

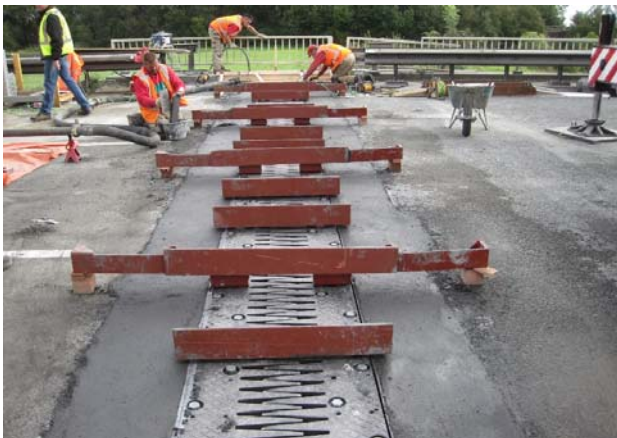


Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Eisen voor voegovergangen

Doc.nr.: RTD 1007-2
Versie: 1.0
Status: definitief
Datum: 1-4-2013

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Eisen voor voegovergangen

RTD 1007-2

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

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 geluidsemisatie is 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 geleide generieke ontwerp-eisen, 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 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

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 toekomstige European Technical Approval Guideline 032 (ETAG 032).

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

	Voorwoord	5
1	Toepassingsgebied	9
1.1	Inleiding	9
1.2	Leeswijzer	9
1.3	Productfamilies	9
1.4	Terminologie	10
2	Overzicht Normatieve verwijzingen	15
3	Functionele eisen en ontwerplevensduur	22
3.1	Functionele eisen	22
3.2	Ontwerplevensduur	22
3.3	Ontwerplevensduur onderdelen	23
4	Verificatiemethoden	24
4.1	Algemeen	24
4.2	Schematisatie	25
5	Ontwerpeisen	26
5.1	Bewegingscapaciteit	26
5.1.1	Algemeen	26
5.1.2	Bewegingen ten gevolge van temperatuursverschillen	27
5.1.3	Bewegingen ten gevolge van krimp en kruip	28
5.1.4	Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw/fundering	28
5.1.5	Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting	28
5.1.6	Bewegingen ten gevolge van windbelasting	29
5.1.7	Combinaties van bewegingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)	29
5.1.8	Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS):	29
5.1.9	Minimale bewegingscapaciteit	30
5.2	Mechanische weerstand	31
5.2.1	Algemeen	31
5.2.2	Belastingen	31
5.2.2.1	Statische belasting door verkeer	31
5.2.2.2	Vermoeiingsbelasting door verkeer	31
5.2.2.3	Interne krachten	32
5.2.2.4	In rekening te brengen bijzondere belastingeffecten	33
5.2.3	Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoestanden	34
5.2.3.1	Bezwijken door statische belasting (STR)	34
5.2.3.2	Bezwijken door vermoeiing (FAT)	34
5.2.4	Toetsing mechanische weerstand in bruikbaarheidsgrenstoestand	35
5.2.5	Toetsing slijtageweerstand	35
5.3	Veiligheid in gebruik en rijcomfort	35
5.3.1	Maximale spleetbreedte	35
5.3.2	Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen	37
5.3.3	Niveaoverschillen in het bereden vlak	37
5.3.4	Stroefheid	38
5.3.5	Afwateringscapaciteit	38
5.4	Geluidsproductie	38
5.5	Waterdichtheid	38
5.6	Weerstand tegen aantasting	38
5.6.1	Bescherming tegen corrosie	38
5.6.1.1	Constructiestaal	38
5.6.1.2	Roestvaststaal	39
5.6.1.3	Stalen bouten.	40
5.6.1.4	Aluminium legeringen	40

5.6.1.5	Betonstaal	40
5.6.1.6	Bescherming tegen bimetaalcorrosie	40
5.6.1.7	Bescherming tegen spleetcorrosie	40
5.6.2	Bescherming tegen overige fysische/chemische aantasting	40
5.6.2.1	Algemeen	40
5.6.2.2	(Staalvezel)beton	41
5.6.2.3	Rubber en kunststoffen:	41
5.7	Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid.	41
5.7.1	Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid	41
5.7.2	Vervangbaarheid	41
6	Specificaties materialen	43
6.1	Staal	43
6.1.1	Constructiestaal	43
6.1.2	Lasmaterialen	43
6.1.3	Bevestigingsmaterialen	43
6.2	Beton	43
6.2.1	Beton aangrenzende constructies	43
6.2.2	Niet direct bereden beton	44
6.2.3	Direct bereden beton	44
6.2.4	Betonstaal	44
6.2.5	Constructieve ankers	44
6.3	Rubber en kunststoffen	45
6.3.1	Afdichtingsprofielen	45
6.3.2	Rubbermatprofielen	45
6.3.3	Opleggingen, aandrukveren en stuurveren	45
6.4	Flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen	46
6.5	Slijtlagen	46
7	Uitvoeringseisen	47
7.1	Algemeen	47
7.2	Vorbereidingswerkzaamheden	47
7.2.1	Sloopwerk	47
7.2.2	Betonreparatie	47
7.3	Vervaardigen betonconstructies	47
7.3.1	Applicatie constructieve ankers	47
7.3.2	Uitvoering betonwerk	47
7.4	Vervaardiging en montage van staalconstructies	49
7.5	Aanbrengen voegafdichting	49
7.6	Montage (voorspan) bouten.	49
7.7	Uitvoering flexibele voegovergangen	51
7.8	Uitvoering slijtlagen	51
8	Kwaliteitsborging	52
8.1	Algemeen	52
8.2	Ontwerpfase	52
8.3	Uitvoeringsfase	52
9	Instandhouding.	54
9.1	Beheer- en onderhoudsplan;	54
9.2	Overdrachtsgegevens (opleverdossier)	55
Bijlage 1	Verkeersbelastingen voor voegovergangen	57
Bijlage 2	Inhoud prestatieverklaring (DoP)	73
Bijlage 3	Overzicht relevantie ontwerpseisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief)	74
Bijlage 4	Eisen voor componenten van rubber en kunststof	75
Bijlage 5	Testen van componenten en voegovergangen (informatief)	80

1 Toepassingsgebied

1.1 Inleiding

Deze RTD beschrijft de eisen die door Rijkswaterstaat gesteld worden aan het ontwerp, de fabricage en het aanbrengen van voegovergangen stalen en betonnen bruggen en viaducten.

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 de Prestatieverklaring, ook wel Declaration of Performance (DoP) genoemd. De Prestatieverklaring (al dan niet met een CE markering) dient door leveranciers te worden geleverd en wordt door Rijkswaterstaat verlangd vooruitlopend op de toekomstige Construction Products Regulation (2013).

In bijlage 2 is aangegeven welke informatie in de Prestatieverklaring 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 Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK).

1.4

Terminologie

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Aandrukveer	Prestress element	Element dat opwaartse verplaatsing van de lamel t.o.v. dwarsdrager c.q. van de dwarsdrager naar de onderliggende constructie voorkomt.
Aanvullende dynamische vergrotingsfactor	Dynamic amplification factor (daf)	Aanvullende dynamische vergrotingsfactor voor vermoeiing bij voegovergangen ($\Delta\varphi_{fat}$)
Afdekplaat	Cover plate	Plaat in het rijoppervlak van fiets/voetpaden of schampkant en zorgt voor een overbrugging van eventueel onacceptabel grote voegopeningen.
Afdichtingprofiel	Seal	Een flexibel element dat de waterafdichting verzekert.
Aslast	Axle load	De belasting uitgeoefend door een as.
Balg	Bellow / Gutter	Een vervormbaar element dat een opening afsluit en de waterdichtheid verzekert.
Beugel	Stirrup	Stalen klemconstructie als onderdeel van de bevestiging van een lamel op de dwarsdrager.
Brugdekopening	Bridge deck gap	Opening (spleet) tussen twee aangrenzende delen van de hoofddragconstructie.
Charge	Batch	Hoeveelheid product of component die volgens dezelfde specificatie is vervaardigd binnen een bepaalde (aaneengesloten) periode.
Demping	Damping	Het afremmen van een slingerbeweging
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)
Kantelvoorziening	Rocker	Gefixeerde oplegging die elementen in het wegoppervlak ondersteunt en rotatie om een as mogelijk maakt.
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 hoofddragconstructie 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 hoofddragconstructie. 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 d.m.v. slopen.
Onderbouwconstructie	Support structure	Tussenliggende (staal)constructie die een passende verbinding vormt tussen elementen in het wegoppervlak en de verankering in de onderliggende constructie.
Ondersteunde Voegovergang	Supported joint	Een voegovergang waar de belasting dragende delen zijn ondersteund door uitkragende liggers of andere systemen ingebouwd op het hoofddraagsysteem.
Ontwerplevensduur	Design life	Periode waarvoor een onderdeel of systeem naar verwachting zal functioneren onder de nominale ontwerpbelastingen.
Opening	Void	Een niet-dragend gedeelte van de voegovergang.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
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.
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 afdichtingsprofielen of afdekplaten.
Scharnier	Hinge	Verbinding die rotatie mogelijk maakt.
Staalvezelbeton	Steel fibre reinforced concrete	Beton met stalen vezels.
Schamprand	Kerb	Het opstaand gedeelte van het wegpoppervlak 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.
Opslingering	Upswing	Het dynamische effect waarbij na passage van een aslast de constructie gaat terugveren, waarbij deze een verplaatsing wil ondergaan in omgekeerde richting en voorbij de positie in de onbelaste toestand.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Traversekast	Joist Box	Een stalen kast die is opgenomen in de constructie en de dwarsdragers van lamellenvoegovergangen ondersteunt en stabiliseert.
Uitsparing	Recess	Nis in het brugdek of landhoofd dat dient als inbouwruimte voor de voegovergang.
Vasthoudconstructie	Holding down device	Systeem dat opwaartse verplaatsing van elementen in het wegoppervlak voorkomt.
Vermoeiing	Fatigue	Fenomeen waarbij materiaal bezwijkt onder zeer lang aangehouden 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 hoofddragconstructie 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.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Voorspanbouten	High strength friction grip bolts	Voorgespannen bouten die de krachtsoverdracht op wrijving mogelijk maken tussen aangrenzende onderdelen.
Wrijvingsweerstand	Skid resistance	Kracht die wordt ontwikkeld door wrijving tussen wiel en voegovergang.
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 hoofdconstructie 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

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.2	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken.
RTD1007-1	RTD 1007-1	5.0	Meerkeuzematrix Voegovergangen (handreiking).
RTD1007-3	RTD 1007-3	1	Geluidseisen voor voegovergangen.
RTD1007-4	RTD 1007-4	1	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies .
NBD10201	NBD10201	2004	Eisen Kunststofslijtlagen.
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	Zie ROK H2	Beton - Deel 1: Specificatie-eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
EN 1090-2	NEN-EN 1090-2	Zie ROK H2	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies.
EN 1504-3	NEN-EN 1504-10	Zie ROK H2	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – deel 3: constructieve en niet-constructieve reparatie.
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).
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).

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
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).
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.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
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.
ETAG 001	ETAG 001	Zie ROK H2	Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for use in concrete
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.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN-ISO 12944	NEN-EN-ISO 12944-1 t/m -8	1998	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van verfsystemen.
EN-ISO 13918	NEN-EN 13918	2008	Lassen - Bouten en keramische ringen voor boogboutlassen.
EN-ISO 14713	NEN-EN-ISO 14713-1/2	2010	Zinken deklagen - Richtlijnen en aanbevelingen voor de bescherming van ijzer en staal in constructies tegen corrosie . - Deel 1: Algemene ontwerpbeginselen en corrosieweerstand. - Deel 2: Thermisch verzinken.
NEN-ISO normen			
ISO 34-1	NEN-ISO 34-1	2010	Ge vulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de scheursterkte - Deel 1: Broek, hoek- en halfvemaanvormige proefstukken.
ISO 37	NEN-ISO 37	2011	Ge vulkaniseerde 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: Beproevingomstandigheden voor pers-, spuitgiet- en extrusiekunststoffen.
ISO 604	NEN-ISO 604	2002	Kunststoffen - Bepaling van de eigenschappen onder druk.
ISO 812	NEN-ISO 812	2011	Ge vulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de brosheid bij lage temperatuur.
ISO 813	NEN-ISO 813	2010	Ge vulkaniseerde rubber of thermoplastisch rubber - Bepaling van de hechting aan stijve materialen - 90 graad afpelmethode.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
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.
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 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.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ISO 7619-2	NEN-ISO7619-2	2010	Ge vulkaniseerde of thermoplastische rubber – Bepaling van de indringhardheid. – Deel 2: IRHD leesbare methode.
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: Butadiën-, ethyleenpropyleen copolymeer en terpolymeer-, isobuteen-isopreen-, isopreen- en styreen-butadiën 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 6786	NEN 6786	2001	Voorschriften voor het ontwerpen van beweegbare bruggen (VOBB).
NEN 8005	NEN 8005	Zie ROK H2	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
NPR 2053	NPR2053	2012	Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen.
Beoordelingrichtlijnen (BRL)			
BRL 0501	BRL 0501	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Betonstaal.
BRL 0504	BRL 0504	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Mechanische verbindingen van betonstaal.
BRL 0509	BRL 0509	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
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.
BRL 9143	BRL 9143	2002	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor kunststof slijtlagen op stalen, houten, betonnen en bitumineuze ondergronden van kunstwerken.
Overige			
CUR-aanbeveling 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).

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 10 jaar. Vervangbare onderdelen dienen met een geringe verkeershinder en binnen de werkbare uren (WBU) zoals deze op het traject gelden, vervangen te zijn. In het contract kunnen nadere eisen hiervoor zijn opgenomen.

Onderdelen die slechts door middel van sloopwerk kunnen worden vervangen worden beschouwd als niet vervangbaar en dienen de ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten.

Stalen onderdelen dienen, ongeacht of deze vervangbaar zijn, een ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten.

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. De testbelasting en randvoorwaarden dienen de ingebouwde omstandigheden op een representatieve manier te simuleren.
- 3) Voor voegovergangen met een European Technical Approval (ETA), een European Technical Assessment op basis van een geharmoniseerde Europese norm dan wel een European Technical Approval Guideline (ETAG), 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, niet worden onderschreden. Zodra de ETAG 032 van kracht is dienen voegovergangen voorzien te zijn van een CE markering.
- 4) Indien bovenstaande methoden niet kunnen worden toegepast, dan kan een ingebouwde constructie worden geëvalueerd aan de hand van de praktijkomstandigheden. De ondergane gemeten belastingen en omstandigheden worden als referentie genomen; deze kunnen worden vergeleken met toekomstige situaties. Op grond van de gemeten belastingen en het waargenomen constructiegedrag dient een betrouwbare voorspelling te kunnen worden gedaan betreffende de te verwachte levensduur.

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 deze relevant zijn.

Tabel 2: Aantoonmethoden geschiktheid voegovergangen

Procedure	Methode	Aspecten	Referentie
Expliciet	1. Berekening (analyse)	Geometrie, belastingen, materiaaleigenschappen, schematisatie randvoorwaarden.	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem.
	2. Testen	Geometrie, belastingen, randvoorwaarden, materiaaleigenschappen representatief proefstuk en proefopstelling.	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem Proefstukkwaliteit is referentie.
	3. Verificatie van ETA (DoP) ^d	Geometrie, belastingen, constructie-eigenschappen, randvoorwaarden.	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem met externe toetsing.
Impliciet	4. Evaluatie praktijkervaring	Geometrie, belastingen, constructie-eigenschappen en randvoorwaarden in situ opstelling (referentie).	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem In situ opstelling is referentie.

^d Nog niet van toepassing, pas na invoering van ETAG032.

4.2 Schematisatie

De aantonmethoden van de sterkte en de levensduur etc. dienen een betrouwbare schematisatie van het werkelijk constructiegedrag te zijn. Indien bijvoorbeeld bij de berekeningen een 2-D schematisatie wordt toegepast dient aandacht geschonken te worden aan de invloed van de excentriciteiten die additionele buiging, afschuiving en torsie tot gevolg kunnen hebben.

De krachtsverdeling behoort bepaald te worden bij een lineair elastisch gedrag van de voegovergangsconstructie.

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 of de onderliggende constructie.

Het verplaatsingseffect ter hoogte van de voegovergang (horizontaal en verticaal) als gevolg van hoekverdraaiingen en translaties 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 d.m.v. 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) temperatuursverschillen
- 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 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 temperatuursverschillen

De vervormingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van temperatuursverschillen (u_{temp}) dienen bepaald te worden conform hoofdstuk 6 van EN 1991-1-5, met in achtneming van de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.

Opmerking:

EN-1991-1-5 is in principe geschreven voor het bepalen van belastingen door verhinderde vervormingen. Voor voegovergangen is dit niet van toepassing. In EN 1991-1-5 is geen artikel opgenomen dat specifiek gebruikt kan worden voor het dimensioneren van dilatatievoegen. In principe is EN-1991-1-5 met enige aanpassing toch goed te gebruiken voor het dimensioneren van dilatatievoegen en voegovergangen.

In EN-1991-1-5 wordt onderscheid gemaakt in:

- een gelijkmatige temperatuurcomponent
- een temperatuurverschilcomponent

Beide moeten worden beschouwd en in rekening gebracht.

Voor de gelijkmatige temperatuurcomponent geldt in afwijking van §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 een toeslag van +/- 3 °C op het temperatuurtraject ΔT_n in verband de onzekerheid ten aanzien van de werkelijke gemiddelde constructietemperatuur op moment van inbouwen. Dit resulteert voor voegovergangen in een temperatuurtraject $\Delta T_{n,ej} = T_{e,max,ej} - T_{e,min,ej}$ volgens tabel 3.

Opmerking 2:

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 dilatatievoegen. In de basis is §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 met enige aanpassing wel te gebruiken voor het dimensioneren van dilatatievoegen en voegovergangen. Daarbij moet T_0 dan worden gelezen als: de constructietemperatuur op moment van inbouwen van de voegovergang.

Tabel 3: Uitgangspunten gelijkmatige temperatuurscomponent

	Brugdek van (grind)beton	Brugdek van staal	Brugdek van staal-beton
$T_{e,max,ej}$	+35 °C	+50 °C	+50 °C
$T_{e,min,ej}$	-20 °C	-30 °C	-30 °C
$\Delta T_{n,ej}$	55 °C	80 °C	80 °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 temperatuurscomponent 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 temperatuurscomponent dienen bepaald te worden conform §6.1.4.2 van EN-1991-1-5.

Opmerking 3:

De ongelijkmatige temperatuurscomponent zal in de meeste gevallen leiden tot een gedeeltelijk verhinderde vrije vervorming resulterend in een combinatie van normaalspanningen 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 brugdek bestaande uit kokerliggers. Ter plaatse van het landhoofd vervormt de bovenzijde van het brugdek als gevolg van de ongelijkmatige temperatuurcomponent terwijl de temperatuur van het landhoofd 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 en kruip (u_{kr}) dienen bepaald te worden conform bijlage B van EN 1992-1-1 en EN 1992-2.

5.1.4 Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw/fundering

De deformaties van de onderbouw/fundering ($u_{zetting}$) dienen bij het ontwerp van voegovergang in beschouwing genomen te worden.

Opmerking 1:

Deze kunnen volgen uit geotechnische berekeningen en/of uitgevoerde zetting- en/of deformatiemetingen.

Opmerking 2:

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 moet worden met een zetting van 50 mm en zettingverschillen van 30 mm.

5.1.5 Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting

De vervormingen en verplaatsingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van verkeersbelasting ($u_{verkeer}$) dienen bepaald te worden 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.
2. Horizontale translaties loodrecht op de rijrichting ten gevolge van centrifugaalkrachten op het brugdek bij horizontale boogstralen $r < 1500$ m.
3. Horizontale en verticale translaties ten gevolge van doorbuiging van het brugdek door verticale belastingen met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen.
4. Verticale translaties ten gevolge van een eventuele inverting van de opleggingen ter plaats van de voegovergang en doorbuiging van dwarsdragers door verticale belasting.

