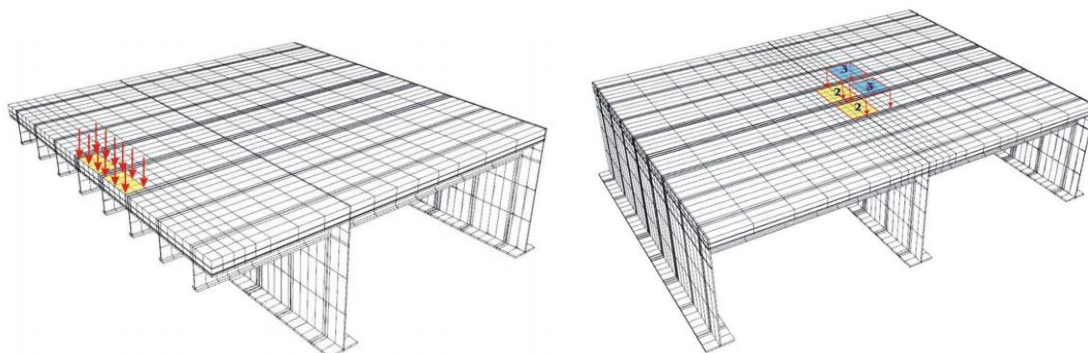
In de modelsimulatie bleek in systeem 3 (onder product C1, boven C2) de minste schade op te treden, zowel in de interfaces als in de materiaallagen. Ook in de laboratoriumproeven presteerde systeem 3 het beste.

Ook zijn nog simulaties uitgevoerd met onthechting op 1 of meer interfaces, onder de belastingsvoeten of boven het middensteunpunt [20]. Daaruit bleek dat spanningen en rekken al bij kleine onthechtingslengte snel toenamen, dus dat volledige hechting een vereiste is voor goed functioneren van de constructie.

Uit de 5PB proeven (zowel simulatie als experimenteel) bleek dat de DZOAB laag sterk vervormde onder de belasting, en onder de belasting werd "weggeperst", wat een vertekening kan geven van het gedrag van de overige constructielagen. Voor beproefing van asfalt met DZOAB-lagen is de 5PB dus minder geschikt.

B8.4 EEM-modellering van brugdek en verkeersbelasting

Voor de vertaling van de proefresultaten naar de praktijk is een deel van het werkelijke brugdek met een wiellast gemodelleerd, gebruikmakend van de gevalideerde elementen en materiaalkarakteristieken uit de voorgaande proeven en modellen. Hierbij zijn anderhalf (gebruikmakend van symmetrie) of twee velden gemodelleerd, inclusief twee of drie dwarsdragers, 8 langs-verstijvingsribben, het stalen dek en de bovenliggende asfaltconstructie, zie Figuur B8.5.



Figuur B8.5 Schema van EEM-modellering van de Merwedebrug, met een dubbelluchtwiellast halverwege een veld (links), of boven of vlak naast een dwarsdrager (rechts) [20]

