



Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

Richtlijnen voor flexibele voegovergangssystemen

Doc.nr.: RTD 1007-4:2020
Versie: 2.0
Status: Definitief
Datum: 07-01-2020



Richtlijnen voor flexibele voegovergangssystemen

Rijkswaterstaat Technisch Document RTD 1007-4:2020

Datum	07-01-2020
Status	Definitief

Colofon

Titel	RTD 1007-4
Beschrijving	Een praktische richtlijn voor de verificatie en validatie van flexibele voegovergangssystemen
Verantwoordelijke afdeling	RWS GPO/TM/BVI
Proces / proceseigenaar	AenO / Jean Luc Beguin
Opsteller	Paul Kuijper en Frank van Beek
Inhoudelijk Beheerder	Kees Blok
Co-beheerder	Paul Kuijper
Informatie	ROK-info@rws.nl
Datum	7 januari 2020
Status	definitief
Versienummer	2.0
Vervangen versie	1.0
Datum vervangen versie	Januari 2020
WW RWS Nummer	1326

Voorwoord

Flexibele voegovergangssystemen in de vorm van bitumineuze voegovergangen, type 4.1a volgens de RTD1007-1, zijn in Nederland met wisselend succes toegepast. De levensduur in de praktijk bleek sterk te variëren: tussen 1 en 5 jaar. Gerelateerd aan de levensduur van deklagen van asfaltverhardingen is dit een te korte levensduur. Idealiter zou het vervangen van deze bitumineuze voegovergangen gelijktijdig met het onderhoud aan de asfaltdeklagen plaats moeten vinden.

Inmiddels is er nationaal, maar ook internationaal onderzoek gedaan naar verbetering van de levensduur van bitumineuze voegovergangen. In Duitsland en Zwitserland is gebleken dat de voorschriften daar hebben geleid tot een levensduur van meer dan 10 jaar. Op deze basis is in 2013 binnen EOTA-verband de ETAG032-3 tot stand gekomen.

In een prijsvraag "Stille duurzame voegovergangen" van Rijkswaterstaat in de periode 2007-2012 zijn reeds drie flexibele bitumineuze voegovergangen beproefd waarvan er uiteindelijk twee geschikt zijn bevonden. Deze zijn in de meerkeuzematrix (RTD 1007-1) opgenomen als concept 4.1b (verankerde bitumineuze voegovergang) en 4.1c (onverankerde bitumineuze voegovergang met rekspreidende inlage en gietasfalt randbalken). Monitoring van deze voegovergangen in de praktijk in de afgelopen 8 jaar heeft aangetoond dat de gewenste levensduur met deze verbeterde typen voegovergangen haalbaar is.

Het is de verwachting dat de in het buitenland bereikte verbetering in levensduur ook in Nederland realiseerbaar is, indien met een aantal specifiek voor Nederland geldende aspecten rekening wordt gehouden:

- Voor grote delen van het Nederlandse hoofdwegennet is de in de ETAG032-3 aangehouden verkeersintensiteit van 500.000 zware voertuigen per jaar onvoldoende. Op de drukst bereden hoofdwegen in Nederland ligt dit een factor 4 tot 5 hoger.
- Op 90% van het Nederlandse hoofdwegennet wordt, in tegenstelling tot in landen als Duitsland en Zwitserland, een open deklagen (ZOAB) toegepast.
- In Nederland worden, in tegenstelling tot in landen als Duitsland en Zwitserland, op grote schaal bruggen en viaducten gemaakt van geprefabriceerde liggers en 'drijvende' oplegsystemen die volledig bestaan uit alzijdig vervormbare rubber opleggingen. Dergelijke constructies hebben een ongunstiger, hoogfrequent vervormingsgedrag onder verkeersbelasting.
- In Duitsland en Zwitserland wordt voor de beproeving van bitumineuze voegovergangen uitgegaan een minimale voegmassatemperatuur van -20°C . Voor Nederland wordt uitgegaan van -15°C , hetgeen een gunstige invloed heeft.

Onderhavige tweede versie van RTD 1007-4 is een richtlijn voor de ontwikkeling en realisatie van een nieuwe generatie duurzamer flexibele voegovergangen met een minimale ontwerplevensduur van 10-15 jaar en vormt een handreiking voor opdrachtnemers om aan te tonen dat een flexibele voegovergangssysteem voldoet aan de eisen zoals gesteld in de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1007-2.