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_{wind}) dienen bepaald te worden 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:

$$u_{SLS} = \psi_0 u_{temp} + u_{kr} + u_{zetting} + \psi_0 u_{verkeer} + \psi_0 u_{wind}$$

De combinatiefactoren moeten zijn ontleend aan NEN-EN 1990/NB. Daarbij moet voor de verplaatsingen ten gevolge van thermische- en windbelastingen de combinatiefactor $\psi_0 = 0,8$ worden genomen in plaats van 0,3. Voor verkeersbelasting geldt $\psi_0 = 0,8$

Dit resulteert in de volgende drie combinaties:

$$u_{SLS,KAR 1} = 1,0 u_{temp} + u_{kr} + u_{zetting} + 0,8 u_{verkeer} + 0,8 u_{wind}$$

$$u_{SLS,KAR 2} = 0,8 u_{temp} + u_{kr} + u_{zetting} + 1,0 u_{verkeer} + 0,8 u_{wind}$$

$$u_{SLS,KAR 3} = 0,8 u_{temp} + u_{kr} + u_{zetting} + 0,8 u_{verkeer} + 1,0 u_{wind}$$

Het berekeningsresultaat, zijnde de maximale waarde van bovengenoemde combinaties dient te voldoen aan maximale voegopening c.q. minimale voegopening waarbij de voegovergang nog aan alle functionele eisen van deze RTD voldoet.

5.1.8 Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS):

In de uiterste grenstoestand mogen zowel in de brug als in de voegovergang zelf geen opspankrachten worden veroorzaakt. Voor de bepaling van de in rekening te brengen bewegingscapaciteit in de uiterste grenstoestand dient de maatgevende combinatie waarde van de verplaatsing in de bruikbaarheidsgrenstoestand te worden vermenigvuldigd met een factor 1,2:

$$u_{ULS} = 1,2 * \max (u_{SLS,KAR 1} , u_{SLS,KAR 2} , u_{SLS,KAR 3})$$

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: $u_{ULS} < d_{Ek}$ (zie bijlage 1).
- de minimale voegopening: voegovergang en onderliggende constructie mogen niet aanlopen.

Opmerking: In de waarde van d_{Ek} (op te geven door de leverancier) dient ook reeds rekening gehouden te zijn met de fabricage- en montageteranties.

De instelling van de voegovergang in relatie tot de constructietemperatuur op moment van inbouwen dienen 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 te zijn gespecificeerd binnen welke grenzen van de constructietemperatuur de voegovergang in het betreffende object kan worden ingebouwd.

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.

5.2 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 NEN-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 NEN-EN 1993 en de aanvullingen hierop in de ROK. Indien de voegovergang wordt verankerd in een betonconstructie, dan dient de verankering te voldoen aan NEN-EN 1992 en de aanvullingen in de ROK. Voor in te lijmen staven betonstaal geldt ROK paragraaf 6.1 met een aanvulling op artikel 2.7(1) van NEN-EN 1992-1-1.

Elke theoretische rijstrook volgens EN1991-2 dient te zijn beschouwd als een rijstrook voor zwaar verkeer, tenzij in de projectspecificatie anders is omschreven.

Tabel 4: Grenstoestanden

Grenstoestand	Eis
Uiterste (fundamentele combinatie)	STR: belasting kleiner dan bezwijksterkte
	FAT: geen vermoeiingsschade gedurende de ontwerplevensduur. Spanningsintervallen onder de constante amplitudevermoeiingsgrens of een schadeberekening met $D < 1,0$ (Minerberekening).
Bruikbaarheid (karakteristieke combinatie)	Elastisch gedrag, geen plastische vervorming

5.2.2 Belastingen

5.2.2.1 Statische belasting door verkeer

De statische belasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B2. Deze bijlage is gebaseerd op de NEN-EN 1991-2 en aangevuld met voor voegovergangen noodzakelijk geachte eisen.

Voor buitengewone belasting zoals bedoeld in B1.2.2.3 geldt voor betonnen randconstructies, volgens bijvoorbeeld de Rijkswaterstaat standaarddetails, altijd optie a en de bijbehorende ROK-aanvulling.

5.2.2.2 Vermoeiingsbelasting door verkeer

De vermoeiingsbelasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B3. Gekozen dient te worden voor FLM1_{EJ} of FLM2_{EJ}.

Toelichting:

Bijlage 1, B3 is gebaseerd op de NEN-EN 1991-2. Aanvullingen en afwijkingen hierop zijn noodzakelijk omdat voor voegovergangen de belasting per as optreedt in plaats van per voertuig, en de relatief hoge verkeersintensiteiten en aandeel zware aslasten op het Nederlands wegennet.

FLM1_{EJ} is een gebaseerd op FLM1 van NEN-EN 1991-2 (oneindige levensduur).

FLM2_{EJ} is een gebaseerd op FLM4 van NEN-EN 1991-2 (eindige levensduur).

FLM2 en FLM3 uit NEN-EN 1991-2 zijn niet geschikt en mogen niet worden gebruikt.

Het effect van de wisselende verkeersbelasting op de voegovergang dient te worden bepaald bij opening van de voegovergang gelijk aan 60% van de maximale opening van de voegovergang.

Indien niets anders is opgegeven, dient het aantal zware voertuigen (met een maximaal beladen voertuiggewicht van meer dan 100 kN) per jaar en per rijstrook te worden ontleend aan tabel NB5 -4.5n uit NEN-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		N_{obs,a,ai}
1	Autosnelwegen en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	2,0 x 10 ⁶
2	(Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	0,5 x 10 ⁶
3	Wegen met weinig vrachtverkeer	0,125 x 10 ⁶
4	Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	0,05 x 10 ⁶

De aanvullende dynamische vergrotingsfactor $\Delta\varphi_{fat}$ is in bijlage 1 gesteld op 1,3. Voor verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen mag voor $\Delta\varphi_{fat}$ de waarde 1,0 worden aangehouden.

Opmerking:

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.

5.2.2.3 Interne krachten

De interne krachten die worden veroorzaakt door voorspanning en/of door opgedrongen bewegingen of vervormingen van de voegovergang dienen mede in de berekeningen te worden beschouwd.

Bij de berekening van de benodigde voorspankracht bij voorspanbouten dient rekening gehouden te worden met de tijdens de uitvoering geldende maattoleranties, en het effect op het verlies aan effectieve voorspankracht.

Optredende interne krachten (F_{ik}) dienen door de leverancier te worden opgegeven. Deze krachten kunnen variabel zijn als gevolg van temperatuur, verplaatsingssnelheid, afmetingen, slijtage, kruip/relaxatie of veroudering.

5.2.2.4 In rekening te brengen bijzondere belastingeffecten

Opslingering

Bij voegovergangen met uitkragende geluidreducerende (sinus)platen, mattenvoegovergangen, vingervoegen en lamellenvoegovergangen dient rekening gehouden te worden met opslinging. Iedere aspassage geeft twee belastingen voor ankers: eerst als reactie op de neerwaarts gerichte wielbelasting en daarna in omgekeerde richting als gevolg opslinging.

Voor de belasting als gevolg van opslinging dient een waarde aangehouden te worden van 0,3 x initiële verticale belasting incl. aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf), tenzij door middel van full-scale testen in combinatie met dynamische (EEM)analyses andere waarden kunnen worden aangetoond.

Voor lamellenvoegen dient in aanvulling hierop eveneens rekening gehouden te worden met horizontale "opslingering" van 1,0 x initiële belasting incl. dynamische vergrotingsfactor (daf) tenzij een andere waarde aangetoond kan worden door middel van full-scale testen in combinatie met dynamische (EEM)analyses

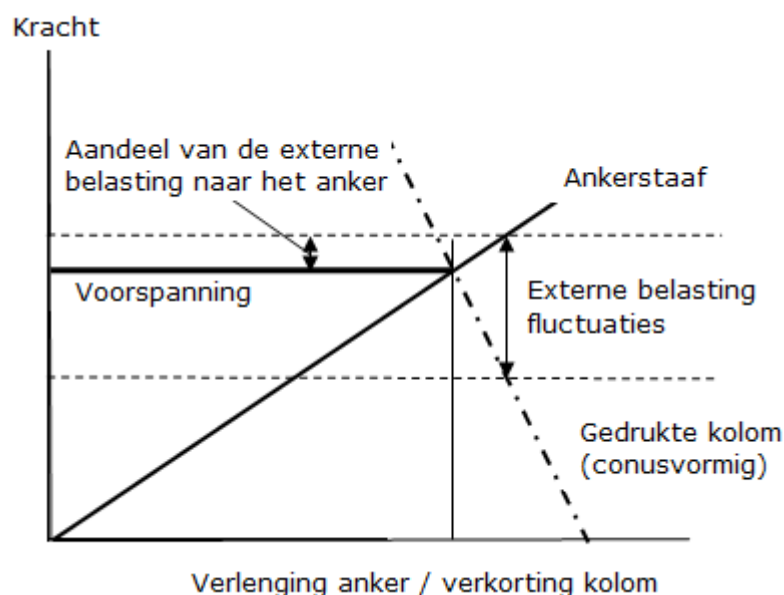
Spanningsconcentraties bij discontinuïteiten

Indien geen gedetailleerde analyses worden gemaakt, dienen de berekende spanningen met een factor 1,5 te worden verhoogd ter plaatse van discontinuïteiten zoals inwendige hoeken ter plaatse van de aanzet van de vingers, boutgaten en dergelijke

Toename kracht bij voorgespannen verbindingen

Belastingeffecten in verankeringen: externe (verkeers)belastingen geven een toename van de ankerkracht en verlagen de voorspandruk. De som van de toename ankerkracht en de afname van de voorspandruk is gelijk aan de externe belasting. De toename van de ankerkracht kan aanleiding zijn tot bezwijken door vermoeiing (zie figuur 1)

Opmerking: het effect wordt groter naar mate de effectieve voorspanning in de verbinding afneemt, bijvoorbeeld als gevolg van onvlakheden in de te verbinden onderdelen.



Figuur 1: toename van de ankerkracht door verkeersbelasting bij verankeringen

Verlies aan voorspanning en vermindering van demping

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de effecten van kruip, relaxatie, 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).

Dynamisch gedrag van lamellenvoegovergangen

Ontwerp van lamellenvoegovergangen dienen door proeven ondersteund te worden conform EN-1990 § 5.2. De dynamische eigenschappen (eigen frequentie, dynamische vergrotingsfactor, mate van demping, opslingering e.d.) van lamellenvoegovergangen die als uitgangspunt dienen voor berekeningen dienen te zijn gevalideerd d.m.v. testen op volledige schaalgrootte in combinatie met dynamische analyses van een 3D model conform bijlage 5 (B5.1).

5.2.3 Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoestanden

5.2.3.1 Bezijken door statische belasting (STR)

Voor de fundamentele belastingcombinatie dient bijlage 1, B1.4.2.1 en B1.4.2.2 te worden aangehouden. De verticale verkeersbelasting wordt gecombineerd met de horizontale belastingen, die als gelijktijdige belastingeffecten in rekening worden gebracht.

In de uiterste grenstoestand mag bezijken van de voegovergang met inbegrip van de verankering niet optreden.

Plastische vervorming en scheurvorming in beton zijn daarbij toegestaan.

Voor de partiële factor voor materiaalsterkte dient 1,0 te worden aangehouden, met uitzondering van:

- Boutverbindingen: $\gamma_{M2} = 1,25$

- beton: $\gamma_C = 1,5$ (geldt ook voor staalvezelbeton / polymeerbeton)

- Betonstaal: $\gamma_M = 1,15$

5.2.3.2 Bezijken 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 dient 1,15 te worden aangehouden, met uitzondering van:

- Boutverbindingen vingerplaten/sinusplaten: $\gamma_{Mf} = 1,35$

- Beton: $\gamma_{C,fat} = 1,35$ (geldt ook voor staalvezelbeton / polymeerbeton)

- Dwarsdrager (lamellenvoegovergang): $\gamma_{Mf} = 1,35$

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 verticale verkeersbelasting wordt gecombineerd met de horizontale belastingen, die als gelijktijdige belastingeffecten in rekening worden gebracht.

In de bruikbaarheidsgrenstoestand zijn plastische vervormingen en scheurvorming niet toegestaan. Optredende (elastische) vervormingen dienen te voldoen aan de eisen zoals gesteld in §5.3.3.

5.2.5 Toetsing slijtageweerstand

Aangetoond dient te worden dat de slijtagecapaciteit van de aan slijtage onderhevige onderdelen als gevolg van de interne bewegingen in de voegconstructie in overeenstemming is met de geëiste ontwerplevensduur van de constructie(onderdelen) in tabel 1. De invloed van zowel verkeersbelasting als temperatuurbelasting dient daarin meegenomen te worden

De totaal optredende slijtage in glijoppervlakken gedurende de verklaarde ontwerplevensduur mag niet leiden tot de volgende omstandigheden:

- Onvoldoende mechanische weerstand (zowel statisch als vermoeiing)
- Verandering in de kinematische uitgangspunten (verlies van origineel aanwezige contactdruk zoals daarbij in constructieve analyses is uitgegaan)
- Compleet verdwijnen van onderdelen van het glijsysteem
- Toename van de wrijving tot een mate waarin schade aan de voegovergang ontstaat

Voor het bepalen van de loopweg voor slijtage berekeningen dient voor wat betreft het aandeel van de temperatuur rekening gehouden te worden met:

- gemiddeld temperatuursverschil tussen dag en nacht: 7.5° C;
- gemiddeld temperatuursverschil tussen zomer- en wintertemperatuur: 15° C.

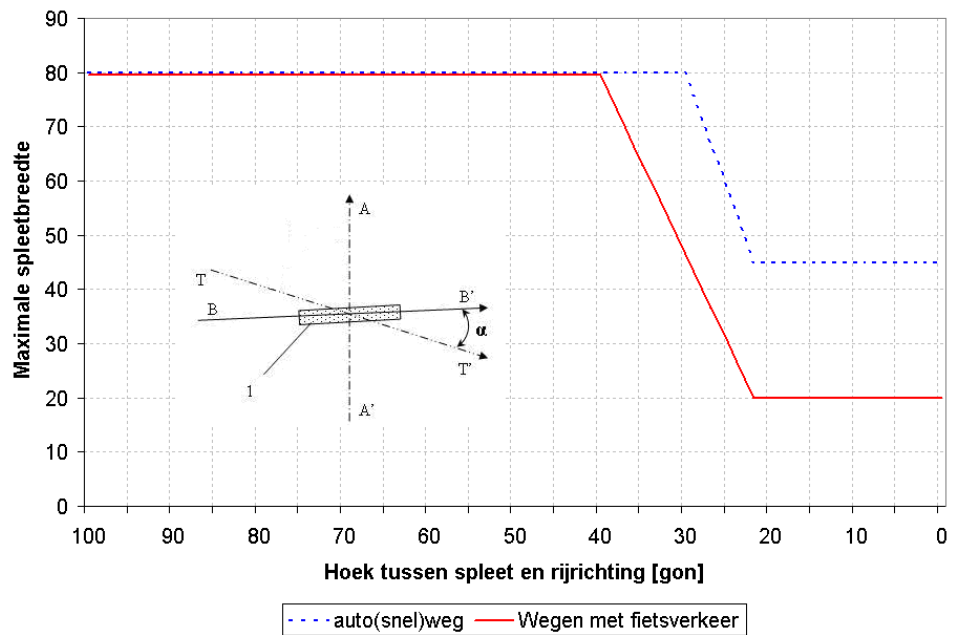
Als alternatief voor een gedetailleerde analyse van de loopweg kan worden uitgegaan van een loopweg van 120 x de maximale beweging per jaar gedurende de ontwerplevensduur.

Voor slijtageberekeningen dient voor het aandeel van de verkeersbelastingen te worden uitgegaan van de cumulatieve loopwegen ontstaan door de vermoeiingsbelasting volgens model FLM1 of FLM4 van de EN-1991-2.

5.3 Veiligheid in gebruik en rijcomfort

5.3.1 Maximale spleetbreedte

Voor vervormingen noodzakelijke spleten in het wegdek mogen loodrecht op de spleetrichting niet groter zijn dan de grenzen af te lezen in onderstaande figuur 2.



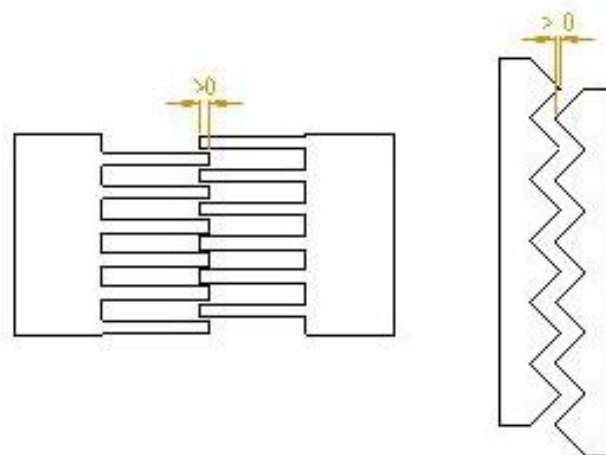
Legenda: 1: Spleet, TT': Rijrichting, AA': As van de voegovergang, BB': Spleetrichting

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

Voor vingervoegen en enkelvoudige voegen met geluidsreducerende (sinus/zaagtand) platen dient te worden bepaald welke minimale overlap benodigd is om te voldoen aan alle eisen. Van invloed hierop zijn:

- maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen volgens §5.3.2
- maximale niveauverschillen conform §5.3.3
- het voldoen aan de geluidseisen volgens §5.4

Daarnaast geldt dat ten minste bij een maximale voegopening een minimale overlap aanwezig dient te zijn zoals aangegeven in figuur 3.



Figuur 3: minimale overlap bij maximale voegopening

5.3.2 Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen

In verband met rijcomfort mag ter plaatse van rijstroken voor auto- en fietsverkeer een bol met een diameter van 10 cm niet dieper inzakken dan 10 mm.

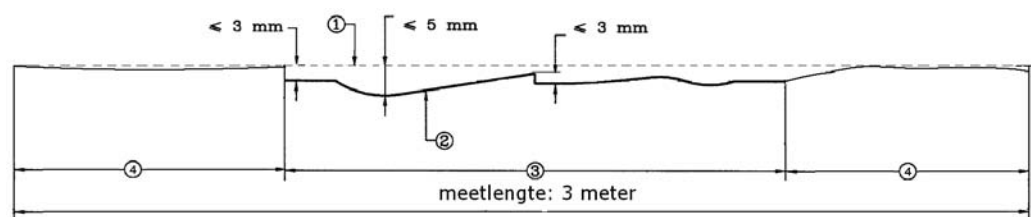
Ter plaatse van voetpaden dient de maximale verticale verplaatsing zodanig te zijn dat aan het loopoppervlak een horizontaal geplateste schijf met een diameter van 8,0 cm niet meer dan 2,0 cm inzakt

5.3.3 Niveaunderschillen 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 niveaunderschillen geldt een maximum van 3 mm (oppervlakteruwheid en spleten en openingen niet meegenomen).

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 niveaunderschillen t.o.v. de ideale lijn in onbelaste toestand

In belaste toestand (met verkeersbelasting) mag de toename van het niveaunderschil 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 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 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 ruwheid minimaal gelijk is aan het aansluitende bereden oppervlak gedurende de ontwerplevensduur van het onderdeel.

5.3.5 Afwateringscapaciteit

Wanneer de voegovergang een hindernis vormt voor de waterafvoer van de bovenstrooms gelegen verharding, bijvoorbeeld bij open deklagen, dient een systeem te worden voorzien in de adequate afvoer van het water.

