



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Eisen voor voegovergangen

Doc.nr.: RTD 1007-2
Versie: 3.0
Status: Definitief
Datum: 1-12-2014

Water. Wegen. Werken. Rijkswaterstaat.



Eisen voor voegovergangen

RTD 1007-2

Datum	01-12-2014
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat
Informatie	rok-info@rws.nl
Datum	01-12-2014
Status	Definitief
Versienummer	3.0

Documenthistorie

Versie	Omschrijving
1.0	Eerste versie d.d. 1-4-2013
2.0	Herziene versie d.d. 25-4-2014 ten behoeve van beoordeling binnen PVO. Diverse tekstuele verbeteringen in eisen en toelichtingen. Tevens zijn er ook een aantal eisen gewijzigd of toegevoegd. De belangrijkste zijn: §4.2 verder uitgebreid met diverse aspecten die bij schematisering van belang zijn §4.3 en 4.4 toegevoegd §5.1 De temperatuurtoeslag voor de gelijkmatige temperatuurscomponent is aangepast voor stalen bruggen en staal-betonbruggen §5.2.2.2. Voor wegen anders dan verkeerscategorie en hoger gelden mag voor FLM1_{EJ} gerekend worden met een factor 0,7 i.p.v. 0,8. Voor FLM2_{EJ} mogen de asfracties voor de middellange afstand worden aangehouden (conform de ETAG032). §5.2.3.1 Toegevoegd is het krachtsconcentratieeffect in geval van voorspanbouten in getapte gaten (incl bepalingen in bijlage 6). De bepalingen omtrent de bepaling van de spanningsconcentratiefactor zijn aangepast. Factor 1,5 is gewijzigd naar 2,5 met een minimale afrondingsstraal van 3 mm. §5.2.3.2 De genoemde γ_{M2} van 1,25 is geldig bij een vlakheid die voldoet aan NEN-ISO 2768-2, klasse K. Indien tolerantieklasse L wordt toegepast, geldt een hogere waarde van γ_{M2} van 1,35 §5.2.3.3 De genoemde γ_{Mf} van 1,35 is geldig bij een vlakheid die voldoet aan NEN-ISO 2768-2, klasse K. Indien tolerantieklasse L wordt toegepast, geldt een hogere waarde van γ_{Mf} van 1,5. §5.6.1.1: toegevoegd: eisen ten aanzien van de maximale laagdikte in voorgespannen verbindingen. §6.2.5. Toegevoegd: Ingelijmde wapening conform EOTA TR23 §7.5 Eis m.b.t. bouwplaatslassen van aangepast; lassen toegestaan onder voorwaarden; boutverbindingen bij lamellen niet toegestaan §7.7 Eis toegevoegd: Relatie aandraaimoment-voorspankracht voor bout-tapgat combinatie vaststellen middels kwalificatietest. Bijlage 1: - aanrijdbelasting als gevolg van hoogteverschillen als belastinggeval toegevoegd voor statische belasting (B1.2.2.3) en vermoeiingsbelasting (B.1.3.2 en B.1.3.3) - aangepaste combinatiefactor voor c_{uls1} (tabel B1.6) - aangepaste partiële factor voor γ_{dE} conform §5.1.8 (tabel B1.5) - toegevoegd c_{uls3} voor sterk remmend verkeer (tabel B1.6) in combinatie met een verlaagde γ_{Qi} (tabel B1.5) Bijlage 5: testen uit ETAG032 niet meer bijgevoegd vanwege beschikbaarheid ETAG032 via EOTA. Nieuwe bijlage 5: Richtlijnen voor kwalificatietest voor aandraaimoment van voorspanbouten in getapte gaten (informatief). Nieuwe bijlage 6: Ontwerp van axiaal belaste bouten in getapte gaten
3.0	Eindversie na verwerking opmerkingen op versie 2.0. Diverse tekstuele opmerkingen verwerkt. De belangrijkste zijn: §7.4 opsplitsing in EXC3 en EXC2 §5.2.3.3 Gebruik vermoeiingsgrens bij constante amplitude bij toetsing volgens FLM1_{EJ}

Voorwoord

Voegovergangen zijn kritische onderdelen in wegen en dienen aan zware eisen te voldoen. Daarbij zijn met name de volgende aspecten belangrijk:

- 1) Duurzaamheid:
Vanwege de hoge eisen die gesteld worden aan beschikbaarheid is er maar weinig tijd beschikbaar voor onderhoud. Een lange levensduur van de voegovergang is gewenst, waarbij variabel onderhoud c.q. vervanging gelijktijdig plaats vindt met het vervangen van de deklaag van de verharding.
- 2) Geluid:
Het beperken van de geluidsemissie is in veel locaties van belang voor de directe omgeving.
- 3) Waterdichtheid:
Onderliggende constructies dienen duurzaam te worden beschermd tegen de schadelijke invloeden van water en dooizouten

Dit Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD) geeft de eisen voor voegovergangen ten behoeve van stalen en betonnen bruggen en viaducten, voortvloeiende uit het gebruik en de omgeving. Dit betreft zowel de functionele eisen als daarvan afgeleide generieke ontwerpeisen, minimum eisen aan materialen, uitvoeringseisen, eisen m.b.t. kwaliteitsborging als eisen met betrekking tot overdracht naar beheer.

Het document dient in samenhang met de volgende documenten te worden beschouwd:

- RTD 1001 Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken
- RTD 1007-1 Meerkeuzematrix Voegovergangen;
- RTD 1007-3 Geluidseisen voegovergangen;
- RTD 1007-4 Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies.

Het document vervangt de volgende documenten:

- NBD 00400 versie 1.0 d.d. 02-02-2006
- NBD 00710 versie 31 d.d. 27-01-2007

Voorgaande versies van de RTD1007-2 komen hiermee eveneens te vervallen.

Het document is voortgekomen uit een samenvoeging van bovenstaande normen, de invoering van de Eurocodes en de ROK en bevat daarnaast verbeteringen die zijn voortgekomen uit het gebruik en de praktijk. Tevens zijn diverse eisen toegevoegd of aangepast aan de European Technical Approval Guideline 032 (ETAG 032).

Rijkswaterstaat GPO
Hoofdingenieur Directeur
Ing. C. Brandsen

Inhoud

Voorwoord 5

1	Onderwerp en toepassingsgebied 9
1.1	Inleiding 9
1.2	Leeswijzer 9
1.3	Productfamilies 9
1.4	Terminologie 10
2	Overzicht Normatieve verwijzingen en referenties 15
2.1	Overzicht normatieve verwijzingen 15
2.2	Literatuur: 22
3	Functionele eisen en ontwerplevensduur 23
3.1	Functionele eisen 23
3.2	Ontwerplevensduur 23
3.3	Ontwerplevensduur onderdelen 24
4	Verificatiemethoden 25
4.1	Algemeen 25
4.2	Schematisering 25
4.3	Testen 26
4.4	Praktijkervaringen (referenties) 27
5	Ontwerpeisen 28
5.1	Bewegingscapaciteit 28
5.1.1	Algemeen 28
5.1.2	Bewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen 29
5.1.3	Bewegingen ten gevolge van krimp en kruip 30
5.1.4	Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw/fundering 30
5.1.5	Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting 30
5.1.6	Bewegingen ten gevolge van windbelasting 31
5.1.7	Combinaties van bewegingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS) 31
5.1.8	Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS): 32
5.1.9	Minimale bewegingscapaciteit 32
5.1.10	Uitvoeringsspecificatie 32
5.2	Mechanische weerstand 33
5.2.1	Algemeen 33
5.2.2	Belastingen 33
5.2.2.1	Statische belasting door verkeer 33
5.2.2.2	Vermoeiingsbelasting door verkeer 33
5.2.2.3	Interne krachten 34
5.2.3	Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoelstanden 34
5.2.3.1	In rekening te brengen effecten 34
5.2.3.2	Toetsing bezwijken door statische belasting (STR) 36
5.2.3.3	Toetsing bezwijken door vermoeiing (FAT) 37
5.2.4	Toetsing mechanische weerstand in bruikbaarheidsgrenstoestand 37
5.2.5	Toetsing slijtageweerstand 37
5.3	Veiligheid in gebruik en rijcomfort 38
5.3.1	Maximale spleetbreedte 38
5.3.2	Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen 39
5.3.3	Niveauverschillen in het bereden vlak 39
5.3.4	Stroefheid 40
5.3.5	Afwateringscapaciteit 40
5.4	Geluidsproductie 40
5.5	Waterdichtheid 41
5.6	Weerstand tegen aantasting 41

5.6.1	Bescherming tegen corrosie 41
5.6.1.1	Constructiestaal 41
5.6.1.2	Roestvast staal 42
5.6.1.3	Stalen bouten. 43
5.6.1.4	Aluminium legeringen 43
5.6.1.5	Betonstaal 43
5.6.1.6	Bescherming tegen bimetaalcorrosie 43
5.6.1.7	Bescherming tegen spleetcorrosie 43
5.6.2	Bescherming tegen overige fysische/chemische aantasting 43
5.6.2.1	Algemeen 43
5.6.2.2	(Staalvezel)beton 44
5.6.2.3	Rubber en kunststoffen 44
5.6.2.4	Bitumineuze materialen 44
5.7	Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid. 44
5.7.1	Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid 44
5.7.2	Vervangbaarheid 44
6	Specificaties materialen 45
6.1	Staal 45
6.1.1	Constructiestaal 45
6.1.2	Lasmaterialen 45
6.1.3	Bevestigingsmaterialen 45
6.2	Beton 45
6.2.1	Beton aangrenzende constructies 45
6.2.2	Niet direct bereden beton 46
6.2.3	Direct bereden beton 46
6.2.4	Betonstaal 46
6.2.5	Constructieve ankers 46
6.3	Rubber en kunststoffen 47
6.3.1	Afdichtingsprofielen 47
6.3.2	Rubbermatprofielen 47
6.3.3	Opleggingen, aandrukveren en stuurveren 47
6.4	Flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen 48
6.5	Slijtlagen 48
7	Uitvoeringseisen 49
7.1	Algemeen 49
7.2	Vorbereidingswerkzaamheden 49
7.3	Vervaardigen van betonconstructies 49
7.3.1	Applicatie van constructieve ankers 49
7.3.2	Uitvoering van betonwerk 49
7.4	Vervaardigen van staalconstructies 50
7.5	Montageverbindingen van staalconstructies 50
7.6	Aanbrengen van voegafdichtingen 51
7.7	Montage van voorspanbouten 51
7.8	Uitvoering flexibele voegovergangen 52
7.9	Uitvoering slijtlagen 52
8	Kwaliteitsborging 53
8.1	Algemeen 53
8.2	Ontwerpfase 53
8.3	Uitvoeringsfase 53
9	Instandhouding. 55
9.1	Beheer- en onderhoudsplan; 55
9.2	Overdrachtsgegevens (opleverdossier) 56

Bijlage 1	Verkeersbelastingen voor voegovergangen	58
B1.0	Inleiding	58
B1.1	Algemeen	59
B1.2	Modellen voor statische belasting	61
B1.2.1	Model voor verticale belasting	61
B1.2.1.1	Belasting op de rijbaan	61
B1.2.1.2	Belastingen op voetpaden	64
B1.2.1.3	Buitengewone belasting	64
B1.2.2	Model voor horizontale belasting	65
B1.2.2.1	Rem- en versnellingskrachten	65
B1.2.2.2	Centrifugaalkrachten	65
B1.2.2.3	Aanrijdbelastingen	66
B1.2.2.4	Buitengewone belastingen	66
B1.2.2.4.1	Schampranden die niet geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging	67
B1.2.2.4.2	Schampranden die geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging	67
B1.3	Belastingsmodellen voor vermoeiing	67
B1.3.1	Algemeen	67
B1.3.2	Belastingmodel voor vermoeiing 1 (FLM1 _{EJ})	68
B1.3.3	Belastingmodel voor vermoeiing 2 (FLM2 _{EJ})	69
B1.4	Ontwerpsituaties	71
B1.4.1	Algemeen	71
B1.4.2	Combinaties in de uiterste grenstoestand	71
B1.4.2.1	Fundamentele combinaties (STR)	71
B1.4.2.2	Combinaties voor buitengewone ontwerpsituaties	72
B1.4.2.3	Combinatie voor seismische ontwerpsituaties	73
B1.4.2.4	Combinatie voor grenstoestand vermoeiing (FAT)	73
B1.4.3	Karakteristieke combinaties voor de bruikbaarheidsgrenstoestand	73
Bijlage 2	Inhoud prestatieverklaring (DoP)	76
Bijlage 3	Overzicht relevantie ontwerpeisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief)	77
Bijlage 4	Eisen voor componenten van rubber en kunststof	78
Bijlage 5	Richtlijnen voor een kwalificatietest voor het aandraaimoment van bouten in getapte gaten (informatief)	83
Bijlage 6:	Ontwerp van axiaal belaste bouten in tapgaten	87

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Inleiding

Deze RTD beschrijft in combinatie met de ROK (Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken) de eisen die door Rijkswaterstaat gesteld worden aan het ontwerp, de fabricage en het aanbrengen van voegovergangen in stalen en betonnen bruggen en viaducten. De RTD1007-2 kan met uitzondering van §5.1 ook gebruikt worden voor voegovergangen in wegtunnels. Voor het bepalen van de voegbewegingen gelden andere belastingen. Zie hiervoor de ROK hoofdstuk 5

In samenhang met de toekomstige Europese Regelgeving zijn per type voegovergang de prestaties opgenomen zoals die door Rijkswaterstaat worden geëist en die gerapporteerd dienen te zijn in een Prestatieverklaring, ook wel Declaration of Performance (DoP) genoemd. Deze Prestatieverklaring (al dan niet met een CE markering) dient door leveranciers te worden geleverd en wordt door Rijkswaterstaat verlangd vooruitlopend op de toepassing van de Construction Products Regulation (2013).

In bijlage 2 is aangegeven welke informatie in de Prestatieverklaring ten behoeve van Rijkswaterstaat dient te worden opgenomen.

Deze RTD geldt voor alle productfamilies van voegovergangen zoals opgenomen onder 1.3, met uitzondering van familie 6.

Voor de producten dient de geschiktheid aangetoond te worden overeenkomstig één van de aantoonmethoden van tabel 2.

1.2 Leeswijzer

Tekst in normale opmaak is normatieve tekst.

Cursieve opmerkingen zijn informatief.

1.3 Productfamilies

De volgende productfamilies van voegovergangen worden onderscheiden:

1. Voegovergangen met of zonder balken en randprofielen met afdichtingrubbers (*Nosing joints*)
2. Vingervoegovergangen (*Cantilever joints, supported joints*)
3. Mattenvoegovergangen (*Mat joints*)
4. Flexibele voegovergangen (*Flexible joints*)
5. Verborgene voegovergangen (*Buried joints*)
6. Overgangsconstructies voor integraalkunstwerken^a
7. Meervoudige of lamellenvoegovergangen (*Modular joints*)

Zie voor een volledig overzicht van productfamilies, voegovergangconcepten en subtypen tabel 1 van RTD 1007-1 'Meerkeuzematrix voegovergangen'

^a Bij familie 6 is geen sprake meer van een afzonderlijk te beschouwen voegovergangsconstructie, maar maakt deze integraal deel uit van het gehele kunstwerk. Het ontwerp hiervan valt onder de eisen van de NBD00730 (standaarddetails voor betonnen bruggen).

1.4

Terminologie

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Aandrukveer	Prestress element	Element dat opwaartse verplaatsing van bijvoorbeeld de lamel t.o.v. dwarsdrager c.q. van de dwarsdrager naar de onderliggende constructie voorkomt.
Aanvullende dynamische vergrotingsfactor	Dynamic amplification factor (daf)	Aanvullende dynamische vergrotingsfactor voor vermoeiing bij voegovergangen ($\Delta\phi_{fat}$)
Afdekplaat	Cover plate	Plaat in het rijoppervlak van fiets/voetpaden of schampkant en zorgt voor een overbrugging van eventueel onacceptabel grote voegopeningen.
Afdichtingprofiel	Seal	Een flexibel element dat de waterafdichting verzekert.
Aslast	Axle load	De belasting uitgeoefend door een as.
Balg	Bellow / Gutter	Een vervormbaar element dat een opening afsluit en de waterdichtheid verzekert.
Beugel	Stirrup	Stalen klemconstructie als onderdeel van de bevestiging van een lamel op de dwarsdrager.
Brugdekopening	Bridge deck gap	Opening (spleet) tussen twee aangrenzende delen van de hoofd draagconstructie.
Charge	Batch	Hoeveelheid product of component die volgens dezelfde specificatie is vervaardigd binnen een bepaalde (aaneengesloten) periode.
Demping	Damping	Het dempen van een trilling
Deuvel	Dowel	Stalen element dat de kracht tussen beton en staalconstructies overdraagt.
Dilatatiecapaciteit	Movement capacity	De grootte van de opneembare relatieve verplaatsing tussen de uiterste posities (maximum van openen en sluiten) van een voegovergang waarbij geen schade aan de voegovergang optreedt.
Dwarsdrager / traverse	Crossbeam	Ligger die de lamellen draagt en de belasting afvoert naar het brugdek/landhoofd
Enkelvoudige voegovergang met randprofiel	Nosing joint; Single seal joint	Een voegovergang die bestaat uit stalen, betonnen, kunststof etc. randprofielen met een rubber afdichtingelement dat niet wordt bereden. Het randprofiel overbrugt niet de spleet en draagt de belasting over.
Flexibele voegovergang	Flexible plug expansion joint	Een voegovergang van speciaal ontwikkeld flexibel materiaal (binder en aggregaten), in situ vervaardigd, dat tevens het wegoppervlak vormt. Het oppervlak van de voegovergang is in lijn met het wegoppervlak.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Klauwprofiel	Seal Clamping device	Lastdragend (rand)profiel dat het afdichtingprofiel vasthoudt en zorgt voor een waterdichte aansluiting.
Kruisingshoek	Crossing angle	De hoek tussen de lengteas van de hoofddraagconstructie en de voegovergang.
Lamel	Centre beam (Lamellabeam)	Geleide lastdragende ligger (tussen de randprofielen) bij modulaire voegovergangen.
Lamellen voegovergang	Modular Joint	Een voegovergang waarbij de continuïteit van het wegdek is verzekerd door in serie toegepaste stalen balken, ondersteund door dwarsdragers.
Langsrichting	Longitudinal direction	Parallel aan de lengte-as van het kunstwerk / in de rijrichting van het verkeer.
Matten-voegovergang	Mat joint	Een voegovergang die de verplaatsing van de brug opneemt als verlenging en verkorting van een rubberen element. De rubbermat is vast verbonden met de hoofddraagconstructie. De bovenzijde is in het vlak van de rijweg.
Mal (Sjabloon)	Template	Hulpconstructie voor het positioneren van in te betonnen onderdelen of het boren van gaten.
Modificatie	Modification	Reconstrueren van bestaande voegovergangen met andere dan originele onderdelen.
Niet vervangbare onderdelen	Non replaceable parts	Relatief lastig te vervangen onderdelen, bijvoorbeeld door middel van slopen.
Onderbouwconstructie	Support structure	Tussenliggende (staal)constructie die een passende verbinding vormt tussen elementen in het wegooppervlak en de verankering in de onderliggende constructie.
Ondersteunde Voegovergang	Supported joint	Een voegovergang waar de belasting dragende delen zijn ondersteund door uitkragende liggers of andere systemen ingebouwd op het hoofddraagsysteem.
Ontwerplevensduur	Design life	Periode waarvoor een onderdeel of systeem is ontworpen om te functioneren onder de nominale ontwerpbelastingen.
Opening	Void	Een niet-dragend gedeelte van de voegovergang (leemte).
Oplegging	Bearing (element)	Onderdeel van een modulaire voegovergang dat de belasting uit de bovenliggende lastdragende constructie afvoert naar de onderliggende constructie en rotaties en/of translatie mogelijk maakt.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Opslingering	Upswing	Het dynamische effect waarbij na passage van een aslast de constructie terugveert voorbij de positie in de onbelaste toestand.
Prestatieverklaring	Declaration of Performance (DoP)	Document waarin de prestaties van een voegovergang worden verklaard.
Randprofiel	Edge beam	Profiel dat de overgang vormt tussen de voegopening en het wegdek.
Rugvulling	Caulking	Materiaal dat in een brugdekopening wordt geplaatst als tijdelijke vuilwering tijdens de uitvoering. Bij verborgen voegovergangen en flexibele voegen kan het tevens onderdeel uitmaken van de definitieve voegovergangsconstructie als ondersteuning of bevestiging van afdichtingprofielen of afdekplaten.
Scharnier	Hinge	Verbinding die rotatie mogelijk maakt.
Staalvezelbeton	Steel fibre reinforced concrete	Beton met stalen vezels.
Schampkant	Kerb	Het opstaand gedeelte van het wegoppervlak dat de begrenzing vormt van de rijweg.
Scheefheid	Skew (angle)	Afwijking van het brugdek ten opzichte van een rechthoekige vorm.
Stroefheid	Skid resistance	De kracht die door wrijving kan worden opgenomen tussen een autoband en het wegdek.
Slijtage	Wear	Het verlies van materiaal ten gevolge van wrijving tussen 2 delen.
Sok	Socket	Element met een inwendige draad dat functioneert als een verbinding naar beton of metselwerk.
Spleet	Gap / Void	Opening tussen 2 aangrenzende delen van de constructie. Te onderscheiden zijn de brugdekopening en de voegopening.
Stuikverbinding	Butt joint	Stompe lasverbinding tussen twee delen van de voegovergang, bijvoorbeeld i.v.m. een noodzakelijke fasering van de werkzaamheden.
Stuurveer	Control element	Element dat er voor zorgt dat de lamellen op ongeveer gelijke afstand zijn bij verschillende openingposities van de voeg.
Taats	Rocker	Gefixeerde oplegging die elementen in het wegoppervlak ondersteunt en rotatie om een as mogelijk maakt.
Traversekast	Joist Box	Een stalen kast die is opgenomen in de constructie en de dwarsdragers van lamellenvoegovergangen ondersteunt en stabiliseert.

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Uitsparing	Recess	Nis in het brugdek of landhoofd die dient als inbouwruimte voor de voegovergang.
Vasthoudconstructie	Holding down device	Systeem dat opwaartse verplaatsing van elementen in het wegoppervlak voorkomt.
Vermoeiing	Fatigue	Fenomeen waarbij de constructie bezwijkt door scheurgroei ten gevolge van wisselende belasting.
Verborgten voeg	Buried joint	Een voegovergang die zich onder de slijtlaag bevindt en de verplaatsingen van de bovenbouw opneemt.
Verankeringsysteem	Anchoring	Staven die de voegovergang verbinden met de hoofdconstructie of het landhoofd.
Veroudering	Ageing	Verandering van materiaaleigenschappen onder invloed van omgevingscondities, bijvoorbeeld water, zuurstof, zout, UV etc.
Versnelde veroudering	Accelerated ageing	Proces dat de verouderingseffecten in een korte tijd simuleert.
Vervangbare onderdelen	Replaceable parts	Relatief eenvoudig vervangbare onderdelen waarbij geen schade aan de overige onderdelen van de voegovergang of aangrenzende constructie wordt toegebracht; bijvoorbeeld afdichtingen, bouten, rubbermatten e.d.
Voegovergangsbalk	Transition strip	Element van de voegovergang gelegen in het rijoppervlak tussen de wegverharding en randconstructie of afdichtprofiel en de (constructieve) verbinding vormt met de onderliggende constructie.
Voegovergang	Expansion joint	Een constructie die een continu wegoppervlak vormt tussen aangrenzende hoofdconstructiedelen (brugdelen/landhoofden) en het verplaatsen van deze constructies niet verhindert (inclusief alle onderdelen niet zijnde het wegoppervlak zoals schampkanten, bermen etc.).
Voegopening	Expansion joint gap	Opening (spleet) in het wegoppervlak.
Voegvulling	Sealant	Vulmateriaal in een zaagsnede tussen de voegovergang en de aangrenzende slijtlaag.
Voetpadovergang	Footpath expansion joint	Een voegovergang speciaal ontworpen voor voetgangers.
Voorgespannen verankering	Prestress anchorage	Verankering onder voorspanning.
Voorspanbouten	High strength friction grip bolts	Voorgespannen bouten die de krachtsoverdracht op wrijving mogelijk maken tussen aangrenzende onderdelen.
Wrijvingsweerstand	Skid resistance	Weerstand tegen slippen tussen twee onderdelen

Alfabetische volgorde	Engelse term	Nederlandse uitleg (geen definitie)
Wapening	Reinforcement	In het beton op te nemen elementen ten behoeve van het opnemen van trekspanningen.
Waterafvoersysteem	Drainage	Een systeem van goten en andere middelen die water op het brugdek afvoert.
Zettingen	Settlement	Onomkeerbare beweging van de hoofddraagconstructie ten gevolge van de vervorming van de ondergrond onder constante belasting.
Zuiging	Suction	De weerstandskracht die ontstaat achter een band van een rijdend voertuig als gevolg van het vacuüm tussen band en rijweg.