Deze herziene RTD is tot stand gekomen in samenwerking tussen de volgende personen:

- F. van Beek, P. Kuijper, J. Voskuilen (Rijkswaterstaat)
- S. Hean (Empa)

-
- C. Recknagel (BAM Berlijn)
 - S.D. Mookhoek, Dave van Vliet (TNO)

Een eerste concept en een eindconcept van de RTD1007-4 zijn voorgelegd en beoordeeld door een klankbordgroep van het Platform Voegovergangen en Opleggingen (PVO). In loop der tijd hebben de volgende personen hieraan een bijdrage geleverd:

- R. van der Aa (Rijkswaterstaat)
- R. Breure (Breure)
- B. Sluer (Boskalis)
- B. Doorn, A. Ali (Smits Neuchatel Infrastructuur)
- M. Boeije, B. Maessen (Gebroeders van Kessel)
- R. van Dijk (Spanstaal)
- B. Gaarkeuken (BAM Wegen)
- S. Ruster (Brabotech)
- H. Oosterwijk (Schagen)
- A. Leegwater (Mageba)
- B. Voogt, K. Jol (Heijmans)
- F.B. Elzinga, B. Lommerts, I. Cotiuga (Latexfalt)
- R. Venema en W. Giezen (Icopal/Esha)
- F. Hengst, P. Jonckers (Asphaltco)

Inhoud

1	Inleiding	10
1.1	Onderwerp en toepassingsgebied	10
1.2	Opbouw van dit document	10
1.3	Leeswijzer	11
2	Termen en definities	12
2.1	Systeemcomponenten	12
2.2	Terminologie	12
3	Overzicht normatieve verwijzingen	16
4	Eisen aan flexibele voegovergangssystemen	22
4.1	Inleiding	22
4.2	Uitgangspunten temperatuur voegovergang	22
4.3	Functionele eisen	22
4.3.1	Ruimte bieden voor vervormingen en weerstand bieden tegen opspankrachten	22
4.3.1.1	Laagfrequente voegbewegingen	23
4.3.1.2	Hoogfrequente voegbewegingen	24
4.3.2	Weerstand bieden tegen verkeersbelastingen.	25
4.3.3	Veilige en comfortabele passage mogelijk maken	25
4.3.3.1	Afvoeren van water	26
4.3.3.2	Beperken verticale vervormingen	26
4.3.3.3	Stroefheid	26
4.3.4	Beschermen tegen schadelijke invloeden	27
4.4	Aspecteisen	28
4.4.1	Betrouwbaarheid	28
4.4.2	Beschikbaarheid	28
4.4.3	Onderhoudbaarheid	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
4.4.4	Omgevingshinder	29
4.4.5	Sloopbaarheid	29
4.4.6	Uitvoerbaarheid	29
4.5	Ontwerplevensduur	29
5	Eisen aan onderdelen van de voegovergangssystemen	31
5.1	Rugvulling	31
5.2	Afdekplaat	31
5.2.1	Algemeen, functionele eisen	31
5.2.2	Ontwerprichtlijnen	31
5.3	Verankeringen	33
5.3.1	Algemeen	33
5.3.2	Materiaaleisen	33
5.4	Primer	33
5.5	Bitumineuze voegmassa	34
5.5.1	Toeslagmateriaal voor bitumineuze voegmassa of slijtlaag	34
5.5.2	Bitumineus bindmiddel	34
5.6	Kunststof voegmassa	37
5.7	Reparatiemortel	39
5.7.1	Algemeen	39
5.7.2	Reparatiemortel: hittebestandheid	39
5.8	Overgangsbalk	40
5.8.1	Algemeen	40

5.8.2 Overgangsbalken van gietasfalt41

6 Verificatie van het ontwerp 42

6.1	Algemeen	42	
6.2	Berekening	42	
6.2.1	Algemeen	42	
6.2.2	Berekening / numerieke simulatie voegovergangssysteem	42	
6.2.3	Berekening afdekplaat	43	
6.2.4	Berekening verankering	44	
6.3	Systeemtesten	45	
6.3.1	Algemeen	45	
6.3.2	Rek/stuikproef en hoogfrequente vermoeiingsproef voegovergang	45	
6.3.3	Rekproef, laagcyclische vermoeiingsproef	49	
6.3.4	Weerstand tegen blijvende vervorming onder verkeersbelasting (spoorvormingsproef)	51	
6.3.5	Stroefheid (De Slingerproef)	53	
6.4	Verificatie op basis praktijkervaring	53	

7 Verificatie van de geschiktheid voor toepassing 55

7.1	Algemeen	55	
7.2	Optredende voegbewegingen	55	
7.2.1	Verificatie van de totale voegbewegingen	55	
7.2.2	Verificatie van hoogfrequente voegbewegingen	56	
7.3	Optredende verkeersbelastingen	57	
7.4	Inpassing, geometrie	57	
7.4.1	Inbouwhoogte	58	
7.4.2	Inbouwbreedte onderliggende constructiedelen	58	
7.4.3	Dilatatieopening	58	
7.5	Kruisingshoek	58	
7.6	De langs- en dwarsstelling van het wegdek	58	
7.7	De boogstraal	59	
7.8	Planning realisatie	59	
7.9	Restzetting/zakking overgangsconstructie aardebaan/kunstwerk	59	
7.10	Schade aan wapening en voorspanning in betonconstructies	60	

8 Voorbereiding van de realisatie 61

8.1	Risicoanalyse	61	
8.2	Kwaliteitsborging	61	
8.2.1	Kwaliteitsplan	61	

9 Verificatie van de realisatie 63

9.1	Algemeen	63	
9.2	Keuring toegepaste materialen	63	
9.3	Uitvoeringscontrole en registratie	63	
9.3.1	Controle temperatuur bitumineus bindmiddel en toeslagmateriaal	64	
9.3.2	Monitoring en keuring afkoeltijd bitumineuze voegovergang	64	