5.4 Geluidsproductie

Voegovergangen dienen te voldoen aan de eisen van RTD 1007-3: Geluidseisen.

5.5 Waterdichtheid

Het ontwerp dient aantoonbaar te leiden tot een waterdichte voegovergang. 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.).

De aansluiting van overgangsbalk en asfaltbeton dient waterdicht te zijn. Om reden van waterdichtheid en ter voorkoming van rafeling van het asfalt dient bij plaatsing van de voegovergang vóór het asfalteren het contactvlak tussen het asfaltbeton en de voegovergangsbalk na het asfalteren over een breedte van 18 mm te worden voorzien van een flexibele bitumineuze vulling.

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 dient te worden uitgegaan van de navolgende uitgangspunten.

- 1) Corrosiviteitscategorie (volgens ISO 9223): C5.
- 2) Gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang dient geen onderhoud aan het conserveringssysteem noodzakelijk te zijn is.
- 3) Richting het einde van de levensduur is enige corrosie toegestaan voor zover deze het betrouwbaar functioneren van de voegovergang aantoonbaar niet beïnvloedt.

De navolgende systemen worden geacht geschikt te zijn:

- Voor ontwerplevensduur \leq 25 jaar:
 - Thermisch verzinken conform standaard eisen van ISO 1461 (duurzaamheidsklasse "hoog" volgens EN-ISO 14713-1).
 - Een conserveringssysteem dat voldoet aan EN 12944, met duurzaamheidsklasse "hoog" mits aangetoond kan worden dat corrosie geen invloed heeft op het betrouwbaar functioneren van de voegovergang gedurende de ontwerplevensduur. Tevens dient het conserveringssysteem te voldoen aan de aanvullende eisen in de ROK § 7.20 onder 10.1.
- Voor ontwerplevensduur $>$ 25 jaar:
 - Thermisch verzinken, duurzaamheidsklasse "zeer hoog", vervaardigd conform ISO 1461 met verhoogde zinklaagdikte bepaald conform EN-ISO 14713-1
 - Combinatie van thermisch verzinkt staal met een organische deklaag ("duplexsysteem"), duurzaamheidsklasse "zeer hoog", conform ISO 12944-5 of EN 13438.

Opmerking:

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. Voorkomen dient te worden dat dikke poreuze zinklagen zich kunnen vormen.

Opmerking 2:

Het ontwerp dient 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 uitgangspunten van het ontwerp.

Opmerking 3: Op locaties waar hoge eisen worden gesteld aan de vlakheid, bijvoorbeeld ter plaatse van voerspanverbindingen die zo nodig een nabewerking plaats te vinden om effenheden te corrigeren.

De leverancier verklaart welk systeem wordt toegepast en toont vooraf de duurzaamheid aan met de voor de materialen van dit systeem relevante normen en testen. De applicateur 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. In bijzonder zijn de binnenzijden van de klauwprofielen een aandachtspunt voor inspectie en controle van de laagdikte in verband met de kwetsbaarheid ten aanzien van een duurzame waterdichtheid van de voegovergang.

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.

5.6.1.2 Roestvaststaal

Naast toepassing van geconserveerd constructiestaal is (gedeeltelijke) toepassing van roestvaststaal ook een optie. 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 glijoppervlakken 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 NEN EN ISO 1461 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 te hebben categorie B 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 d.m.v. 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.

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 als gevolg van temperatuurswisselingen en - verschillen
- 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

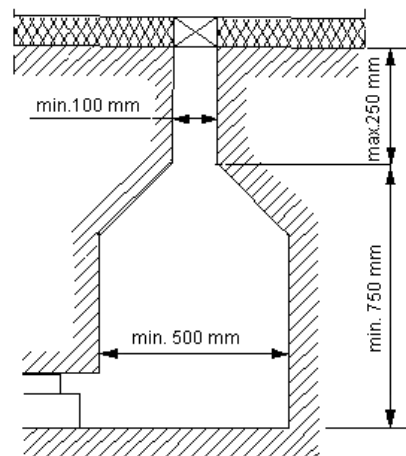
Beton en staalvezelbeton dienen te voldoen aan milieuklasse XC4, XD3, XF4 conform NEN EN 206-1 en NEN 8005.

5.6.2.3 Rubber en kunststoffen:

Indien de materialen genoemd in § 6.3 worden toegepast, is de minimale levensduur van 10 jaar aannemelijk.

5.7 Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid.

5.7.1 Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid



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

Voor de typen die inspectie en onderhoud van onderaf behoeven is een corridor nodig met de minimum afmetingen van 750 x 500 mm (h x b).

Tussen de dragende onderdelen van de brug, landhoofd etc. dient de afstand nooit kleiner te zijn dan 100 mm, over een hoogte van 250 mm (zie figuur 5).

Figuur 5: toegankelijkheid van voegovergangen

Indien aan de onderzijde van voegovergang geluidsreducerende voorzieningen worden aangebracht, dienen deze zodanig te zijn ontworpen dat inspectie en onderhoud aan de onderzijde van de voegovergang niet wordt belemmerd voor zover relevant voor het betreffende type voegovergang. Voorzieningen dienen daartoe eenvoudig te (de)monteren zijn.

Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat vuil niet ophoopt, of dat de toegankelijkheid zo is dat vuil eenvoudig kan worden verwijderd. Indien een hemelwaterafvoersysteem onderdeel uitmaakt van de voegovergang, dan dient dit systeem voorzien te zijn opvangputten met zandvang. Deze dienen eenvoudig te kunnen worden geleegd/gereinigd vanaf een goed toegankelijke locatie die afgestemd is op het overige regulier/periodieke vaste onderhoud aan de weg.

5.7.2 Vervangbaarheid

Bij nieuwbouw en totale vervanging met een resterende levensduur van het kunstwerk groter dan de ontwerplevensduur van de voegovergang, dient er bij het ontwerp rekening mee te worden gehouden te worden dat voegovergangen vervangbaar zijn zonder dat daarbij gedurende de ontwerplevensduur van het kunstwerk ernstige c.q. onherstelbare schade wordt veroorzaakt aan de hoofdconstructie.

Toelichting:

In geval van in de constructie verankerde voegovergangen kan dit o.a. worden bewerkstelligd door een constructie eenvoudig modificeerbaar te ontwerpen waarbij de onderbouw inclusief verankering kan worden hergebruikt/gehandhaafd. Bijvoorbeeld bij voegen met stalen randprofielen kunnen nieuwe randprofielen gelast worden op de bestaande onderbouwconstructie. Voorwaarde is wel dat het gehandhaafde deel van de voegovergangsconstructie is berekend op de ontwerplevensduur van het kunstwerk. Voegovergangsconstructies die niet eenvoudig te modificeren zijn dienen op zorgvuldige/beheerste wijze gesloopt te kunnen worden. De wijze waarop dit uitgevoerd dient te worden dient aangegeven te worden in het beheer- en onderhoudsplan

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 volgens EN ISO 898 dienen bovendien te voldoen aan de ROK §7.20.

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 de compatibiliteit van de schroefdraden te worden aangetoond.

Niet voorgespannen bouten dienen, in geval van gevaar op trillingen, geborgd te worden als daardoor risico bestaat dat ze los kunnen raken.

Er dient bij niet-voorgespannen bouten een sluitring aangebracht te worden onder de boutkop of de moer, 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 NEN-EN 1542

Eventuele uit te voeren oppervlakkige betonreparaties dienen te worden uitgevoerd met een reparatiemortel die ten minste voldoet aan NEN-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.

6.2.3 Direct bereden beton

Direct bereden beton dient vervaardigd te zijn uit staalvezelbeton volgens BRL 5060, taaiheidklasse 3, 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 ontwerpberekeningen zijn gehanteerd.

Toelichting:

In praktijk betekent dit dat aangetoond dient te worden dat het geleverde betonstaal, indien het van de rol gericht materiaal betreft, voldoet aan de vermoeiingseisen indien in het ontwerp een hogere waarde voor $2\sigma_a$ is aangehouden dan 100 MPa.

Zolang wapeningsstaal nog niet onder CE-markering geleverd kan worden volgens de bouwproductenverordening 305/2011/EU (Construction Products Regulation) dient deze onder productcertificaat conform BRL0501 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 constructieve ankers dienen voorzien te zijn van een ETA conform ETAG 001. De geschiktheid m.b.t. vermoeiing dient op een andere wijze te worden aangetoond (zie ROK paragraaf 6.1, onder 2.7).

Bij gebruik van ingestorte mechanische verbindingen van betonstaal (doorkoppelankers) dient te worden aangetoond dat de mechanische eigenschappen in overeenstemming zijn met de uitgangspunten zoals deze in de ontwerpberekeningen zijn gehanteerd.

Zolang mechanische verbindingen nog niet onder CE-markering geleverd kunnen worden volgens bouwproductenverordening 305/2011/EU (Construction Products Regulation) dienen deze onder productcertificaat conform BRL0504 te worden geleverd.

6.3 Rubber en kunststoffen

6.3.1 Afdichtingsprofielen

Afdichtingsprofielen dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4, tabel B4.1
De dikte van het afdichtingsprofiel 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 (bijvoorbeeld conform bijlage B5.4). 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 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).

Opmerking: in bijlage 5.2 en 5.3 zijn voorbeeldtesten beschreven die toegepast kunnen worden.

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

Zie geschiktheid van materialen voor flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen (in combinatie met de verhardingsconstructie) dient d.m.v. testen te worden vastgesteld.

Opmerking

Voor deze onderdelen kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Zie RTD1007-4 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 BRL9143.

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

7.2.1 Sloopwerk

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.

7.2.2 Betonreparatie

Indien ter plaatse van de voegspinning (rand)schade is ontstaan, bijvoorbeeld ten gevolge van sloopwerkzaamheden. Dan dient deze hersteld te worden door BRL3201 gecertificeerde bedrijven.

Daarbij dient de ondergrond van de bestaande constructie zodanig voorbehandeld te worden dat de optredende spanningen aan de ondergrond kunnen worden overgedragen.

Opmerking:

Aandachtspunten hierbij zijn de reinheid, ruwheid en vochtigheid van de ondergrond en een goede inkadering van de reparatieranden. In NEN-EN 1504-10 geven hoofdstuk 7 en Annex A.7 hiervoor richtlijnen.

7.3 Vervaardigen betonconstructies

7.3.1 Applicatie constructieve ankers

Ingelijmde ankers/wapeningsstekken dienen te worden aangebracht en getest door BRL 0509 gecertificeerde applicateurs. In geval van afwijkingen ten opzichte van de ETA dient beproeving op ten minste 3% van de aangebrachte ankers plaats te vinden.

7.3.2 Uitvoering betonwerk

Uitvoering dient plaats te vinden conform NEN-EN 13670. In aanvulling/afwijking hierop gelden de volgende aanvullende eisen.

Lassen en buigen van betonstaal

Hechtlassen van betonstaal is alleen toegestaan indien in het ontwerp rekening is gehouden met de afname van de mechanische (vermoeiings)eigenschappen.

Indien een maximale spanningsrimpel $2\sigma_a$ bij bovenspanning $0,6 R_e$ (300 MPa) en 1,0 miljoen spanningswisselingen (N) is aangehouden van 100 MPa, dan dient de uitvoering van hechtlassen plaats te vinden conform de eisen in paragraaf 5.8 van BRL0503.

Indien een maximale spanningsrimpel $2\sigma_a$ bij bovenspanning $0,6 R_e$ (300 MPa) en 1,0 miljoen spanningswisselingen (N) is aangehouden van 60 MPa, dan gelden voor de uitvoering geen aanvullende eisen.

Constructieve (kracht)lasverbindingen van betonstaal zijn alleen toegestaan indien in het ontwerp rekening is gehouden met de afname van de mechanische (vermoeiings)eigenschappen en de uitvoering plaatsvindt conform NPR2053.

Opmerking: zie EN-1992-1-1 paragraaf 6.8.4 en NEN6723 paragraaf 9.6.3.

Voor krachtlasverbindingen dient in het ontwerp te worden uitgegaan van een maximale spanningsrimpel $2\sigma_a$ bij bovenspanning $0,6 R_e$ (300 MPa) en 1,0 miljoen spanningswisselingen (N) van 60 MPa.

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 stortnaden

Bij stortnaden dient de cementschud over het gehele contactoppervlak, met inbegrip van de betondekkingszone, te worden verwijderd.

Bekisting:

Het toepassen van verloren bekisting is niet toegestaan. Tijdelijke bekisting in de voegspalte mag geen opspankrachten veroorzaken.

Afwerking staalvezelbeton:

Er dient voldaan te worden aan de eisen van par 5.3.3 d.m.v. het direct op de juiste hoogte afwerken van de staalvezelbeton. Het later corrigeren van onvlakheden buiten de toleranties d.m.v. een separate uitvulling/slijtlaag is niet toegestaan.

Nabehandeling:

Het betonoppervlak dient direct na afwerken te worden afgedekt met een plasticfolie. 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 geschikt injectiemateriaal dat voldoet aan NEN-EN 1504-5. De reparatie dient te worden uitgevoerd onder procescertificaat op basis van BRL-3201.

7.4 Vervaardiging en montage van staalconstructies

Staalconstructies voor voegovergangen dienen te zijn vervaardigd volgens EXC 3 van NEN EN 1090-2 en de aanvullende eisen in ROK §7.20.

Lassen van deuvelds dient conform EN ISO 13918 te worden uitgevoerd.

Ten behoeve van een duurzame waterdichte voegovergangen dienen knikken ter plaatse van afwateringsgoten in de fabriek te worden vervaardigd door middel van buigen en zetten of lassen. Lassen is alleen toegestaan indien het gehele randprofiel wordt doorgelast.

Montage van staalconstructies voor voegovergangen dient zodanig te gebeuren dat voldaan wordt aan de vlakheideisen zoals gesteld in §5.3.3.

Het aantal c.q. de lengte van de toe te passen secties/verbindingen dient uitsluitend bepaald te worden door de in het verkeer aan te houden fasering en eventuele randvoorwaarden vanuit de fabricage (bijvoorbeeld in verband met thermisch verzinken). Het verbinden van secties dient plaats te vinden d.m.v. boutverbindingen, montagelassen zijn niet toegestaan.

7.5 Aanbrengen voegafdichting

De voegprofielen zonder stuiknaden aanbrengen in de stalen randprofielen overeenkomstig de voorschriften van de leverancier. De voegprofielen te allen tijde pas aanbrengen 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 en de steunpunten. Onvolkomenheden die wijzen op onvoldoende krachtsafdracht van randprofielen naar de ondergrond dienen eerst constructief te worden hersteld.

7.6 Montage (voorspan) bouten.

Het aandraaien van voorspanbouten (bout-moer-combinatie) voor staalconstructies dient te gebeuren conform de moment-hoekmethode of de momentmethode. De HRC-(wringnek)-methode en de DTI-methode met directe voorspanindicatie zijn niet toegestaan.

Elke dag dat bouten worden voorgespannen dient het aandraaimoment (opnieuw) te worden bepaald. Het aantal te beproeven bouten bedraagt 3% van het aantal bouten dat per dag wordt voorgespannen met een minimum van 3 en een maximum van 6. Indien wordt overgegaan op een nieuwe partij bouten of een andere boutdiameter en/of lengte, dan dient het aandraaimoment opnieuw te worden vastgesteld. Het aantal te beproeven bouten bedraagt dan weer 3% met een minimum van 3 en een maximum van 6 van het aantal bouten dat op de betreffende dag uit die partij wordt voorgespannen. De verbindingmiddelen dienen tenminste tweemaal te worden aangedraaid met het vastgestelde moment. Er dient een gekalibreerde momentsleutel te worden gebruikt.

In afwijking van de bepalingen van NEN-EN 1090-2, 8.5 gelden voor het voorspannen van bouten in dynamisch belaste constructies zoals voegovergangen de volgende bepalingen:

A) Momentgestuurd aandraaien van bouten

Voor te spannen normale bout-moer verbindingen, welke binnen de gebruiksduur gedemonteerd dienen te kunnen worden (zoals sinusplaten), dient de momentmethode gebruikt te worden. Het benodigde aandraaimoment dient als volgt te 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.

Om voldoende zekerheid te hebben betreffende de grootte van de voorspankracht in de bout, dient deze met een boutkrachtmeter te worden gecontroleerd. De gemeten waarde van de voorspankracht dient te liggen tussen: $F_{p;d \min} = 0,75 F_{p;d}$ en $F_{p;d \max} = 0,9 F_{p;d}$. De voorspankracht $F_{p;d}$ dient te worden bepaald volgens NEN 6786.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode:

Bouten voorspannen met behulp van een momentsleutel of moeraanzetter, beide met afwijkingen van maximaal 5%. De voorspankracht dient met behulp van een boutkrachtmeter vooraf te worden gecontroleerd. De voorspankracht dient te liggen tussen $F_{p;d \min}$ en $F_{p;d \max}$. 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. De bouten ten minste tweemaal aandraaien tot het vastgesteld moment (M_A).

B) Momentgestuurd aandraaien van bouten in 2 fasen

Voor te spannen bouten welke binnen de gebruiksduur gedemonteerd dienen te kunnen worden en waarbij controle met een boutkrachtmeter niet mogelijk is (bijv. bij tapgaten of ankers) dient de momentmethode in 2 fasen worden gebruikt.

Het benodigde aandraaimoment dient te worden bepaald overeenkomstig hetgeen gesteld bij A) momentgestuurd aandraaien van bouten.

Procedure voor het aandraaien bij de momentmethode in 2 fasen

Fase 1: De bouten aandraaien tot het moment $M_1 = 0,7 M_A$ is bereikt. Dit dient tenminste eenmaal te worden herhaald.

Fase 2: Merkstrepen aanbrengen zodanig dat de nadraaihoek (globaal) kan worden afgelezen en vervolgens opvoeren tot M_A . Het aandraaien tot M_A tenminste eenmaal herhalen. Daarbij dient er op te worden gelet dat in deze fase de moer of bout, afhankelijk of op de moer of op de boutkop wordt aangedraaid, wel verdraait doch in het uiterste geval niet meer dan de hieronder gegeven hoek. Zolang die hoek niet wordt bereikt, is het aandraaimoment M_A bepalend. De werkelijke hoek zal in het algemeen aanzienlijk kleiner zijn.

Bij bouten met normale afmetingen en gewone (grove) spoed mag de gemeten hoek in fase 2 bij te klemmen stalen onderdelen, niet meer zijn dan 90°.

De uiterste hoekverdraaiing van bouten en ankers langer dan 250 mm, dient door berekening te worden bepaald uit de rek van de bout (anker) en de indrukking van de te klemmen onderdelen ten gevolge van $0,3 F_{p;d}$, vermeerderd met 70°. Echter niet minder dan 90°.

C) Moment-hoekmethode

Bij voor te spannen normale bout-moer verbindingen (tot en met M36), welke binnen de gebruiksduur niet gedemonteerd behoeven te kunnen worden, mag de moment-hoekmethode gebruikt worden. Het aandraaimoment in de eerste stap van deze moment-hoekmethode moet volgens 8.5.2 b) worden bepaald volgens bijlage H van EN-1090-2.

7.7 Uitvoering flexibele voegovergangen

Voor de uitvoering van flexibele voegovergangen wordt verwezen naar de RTD1007-4.

7.8 Uitvoering slijtlagen

Kunststof slijtlagen zoals bedoeld in §6.5 dienen uitgevoerd te worden conform NBD10201.

8 Kwaliteitsborging

8.1 Algemeen

Een kwaliteitsplan conform ISO-9001 dient beschikbaar te zijn waarin het relevante ontwerp, fabricage en inbouwaspecten en bijbehorende instructies 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 t.a.v. de kwaliteitsborging wordt verwezen naar betreffende kwaliteitsartikelen in het contract.