2 Overzicht Normatieve verwijzingen en referenties

2.1 Overzicht normatieve verwijzingen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.3	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken.
RTD1007-1	RTD 1007-1	1.0	Meerkeuzematrix Voegovergangen (handreiking).
RTD1007-3	RTD 1007-3	1.0	Geluidseisen voor voegovergangen.
RTD1007-4	RTD 1007-4	1.0	Richtlijnen voor flexibele voegovergangsconstructies .
RTD1009	RTD 1009	1.0	Richtlijn voor het ontwerp van asfalt wegverhardingen op betonnen en stalen brugdekken
RTD1015	RTD1015	1.0	Eisen voor kunststofslijtlagen. (voorheen NBD10201)
Zie titel	182579	1.2	Instructie t.b.v. vastlegging van overdrachtsgegevens voor Beheer en Onderhoud van kunstwerken.
NEN-EN normen en ETAGs			
EN 206-1	NEN-EN 206-1 + NEN 8005	Zie ROK H2	Beton - Deel 1: Specificatie-eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. + Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1
EN 1090-1	NEN-EN1090-1	Zie ROK H2	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 1: Eisen voor het vaststellen van de conformiteit van constructieve onderdelen
EN 1090-2	NEN-EN 1090-2	Zie ROK H2	Het vervaardigen van staal- en aluminiumconstructies - Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies.
EN 1504-5	NEN-EN 1504-5	Zie ROK H2	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – deel 5: Injecteren van beton.
EN 1542	NEN-EN 1542	1999	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingsmethoden - Bepaling van de hechtsterkte door middel van de afbreekproef.
EN 1990	NEN-EN 1990	Zie ROK H2	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 1991-1-4	NEN-EN 1991-1-4	Zie ROK H2	Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-4: Algemene belastingen – windbelasting (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1991-1-5	NEN-EN 1991-1-5	Zie ROK H2	Eurocode 1: Belastingen op constructies Deel 1-5: Thermische belastingen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1991-2	NEN-EN 1991-2	Zie ROK H2	Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelastingen op bruggen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1992-1-1	NEN-EN 1992-1-1	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1992-2	NEN-EN 1992-2	Zie ROK H2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Betonnen bruggen - Regels voor ontwerp, berekening en detaillering (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).
EN 1993-1	NEN-EN 1993-1-1 NEN-EN 1993-1-3 NEN-EN 1993-1-4 NEN-EN 1993-1-5 NEN-EN 1993-1-7 NEN-EN 1993-1-8 NEN-EN 1993-1-9 NEN-EN 1993-1-10 NEN-EN 1993-1-11	Zie ROK H2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage) Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen Deel 1-3: Algemene regels – Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen Deel 1-4: Algemene regels – Aanvullende regels voor corrosievaste staalsoorten Deel 1-5: Constructieve plaatvelden Deel 1-7: Sterkte en stabiliteit haaks op het vlak belaste platen (inclusief correctieblad C1:2009) Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen Deel 1-9: Vermoeiing Deel 1-10: Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting Deel 1-11: Ontwerp en berekening van op trek belaste componenten.
EN 1993-2	NEN-EN 1993-2	Zie ROK H2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen (inclusief correctiebladen en Nationale Bijlage).

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 10025	NEN-EN 10025-1 NEN-EN 10025-2 NEN-EN 10025-3	2004 2004 2004	Warmgewalste producten van constructiestaal – Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor normaalgegloeid/normaliserend gewalst fijnkorrelig constructiestaal.
EN 10088	NEN-EN 10088-1 NEN-EN 10088-2 NEN-EN 10088-3 NEN-EN 10088-4 NEN-EN 10088-5	2005 2005 2005 2009 2009	Roestvaste staalsoorten – Deel 1: Lijst van roestvaste staalsoorten Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor plaat en band van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor halfproducten, staven, draad, walsdraad, profielen en blanke producten van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik Deel 4: Technische leveringsvoorwaarden voor plaat en band van corrosievast staal voor constructief gebruik Deel 5: Technische leveringsvoorwaarden voor staven, draad, profielen en producten van corrosievast blank staal voor constructie doeleinden.
EN 10204	NEN-EN 10204	Zie ROK H2	Producten van metaal – Soorten keuringsdocumenten.
EN 13438	NEN-EN 13438	2005	Verf en vernissen - Organische poederdeklagen voor gegalvaniseerde en stalen producten voor constructiedoeleinden
EN 13670	NEN-EN 13670	Zie ROK H2	Het vervaardigen van betonconstructies
EN 1337-2	NEN-EN 1337-2	2004	Opleggingen voor bouwkundige en civieltechnische toepassingen – Deel 2: Glijdelen.
CEN/TS 1992-4-5	CEN/TS 1992-4-5	2012	Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton - Deel 4-5: Bevestigingsmiddelen die achteraf worden gemonteerd - Chemische systemen

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ETAG 032	ETAG 032	2013	Guideline for European Technical Approval of Expansion Joints for Road Bridges Part 1: General Part 2: Buried Expansion Joints Part 3: Flexible plug Expansion Joints Part 4: Nosing Expansion Joints Part 5: Mat Expansion Joints Part 6: Cantilever Expansion Joints Part 7: Supported Expansion Joints Part 8: Modular Expansion Joints
NEN-EN-ISO normen			
EN-ISO 898	NEN-EN-ISO 898-1	2009	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van koolstofstaal en gelegeerd staal - Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden
EN-ISO 1461	NEN-EN-ISO 1461	Zie ROK H2	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen – Specificaties en beproevingen
EN-ISO 3506	NEN-EN-ISO 3506-1/-2	2009	Mechanische eigenschappen van bevestigingsartikelen van corrosievast staal. Deel 1: Bouten, schroeven en tapeinden. Deel 2: Moeren.
EN ISO 10684	NEN-EN ISO 10684	2009	Bevestigingsartikelen - Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen
EN-ISO 12944	NEN-EN-ISO 12944-1 t/m -8	1998	Verven en vernissen - Bescherming van staalconstructies tegen corrosie door middel van verfsystemen. - Deel 1: Algemene informatie - Deel 2: Indeling van de omgevingsomstandigheden - Deel 3: Basisregels voor het ontwerp - Deel 4: Soorten oppervlakken en behandeling van de oppervlakken - Deel 5: Beschermende verfsystemen - Deel 6: Laboratoriumbeproevingen voor de bepaling van de prestatie - Deel 7: Uitvoering van en toezicht op schilderwerk - Deel 8: Ontwikkeling van specificaties voor nieuw werk en onderhoud
EN 14188-1	NEN-EN 14188-1	2004	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 1: Specificaties voor warm aangebrachte afdichtingsmaterialen
EN-ISO 14713	NEN-EN-ISO 14713-1/-2	2010	Zinken deklagen - Richtlijnen en aanbevelingen voor de bescherming van ijzer en staal in constructies tegen corrosie . - Deel 1: Algemene ontwerpbeginsselen en corrosieweerstand. - Deel 2: Thermisch verzinken.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
NEN-ISO normen			
ISO 34-1	NEN-ISO 34-1	2010	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de scheursterkte - Deel 1: Broek, hoek- en halvemaaanvormige proefstukken.
ISO 37	NEN-ISO 37	2011	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Bepaling van de trek- en rekeigenschappen.
ISO 48	NEN-ISO 48	2010	Rubber, ge vulkaniseerd of thermoplastisch - Bepaling van de hardheid (hardheid tussen 10 IRHD en 100 IRHD).
ISO 179	NEN-ISO 179 -1 NEN-ISO 179 -2	2010 2012	Kunststoffen - Bepaling van de slagsterkte volgens Charpy - Deel 1: Niet-geïnstrumenteerde slagbeproeving Deel 2: Geïnstrumenteerde slagbeproeving.
ISO 188	NEN-ISO 188	2011	Rubber, ge vulkaniseerd of thermoplastisch - Versnelde verouderings- en warmteweerstandspoeven.
ISO 527	NEN-ISO 527-1 NEN-ISO 527-2	2012 2012	Kunststoffen - Bepaling van de trekeigenschappen Deel 1: Algemene beginselen Deel 2: 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	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de brosheid bij lage temperatuur.
ISO 813	NEN-ISO 813	2010	Gevulkaniseerde rubber of thermoplastisch rubber - Bepaling van de hechting aan stijve materialen - 90 graad afpelmethode.
ISO 815	NEN-ISO 815-1 NEN-ISO 815-2	2008 2008	Gevulkaniseerd of thermoplastisch rubber - Bepaling van de vormverandering. Deel 1: Bij buitenlucht of verhoogde temperaturen. Deel 2: Bij lage temperaturen.
ISO 899-1	NEN-ISO 899-1	2003	Kunststoffen - Bepaling van het kruipgedrag - Deel 1: Kruip onder trekspanning.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ISO 1183	NEN-ISO 1183-1 NEN-ISO 1183-2 NEN-ISO 1183-3	2012 2004 1999	Kunststoffen - Methoden voor de bepaling van de dichtheid van niet-geschuimde kunststoffen - Deel 1: Dompelmethode, vloeistof pyknometermethode en titratiemethode. - Deel 2: Dichtheidgradiënt-kolommethode. - Deel 3: Gas Pyknometermethode.
ISO 1431-1	NEN-ISO 1431-1	2012	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Ozonvastheid. - Deel 1: Statische en dynamische rekproef.
ISO 1817	NEN-ISO 1817	2011	Gevulkaniseerd en thermoplastisch rubber - Bepaling van de effecten van vloeistoffen.
ISO 1827	NEN-ISO 1827	2011	Rubber,gevulkaniseerde of thermoplastische rubber - Bepaling van de afschuifmoduleshechting tot harde platen - Quadruple-afschuifmethoden.
ISO 2039-1	NEN-ISO 2039-1	2001	Kunststoffen - Bepaling van de hardheid. - Deel 1: Kogelindrukmethode.
ISO 2081	NEN-ISO 2081	2008	Metallieke deklagen - Elektrolytisch aangebrachte bedekkingen van zink met aanvullende behandeling van ijzer of staal.
ISO 2578	NEN-ISO 2578	1998	Kunststoffen - Bepaling van de tijd-temperatuurgrenzen na langdurige blootstelling aan warmte
ISO 2768-2	NEN-ISO 2768-2	1994	Algemene toleranties. Deel 2: Vormtoleranties voor elementen zonder afzonderlijke tolerantie-aanduidingen
ISO 2781	NEN-ISO 2781	2008	Gevulkaniseerde rubber – Bepaling van de dichtheid.
ISO 3417	NEN-ISO 3417	2008	Rubber - Bepaling van karakteristieken van vulkanisatie met de vulkanisatiemeter met oscillerende schijf.
ISO 3522	NEN-ISO 3522	2007	Aluminium en aluminiumlegeringen - Gietstukken - Chemische samenstelling en mechanische eigenschappen.
ISO 4649	NEN-ISO 4649	2010	Rubber, gevulkaniseerd of thermoplastisch – Bepaling van de slijtweerstand met gebruik van een roterende cilinder.
ISO 9001	NEN-ISO 9001	2008	Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen.
ISO 7619-2	NEN-ISO7619-2	2010	Gevulkaniseerde of thermoplastische rubber – Bepaling van de indringhardheid. – Deel 2: IRHD leesbare methode.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
ISO 9223	NEN-ISO 9923	2012	Corrosie van metalen en legeringen - Corrosiviteit van de atmosfeer - Indeling, bepaling en schatting.
ISO 9924	ISO 9924-1 ISO 9924-2 ISO 9924-3	2000 2000 2009	Rubber en producten van rubber - Bepaling van de samenstelling van gevulkaniseerde producten en ongevulkaniseerde verbindingen door thermogravimetrie. Deel 1: Butadiëen-, ethyleenpropyleen copolymeer en terpolymeer-, isobuteen-isopreen-, isopreen- en styreen-butadiëen rubber. Deel 2: Acrylnitrilbutadiëen-, halobutyl-, polyurethaan-, siliconen- en sulfiderubber. Deel 3: Koolwaterstof rubber, gehalogeneerde rubbers en polysiloxaanse rubbers na extractie.
NEN normen / NPR -richtlijnen			
NEN 5970	NEN 5970	2001	Bepaling van de druksterkte-ontwikkeling van jong beton op basis van de gewogen rijpheid.
NEN 6008	NEN 6008	Zie ROK H2	Betonstaal.
NEN 8005	NEN 8005	Zie ROK H2	Nederlandse invulling van NEN-EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
NPR 2053	NPR2053	2012	Lasverbindingen met betonstaal en stalen strippen.
Beoordelingsrichtlijnen (BRL)			
BRL 0501	BRL 0501	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Betonstaal.
BRL 0504	BRL 0504	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor Mechanische verbindingen van betonstaal.
BRL 0509	BRL 0509	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton.
BRL 0515	BRL0515	2012	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO productcertificaat voor RVS Betonstaal
BRL 3201	BRL 3201	Zie ROK H2	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies.
BRL 5060	BRL 5060	2004	Nationale beoordelingsrichtlijn voor het Komo Attest voor Staalvezelbeton.

Verwijzing	Documentnummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
Overige			
OGOS-500-TRL	OGOS-500-TRL	2010	Eisen thermisch gespoten deklagen OGOS-500-TRL Eisendeel OGOS-501-TRL Handreiking
CUR-20	CUR-aanbeveling 20	1990	Bepaling van de hechtsterkte van mortels op beton.
ASTM D6370	ASTM D6370 - 99(2009)	2009	Standard Test Method for Rubber-Compositional Analysis by Thermogravimetry (TGA).
VDI-2230	VDI-2230	2003	Systematic calculation of high duty bolted joints Joints with one cylindrical bolt
TR23	TR23	2006	EOTA Technical Report - Assessment of post-installed rebar connections

2.2

Literatuur:

Titel	Auteur	Jaar
ROARK's formulas for stress and strain, 7e editie (2013), W.C. Young en R.G. Budynas	W.C. Young, R.G. Budynas	2013
Peterson's Stress Concentration Factor, 3 ^e editie	W.D Pilkey, D.F.Pilkey	2008
Merkblatt 866 Nichtrostender Betonstahl	www.edelstahl - rostfrei.de	2011

3 Functionele eisen en ontwerplevensduur

3.1 Functionele eisen

Voor voegovergangen gelden de navolgende topeisen:

- 1) Voegovergangen dienen een flexibele, veilige en comfortabele schakel te vormen tussen wegen en rijdekken van kunstwerken en rijdekken van kunstwerken onderling.
- 2) Voegovergangen dienen onderliggende constructies te beschermen.

Voor topeis 1 gelden de onderliggende functionele eisen:

1. Bieden van ruimte om rijdekken te laten verlengen, verkorten, verplaatsen in verticale richting en roteren ten opzichte van de steunpunten en/of rijdekken van kunstwerken.
2. Opnemen van belastingen ontstaan door verplaatsing van de rijdekken van kunstwerken.
3. Opnemen van door het verkeer opgewekte belastingen (statisch en dynamisch) zonder dat er schade aan de voegovergang en zijn bevestiging/verankering ontstaat.
4. Waarborgen van een veilige en comfortabele passage van het verkeer.
5. Minimaliseren van contact- en/of pulsgeluid als gevolg van het passeren van de voeg.

Voor topeis 2 geldt de onderliggende functionele eis:

6. Water keren en afvoeren.

Opmerking: in hoofdstuk 5 zijn afgeleide ontwerpeisen aangegeven op basis van deze functionele eisen.

3.2 Ontwerplevensduur

Tenzij anders aangegeven in het contract is de geëiste ontwerplevensduur van de samengestelde voegovergang zoals gegeven in tabel 1.

Tabel 1: minimale ontwerplevensduur

Productfamilie	Nieuwbouw en gehele vervanging	Reconstructie (modificatie/gedeeltelijke vervanging)
1. Enkelvoudige voegovergangen met randprofielen	40 jaar	25 jaar
2.1. Uitkragende vingervoegen	40 jaar	25 jaar
2.2. Ondersteunde vingervoegen	40 jaar	25 jaar
3. Mattenvoegen ^b	40 jaar	25 jaar
4. Flexibele voegovergangen	10 jaar	10 jaar
5. Verborgen voegovergangen	10 jaar	10 jaar
6. Overgangsconstructies voor integraalkunstwerken ^c		
7. Meervoudige of lamellenvoegen	40 jaar	25 jaar

^b Alleen in secundaire wegen. Mattenvoegen mogen niet toegepast worden in het hoofdwegennet (voor overzicht hoofdwegennet zie Nota Mobiliteit) en hier op aansluitende op- en afritten.

^c Voor overgangsconstructies voor integraalkunstwerken geldt dat de ontwerplevensduur gelijk gesteld wordt aan de ontwerplevensduur van de verhardingsconstructie.

3.3 Ontwerplevensduur onderdelen

De minimale eis voor de ontwerplevensduur (zonder onderhoud anders dan reiniging) voor vervangbare rubber/kunststof onderdelen is 15 jaar.

Onderdelen die slechts door middel van sloopwerk kunnen worden vervangen worden beschouwd als niet vervangbaar en dienen minimaal de ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten, tenzij er bij het ontwerp van het kunstwerk vanuit gegaan is dat bepaalde onderdelen de levensduur van het kunstwerk dienen te hebben

Opmerking:

Zie ROK §6.4, vervangbaarheid van voegovergangen.

Stalen onderdelen dienen ongeacht of deze vervangbaar zijn, een ontwerplevensduur volgens tabel 1 te bezitten. Indien voorspanbouten gelost dienen te worden ten behoeve van vervanging van onderliggende onderdelen met een lagere ontwerplevensduur mag een ontwerplevensduur van deze voorspanbouten gelijk gesteld worden aan de ontwerplevensduur van het onderdeel met de laagste ontwerplevensduur, met een minimum van 25 jaar.

Opmerking: voorspanbouten dienen altijd vervangen te worden nadat deze zijn ontspannen

4 Verificatiemethoden

4.1 Algemeen

1. Door middel van berekeningen dient te worden aangetoond dat de voegconstructie voldoet aan de functionele eisen.
2. Indien berekeningen niet in voldoende mate kunnen aantonen dat de statische sterkte of de sterkte met betrekking tot de levensduur, kruip, relaxatie, veroudering, vermoeiing en slijtage toereikend is, dienen testresultaten te worden gebruikt als alternatief of als aanvulling op berekeningen.
3. Voor voegovergangen met een European Technical Approval (ETA), een European Technical Assessment op basis van een European Technical Approval Guideline (ETAG032), of een Common Understanding Approval Procedure (CUAP), dient te worden geverifieerd dat de prestatie-eisen, zoals die zijn vastgelegd in de uitgangspunten voor de Prestatieverklaring in deze RTD, niet worden overschreden. Aanvullende verificaties zijn in dat geval noodzakelijk.
4. Indien bovenstaande methoden niet kunnen worden toegepast, dan kan een ingebouwde constructie worden geëvalueerd aan de hand van de praktijkomstandigheden. De ondergaan gemeten belastingen en omstandigheden worden als referentie genomen; deze kunnen worden vergeleken met toekomstige situaties. Op grond van de gemeten belastingen en het waargenomen constructiegedrag dient een betrouwbare voorspelling te kunnen worden gedaan betreffende de te verwachte levensduur onder de referentiebelastingen en -vervormingen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de mogelijke aantoonmethoden en de aspecten die daarbij een rol spelen. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van gangbare verificatiemethoden per ontwerpaspect en per voegovergangfamilie voor zover relevant.

Tabel 2: Aantoonmethoden geschiktheid voegovergangen

Procedure	Methode	Aspecten	Referentie
Expliciet	1. Berekening (analyse)	Geometrie, belastingen, materiaaleigenschappen, schematisering, randvoorwaarden (uitgangspunten).	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem.
	2. Testen	Geometrie, belastingen, materiaal-eigenschappen en representativiteit van het proefstuk, geschiktheid van de testopstelling/ meetmiddelen, uitgangspunten m.b.t. aantal cycli, meetfrequentie en tijdsduur van de belasting,	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem Proefstukkwaliteit is referentie.
	3. Verificatie van ETA	Geldigheid gehanteerde geometrie, belastingen, randvoorwaarden/ uitgangspunten van uitgevoerde berekeningen en testen.	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem met externe toetsing.
Impliciet	4. Evaluatie praktijk-ervaring	Geldigheid geometrie, belastingen, constructie-eigenschappen (in relatie tot voegbewegingen) en randvoorwaarden van de in situ opstelling (referentie).	Normen, specificaties en kwaliteitssysteem In situ opstelling is referentie.

4.2 Schematisering

Berekeningen dienen gebaseerd te zijn op een betrouwbare schematisering van het werkelijke constructiegedrag.

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

Indien een 2-D schematisering wordt toegepast dient aandacht geschonken te worden aan de ruimtelijke krachtswerking die additionele buiging, afschuiving en torsie tot gevolg kan hebben.

Bij computermodellen dient de elementenkeuze, de netfijnheid en de schematisering van de belasting te worden onderbouwd.

De belastingverdeling dient rekening te houden met:

- invloed van locale belastingen op doorgaande elementen;
- eventueel aanwezige excentriciteiten en scheefheden van onderdelen;
- ongelijkmatig dragen als gevolg van maatafwijkingen van onderdelen en mogelijke hoogteverschillen tussen onderdelen,
- kracht concentraties als gevolg verschillende stijfheden van onderdelen
- wrikkrachten in verbindingen ten gevolge van verhinderde rotaties.

Indien de effecten van een of meer van bovenstaande aspecten als verwaarloosbaar wordt beschouwd dient dit gemotiveerd te worden.

Voor de spreiding van een belasting in massieve onderdelen dient, tenzij is aangetoond dat een andere waarde is gerechtvaardigd, maximaal een spreidingshoek t.o.v. de krachtsrichting aangehouden te worden van 30° voor staal en 45° voor beton.

Toelichting: de spreidingshoek van 30° is gebaseerd op de VDI-2230 figuur 5.2/10.

Met betrekking tot belastingafdracht dient rekening gehouden te worden met de werkelijk breedte van de aanwezige voeg tussen de onderliggende constructiedelen. Bij vervanging van voegovergangen in betonconstructies dient rekening gehouden te worden met de eventuele effecten van randschade aan de onderliggende beton op de belastingoverdracht vanuit de voegovergang.

Er dient aandacht te worden besteed aan positioneren van de belastingen rekening houdend met invloedslijnen en invloedsvlakken.

4.3

Testen

De proefstukken dienen de beoogde omstandigheden in de praktijk op een representatieve wijze te simuleren. De testcondities dienen gebaseerd te zijn op de belastingen zoals aangegeven in deze RTD.