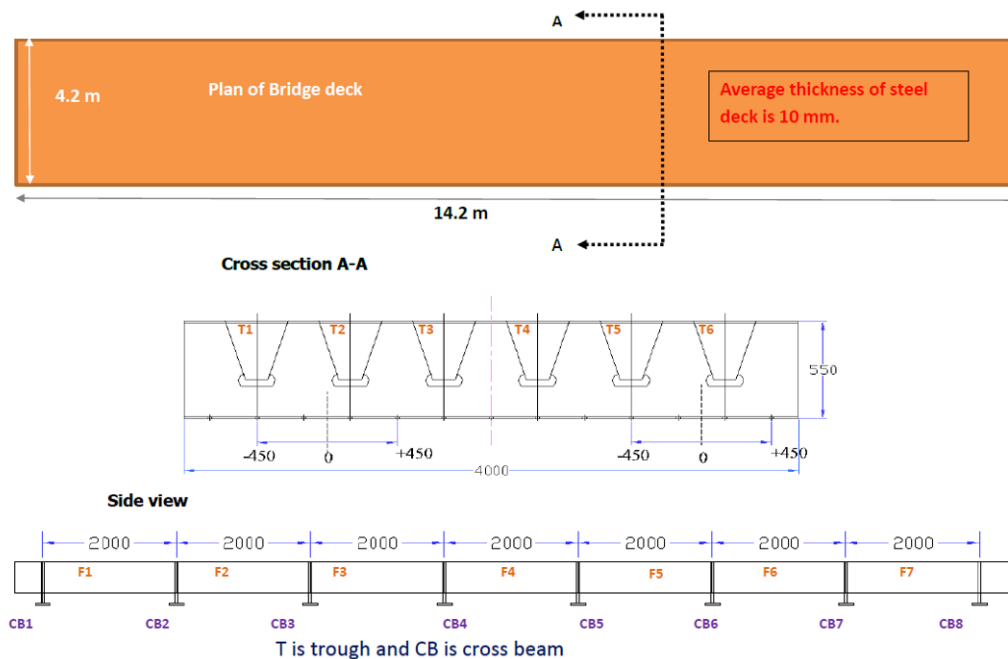
Voor de Merwedebrug zijn vier verschillende asfaltconstructies gemodelleerd, met dezelfde sets membranen als gebruikt in de 5PB (zie B8.3).

Voor de verkeersbelasting is een dubbellucht wielstel van 100 kN (20 tons aslast) met een constante verticale contactspanning van 0,7 MPa (2x 220 mm breed, h.o.h. 280 mm, 320 mm lang) gemodelleerd, zowel statisch op drie maatgevende posities (zie Figuur B8.5), als rollend over 1 langsraai. Daarnaast is ook een rollende enkelvoudige breedband gemodelleerd (270 mm breed, 320 mm lang, 1,157 MPa).

Over verschillende posities in de constructie, en over verschillende spanningsrichtingen beschouwd, gaf constructie 3 (onder C1, boven C2) de minste schade en dus de beste prestatie. Deze constructie wordt daarom aanbevolen. Constructies 1 (A1 onder en A2 boven) en 4 (onder en boven C2) presteerden vergelijkbaar in de middenmoot, en worden gezien als bruikbare tweede optie. Constructie 2 (onder en boven product B) presteerde het slechtst en wordt niet geadviseerd voor Nederlandse orthotrope stalen brugdekken.

B8.5 Beproeving onder Lintrack

Als extra validatie voor de ontwerpmethodiek en de rangschikking van de beschouwde asfaltconstructies, zijn de asfaltconstructies 1 (met membranen A1 en A2) en 3 (C1 en C2) met een lengte van 14,2 m en een breedte van 2,1 m elk aangebracht op een replica van een stuk van de Van Brienoordbrug. Deze replica was nog beschikbaar van eerder onderzoek van Medani en is wegens de kostenbesparing gekozen, hoewel deze replica, in afwijking van de Merwedebrug, een gesloten U-vormige verstijvingsribben heeft, zie Figuur B8.6. De asfaltconstructies zullen worden belast met enkele honderdduizenden lastovergangen van een breedband vrachtwagenwiel met 50 kN wiellast in de Lintrack zwaar-verkeer simulator, bij circa 20 °C en snelheden van 12 en 20 km/h, waarbij rekken en vervormingen worden gemeten en het bezwijkgedrag geobserveerd. De planning is dat dit onderzoek medio zomer 2016 gereed is.



Figuur B8.6 Schema van de replica van een stuk Moerdijkbrug voor de Lintrack proeven.

B8.6 Aanbeveling voor eisen aan membranen voor stalen brugdekken.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek voor de Merwedebrug adviseert TU Delft de volgende eisen voor de hechting van membranen in de bovenbeschreven toepassingen als onder- of bovenmembraan, in een constructie met een stalen brugdek, een onderste membraan, 30 mm gietasfalt, een bovenste membraan, en 40 mm DZOAB.