8.2 Ontwerpfase

Van ieder ontwerp dient te worden geverifieerd dat voldaan is aan de ontwerpseisen (hoofdstuk 5) en de minimale specificaties voor materialen (hoofdstuk 6)

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 worden 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 vaststellen van de aanwezige asfaltdikte ter plaatse van de aansluiting op de voegovergang.

De wijze waarop verificatie en validatie plaatsvindt en wordt vastgelegd dient in het kwaliteitsplan te worden beschreven.

8.3 Uitvoeringsfase

Tenminste de volgende informatie met betrekking tot het uitvoeringsproces dient in het kwaliteitsplan te worden opgenomen:

- planning fabricage en montage;
- locatie waar de voegovergang wordt gefabriceerd + bedrijfsnaam fabrikant;
- instructies voor fabricage (o.a. lasmethodebeschrijving);
- locatie waar de voegovergang wordt geconserveerd + bedrijfsnaam applicateur;
- beschrijving conserveringsproces en eventuele nabewerkingen;
- verkeersmaatregelen;
- instructies voor sloopwerkzaamheden (indien van toepassing);
- instructies voor conditionering in relatie tot weersomstandigheden;
- instructies voor de behandeling van de ondergrond/stortnaden;
- instructies voor de montage van de voegovergangsconstructie;
- 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;
- instructie voor het ontkisten en inspecteren van het ontkiste betonoppervlak;
- instructies voor het voorspannen van bouten en afwerken van boutgaten;
- instructies voor het herstellen van eventueel beschadigde conservering.

Alle relevante specificaties zoals deze volgen uit het ontwerp dienen te worden opgenomen in een keuringsplan en bij de uitvoering (fabricage en/of inbouw) te worden geverifieerd, waaronder:

- uit te voeren fabriekscontroles;
- (afname)controle van materialen op bouwplaats;
- controle afmetingen van de uitsparing/asfaltdikte;
- controle van aangebrachte verankeringen;
- controle minimale betonkwaliteit ondergrond (trek/hechtsterkte);
- controle voor het storten van (staalvezel)beton;
- 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 eisen opgenomen m.b.t. verificatie 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 5 zijn enkele onderdelen van het B&O-plan voor voegovergangen verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 5: 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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 en in het digitaal archief kunstwerken

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"^e, onder B01 Bruggen, is op hoofdlijnen aangegeven welke gegevens geleverd dienen te worden en waar deze opgeslagen dienen te worden. In tabel 6 is de inhoud van deze lijst verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 6: Overzicht overdrachtsgegevens voegovergangen

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Locatie	Hectometrering voegovergang	Kerngis
Type	conceptnummer volgens RTD1007-1, Productnaam, leverancier voegovergang	Kerngis
Datum aanleg		Kerngis
Garantie	Datum einde garantie	Kerngis
Beheer- en onderhoudsplan	Zie 9.1. Muteerbare bestanden (Word, Excel) in EOD, PDF in DISK	DISK/MIOK +EOD
Prestatieverklaring	Zie bijlage 2	Digitaal Archief Kunstwerken (DAK)/EOD
Ontwerpnota	Een beschouwing en onderbouwing van de gemaakte ontwerpkeuze met bijbehorende uitgangspunten, eisen, risico's, raakvlakken.	
Verificatienota	Volledig Verificatie- en validatiedossier	
As Built tekeningen	Zowel fabricage als inbouwtekeningen	
As Built berekeningen/ analyses	Berekeningen voegbewegingen; Constructieve analyses inclusief testresultaten voor zover relevant; Impliciete verificaties (referenties).	
Kwaliteitsplan	- Uitvoeringsplan/werkplan/werkinstructies - Keuringsplan	

^e Te vinden op: http://www.rws.nl/zakelijk/zakendoen_met_rws/werkwijzen/gww/data-eisen/

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Materiaalspecificatie	<ul style="list-style-type: none">- Productinformatie met karakteristieken/ eigenschappen van alle toegepaste materialen/producten- Type/opbouw/fabrikant conserveringssysteem	Digitaal Archief Kunstwerken (DAK)/EOD
Rapportage Fabricage	<ul style="list-style-type: none">- keuringsrapporten NDO lassen, conservering,- meetrapporten- certificaten staal, rubber e.d.	
Rapportage inbouw	<ul style="list-style-type: none">- geometrische controlemetingen g,- 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 toekomstige ETAG 032-1, gebaseerd op de laatste versie (september 2011) van deze ETAG zoals deze naar waarschijnlijkheid bij definitieve vaststelling zal luiden. De hierin opgenomen verkeersbelasting voor voegovergangen is gebaseerd op de NEN-EN 1991-2. Aanvullingen en afwijkingen hierop zijn noodzakelijk wegens de voorspellingswaarde van de ontwerplevensduur. Het betreft met name de as-geometrieën en het wielcontactoppervlakken voor vermoeiing en statische sterkte.

Op de ETAG 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 FLM1EJ wel toegepast worden mits bij B1.3.2 in de formules 5 en 6 als factor 0,8 worden genomen i.p.v. 0,7. Deze wijziging geldt ook voor verankeringen in betonconstructies.
- Bij B1.3.3 dienen in tabel B4 bij voegovergangen in auto(snel)wegen bij "gemiddeld aantal assen per voertuig" de waarden worden genomen die gelden voor "lange afstand" i.p.v. "middellange afstand".
- 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.).

Deze wijzigingen zijn reeds 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 aangevraagd 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.

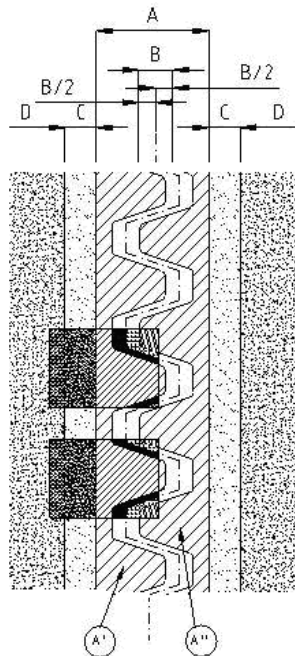
De wielbelasting wordt verdeeld over de effectieve contactvlakken tussen het wiel en de oppervlakte-elementen, waaronder de schampkanten, waarbij een stroeve werking van het wielcontactoppervlak wordt verondersteld. Bij het bepalen van de belasting dient rekening te worden gehouden met de details van 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 (wielprint) 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 voegovergangsbalk;

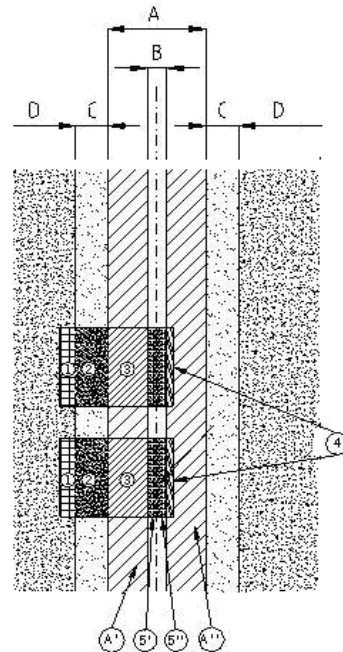
- Zone 3: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A' volgens Figuur B1;
- Zone 4: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A'' volgens Figuur B1;
- Zones 5' en 5'': gebieden van het wielcontactoppervlak die niet worden ondersteund door de voegovergang (gebieden met spleten en openingen).

Dit principe geldt voor zowel verticale krachten (aanligkrachten) als 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 aangegeven door middel van invloedslijnen/-oppervlakken in combinatie met de principes van zone-indeling

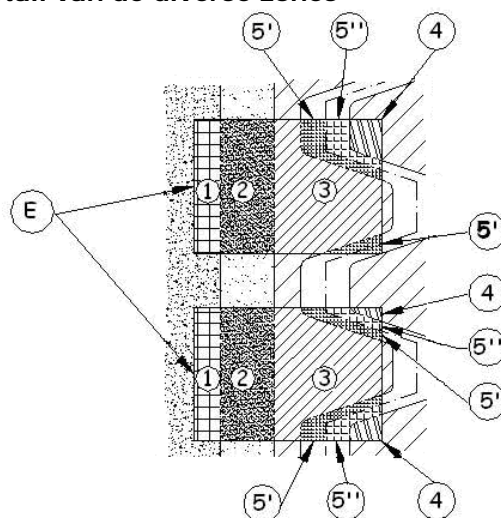
1. BOVENAANZICHT VAN WIELPRENT OP EEN VOEGOVERGANG MET GELUIDREDUCERENDE VOORZIENINGEN



2. BOVENAANZICHT VAN WIELPRENT OP EEN VOEGOVERGANG MET RECHTE RANDEN



Detail van de diverse zones

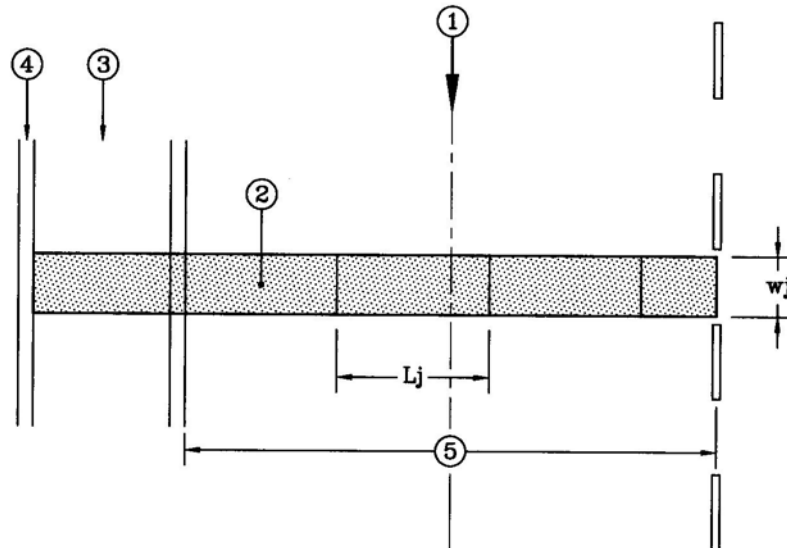


LEGENDA

- A :VOEGOVERGANG
- A' EN A'' :CONTACTVLAKKEN
- :VOEGOVERGANG
- B :SPLEET/OPENINGEN
- C :VOEGOVERGANGSBALK
- D :AANSLUITENDE VERHARDING
- E :WIELCONTACTOPPERVLAK (WIELPRENT)

Figuur B1.1: principes van inleiding van wielbelasting

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.



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

De scheefheid van voegovergangen dient mee genomen te worden bij de verificatie.

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_i (zie B1.2.2.1). 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 Tandemstelsels

De aslast op één as van het tandemstelsel TS_n wordt uitgeoefend op de vier wielprenten van twee dubbele banden, waarbij voor elke wielprent geldt $l = 300$ mm, $b = 250$ mm, met een opening tussen twee wielprenten van 100 mm. De binnenaafstand tussen het wielcontactoppervlakken bedraagt 1300 mm. De geometrie wordt aangegeven in Figuur B1.3 (in meters).

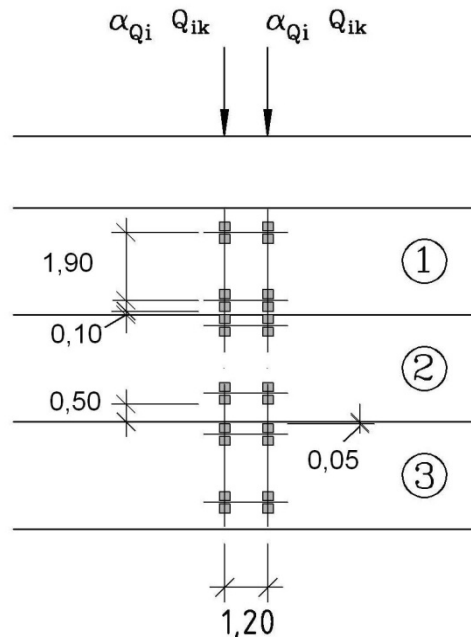


Figuur B1.3: wielprent

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 NEN-EN 1991-2 waarbij de ROK-aanvulling op §4.2.3 (1) niet geldt.



Figuur B1.4: opstelling van tandemstelsel

Opmerking:

Als wordt aangetoond dat de belastingen in rijstrook 3 geen invloed hebben op het ontwerp van de voegovergang, kunnen deze worden weggelaten.

Tabel B2 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).

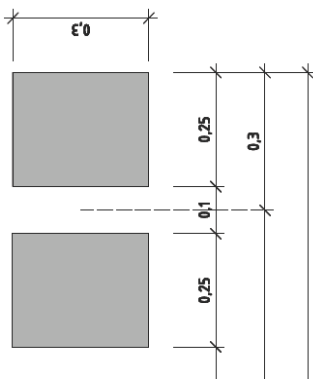
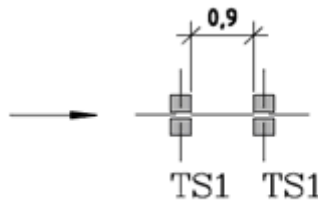
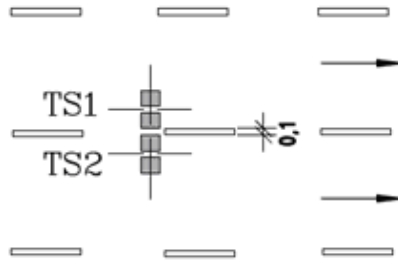
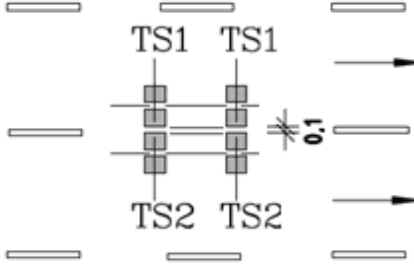
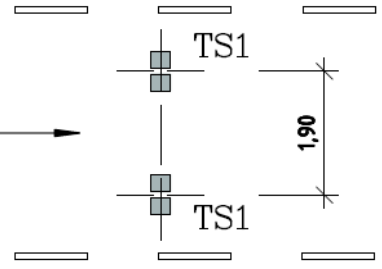
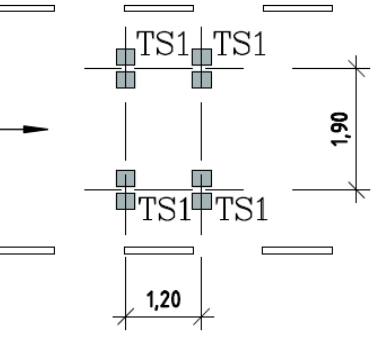
B1.2.1.2 Belastingmodel 1

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

Tabel B1: basiswaarden

Locatie	Tandemstelsel	Aslasten Q_{ik} (kN)
Rijstrook 1	TS1	300
Rijstrook 2	TS2	200
Rijstrook 3	TS3	100

Tabel B2: wiel- en aslasten

Lj	$W_j \leq 1,20$ m	$W_j > 1,20$ m
<p>< 0,5 m</p>	<p>$Q_{ik}/2 = 150$ kN</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 1</p>	<p>$Q_{ik}/2 = 150$ kN</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 2</p>
<p>0,5 - 1,60 m</p>	<p>$Q_{1k}/2 = 150$ kN (TS1) $Q_{2k}/2 = 100$ kN (TS2)</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 3</p>	<p>$Q_{1k}/2 = 150$ kN (TS1) $Q_{2k}/2 = 100$ kN (TS2)</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 4</p>
<p>1,60 - 2,50 m</p>	<p>Aslast $Q_{1k} = 300$ kN (TS1)</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 5</p>	<p>Aslast $Q_{1k} = 300$ kN (TS1)</p>  <p style="text-align: center;">Figuur 6</p>

Lj	Wj ≤ 1,20 m	Wj > 1,20 m
> 2,50 m	<p>Aslast: zie tabel B1</p> <p>Figuur 7</p>	<p>Aslast: zie tabel B1</p> <p>Figuur 8</p>

Aanwijzingen bij tabel B2:

- 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 B3.
- 4) Uitgezonderd voor flexibele en verborgen voegovergangen, zal het verspreidingseffect van de verharding op de voegovergangen volgens §4.3.6 van NEN-EN 1991-2, indien aanwezig, buiten beschouwing 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.

B1.2.1.3 Belastingen op voetpaden

Geconcentreerde belasting $Q_{fwk} = 35 \text{ kN}$ op een wielprint van $200 \times 200 \text{ mm}^2$. Met deze geconcentreerde belasting zijn alle belastingeffecten afgedekt.

B1.2.1.4 Buitengewone belasting

De in rekening te brengen buitengewone belasting betreft een voertuig op voegovergangen in voetpaden, fietspaden en inspectiepaden. Buitengewone belastingen dienen in overeenstemming te zijn met EN 1991-2, artikel 4.7.3.1.

(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 onbeschermden delen van de voegovergang (onder en achter de voertuigkering tot aan het uiteinde van voegovergangen bij de rand van het brugdek).

De aslast is:

$$A_d = \alpha_{Q2} Q_{2k} = 200 \text{ kN} \quad [1]$$

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 NEN-EN 1991-2 sluit toepassing van lid 1 van G2.1.4 uit. Lid 2 geldt dus in principe altijd.

B1.2.2 Model voor horizontale belasting

De horizontale belasting op voegovergangen zijn 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:

$$Q_{lk} = b_k * \alpha_{Q1} * Q_{1k} = 120 \text{ kN} \quad [2]$$

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) Als er geen andere vereisten zijn omschreven in de paragrafen over productfamilies, kan de rem- of versnellingskracht van een wiel worden verdeeld over de lastdragende elementen, equivalent aan de samengevatte contactspanningen, zoals bepaald na het in mindering brengen van spleten en openingen (zie Figuur B1). 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 sliplcrachten), hoeven niet afzonderlijk in rekening te worden gebracht aangezien deze worden beschreven in artikel B1.2.2.2, Centrifugaalkrachten .

B1.2.2.2 Centrifugaalkrachten

De centrifugaalkrachten zijn afgeleid uit Belastingmodel 1.

$$Q_v = \sum \alpha_{Qi} * Q_{ik} \quad [3]$$

De centrifugaalkrachten worden:

$$Q_{tk} = 0,2 Q_v \quad [4]$$

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:

$$Q_{tk} = 20 \text{ kN}$$

Voorbeeld: 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 B2 zijn van toepassing.

Waar relevant dient rekening te worden gehouden met de invloed van de tweede as.

B1.2.2.3 Buitengewone belastingen

Aanrijdkrachten op schampkanten van voegovergangen.

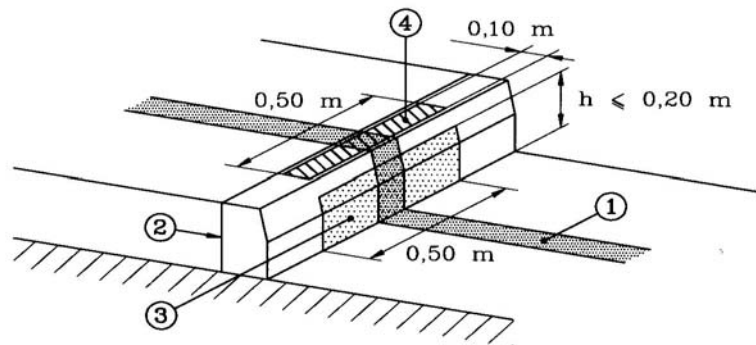
In het ontwerp van de voegovergang kan op twee manieren rekening worden gehouden met aanrijdkrachten op schampkanten:

- De uitgeoefende krachten zijn in overeenstemming met EN 1991-2, artikel 4.7.3.2, en de constructie (voegovergang met schampkanten) kan deze krachten zonder schade opvangen.
- De schampkanten kunnen worden gerepareerd en/of vervangen; zelfs ernstige schade aan de schampranden heeft geen gevolgen voor de constructie van de voegovergang.