Testen dienen uitgevoerd te worden conform de methoden in de ETAG032 en Europese normen, voor zover beschikbaar. De in de ETAG032 aangegeven testcondities dienen waar nodig aangepast te worden op de eisen in deze RTD (bijlage 1).

Opmerking:

Voor het aantal proefstukken zie ETAG032-1, Annex H.

4.4 Praktijkervaringen (referenties)

Van praktijkreferenties dient een dossier te zijn opgesteld die van meerdere locaties de volgende zaken bevat:

1) Documentatie ingebouwde voegovergangen:

- materiaalcertificaten;
- as-built geometrie van voegovergang;
- gegevens van de opbouw van de aangrenzende verharding
- inbouwprotocol/keuringsrapportage.

2) Evaluatie monitoring bestaande constructies

- metingen grootte en aantallen aslasten;
- bewegingshistorie, aan de hand van voegmetingen in combinatie met temperatuurmetingen;
- beschouwing degradatieverloop aan de hand van metingen en/of inspecties.

3) Verwachtingen:

Extrapolatie van het degradatieverloop op basis van bewegingshistorie en verkeershistorie naar verwachte degradatie over de ontwerplevensduur

5 Ontwerpeisen

5.1 Bewegingscapaciteit

5.1.1 Algemeen

De voegconstructie dient in staat te zijn gedurende de ontwerplevensduur de vervormingen en verplaatsingen van het brugdek of van andere hoofdconstructie-elementen te volgen zonder schade aan de voegovergang, de onderliggende constructie of de aangrenzende verharding.

Het verplaatsingseffect ter hoogte van de voegovergang (horizontaal en verticaal) als gevolg van hoekverdraaiingen van de hoofd draagconstructie en met name ook de einddwarsdragers dient in de beschouwing te worden meegenomen.

Bij bewegingen loodrecht op de rijrichting in het vlak van het brugdek dient tevens rekening gehouden te worden met de spelingen (inclusief slijtage) en vrijheidsgraden in het oplegsysteem.

Opmerking:

Bij de bewegingen kan onderscheid gemaakt worden in:

- verplaatsing van het brugdek door vervormingen of verplaatsingen van de opleggingen;
- eventuele vervormingen van het brugdek zelf.

Ten aanzien van de vervormingen of verplaatsing van de opleggingen geldt, voor kunstwerken met een oplegsysteem bestaande uit een combinatie van vaste, eenzijdig beweegbare en alzijdig beweegbare opleggingen of kunstwerken met een geleidingssysteem, dat de aanwezige speling in dit systeem (inclusief optredende slijtage gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang) in rekening gebracht dient te worden. Voor kunstwerken met een oplegsysteem bestaande uit rubber opleggingen zonder geleidingen, dient door middel van bepalingen van de horizontale en verticale veerstijfheden de theoretische bewegingen ten gevolge van de optredende belastingen te worden bepaald.

De maatgevende bewegingen ter plaatse van de voegovergang dienen te worden bepaald uit een combinatie van karakteristieke waarden van vervormingen en verplaatsingen van de brugconstructie ten gevolge van:

- 1) temperatuurverschillen
- 2) krimp en kruip van beton
- 3) deformaties van de onderbouw en de fundering
- 4) verkeersbelastingen
- 5) windbelastingen.

Opmerking:

Er dient onderscheid gemaakt te worden in de brugdekbewegingen en voegbewegingen in geval van een niet haakse kruisingshoek van de voegovergang t.o.v de rijrichting. Zie RTD1007-1, hoofdstuk 5 voor een toelichting op de omrekening van brugdekbewegingen naar voegbewegingen.

5.1.2 Bewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen

De vervormingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van temperatuurverschillen dienen bepaald te worden conform hoofdstuk 6 van EN 1991-1-5, met in achtname van de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.

In EN-1991-1-5 wordt onderscheid gemaakt in verplaatsingen ten gevolge van :

- een gelijkmatige temperatuurcomponent ($u_{TN;k}$)

- een temperatuurverschilcomponent ($u_{TM;k}$)

Beide dienen te worden beschouwd en in rekening te worden gebracht.

Met betrekking tot de gelijkmatige temperatuurcomponent dient een temperatuurtoeslag te worden toegepast in verband met de onzekerheid ten aanzien van de werkelijke gemiddelde constructietemperatuur op het moment van inbouwen. Indien door middel van metingen de (gemiddelde) constructietemperatuur kan worden bepaald, dan mag in afwijking van §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 een toeslag van ± 3 °C op het temperatuurtraject ΔT_n worden aangehouden voor betonnen bruggen en ± 10 °C voor een stalen brug.

Dit resulteert voor voegovergangen in een temperatuurtraject $\Delta T_{n,ej} = T_{e,max,ej} - T_{e,min,ej}$ volgens tabel 3.

Opmerking:

Hetgeen bij opmerkingen 2 en 3 in §6.1.3.3 van EN-1991-1-5 is opgenomen wordt beschouwd als te conservatief voor het dimensioneren van voegovergangen indien temperatuur- en/of verplaatsingsmetingen worden uitgevoerd.

De grootte van de vervormingen ten gevolge van temperatuurbelasting en de snelheid waarmee deze vormveranderingen optreden is bij bruggen van staal of staal-beton groter als bij betonnen bruggen.

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

Tabel 3: Uitgangspunten gelijkmatige temperatuurcomponent inclusief toeslag voor onzekerheid m.b.t. constructietemperatuur.

	Brugdek van (grind)beton	Brugdek van staal	Brugdek van staal-beton
$T_{e,max,ej}$	+35 °C	+57 °C	+57 °C
$T_{e,min,ej}$	-20 °C	-37 °C	-37 °C
$\Delta T_{n,ej}$	55 °C	94 °C	94 °C
α_r	$10 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-6}$

Voor de bepaling van de vervormingseffecten ten gevolge van de ongelijkmatige temperatuurcomponent zoals aangegeven in §6.1.4 geldt dat deze vervormingen niet als volledig verhinderd en daarmee als verwaarloosd beschouwd mogen worden. De vervormingseffecten ter plaatse van de voegovergang ten gevolge van de ongelijkmatige temperatuurcomponent dienen bepaald te worden conform §6.1.4.2 van EN-1991-1-5.

Opmerking 3:

De temperatuurverschilcomponent zal in de meeste gevallen leiden tot een gedeeltelijk verhinderde vrije vervorming resulterend in een combinatie van normaalkrachten en buigende momenten en de daaruit volgende krommingen en lengteveranderingen van het brugdek.

Opmerking 4:

Over het algemeen zal in lengterichting van het dek de gelijkmatige temperatuurcomponent overheersend zijn voor de voegbewegingen. In dwarsrichting kan de temperatuurverschilcomponent in sommige gevallen overheersend zijn voor de voegbewegingen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een kokerligger. Ter plaatse van het landhoofd vervormt de bovenzijde van het brugdek als gevolg van de ongelijkmatige temperatuurcomponent terwijl de temperatuur van het landhoofd min of meer constant blijft.

Voor de lineaire uitzettingscoëfficiënt dienen de waarden uit bijlage C van EN 1991-1-4 aangehouden te worden (zie ook tabel 3).

5.1.3 Bewegingen ten gevolge van krimp en kruip

De vervormingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbeweging (verkorting) ten gevolge van de resterende krimp ($u_{sh;k}$) en kruip ($u_{cr;k}$) kan worden bepaald conform bijlage B van EN 1992-2.

5.1.4 Bewegingen ten gevolge van deformaties van de onderbouw / fundering

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

Opmerking:

Deze kunnen volgen uit geotechnische berekeningen conform EN 1997-1 en/of aan de hand van extrapolatie van uitgevoerde zetting- en/of deformatiemetingen. Voor nieuwbouw is in de ROK §10.1 de eis opgenomen dat bij het ontwerp van het kunstwerk, en dus ook bij het ontwerp van de voegovergang, rekening gehouden dient te worden met verticale zettingsverschillen van 30 mm. Afhankelijk van het ontwerp van het landhoofd kan ook sprake zijn van horizontale deformaties. Bij permanent excentrisch belaste funderingen kunnen aanzienlijke horizontale deformaties optreden.

5.1.5 Bewegingen ten gevolge van verkeersbelasting

De vervormingen en verplaatsingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van verkeersbelasting ($u_{Q;k}$) dienen bepaald te worden met de belastingmodellen conform EN 1991-2 inclusief aanvullingen in de ROK.

Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden in:

1. Horizontale translaties in de rijrichting ten gevolge van rem- en versnellingskrachten op het brugdek in combinatie met vrijheden in het oplegsysteem ($u_{Q;lk}$).
2. Horizontale translaties loodrecht op de rijrichting ten gevolge van centrifugaalkrachten op het brugdek bij horizontale boogstralen $r < 1500$ m ($u_{Q;tk}$).
3. Horizontale en verticale translaties ten gevolge verticale belasting ($u_{Q;k}$)

Opmerking:

Dit betreft verplaatsingen ten gevolge van doorbuiging van het brugdek met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen en verticale translaties ten gevolge van een eventuele inverting van de opleggingen ter plaats van de voegovergang en doorbuiging van dwarsdragers.

5.1.6 Bewegingen ten gevolge van windbelasting

De vervormingen en verplaatsingen van het brugdek en de daaruit volgende voegbewegingen ten gevolge van windbelasting (u_w) dienen bepaald te worden met de belastingmodellen conform EN 1991-1-4.

5.1.7 Combinaties van bewegingen in de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS)

Voor de bepaling van de maximale voegbewegingen in diverse richtingen (t.o.v. de neutrale stand) dienen de berekende bewegingen in elk van de afzonderlijke richtingen (x,y,z) conform 5.1.2 t/m 5.1.6 te worden gecombineerd, daarbij rekening houdend met de maximale waarde van de speling in het opleg- of geleidingsysteem:

$$u_{SLS,KAR} = \psi_0 u_{T;k} + \psi_0 u_{Q;k} + \psi_0 u_{w;k} + u_{cr;k} + u_{sh;k} + u_{set;k}$$

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

Toelichting: dit resulteert in de volgende combinaties:

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

Opmerking:

Voor de toets op de minimale voegopening dient $u_{cr;k}$, en $u_{sh;k}$ niet in rekening gebracht te worden om aan de bewegingscapaciteit op de korte termijn te kunnen voldoen.

Het berekeningsresultaat dient kleiner of gelijk te zijn aan de bewegingscapaciteit van de voegovergang voor respectievelijk de x,y en z-richting. De voegovergang dient dan aan alle functionele eisen te blijven voldoen.

Indien de prestaties van het beoogde type voegovergang afhankelijk zijn de belastingsnelheid, dient onderscheid gemaakt te worden in langzaam optredende voegbewegingen en snel optredende bewegingen.

Opmerking:

De bewegingscapaciteit in x-richting komt overeen met de waarde d_{Ek} conform bijlage 1. In de waarde van d_{Ek} (op te geven door de leverancier) dient ook reeds rekening gehouden te zijn met de fabricage- en montagetoleranties.

5.1.8 Combinaties van bewegingen in uiterste grenstoestand (ULS):

Voor de bepaling van de in rekening te brengen bewegingscapaciteit in de uiterste grenstoestand dient de combinatie waarde van de verplaatsing in de bruikbaarheidsgrenstoestand te worden vermenigvuldigd met een factor 1,2:

$$u_{ULS,D} = 1,2 \times u_{SLS,KAR}$$

Toelichting:

Indien de in de EN-1990 opgenomen partiële factoren voor de ULS gehanteerd zouden worden voor het berekenen van de vervormingen, dan leidt dit tot te grote, niet realistische waarden.

Het berekeningsresultaat dient getoetst te worden aan:

- de maximale voegopening waarmee in de berekeningen van de mechanische weerstand is rekening gehouden: (zie bijlage 1, B1.4.2)
- de minimale voegopening: in de onderliggende constructie en in de voegovergang mogen geen opspankrachten optreden die leiden tot bezwijken van de voegovergang en/of schade aan de onderliggende constructie.

Opmerking:

De bewegingscapaciteit in de uiterste grenstoestand heeft alleen betrekking op de functie mechanische weerstand. De voegovergang hoeft dus in deze grenstoestand niet aan alle functie-eisen te voldoen. De voegovergang dient bij het bereiken van de grenstoestand en daarna nog wel veilig berijdbaar te blijven, maar mag bijvoorbeeld wel lekkage vertonen.

5.1.9 Minimale bewegingscapaciteit

Ongeacht de resultaten van de analyses dient, met uitzondering van de productfamilies 4 en 5 (verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen), ten minste rekening te worden gehouden met de volgende minimale (reken)waarden:

- Horizontale translaties (loodrecht op de voegovergang): -5 mm/+5 mm
- Horizontale translaties (evenwijdig aan de voegovergang): -3 mm/+3 mm
- Verticale translaties tussen aangrenzende constructies: -3 mm/+3 mm
- Rotaties tussen aangrenzende constructies (om de gemeenschappelijke as van de oplettingen): -0.005 rad./+0.005 rad.
- Tijdelijk hoogteverschil tussen onderdelen van de voegovergang van minimaal 10 mm in het rijwegniveau ten behoeve van het vrijzelen van een brugdek in verband met vervanging van oplettingen.

5.1.10 Uitvoeringsspecificatie

De instelling van de voegovergang in relatie tot de constructietemperatuur op moment van inbouwen dient te zijn gespecificeerd.

In geval dat bij een gekozen type voegovergang een instelmogelijkheid ontbreekt dan wel dat deze om praktische redenen beperkt is, dient hier in het ontwerp rekening mee te worden gehouden. Voor de uitvoeringsfase dient in dat geval te zijn gespecificeerd binnen welke grenzen van de constructietemperatuur de voegovergang in het betreffende object kan worden ingebouwd.

5.2 Mechanische weerstand

5.2.1 Algemeen

De voegconstructie dient in staat te zijn om gedurende de ontwerplevensduur de optredende verkeersbelastingen en eventuele interne krachten vanuit de constructie op te nemen, zonder dat dit leidt tot bezwijken van de constructie of grote onacceptabele vervormingen. Daarbij dient waar relevant tevens rekening gehouden te worden met materiaalverlies door slijtage en aantasting. De grenstoestanden conform EN-1990 zijn weergegeven in tabel 4.

De voegovergang dient beschouwd te worden inclusief de verankering. Indien een deel van de voegovergang deel uit maakt van een stalen rijdekconstructie, dient het toegepaste materiaal en zijn verankering te voldoen aan EN 1993-1, EN 1993-2 en de aanvullingen hierop in de ROK. Indien de voegovergang wordt verankerd in een betonconstructie, dan dient de verankering te voldoen aan EN 1992-1. Voor in te lijmen staven betonstaal geldt ROK §6.1 met een aanvulling op artikel 2.7(1) van EN 1992-1-1. Wanneer 'ongescheurd beton' is aangenomen dient dit te worden geverifieerd.

Elke theoretische rijstrook volgens EN1991-2 dient te zijn beschouwd als een potentiële rijstrook voor zwaar verkeer, tenzij in de projectspecificatie een andere eis is gesteld.

De overdracht van de belasting dient in overeenstemming zijn met B1.1.

Tabel 4: Grenstoestanden

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

5.2.2 Belastingen

5.2.2.1 Statische belasting door verkeer

De statische belasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B1.2.

5.2.2.2 Vermoeiingsbelasting door verkeer

De vermoeiingsbelasting dient bepaald te worden volgens bijlage 1, B1.3.

Gekozen dient te worden voor $FLM1_{EJ}$ of $FLM2_{EJ}$.

Voor $FLM2_{EJ}$ dient, indien niets anders is opgegeven in het contract, het aantal zware voertuigen per jaar en per rijstrook te worden ontleend aan tabel NB5 -4.5n uit EN 1991-2 (hieronder ter informatie weergegeven).

Tabel NB.5 – 4.5(n): Aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer		
Verkeerscategorie		N _{obs,a,ai}
1	Autosnelwegen en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	2,0 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

Voor verkeerscategorie 1 dient voor het gemiddeld aantal assen per voertuig volgens tabel B1.4 van bijlage 1 de waarden voor de lange afstand te worden aangehouden. Voor andere wegen mag, indien niets anders is opgegeven in het contract, de waarden van de middellange afstand worden aangehouden.

Voor FLM1_{EJ} geldt voor verkeerscategorieën anders dan verkeerscategorie 1 dat in afwijking van bijlage1, B1.3.2 in plaats van de factor 0,8 een waarde van 0,7 mag worden aangehouden.

5.2.2.3 *Interne krachten*

De interne krachten die worden veroorzaakt door voorspanning en/of door opgelegde verplaatsingen en/of rotaties van de voegovergang dienen mede in de berekeningen te worden beschouwd. Optredende interne krachten (F_{ik}) dienen door de leverancier te worden opgegeven.

Opmerking:

Deze krachten kunnen variabel zijn als gevolg van temperatuur, verplaatsingssnelheid, afmetingen, slijtage, kruip/relaxatie of veroudering.

5.2.3 Toetsing mechanische weerstand in uiterste grenstoestanden

5.2.3.1 *In rekening te brengen effecten*

Bij de toetsing dient rekening gehouden te worden met onderstaande effecten.

Natrilgedrag: opslinging en demping

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

Voor voegovergangen met uitkragende (sinus)platen en vingervoegovergangen dient voor de belasting als gevolg van opslinging een waarde aangehouden te worden van 0,3 x initiële verticale belasting incl. aanvullende dynamische vergrotingsfactor (d_{af}), tenzij door middel van full-scale testen in combinatie met dynamische (EEM)analyses andere waarden kunnen worden aangetoond.

Voor lamellenvoegovergangen en mattenvoegovergangen dienen de dynamische eigenschappen die als uitgangspunt dienen voor berekeningen gevalideerd te zijn door middel van testen op volledige schaalgrootte in combinatie met dynamische analyses van een 3D model.

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

Opmerking: De dynamische eigenschappen betreffen de eigen frequentie/tijd, de dynamische vergrotingsfactor en het natrilgedrag (mate van damping, opslinging)

Spanningsconcentraties bij discontinuïteiten

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden spanningsconcentraties bij discontinuïteiten, zoals inwendige hoeken, boutgaten en sparingen. Indien geen gedetailleerde analyses worden gemaakt, dienen de berekende nominale spanningen bij discontinuïteiten met een van toepassing zijnde factor^d te worden verhoogd. In voorkomende gevallen waarbij geen spanningsconcentratiefactor in de literatuur kan worden gevonden mag een waarde van 2,5 worden toegepast mits minimaal een afrondingsstraal van 3 mm wordt aangehouden.

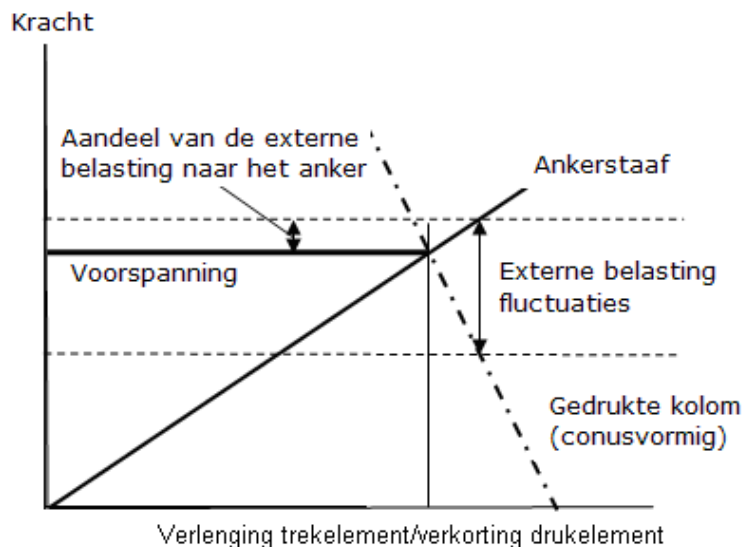
Toename kracht bij voorgespannen verbindingen

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de toename van de ankerkracht in voorgespannen verbindingen ten gevolge van externe verkeersbelasting.

Toelichting:

Belastingeffecten in verankeringen: externe (verkeers)belastingen geven een toename van de ankerkracht en verlagen de voorspandruk (zie figuur 1).

De som van de toename ankerkracht en de afname van de voorspandruk is gelijk aan de externe belasting. De toename van de ankerkracht, als dan niet in combinatie met een verlies van voorspankracht door kruipeffecten, kan aanleiding zijn tot bezwijken door vermoeiing. Het effect wordt groter naar mate de effectieve voorspanning in de verbinding afneemt, bijvoorbeeld als gevolg van onvlakheden in de te verbinden onderdelen. Het effect kan ook optreden indien rubber of kunststof onderdelen opgesloten worden in de voorgespannen verbinding. Zie ook figuur B6.1 in bijlage 6.



Figuur 1: toename van de ankerkracht door verkeersbelasting

^d Zie "ROARK's formulas for stress and strain" hoofdstuk 17 of "Peterson's Stress Concentration Factor". Hierin zijn spanningsconcentratiefactoren gedocumenteerd voor veel voorkomende situaties.

Verlies aan voorspanning en vermindering van demping

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de effecten van krimp van (staalvezel)beton en kruip van beton en conserveringslagen, slijtage en veroudering van materialen, voor zover deze op kunnen treden gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang of het onderdeel (in geval van vervangbare onderdelen).

Opmerkingen:

- *Door krimp kan de aanhechting tussen bijvoorbeeld ingestorte schetsplaten en het beton geheel of gedeeltelijk verdwijnen. Ook kan sprake zijn van scheurvorming door verhinderde krimp.*
- *Kruip van conserveringslagen in voorgespannen verbindingen kan met name optreden in een warme periode bij stalen delen die bovendien direct blootgesteld worden aan zonnestraling, zoals vingerplaten en sinusplaten.*
- *Door slijtage van glijdlagen en veroudering van opleggingen en aandrukveren van lamellenvoegen zal de voorspanning en demping in loop der tijd afnemen en daarmee het natrilgedrag en de vermoeiingssterkte in negatieve zin beïnvloeden.*

Krachtsconcentraties bij voorspanbouten in getapte gaten

Er dient rekening gehouden te worden met krachtsconcentraties in de bovenste draadgangen van getapte gaten door verschillende stijfheden als gevolg van afwijkend vloeigedrag van het basismateriaal ten opzichte van de voorspanbout.

Opmerking:

Indien de bepalingen van bijlage 6 worden toegepast voor het ontwerpen van voorgespannen verbindingen met tapbouten, wordt met deze krachtsconcentraties impliciet al rekening gehouden.

5.2.3.2 *Toetsing bezwijken door statische belasting (STR)*

Voor de fundamentele belastingcombinatie dient bijlage 1, B1.4.2 1 en B1.4.2.2 te worden aangehouden.

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

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

Bij boutverbindingen belast op trek mag het drukcontact tussen de samengedrukte onderdelen niet verloren gaan.

Voor de partiële factor voor materiaalsterkte dienen de waarden in tabel 5.1 aangehouden te worden.

Tabel 5.1 Partiële factoren voor materiaalsterkte (statisch)

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

5.2.3.3 Toetsing bezwijken door vermoeiing (FAT)

Aangetoond dient te worden dat de voegovergang de vereiste ontwerplevensduur bezit met inbegrip van de bevestiging/verankering voor FLM1_{EJ} of FLM2_{EJ} volgens Bijlage 1.

Gedetailleerde uitgangspunten ten aanzien van de belastingcombinatie voor vermoeiing dienen ontleend te worden aan Bijlage 1, B1.4.2.4

Voor de partiële factor voor materiaalsterkte dienen de waarden in tabel 5.2 aangehouden te worden.