1. In een monotone belastingsproef bij 10 °C in de MAT dient de "Strain Energy Release Rate" (SERR) van het membraan ten minste 1800 J/m² te bedragen. Dit geldt zowel voor het interface met de onderliggende laag, als voor het interface met de bovenliggende laag. De proef dient te worden uitgevoerd conform Bijlage 7 van RTD1009 en de SERR dient te worden berekend volgens [23].
2. In een cyclische belastingsproef bij 10 °C met een krachtniveau van 150 N in de MAT dient het aantal lastwisselingen, totdat een onthechttingslengte van 25 mm tussen membraan en aangehecht substraat wordt bereikt, ten minste 800.000 te bedragen. Dit geldt zowel voor het interface met de onderliggende laag, als voor het interface met de bovenliggende laag. De proef dient te worden uitgevoerd conform Bijlage 7 van RTD1009 en [21].

Hierbij wordt opgemerkt dat de Merwedebrug vermoedelijk maatgevend is voor alle Nederlandse bruggen met een orthotroop stalen brugdek van ten minste 10 mm dikte. Dit moet echter nog worden aangetoond. Bovenstaande hechtingeisen zijn echter mogelijk strenger dan nodig voor bruggen met een staaldek dikker dan 10 mm.

Opgemerkt wordt dat met bovenstaande hechtingeisen nog niet alle relevante aspecten zijn afgedekt voor het functioneren van membranen in asfaltconstructies op stalen brugdekken. Zo zijn ook de dikte, stijfheid, sterkte en vermoeiingsweerstand van de membranen van belang. Voor de door de TU Delft onderzochte membranen waren die eigenschappen niet maatgevend ten opzichte van de hechtingseigenschappen. Ook de waterdichtheid en de gevoeligheid voor mechanische of thermische beschadiging zijn relevant, evenals mogelijk andere eigenschappen, maar niet afgedekt door het TU Delft onderzoek of de hechtingeisen.

Per brug dient de ontwerper daarom aan te tonen dat met de gekozen constructie en de gekozen membranen de vereiste levensduur wordt behaald.

Verder heeft het onderzoek van TU Delft de praktijkervaring onderbouwd dat een goede hechting tussen alle constructielagen en membranen essentieel is voor een goede werking van de constructie. Bij de aanleg moet er dan ook de uiterste zorg worden besteed dat elke vierkante centimeter van de membranen volledig gehecht is aan zowel onderliggende als bovenliggende laag. Er mogen geen holtes of plooien zijn, en de membranen moeten volledig aansluiten. Discontinuïteiten zoals moeren, bouten of klinknagels moeten adequaat (en goed hechtend) worden uitgevlakt voordat membranen worden aangebracht.

B9

Bijlage 9: Werkinstructie aanbrengen warm gespoten bitumineus membraan

Onderstaande instructies zijn ontleend aan [4].

Inzet van gespecialiseerd personeel en het juiste materieel is gewenst.

ONTWERP EN VOORBEREIDING

- De constructieopbouw moet zijn afgestemd op het gebruik.
- Het membraan bij voorkeur niet direct onder de deklaag aanbrengen.
- Overlagen met voldoende asfalt, minimaal 40 mm.
- Vaststellen van het type membraan, bitumen specificaties en hoeveelheden te spuiten product(en) en afstrooimateriaal op basis van richtlijnen van de leverancier.
- De constructieopbouw, de datum en het tijdstip van aanbrengen communiceren met de opdrachtgever.
- Bij aanleg onder winterse omstandigheden in het voortraject overleg voeren met de leverancier.

ONDERGROND

- De ondergrond moet absoluut schoon en volledig droog zijn.
- Het membraan aanbrengen op een vlak oppervlak. Gaten, scheuren en andere onregelmatigheden vooraf repareren, zo nodig een uitvullaag van asfalt aanbrengen.
- De ondergrond zo nodig vooraf reinigen met een wegdekreiniger.
- Op betonoppervlakken in overleg met de leverancier zo nodig een primer aanbrengen.
- Bij ondergrond anders dan asfalt of beton vooraf overleg met leverancier.