B1.2.2.3.1 Schampkanten die niet geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

Schade aan de schampkanten heeft gevolgen voor de constructie van de voegovergang. De buitengewone belasting A_d door een aanrijding van een voertuig tegen de schampkanten wordt in rekening gebracht als een zijwaartse kracht F_h die gelijk is aan 100 kN werkend op een verticaal oppervlak met een lengte van 0,5 m en een maximale hoogte van 0,2 m, samen met een verticale verkeersbelasting die samenvalt met de aanrijdkracht en die gelijk is aan $0,33\alpha_{Q1}Q_{1k}$ op een horizontaal oppervlak met een lengte van 0,5 m en een breedte van 0,1 m (zie Figuur B1.6). De waarde voor α_{Q1} is 1,0.

$A_d = 100$ kN (horizontaal) "+" 50 kN (verticaal)



- ① Voegovergang
- ② Schampkant
- ③ Verticaal oppervlak voor zijwaartse kracht $F_h = 100$ kN
- ④ Horizontaal oppervlak voor verticale kracht $F_v = 50$ kN

Figuur B1.6: buitengewone belastingen van schampkanten

B1.2.2.3.2 Schampkanten die geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

Zelfs ernstige schade aan de schampranden 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 B1.2.2.3.1.

Een afdekplaat is een voorbeeld van een schampkantoplossing die geschikt is voor reparatie en/of vervanging.

B1.3 Belastingmodellen 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 wielprenten gegeven, aangezien voegovergangen oppervlakte-elementen zijn die een meer accurate modellering van de interactie tussen de aslast en het wegoppervlak vereisen.

De werkingen, 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 geschikt is voor 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) zal waar relevant in rekening gebracht 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 door de fabrikant.

Tabel B3: astypen, wielprenten en as-geometrieën

Belastingmodel voor vermoeiing	Astypen	Wielprent A _w (l x b)	Wielprent/as-geometrie in dwarsrichting
FLM1 _{EJ}		300 x 250	Wielprent 250 mm, spleet 100 mm, wielprent 250 mm, afstand 1300 mm, wielprent 250, spleet 100 mm, wielprent 250 mm.
FLM2 _{EJ}	A	300 x 250	Wielprent 250 mm, afstand 2000 mm, wielprent 250 mm.
	B	300 x 250	Zie FLM1 _{EJ} .
	C	300 x 333	Wielprent 333 mm, afstand 1834 mm, wielprent 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 geselecteerd uit EN 1991-2, tabel 4.5. De transversale verdeling wordt gegeven in EN 1991-2, Figuur 4.6.

Het histogram voor verticale aslasten in tabel B3 is afgeleid van EN 1991-2, tabel 4.7 voor het verkeerstype Gemiddelde afstand. Het aantal verticale aslasten per jaar kan worden vastgesteld door het aantal voertuigen per jaar uit EN 1991-2, tabel 4.5, te vermenigvuldigen met het aantal voertuigassen.

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:

$$Q_{1k,fat} = \Delta\phi_{fat} * Q_{1k} * 0,8 = 312 \text{ kN}$$

$$\Delta\phi_{fat} = 1,3 \text{ en } Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

[5]

in combinatie met:

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

in de rijrichting
 $\Delta\varphi_{fat,h} = 1,0$

[6]

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

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

B1.3.3 Belastingmodel voor vermoeiing 2 (FLM2_{EJ})

Voor het gebruik van dit model kan het aantal voertuigen worden geselecteerd uit EN 1991-2, tabel 4.5. De transversale verdeling wordt gegeven in Figuur 4.6. De interactie van verticale en horizontale aslasten voor hellingen in de rijrichting wordt gegeven in tabel B4.

Tabel B4: verticale en horizontale belastingen voor vermoeiing

$Q_{1k,fat}$ Verticale aslast kN inclusief $\Delta\varphi_{fat} = 1,3$	$Q_{1lk,fat}$ Horizontale aslast kN in rijrichting inclusief $\Delta\varphi_{fat,h} = 1,0$	Gemiddeld aantal assen per voertuig (lange afstand)	Astype
100	-	0,76	A
120	-	1,80	C
150	$y = 3x + 8$	0,12	B
170	$y = 4,5x + 6$	0,30	B
190	$y = 5x + 8$	0,66	B

Waarbij x = helling in % met een minimumwaarde van 4.

De belastingen genoemd in tabel B4 zijn inclusief de volgende aanvullende dynamische factoren $\Delta\varphi_{fat} = 1,3$ en $\Delta\varphi_{fat,h} = 1,0$. Deze factoren kunnen worden aangepast op basis van voertuigbelastingproeven.

Opmerking: de waarde $\Delta\varphi_{fat} = 1,15$ volgens de Nationale Bijlage van NEN-EN 1991-2 geldt niet voor voegovergangen. Deze dient altijd 1,3 te zijn.

B1.4 Verificatie

B1.4.1 Algemeen

De verificaties in de uiterste grenstoestand (STR en FAT) mogen worden uitgevoerd voor volledig plastisch gedrag, rekening houdend met de verificatiemethoden gegeven in de relevante Europese normen.

De verificaties in de bruikbaarheidsgrenstoestand worden uitgevoerd voor 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.

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} .

De verticale verkeersbelastingen in combinaties worden afgeleid uit belastingmodel 1.

B1.4.2.1 Verkeersbelastingen en ontwerpsituaties (combinaties)

Deze combinatie van blijvende en tijdelijke ontwerpsituaties voor de uiterste grenstoestand kan resulteren in diverse combinaties, afhankelijk van de geometrie van de elementen van de voegovergang en de daarbij behorende invloedslijnen of -oppervlakken.

$$C_{ULS} = \gamma_{Gi} G_k + \gamma_F F_{ik} + \psi_{OT} \gamma_{Q1} [Q_{1k} + (\psi_{OIk} Q_{Ik1} + \psi_{Otk} Q_{tk1}) + Q_{2k} + (\psi_{Otk} Q_{tk2}) + Q_{3k} + (\psi_{Otk} Q_{tk3})] + \gamma_{dE} * \psi_{Od} d_{Ek} \quad [7]$$

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 B5 en de waarden van de combinatiefactoren ψ_0 worden gegeven in tabel B6.

Tabel B5: 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	
γ_{dE}	1,00	Niet van toepassing	

Tabel B6: combinatiefactoren ψ_0

C_{ULS}	Ontwerpsituatie	ψ_{OT}	ψ_{Od}	ψ_{OIk}	ψ_{Otk}
1	Gereduceerde openingspositie met maximale verkeersbelastingen, rijdend verkeer met centrifugaaleffecten	1,00	0,60	0	0,50
2	Maximale openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, remmend verkeer met centrifugaaleffecten	0,70	1,00	0,50	0,50

ψ_{OT} : combinatiefactor voor verkeersbelastingen

ψ_{Od} : combinatiefactor voor openingspositie

ψ_{OIk} : combinatiefactor voor verkeersbelastingen in de rijrichting

ψ_{Otk} : combinatiefactor voor verkeersbelastingen loodrecht op de rijrichting

Als een overkoepelende aanpak, waarin alle ontwerpsituaties worden afgedekt, kunnen de factoren ψ_0 als volgt worden aangenomen:

ψ_{OT} en $\psi_{Od} = 1,00$

ψ_{OIk} en $\psi_{Otk} = 0,50$

Voorbeeld voor rijdend en afremmend verkeer:

ULS 1, Gereduceerde openingspositie met maximale verkeersbelastingen, rijdend verkeer met centrifugaaleffecten, ongunstig, gevolgen van falen door interne krachten zijn lokaal en/of te verwaarlozen.

$$C_{ULS-1} = 1,35 G_k \text{ verticaal } "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,35 \times 1,00 [300 \text{ kN verticaal } "+" (0,00 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting } "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal } "+" (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 100 \text{ kN } "+" 0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht}] "+" 0,6 \times \gamma_{dE} d_{Ek}$$

ULS 2, Maximale openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, remmend verkeer met centrifugaaleffecten, ongunstig, gevolgen van falen door interne krachten zijn lokaal en/of te verwaarlozen.

$$C_{ULS-2} = 1,35 G_k \text{ verticaal } "+" 1,2 F_{ik} "+" 1,35 \times 0,70 [300 \text{ kN verticaal } "+" (0,50 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting } "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal } "+" (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal langsrichting}) "+" 100 \text{ kN } "+" 0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht}] "+" 1,00 \times \gamma_{dE} d_{Ek}$$

Opmerking: voegovergangen kunnen tekenen van interne krachten vertonen als gevolg van opgelegde verplaatsingen, rotaties en/of voorspanning veroorzaakt door bijvoorbeeld samendrukking of uitrekking, en/of relatieve bewegingen. Een wielbelasting is 0,5 keer de aslast. De positie van de assen dient in overeenstemming te zijn met B1.2.1.1 en B1.2.1.2. De overdracht van de belasting dient in overeenstemming zijn met B1.1.

Tabel B7: informatie over belastingen

Oorsprong	Waarde	Richting	Positie	Belasting
Eigen gewicht, G_k	Gedefinieerd door fabrikant	Verticaal		
Effecten van reactiekrachten, F_{ik}	Gedefinieerd door fabrikant	-		
Rijstrook 1, Q_{1k}	As 300 kN	Verticaal	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 2, Q_{2k}	As 200 kN	Verticaal	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 3, Q_{3k}	As 100 kN	Verticaal	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 1 Q_{lk1}	As 120 kN	Horizontaal	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 1, Q_{tk1}	As 60 kN	Horizontaal loodrecht op de rijrichting	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 2, Q_{tk2}	As 40 kN	Horizontaal loodrecht op de rijrichting	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Rijstrook 3, Q_{tk3}	As 20 kN	Horizontaal loodrecht op de rijrichting	B1.2.1.1 en B1.2.1.2	B1.1
Buitengewone belastingen op voetpad en fietspad, A_{k1}	Wiel 100 kN	Verticaal	EN 1991-2, artikel 4.7.3.1 (1) en (2)	B1.1
Buitengewone belasting op schampkant, A_{k2}	Wiel 100 kN	Horizontaal	EN 1991-2, artikel 4.7.3.2 (1)	B1.1

B1.4.2.2 Combinaties voor buitengewone situaties

Deze combinatie van buitengewone ontwerpsituaties voor de uiterste grenstoestand kan resulteren in diverse combinaties, afhankelijk van de geometrie van de elementen van de voegovergang en de daarbij behorende invloedslijnen of -oppervlakken.

Er worden geen buitengewone belastingen in rekening gebracht voor de rijbaan. Het effect van buitengewone belastingen is lokaal (op het voetpad en de schampkant) en zal om die reden alleen worden gecombineerd met de verkeersbelastingen in rijstrook 1.

$$C_{ULS-ACC} = G_k + F_{ik} + \psi_{2k} (Q_{1k} + Q_{lk1} + Q_{tk1}) + A_d + \psi_{2d} d_{Ek} \quad [8]$$

ψ_{2k} = Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van een variabele werking

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.

$$C_{ULS,A2} = G_k \text{ verticaal} + F_{ik} + 0,3 [300 \text{ kN verticaal} + 120 \text{ kN horizontaal langsrichting} + 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}] + (100 \text{ kN horizontaal loodrecht} + 50 \text{ kN verticaal}) + 0,6 d_{Ek}$$

De quasi-permanente waarde van verkeersbewegingen op voegovergangen komt overeen met een lagere grens van bewegende assen en is daardoor niet nul.

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 B1.2.1.4.

$\gamma_{Q2} = 1,0$

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 B1.2.2.3.1 and B1.2.2.3.2.

B1.4.2.3 Combinatie voor seismische ontwerpsituaties

Ontwerpsituaties met aardbevingsbelastingen worden bij voegovergangen niet beschouwd.

B1.4.2.4 Combinatie voor grenstoestand vermoeiing

De grenstoestand voor vermoeiing is het moment waarna de constructie onvoldoende draagvermogen heeft als gevolg van scheurvorming na een bepaald aantal belastingswisselingen.

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:

$$C_{FAT} = F_{ik} + [Q_{1k,fat} + Q_{lk1,fat}] + \psi_{0d} d_{Ek} \quad [9]$$

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

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

De waarde van factoren $\Delta\varphi_{fat}$ en $\Delta\varphi_{fat,h}$ wordt gegeven in paragraaf B1.3.2.

Opmerking: $Q_{1k,fat}$ en $Q_{ik1,fat}$ in B1.3 zijn aslasten in relatie tot het aantal voertuigen voor het desbetreffende belastingmodel voor vermoeiing. Voor FLM1_{EJ} is het aantal voertuigen niet relevant, voor FLM2_{EJ}, zie B1.3.3.

Voorbeeld van vermoeiing voor verificatie van onbeperkte vermoeiingslevensduur:

$C_{FAT} = F_{ik} + [210 \text{ kN verticaal} + \Delta\varphi_{fat,h} 42 \text{ kN horizontaal}] + 0,60$ maximaal aangegeven openingspositie van de voegovergang.

Opmerking: waar relevant dient rekening te worden gehouden met de vrije trilling en het dempingeffect.

B1.4.3 Combinaties in de bruikbaarheidsgrenstoestand
(Symbolen zoals voor combinaties in de uiterste grenstoestand)

De belastingen dienen zoals hieronder aangegeven te worden gecombineerd.

$$C_{SLS,CHAR} = G_k + F_{ik} + \psi_{0T} [Q_{1k} + (\psi_{0Ik} Q_{ik1} + \psi_{0tk} Q_{tk1}) + Q_{2k} + (\psi_{0tk} Q_{tk2}) + Q_{3k} + (\psi_{0tk} Q_{tk3})] + \psi_{0d} d_{Ek} \quad [10]$$

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 B6.

Als een overkoepelende aanpak, waarin alle ontwerpsituaties worden afgedekt, kunnen de factoren ψ_0 als volgt worden aangenomen:

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

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

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

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

Voorbeeld van karakteristieke combinatie:

$C_{SLS,CHAR 1} = G_k + F_{ik} + 1,00 [300 \text{ kN verticaal} + (0,00 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting} + 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) + 200 \text{ kN verticaal} + (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal loodrecht}) + 100 \text{ kN verticaal} + (0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht})] + 0,6 \times d_{Ek}$

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

Lijst met afkortingen

Afkorting	Toelichting	Referentie
Latijnse hoofdletters		
C _{FAT}	Combinatie voor grenstoestand voor vermoeiing	
C _{SLS}	Combinatie voor grenstoestand voor bruikbaarheid	-
C _{SLS-FREQUENT}	Frequente combinatie	-
C _{ULS}	Combinatie van permanente en tijdelijke ontwerpsituaties voor ULS	-
C _{ULS-ACC}	Combinatie voor buitengewone ontwerpsituatie	-
FLM1	Belastingmodel 1 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.2
FLM2 _{EJ}	Belastingmodel 2 voor vermoeiing voor voegovergangen	
FLM1 _{EJ}	Belastingmodel 1 voor vermoeiing voor voegovergangen	
FLM4	Belastingmodel 4 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.5
F _{ik}	Karakteristieke interne kracht veroorzaakt door voorspanning en opgelegde vervormingen	-
G	Eigen gewicht (permanente werking)	EN 1990, cl. 1.6
LM1	Model 1 voor statische belasting	EN 1991-2 cl. 4.3.1 en 4.3.2
L _j	Structurele (effectieve) lengte van de voegovergang	-
P _{D-wiel}	Verticale wielbelasting (ontwerp)	-
S	Wielprentoppervlak	-
SLS	Grenstoestand voor bruikbaarheid	EN 1990 cl. 6.5
S _v	Gebied met spleten en openingen	-
Q _v	Samengevatte gecorrigeerde verticale belastingen voor het bepalen van de samengevatte 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	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.1
Q _{tk}	Centrifugaalkracht	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.2
Q _{1k, fat}	Verticale aslast van FLM1 _{EJ}	
Q _{1lk, fat}	Horizontale aslast van FLM1 _{EJ}	
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	-
Latijnse kleine letters		
b _k	Karakteristieke waarde van het vertragingseffect	-

Afkorting	Toelichting	Referentie
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: TS i)	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	-
Toelichting		
-	Wordt alleen gebruikt in deze bijlage, geen referenties.	

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. Definitie van het voegtype en beschrijving van de voegovergang inclusief alle onderdelen
2. Beschrijving van het bedoelde gebruik:
 - Gebruikscategorie (type weg, verkeerscategorie volgens EN1992-1 tabel 4.5n)
 - Ontwerplevensduur voegovergang en 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
3. Mechanische eigenschappen en toegepaste verificatiemethode:
 - Het dilatatiebereik waarbinnen de voegovergang aan alle functie-eisen kan blijven voldoen en toegepast mag worden.
Dit bereik geldt zowel ten aanzien van de brugdekopening (bridge gap) als de voegopening (expansion joint gap) in verband met een juiste afdracht van belasting en toegankelijkheid
 - Mechanische weerstand (gebruikt statisch belastingmodel en correctiefactor α_q , en gebruikte partiële factoren voor belasting en sterkte)
 - Weerstand tegen vermoeiing (gebruikte vermoeiingsbelastingmodel, aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf) en 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;
6. Eigenschappen m.b.t. waterdichtheid en verificatiemethode;
7. Eigenschappen m.b.t. duurzaamheid en verificatiemethode;
 - weerstand tegen corrosie
 - weerstand tegen fysische aantasting
 - weerstand tegen chemische aantasting

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 typetest 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) ⁱ	A	-	-	-	(A) ⁱ	
	Maximale verticale verplaatsing bij spleten	A	A	A	-	-	A	
	Niveaueverschillen 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	

^a Betreft alleen de afdekplaat

^b Zie bijlage 5, B5.2 voor een voorbeeld van een componenttest

^c EEM-berekeningen in geval van complexe krachtsafdracht verankering en eventueel voor analyse van spanningsconcentraties

^d Betreft in feite de mechanische weerstand tegen spoorvorming. Zie RTD1007-4 voor testen.