Tabel 5.2 Partiële factoren voor materiaalsterkte (vermoeiing)

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

Indien FLM1_{EJ} wordt toegepast dient voor de toetsing voor de vermoeiingssterkte van staal de vermoeiingsgrens bij constante amplitude $\Delta\sigma_D$ te worden aangehouden. Voor de vermoeiingssterkte van betonstaal dient artikel 6.8.4 van EN1992-1-1 te worden toegepast, waarbij voor N de waarde 1×10^8 aangehouden dient te worden.

5.2.4 Toetsing mechanische weerstand in bruikbaarheidsgrenstoestand

Voor de toetsing van de bruikbaarheidsgrenstoestand dient de karakteristieke belastingcombinatie volgens bijlage 1, B1.4.3 te worden beschouwd.

De verificaties in de bruikbaarheidsgrenstoestand dienen te worden uitgevoerd met elastisch gedrag teneinde de geschiktheid van de voegovergang en de bijbehorende geometrie te bepalen voor wat betreft het opvangen van interne vervormingen als gevolg van de uitgeoefende belastingen en van de opgelegde verplaatsingen van de hoofdconstructie onder normale omstandigheden.

Optredende (elastische) vervormingen dienen te voldoen aan de eisen zoals gesteld in §5.3.3.

5.2.5 Toetsing slijtageweerstand

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

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

- Onvoldoende mechanische weerstand (zowel statisch als vermoeiing)
- Verandering in de kinematische uitgangspunten (verlies van origineel aanwezige contactdruk zoals daarbij in constructieve analyses is uitgegaan)
- Compleet verdwijnen van onderdelen van het 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 .

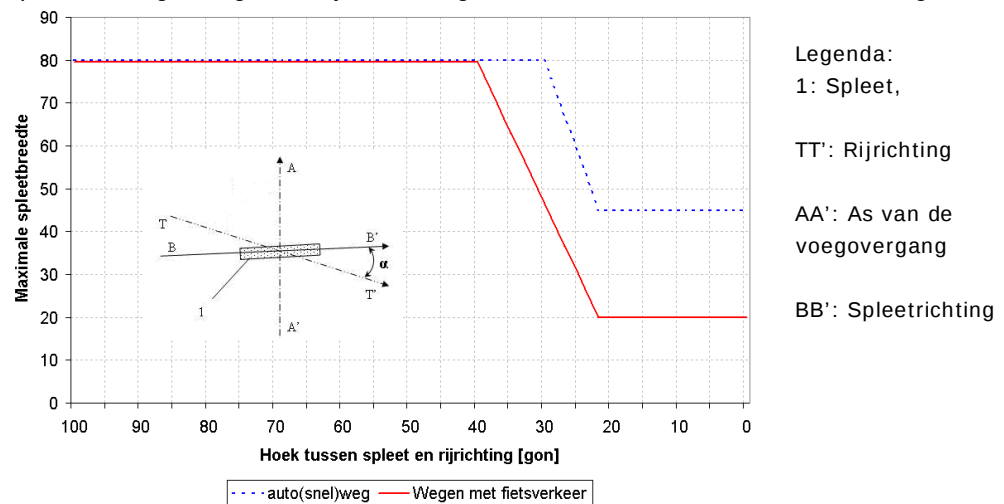
Als alternatief voor een gedetailleerde analyse van de loopweg kan worden uitgegaan van een loopweg van $120 \times$ de maximale beweging per jaar gedurende de ontwerplevensduur.

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

5.3 Veiligheid in gebruik en rijcomfort

5.3.1 Maximale spleetbreedte

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

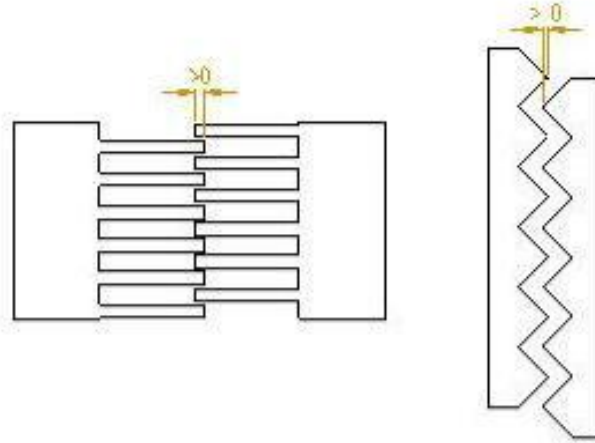


Figuur 2: Maximale spleetbreedte als functie van de hoek tussen spleet en rijrichting

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

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

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



Figuur 3: minimale overlap bij maximale voegopening in de bruikbaarheidsgrenstoestand

5.3.2 Maximale verticale verplaatsingen bij spleten en openingen

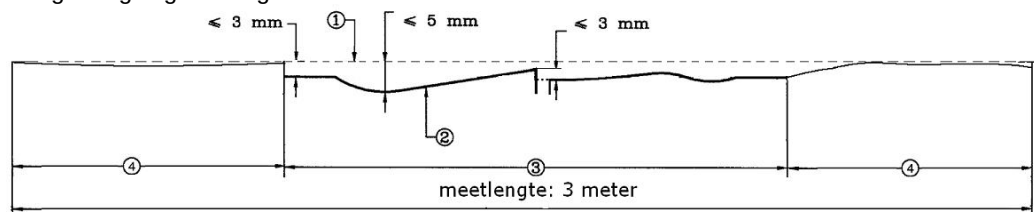
Ter plaatse van voetpaden dient de maximale verticale verplaatsing zodanig te zijn dat een aan het loopoppervlak horizontaal geplaatste schijf met een diameter van 3,0 cm niet meer dan 2,0 cm inzakt

5.3.3 Niveauverschillen in het bereden vlak

In onbelaste toestand (geen verkeersbelasting) mag (na het inbouwen) tussen de onderdelen van de voegovergang die de rijweg vormen (het bereden vlak) gemeten onder een rei van 3 meter geen grotere afwijking in de vlakheid te bestaan dan 5 mm. Deze eis geldt in alle richtingen.

Voor abrupte niveauverschillen geldt een maximum van 3 mm (oppervlakteruwheid en spleten en openingen niet meegenomen) bij iedere voegovergang.

Voor de aansluiting van de wegverharding op de voegovergang geldt dat het niveau van de wegverharding minimaal gelijk dient te zijn aan het niveau van de voegovergang en maximaal 3 mm hoger mag zijn dan het niveau van de voegovergang. Zie figuur 4.



Legenda: 1. Meetlijn (rei) 2. Bereden vlak 3. Voegovergang 4. Aangrenzend (weg)oppervlak

Figuur 4: toegestane niveauverschillen t.o.v. de ideale lijn in onbelaste toestand

In belaste toestand (met verkeersbelasting) mag de toename van het niveauverschil in de rijrichting ten opzichte van de ideale lijn niet meer zijn dan de maximale waarde van de vervorming in de bruikbaarheidsgrenstoestand (karakteristieke combinatie).

De maximale waarde van de vervorming is:

- $0,0025 \times l$ voor een tweezijdig ondersteunde voegovergangsconstructie (waarbij l de lengte van de overspanning haaks op de voegovergang is) met een maximum van 5 mm
- $0,005 \times l$ voor een uitkragende voegovergangsconstructie (waarbij l de lengte van de vrije uitkraging is) met een maximum van 5 mm.

Flexibele voegovergangen

Voor flexibele voegovergangen is enige mate van spoorvorming door gebruik toelaatbaar. Gedurende ontwerplevensduur mag geen spoorvorming optreden groter dan of gelijk aan 18 mm (+/- 9mm).

Mattenvoegovergangen

Voor mattenvoegovergangen mogen de hoogteverschillen in de situatie van maximale contractie ten opzichte van de situatie van maximale verlenging niet groter zijn dan 12 mm.

5.3.4 Stroefheid

Het ontwerp van de voegovergang dient zodanig te zijn dat onder normale omstandigheden er geen gevaar ontstaat voor de weggebruikers. Voor alle delen van de voegovergang met een oppervlak groter dan 150 x 150 mm dient een minimaal reliëf (textuur) aanwezig te zijn met een diepte van 1,2 mm, of dient met testen aangetoond te zijn dat de stroefheid minimaal gelijk is aan de aansluitende wegverharding gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang.

Opmerking:

De stroefheid kan door middel van de EN13036-4 (SRT) worden bepaald.

5.3.5 Afwateringscapaciteit

Waterafvoer via goten op brugdekken mag niet door de voegovergang worden onderbroken.

Wanneer de voegovergang een hindernis vormt voor de waterafvoer van de bovenstrooms gelegen open deklaag dient een drainage- of hemelwaterafvoersysteem te voorzien in de adequate afvoer van het water. Hiervan is ten minste sprake indien de helling van het wegdek in de rijrichting groter is dan 2% en de werkende lengte van de voegovergang groter is dan 15 meter, gemeten vanaf het hoogste punt tot aan het laagste punt van de deklaag.

5.4 Geluidsproductie

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

Indien de leverancier van de voegovergang een eigen GLW hanteert, dient de geldigheid van de verklaarde geluidsprestaties van een voegovergang vastgesteld te zijn. Daarbij dienen tenminste de volgende invloeden beschouwd te zijn:

- de overgang op de aansluitende verharding
- de hoek tussen de voegovergang en de rijrichting

- de voegopening

5.5 Waterdichtheid

Voegovergangen inclusief de aansluitingen op de ondergrond en de wegverharding dienen gedurende de levensduur over de gehele breedte van het kunstwerk waterdicht te zijn. Het daarbij behorende onderhoud dient te zijn beschreven in het beheer- en onderhoudsplan (zie hoofdstuk 9).

De bevestiging van de afdichtingelementen mag niet worden beïnvloed door de voegbeweging en de accumulatie van vuil (zand, stenen etc.).

Opmerking:

- Voor eisen m.b.t. de aansluiting voegovergang-verharding zie RTD1009.
- Voor eisen m.b.t. de aansluiting voegovergang-ondergrond zie de eisen in §6.2.1 (hechtsterkte) en §7.3.2 (behandeling van stortnaden)

5.6 Weerstand tegen aantasting

5.6.1 Bescherming tegen corrosie

5.6.1.1 Constructiestaal

De duurzaamheid van constructiestaal in voegovergangen dient gewaarborgd te worden door middel van een conserveringssysteem. Voor het ontwerp van het conserveringssysteem gelden de navolgende uitgangspunten:

- 1) Corrosiviteitscategorie volgens ISO 9223: C5
- 2) Gedurende de ontwerplevensduur van de voegovergang dient geen groot onderhoud aan het conserveringssysteem noodzakelijk te zijn;
- 3) Tegen het einde van de levensduur is corrosie toegestaan voor zover deze het betrouwbaar functioneren van de voegovergang aantoonbaar niet beïnvloedt.
- 4) Bij nieuwbouw en totale vervanging geldt een conserveringssysteem met duurzaamheidsklasse "zeer hoog" met een levensduurverwachting van 40 jaar. In geval van een ontwerplevensduur van 25 jaar kan volstaan worden met een systeem een conserveringssysteem in duurzaamheidsklasse "hoog"
- 5) Staaloppervlakken die in contact staan met beton dienen ten minste over de eerste 50mm voorzien te zijn van een volledig conserveringssysteem. In verband met de noodzakelijke aanhechting van beton en staal dient een conserveringssysteem gekozen te worden dat deze aanhechting aantoonbaar waarborgt.
- 6) Ter plaatse van de contactoppervlakken in voorgespannen verbindingen geldt dat de laagdikte minimaal 40 µm en maximaal 75µm dient te zijn, tenzij wordt aangetoond dat kruip door een hogere laagdikte niet leidt tot een kritische afname van de voorspanning. Het gebied waar de voorspanning effectief is tegen corrosie dient aantoonbaar te zijn. Delen die buiten het effectieve invloedsgebied van voorspanning vallen dienen voorzien te zijn van het volledige conserveringssysteem. Deze delen mogen geen invloed uitoefenen op werking van de voorgespannen verbinding.
- 7) Het conserveringssysteem dient te voldoen aan de aanvullende eisen in de ROK § 7.20 onder 10.1.

*Toelichting:**De navolgende systemen worden geacht geschikt te zijn:**-, Duurzaamheidsklasse "hoog", levensduursverwachting 25 jaar:*

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

- Duurzaamheidsklasse "zeer hoog", levensduurverwachting 40 jaar:

- Thermisch verzinken conform EN-ISO 1461, duurzaamheidsklasse "zeer hoog", met verhoogde zinklaagdikte bepaald conform EN-ISO 14713-1
- Combinatie van thermisch verzinkt staal met een organische deklaag ("duplexsysteem"), conform EN 13438 of EN15773.
- Duplexsysteem van een thermisch gespoten metalen zink/aluminium laag met een organische deklaag conform OGOS-500-TRL en OGOS-501-TRL.

Opmerkingen:

1. Zie EN 1090-2 hoofdstuk 10 en aanvullingen in de ROK §7.20 voor eisen en richtlijnen met betrekking tot corrosiebescherming
2. Bij thermisch verzinken dient in relatie tot de te bereiken laagdikte rekening gehouden te worden met chemische samenstelling van het staal en de benodigde oppervlakteruwheid. Het ontwerp dient verder zodanig te zijn dat optredende vervormingen tijdens het verzinken worden geminimaliseerd. In EN 14713-2 zijn hiervoor nadere richtlijnen en aanbevelingen gegeven. Zo nodig dient de verzinkte constructie te worden nagericht om te voldoen aan de eisen.
3. Op locaties waar hoge eisen worden gesteld aan de vlakheid en kruip, bijvoorbeeld ter plaatse van voerspanverbindingen dient zo nodig een nabewerking plaats te vinden om oneffenheden en/of te dikke lagen te corrigeren.
4. Over het algemeen zal de conservering op bereden delen door slijtage sneller degraderen dan in niet bereden delen. Dit is doorgaans niet van invloed op het functioneren, tenzij de conservering nodig is voor de vereiste stroefheid en . Wel dient rekening gehouden te worden met de invloed op de aangrenzende conservering in het niet bereden oppervlak.
5. De levensduur van duplexsystemen zijn langer als de som van de levensduur van de afzonderlijke delen. De verklaring ligt voor de hand. De verflaag beschermt de zinklaag. De zinklaag verhindert op haar beurt roestvorming onder de verflaag. Voor duplex-systemen mag de volgende empirische formule worden gehanteerd, waarbij D de levensduur is: $D_{\text{duplex}} = 1,5 (D_{\text{thermisch verzinkt staal}} + D_{\text{verfsysteem}})$.

De leverancier verklaart welk systeem of systemen wordt toegepast en toont vooraf de duurzaamheid aan met de voor de materialen van dit systeem relevante normen en testen. De fabrikant dient per (sectie van de) voegovergang metingen te verrichten en registraties daarvan bij te houden om aan te tonen dat voldaan wordt aan de ontwerpeisen van het conserveringssysteem.

5.6.1.2 Roestvast staal

Naast toepassing van geconserveerd constructiestaal is (gedeeltelijke) toepassing van roestvast staal ook toegestaan. Voor RVS componenten dient de kwaliteit (werkstofnummer) 1.4404 of 1.4571 gebruikt te worden volgens EN 10088 of gelijkwaardig.

De minimale corrosiebestendigheid en materiaalkwaliteit voor roestvaststalen bouten dient A4-80 conform EN-ISO 3506-1 en -2 te zijn.

Roestvaststaal voor glijdoppervlakken in combinatie met PTFE dient te voldoen aan EN 1337-2.

5.6.1.3 *Stalen bouten.*

Alle koolstofstalen verbindingsmiddelen en afdichting/onderleg/sluitringen dienen thermisch verzinkt te zijn volgens EN ISO 10684, waarbij de draad niet mag worden ondersneden.

Thermische verzinkte bevestigingsmiddelen dienen na montage te worden voorzien van hetzelfde of gelijkwaardig conserveringssysteem als de te verbinden delen.

5.6.1.4 *Aluminium legeringen*

Aluminium legeringen dienen minimaal een corrosieweerstand categorie B te hebben volgens ISO 3522, Tabel C.1, of gelijkwaardig.

Contact tussen aluminium en betonmortel dient te worden voorkomen.

5.6.1.5 *Betonstaal*

Bij betonstaal in (staalvezel)beton dient een minimale betondekking aangehouden te worden van 30mm.

Opmerking:

Indien de minimaal aan te houden betondekking niet kan worden gerealiseerd of gewaarborgd, is toepassing van RVS wapening te overwegen. Merkblatt 866 Nichtrostender Betonstahl (1. Auflage 2011; uitgave van Informationsstelle Edelstahl Rostfrei) geeft aanbevelingen voor het toepassen van roestvast staal in beton. RVS wapening kan worden geleverd onder productcertificaat op basis van BRL0515.

5.6.1.6 *Bescherming tegen bimetaalcorrosie*

Corrosie als gevolg van verschillende materialen in een vochtige omgeving dient te worden voorkomen door middel van isolatie.

5.6.1.7 *Bescherming tegen spleetcorrosie*

In de detaillering van het ontwerp mogen tussen stalen onderdelen geen spleten en kieren aanwezig zijn die, al dan niet door capillairwerking, gevuld kunnen raken met water. Alle lassen dienen volledig te zijn; geen kettinglassen en geen enkelzijdige lassen met spleten zijn toegestaan.

Tapgaten dienen aantoonbaar beschermd te zijn tegen vochtindringing.

Bij modificaties van bestaande voegovergangen dienen spleten die niet bereikbaar zijn voor lassen afgedicht te worden met een blijvend elastische kit

5.6.2 *Bescherming tegen overige fysische/chemische aantasting*

5.6.2.1 *Algemeen*

De voegovergang dient gedurende de ontwerplevensduur voldoende weerstand te kunnen bieden tegen veroudering en schade door fysische aantastingmechanismen, waaronder:

- (verhinderde) krimp/uitzetting
- vorst en vorst/dooi cycli
- UV straling
- Ozon

De duurzaamheid van de voegovergang mag eveneens niet worden verminderd door olie, brandstoffen en dooizouten in concentraties welke verwacht kunnen worden bij normaal gebruik.

5.6.2.2 (Staalvezel)beton

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

5.6.2.3 Rubber en kunststoffen

Rubber en kunststoffen dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4.

5.6.2.4 Bitumineuze materialen

Bitumineuze materialen dienen te voldoen aan de eisen in RTD1007-4.
Flexibele bitumineuze voegvullingen dienen te voldoen aan EN 14188-1 klasse F2.

5.7 Inspecteerbaarheid, onderhoudbaarheid en vervangbaarheid.

5.7.1 Inspecteerbaarheid en onderhoudbaarheid

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

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

5.7.2 Vervangbaarheid

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

Rubber en kunststofdelen dienen toegankelijk en gemakkelijk vervangbaar te zijn zonder dat schade aan de voegovergangsconstructie, inclusief de conservering, wordt veroorzaakt.

Voorgespannen onderdelen dienen gemakkelijk te ontspannen en te herspannen te zijn om vervanging mogelijk te maken.

Toelichting:

Dit houdt onder andere in dat preventieve maatregelen genomen dienen te worden om te voorkomen dat bouten door oxidatieproducten in loop der tijd vast gaan zitten.

6 Specificaties materialen

6.1 Staal

6.1.1 Constructiestaal

Gewalst staal dient in overeenstemming te zijn met de eisen van EN 10025.

Gelaste delen en/of dynamische belaste delen dienen minimaal kwaliteit S235 J2+N of AR of S355 J2+N of AR te bezitten en dienen geleverd te zijn met een 3.1 certificaat volgens EN 10204.

Niet-gelaste statisch belaste delen mogen vervaardigd zijn uit S235 J0 en S355 J0 met een 2.2 certificaat. Deze eisen dienen te worden geverifieerd voor iedere charge.

6.1.2 Lasmaterialen

Lasmaterialen dienen gekeurd te zijn door een onafhankelijke keuringsinstantie. Voldaan dient te worden aan de eisen van de EN 1090-2 en de ROK §7.20.

6.1.3 Bevestigingsmaterialen

(Voorspan) bouten etc. dienen te zijn van de kwaliteiten 8.8 of 10.9 volgens EN ISO 898 in thermisch verzinkte uitvoering. Bevestigingsmaterialen met de kwaliteit 10.9 dienen bovendien te voldoen aan de ROK §7.20. (zie aanvulling op EN1090-2 §5.6.1)

Toe te passen (voorspan)bouten dienen geleverd te worden met een 3.1 certificaat volgens EN 10204.

Bij het toepassen van tapgaten in een bevestiging dient rekening gehouden te worden met de compatibiliteit van de schroefdraden. De diepte van de tapgaten dient voldoende uitloop mogelijk te maken. De tapgaten dienen aan de onderzijde ontoegankelijk te zijn voor beton.

Niet voorgespannen bouten dienen geborgd te worden indien een risico bestaat dat ze los kunnen raken als gevolg van trillingen.

Er dient bij niet-voorgespannen bouten een sluitring aangebracht te worden aan de zijde waar aangedraaid wordt. Bij voorgespannen bouten dienen sluitringen onder de kop en de moer te worden aangebracht.

6.2 Beton

6.2.1 Beton aangrenzende constructies

De potentiële hechtsterkte/treksterkte van de aangrenzende betonconstructie (landhoofd, brugdek) mag in geen geval lager zijn dan 1,5 MPa.

Aantoonmethode:

In situ test overeenkomstig CUR-aanbeveling 20 methode 1, of EN 1542

Eventuele uit te voeren oppervlakkige betonreparaties c.q. uitvullingen dienen te worden uitgevoerd met een reparatiemortel die ten minste voldoet aan EN 1504-3, klasse R3.

6.2.2 Niet direct bereden beton

Het beton dient bij ingebruikname van de voegconstructie (ook indien alleen belast door bouwverkeer) te voldoen aan de in het ontwerp gestelde eisen met een minimum sterkteklasse van C35/45 volgens EN 206-1.

6.2.3 Direct bereden beton

Direct bereden beton dient vervaardigd te zijn uit staalvezelbeton volgens BRL 5060, taaiklasse 3 of gelijkwaardig.

Kleur: Antraciet

De karakteristieke druksterkte van het staalvezelbeton mag bij ingebruikname van de voegconstructie (ook indien alleen belast door bouwverkeer) in geen geval lager zijn dan 30 MPa. Aantoonmethode: Gewogen rijpheidmethode volgens NEN 5970 2001

6.2.4 Betonstaal

Alleen betonstaal B500B of B500C volgens NEN 6008 toepassen.

De maximale spanningsrimpel $2\sigma_a$ bij bovenspanning $0,6 R_e$ (300 MPa) en 1,0 miljoen spanningswisselingen (N) dient in overeenstemming te zijn met de uitgangspunten zoals deze in de ontwerpberekeningen zijn gehanteerd.

Zolang wapeningsstaal nog niet met CE-markering geleverd kan worden volgens de bouwproductenverordening 305/2011/EU (Construction Products Regulation) dient deze met productcertificaat conform BRL0501 of gelijkwaardig certificaat te worden geleverd.

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

6.2.5 Constructieve ankers

Achteraf aangebrachte verankeringsystemen dienen te voldoen aan CEN/TS 1992-4-5 en achteraf aangebrachte verbindingen met wapening dienen te voldoen aan EOTA Technical Report 23. De geschiktheid m.b.t. vermoeiing dient op een andere wijze te worden aangetoond (zie ROK §6.1, onder 2.7).

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

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

6.3 Rubber en kunststoffen

6.3.1 Afdichtingsprofielen

Afdichtingprofielen dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4, tabel B4.1
De dikte van het afdichtingprofiel dient minimaal 4 mm te zijn.

Opmerking:

Over het algemeen worden CR, SBR en EPDM beschouwd als geschikte materialen voor afdichtingrubbers bij gebruik tussen - 25° en + 45°C.