10 Richtlijnen voor uitvoering 65

10.1	Algemeen	65	
10.2	Voorbereidingen	65	
10.2.1	Verwijderen verharding/bestaande voegovergang	65	
10.2.2	Prepareren betonnen ondergrond	65	
10.3	Overgangsbalken	66	
10.3.1	Algemeen	66	
10.3.2	Overgangsbalken van gietasfalt	66	
10.4	Voegovergang	67	

10.4.1	Algemeen	67
10.4.2	Prepareren voegruimte	67
10.4.3	Voorzieningen bij schampkant	68
10.4.4	Aanbrengen verankeringen	68
10.4.5	Aanbrengen afdekplaat	68
10.4.6	Aanbrengen bitumineuze voegmassa	68
10.4.7	Aanbrengen van kunststof voegmassa	70
10.5	In gebruikname	71
11	Instandhouding	72
11.1	Identificatie	72
11.2	Beheer- en onderhoudsplan	72
11.3	Opleverdossier	73
11.4	Grenswaarden voor schade en vervormingen in voegovergangssysteem	74
11.4.1	Scheurvorming en onthechting	74
11.4.2	Vlakheid (spoorvorming)	75
11.4.3	Stroefheid	75
11.5	Inspectie en onderhoud	76

1 Inleiding

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze RTD is een praktische richtlijn voor de verificatie en validatie van flexibele voegovergangssystemen (voegfamilie 4 uit de meerkeuzematrix, RTD 1007-1) in (betonnen) kunstwerken met een minimale ontwerplevensduur van 10 jaar.

Door Rijkswaterstaat is een kader RTD 1007-2 opgesteld met als titel "eisen voor voegovergangen". Deze RTD wordt gebruikt voor het specificeren van de eisen aan voegovergangen. Uit de RTD 1007-2 kunnen de belangrijkste eisen en uitgangspunten worden ontleend die gelden voor alle voegovergangsfamilies. Deze eisen kennen voor wat betreft flexibele voegovergangen een wat hoger abstractieniveau, waarbij aantoonbaarheid op basis van testen een belangrijk uitgangspunt is. Deze RTD 1007-4 is te beschouwen als een handreiking bij het specifiek aantoonbaar maken van de eisen in de RTD 1007-2 voor de voegovergangsfamilie "flexibele voegovergangen". Er is getracht om uit praktisch oogpunt het document als een zelfstandig te gebruiken document uit te geven.

1.2 Opbouw van dit document

De verificatie en validatie van flexibele voegovergangen kent een aantal fasen:

1. Ontwerpfase (voegovergangssysteem);
In deze fase worden de prestaties van het voegovergangssysteem geverifieerd.
2. Voorbereidingsfase (project)
In deze fase wordt geverifieerd of het voegovergangssysteem geschikt is om te kunnen worden toegepast in een objectspecifieke situatie
3. Realisatiefase (project)
In deze fase wordt geverifieerd of het voegovergangssysteem is gerealiseerd conform het ontwerp.
4. Gebruiksfase of instandhoudingsfase
In deze fase wordt (middels periodiek inspecties) geverifieerd of het voegovergangssysteem tijdens het gebruik blijft voldoen aan de (functionele) eisen.

Hoofdstuk 4, 5, 6 hebben betrekking op het ontwerp van het flexibele voegovergangssysteem. In hoofdstuk 4 worden de eisen behandeld waaraan een flexibele voegovergangssysteem moet voldoen. In hoofdstuk 5 worden de eisen behandeld waaraan onderdelen van het voegovergangssysteem moet voldoen en/of de eisen die gesteld worden aan de karakterisering van de toegepaste materialen. In hoofdstuk 6 wordt de verificatiemethoden voor het ontwerp beschreven.

Hoofdstuk 7 heeft betrekking op verificatie van de geschiktheid van een flexibele voegovergangssysteem in de voorbereidingsfase van een project.

Hoofdstuk 8, 9, 10 hebben betrekking op de realisatiefase. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de voorbereiding van de realisatie. In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op de verificaties tijdens de uitvoeringsfase. In hoofdstuk 10 worden algemene richtlijnen voor de uitvoering van bitumineuze voegovergangen gegeven.

Tenslotte is in hoofdstuk 11 aangegeven hoe de overdracht naar beheer moet plaatsvinden en welke eisen en verificaties van toepassing zijn in de gebruiksfase.