^e Zie bijlage 5, B5.3 voor een voorbeeld van een test

^f Betreft alleen de ondersteunde vingervoegen

^g Zie bijlage 5, B5.4 voor een voorbeeld van een test

^h Betreft ondersteunde types

ⁱ Bij toepassing geluidsreducerende voorzieningen

Bijlage 4 Eisen voor componenten van rubber en kunststof

Tabel B4.1 Eigenschappen van rubber voor afdichtingsmateriaal

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Componentnr.	-	-		Benaming	Benaming	Elke charge of certificaat 3.1
Dichtheid	ISO 2781	kg/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
Trekvastheid	ISO 37	N/mm ²		Min. 11,0	Min. 11,0	Elke charge of certificaat 3.1
Uitrekking bij breuk	ISO 37	%		Min. 350%	Min. 350%	Elke charge of certificaat 3.1
Compressieset	ISO 815	%	Type B proefvlak 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:	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal:	Minimaal één keer per jaar
		IRHD		- aanpassing van hardheid: ≤ +7,	- aanpassing van hardheid: ≤ +7,	
		%		- reductie van trekvastheid: ≤ 20,	- reductie van trekvastheid: ≤ 20,	
	%		- reductie van uitrekking bij breuk: ≤ 30.	- reductie van uitrekking bij breuk: ≤ 30.		
Weerstand tegen ijsbestrijdingsmiddelen	ISO 1817	IRHD %	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	gereduceerde hardheid: ≤ 5 volumetoename: ≤ 10	gereduceerde 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	-	-

Tabel B4.2 Eigenschappen van rubber voor matten

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Componentnr.	-	-		Benaming	Benaming	Elke charge of certificaat 3.1
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
Trekvastheid	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
Uitrekking 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
Scheurvastheid	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
Compressieset	ISO 815	%	Type B proefvlak 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 hete lucht 70°C	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal:	M.b.t. niet-verouderd materiaal:	Minimaal één keer per jaar
		%		- aanpassing van hardheid: ≤ +7, - reductie van trekvastheid: ≤ 15, - reductie van uitrekking bij breuk: ≤ 25.	- aanpassing van hardheid: ≤ +7, - reductie van trekvastheid: ≤ 15, - reductie van uitrekking bij breuk: ≤ 25.	
		%				
Weerstand tegen ijsbestrijdingsmiddelen	ISO 1817	IRHD %	14 dagen 23°C, 4% kaliumchloride-oplossing	gereduceerde hardheid: ≤ 5 volumetoename: ≤ 10	gereduceerde 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	-	-
Schuurvastheid	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 identificatiedoelinden)		-
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
Componentnr.	-			Benaming	Benaming	Elke charge of certificaat 3.1
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
Trekvastheid	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
Uitrekking 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
Scheurvastheid	ISO 34-1		Methode A	Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: -	Minimaal één keer per jaar
Afschuifstijfheid	ISO 1827	N/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
Compressieset	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		- aanpassing van hardheid: $\leq +7$	- aanpassing van hardheid: $\leq +7$,	
		%		- reductie van trekvastheid: ≤ 20 ,	- reductie van trekvastheid: ≤ 20 ,	
		%		- reductie van uitrekking bij breuk: ≤ 30 .	- reductie van uitrekking 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	ISO3417 ISO 6502			Resultaat van test	-	-

Tabel B4.4 Eigenschappen van PTFE voor glijopleggingen, aandrukveren en geleidingen

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Componentnr.				Benaming	Benaming	
Dichtheid	ISO 1183	kg/m ³		2140 - 2200	2140 - 2200	Elke charge
Hardheid IRHD (kogelindrukmet hode)	ISO 2039-1	N/mm ²	H132/60	23 - 33	23 - 33	Elke charge
Trekkarakteristieken	ISO 527-2	N/mm ²		29 - 40	29 - 40	Elke charge
Uitrekking 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
Componentnr.				Benaming	Benaming	
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
Trekarakteristieken	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
Uitrekking 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
Compressieset	ISO 815	%	22h 700C, 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 Testen van componenten en voegovergangen (informatief)

In deze bijlage zijn enkele (type)testen voor voegovergangen en componenten beschreven zoals deze in de ETAG032 voorkomen. Deze testmethoden zijn (nog) niet verplicht maar mogen als geschikte testmethoden worden beschouwd.

- B5.1 Testmethode voor dynamische beoordeling van lamellenvoegovergangen
- B5.2 Testmethode voor mechanische weerstand van componenten (inclusief kruip en relaxatie)
- B5.3 Testmethode voor weerstand tegen vermoeiing en slijtage van componenten van lamellenvoegovergangen.
- B5.4 Testmethode voor weerstand tegen vermoeiing en slijtage van rubbermatvoegovergangen

Opmerking: relevante testen voor flexibele voegovergangen zijn opgenomen in RTD1007-4

B5.1 Testmethode voor dynamische beoordeling van lamellenvoegovergangen

1. Inleiding

Een lamellenvoegovergang is een constructie die uit verschillende componenten bestaat. De specifieke testbelastingen en randvoorwaarden voor de componenten en de constructie als geheel kunnen niet uitsluitend op basis van analyse worden vastgesteld. Om die reden is er tevens behoefte aan praktijktesten gecombineerd met 3D-analyses (EEM).

In deze bijlage wordt beschreven hoe praktijktesten van de constructie dienen te worden ingericht en uitgevoerd. Daarnaast wordt toegelicht hoe het dynamische gedrag kan worden geëvalueerd. In deze context verwijzen praktijktesten naar testen die worden uitgevoerd op voegovergangen op ware grootte die zijn ingebouwd in een bestaand wegdek of in een proefvak.

2. Doelstelling

De doelstelling van deze testmethode is het afleiden van de dynamische eigenschappen, dynamische factoren voor verticale en horizontale belastingen, systeem- en materiaaldemping, vrije trilling, de (dynamische) belastingen van de constructie en de randvoorwaarden voor het testen van de componenten, waar nodig.

3. Principes

Het principe van deze test is dat een voegovergang op ware grootte wordt blootgesteld aan bewegende belastingen die worden uitgeoefend door een referentievoertuig (voertuigbelastingproef) en dat de metingen, uitgevoerd met bijvoorbeeld snelheidsmeters, spanningsmeters en laserapparatuur, een adequate dynamische analyse opleveren.

De ontwerpaspecten gebaseerd op de testen dienen in overeenstemming te zijn met EN 1990, annex D. Aangezien het dynamische onderzoek geen hogere nauwkeurigheid vereist dan ongeveer 10 %, is één testopstelling, waarover een testvoertuig met verschillende snelheden wordt gereden, voldoende.

Gelijktijdig met de test zal een 3D-model (EEM) van de constructie worden vervaardigd, dat wordt gebruikt om eigenfrequenties en eigenvectoren af te leiden voor het verkrijgen van kennis en inzicht waarmee de prestaties van lamellenvoegovergangen met andere aantallen afdichtingsprofielen kan worden afgeleid.

De resultaten van de test en analyses gelden voor voegovergangen van hetzelfde type, maar met andere afmetingen, op voorwaarde dat de natuurlijke frequenties berekend voor de verticale, horizontale en rotatierichting niet lager zijn dan 90% van de frequenties van de oorspronkelijk geteste en geanalyseerde voegovergang. Wanneer de natuurlijke frequenties hoger zijn, zal de dynamische respons kleiner zijn dan die van de geteste voegovergang en kunnen de gemeten waarden als een veilige aanname worden gebruikt.

4 Scope en toepassingsgebied

De evaluatie van testresultaten gebaseerd op deze bijlage is van toepassing op voegovergangen die met maar één as in de rijrichting worden belast (breedte van overgang is ongeveer 1200 mm). In het geval van grotere voegovergangen kunnen de testresultaten worden gebruikt in combinatie met aanvullende analyses.

De dynamische beoordelingen die worden beschreven in deze bijlage zijn gebaseerd op voegovergangen die loodrecht op de rijrichting en loodrecht op de hoofdas van het brugdek zijn ingebouwd.

Voegovergangen niet loodrecht op de rijrichting worden gekenmerkt door een minder abrupte inleiding van de belasting en kunnen daarom als inbegrepen worden beschouwd. Scheve voegovergangen kunnen als inbegrepen worden beschouwd door onderzoek van loodrechte overgangen als hun dynamische eigenschappen gelijk zijn aan die van loodrechte voegovergangen.

In het geval van voegovergangen met ruimtelijke details, zoals horizontale krommingen, mogelijk gecombineerd met verticale krommingen, zijn aanvullende analyses noodzakelijk.

5 Monsters en voorbereiding proefstukken

De proefstukken dienen te bestaan uit voegovergangen op ware grootte met minimaal drie lamellen met een minimumlengte van zes tussenliggende overgangen en twee uitkragende onderdelen. (Een dergelijke voegovergang is in de praktijk geschikt voor een tweebaans snelweg met vluchtstrook.) De hartafstand van de dwarsdragers dient ten minste 80% van de maximale theoretische waarde te bedragen. De uitkraging van de lamellen dient ongeveer 30% van de tussenliggende overgangen van de lamellen te bedragen. De voegovergangen dienen loodrecht op de rijrichting te worden ingebouwd.

De voegovergang dient in goede conditie te zijn, zonder ontbrekende of gebrekkige onderdelen. De vlakheid van de voegovergang dient te voldoen aan de ontwerpspecificaties van de fabrikant. De vlakheid van de aanliggende verharding dient van gemiddelde kwaliteit te zijn (zie EN 1991-2, cl 4.2.1, noot 3). De uitlijning dient vloeiend te zijn, zonder onderbrekingen.

Gesteld dat de materialen voor de componenten voldoen aan de gedetailleerde eisen gegeven in bijlage B2 en B3, kan worden aangenomen dat het verouderingsproces gedurende de ontwerplevensduur van de componenten (slijtage, relaxatie) geen significante aanpassing tot gevolg zal hebben van de geassembleerde "veer"-karakteristieken bij de verbindingen, onderbouwconstructies, etc. Als voor de materialen geen gedetailleerde specificatie is opgenomen conform bijlage B2/B3, dienen de verouderingseffecten te worden geanalyseerd en in rekening gebracht te worden bij de hier beschreven testen.

6 Testopstelling en -omstandigheden

6.1 Locatie en omstandigheden

De voegovergang wordt ingebouwd in een wegdek (bij voorkeur een proefvak), gebruikmakend van technieken zoals bij een "echte" situatie. Aangezien een lamellenvoegovergang overwegend bestaat uit een stalen constructie met veren, glijvlakken en scharnieren, worden de testen uitgevoerd bij omgevingstemperaturen (tussen + 5°C en + 35°C).

6.2 Voorgesteld type

Minimaal 4 afdichtingsprofielen (3 lamellen).

6.3 Instrumenten

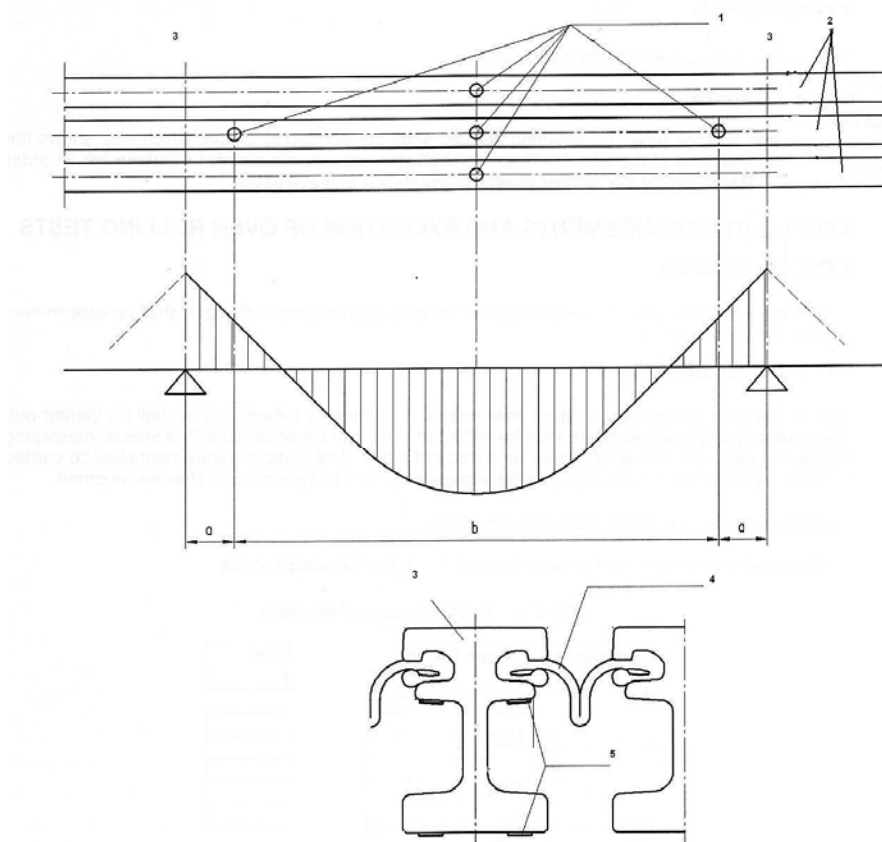
De instrumenten van de voegovergang dienen te bestaan uit een combinatie van snelheidsmeters, spanningsmeters en verplaatsingssensoren op de lamellen en dwarsdragers. De instrumenten moeten een duidelijke analyse mogelijk maken van massabewegingen, verticale doorbuiging, horizontale doorbuiging, torsie en/of kanteling. De bemonsteringsfrequentie van de instrumenten dient een juiste analyse van het dynamische gedrag mogelijk te maken. De instrumenten en gegevensacquisitie is toereikend wanneer de natuurlijke frequenties in verticale en horizontale richting en met betrekking tot torsie (kantelen) kunnen worden afgeleid.

Een minimale bemonsteringsfrequentie van 1500 Hz wordt aanbevolen voor de gegevensacquisitie, aangezien de natuurlijke frequentie van veel constructies ongeveer 120 Hz bedraagt.

6.4 Lamellen

Drie aangrenzende lamellen dienen te worden voorzien van spanningsmeters, op dezelfde overspanning van elke lamel. De gemeten overspanning dient telkens de op één na laatste overspanning te zijn. Elke lamel dient op drie dwarsdoorsneden te worden voorzien van 4 spanningsmeters (zie afbeelding B5.1.1) (één bij het afdichtingsprofiel en één bij de middelste overspanning) om de verticale en horizontale buigende momenten in de dwarsdoorsneden te kunnen afleiden. Als de voorwaarden waaronder de belasting wordt overgedragen door het referentievoertuig voor elke lamel vrijwel identiek zijn, hoeven de spanningen bij de onderbouwlocaties alleen bij de middelste lamel (zie afbeelding B5.1.1) te worden gemeten. Uit praktische overwegingen mogen de spanningsmeters bij de onderbouwlocaties op een kleine afstand van de onderbouw worden aangebracht. In dat geval dient hiermee rekening te worden gehouden in de metingen.

In het geval van rem- en acceleratietesten dient de horizontale verplaatsing van de onderbouwconstructies te worden gemeten.



Legenda:

- 1: Locatie van spanningsmeters
- 2: Lamellen
- 3: Onderbouwconstructie
- 4: Afdichtingsprofiel
- 5: Spanningsmeter

Afbeelding. B5.1.1: typische opstelling van spanningsmeters op lamellen

De positie van de spanningsmeters dient nauwkeurig te worden gedefinieerd en gerapporteerd omdat de gemeten spanningen zullen worden gebruikt voor de berekening van buigspanningsdiagrammen in relatie tot verticale en horizontale buigende momenten.

In een alternatieve oplossing kunnen de metingen met de spanningsmeters worden vervangen door verplaatsingsmetingen. In dat geval is het belangrijk dat voor elke lamel relatieve verplaatsingen worden verkregen teneinde de weerstandskrachten en weerstandsmomenten correct te kunnen afleiden.

6.5 Lamel:

In het geval van de lamellen kunnen de metingen worden beperkt tot de overdracht van de verticale belasting. De overdracht (weerstandsmomenten) kan worden afgeleid van metingen met spanningsmeters of verplaatsingsmetingen. In het geval van verplaatsingsmetingen dient de deflectie van de lamellen en de verplaatsing van de dwarsdraggers te worden gemeten.

6.6 Uiteinden van voegovergangen (uitkragingen) en andere onderbrekingen

De uiteinden van voegovergangen met uitkragende onderdelen groter dan 0,3 keer de tussenliggende overspanningen (vrijliggende uitkragende onderdelen van lamellen, etc.) en andere onderbrekingen dienen te worden geverifieerd met extra snelheidsmeters. De resultaten (frequenties, eigenvectoren, acceleraties) zullen worden gebruikt voor de kalibratie van 3D-modellen (zoals EE).

6.7 Voertuig

Het voertuig (zie 7.2) hoeft niet te worden voorzien van instrumenten.

6.8 Algemeen

De positie en het type meetapparatuur zal worden beschreven in een schematische tekening, die tevens de posities van de wielen bevat. In de tekening dienen ook de kanaalnummers, etc. te worden vermeld, zodat de meetgegevens volledig traceerbaar zijn tijdens de interpretatie- en evaluatiefasen.

7 Lastopstellingen en uitvoering

7.1 Excitatie

Voorafgaand aan de voertuigbelastingproef dienen de eigenfrequenties en de eigenvectoren van de voegovergang te worden vastgesteld (bijvoorbeeld door excitatie met een hamer).

7.2 Voertuigbelastingproef

Voorafgaand aan de voertuigbelastingproeven dient een statische meting van de aslasten (wiellasten) te worden uitgevoerd. De geometrie van de wielprenten zal worden vastgelegd. Dit kan met speciale meetapparatuur, maar ook door de contouren over te trekken op papier. De statische metingen dient te worden uitgevoerd met dezelfde dwarshelling als die van de voegovergang. De bandenspanning dient eveneens te worden genoteerd.

Vervolgens kunnen de voertuigbelastingproeven als volgt worden uitgevoerd:

Een referentievoertuig rijdt met de volgende snelheden over de voegovergang:

Passage	Snelheid (km/uur)	Dwarspositie
1	≤ 5	A
		B
2	50	A
		B
3	70	A
		B
4	90	A
		B

A - Maximumeffect op lamellenvoegovergangen

Ten minste één wiel van elke as (links of rechts) passeert de middelste overspanning van de middelste lamel (van de drie lamellen met meetapparatuur) met een tolerantie van 10% van de lengte van de overspanning.

B - Maximumeffect op dwarsdragers

Ten minste één wiel van elke as (links of rechts) passeert de onderbouwconstructie van de middelste lamel (van de drie lamellen met meetapparatuur – midden van dwarsdrager) met een tolerantie van 10% van de lengte van de overspanning.

Passage 1 simuleert een statische lastoverdracht via de voegovergang.
Passages 2 – 4 genereren een dynamische lastoverdracht door de voegovergang.

De aangegeven voertuigsnelheden kunnen via de cruisecontrol of handmatig worden afgeregeld en moeten worden genoteerd.

De (dwars)positie van de wielen en de afstand tot de onderbouwconstructie van de lamellen moeten worden geregistreerd.

Het wordt aanbevolen de dynamische lengte van de wielprent te registreren (bijvoorbeeld via foto's (video) bij werkelijke snelheid).

De hartafstanden en de breedte van de flenzen van de lamellen (spleetbreedte) moeten worden geregistreerd.

Tekeningen van de ingebouwde voegovergangen (en de samenstellende componenten) maken deel uit van de documentatie van de testopstelling.

De volgende voertuigtypen worden aanbevolen:

- Tweeassige vrachtwagen met aslasten volgens EN 1991-2 FLM4 Type 1: vooras 70 kN en achteras 130 kN.
- Vijfassige vrachtwagen met aslasten volgens EN 1991-2 FLM4 Type 3: Tractor: vooras 70 kN, achteras 150 kN, assen van oplegger 3 x 90 kN.

7.3 Rem- en acceleratietesten

De remtest wordt uitgevoerd om de maximale remeffecten op de voegovergang te onderzoeken en de acceleratietest om de maximale acceleratie-effecten te onderzoeken.

Een referentievoertuig rijdt met de volgende snelheden over de voegovergang:

Passage	Start-/eindsnelheid (km/uur)	Dwarspositie	Type beweging
1	70/0	B	Remmen
2	0/irrelevant	A	Accelereren
		B	Accelereren

A - Maximumeffect op lamellen

Ten minste één wiel van elke as (links of rechts) passeert de middelste overspanning van de middelste lamel (van de drie lamellen met meetapparatuur) met een tolerantie van 10% van de lengte van de overspanning.

B - Maximumeffect op dwarsdragers

Ten minste één wiel van elke as (links of rechts) passeert de onderbouwconstructie van de middelste lamel (van de drie lamellen met meetapparatuur – midden van dwarsdrager) met een tolerantie van 10% van de lengte van de overspanning.

A - Test 1

De vrachtwagen rijdt met een snelheid van 70 (± 5) km/uur en remt dan met een minimale vertraging van 4 m/s² op een afstand tussen 10 en 5 m voor de voegovergang. Het ABS-systeem van de vrachtwagen dient te zijn uitgeschakeld. Zie paragraaf 7.2, Voertuigbelastingproef, voor meer informatie over de test- en voertuigspecificaties.

B - Test 2

De vrachtwagen wordt met de aangedreven as op een afstand van 2 m voor de voegovergang opgesteld en rijdt dan volgas over de voegovergang. Zie paragraaf 7.2, Voertuigbelastingproef, voor meer informatie over de test- en voertuigspecificaties.

8 Metingen en analyses

De volgende aspecten dienen voor verdere interpretatie te worden gemeten.