6.3.2 Rubbermatprofielen

Rubber matten dienen te voldoen aan de eisen in bijlage 4, tabel B4.2

Opmerking:

Voor rubber matten kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Daarom zijn in tabel B4.2 alleen de relevante eigenschappen gegeven en is waar relevant een indicatie gegeven voor de geschiktheid van de materialen. De eisen dienen door de leverancier te worden bepaald/afgeleid op basis van de gehanteerde uitgangspunten in analyses en de componenten zoals die toegepast zijn bij testen conform ETAG032-5. Op basis van initiële typetesten kunnen de prestaties worden aangetoond, die als uitgangspunt gelden voor de fabrieksproductiecontrole. Fabrieksproductiecontrole kan zich beperken tot een het testen van de belangrijkste materiaaleigenschappen, waarmee de conformiteit met de bij de typetesten gebruikte componenten kan worden geverifieerd.

6.3.3 Opleggingen, aandrukveren en stuurveren

Opleggingen, aandrukveren en stuurveren voor lamellenvoegovergangen dienen te voldoen aan bijlage 4, tabel B4.3, B4.4 en/of B4.5 en dienen geleverd te zijn met een 3.1 certificaat (rubber onderdelen) / 2.2 certificaat (plastic onderdelen)

Opmerking:

Voor deze onderdelen kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Daarom zijn in tabel B4.3, B4.4 en B4.5 alleen de relevante eigenschappen gegeven en is waar relevant een indicatie gegeven voor de geschiktheid van de materialen. De eisen dienen door de leverancier te worden bepaald/afgeleid op basis van de gehanteerde uitgangspunten in analyses en de componenten zoals die toegepast zijn bij de testen voor de dynamische beoordeling (zie bijlage 5). Op basis van initiële typetesten conform ETAG032-8 kunnen de prestaties worden aangetoond, die als uitgangspunt gelden voor de fabrieksproductiecontrole. Fabrieksproductiecontrole kan zich beperken tot een het testen van de belangrijkste materiaaleigenschappen en inspectie van de uitvoering, waarmee de conformiteit met de bij de typetesten gebruikte componenten kan worden geverifieerd.

Bij typetesten dienen de volgende eigenschappen te worden onderzocht:

- draagvermogen inclusief kruip- en relaxatiegedrag;
- wrijving (tijdens translatie en/of rotatie);
- slijtage (door translatie en/of rotatie);
- vermoeiing;
- afschuifstijfheid (indien relevant).

Bij fabriekscontrole dienen naast de materiaaltesten volgens bijlage 4 de volgende controles en testen op het geproduceerde onderdeel plaats te vinden:

- geometrie (binnen toleranties ontwerp);
- kracht-indrukkingsproef op 10% van de gefabriceerde onderdelen.

6.4 Flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen

De geschiktheid van materialen voor flexibele voegovergangen en verborgen voegovergangen (in combinatie met de verhardingsconstructie) dient door middel van testen te worden vastgesteld.

Opmerking

Voor deze onderdelen kunnen de functionele eisen niet direct worden vertaald naar eisen voor materiaaleigenschappen. Zie RTD1007-4 en ETAG032-3 voor richtlijnen m.b.t. eigenschappen en gangbare testmethoden voor flexibele voegovergangen.

6.5 Slijtlagen

Eventueel aan te brengen slijtlagen op voegovergangen voor het verkrijgen van vereiste stroefheid dienen te voldoen aan RTD1015.

7 Uitvoeringseisen

7.1 Algemeen

De werkzaamheden op de fabriek en op de bouwplaats dienen te worden uitgevoerd conform het kwaliteitsplan zoals aangegeven in hoofdstuk 8.

De uitvoering op de bouwplaats dient door de leverancier, of een door de leverancier aangewezen vertegenwoordiger, te worden geïnspecteerd en goedgekeurd.

7.2 Voorbereidingswerkzaamheden

Het sloopwerk dat wordt uitgevoerd vooruitlopend op het aanbrengen van de voegovergang mag geen gevolgschade veroorzaken die een risico vormt voor het draagvermogen en duurzaamheid van de hoofdconstructie als geheel.

Indien ter plaatse van de voegspinning (rand)schade is ontstaan, dan dient deze rand zodanig voorbehandeld te worden dat de optredende spanningen aan de ondergrond kunnen worden overgedragen overeenkomstig de uitgangspunten van de ontwerpberekening.

Opmerking:

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

7.3 Vervaardigen van betonconstructies

7.3.1 Applicatie van constructieve ankers

Ingelijmde ankers/wapeningsstekken dienen te worden aangebracht door BRL 0509 gecertificeerde applicateurs, of door applicateurs in bezit van een gelijkwaardig certificaat. Indien twijfel bestaat of de uitvoering heeft plaatsgevonden in overeenstemming met de eisen van de leverancier, dient beproeving op ten minste 3% van de aangebrachte ankers plaats te vinden. Hiervoor geldt de procedure zoals opgenomen in de ROK met betrekking tot de EN1992-4-5.

7.3.2 Uitvoering van betonwerk

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

Lassen en buigen van betonstaal

Lassen (inclusief hechtlassen) van betonstaal is alleen toegestaan indien in het ontwerp rekening is gehouden met de afname van de mechanische (vermoedings)eigenschappen conform EN1992-1-1 §6.8.

De uitvoering van constructieve (kracht)lasverbindingen van betonstaal dient plaats te vinden conform NPR2053.

Opmerking:

Voor het fixeren van delen van de voegovergang aan de onderliggende betonconstructie verdient het aanbeveling extra (stek)wapening toe te passen.

Het buigen van betonstaal bij temperaturen beneden -5 °C en het buigen in combinatie met verhitting van de staven is niet toegestaan.

Herbuigen van betonstaal is niet toegestaan.

Behandeling van stortnaden

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

Bekisting:

Het toepassen van verloren bekisting is niet toegestaan. Bekisting in de voegspleet mag geen opspankrachten veroorzaken die schade kunnen veroorzaken aan de verhardende voegbalken.

Afwerking van staalvezelbeton:

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

Nabehandeling van staalvezelbeton:

Het betonoppervlak dient direct na afwerken te worden afgedekt met een plastic folie. De folie dient zodanig aangebracht te worden dat geen luchtstroom onder de folie kan optreden. Indien dit niet geheel kan worden uitgesloten dient het betonoppervlak eerst te worden afgedekt met natte jute.

De folie mag verwijderd worden nadat de vereiste karakteristieke druksterkte van 30 MPa bereikt is.

Behandeling (krimp)scheuren

Krimscheuren $\geq 0,2$ mm en watervoerende scheuren, ongeacht de scheurwijdte, dienen te worden geïnjecteerd d.m.v. een geschikte injectiemethode met een daartoe geëigend injectiemateriaal dat voldoet aan EN 1504-5. De reparatie dient te worden uitgevoerd door BRL 3201 gecertificeerde applicateurs, of door applicateurs in bezit van een gelijkwaardig certificaat.

7.4 Vervaardigen van staalconstructies

Staalconstructies dienen te zijn vervaardigd volgens EN 1090-2 en de aanvullende eisen in ROK §7.20. Voor delen die de verkeersbelasting dragen geldt uitvoeringsklasse 3 (EXC3); voor overige delen, zoals de delen ter plaatse van inspectiepaden en afwateringsgoten, geldt uitvoeringsklasse 2 (EXC2).

Het aantal bouwplaatsverbindingen dient geminimaliseerd te worden. De lengte van de toe te passen secties dient uitsluitend bepaald te worden door eventuele randvoorwaarden vanuit de fabricage en transport (bijvoorbeeld in verband met thermisch verzinken) en eventuele eisen die door de wegbeheerder of opdrachtgever zijn gesteld aan de beschikbaarheid van de weg tijdens de uitvoering.

Ten behoeve van een duurzame waterdichte voegovergangen dienen knikken ter plaatse van afwateringsgoten e.d. in de fabriek te worden vervaardigd en te worden voorzien van hetzelfde conserveringssysteem.

7.5 Montageverbindingen van staalconstructies

Het verbinden van randprofielen mag plaatsvinden door middel van boutverbindingen of door middel van lassen. Het toepassen van boutverbindingen in lamellen is niet toegestaan. Een lasmethodekwalificatie en lasmethodebeschrijving dient te worden overlegd. Constructieve bouwplaatslassen dienen te allen tijde 100% onderzocht te worden volgens de eisen van EN 1090-2 §12.4 en aanvullingen in de ROK §7.20.

7.6 Aanbrengen van voegafdichtingen

De voegafdichtingsprofielen zonder stuiknaden aanbrengen in de stalen randprofielen overeenkomstig de voorschriften van de leverancier. Alleen indien voegafdichtingen vanwege de fasering zoals bedoeld in §7.4 niet in een keer kunnen worden aangebracht en er onvoldoende ruimte is onder de voegovergang voor tijdelijke opslag van het afdichtingsprofiel, is een stuiklas toegestaan. Stuiklassen dienen in dat geval door middel van een gekwalificeerd vulcaniseringsproces te worden vervaardigd.

Indien de onderzijde van de voegovergang niet voor inspectie van onderaf bereikbaar is, dienen voegprofielen van ingestorte randprofielen te allen tijde pas aangebracht te worden na het storten van de voegovergangsbalken, het verwijderen van de bekisting, het inspecteren van de voegovergangsbalken onder het randprofiel en het reinigen van de dilatatie ruimte.

Onvolkomenheden die wijzen op onvoldoende krachtsafdracht van randprofielen naar de ondergrond dienen eerst constructief te worden hersteld.

7.7 Montage van voorspanbouten

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

Bij voor te spannen verbindingen (tot en met M36), welke binnen de gebruiksduur niet gedemonteerd behoeven te kunnen worden, mag de moment-hoekmethode gebruikt worden. Voor te spannen verbindingen, die binnen de gebruiksduur gedemonteerd dienen te kunnen worden (zoals sinusplaten), dient de momentmethode gebruikt te worden.

De voorspanbouten dienen te worden aangedraaid conform het spanprotocol van de leverancier. Hierin dient rekening gehouden te zijn met de beïnvloeding van de voorspanning in de bouten als gevolg van het opeenvolgend aandraaien. Indien de bouten niet voor een tweede maal worden aangespannen dient in het ontwerp rekening gehouden te zijn met dit verlies aan voorspanning in de bout.

De voorspankracht dient door middel van een gekalibreerde momentsleutel te worden aangebracht.

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

Momentgestuurd aandraaien van bouten

Het benodigde aandraaimoment voor bout-tapgat combinaties dient te worden bepaald door middel van een kwalificatietest.

Opmerking: bijlage B5 bevat richtlijnen voor een kwalificatietest

Het benodigde aandraaimoment voor bout-moer combinaties dient te worden vastgesteld op basis van documentatie van de leverancier.

Deze mag eventueel ook als volgt worden bepaald: $M_A = k * F_{p;d} * d$

waarin:

M_A : aandraaimoment, in Nm

$F_{p;d}$: voorspankracht, in kN

d : middellijn van bout, in mm

k : factor [-]

$k = 0,15$ voor bouten met gewone metrische schroefdraad, schoon en licht geolied, zoals de fabrikant normaal gesproken en aflevert.

$k = 0,12$ voor bouten met gewone metrische schroefdraad waarvan de schroefdraad en de spiegel van de moer (licht) zijn ingevet met een Molykote schroefdraadpasta. Thermisch verzinkte bouten dienen steeds met dit smeermiddel te zijn behandeld. De onderdelen dienen schoon te zijn. Indien op de boutkop wordt aangedraaid dient deze ook te zijn ingevet.

Procedure voor het aandraaien van bout-moer combinaties bij de momentmethode: Bouten voorspannen met behulp van een momentsleutel of moeraanzetter, beide met afwijkingen van maximaal 5%. De voorspankracht dient met behulp van een boutkrachtmeter vooraf te worden gecontroleerd. De voorspankracht dient te liggen tussen $F_{p;d \min} = 0,75 F_{p;d}$ en $F_{p;d \max} = 0,9 F_{p;d}$. Indien dit niet het geval is, dient het aandraaimoment te worden aangepast. Per verbinding en per nieuwe partij dienen tenminste 3 bouten te worden beproefd. Bij 1 en 2 bouten per verbinding, dienen 1 respectievelijk 2 bouten te worden beproefd.

Moment-hoekmethode

Het aandraaimoment in de eerste stap van deze moment-hoekmethode dient bij bout-moer combinaties volgens EN1090-2 §8.5.2 b) te worden bepaald conform bijlage H van EN-1090-2.

Het aandraaimoment en de nadraaihoek dient bij bout-tapgat combinaties te worden bepaald door middel van een kwalificatietest

7.8 Uitvoering flexibele voegovergangen

Voor de uitvoering van flexibele voegovergangen gelden de verwerkingsvoorschriften van de leverancier.

Opmerking

Voor algemene richtlijnen voor verwerking van bitumineuze voegovergangen zie de RTD1007-4.

7.9 Uitvoering slijtlagen

Kunststof slijtlagen zoals bedoeld in §6.5 dienen uitgevoerd te worden conform RTD1015.

8 Kwaliteitsborging

8.1 Algemeen

Een kwaliteitsplan conform ISO-9001 dient beschikbaar te zijn waarin het relevante ontwerp, fabricage en inbouwaspecten en bijbehorende instructies en keuringen zijn opgenomen.

In geval van vervanging dienen tevens de aspecten m.b.t. het slopen/verwijderen van de bestaande voegovergangen te worden opgenomen.

Voor de algemene eisen ten aanzien van de kwaliteitsborging wordt verwezen naar betreffende kwaliteitsartikelen in het contract.

Voor specifieke eisen met betrekking tot de kwaliteitsborging van staalconstructies zie EN1090-2 §4.2.

8.2 Ontwerpfase

De wijze waarop verificatie en validatie plaatsvindt en wordt vastgelegd dient in een verificatieplan te worden beschreven. Van ieder ontwerp dient te zijn geverifieerd dat voldaan is aan de eisen.

De geldigheid (validatie) van eventueel eerder uitgevoerde analyses/berekeningen/testen en de daarop gebaseerde Prestatieverklaring van een generiek ontwerp (standaardoplossing) in de objectspecifieke situatie dient aantoonbaar te zijn geverifieerd.

Bij vervanging van bestaande voegovergangen dient men zich vooraf goed op de hoogte te stellen van de bestaande situatie door het bestuderen van detailtekeningen van de aanwezige voegovergangen en de onderliggende constructie (en daarin aanwezige wapening en voorspanning) en het door middel van onderzoek ter plaatse vaststellen van de daadwerkelijke aanwezige asfaltdikte ter plaatse van de aansluiting op de voegovergang en de maatvoering van het brugdek inclusief schampkanten.

8.3 Uitvoeringsfase

In aanvulling op EN1090-2 §4.2.2, waarin de eisen voor het kwaliteitsplan van de fabricage en montage van staalconstructies zijn aangegeven, dient tenminste de volgende specifieke informatie met betrekking tot het uitvoeringsproces in het kwaliteitsplan te worden opgenomen:

- instructies voor sloopwerkzaamheden (indien van toepassing);
- instructies voor conditionering in relatie tot weersomstandigheden;
- instructies voor de behandeling van de ondergrond/stortnaden;
- instructies voor het bepalen van de constructietemperatuur en het aanbrengen van een voorinstelling (of bij ontbreken van een instelmogelijkheid een instructie bij welke constructietemperaturen wel of niet kan worden ingebouwd);
- instructies voor het aanbrengen van de verankering aan de onderliggende constructie en het aanbrengen van wapening (inclusief eventuele lasinstructies en/of beperkingen);
- instructies voor het aanbrengen en fixeren van de bekisting;
- instructies voor het vervaardigen, verwerken, afwerken en nabehandelen van (staalvezel)beton ;
- instructies voor het ontkisten en inspecteren van het ontkiste betonoppervlak;
- instructies voor het voorspannen van bouten en afwerken van boutgaten en naden;
- instructies voor het herstellen van eventueel beschadigde conservering.

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

- ingangscontrole van (basis)materialen;
- keuringen fabricage;
- keuringen conservering;
- controle afmetingen van de uitsparing/asfaltdikte;
- controle van aangebrachte verankeringen;
- controle kwaliteit ondergrond (trek/hechtsterkte);
- keuring voor het instorten van onderdelen;
- eindcontrole van de voegovergang na gereedkomen (o.a. vlakheideisen, voorspanning in bouten, volledig dragen van randprofielen e.d.).

Opmerking: In de ROK §7.20 zijn in aanvulling op EN-1090-2 eisen opgenomen m.b.t. keuring van staalconstructies. In RTD1007-4 zijn specifieke eisen opgenomen m.b.t. de verificatie van flexibele voegovergangsconstructies.

In het kwaliteitsplan dienen beheersmaatregelen voor de uitvoeringsrisico's te zijn opgenomen. Ten minste de volgende risico's dienen te worden beschouwd:

- beschadiging van het kunstwerk (voorspanning, oplegging, landhoofd) tijdens het slopen van de bestaande voegconstructie
- vervuiling van de voegspleten tussen de landhoofden en de rijdekken en/of de rijdekken onderling tijdens sloopwerk (bij vervanging of renovatie) en het aanbrengen van asfaltbeton/kleeflaag.
- achterloopsheid door onvoldoende hechting op de ondergrond (stortnaad)
- gevolgschade aan het beton bij grote verschillen tussen dag- en nachttemperatuur door temperatuurschokken en door drukspanningen t.g.v. aanwezige bekisting in de sponning
- de specifieke risico's per concept zoals opgenomen in de factsheets van de Meerkeuzematrix voegovergangen (RTD 1007-1).

9 Instandhouding.

9.1 Beheer- en onderhoudsplan;

Na inbouw van een voegovergang dient een beheer- en onderhoudsplan (B&O-plan) te worden opgesteld voor de beheerfase. Indien van een bestaand object een B&O-plan beschikbaar is dient het beschikbare plan waar nodig te worden geactualiseerd. Bij nieuwbouw maakt dit B&O-plan onderdeel uit van het B&O-plan van het gehele object.

Doel van het B&O-plan is het vastleggen van de aanwijzingen en instructies voor het in stand houden van de voegovergang met vastlegging van de voor het inspecteren en onderhouden relevante gegevens vanuit het ontwerp en de realisatie.

Het dient door de beheerder te kunnen worden gebruikt als referentie bij het vaststellen/actualiseren van de instandhoudingmaatregelen en als brondocument voor het inspecteren, onderhouden en kunnen laten analyseren van oorzaken van optredende onverwachte schade.

De inhoud van Beheer- en onderhoudsplan is op hoofdlijnen beschreven in het document "Instructie t.b.v. vastlegging van overdrachtsgegevens voor Beheer en Onderhoud van kunstwerken" en is eveneens van toepassing op voegovergangen. In tabel 6 zijn enkele onderdelen van het B&O-plan voor voegovergangen verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 6: Aanvullende specificaties voor B&O-plan

Onderdeel B&O-plan		Aanvulling/toelichting
1	Inleiding	Geen aanvullingen
2	Beheerobjectinformatie	Geen aanvullingen
3	Areaalgegevens en decompositie	Geef in het B&O-plan + in het paspoort in DISK (onder voegovergang, kenmerk) aan: conceptnummer volgens RTD1007-1, productnaam, leverancier
4	Gegevens en instructies t.b.v. inspectie en onderhoud	Neem op: - onderdeelgegevens: Beschrijving voegovergang, materialen en ontwerplevensduur - risicoanalyse (FMECA) voor de instandhoudingsfase - gedetailleerde instructies voor de uit te voeren inspecties met een duidelijke beschrijving van de interventieniveaus (schadetolerantie). - gedetailleerde voorschriften voor het uit te voeren vast onderhoud (bijv wijze van reiniging, repareren conservering, beschrijving gebruik onderhoudsvoorzieningen). - gedetailleerde voorschriften voor herstel van voorkomende schades en vervangen van onderdelen (bijv. vervangingsprotocol incl aandraaimethode van bouten, lasinstructies, conserveringsinstructies). - De specificaties van vervangbare onderdelen - Datum einde garantie
5	(Initieel) instandhoudingsplan	Een specificatie van de kosten dient toegevoegd te worden per type onderhoudsmaatregel. Garantieinspectie opnemen. Planjaar vervanging onderdelen

Onderdeel B&O-plan		Aanvulling/toelichting
6	Blanco Rapporten	Meetbrief voegovergangen opnemen
7	Rapporten 0-inspectie	De toestand bij ingebruikname dient fotografisch te worden vastgelegd. De meetbrief dient te worden ingevuld
8	Rapport 0-deformatiemeting	Niet van toepassing voor het onderdeel voegovergangen
9	Overdrachtsgegevens	In het B&O-plan worden alleen overzichten van de overdrachtsgegevens (ontwerp en uitvoeringsgegevens) opgenomen. De overdrachtgegevens zelf dienen opgenomen te worden in het (elektronisch) opleverdossier conform §9.2

9.2 Overdrachtsgegevens (opleverdossier)

Na uitvoering dient naast het beheer- en onderhoudsplan een opleverdossier met overdrachtsgegevens te worden samengesteld. Dit opleverdossier heeft als doel:

- het aantonen dat aan de gestelde eisen is voldaan
- het beschikbaar stellen van voor beheer- en onderhoud relevante (achtergrond)documentatie en gegevens

In de "Lijst met areaalgegevens Aanleg naar Beheer"^b, onder B01 Bruggen, is op hoofdlijnen aangegeven welke gegevens geleverd dienen te worden en waar deze opgeslagen dienen te worden. In tabel 7 is de inhoud van deze lijst verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 7: Overzicht overdrachtsgegevens voegovergangen

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Locatie	Hectometrering voegovergang	Kerngis
Type	conceptnummer volgens RTD1007-1, Productnaam, leverancier voegovergang	Kerngis. DISK
Datum aanleg		Kerngis
Garantie	Objectnummer, IH onderdeel, Datum begin/einde garantie, garantieverklaring, contractnummer,	EOD
Beheer- en onderhoudsplan	Zie §9.1. Muteerbare bestanden (Word, Excel) in EOD, PDF in DISK	DISK +EOD
Prestatieverklaring	Zie bijlage 2	EOD
Ontwerpnota	Zie §8.2	
Verificatierapport		
As Built tekeningen	Zowel fabricage als inbouwtekeningen	
As Built berekeningen/ analyses	Berekeningen voegbewegingen; Constructieve analyses inclusief testresultaten voor zover relevant; Impliciete verificaties (referenties) voor zover relevant.	
Kwaliteitsplan uitvoeringsfase	Zie §8.3	

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

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Materiaalspecificatie	- Productinformatie met karakteristieken/ eigenschappen en de fabrikant van alle toegepaste materialen/producten - Type/opbouw/fabrikant conserveringssysteem	EOD
Rapportage Fabricage	- keuringsrapporten NDO lassen, conservering, - meetrapporten - certificaten staal, rubber e.d.	
Rapportage inbouw	- geometrische controlemetingen - keuringrapporten - ingevuld inbouwprotocol - eventuele afwijkingsrapportages en gestelde technische vragen met antwoorden.	

Bijlage 1 Verkeersbelastingen voor voegovergangen

B1.0 Inleiding

Deze bijlage is een aangepaste weergave van bijlage G van de ETAG 032-1, welke is gebaseerd op de EN 1991-2.

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

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

Het betreft met name een aanpassing van de as-geometrieën en de wielcontactoppervlakken voor vermoeiing en statische sterkte.

Aanvullingen en afwijkingen hierop in deze RTD zijn echter noodzakelijk wegens de voorspellingswaarde van de ontwerplevensduur bij de relatief hoge verkeersintensiteiten en aandeel zware aslasten op de Nederlandse autosnelwegen.