1.3

Leeswijzer

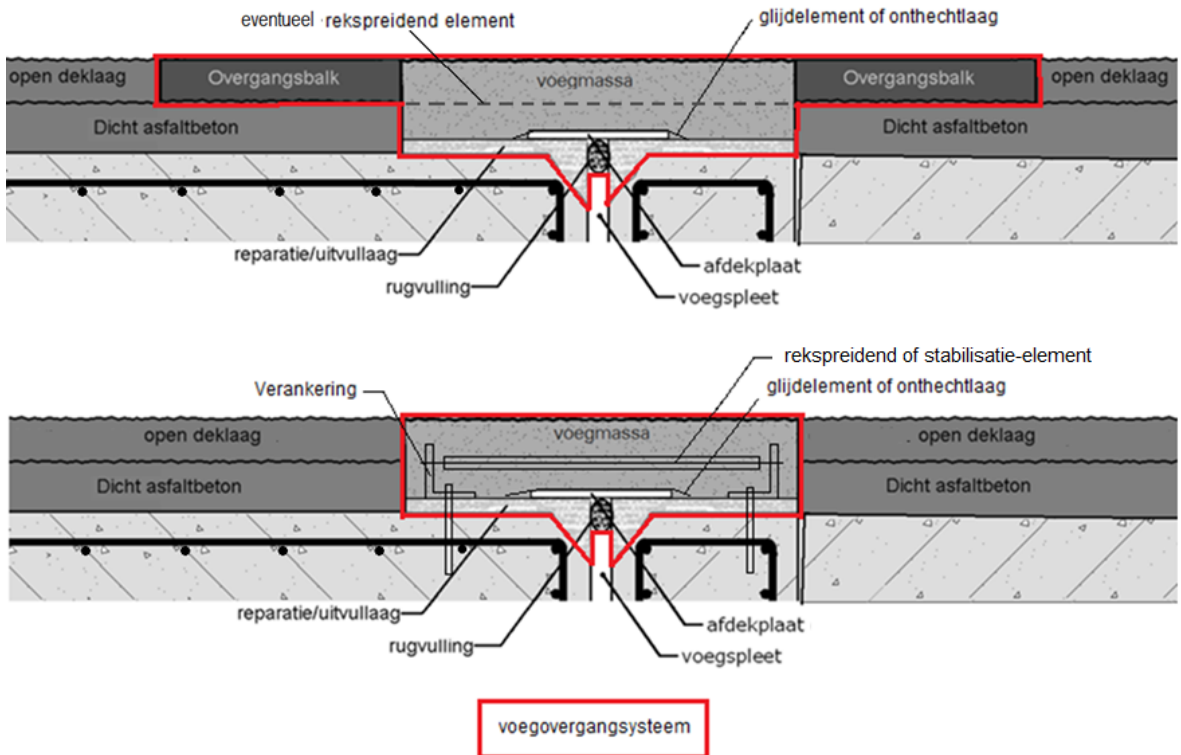
Tekst in normale opmaak is normatieve tekst.

Cursieve opmerkingen zijn informatief.

2 Termen en definities

2.1 Systeemcomponenten

Figuur 1 geeft een overzicht en de benamingen van de systeemcomponenten van voegovergangssystemen.



Figuur 1: Voorbeelden van flexibele voegovergangssystemen en benamingen van de systeemcomponenten

2.2 Terminologie

Afdekplaat:	Een plaat aan de onderzijde van een flexibele voegovergang om de ruimte tussen betonnen brugdelen of een betonnen brugdeel en het landhoofd te overbruggen en de verkeersbelasting te dragen.
Bindmiddel (bitumineus)	Een polymeergemodificeerde bitumen die de holle ruimten in het toeslagmateriaal opvult en de voegmassa zijn flexibele eigenschappen in horizontale richting geeft.
Charge	Hoeveelheid product of component die volgens dezelfde specificatie is vervaardigd binnen een bepaalde (aaneengesloten) periode.

Dilatatiecapaciteit	De grootte van de opneembare relatieve verplaatsing tussen de uiterste openingposities van een voegovergang waarbij geen schade aan de voegovergang optreedt en de voegovergang veilig en comfortabel berijdbaar blijft.
Dilatatieopening	Dit is de breedte van de te overbruggen dilatatievoeg in het kunstwerk ter hoogte bovenzijde rijdek/vloer op een bepaald tijdstip en constructietemperatuur, gemeten haaks op de richting van de voeg.
Dilatatievoeg	Spleetvormige ruimte tussen twee aangrenzende constructiedelen die vervormingen van deze constructiedelen mogelijk maakt om schade te voorkomen.
Flexibele voegovergang	Een voegovergang bestaande uit een flexibele voegmassa die voldoende flexibel is om de dilatatiebewegingen op te nemen en verticaal voldoende stijf is om de verkeersbelasting te dragen.
Flexibel voegovergangssysteem	Betreft het totale samengestelde geheel van flexibele voegovergang inclusief bevestiging aan de aangrenzende omgevingsobjecten.
Glijdfolie	Element dat wordt toegepast om hechting van de voegmassa op de afdekplaat te voorkomen zodat de vervormingen gelijkmatiger over de breedte van de voegmassa worden verdeeld en scheurvorming door lokale hoge rekken worden beperkt.
Hoogfrequente voegbeweging	Voegbewegingen uit verkeersbelasting met een zeer korte belastingtijd (orde grootte: tienden van seconde, seconden).
Kruisingshoek	De kleinste hoek tussen de lengtes van de hoofdconstructie (rijrichting) en de voegovergang.
Laagfrequente voegbeweging	Voegbewegingen met een zeer lange belastingtijd (orde grootte: dagen, weken, jaren). Voorbeelden hiervan zijn temperatuurbelasting, krimp/kruip, zettingen
Mortel (bitumineus)	Bindmiddel, bestaande uit een mengsel van een polymeer gemodificeerd bitumen en een minerale vulstof.
Onderhoud	Het verbeteren van de stroefheid door het aanbrengen van een nieuwe slijtlaag of het vervangen van de toplaag bij vervanging van de