8.1 Vrachtwagen

1. Wielprentgeometrie (statisch). De dynamische lengte van de wielprent zal worden afgeleid van de metingen met de spanningsmeter van de lamellen in combinatie met de rijsnelheid (zie onder);
2. Bandenspanning;
3. Rijsnelheid (continu, remmend of accelererend);
4. Rijpositie in dwarsrichting.

8.2 Voegovergang

Afhankelijk van de gebruikte instrumenten, zal het volgende worden gemeten:

1. Breedte van lamellen;
2. Spleetbreedte;
3. Spanningen (met meter);
4. Acceleraties;
5. Afstand (met laser).

Interferentie-effecten en faseverschuivingen tussen verticale, horizontale en rotatiebewegingen dienen voorafgaand aan verdere analyse te worden gefilterd.

8.3 Voertuigbelastingproeven

8.3.1 Effecten in het verticale vlak

8.3.1.1 Initiële aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf)

De aanvullende verticale dynamische vergrotingsfactor van de lamel zal worden afgeleid van de verticale weerstandsmomenten. De weerstandsmomenten bij de onderbouwconstructies en de middelste overspanning zullen worden afgeleid van de weerstandsmomenten bij de locaties van de spanningsmeters. Indien relevant dient hierbij rekening te worden gehouden met de in de dwarsrichting verdeelde belasting die wordt geïntroduceerd door de wielprent en verschuivingen. De momenten voor de onderbouwconstructie en de middelste overspanning zullen worden opgeteld voor het vaststellen van de aanvullende dynamische vergrotingsfactoren. De verticale aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf) voor de in de overweging genomen snelheid is het interval voor het verticale moment (som van momenten voor de onderbouwconstructie en de middelste overspanning) voor sequentie "i" M_{Svi} , gedeeld door het interval voor het verticale moment voor sequentie 1 ($v = 0$) M_{Sv0} .

Analyse:

- Verticaal moment onderbouwconstructie: M_{Sv} ,
- Verticaal moment middelste overspanning: M_{mv} ,
- Interval verticaal moment: $M_{Sv} = M_{sv} + M_{mv}$,
- Interval statisch verticaal moment: M_{Sv0} ,
- Interval verticaal moment voor sequentie "i" met ($v \neq 0$): M_{Svi} ,
- Aanvullende dynamische vergrotingsfactor (daf) = M_{Svi}/M_{Sv0} .

8.3.1.2 Opslingering

Ga op dezelfde manier te werk om het interval voor het verticale moment ($M_{Svu} = M_{svu} + M_{mvu}$) af te leiden als de belasting is weggenomen. De verticale opslingeringsverhouding $Uv = M_{Svu}/M_{Sv}$

8.3.1.3 Gecombineerd dynamisch verticaal effect

Het ontwerpinterval voor de dynamische belasting (moment, etc.) ($E_{d,dyn}$) dat dient te worden gebruikt voor vermoeiingsbeoordelingen zal worden gebaseerd op:

$$E_{dv,dyn} = E_{dv0} * daf * (1 + Uv)$$

8.3.2 Effecten in het horizontale vlak

De horizontale overdrachtsfactor "tr" (inclusief tractie, "rollende wrijving" en dynamische impacteffecten) van de lamel zal worden afgeleid van de horizontale weerstandsmomenten voor een rijdende vrachtwagen en van de verticale weerstandsmomenten voor een stilstaande vrachtwagen. De weerstandsmomenten bij de onderbouwconstructie en de middelste overspanning zullen worden afgeleid van de weerstandsmomenten bij de locaties van de spanningsmeters. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de in de dwarsrichting verdeelde belasting die wordt geïntroduceerd door de wielprent. De weerstandsmomenten voor de onderbouwconstructie en de middelste overspanning zullen worden opgeteld voor het vaststellen van de overdrachtsfactor. De overdrachtsfactor "tr" voor de in overweging genomen snelheid is het gemeten interval voor het horizontale moment voor sequentie "i" M_{Sh} , gedeeld door de verticale M_{Sv0} .

Analyse:

- Verticaal moment onderbouwconstructie voor een statische belasting: M_{sv0r}
- Verticaal moment middelste overspanning voor een statische belasting: M_{mv0r}
- Interval verticaal moment voor een statische belasting: $M_{Sv0} = M_{sv0} + M_{mv0r}$
- Horizontaal moment onderbouwconstructie voor een bewegende belasting met de snelheid i : M_{shir}
- Horizontaal moment middelste overspanning voor een bewegende belasting met de snelheid I : M_{mhir}
- Interval horizontaal moment voor een bewegende belasting : $M_{Shi} = M_{shi} + M_{mhir}$
- Overdrachtsfactor V/H incl. daf: $tr = M_{Shi}/M_{Sv0}$.

8.3.3 Responsratio

Ga op dezelfde manier te werk om het interval voor het verticale moment ($M_{Svu} = M_{svu} + M_{mvu}$) af te leiden als de belasting is weggenomen.

De horizontale responsratio $U_h = M_{Shu}/M_{Sh}$.

Zonder verdere analyses zal U_h worden genomen als 1,0.

8.3.4 Gecombineerd dynamisch verticaal effect

Het ontwerpinterval voor de dynamische belasting (moment, etc.) ($E_{d,dyn}$) dat dient te worden gebruikt voor vermoeiingsbeoordelingen zal worden gebaseerd op:

$$E_{dh,dyn} = E_{dh0} * daf * (1 + U_h)$$

8.4 Rem- en acceleratietesten

Analyses van de rem- en acceleratietesten kunnen worden gebruikt voor kalibratie van de remkrachten die dienen te worden gebruikt voor ULS en een meer gedetailleerde aanpak van de inleiding van horizontale belasting bij ULS.

8.4.1 Remtest

De inleiding van de horizontale belasting kan worden afgeleid van de horizontale buigende momenten in de van instrumenten voorziene lamellen. De "fictieve" horizontale veerstijfheid van de voegovergang kan worden afgeleid van de horizontale belasting en de horizontale verplaatsingen.

8.4.2 Acceleratietest

De inleiding van de horizontale belasting kan worden afgeleid van de horizontale buigende momenten in de van instrumenten voorziene lamellen. De "fictieve" horizontale veerstijfheid van de voegovergang kan worden afgeleid van de horizontale belasting en de horizontale verplaatsingen.

8.4.3 Rotatie-effecten

Op basis van een uitgevoerde analyse kunnen de rotatie-effecten mogelijk niet relevant zijn voor bepaalde typen lamellenvoegovergangen. Indien niet relevant (bijvoorbeeld bij balkroosters met gelaste verbindingen tussen de lamellen en dwarsdragers), kunnen de metingen worden weggelaten.

De rotatie-effecten dienen te worden afgeleid van verplaatsingsmetingen.

9 Berekeningen

Naast de voertuigbelastingproef dient met een 3D-model een berekening te worden gemaakt van de testvoegovergang op ware grootte.

9.1 Model

9.1.1 Algemeen

De afmetingen van het model dienen zodanig te zijn dat alle relevante frequenties en eigenvectoren worden gevonden. Om die reden dient het model de relevante functies te bevatten, zoals verschuivingen, buigpunten, uitkragende onderdelen en afwijkende dwarsdragers. Het model dient de berekening mogelijk te maken van de relevante weerstandskrachten en het buigend moment bij alle dwarsdoorsneden met locaties die gevoelig zijn voor vermoeiing, zoals bij stuikverbindingen.

9.1.2 Lamellen

De lamellen dienen ten minste te worden gemodelleerd met lijnelementen met 6 graden vrijheid bij elk knooppunt. De elementfijnheid (mesh) dient zodanig te zijn dat natuurlijke frequenties kunnen worden berekend. (Dit resulteert in: minimaal 4 elementen per overspanning voor elementen zonder tussenliggende knooppunten en minimaal 2 elementen voor elementen met tussenliggende knooppunten).

9.1.3 Dwarsdragers

De dwarsdragers dienen ten minste te worden gemodelleerd met lijnelementen met 6 graden vrijheid bij elk knooppunt. De elementfijnheid is afhankelijk van de lamellen die moeten worden ondersteund; elke onderbouw is een knooppunt.

9.1.4 Verbinding lamel-dwarsdrager

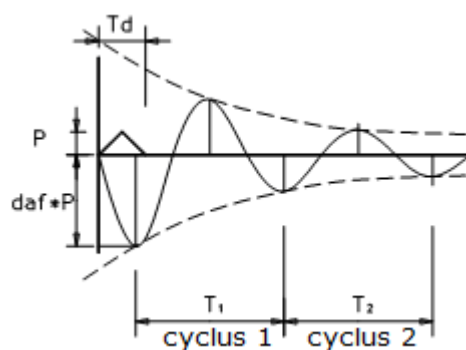
De modellering kan op drie manieren worden uitgevoerd: randvoorwaarden, dummy-element of gedetailleerde elementfijnheid. De toepassing met randvoorwaarden kan onjuist gedrag tot gevolg hebben. Een model met gedetailleerde elementfijnheid resulteert in een relatief gecompliceerde mesh met veel te analyseren vrijheidsgraden, hetgeen niet bijdraagt aan de doelstelling van de analyse. Een model met een dummy-element (lijnelementverbinding met fictieve lameleigenschappen en, indien relevant, dummy-veerverbindingen gebaseerd op dynamische eigenschappen) wordt dan ook aanbevolen.

9.1.5 Onderbouw van dwarsdragers

De onderbouwconstructie van de dwarsdragers dient te worden gemodelleerd met veren, teneinde de combinatie van opleggingen en aandrukveren te simuleren, gebaseerd op de dynamische eigenschappen.

9.1.6 Damping

Damping is de afname in trillingen veroorzaakt door materiaaldamping en systeemdamping.



Afbeelding B5.1.2 Cycli in constructie met gedempte trillingen

De dempingsverhouding voor de berekening dient te worden gebaseerd op de dempingsverhouding die is vastgesteld in metingen voor de relevante dwarsdoorsneden, $d = C/C_{cr}$.

$$A_{n+1} = A_n * \frac{1}{e^{2 \cdot d}}$$

Waarbij geldt:

A_n = amplitude "n"

$d = C/C_{cr}$

Voorbeeld van d:

Staal: $d = 0,005$

Beton: $d = 0,010$

In voegovergangen wordt "d" vaak gegeven als 0,1 voor het volledige systeem.

De respectieve componenten zoals lamellen of dwarsdragers kunnen verschillende dempingsverhoudingen hebben.

9.2 Uitkragende onderdelen e.d.

Uitkragende onderdelen groter dan 0,3 keer de overspanning van de lamel dienen afzonderlijk door berekening te worden geanalyseerd en dient te voldoen aan deze eis: Spanningsintervallen onder het criterium voor constante amplitude $\Delta\sigma_D$

De spanningsintervallen dienen te worden afgeleid van de vervormde constructie onder quasi-statische belastingen die als massatrilling wordt uitgeoefend. De dempingsverhouding voor de analyse dient te worden genomen als uitsluitend de materiaaldemping.

9.3 Belastingen

De aslasten van het testvoertuig dienen te worden gemodelleerd als tijdafhankelijke lasten, waarbij voldoende aandacht moet worden gegeven aan de dynamische wielprentgeometrie die is afgeleid uit de voertuigbelastingproef.

De belastingtijden van de lamellen worden afgeleid van de som van de lengte van de wielprent en de breedte van de lamel.

De belastingtijden van de dwarsdragers zijn afhankelijk van de lengte van de wielprent, het aantal lamellen (breedtes) en het aantal spleten (breedtes).

9.4 Berekeningsresultaten

De eigenfrequenties en eigenvectoren dienen te worden berekend. De resultaten dienen te worden vergeleken met de gemeten eigenfrequenties en eigenvectoren die van de metingen kunnen worden afgeleid.

Opmerking:

De resultaten van de voertuigbelastingtest maken alleen het afleiden van de natuurlijke frequenties mogelijk. Dit in tegenstelling tot het model, waarbij zowel de natuurlijke frequenties als 2^e harmonische frequenties kunnen worden afgeleid. Verdere kleine afwijkingen in geometrie kunnen verschillen tot gevolg hebben tussen de metingen en de modelberekeningen.

Als de modelresultaten niet meer dan 10% afwijken, is geen verdere actie noodzakelijk. Als de resultaten meer dan 10% afwijken, zijn aanvullende analyses nodig voor een betere afstelling, of aanpassingen van het model.

Opmerking:

Er hoeven geen responsberekeningen te worden uitgevoerd.

9.5 Combinatie van effecten

Zonder verdere analyses dienen de dynamische spanningsintervallen van verticale belastingen worden gecombineerd met de dynamische spanningsintervallen van horizontale belastingen.

Voor spanningen op een specifieke locatie van beide belastingeffecten in dezelfde richting geldt het volgende:

$$\Delta\sigma_{\text{comb}} = \Delta\sigma_v + \Delta\sigma_h$$

$\Delta\sigma_{\text{comb}}$ = gecombineerd spanningsinterval

Indien nodig kan het gecombineerde spanningsinterval de faseverschuiving tussen verticale en horizontale trillingen bevatten, gebaseerd op aanvullende analyses.

10 Testrapport

In het testrapport dient de volgende informatie te worden opgenomen:

- Omschrijving van de voegovergang, inclusief de aansluitende verharding over 30 m voor en achter de voegovergang, hellingen in de rijrichting en loodrecht op de rijrichting;
- Tekening van de voegovergang (afmetingen, afmetingen van componenten, materiaalspecificaties, etc.);
- Testvoertuig (configuratie en statische wielbelastingen, afmetingen van wielprent, bandenspanning, wiel- en asafstanden, positie ten opzichte van de voegovergang in dwarsrichting tijdens wielpassage, rijnsnelheid);
- Meetapparatuur (typen) en hun locaties (gedetailleerde tekeningen, gerelateerd aan de afmetingen van de voegovergang);
- Bemonsteringsfrequentie van meetapparatuur (snelheidsmeters en spanningsmeters);
- Eigenfrequenties en eigenvectoren (V, H, T);
- Dynamische vergrotingsfactor daf (V);
- Overdrachtseffecten incl. dynamische vergrotingsfactor (V-H);
- Doorbuigingen;
- Interne krachten en momenten;
- Damping (V + H);
- Opslinteringseffect V, en responseffect H;
- Datum van testuitvoering (omgevingsfactoren: luchttemperatuur, etc.).

11 Toepassing van de resultaten

Het effect van veroudering van onderdelen dient in rekening gebracht te worden, indien relevant. De dynamische vergrotingsfactoren en de overdrachtsfactoren kunnen worden beïnvloed door de rijnsnelheid van het verkeer en om die reden dienen de meest ongunstige waarden worden gebruikt voor verdere (quasi-statische) analyses van de voegovergang.

B5.2 Testmethode voor mechanische weerstand van onderdelen (kruip/relaxatie inbegrepen)

1 Scope

In deze paragraaf wordt de testmethode beschreven voor het verifiëren van de mechanische weerstand van onderdelen voor lamellenvoegovergangen in relatie tot ULS- en SLS-belastingcombinaties. Hierbij dient waar relevant rekening te worden gehouden met kruip en relaxatie.

2 Principes

Het principe of van deze test is dat een onderdeel wordt blootgesteld aan een belastingconfiguratie (of opgelegde vervorming) die is afgeleid van de relevante combinaties van statische belasting. De randvoorwaarden worden na verloop van tijd aangepast, zodat kruip en relaxatie waar relevant in één testprocedure kunnen worden geïntegreerd.

3 Monsters en voorbereiding van proefstukken

De proefstukken dienen onderdelen op ware grootte te zijn.

4 Lastopstelling

De last- en vervormingsopstellingen voor onderdelen op de proefstukken dienen te worden afgeleid van de desbetreffende belastingcombinaties (de partiële factoren inbegrepen) zoals gegeven in bijlage 1, B1.4.2, inclusief de verspreidingseffecten van belasting en verplaatsing die zijn vastgesteld aan de hand van praktijkproeven en analyses. In de testbelasting dient het voorspanningseffect F_{ik} te zijn opgenomen, indien aanwezig, evenals de voorspelde effecten van kruip en relaxatie.

5 Testopstelling en –omstandigheden

Het onderdeel dient in een testframe te worden gemonteerd teneinde te kunnen garanderen dat de opgelegde belastingen, vervormingen en rotaties (die kunnen worden verkregen met behulp van wiggen) compatibel zijn met de meest ongunstige positie voor de werkelijke situatie. Het testframe dient zodanig te zijn geconstrueerd dat gedurende alle testfasen een geleidelijke toename van opgelegde krachten kan worden gerealiseerd. Indien wenselijk moet de constructie ook opgelegde vervormingen en rotaties kunnen weerstaan.

Als de mechanische eigenschappen van het materiaal worden beïnvloed door temperatuurverschil, dient dit verschil zodanig te worden gedefinieerd dat de eigenschappen voor andere temperaturen via berekening kunnen worden afgeleid.

6 Uitvoering van de test

Er dient de nodige aandacht te worden besteed aan rotaties, excentriciteiten, opgelegde vervormingen en beperkende effecten, indien deze van invloed zijn op de overdracht van de belasting bij de glijvlakken en door het onderdeel.

In het geval van het testen op kruip dient de nodige aandacht te worden gegeven aan de continue belasting op de lange termijn en de nauwkeurigheid van de meetapparatuur.

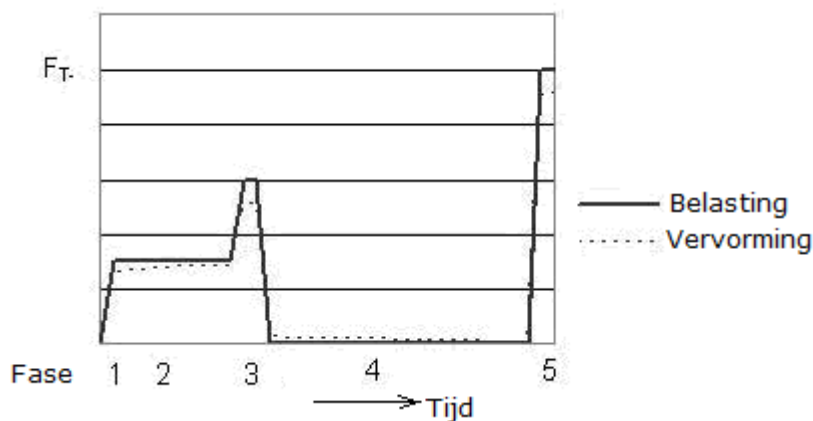
Fasen 1 – 2 hoeven niet noodzakelijkerwijs in dezelfde testopstelling en met dezelfde apparatuur als voor de fasen 3 – 6 te worden uitgevoerd.

Fase	Belastingconfiguratie	Lastniveau op proefstuk afgeleid van:	Tijdsduur
1	Applicatie van voorspanning met quasi-statische verkeersbelastingen	$1,2 * F_{ik} + 0,3 (Q_{1k} + Q_{2k} + Q_{3k})$ Openingspositie: 60%	< 5 min.
2	Constance belastingen (kruiptest)	Zie fase 1	Zie opmerking 1 Zie opmerking 2
3	Applicatie van belastingen bij SLS	C_{SLS} zoals gegeven in bijlage 1	< 5 min.
4	Wegnemen van de belasting	0	72 uur Zie opmerking 3
5	Applicatie van belastingen bij ULS	C_{ULS} zoals gegeven in bijlage 1	< 5 min.
6	Nakritisch gedrag van belastingen bij ULS	Zie fase 5	1 uur

Opmerking 1: typische belasting- en vervormingcurves zijn opgenomen in afbeelding B5.2.1

Opmerking 2: testen op kruip is alleen relevant voor opleggingen en aandrukveren en kan achterwege blijven voor stuurveren.

Opmerking 3: noteer het herstelgedrag van het onderdeel.