Op de ETAG032-1 zijn de volgende wijzigingen van toepassing:

- *Gebruik van FLM1 is in de Nationale bijlagen van de Eurocode / ROK uitgesloten voor staalconstructies. In afwijking hierop mag FLM1_{EJ} wel toegepast worden voor voegovergangen. Voor voegovergangen in wegen van verkeerscategorie 1 (zie §5.2.2.2 van deze RTD) dient bij B1.3.2 in de formules 6,7,8 een factor 0,8 worden genomen i.p.v. 0,7. Deze wijziging geldt ook voor verankeringen in betonconstructies. Voor overige verkeerscategorieën mag de waarde 0,7 worden aangehouden.*
- *Bij B1.3.3 dienen in tabel B1.4 bij voegovergangen in wegen van verkeerscategorie 1 bij "gemiddeld aantal assen per voertuig" de waarden worden genomen die gelden voor "lange afstand". Voor overige verkeerscategorieën mag de "middellange afstand" aangehouden worden.*
- *Er hoeft voor voegovergangen geen rekening gehouden te worden met effecten van aardbevingen (B4.2.3)*
- *Bij de toetsing van de bruikbaarheidsgrenstoestand hoeft uitsluitend de karakteristieke combinatie te worden beschouwd (frequente combinatie vervalt in B1.4.3.).*
- *Er is een aanvullende belasting voor aanrijding van de voegovergang door hoogteverschillen opgenomen onder B1.2.2.3, B1.3.2 en B1.3.3*
- *De waarde voor γ_{dE} is aangepast van 1,0 naar 1,2 overeenkomstig §5.1.8 (zie tabel B1.5)*
- *De waarden van ψ_{0d} voor c_{uls1} is aangepast van 0,6 naar 0,8*
- *Een derde belastingcombinatie is toegevoegd voor het in rekening brengen van de maximale remkracht (zie tabel B1.6)*

Op de ETAG032-4 zijn de volgende wijzigingen van toepassing:

In ETAG032-4 is in §5.1.3.3 aangegeven dat $\Delta\phi_{fat}$ (in afwijking van ETAG032-1) gelijkgesteld mag worden aan 1. Echter volgens deze RTD dient 1,3 aangehouden te worden.

Deze wijzigingen zijn in onderstaande bepalingen verwerkt.

B1.1 Algemeen

In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van de verkeersbelastingen, combinaties van belastingen en de manier waarop rekening dient te worden gehouden met interne krachten in relatie tot de geometrie van de voegovergang teneinde de mechanische weerstand te verifiëren.

Dit document geeft de details van de verkeersbelastingen die worden uitgeoefend op voegovergangen die voor (quasi-) statische verificatie in de uiterste grenstoestand (ULS) dienen te worden gebruikt in combinatie met voorspanning, veranderlijke vervormingen en rustende belastingen waar relevant. Waar geëist in de relevante paragrafen over productfamilies, gelden deze details ook voor de bruikbaarheidsgrenstoestand (SLS). Daarnaast worden richtlijnen gegeven voor vermoeiingsbelastingen. Deze belastingen zijn gebaseerd op de belastingen zoals vastgelegd in Eurocodes, met name EN 1991-2. De waarden van de coëfficiënten α , γ en Ψ zijn gegeven in deze bijlage.

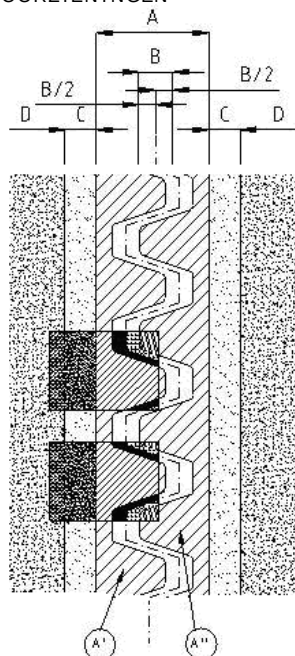
De wielbelasting wordt verdeeld over de effectieve contactvlakken tussen het wiel en de oppervlakte-elementen waarbij een stroeve werking van het wielcontactoppervlak wordt verondersteld. Bij het bepalen van de belasting dient rekening te worden gehouden met de details van het contactvlak op basis van de onderstaande zones, waarbij dient te worden opgemerkt dat in Figuur B1.1 niet noodzakelijk de meest ongunstige positie van het wielcontactoppervlak wordt weergegeven.

- Zone 1: het gebied van het wielcontactoppervlak op het oppervlak van de aanliggende verharding;
- Zone 2: het gebied van het wielcontactoppervlak op het oppervlak van de voegvulling;
- Zone 3: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A' volgens Figuur B1;
- Zone 4: het gebied waar het wielcontactoppervlak volledig in contact is met het voegovergangselement A'' volgens Figuur B1;
- Zones 5' en 5'': gebieden van het wielcontactoppervlak die niet worden ondersteund door de voegovergang (gebieden met spleten en openingen).

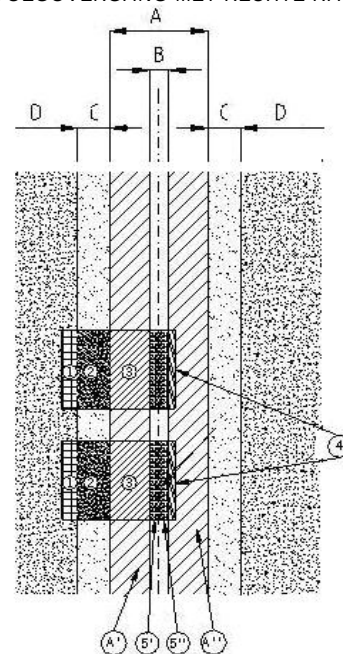
Dit principe geldt voor zowel verticale krachten als ook horizontale krachten. De statische weerstand van de voegovergang wordt geverifieerd bij de meest ongunstige opening. Voor ieder te controleren doorsnede of vlak zal de meest ongunstige positie van de belastingen worden bepaald door middel van invloedslijnen/-oppervlakken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

De belastingen op de gebieden van zones 5' en 5'' dienen te worden opgeteld bij het dichtstbijzijnde ondersteunde gebied van respectievelijk zones 3 en 4. De belasting van zone 5' gaat naar zone 3 en de belasting van zone 5'' naar zone 4.

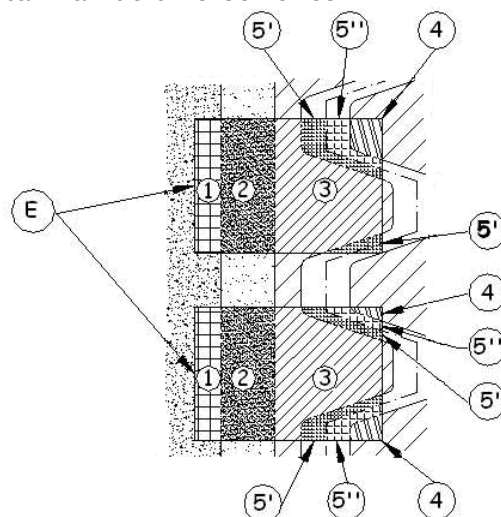
1. BOVENAANZICHT VAN
WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEN
VOEGOVERGANG MET GELUIDREDUCERENDE
VOORZIENINGEN



2. BOVENAANZICHT VAN
WIELCONTACTOPPERVLAK OP EEN
VOEGOVERGANG MET RECHTE RANDEN



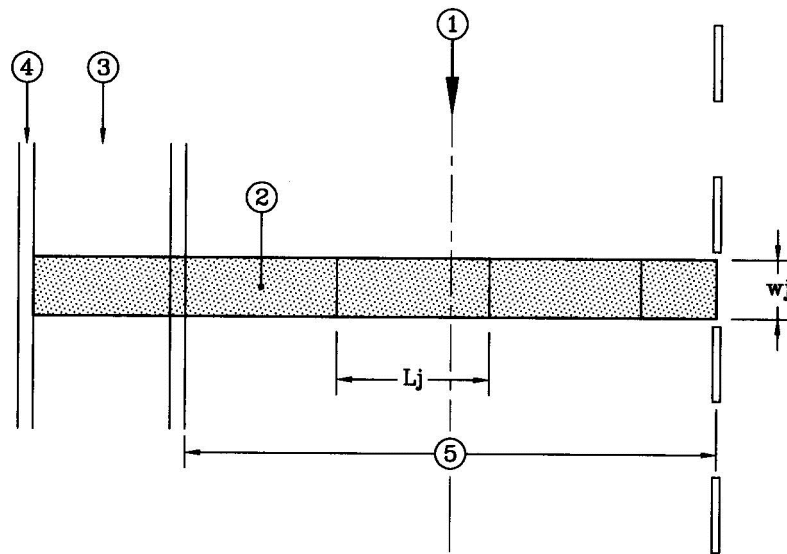
Detail van de diverse zones



LEGENDA

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

Figuur B1.1: principes van inleiding van wielbelasting

*Legenda:*1: *Rijrichting*2: *Voegovergang*3: *Voetpad*4: *Leuning voetpad*5: *Rijstrook**Lj: beïnvloedingslengte;**Wj: breedte van de voegovergang, in de lengteas-richting van het brugdek, bij maximale opening. Deze breedte wordt gevormd door de voegovergang zelf en de aansluitende onderdelen die betrokken zijn bij de overdracht van de belasting.*Figuur B1.2: definitie van L_j en W_j

B1.2 Modellen voor statische belasting

B1.2.1 Model voor verticale belasting

De verticale belastingen zijn afgeleid van EN 1991-2, artikel 4.3, Belastingmodel 1, met αQ (zie tabel B1.1). In afwijking van EN 1991-2 worden aangepaste wielcontactoppervlakken gegeven, aangezien voegovergangen constructies in het weg oppervlak zijn die een meer accurate modellering van de interactie tussen de aslast en het wegoppervlak vereisen.

B1.2.1.1 Belasting op de rijbaan

De aslast op één as van het tandemstelsel TSi wordt uitgeoefend op de vier wielcontactoppervlakken van twee dubbellucht banden, waarbij voor elk wielcontactoppervlak geldt $l = 300$ mm, $b = 250$ mm, met een opening tussen twee wielcontactoppervlakken van 100 mm. De binnenafstand tussen het wielcontactoppervlakken bedraagt 1300 mm. De geometrie wordt aangegeven in Figuur B1.3 (in meters).

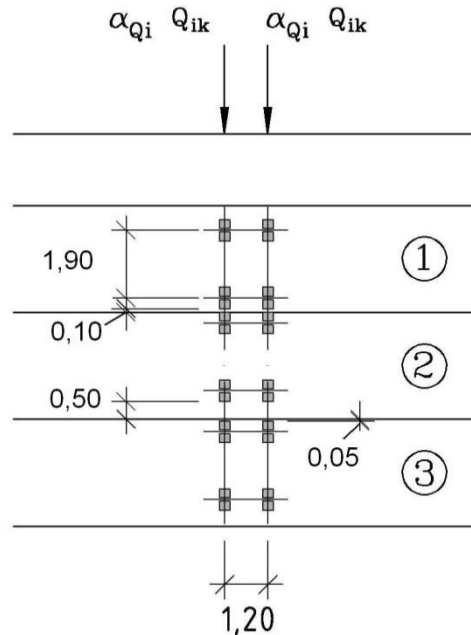


Figuur B1.3: wielcontactoppervlakken

De tandemstelsels dienen in de meest ongunstige positie op de overgang te worden geplaatst (zie Figuur B1.4).

Opmerking:

Betreft rijstrook 1 t/m 3 volgens §4.2.3 van EN 1991-2 waarbij de ROK-aanvulling op §4.2.3 (1) niet geldt.



Figuur B1.4: opstelling van tandemstelsel

Opmerking:

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

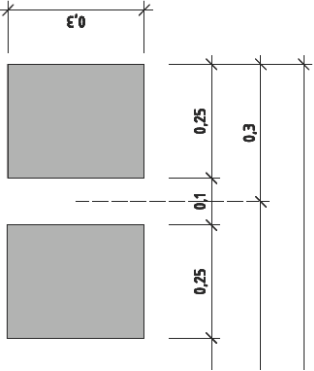
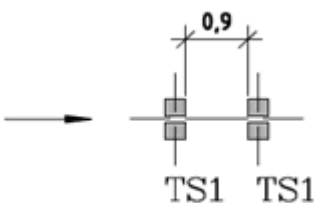
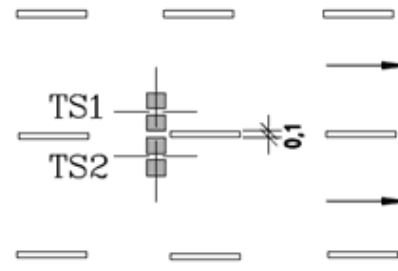
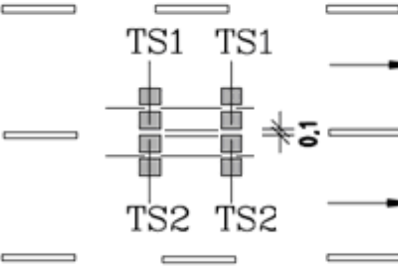
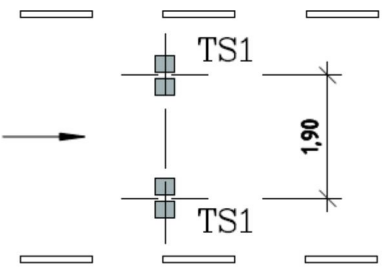
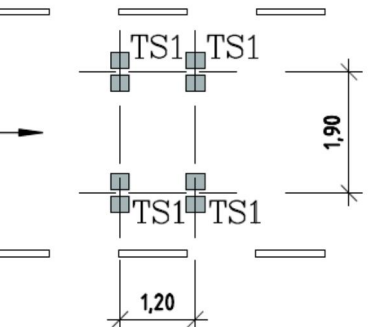
Tabel B1.2 geeft de waarden Q_{ik} van de belastingen uit figuren B1.2, B1.3 en B1.4 die aangehouden dienen te worden in combinatie met de geometrie van de voegovergang en de constructie-elementen die worden beïnvloed door de modellen voor verkeersbelasting (zoals bedoeld in onder B1.1).

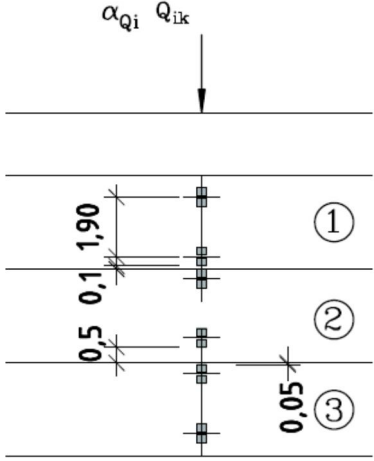
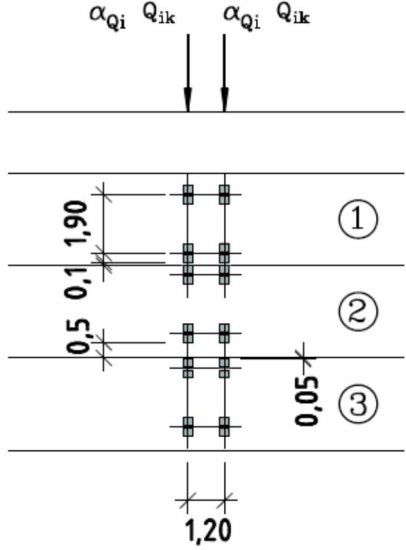
Alleen tandemstelsels TS zijn van toepassing, niet de gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL), aangezien deze niet relevant zijn voor de voegovergangen.

Tabel B1.1: basiswaarden

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

Tabel B1.2: wiel- en aslasten

Lj	$Wj \leq 1,20 \text{ m}$	$Wj > 1,20 \text{ m}$
< 0,5 m	$Q_{ik}/2 = 150 \text{ kN}$ 	$Q_{ik}/2 = 150 \text{ kN}$ 
	Figuur 1	Figuur 2
0,5 – 1,60 m	$Q_{1k}/2 = 150 \text{ kN (TS1)}$ $Q_{2k}/2 = 100 \text{ kN (TS2)}$ 	$Q_{1k}/2 = 150 \text{ kN (TS1)}$ $Q_{2k}/2 = 100 \text{ kN (TS2)}$ 
	Figuur 3	Figuur 4
1,60 - 2,50 m	Aslast $Q_{1k} = 300 \text{ kN (TS1)}$ 	Aslast $Q_{1k} = 300 \text{ kN (TS1)}$ 
	Figuur 5	Figuur 6

Lj	$W_j \leq 1,20 \text{ m}$	$W_j > 1,20 \text{ m}$
> 2,50 m	Aslast: zie tabel B1  Figuur 7	Aslast: zie tabel B1  Figuur 8

Opmerkingen bij tabel B1.2:

- 1) De geselecteerde positie(s) van de aslasten dienen zodanig te zijn dat deze het meest ongunstige effect hebben op de onderliggende voegovergangsconstructie tussen de schampkanten/voertuigkeringen. Dit kan resulteren in verschillende belastingen met verschillende posities.
- 2) Voor de minimumafstand tussen twee aansluitende wielcontactvlakken dient 0,10 m loodrecht op de rijrichting te worden genomen.
- 3) Ten aanzien van het wielcontactoppervlak geldt Figuur B1.3.
- 4) De spreiding door de verharding op de voegovergangen volgens §4.3.6 van EN 1991-2 dient, met uitzondering voor flexibele en verborgen voegovergangen, buiten beschouwing te worden gelaten.
- 5) De dynamische vergroting is opgenomen in de belastingen, uitgezonderd de effecten van resonantie.
- 6) De gegeven belastingen in dit artikel zijn inclusief de effecten van de langs- en dwarsoneffenheid van het wegdek.
- 7) De gegeven belastingmodellen in dit artikel zijn inclusief de ongelijkmatig verdeelde belasting over de assen als gevolg van centrifugaalkrachten.

B1.2.1.2 Belastingen op voetpaden

Geconcentreerde belasting $Q_{fwk} = 35 \text{ kN}$ op een wielcontactoppervlak van $200 \times 200 \text{ mm}^2$.

Met deze geconcentreerde belasting zijn alle belastingeffecten afgedekt.

B1.2.1.3 Buitengewone belasting

De in rekening te brengen buitengewone belasting betreft een voertuig op voegovergangen in voetpaden, fietspaden en inspectiepaden.

(1) In het geval een voertuigkering met een voldoende hoog beschermingsniveau (H4) is voorzien, hoeft er geen rekening te worden gehouden met de aslast op de voegovergang voorbij dit punt.

(2) In het geval geen voertuigkeringen met een voldoende hoog beschermingsniveau (H4) is voorzien, dient één buitengewone aslast te worden meegerekend voor de onbeschermde delen van de voegovergang (onder en achter de voertuigkering tot aan het uiteinde van voegovergangen bij de rand van het brugdek).

De aslast is:

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

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 EN 1991-2 sluit toepassing van (1) uit. (2) geldt dus in principe altijd.

B1.2.2 Model voor horizontale belasting

De horizontale belasting op voegovergangen is afgeleid van Belastingmodel 1 volgens EN 1991-2.

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

Afhankelijk van de breedte van de voegovergang, zal één as van een tandem in rekening worden gebracht wanneer W_j kleiner is dan of gelijk is aan 1,20m of twee assen wanneer W_j groter is dan 1,20 m.

B1.2.2.1 Rem- en versnellingskrachten

Rem- en versnellingskrachten worden geacht in de richting van de lengteas van de rijbaan te werken en worden alleen afgeleid van TS1 van belastingmodel 1. De rem- of versnellingskracht die door één as wordt uitgeoefend op een element van de voegovergang zal worden berekend als:

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

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) De rem- of versnellingskracht van een wiel mag worden verdeeld over de lastdragende elementen, equivalent aan de gesommeerde contactspanningen, zoals bepaald na het in mindering brengen van spleten en openingen (zie figuur B1.1). Een mogelijk gevolg is dat de horizontale krachten de krachten zijn die worden veroorzaakt door één wiel of een deel daarvan.
- 3) Remkrachten die niet in de richting van de lengteas van de brug werken (bijvoorbeeld slipkrachten), hoeven niet afzonderlijk in rekening te worden gebracht aangezien deze zijn gedekt door artikel B1.2.2.2, Centrifugaalkrachten .

B1.2.2.2 Centrifugaalkrachten

De centrifugaalkrachten zijn afgeleid uit Belastingmodel 1.

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

$$\text{De centrifugaalkracht is: } Q_{tk} = 0,2 Q_v \quad [4]$$

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

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

De waarde voor α_{Qi} is 1,0 ($i = 1, 2$ en/of 3).

De opmerkingen bij tabel B1.2 zijn van toepassing.

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

B1.2.2.3

Aanrijdbelastingen

Naast de rem- en versnellingskrachten conform B1.2.2.1 dient voor voegovergangen die ten opzichte van de aangrenzende verharding ongevoelig zijn voor spoorvorming, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is een maximale spoorvorming van 9 mm zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).

De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade aan de voegovergang.

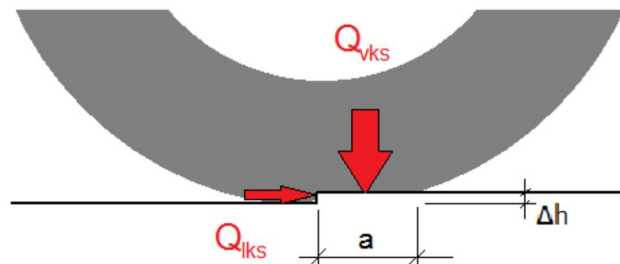
De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting $Q_{1k}/2 = 150$ kN) volgens figuur B1.5 wordt uitgeoefend op een element van de voegovergang is:

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

Voor het hoogteverschil tussen voegovergang en aangrenzend wegdek geldt:
 $\Delta h = 9 \text{ mm}$.

Voor wielcontactoppervlak op de voegovergang geldt:
 $a = 200 \text{ mm}$.

Voor de gelijktijdig aanwezige verticale wiellast op de voegovergang geldt:
 $Q_{vks} = 100 \text{ kN}$.



Figuur B1.5 Belastingmodel voor aanrijdbelasting op voegovergangen

B1.2.2.4

Buitengewone belastingen

Aanrijdkrachten op schampkanten van voegovergangen.

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

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

Opmerking:

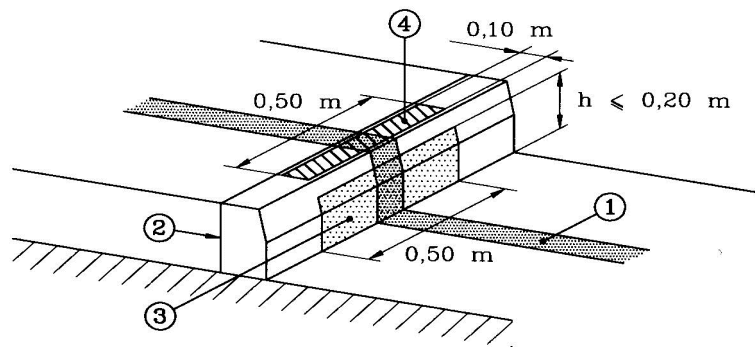
Voegovergangen zullen ter plaatse van de aansluiting op de schampkant meestal verdiept liggen doordat de voegovergang onder een hoek geleidelijk in de schampkant wordt opgenomen. Hierdoor wordt de voegovergang niet belast. Situatie b zal daarom meestal van toepassing zijn.

B1.2.2.4.1 Schampkanten die niet geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

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

De waarde voor α_{Q1} is 1,0.

$A_d = 100$ 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

B1.2.2.4.2 Schampkanten die geschikt zijn voor reparatie en/of vervanging

Zelfs ernstige schade aan de schampkanten heeft geen gevolgen voor de constructie van de voegovergang.

Er dient een horizontale belasting A_d van 10 kN in rekening te worden gebracht op de schampkant. Er hoeven geen verticale belastingen te worden uitgeoefend. Het introduceren van de belasting is vergelijkbaar met B1.2.2.4.1.