	deklaag van de aangrenzende wegverharding in de zwaarst belaste rijstrook.
Ontwerplevensduur	<p>Periode waarvoor een onderdeel of systeem is ontworpen om rijbaanbreed te functioneren onder de nominale ontwerpbelastingen.</p> <p><i>Opmerking:</i> <i>Het gaat hier nadrukkelijk niet om de levensduur in het werk maar om het resultaat van een berekening, proef en/of praktijktest, waarmee aangetoond wordt dat een ontwerplevensduur van minimaal 10 jaar realiseerbaar is. De levensduur in de praktijk zal afhankelijk zijn van de daadwerkelijk gerealiseerde kwaliteit in de praktijk en de werkelijk optredende verkeers- en klimatologische belastingen en kan langer of korter zijn dan de ontwerplevensduur.</i></p>
Overgangsbalk	Het onderdeel van het voegovergangstelsel dat de overgang vormt tussen de voegovergang en de aangrenzende open wegverharding. Deze kan een of meerdere functies hebben.
Rekspreidend element	In de voegmassa opgenomen element die de rekken in de voegmassa gelijkmatiger over de breedte van de voegmassa verdeelt.
Rugvulling	Een flexibele afdichting (polyurethaan rondschuim) die weglekken van bindmiddel uit de voegmassa naar de dilatatievoeg voorkomt en tevens een geluid reducerende werking heeft.
Slijtlaag	Een op de voegmassa hechtend aangebrachte laag die zorgt voor voldoende stroefheid van het bereiden wegoppervlak.
Stabilisatie-element	In een kunststof voegmassa opgenomen en verankerd element dat ongewenste verticale vervormingen zoals insnoering of uitknikken onderdrukt c.q. voorkomt.
Uitvullaag	Een laag betonreparatiemortel die oneffenheden in de ondergrond en aanwezige hoogteverschillen aan beide zijden van de dilatatievoeg nivelleert en/of een overmaat aan verhardingsdikte in relatie tot de benodigde dikte van de voegovergang corrigeert.
Vervanging	Betreft het vervangen van het gehele systeem bij einde levensduur. Gedeeltelijk vervangen dient te worden beschouwd als onderhoud.
Voegmassa	Het deel van het voegovergangstelsel dat de voegbewegingen opneemt. Dit bestaat doorgaans

	uit een combinatie van toeslagmateriaal, mortel of bindmiddel.
--	--

3 Overzicht normatieve verwijzingen

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
RWS			
ROK	RTD 1001	1.4 (2017)	Richtlijnen Ontwerp Kunstwerken (ROK)
RTD 1007-1	RTD 1007-1	1.0 (2013)	Meerkeuzematrix Voegovergangen (handreiking)
RTD 1007-2	RTD 1007-2	4.0 (2019)	Eisen voor voegovergangen
RTD 1007-3	RTD 1007-3	2.0 (2019)	Geluidseisen voor voegovergangen
Schadebeoordeling- en Meetmethod en Bovenbouw	-	2.0 (2017)	Schadebeoordeling- en Meetmethoden Bovenbouw
NEN-EN normen en ETAGS			
EN 932-3	NEN-EN 932-3	1996	Beproevingmethoden voor algemene eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 3: Procedure en terminologie voor een vereenvoudigde petrografische beschrijving
EN 933-1	NEN-EN 933-1	2012	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 1: Bepaling van de korrelgrootteverdeling - Zeefmethode
EN 933-2	NEN-EN 933-2	1996	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 2: Bepaling van de korrelverdeling - Controlezeven, nominale afmetingen van de openingen
EN 933-3	NEN-EN 933-3	2012	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 3: Bepaling van korrelvorm - Vlakheidsindex
EN 933-4	NEN-EN 933-4	2008	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 4: Bepaling van de korrelvorm - Korrelvormgetal
EN 933-5	NEN-EN 933-5	1998	Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 5: Bepaling van het percentage van gebroken oppervlakken in grove toeslagmaterialen
EN 1097-2	NEN-EN 1097-2	2010	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 2: Methoden voor de bepaling van de weerstand tegen verbrijzeling