SPUITEN BITUMINEUS MEMBRAAN

- Op locatie checken of aan alle uitgangspunten als genoemd onder 'ontwerp en voorbereiding' en 'ondergrond' is voldaan.
- Handwerk zoveel mogelijk voorkomen.
- Sproei het voorgeschreven product met bijbehorende hoeveelheid, als bepaald tijdens het ontwerp en de voorbereiding op basis van de richtlijnen van de leverancier. Bij afwijkingen tijdens de uitvoering in samenspraak met de aannemer contact opnemen met de leverancier.
- Als er een sproeirapport is geëist, dit opstellen en aan de opdrachtgever overhandigen.

AFSTROOIEN

- Het bindmiddel zo snel mogelijk na het sproeien afstrooien met steenslag, nadat het membraan de eerste besterving¹⁴ heeft gehad.
- Het afstrooien moet vakkundig geschieden en wel zo dat de helft van het oppervlak bedekt wordt met steenslag. Dit komt bij toepassing van steenslag 4/8 neer op $\pm 5 \text{ kg/m}^2$, bij steenslag 8/11 op $\pm 6 \text{ kg/m}^2$. Te veel strooien is niet toegestaan.
- Bij stilstand van de strooiwagens niet aan het stuurwiel draaien.
- Om aankleven van membraan te voorkomen kan water met zeepsop of een ander daartoe geschikt antikleefmiddel (geen gasolie) worden aangebracht op de banden van de strooiauto's.
- Rondom putten en aansluitingen afstrooimateriaal handmatig verspreiden.

NA AANBRENGEN BITUMINEUS MEMBRAAN

- Behalve de asfaltaanvoer geen verkeer toelaten voordat het membraan is overlaagd met asfalt.
- Geen stalen walsen toelaten op het afgestrooide membraan.
- Nadat het membraan is afgekoeld en volledig is bestorven 1) (bij voorkeur pas na een nacht), overtollig afstrooimateriaal verwijderen door zuigen (niet vegen met veegwagen!).

¹⁴ Het besterven van een warm gespoten bitumineus membraan is het proces waarbij onder invloed van afkoeling de moleculen in het bitumen hun definitieve positie innemen. In de praktijk wordt gehanteerd dat een eerste besterving is opgetreden als een hand steenslag over het membraan wordt gegooid en de stenen blijven doorrollen en niet blijven plakken. Het membraan is in ieder geval volledig bestorven als het een nacht heeft overgelegen, afhankelijk van de weersomstandigheden kan dit al eerder het geval zijn.

ASFALTVERWERKING

- Het is absoluut verboden om voor het asfalteren een kleeftlaag aan te brengen.
- Asfalttransporten altijd in directe lijnen naar de asfaltmachine laten rijden; het keren van voertuigen is ten strengste verboden.
- De maximale snelheid van de afwerkmaschine zo instellen dat er geen schade ontstaat aan het membraan. Schranken van de machine zoveel mogelijk voorkomen.
- Om aanklevingsproblemen te voorkomen moeten de rupsen en banden van het asfalterings- en transportmaterieel worden voorzien van water met zeepsop of een ander daartoe geschikt antikleefmiddel (geen gasolie).
- Als er ondanks de voorzorgsmaatregelen voorafgaand aan het aanbrengen van de asfaltverlaag toch kleine beschadigingen ontstaan, deze direct herstellen. Bijvoorbeeld met bitumenemulsie of door het membraan dicht te vloeien met een brander.
- De walsen moeten langzaam rijden, plotselinge stops zoveel mogelijk voorkomen en, indien mogelijk, uitrijden over een aangrenzende koude baan.

B10

Bijlage 10: Werkinstructie aanbrengen gespoten bitumineus membraan op emulsiebasis

Onderstaande instructies zijn ontleend aan [4].

Inzet van gespecialiseerd personeel en het juiste materieel is gewenst.