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

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

De inwerkingen, afgeleid van de belastingmodellen voor vermoeiing, die van invloed zijn op het vermoeiingsgedrag kunnen verticaal of horizontaal zijn, of een combinatie hiervan. De belastingmodellen in EN 1991-2 zijn inclusief een vergroting van de dynamische belasting die behoort bij verhardingen van goede kwaliteit, wat eveneens relevant is voor voegovergangen.

De onvlakheid en de resonantie bij de voegovergang kunnen resulteren in een aanvullende dynamische factor $\Delta\phi_{fat}$ voor verticale belastingen. In het geval van horizontale belastingen kan een aanvullende dynamische factor $\Delta\phi_{fat,h}$ bestaan die verschilt van de aanvullende dynamische factor voor verticale belastingen.

Terugvering na belasting (vrije trilling) dient waar relevant in rekening gebracht te worden.

Aangezien er geen interferentie is tussen effecten van opeenvolgende aslasten, is in de belastingmodellen voor voegovergangen alleen rekening gehouden met aslasten (geen voertuigbelastingen).

In het geval van de vermoeiingsbeoordeling van voegovergangen is FLM1_{EJ} van toepassing. FLM1_{EJ} is bedoeld om vast te stellen of de vermoeiingslevensduur als onbeperkt kan worden beschouwd.

Als een alternatief kan FLM2_{EJ}, een set equivalente assen, worden gekozen.

Tabel B1.3: astypen, wielcontactoppervlakken en as-geometrieën

Belastingmodel voor vermoeiing	Astype	Wielcontactoppervlakk A _w (l x b)	Wielcontactoppervlak / as-geometrie in dwarsrichting
FLM1 _{EJ}		300 x 250	Wielcontactoppervlakk 250 mm, spleet 100 mm, wielcontactoppervlakk 250 mm, afstand 1300 mm, wielcontactoppervlakk 250, spleet 100 mm, wielcontactoppervlakk 250 mm.
FLM2 _{EJ}	A	300 x 250	Wielcontactoppervlak 250 mm, afstand 2000 mm, wielcontactoppervlak 250 mm.
	B	300 x 250	Zie FLM1 _{EJ} .
	C	300 x 333	Wielcontactoppervlak 333 mm, afstand 1834 mm, wielcontactoppervlak 333 mm. In het geval van elementen die niet worden blootgesteld aan de totale wiel-/aslast, is een alternatief om as C te vervangen door as A.

Voor het gebruik van dit model kan het aantal voertuigen worden bepaald uit EN 1991-2, tabel 4.5. De verdeling in dwarsrichting wordt gegeven in EN 1991-2, Figuur 4.6.

Het histogram voor verticale aslasten in tabel B1.4 is afgeleid van EN 1991-2, tabel 4.7 voor het verkeerstype lange afstand. Het aantal verticale aslasten per jaar kan worden vastgesteld door het aantal voertuigen per jaar uit EN 1991-2, tabel NB5-4.5, te vermenigvuldigen met het aantal assen per voertuig.

B1.3.2 Belastingmodel voor vermoeiing 1 (FLM1_{EJ})

De interactie van de verticale en de horizontale krachten uitgeoefend door één as voor hellingen in richting evenwijdig aan lengte as van de rijbaan niet steiler dan 4 %, dient te worden berekend als:

Verticale belasting:

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

met

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

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

in combinatie met een horizontale belasting in de rijrichting:

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

met:

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

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

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

In aanvulling op de horizontale belasting $Q_{1k,\text{fat}}$ dient voor voegovergangen die ten opzichte van de aangrenzende verharding ongevoelig zijn voor spoorvorming, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is de gemiddelde spoorvorming zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).

De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade.

De aanrijdbelasting $Q_{1k,s}$ die door één dubbellucht wiel (met een verticale belasting $Q_{1,k}/2 = 150 \text{ kN}$) wordt uitgeoefend op de voegovergang is:

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

met:

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

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

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing

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

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

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

Opmerking:

De factor 0,8 in formules 6,7 en 8 geldt voor voegovergangen in wegen met verkeerscategorie 1 volgens §5.2.2.2. Voor overige verkeerscategorieën mag de waarde 0,7 worden aangehouden, tenzij het contract anders voorschrijft.

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

Voor het aantal voertuigen zie §5.2.2.2 van deze RTD; de verdeling in dwarsrichting wordt gegeven in Figuur 4.6 van EN1991-2.

De interactie van verticale en horizontale aslasten voor hellingen in de rijrichting wordt gegeven in tabel B1.4.

Tabel B1.4: verticale en horizontale belastingen voor vermoeiing

Q _{1k,fat} Verticale aslast in kN inclusief $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ = 1,3	Q _{1k,fat} Horizontale aslast kN in rijrichting inclusief $\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,0$	Gemiddeld aantal assen per voertuig		Astype
		Lange afstand	Middellange afstand	
100	-	0,76	1,10	A
120	-	1,80	1,25	C
150	3x + 8 (min 20 kN)	0,12	0,20	B
170	4,5x + 6 (min 24 kN)	0,30	0,45	B
190	5x + 8 (min 28 kN)	0,66	0,45	B

Toelichting:

$x = \text{helling in } \% \text{ met een minimumwaarde van } 4.$

De belastingen genoemd in tabel B1.4 zijn inclusief de volgende aanvullende dynamische factoren $\Delta\varphi_{\text{fat}} = 1,3$ en $\Delta\varphi_{\text{fat},h} = 1,0$.

Voor verborgen voegovergangen en flexibele voegovergangen mag voor $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ de waarde 1,0 worden aangehouden. Voor overige voegovergangen mag deze factor alleen aangepast worden als door middel van voertuigbelastingproeven kan worden aangetoond dat een lagere waarde van toepassing is.

Opmerkingen:

- *Bij flexibele voegovergangen is de berekening voor vermoeiing alleen mogelijk voor de afdekplaat. Voor de voegmassa behoeft alleen de spoorvorming in relatie tot de optredende (vermoeiing)belasting te worden beschouwd.*
- *In ETAG032-4 is in §5.1.3.3 aangegeven dat $\Delta\phi_{fat}$ gelijkgesteld mag worden aan 1. Echter volgens deze RTD dient 1,3 aangehouden te worden.*
- *De waarde $\Delta\phi_{fat} = 1,15$ volgens de Nationale Bijlage van EN 1991-2 geldt niet voor voegovergangen*

Naast de horizontale belasting $Q_{1k,fat}$ dient voor voegovergangen die ongevoelig zijn voor spoorvorming zoals in de aangrenzende verharding, rekening gehouden te worden met aanrijdkrachten als gevolg van hoogteverschillen tussen verharding en voegovergang. Uitgangspunt is de gemiddelde spoorvorming zoals die kan optreden in de aansluitende verharding gedurende de levensduur van de deklaag (in de zwaarst belaste rijstrook).

De voegovergang dient deze aanrijdbelasting op te kunnen nemen zonder schade.

De aanrijdbelasting Q_{lks} die door één (dubbel) wiel wordt uitgeoefend op de voegovergang is:

$$Q_{1;lks;fat} = 0,07 * \frac{1}{2} Q_{1k;fat} \quad [9]$$

met:

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

De volgende waarden volgens figuur B1.5 zijn van toepassing

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

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

	Verticale aslast $Q_{1k,fat}$ in kN inclusief $\Delta\phi_{fat} = 1,3$				
	100kN	120kN	150kN	170 kN	190 kN
$Q_{1;lks;fat} \text{ [kN]}$	3,5	4,2	5,2	6,0	6,7
$Q_{vks;fat} \text{ [kN]}$	30	36	45	52	57

B1.4 Ontwerpsituaties

B1.4.1 Algemeen

In de onderstaande vergelijkingen dient het teken "+" te worden gelezen als: "in combinatie met".

In voegovergangen kunnen de horizontale belastingen niet onafhankelijk van verticale belastingen optreden. De factor ψ_0 wordt gebruikt om rekening te houden met het effect van belastingen die van dezelfde bron afkomstig zijn.

B1.4.2 Combinaties in de uiterste grenstoestand

Het samenvallen van verkeersbelastingen en openingsposities van de overgang wordt binnen verschillende ontwerpsituaties gecombineerd met behulp van de combinatiefactoren ψ_{0T} , ψ_{0d} , ψ_{0lk} , ψ_{0tk} .

B1.4.2.1 Fundamentele combinaties (STR)

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

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

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

F_{ik} = Karakteristieke interne kracht

De waarden van de partiële factoren γ worden gegeven in tabel B1.5 en de waarden van de combinatiefactoren ψ_0 worden gegeven in tabel B1.6.

Tabel B1.5: partiële factoren γ

Partiële factor	Ongunstig	Gunstig	Opmerking
γ_{Gi}	1,35	1,00	
γ_{F1}	1,20	0,90	In het geval de gevolgen van falen lokaal en/of te verwaarlozen zijn.
γ_{F2}	1,50	0,70	In het geval de gevolgen van falen globaal en/of aanzienlijk zijn.
γ_{Qi}	1,35	Niet van toepassing	In geval van de ontwerpsituatie met sterk remmend verkeer (C_{ULS3}) mag 1,00 worden aangehouden
γ_{dE}	1,20	Niet van toepassing	Deze factor komt overeen met de factor genoemd in §5.1.8 van deze RTD

Tabel B1.6: combinatiefactoren ψ_0

C_{ULS}	Ontwerpsituatie	ψ_{0T}	ψ_{0d}	ψ_{0lk}	ψ_{0tk}
1	Iets gereduceerde openingspositie met maximale verkeersbelastingen, rijdend verkeer met centrifugaaleffecten	1,00	0,80	0,00	0,50
2	Maximale openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, afremmend verkeer met centrifugaaleffecten	0,70	1,00	0,50	0,50
3	Gereduceerde openingspositie met gereduceerde verkeersbelastingen, sterk remmend verkeer met centrifugaaleffecten	1,00	0,60	1,00	0,50

ψ_{0T} : combinatiefactor voor verticale verkeersbelastingen

ψ_{0d} : combinatiefactor voor openingspositie

ψ_{0lk} : combinatiefactor voor horizontale verkeersbelastingen in de rijrichting

ψ_{0tk} : combinatiefactor voor horizontale verkeersbelastingen loodrecht op de rijrichting

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

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

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

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

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

Voorbeeld voor rijdend en afremmend verkeer:

$$C_{ULS-1} = 1,35 G_k \text{ verticaal } "+" 1,2 F_{lk} "+" 1,35 \times 1,00 [300 \text{ kN verticaal } "+" (0,50 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting } "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal } "+" (0,50 \times 40 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 100 \text{ kN } "+" 0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht}] "+" 0,8 \times 1,2 \times d_{Ek}$$

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

$$C_{ULS-3} = 1,35 G_k \text{ verticaal } "+" 1,2 F_{lk} "+" 1,35 \times 1,00 [300 \text{ kN verticaal } "+" (1,00 \times 120 \text{ kN horizontaal langsrichting } "+" 0,50 \times 60 \text{ kN horizontaal loodrecht}) "+" 200 \text{ kN verticaal } "+" (1,00 \times 40 \text{ kN horizontaal langsrichting}) "+" 100 \text{ kN } "+" 0,50 \times 20 \text{ kN horizontaal loodrecht}] "+" 0,60 \times 1,20 \times d_{Ek}$$

B1.4.2.2 Combinaties voor buitengewone ontwerpsituaties

De combinatie van buitengewone, blijvende, en veranderlijke belastingen kan resulteren in diverse ontwerpsituaties, afhankelijk van de geometrie van de elementen van de voegovergang en de daarbij behorende invloedslijnen of -oppervlakken.

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

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

ψ_{2k} = Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van een veranderlijke belasting

ψ_{2d} = Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van de openingspositie

Voorbeeld van buitengewone voertuigbelasting op schampkant:

ULS ACC, ongunstig, de gevolgen van falen zijn lokaal en/of te verwaarlozen, simulatie van rijdend verkeer.

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

Voor de combinatie $C_{ULS,A1}$ bij het simuleren van een buitengewone wielbelasting op het voetpad

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

$\psi_{2d} = 0,60$, Combinatiefactor voor openingspositie

Voor A_d : zie B1.2.1.3.

Voor de combinatie $C_{ULS,A2}$ bij het simuleren van een buitengewone wielbelasting op de schampkant

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

$\psi_{2d} = 0,60$, Combinatiefactor voor openingspositie

Voor A_d : zie B1.2.2.4.

B1.4.2.3 Combinatie voor seismische ontwerpsituaties

Ontwerpsituaties met aardbevingsbelastingen worden bij voegovergangen niet beschouwd.

B1.4.2.4 Combinatie voor grenstoestand vermoeiing (FAT)

De vermoeiingslevensduur dient te worden geëvalueerd voor de meest ongunstige posities van de verkeersbelastingen.

De interactie tussen verticale en horizontale belastingen dient waar relevant in rekening te worden gebracht.

Combinatie voor grenstoestand voor vermoeiing:

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

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

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

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

$$C_{FAT} = F_{ik} "+" [\Delta\varphi_{fat} \text{ 240 kN } \textit{verticaal} "+" \Delta\varphi_{fat,h} \text{ 48 kN } \textit{horizontaal}] "+" 0,60 \text{ maximaal aangegeven openingspositie van de voegovergang.}$$

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

De belastingen dienen zoals hieronder aangegeven te worden gecombineerd.

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

$F_{ik} =$ Karakteristieke interne kracht

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

De waarden van de combinatiefactoren ψ_0 worden gegeven in tabel B1.6.

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

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

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

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

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

Voorbeeld van karakteristieke combinatie:

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

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

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

Lijst met afkortingen

Afktoring	Toelichting	Referentie
Latijnse hoofdletters		
C_{FAT}	Combinatie voor grenstoestand voor vermoeiing	-
C_{SLS}	Combinatie voor grenstoestand voor bruikbaarheid	-
$C_{SLS-FREQUENT}$	Frequente combinatie	-
C_{ULS}	Combinatie van permanente en tijdelijke ontwerpsituaties voor ULS	-
$C_{ULS-ACC}$	Combinatie voor buitengewone ontwerpsituatie	-
FLM1	Belastingmodel 1 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.2
FLM2 _{EJ}	Belastingmodel 2 voor vermoeiing voor voegovergangen	-
FLM1 _{EJ}	Belastingmodel 1 voor vermoeiing voor voegovergangen	-
FLM4	Belastingmodel 4 voor vermoeiing	EN 1991-2 cl. 4.6.1 en 4.6.5
F_{ik}	Karakteristieke interne kracht veroorzaakt door voorspanning en opgelegde vervormingen	-
G	Eigen gewicht (permanente werking)	EN 1990, cl. 1.6
LM1	Model 1 voor statische belasting	EN 1991-2 cl. 4.3.1 en 4.3.2
L_j	Structurele (effectieve) lengte van de voegovergang	-
P_{D-wiel}	Verticale wielbelasting (ontwerp)	-
S	Wielcontactoppervlakoppervlak	-
SLS	Grenstoestand voor bruikbaarheid	EN 1990 cl. 6.5
S_v	Gebied met spleten en openingen	-
Q_v	De gesommeerde en gecorrigeerde verticale belastingen voor het bepalen van de gesommeerde centrifugaalbelasting	-
Q_{fwb}	Geconcentreerde verticale belasting voor simulatie van voetgangersbelastingen	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 5.1
Q_{ik}	Verticale belasting van één as in rijstrook "i"	EN 1991-2 cl. 4.3.1 en 4.3.2
Q_{lk}	Remkracht van één as (in de rijrichting)	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.1
Q_{lks}	Aanrijdkracht van één (dubbel) wiel	-
Q_{vks}	Deel van de verticale belasting van één (dubbel) wiel dat gelijktijdig met de aanrijdkracht aanwezig is op de voegovergang.	-
Q_{tk}	Centrifugaalkracht (loodrecht op de rijrichting)	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.4.2
$Q_{1k, fat}$	Verticale vermoeiingsbelasting voor rijstrook 1	-
$Q_{1lk, fat}$	Horizontale vermoeiingsbelasting voor rijstrook 1 (in de rijrichting)	-
$Q_{1lks, fat}$	Horizontale vermoeiingsbelasting ten gevolge van de aanrijdkracht van een (dubbel) wiel voor rijstrook 1 (in de rijrichting).	-
$Q_{vks, fat}$	Deel van de verticale belasting van één (dubbel) wiel dat gelijktijdig met de aanrijdkracht $Q_{1lks, fat}$ aanwezig is op de voegovergang.	-
Q_{2k}	Buitengewone, verticale karakteristieke verkeersbelasting	EN 1991-2, cl. 4.7.3.1
TSi	Verticale belasting tandemstelsel in rijstrook "i"	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.3.2
ULS	Uiterste grenstoestand	EN 1990 cl. 6.4
W_j	Effectieve breedte van de voegovergang in de maximale openingspositie	-

Afkorting	Toelichting	Referentie
Latijnse kleine letters		
b_k	Karakteristieke waarde van het vertragingseffect	-
d_{Ek}	Maximale door fabrikant gegeven openingspositie van de voegovergang waarbij de voegovergang nog aan alle functionele eisen voldoet	-
Griekse hoofdletters		
$\Delta\varphi_{fat}$	Aanvullende dynamische factor voor verticale aslasten voor vermoeiing	EN 1991-2, cl. 1.5.2 en 4.6.1
$\Delta\varphi_{fat,h}$	Aanvullende dynamische factor voor horizontale aslasten voor vermoeiing	-
Griekse kleine letters		
α_{Qi}, α_{qi}	Correctiefactoren van bepaalde strookbelastingmodellen in rijstroken i ($i = 1, 2, \dots$)	EN 1991-2, cl. 4.3.2
α_{Q2}	Correctiefactoren voor model voor buitengewone belasting	EN 1991-2, cl. 4.3.2 en 4.7.3.1
γ_{F1}	Partiële belastingfactor voor situaties waarin de gevolgen van falen lokaal en/of te verwaarlozen zijn	-
γ_{F2}	Partiële belastingfactor voor situaties waarin de gevolgen van falen globaal en/of aanzienlijk zijn	-
γ_G	Partiële belastingfactor voor permanente werkingen	EN 1990, cl. 1.6
γ_{Qi}	Partiële belastingfactor voor variabele werkingen (aslasten: TSi)	EN 1990, cl. 1.6
γ_q	Partiële belastingfactor voor variabele werkingen (gedistribueerde belastingen: UDL)	EN 1990, cl. 1.6
$\sigma_{Contact}$	Contactdruk tussen wiel en oppervlak van voegovergang	-
ψ_{0T}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen	-
ψ_{0d}	Combinatiefactor voor openingspositie van voegovergang	-
ψ_{0lk}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen veroorzaakt door remmend vrachtverkeer	-
ψ_{0tk}	Combinatiefactor voor verkeersbelastingen veroorzaakt door centrifugaaleffecten op vrachtverkeer	-
ψ_{2k}	Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van een variabele werking	EN 1990, cl. 1.6
ψ_{2d}	Combinatiefactor voor quasi-permanente waarde van de openingspositie van de voegovergang	-
ψ_{1k}	Combinatiefactor voor frequente waarde van een variabele werking	EN 1990, cl. 1.6
ψ_3	Combinatiefactor voor de quasi-permanente waarde van thermische belastingen	-

Bijlage 2 Inhoud prestatieverklaring (DoP)

De in deze RTD genoemde prestatie-eisen dienen te worden afgedekt en in een Prestatieverklaring (Declaration of Performance, afgekort DoP) te worden verklaard door de leveranciers.

De DoP bevat minimaal de volgende informatie:

1. Naam van het voegtype en typenummer, conceptnummer uit de Meerkeuzematrix (RTD1007-1) en een korte beschrijving van de voegovergang inclusief alle onderdelen of verwijzing naar een standaardtekening.
Opmerking: onder typenummer wordt verstaan een door de leverancier aan te geven uniek nummer dat de generatie aangeeft in verband met mogelijk doorgaande productontwikkeling.
2. Beschrijving van het bedoelde gebruik:
 - Gebruikscategorie (type weg, verkeerscategorie volgens EN1992-1 tabel 4.5n)
 - Ontwerplevensduur voegovergang en vervangbare onderdelen
 - Beschrijving van het benodigde onderhoud
 - Omgevingstemperatuurbereik waarbij het functioneren van de voegovergang is geverifieerd
 - Opneembare verplaatsingen in alle richtingen (x,y,z)
 - Het bereik t.a.v. de kruisingshoek waarbij de voegovergang aan alle functie-eisen kan blijven voldoen
 - De maximale voegspleet in het brugdek (de brugdekopening).
3. Mechanische eigenschappen en toegepaste verificatiemethode:
 - Mechanische weerstand statische belasting (gebruikt statisch belastingmodel en gebruikte partiële factoren voor belasting en sterkte)
 - Mechanische weerstand tegen vermoeiing (gebruikte vermoeiingsbelastingmodel, aanvullende dynamische vergrotingsfactor ($\Delta\phi_{fat}$), mate van opslinging en de gebruikte partiële factoren voor belasting en sterkte)
 - Weerstand tegen slijtage
4. Eigenschappen m.b.t. veiligheid in gebruik en verificatiemethode;
 - maximale spleetbreedte in het wegoppervlak
 - niveauverschillen/vlakheid in belaste en onbelaste toestand
 - stroefheid
 - afwateringscapaciteit
5. Eigenschappen m.b.t. geluidsproductie en verificatiemethode;
De geldigheid van de prestaties in relatie tot:
 - de overgang op de aansluitende verharding
 - de hoek tussen de voegovergang en de rijrichting
 - de voegopening "
6. Eigenschappen m.b.t. waterdichtheid en verificatiemethode;
7. Eigenschappen m.b.t. duurzaamheid
 - Corrosiviteitscategorie
 - Duurzaamheidsklasse en levensduurverwachting van de conservering
 - Type conserveringssysteem en bijbehorende norm/specificatie

Bijlage 3 Overzicht relevantie ontwerpeisen en verificatiemethoden per productfamilie (informatief)

In de volgende tabel is per productfamilie aangeven welke ontwerpeisen van toepassing zijn en welke (combinatie van) verificatiemethode(n) in de praktijk gangbaar en/of het meest geschikt is.