Afbeelding B5.2.1 schema van belasting en typische vervormingcurve

Metingen, inspecties en evaluaties voor alle fasen:

- Vervormingen (maximum-, minimum- en gemiddelde waarden) met 5% nauwkeurigheid;
- Opgelegde belastingen en belastingsnelheid met 5% nauwkeurigheid;
- In fasen 3 en 4 dient het proefstuk te worden gecontroleerd op plastische vervorming;
- Kruipratio met 5% nauwkeurigheid;
- Onthechtingeffecten, indien aanwezig;
- Scheuren, indien aanwezig;
- Uitzonderlijk gedrag;
- Faalmodus, indien aanwezig;
- Bepaling van de belasting-vervormingscurves.

7 Beoordelingscriteria

- De gemeten vervormingen, kruip en relaxatie dienen binnen de limieten te blijven zoals opgelegd door de constructie van opleggingen en aandrukveren in combinatie met de aangenomen levensduur van de onderdelen.
- Geen plastische vervorming op SLS-niveau.
- Scheuren en/of onthechtingeffecten bij ULS dienen geen beschadiging van de voegovergang te veroorzaken.
- Geen sporen van brosheid bij ULS.

8 Testrapport

Het testrapport dient de volgende informatie te bevatten:

- Naam van de fabrikant en fabricagelocatie;
- Naam en handtekening van testinstantie;
- Modelidentificatie (type, theoretische verplaatsingscapaciteit, nummer van charge);
- Tekeningen;
- Materiaalspecificaties;
- Verwijzing naar deze bijlage en eventuele afwijkingen daarvan;
- Omschrijving van de testapparatuur;
- Datum van voorbereiding van de proefstukken, de datum van de test en de testtemperatuur;
- Afmetingen van proefstukken;
- Omschrijving van waargenomen verschijnselen en criteria voor slagen/mislukken volgens 6 en 7;
- Foto's van ten minste relevante pre- en post testsituaties.

B5.3 Weerstand tegen vermoeiing en slijtage van onderdelen van lamellenvoegovergangen

1 Scope

In deze paragraaf wordt de methode beschreven voor het verifiëren van de weerstand tegen vermoeiing en slijtage van onderdelen van lamellenvoegovergangen. In de testmethode wordt rekening gehouden met de effecten van de accumulatie van slijtage van de glijvlakken.

2 Principes

Het principe van deze test is het toepassen van verplaatsingscycli (fase 1) en belastingscycli (fase 2) op de onderdelen. De verplaatsingen en belastingen worden afgeleid van referentieverplaatsingen en -belastingen die worden beschouwd als simulaties van verplaatsingen en verkeersbelastingen in de praktijk.

Hieronder wordt een algemene, dynamische testprocedure beschreven. Analyse van de lastoverdracht van de voegovergang zal aantonen of alle tests dienen te worden uitgevoerd of dat bepaalde fasen achterwege kunnen blijven.

3 Monsters en voorbereiding van proefstukken

De proefstukken dienen onderdelen op ware grootte te zijn. Afdichtingsprofielen dienen te bestaan uit een stuikverbinding die ter plaatse wordt voorbereid, indien opgenomen in het ontwerp.

4 Verplaatsings- en lastopstelling

De last- en vervormingsopstellingen voor onderdelen op de proefstukken dienen te worden afgeleid van de desbetreffende belastingcombinaties (de partiële factoren inbegrepen) zoals gegeven in bijlage 1, B1.4.2, inclusief de verspreidingseffecten van belasting en verplaatsing die zijn vastgesteld aan de hand van praktijkproeven en analyses.

4.1 Brugbeweging door temperatuur op de brug (fase 1)

De totale schuifbeweging voor de testprocedure voor een levensduur van "a" jaar van een onderdeel wordt afgeleid van:

$a \times 365 \times 0,33 \times \text{maximale verplaatsingscapaciteit} = 120 \times a$ cycli met maximale verplaatsingscapaciteit van de voegovergang.

Voor de levensduurcategorieën B en C: $a \geq 10$.

De slijtageproef van het onderdeel dient te worden uitgevoerd met de voorspanning van het ingebouwde onderdeel, waarbij rekening dient te worden gehouden met eventueel aanwezige kruip en relaxatie.

4.2 Verkeersbelastingen (fase 2)

Afhankelijk van de samenstelling van de onderdelen, dient er een keuze te worden gemaakt tussen opgelegde belastingen afgeleid van FLM1_{EJ} of FLM2_{EJ}. De belastingen dienen te worden uitgeoefend voor de meest ongunstige randvoorwaarden in combinatie met een 60% openingspositie van de voegovergang.

1. Belastingmodel voor vermoeiing voor voegovergangen FLM1_{EJ} teneinde een onbeperkte levensduur te verifiëren ten aanzien van vermoeiing.

De testparameters dienen te worden afgeleid van:

- Verticale aslast: $\Delta\varphi_{\text{fat}} \cdot 0,8 \cdot Q_{1k} = 1,3 \times 0,8 \times 300 = 312 \text{ kN}$
- Horizontale aslast: $\Delta\varphi_{\text{fat}} \cdot 0,8 \cdot 0,2 \cdot Q_{1k} = 1,0 \times 0,8 \times 0,2 \times 300 = 48 \text{ kN}$
- Minimum aantal cycli: $5 \cdot 10^6$
- Wielprent l x b (mm): 300 x 250

N.b.: de aanvullende dynamische vergrotingsfactor $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ kan afhankelijk van praktijkproeven worden gereduceerd.

of:

2. Belastingmodel voor vermoeiing voor voegovergangen FLM2_{EJ} teneinde een S-N-relatie vast te stellen op basis waarvan een vermoeiingslevensduur kan worden afgeleid.

De testparameters dienen te worden afgeleid van de verdeling en de combinaties van verticale en horizontale aslasten zoals gegeven in Bijlage B1, tabel B1.3.

De dynamische vergrotingsfactor, inbegrepen als een factor 1,3 in de aslasten van tabel B1.3, kan afhankelijk van praktijkproeven worden gereduceerd.

De testlasten voor vermoeiing zijn met inbegrip van een partiële factor $\gamma_{\text{ff}} = 1,0$

5 Uitvoering van de test

Een proefstuk dient eerst te worden blootgesteld aan fase 1 en vervolgens aan fase 2.

Er dient de nodige aandacht te worden besteed aan rotaties, excentriciteiten, opgelegde vervormingen en beperkende effecten, indien deze van invloed zijn op de overdracht van de belasting bij de glijvlakken en door het onderdeel.

Fase 1, slijtage- en wrijvingsproef

- Leg een belasting F_{ik} aan met 5% nauwkeurigheid.
- Onderwerp het proefstuk aan wisselende verplaatsingen met een minimale gemiddelde snelheid van 4 mm/s. De amplitudes dienen te worden afgeleid van amplitudes van $\pm 33\%$ van de totale verplaatsingscapaciteit van de voegovergang (één complete cyclus komt overeen met 67% van de totale verplaatsingscapaciteit van de voegovergang).
- Het vereiste aantal cycli wordt afgeleid van de levensduur van het onderdeel.
- Als de temperatuur van het proefstuk hoger wordt dan 35°C, kan de test worden afgebroken.

Metingen tijdens fase 1

- Meet de (initiële) statische en dynamische wrijvingscoëfficiënten gedurende 10 cycli, aan het begin van de test, met intervallen van een schuifbeweging van 1000 m en na iedere rustperiode.
- Meet de slijtage van het proefstuk na elke fase door het proefstuk te wegen. Bepaal de afmetingen van het proefstuk vóór en na elke testfase. Inspecteer de glijvlakken.

Fase 2, vermoeiingsproef

De proef dient te worden uitgevoerd bij omgevingstemperatuur (tussen + 5° C en + 35 °C) en de testbelastingen dienen te worden afgeleid voor een openingspositie van de voegovergang, welke 60% bedraagt van de maximale openingspositie van de voegovergang.

Introduceer de cyclische belastingen die het resultaat zijn van een structurele analyse in overeenstemming met de procedure gegeven in 4.2 en breng, waar relevant, het effect van voorbelasting van het onderdeel in rekening.

Opmerking:

resulterende belastingen kunnen van het volgende type zijn: Alleen compressie, Afwisselend of Alleen spanning.

Aanpak 1, onbeperkte vermoeiingslevensduur

Indien het onderdeel niet is bezwaken of geen tekenen van beschadiging vertoont, kan ervan worden uitgegaan dat de vermoeiingslevensduur van het onderdeel onbeperkt is.

Aanpak 2, beperkte vermoeiingslevensduur

De weerstand tegen vermoeiing van het onderdeel dient te worden afgeleid van verschillende tests, die dienen te worden uitgevoerd tot het punt waarop het onderdeel bezwijkt of scheurt. De testresultaten dienen te worden overgebracht naar een S-N-regel.

6 Rapportage van de resultaten

De volgende resultaten dienen te worden gerapporteerd:

Fase 1

- De (initiële) statische en dynamische wrijvingscoëfficiënten gedurende 10 cycli, aan het begin van de test, met intervallen van een schuifbeweging van 1000 m en na iedere rustperiode;
- Het verlies van massa van het proefstuk na elke fase, de afmetingen van het proefstuk voor en na de testfasen;
- De toestand van de glijvlakken;
- Reactiekrachten tijdens de test;
- Vervormingen;
- Onthechting;
- Scheuren;
- Verplaatsingen;
- Eventuele veranderingen van de voorbelasting;

Fase 2

- Opgelegde belastingen;
- Verplaatsingen en vervormingen;
- Scheuren;
- Uitzonderlijk gedrag;
- Faalmodus;
- Verwachte levensduur;

7 Testrapport

Het testrapport dient de volgende informatie te bevatten:

- Naam van de fabrikant en fabricagelocatie;
- Naam en handtekening van testinstantie;
- Modelidentificatie (type, theoretische verplaatsingscapaciteit, nummer van charge);
- Tekeningen;
- Materiaalspecificaties;
- Verwijzing naar deze bijlage en eventuele afwijkingen daarvan;
- Omschrijving van de testapparatuur;
- Datum van voorbereiding van de proefstukken, de datum van de test en de testtemperatuur;
- Afmetingen van proefstukken;
- Omschrijving van waargenomen verschijnselen en criteria voor slagen/mislukken volgens 6;
- Foto's van ten minste relevante pre- en post testsituaties.

B5.4 Testmethode voor weerstand tegen vermoeiing en slijtage van rubbermatvoegovergangen

1. Scope

In deze bijlage wordt de methode beschreven voor het verifiëren van de weerstand tegen vermoeiing van rubbermatvoegovergangen door proeven op ware grootte uit te voeren. In de testmethode wordt rekening gehouden met de effecten van de accumulatie van slijtage van glijvlakken.

2. Principes

Het principe van deze testprocedure is de simulatie van de verkeersbelastingen. Deze omstandigheden worden geacht de ontwerpsituaties te vertegenwoordigen. In principe dient er één proefstuk te worden getest. In het geval van onbekende ontwerpen kan meer dan één proefstuk nodig zijn. Dit moet worden overeengekomen tussen de fabrikant, de goedkeurende instantie en de testinstantie, gebaseerd op de principes gegeven in EN 1990.

3. Monsters en voorbereiding van proefstukken

De proefstukken dienen overeen te komen met het volledige ontwerp, met inbegrip van alle onderdelen, waaronder een stuikverbinding indien deze is opgenomen in het ontwerp.

Het proefstuk dient een lengte te hebben van ten minste 400 mm, rekening houdend met een toevoeging voor het effect van de verspreiding van de belasting, representatief voor de overdracht van de reactiekrachten.

4. Verplaatsings- en lastopstellingen

4.1 Verkeersbelastingen en aantal cycli

De testbelastingen dienen te worden afgeleid van $FLM1_{EJ}$ en/of $FML2_{EJ}$ voor een contactdruk van $0,8 \text{ N/mm}^2$.

Teneinde de test uit te voeren met een gereduceerd aantal cycli, is het toegestaan de contactdruk te verhogen tot een maximum van $1,0 \text{ N/mm}^2$. In dat geval kan als volgt een reductie van de belastingcycli worden berekend: $((0,8/p_{\text{requested}})^{\text{exp.3}})^*$ belastingcycli.

Voorbeeld voor $p_{\text{requested}} = 1,0$: $(0,8/1,0)^{\text{exp.3}} = 0,5^*$ belastingcycli.

Overeenkomstig bijlage 1 B1.3 gelden de voorwaarden in de volgende tabel B5.4 voor $0,8$ en $1,0 \text{ N/mm}^2$

En $N_{\text{obs}} = 500.000$ (verkeerscategorie 2)

Minimale verticale testbelasting per wiel = $A_{\text{min}} * 0,8 = 300 * 250 * 0,8 = 60 * 10^3$
 $N = 60 \text{ kN}$ (voor contactdruk en contactvlakken zie annex 5.P).

Overeenkomstige horizontale testbelasting per wiel = $(0,2/1,3)^*60 = 9,2 \text{ KN}$.

De partiële factor $\gamma_{F,f} = 1,0$.

Tabel B5.4: belastingcycli voor verificatie van verschillende levensduren voor vermoeiing in relatie tot de categorieën levensduur

Rubbermatvoegovergang		Aantal cycli				
		FML2 _{EJ}				FLM1 _{EJ}
Testomschrijving		10 jaar	15 jaar	25 jaar	50 jaar	Onbeperkt
Contactdruk: 0,8 N/mm ²	1 ^e fase: verticale en horizontale belastingen gelijktijdig introduceren	1,7*10 ⁶	2,5*10 ⁶	4,2*10 ⁶	7,4*10 ⁶ (FLM1 _{EJ} is van toepassing)	7,4*10 ⁶
	2 ^e fase: alleen verticale belastingen introduceren	1,1*10 ⁶	1,7*10 ⁶	2,9*10 ⁶	--	-
	Overkoepelend: verticale en horizontale belastingen gelijktijdig introduceren	2,8*10 ⁶	4,2 *10 ⁶	7,1*10 ⁶	7,4*10 ⁶ (FLM1 _{EJ} is van toepassing)	7,4*10 ⁶
Contactdruk: 1,0 N/mm ² (alternatief is tot 0,8 N/mm ²)	1 ^e fase: verticale en horizontale belastingen gelijktijdig introduceren	0,87*10 ⁶	1,3*10 ⁶	2,2*10 ⁶	3,8 *10 ⁶ (FLM1 _{EJ} is van toepassing)	3,8 *10 ⁶
	2 ^e fase: alleen verticale belastingen introduceren	0,57*10 ⁶	0,87*10 ⁶	1,5*10 ⁶	--	-
	Overkoepelend: verticale en horizontale belastingen gelijktijdig introduceren	1,44*10 ⁶	2,17*10 ⁶	3,7 *10 ⁶	3,8 *10 ⁶ (FLM1 _{EJ} is van toepassing)	3,8 *10 ⁶

4.2 Positie van op te leggen belasting

De belasting dient te worden opgelegd in de meest ongunstige positie, tevens rekening houdend met de locatie van een eventuele stuikverbinding.

5. Testomstandigheden

De testbelasting dient te worden afgeleid van 4 en te worden verdeeld overeenkomstig B1.1. De belasting dient te worden opgelegd onder een hoek overeenkomstig de verticale en horizontale belastingverhouding gegeven in bijlage 1, in de richting van de voegopening (zie opmerking in B1.3.3 in bijlage 1).

De test dient onder de volgende omstandigheden te worden uitgevoerd:

- Testtemperatuur:
- De omgevingstemperatuur gedurende de test dient tussen + 5 °C en + 30 °C te liggen. Deze omstandigheden dekken alle gebruikstemperaturen.
- Aantal belastingcycli:
- Het aantal belastingcycli dient te worden vastgesteld overeenkomstig de opgegeven levensduurcategorieën (zie 4)
- Positionering van het monster:
- De test dient te worden uitgevoerd bij 60 % van de maximale openingspositie. De relatieve positionering van de verkeersbelastingen op het monster in de meest ongunstige belastingconditie dient te worden overeengekomen.
- Frequentie:
- De frequentie dient gelijk te zijn aan of groter te zijn dan 0,5 Hz.

Lage en hoge gebruikstemperaturen worden gedekt door de desbetreffende materiaaltest van het elastomeer. Indien er sprake is van verandering van de mechanische eigenschappen van de materialen in het temperatuurbereik dat geldt is voor de gebruikslocatie en deze verandering niet wordt gedekt door de relevante testen, dienen deze effecten meegenomen te worden tijdens de evaluatie van de testresultaten.

6 Testapparatuur

De onderbouw van het proefstuk dient een simulatie te zijn van realistische onderbouwcondities, met inbegrip van verankering, etc.

De testopstelling dient bestand te zijn tegen de oplegging van krachten binnen een tolerantie van $\pm 5\%$ en dient te zijn voorzien van een geschikt apparaat voor het tellen van het aantal cycli.

De actuatoren dienen te zijn gekalibreerd en het aandrijfsysteem dient geen onnauwkeurigheden van de metingen tot gevolg te hebben.

De testopstelling dient geen resonantie-effecten te vertonen. Een dynamische analyse van de testopstelling dient aan te tonen dat geen resonantie-effecten zullen optreden.

Apparatuur voor het tellen van het aantal cycli dient te worden aangepast voor de maximale frequentie van de test, zonder dat dit gevolgen heeft voor het registreren van de gegevens die voortkomen uit de test.

De meettoleranties bij belasting dienen ± 1 kN te bedragen.

7. Uitvoering van de test

De test dient te worden uitgevoerd bij 60 % van de maximale openingspositie en bij omgevingstemperatuur (zie 5), met het aantal cycli overeenkomstig 4.1. Gedurende de uitvoering van de test dient te worden voorkomen dat de gebruikstemperatuur van het proefstuk zodanig toeneemt dat de prestaties hierdoor worden beïnvloed.

60 % is gerelateerd aan het volledige verplaatsingsbereik (maximale verplaatsingscapaciteit).

Eén cyclus omvat het belasten van het proefstuk en het vervolgens wegnemen van deze belasting.

In het geval van een voertuigbelastingproef wordt elke belaste strook geteld als één cyclus. De verticale en horizontale belastingen dienen gedurende elke cyclus gelijktijdig te worden geïntroduceerd.

Gedurende de test, op de momenten overeenkomend met 10.000 belastingcycli, 100.000 belastingcycli en elke volgende 500.000 belastingcycli, en aan het einde van de test dienen de volgende resultaten te worden genoteerd:

- Het gedrag van de voegovergang door het uitvoeren van een visuele inspectie.
- Teken van aantoonbare beschadiging (zoals scheuren van het elastomeer, problemen met de bevestiging van het elastomeerprofiel in de groef, plastische vervormingen en onthechtingeffecten).

8. Uitdrukking van de resultaten

Het volgende dient te worden gemonitord en genoteerd:

- Opgelegde belastingen (kN) en overeenkomstige vervormingen;
- Vaststelling van de dynamisch stijfheid, ten minste aan het begin en het einde van de testperiode;
- Onthechting (aangetoond met foto's);
- Scheuren (aangetoond met foto's);
- Afschuring van glijvlakken;
- Eventuele andere veranderingen (bijvoorbeeld van de stuikverbinding).

In het geval van het verankeringssysteem dient het volgende te worden gemonitord en genoteerd: loskomen, breuken, onthechting van onderdelen.

9. Testrapport

Het testrapport dient te verwijzen naar deze bijlage en dient het volgende te bevatten:

- Naam van de fabrikant en fabricagelocatie
- Naam en handtekening van testinstantie
- Modelidentificatie (type, theoretische verplaatsingscapaciteit, nummer van charge)
- Afwijkingen van deze bijlage
- Omschrijving van de testapparatuur, en een omschrijving van de manier waarop de criteria en richtlijnen in deze bijlage in acht zijn genomen
- Datum van de voorbereiding van de proefstukken, de datum van de test en de gemiddelde testtemperatuur
- Afmetingen van de proefstukken
- Omschrijving van waargenomen verschijnselen overeenkomstig 8.