ONTWERP EN VOORBEREIDING

- De constructieopbouw moet zijn afgestemd op het gebruik.
- Het membraan bij voorkeur niet direct onder de deklaag aanbrengen.
- Overlagen met voldoende asfalt, minimaal 40 mm.
- Vaststellen van het type membraan, bitumen specificaties en hoeveelheden te spuiten product(en) en afstrooimateriaal op basis van richtlijnen van de leverancier. Een membraan op basis van bitumenemulsie moet altijd in twee lagen worden aangebracht.
- De constructieopbouw, de datum en het tijdstip van aanbrengen communiceren met de opdrachtgever.
- Bij aanleg onder winterse omstandigheden in het voortraject overleg voeren met de leverancier.

ONDERGROND

De ondergrond moet absoluut schoon zijn, bij bitumenemulsie mag er geen zichtbaar water op de ondergrond staan.

Het membraan aanbrengen op een vlak oppervlak. Gaten, scheuren en andere onregelmatigheden vooraf repareren, zo nodig een uitvullaag van asfalt aanbrengen.

De ondergrond zo nodig vooraf reinigen met een wegdekreiniger.

Bij ondergrond anders dan asfalt of beton vooraf overleg met leverancier.

SPUITEN BITUMINEUS MEMBRAAN

Op locatie checken of aan alle uitgangspunten als genoemd onder 'ontwerp en voorbereiding' en 'ondergrond' is voldaan.

- Handwerk zoveel mogelijk voorkomen.
- Sproei het voorgeschreven product met bijbehorende hoeveelheid, als bepaald tijdens het ontwerp en de voorbereiding op basis van de richtlijnen van de leverancier. Bij afwijkingen tijdens de uitvoering in samenspraak met de aannemer contact opnemen met de leverancier.
- Als er een sproeirapport is geëist, dit opstellen en aan de opdrachtgever overhandigen.

AFSTROOIEN

- De bitumenemulsie zo snel mogelijk na het sproeien afstrooien met steenslag.
- Het afstrooien moet vakkundig geschieden, per laag ± 5 à 6 kg/m^2 steenslag 2/6.
- Bij stilstand van de strooiwagens niet aan het stuurwiel draaien.
- Om aankleven te voorkomen water met zeepsop of een ander daartoe geschikt antikleefmiddel (geen gasolie) aanbrengen op de banden van de strooiauto's.
- De tweede laag van het membraan na het afstrooien aanwalsen.

NA AANBRENGEN BITUMINEUS MEMBRAAN

- Behalve de asfaltaanvoer geen verkeer toelaten voordat het membraan is overlaagd met asfalt.
- Geen stalen walsen toelaten op het afgestrooide membraan.
- Nadat de emulsie volledig is omgeslagen (bij voorkeur pas na een nacht) overtollig afstrooimateriaal verwijderen door zuigen (niet vegen met veegwagen!).

ASFALTVERWERKING

- Het is absoluut verboden om voor het asfalteren een kleeflaag aan te brengen.
- Asfalttransporten altijd in directe lijnen naar de asfaltmachine laten rijden; het keren van voertuigen is ten strengste verboden.
- De maximale snelheid van de afwerkmachine zodanig instellen dat er geen schade ontstaat aan het membraan. Schranken van de machine zoveel mogelijk voorkomen.

- Om aanklevingsproblemen te voorkomen moeten de rupsen en banden van het asfalterings- en transportmaterieel worden voorzien van water met zeepsop of een ander daartoe geschikt antikleefmiddel (geen gasolie).
- Als er ondanks de voorzorgsmaatregelen voorafgaand aan het aanbrengen van de asfaltverlaag toch kleine beschadigingen ontstaan, deze direct herstellen. Bijvoorbeeld met bitumenemulsie of door het membraan dicht te vloeien met een brander.
- De walsen moeten langzaam rijden, plotselinge stops zoveel mogelijk voorkomen en, indien mogelijk, uitrijden over een aangrenzende koude baan.