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 1097-6	NEN-EN 1097-6	2013	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 6: Bepaling van de deeltjesdichtheid en de wateropname
EN 1097-8	NEN-EN 1097-8	2009	Beproevingmethoden voor de bepaling van mechanische en fysische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 8: Bepaling van de polijstwaarde
EN 1242	NEN-EN 1242	2013	Lijmen - Bepaling van het isocyaan gehalte
EN 1367-1	NEN-EN 1367-1	2007	Beproevingmethoden voor de thermische eigenschappen en verwerking van toeslagmaterialen - Deel 1: Bepaling van de bestandheid tegen vriezen en dooien
EN 1367-5	NEN-EN 1367-5	2011	Beproevingmethoden voor de thermische eigenschappen en verwerking van toeslagmaterialen - Deel 5: Bepaling van de weerstand tegen kortstondige verhitting
EN 1426	NEN-EN 1426	2015	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de naaldpenetratie
EN 1427	NEN-EN 1427	2015	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode
EN 1504-3	NEN-EN 1504-3	2005	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 3: Constructieve en niet-constructieve reparatie
EN 1504-7	NEN-EN 1504-7	2007	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling - Deel 7: Bescherming tegen wapeningscorrosie
EN 1744-1	NEN-EN 1744-1	2012	Beproevingmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen - Deel 1: Chemische analyse
EN 1767	NEN-EN 1767	1999	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingmethoden - Infrarood-analyse
EN 1877-2	NEN-EN 1877-2	2000	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingmethoden - Reactiefuncties van epoxyharsen - Deel 2: Bepaling van het aminegetal met behulp van het totale basiteitsgetal
EN1991-2	NEN-EN 1991-2+C1	2015	Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen
EN 1992-4	NEN- EN 1992-4	2018	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 4: Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 1542	NEN-EN 1542	1999	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingmethoden - Bepaling van de hechtsterkte door middel van de afbreekproef
EN 10025-2	NEN-EN 10025-2	2004	Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
EN 12594	NEN-EN 12594	2014	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Monstervoorbehandeling
EN 12607-1	NEN-EN 12607-1	2014	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - bepaling van de weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht - deel 1: RTFOT-methode
EN 12607-3	NEN-EN 12607-3	2014	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht - Deel 3: RFT-methode
EN 12697-1	NEN-EN 12697-1	2012	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 1: Gehalte aan oplosbaar bindmiddel
EN 12697-11	NEN-EN 12697-11	2012	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 11: Bepaling van de affiniteit van toeslagmateriaal voor bitumen
EN 12697-39	NEN-EN 12697-39	2012	Bitumineuze mengsels - Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt - Deel 39: Bepaling van het bindmiddelgehalte door ontbranding
EN 13036-4	NEN-EN 13036-4	2011	Oppervlak-eigenschappen van weg- en vliegveldverhardingen - Beproevingmethoden - Deel 4: Methode voor de meting van de stroefheid van een oppervlak - De Slingerproef.
EN 13036-8	NEN-EN 13036-8	2008	Oppervlak-eigenschappen van weg- en vliegveldverhardingen - Beproevingmethoden - Deel 8: Bepaling van vlakheid en onregelmatigheden
EN 13043	NEN-EN 13043	2006 (C1)	Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlaktebehandeling voor wegen en vliegvelden en andere verkeersgebieden
EN 13108-6	NEN-EN 13108-6	2016	Bitumineuze mengsels - Materiaalspecificaties - Deel 6: Gietasfalt
EN 13398	NEN-EN 13398	2018	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van het elastisch herstel van gemodificeerd bitumen

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN 13529	NEN-EN 13529	2003	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies - Beproevingmethoden - Bepaling van de bestandheid tegen zware chemische belasting
EN 13589	NEN-EN 13589	2018	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van de trekeigenschappen van gemodificeerd bitumen door de kracht-ductiliteit-methode
EN 13596	NEN- EN 13596	2004	Flexibele banen voor waterafdichting - Waterafdichtingen voor betonnen brugdekken en andere oppervlakken van beton bestemd voor voertuigen - Bepaling van de hechtsterkte
EN 13813	NEN-EN 13813	2002	Dekvloermortel en dekvloeren - Dekvloermortels - Eigenschappen en eisen
EN 13880-1	NEN-EN 13880-1	2003	Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen - Deel 1: Beproevingmethode voor de bepaling van de dichtheid bij 25°C
EN 13880-2	NEN-EN 13880-2	2003	Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen - Deel 2: Beproevingmethode voor de bepaling van de conuspenetratie bij 25 °C
EN 13880-3	NEN-EN 13880-3	2003	Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen - Deel 3: Beproevingmethoden voor de bepaling van de kogelpenetratie en terugvering
EN 13880-6	NEN-EN 13880-6	2004	Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen - Deel 6: Methode voor de bereiding van proefmonsters
EN 14023	NEN-EN 14023	2010	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Specificaties voor met polymeren gemodificeerd bitumen
EN 14188-1	NEN-EN 14188-1	2004	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 1: Specificaties voor warm aangebrachte afdichtingsmaterialen
EN 14188-4	NEN-EN 14188-4	2009	Voegvulmiddelen en afdichtingsmaterialen - Deel 4: Specificaties voor primers voor gebruik met voegafdichtingsmaterialen
EN 14770	NEN-EN 14770	2012	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Bepaling van complexe afschuifmodulus en fasehoek - Dynamische Afschuif Rheometer (DSR)
EN 15326	NEN-EN 15326	2009 (A1)	Bitumen en bitumineuze bindmiddelen - Meting van de dichtheid en zwaartekracht - Methode met pyknometer met stop met capillair.
ETAG 032-3	ETAG richtlijn 032 -3	2013	Expansion joints for road bridges part 3: flexible plug expansion joints.
NEN-EN-ISO normen			