Legenda:

-	= verificatie niet relevant voor productfamilie
A	= kwalitatieve analyse/beschouwing
B1	= berekening/constructieve analyse (eenvoudig mechanisch model)
B2	= geavanceerde berekening/constructieve analyse (Eindig Elementen Model)
T1	= (type)test op onderdeel/component
T2	= full-scale type test op voegovergang (of evaluatie referentievoegovergang)
“+”	= in combinatie met
“/”	= of
()	= afhankelijk van ontwerp

RTD1007-2 artikel	Aspect	1. Voegovergangen met randprofielen	2. Vingervoegovergangen	3. Mattenvoegovergangen	4. Flexibele voegovergangen	5. Verborgene voegovergangen	7. Lamellenvoegovergangen
5.1	Bewegingscapaciteit	A	A	T2	T2	T2	A
5.2	Mechanische weerstand tegen bezwijken verkeersbelasting (STR)	B1	B1	B1	B1 ^a	B1	B1+T1 ^b
	Mechanische weerstand tegen bezwijken door vermoeiing door verkeersbelasting (FAT)	B1+T1	B1/B2 ^c +T1	B1+T2	B1 ^a +T1/T2 ^d	-	B1+T1 ^e
	Mechanische weerstand tegen vervormen door verkeersbelasting bruikbaarheidsgrenstoestand)	B1	B1	B1/T2	T1/T2 ^d	T1/T2	B1
	Slijtageweerstand	-	(T1)	T1/T2 ^f	-	-	T1 ^e
	Opslingering	(B1/T2) _i	B1/T2	B1/T2	-	-	B1/T2
	Spanningsconcentraties bij discontinuïteiten	(B1/B2)	B1/B2	(B1/B2)	-	-	B1/B2
	Toename kracht bij voorgespannen verbindingen	(B1) ⁱ	(B1)	(B1/B2)	-	-	-
	Verlies aan voorspanning/ vermindering van demping door kruip, relaxatie en veroudering	(B1) ⁱ	B1	(B1/T1)	-	-	B1+T1
	Volledig dynamisch gedrag	-	-	(B2/T2) _h	-	-	B2+T2
5.3	Maximale spleetbreedte	A	A	A	-	-	A
	Minimale overlap	(A) ⁱ	A	-	-	-	(A) ⁱ
	Maximale verticale verplaatsing bij spleten	A	A	A	-	-	A
	Niveauverschillen in het bereiden oppervlak	A	A+B1	T2	T2	-	A+B1
	Stroefheid	T1	T1	T1	T1	-	T1
	Afwateringscapaciteit	A	A	A	-	-	A
5.4	Geluid	T2	T2	T2	-	-	T2
5.5	Waterdichtheid	A/T1	A/T1	A / T2	T2	T2	A/ T1
5.6	Bescherming tegen corrosie	T1	T1	T1	T1	T1	T1
	Bescherming tegen fysische/chem. aantasting	T1	T1	T1	T1	T1	T1
5.7	Vervangbaarheid voegovergang	A	A	A	A	A	A
	Vervangbaarheid onderdelen	A	A	A	-	-	A
	Inspecteerbaarheid/onderhoudbaarheid	A	A	A	-	-	A

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

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

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

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

^f Betreft alleen de ondersteunde vingervoegen

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

^h Betreft ondersteunde types

ⁱ Bij toepassing geluidsreducerende voorzieningen

Bijlage 4 Eisen voor componenten van rubber en kunststof

Tabel B4.1 Eigenschappen van rubber voor afdichtingsmateriaal

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	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
Treksterkte	ISO 37	N/mm ²		Min. 11,0	Min. 11,0	Elke charge of certificaat 3.1
Rek bij breuk	ISO 37	%		Min. 350%	Min. 350%	Elke charge of certificaat 3.1
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	Type B proef 22 uur 70°C 25% constante deflectie	≤ 30	≤ 30	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37	IRHD	7 dagen bij 70°C	verandering van hardheid: ≤ +7,	verandering van de hardheid: ≤ +7,	Minimaal één keer per jaar
		%		afname van treksterkte: ≤ 20,	afname van treksterkte: ≤ 20,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 30.	afname van rek bij breuk: ≤ 30.	
Weerstand tegen ijsbestrijdingsmiddelen	ISO 1817	IRHD	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	afname van de hardheid: ≤ 5	afname van de hardheid: ≤ 5	Minimaal één keer per jaar
		%		volumetoename: ≤ 10	volumetoename: ≤ 10	
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812		Methode B bij -35°C	ISO 812, art 7.1.1.4 Voor geschiktheid bij minimale gebruikstemperatuur van -25°C		-

Tabel B4.2 Eigenschappen van rubber voor matten

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 2781	kg/m ³		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 50	Elke charge of certificaat 3.1
Hardheid IRHD	ISO 48 ISO 7619-2	IRHD		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 5	Elke charge of certificaat 3.1
Treksterkte	ISO 37	N/mm ²		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge of certificaat 3.1
Rek bij breuk	ISO 37	%		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge of certificaat 3.1
Scheursterkte	ISO 34-1		Methode A	Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: -	Minimaal één keer per jaar
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	Type B proef ; 22 uur 70°C 25% constante deflectie	≤ 30	≤ 30	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37		7 dagen hete lucht 70°C	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal:	M.b.t. niet-verouderd materiaal:	Minimaal één keer per jaar
		IRHD		verandering van de hardheid: ≤ 7,	verandering van de hardheid: ≤ 7,	
		%		afname van treksterkte: ≤ 15,	afname van treksterkte: ≤ 15,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 25.	afname van rek bij breuk: ≤ 25.	
Weerstand tegen ijsbestrijdings-middelen	ISO 1817	IRHD %	14 dagen 23°C, 4% kalium-chloride-oplossing	afname van de hardheid: ≤ 5 volumetoename: ≤ 10	afname van de hardheid: ≤ 5; volumetoename: ≤ 10	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812		Methode B bij -35°C	ISO 812, artikel 7.1.1.4. Voor geschiktheid bij minimale gebruikstemperatuur van -25°C	-	-
Slijtweerstand	ISO 4649	mg	Methode B. 24 uur in plaats van 16 uur. Testtemperatuur 23 (± 3)°C Verticale kracht 10N (geen reductie toegestaan)	Resultaat van test (voor verdere identificatiedoeleinden)		-
Thermo-gravimetrische analyse	EN-ISO 11358 ISO 9924-1/-2 ASTM D6370			Resultaat van test	-	-
Rheometrische karakteristieken	ISO 3417 ISO 6502			Resultaat van test	Overeenkomstig typetest	Elke charge of certificaat 3.1

Tabel B4.3 Eigenschappen van rubber voor opleggingen, aandrukveren en stuurveren

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 2781	kg/m ³		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 50	Elke charge
Hardheid IRHD	ISO 48 ISO 7619-2	IRHD		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 5	Elke charge
Treksterkte	ISO 37	N/mm ²		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge
Rek bij breuk	ISO 37	%		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: ≤ 10	Elke charge
Scheursterkte	ISO 34-1		Methode A	Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: -	Minimaal één keer per jaar
Afschuiftijfheid	ISO 1827	N/mm ²		Resultaat van test (afgegeven waarde). Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Dev. van typetest: $\leq 0,2$	Minimaal één keer per jaar
Blijvende vormverandering	ISO 815 B	%	22 uur bij 70°C, 25% constante deflectie	≤ 30	Dev. van typetest: $\leq 5\%$	Minimaal één keer per jaar
Weerstand tegen veroudering	ISO 188, ISO 48, ISO 37		7 dagen hete lucht 70°C	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal	Met betrekking tot niet-verouderd materiaal	Minimaal één keer per jaar
		IRHD		verandering van de hardheid: $\leq +7$	verandering van de hardheid: $\leq +7$,	
		%		afname van treksterkte: ≤ 20 ,	afname van treksterkte: ≤ 20 ,	
		%		afname van rek bij breuk: ≤ 30 .	afname van rek bij breuk: ≤ 30 .	
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, 20% uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)°C, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren	Geen zichtbare scheuren	Minimaal één keer per jaar
Brosheid-temperatuur	ISO 812	°C	Methode B bij -35° C	ISO 812 artikel 7.1.1.4	-	-
Hechting	ISO 813	N/mm ²	Loslaten bij 90 Type falen	Resultaat van test (afgegeven waarde)	-	-
Thermo-gravimetrische analyse	EN-ISO 11358 ISO 9924-1/-2 ASTM D6370			Resultaat van test	-	-
Rheometrische karakteristieken	ISO 3417 ISO 6502			Resultaat van test	-	-

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

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 1183	kg/m3		2140 - 2200	2140 - 2200	Elke charge
Hardheid IRHD (kogelindrukmet hode)	ISO 2039-1	N/mm2	H132/60	23 - 33	23 - 33	Elke charge
Trekkarakteristieken	ISO 527-2	N/mm2		29 - 40	29 - 40	Elke charge
Rek bij breuk	ISO 527-2	%		≥ 300	≥ 300	Elke charge

Tabel B4.5 Materiaaleigenschappen van componenten van polyamide (PA), polyoxymethyleen (POM) en polyethyleen (PE, inclusief UHMWPE), polyurethaan (PU)

Eigenschappen	Norm	Eenheid	Procedure	Eis typetest	Eis FPC (Fabrieksproductiecontrole)	Frequentie FPC
Dichtheid	ISO 1183	kg/m ³		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge (1)
Hardheid IRHD	ISO 2039-1	IRHD		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Trekken karakteristieken	ISO 527	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Afschuifsterkte	ISO 1827	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
E-modulus onder spanning	ISO 527	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Druksterkte	ISO 604	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
E-modulus onder compressie	ISO 604	N/mm ²		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Rek bij breuk	ISO 527	%		Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Kruipneiging	ISO 899-1			Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Blijvende vormverandering	ISO 815	%	22h 70°C, 25% constante deflectie	Indien relevant Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Indien relevant
Energieopname (kerfslagproef)	ISO 179			Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	Max. 5% deviatie van typetest	Elke charge
Weerstand tegen lage temperaturen	ISO 812		-20°	Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	-	-
Weerstand tegen hoge temperaturen	ISO 2578		+35°C +50°C (blootstelling aan de zon)	Het resultaat van de typetest vormt de basis voor de FPC.	-	-
Weerstand tegen ozon	ISO 1431-1		Testprocedure B, opgegeven uitrekking, 96 uur (+0/-2) bij 40 (± 2)0, ozonconcentratie 50 (± 5) pphm	Geen zichtbare scheuren Specificatie voor uitrekking af te leiden uit ontwerpprocedure.	Geen zichtbare scheuren	

Bijlage 5 Richtlijnen voor een kwalificatietest voor het aandraaimoment van bouten in getapte gaten (informatief)

1. Inleiding

Bij voegovergangen worden hoogwaardige voorspanbouten van kwaliteit 8.8 of 10.9 toegepast als bouten in tapgaten. Het basismateriaal voor de tapgaten is S235 of S355. Deze bouten zijn voorgespannen door middel van een hydraulische moeraanzetter, die een moment uitoefent op de boutkop.

Deze voorspanning mag niet te hoog zijn in verband met progressief bezwijken van de bout of het tapgatmateriaal ten gevolge van de statische belasting en mag ook niet te laag zijn als gevolg waarvan de bout onder wisselende belastingen zich zou kunnen lossen, of grote wisselingen ondergaan die kunnen leiden tot breken als gevolg van vermoeiing.

Dit document beschrijft de kwalificatie van de voorspanmethode.

2. Globale beschrijving testopstelling en methode

De kwalificatie wordt uitgevoerd op een gefaseerde testopstelling omdat de sinusplaten met hun inkameringen geen goede meting van de boutkrachten mogelijk maken.

Daarom wordt de proef opgedeeld in de volgende onderdelen:

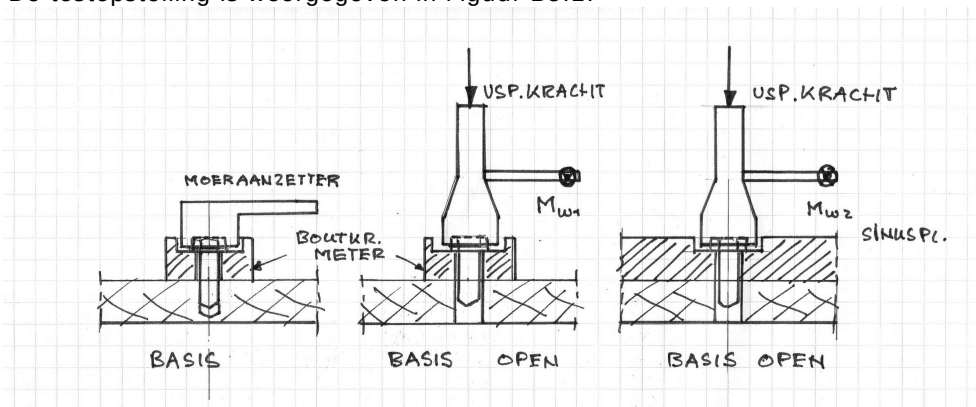
- Bepalen voorspankracht van bout met ring in tapgat met behulp van een boutkrachtmeter
- Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de boutkrachtmeter
- Bepalen van het wrijvingsmoment tussen de boutkop met ring en de "bovenplaat"

Voor elke proef dienen nieuwe bouten en ringen te worden gebruikt uit dezelfde partij.

Opmerking:

Het verdient aanbeveling om in aanvulling op deze metingen een "Time of Flight" (TOFD) meting te doen tussen boutkop en boutsteeleind. Deze resultaten kunnen dan als referentie gebruikt worden voor in-situ controle van de voorspankracht

De testopstelling is weergegeven in Figuur B5.1.



Figuur B5.1 Testopstelling voor respectievelijk proef a, b en c

Proef "a"

De testopstelling bestaat uit:

- Basisconstructie uit hetzelfde materiaal en met dezelfde dikte en verdere geometrie waar relevant als de werkelijke constructie
- Geijkte boutkrachtmeters
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienen uit één partij afkomstig te zijn. De bouten worden met de hydraulische moeraanzetter voorgespannen tot de vereiste voorspankracht in de bout.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:

- Voorspankracht F_v
- Aandraaimoment M_{vt}
- Hoekverdraaiing α

Proef "b"

De testopstelling bestaat uit:

- Basis constructie uitgevoerd als een dikke plaat of een kokerconstructie met ruime gaten, waardoor de bouten uit de boutkrachtmeters vrij naar beneden steken
- Geijkte boutkrachtmeters
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienen uit één partij afkomstig te zijn.

De bouten worden aan de kop neergedrukt met de voorspankracht uit proef "a". Met een momentsleutel wordt het bijbehorende wrijvingsmoment M_{w1} van de bout met ring op de boutkrachtmeter bepaald.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:

- Voorspankracht F_v
- Wrijvingsmoment boutkrachtmeteropstelling M_{w1}

Proef "c"

De testopstelling bestaat uit:

- Bovenplaat uit het zelfde materiaal en met dezelfde dikte zoals toegepast in de constructie
- Basisconstructie als bij proef "b"
- Bouten als in de werkelijke constructie, draad en ook de boutkopspiegel ingevet. De bouten dienen uit één partij afkomstig te zijn.

De bouten worden aan de kop neergedrukt met de voorspankracht uit proef "a" en proef "b". Met een momentsleutel wordt het bijbehorende wrijvingsmoment M_{w2} van de bout met ring op de sinusplaat bepaald.

De volgende resultaten worden gerapporteerd:

- Voorspankracht F_v
- Wrijvingsmoment bout in sinusplaat M_{w2}

Het werkelijk benodigde aandraaimoment bij de benodigde voorspankracht wordt nu gevonden door het aandraaimoment M_v van proef "a" te verminderen met M_{w1} en te vermeerderen met M_{w2} .

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

3. Materialen

Plaatmateriaal: Volgens ontwerp en eisen ROK par 6.1

Bout: Volgens ontwerp, minimaal kwaliteit 8.8 of 10.9 dienen te voldoen aan:

- EN 1090-2, hoofdstuk 8
- ROK art. 7.8
- normspecificaties
- geleverd met 3.1 certificaat volgens EN 10204

Smeermiddel: door fabrikant te bepalen

4. Geometrie en afwerking

4.1 Bout "d"

De boutdiameter "d" volgt uit berekening en is vastgelegd op tekeningen.

De bijbehorende onderlegging is een verplicht uitvoeringsaspect bij de standaardconstructie, maar wordt in de proef vervangen door de boutkrachtmeter in combinatie met de verdiepte kamers.

4.2 Basisconstructie

Dikte: conform ontwerp voegovergang

4.3 Bovenplaat

Dikte: conform ontwerp voegovergang

4.4 Afwerking

De conserveringsmaatregelen op de basisconstructie en bovenplaat dienen identiek te zijn aan die van de werkelijke productie: toegepaste produkten, laagopbouw (inclusief maatafwijkingen), wijze van aanbrengen en reiniging.

4.5 Toleranties vlakheid/rechtheid

Maximale spleet tussen constructiedelen conform gehanteerde tolerantieklasse volgens ISO 2768-2 of zoveel meer als waar men in het ontwerp mee rekening wil houden. De spleetgrootte dient bepaald te worden door metingen van de respectievelijke onderdelen voor samenbouwen en spleetmetingen tijdens en na samenbouwen.

5. Aanspanprocedure

De aanspanprocedure bij proef "a" dient te worden uitgevoerd met geijkte spanapparatuur in overeenstemming met EN 1090-2 hoofdstuk 8.

De testen dienen te worden uitgevoerd bij een temperatuur tussen 10° en 20° C.

De uitvoering van de proeven "b" en "c" behoeft geen nadere toelichting.

6. Registraties bij deze kwalificatieproeven

- Boutkwaliteit
- Type smeervet (hoeveelheid nog van belang om te meten of vast te leggen)
- Certificaten
- Basismateriaal, meten vlakheid onderdelen en de spleet tussen de twee te verbinden delen voor het spannen met nauwkeurig instrument
- Type draad

- Diepte van het getapte gat incl. draaduitloop.
- Boutkracht, continue meting
- Hoekverdraaiing van de kop
- Aandraaimoment
- Wrijvingsmomenten tussen bout, ring en boutkrachtmeter
- Wrijvingsmomenten tussen bout, ring en bovenplaat (sinusplaat)
- Conservering (typen, laagdikten) voor alle afzonderlijke onderdelen en relevante zijden.
- Temperatuur
- Luchtvochtigheid
- Toleranties en afwijkingen

Foto's maken van de afzonderlijk onderdelen voor het uitvoeren van de proef en na uitvoeren van de proef

Bijlage 6: Ontwerp van axiaal belaste bouten in tapgaten

1. Algemeen

De bouten dienen te zijn voorgespannen.

2. Inschroefdiepte

De draadlengte (inschroefdiepte) l_e voor een bout in een tapgat in een plaat van constructiestaal dient te worden bepaald met:

$$l_e = \xi \cdot d$$

Waarin:

l_e = inschroefdiepte van de bout in het tapgat over welke de belasting wordt overgedragen

d = bout diameter

ξ = een correctiefactor die de verschillen in geometrie en materiaalsterkten verdisconteert

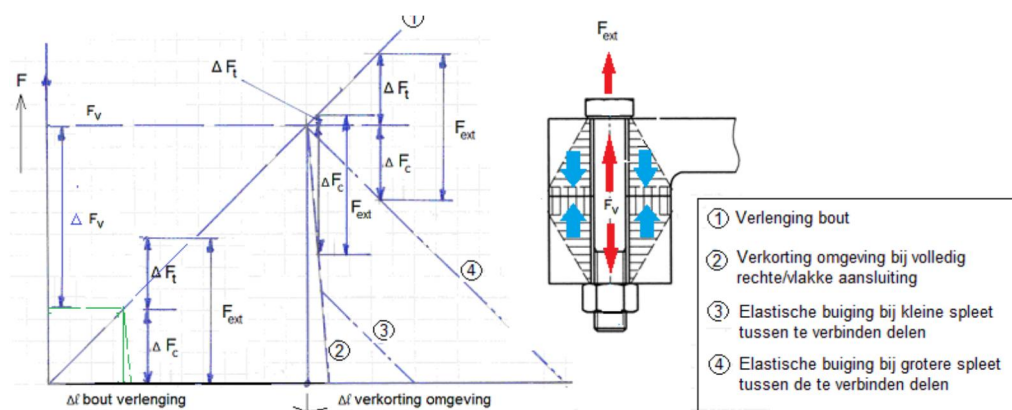
$$\xi = \left(\frac{600}{f_{u;k}} \right) \cdot \left(0,3 + 0,4 \frac{f_{u;b;k}}{500} \right)$$

$f_{u;k}$ = karakteristiek treksterkte van het materiaal waarin het gat wordt getapt

$f_{u;b;k}$ = karakteristieke treksterkte van de bout

3. Krachtsverdeling

De krachtsverdeling van de externe belasting tussen bout en de omgevende constructie dient te worden beschouwd volgens figuur B6.1



Figuur B6.1. Verdeling van de externe belasting

De indrukking van de omgevende constructie dient te worden berekend met de aanname dat de belastingspreiding een hoek van 30° met de boutas heeft.

Het effect van kruip in conserveringslagen op de blijvende voorspankracht dient in rekening gebracht te worden.

Hiervoor dient uit te worden gegaan van een afname van de laagdikte met

60% onder invloed van hoge temperaturen en verkeersbelasting, tenzij uit kruipproeven blijkt dat een lagere waarde aangehouden kan worden.

Het effect van maatafwijkingen in vlakheid en rechtheid van de te verbinden plaatdelen dient in rekening gebracht te worden, tenzij de fabricage wordt uitgevoerd conform tolerantie klasse K of L van NEN-ISO 2768-2. In dat geval mag ook volstaan worden met het toepassen van de partiële materiaalfactoren γ_{M2} volgens §5.2.3.2 en γ_{M1} volgens §5.2.3.3.

Voor de grenstoestanden gelden de volgende eisen:

Uiterste grenstoestand (ULS)

De som van voorspankracht en het aandeel van de externe belasting mogen de trekcapaciteit van de bout niet overschrijden.

De contactvlakken mogen niet loskomen

Vermoeiing

De belastingwisselingen ten gevolge van het aandeel van de externe belasting dient geen vermoeiingsschade te geven.

Toetsing spanningsinterval bij $FLM1_{EJ}$ in relatie tot de CAFL, of een schadeberekening bij $FLM2_{EJ}$.

4. Capaciteit op trek

De capaciteit op trek voor een bout in een verbinding met een taggat, rekening houdend met de materiaalsterkten en de toegepaste inschroefdiepte is:

$$F_{th;t;Rd} = k_{c;le} \cdot \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

waarin:

$F_{th;t;Rd}$ = Trekcapaciteit van één bout

$k_{c;le}$ = Inschroefdiepte correctiefactor $l_{e;design}/l_{e;required}$
Deze factor vereffent de strekte van de verbinding bepaald met de formule onder punt 2 en de toegepaste diepte in het ontwerp. Deze factor mag nooit groter dan 1,0 worden genomen.

f_{ub} = Treksterkte van het boutmateriaal

A_s = Spanningsdoorsnede van de bout

γ_{M2} = Partiële coëfficiënt voor elementen door trek belast in relatie tot f_{ub} conform § 5.2.3.2 van deze RTD.

5. Voorspankracht

In afwijking van EN 1993-1-8 dient de maximum voorspankracht voor een bout die niet wordt uitgewisseld gedurende de levensduur van de component te worden bepaald met:

$$F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0,7 f_{yb} A_s$$

Waarin:

$F_{th;p;Cd}$ = Voorspankracht op de bout

$k_{c;le}$ = Inschroefdiepte correctiefactor $l_{e;design}/l_{e;required}$

Deze factor vereffent de strekte van de verbinding bepaald met de formule uit DIN EN 1993-1-8 NA-D en de toegepaste diepte in het ontwerp. Deze factor mag nooit groter dan 1,0 worden genomen.

f_{yb} = Vloeigrens van het boutmateriaal

- 10.9 bout: $f_{y;b} = 0,9 \times f_{u;b}$

- 8.8 bout: $f_{y;b} = 0,8 \times f_{u;b}$

A_s = Spanningsdoorsnede van de bout

Indien getapte gaten dienen te worden hergebruikt dient een beperking tot $F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0,6 f_{yb} A_s$ worden toegepast tenzij testen aantonen dat het voorspanniveau tot $F_{th;p;Cd} = k_{c;le} \cdot 0,7 f_{yb} A_s$ niet leidt tot beschadigingen.

6. Vermoeiing

De vermoeiingssterkte van een bout in een tapgat dient te worden berekend met de classificatie uit EN 1993-1-9.

Wanneer de toegepaste l_e kleiner is dan $0,8d$, dient de classificatie te worden aangepast en wordt:

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

Einde RTD1007-2

RTD 1007-2 Eisen voor voegovergangen

Nummer:	1325
Versienummer standaard:	1.0
Versienummer document:	
Status:	In beheer
Type:	Kader
Inhoudelijk beheerder:	Frank van Beek
Verantwoordelijke afdeling:	Afd. Betonnen Bruggen en Viaducten
Netwerken:	Hoofdvaarwegennet, Hoofdwegennet
Rollen:	Technisch Manager
Fase:	Realisatie, Onderhoud
Proceseigenaar:	Proceseigenaar Aanleg en Onderhoud
Link om te reageren:	Link