Verwijzing	Document-nummer	Versie	Nederlandse titel en toelichting
EN-ISO 527-2	NEN-EN-ISO 527-2	2012	Kunststoffen - Bepaling van de trekeigenschappen - Deel 2: Beproevingomstandigheden voor pers-, spuitgiet- en extrusiekunststoffen
EN-ISO 868	NEN-EN-ISO 868	2003	Kunststoffen en eboniet - Bepaling van de indrukhardheid met behulp van een hardheidsmeter (Shore-hardheid)
EN-ISO 1183-1	NEN EN-ISO 1183-1	2012	Kunststoffen - Methoden voor het bepalen van de dichtheid van niet-geschuimde kunststoffen - Deel 1: Dompelmethode, vloeistof pyknometermethode en titratiemethode
EN-ISO 1461	NEN-EN-ISO 1461	2009	Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen - specificatie en beproevingsmethoden
EN-ISO 2811-1	NEN- EN-ISO 2811-1	2016	Verven en vernissen - Bepaling van de dichtheid - Deel 1: Methode met pyknometer
EN-ISO 3219	NEN- EN-ISO 3219	1994	Kunststoffen - Polymeren/harsen in vloeibare toestand of als emulsie of dispersie - Bepaling van de viscositeit met een rotatieviscosimeter met een bepaalde afschuifsnelheid
EN-ISO 6721-2	EN-ISO 6721-2	2008	Kunststoffen - Bepaling van de dynamische mechanische eigenschappen - Deel 2: Methode met de torsieslinger
EN-ISO 9001	NEN-EN ISO 9001	2015	Kwaliteitsmanagementsystemen - Eisen
EN-ISO 11358-1	NEN-EN-ISO 11358	2014	Kunststoffen - Thermogravimetrie (TG) van polymeren - Deel 1: Algemene principes
EN-ISO 12570	NEN-EN-ISO 12570	2000	Thermische en vochtwerende eigenschappen van bouwmaterialen en -producten - Bepaling van het vochtgehalte door drogen bij verhoogde temperatuur
ISO normen			
ISO 1431-1	ISO 1431-1	2012	Ge vulcaniseerde of thermoplastische rubber - Ozonvastheid - Deel 1: Statische en dynamische rekproef
ISO 4628-4	ISO 4628-4	2016	Verven en vernissen - Evaluatie van de degradatie van verflagen - Aanduiding van de intensiteit, hoeveelheid en omvang van algemeen voorkomende gebreken - Deel 8: Beoordeling van de mate van barstvorming
ISO 13885-1	ISO 13885-1	2008	Bindmiddelen voor verven en vernissen - Gelpermeatiechromatografie (GPC) - Deel 1: Tetrahydrofuraan als oplosmiddel

NEN normen / NPR -richtlijnen			
NEN6240	NEN6240	2006 (A1)	Nederlandse invulling van NEN-EN 13043 "Toeslagmaterialen voor asfalt en oppervlaktebehandelingen voor wegen, vliegvelden en andere verkeersgebieden".
Overige normen en richtlijnen			
BRL0509	BRL0509	2009	Beoordelingsrichtlijn voor een KOMO® procescertificaat voor het aanbrengen van constructieve ankers in verhard beton
BRL3201	BRL3201 deel 1	2016	Beoordelingsrichtlijn voor een KOMO® procescertificaat voor het technisch repareren en beschermen van beton
EOTA TR10	EOTA Technical Report 010	2004	Exposure procedure for artificial weathering
Standaard RAW	Standaard RAW bepalingen	2015	Standaard RAW Bepalingen 2015 (CROW)
CUR aanbeveling 117	CUR aanbeveling 117, handboek voegovergangen	2015	Inspectie van civiele kunstwerken" + handboek voegovergangen
CUR aanbeveling 118	CUR aanbeveling 118	2015	Specialistische instandhoudingstechnieken - repareren van beton.

4 Eisen aan flexibele voegovergangssystemen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de eisen die gesteld worden aan flexibele voegovergangssystemen. Daarnaast worden nog onderliggende eisen gesteld aan onderdelen/componenten en/of de karakterisering daarvan. Deze zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

4.2 Uitgangspunten temperatuur voegovergang

Voor het ontwerp van flexibele voegovergangen dient uitgegaan te worden van de verwachte extreme temperaturen van de voegmassa op 20 mm diepte in de zwaarst belaste rijstrook volgens tabel 4.1a en 4.1b :

Tabel 4.1a: Minimale temperaturen in de voegovergang

Overschrijdingsfrequentie	Temperatuur [°C]	Relatie met test
1 uur per 10 jaar	-20	6.3.2 deel 1
4 uur per jaar (cumulatief)	-15	6.3.2 deel 2
26 uur per jaar (cumulatief)	-10	6.3.3

Tabel 4.1b: Maximale temperaturen in de voegovergang

Overschrijdingsfrequentie	Temperatuur [°C]	Relatie met test
1 uur per 10 jaar	+55	-
1 uur per jaar (cumulatief)	+50	6.3.4
10 uur per jaar (cumulatief)	+45	6.3.4

4.3 Functionele eisen

Voor flexibele voegovergangen gelden de volgende functies en functionele eisen.

4.3.1 Ruimte bieden voor vervormingen en weerstand bieden tegen opspankrachten

Het voegovergangssysteem dient gedurende de gehele ontwerplevensduur ruimte te bieden om resulterende translaties en rotaties van het kunstwerk ter plaatse van de dilatatievoeg op te nemen, zonder dat daarbij schade ontstaat die de grenswaarden zoals opgenomen in §11.4 overschrijdt.

Opmerking:

De optredende bewegingen van het kunstwerk leiden tot vervormingen in de flexibele voegmassa. Deze vervormingen leiden tot interne opspankrachten die moeten worden overgedragen aan de omgeving.

Voor de optredende bewegingen van het kunstwerk zie §7.2.

Er dient onderscheid gemaakt te worden in laagfrequente en hoogfrequente voegbewegingen.

Verificatiemethode: laagfrequente voegbewegingen

De maximale dilatatiecapaciteit van het voegovergangstelsel dient op basis van testen en/of berekeningen te worden aangetoond conform §6.3.2 en §6.3.3. De amplitude dient door de leverancier te worden gekozen en vormt de basis voor de prestatieverklaring.

Opmerking:

De volgende (maximale) prestaties worden maximaal haalbaar geacht bij een onverankerd bitumineus voegovergangstelsel met standaardafmetingen van 500 mm x 100 mm:

- ΔX_{v+} : +25 mm (oprekking)
- ΔX_{v-} : -12,5mm (stuik)
- ΔY_v : +/- 25 mm
- ΔZ : +/- 3mm

Waarin:

ΔX_{v+} = opneembare voegbeweging haaks op de dilatatievoeg waarbij de voegmassa wordt opgerekt

ΔX_{v-} = opneembare voegbeweging haaks op de dilatatievoeg waarbij de voegmassa wordt ingedrukt (opgestuikt)

ΔY_v = opneembare voegbeweging evenwijdig aan de dilatatievoeg

ΔZ = opneembare verticale voegbeweging

In de praktijk worden de voegbewegingen bepaald in X-richting (parallel aan de lengteas = rijrichting) en Y-richting (loodrecht op de X-richting) van het kunstwerk. De dilatatiecapaciteit in X-en Y-richting kan voor een willekeurige kruisingshoek als volgt worden berekend:

$$\Delta X(\alpha) = \frac{\Delta X_{v+}}{\sin(\alpha)}$$

$$\Delta Y(\alpha) = \Delta X_{v+} \cdot \left(1 - \left(\frac{\cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \right) \right) \cdot \sin(\alpha)$$

Waarin:

α = kruisingshoek tussen lengteas kunstwerk (rijrichting) en voeg-as.

In tabel 4.2 zijn op basis hiervan voor een bitumineuze voegovergangen 500x100mm de indicatieve prestaties van de laagfrequente voegbewegingen weergegeven voor verschillende kruisingshoeken weergegeven.

Tabel 4.2 Indicatie opneembare laagfrequente voegbewegingen in mm voor onverankerde bitumineuze voegovergang 500x100mm

hoek(°)	Cos(α)	Sin(α)	ΔX_{v+}	ΔX_{v-}	ΔY_v (t.g.v. ΔX)	Y_v (rest. voor Y)	ΔX	ΔX_{v+} (rek)	ΔX_{v-} (stuik)	ΔY
90	0,000	1,000	25,0	12,5	0,0	25,0	37,5	25,0	12,5	25,0
85	0,087	0,996	25,1	12,5	2,2	22,8	37,6	25,1	12,5	22,7
80	0,174	0,985	25,4	12,7	4,4	20,6	38,1	25,4	12,7	20,3
75	0,259	0,966	25,9	12,9	6,7	18,3	38,8	25,9	12,9	17,7
70	0,342	0,940	26,6	13,3	9,1	15,9	39,9	26,6	13,3	14,9
65	0,423	0,906	27,6	13,8	11,7	13,3	41,4	27,6	13,8	12,1
60	0,500	0,866	28,9	14,4	14,4	10,6	43,3	28,9	14,4	9,2
55	0,574	0,819	30,5	15,3	17,5	7,5	45,8	30,5	15,3	6,1
50	0,643	0,766	32,6	16,3	21,0	4,0	49,0	32,6	16,3	3,1
45	0,707	0,707	35,4	17,7	25,0	0,0	53,0	35,4	17,7	0,0

Voor verankerde kunststof voegovergangssystemen en verankerde voegovergangen met rekspreidende elementen zijn hogere prestaties mogelijk.

Verificatiemethode: hoogfrequente voegbewegingen**Horizontale voegbewegingen**

De weerstand tegen horizontale hoogfrequente voegbewegingen uit verkeer bij lage temperaturen dient aangetoond te zijn middels testen conform §6.3.2.

De amplitude dient door de leverancier te worden gekozen en vormt de basis voor de prestatieverklaring.

Verticale voegbewegingen

Tenzij een hogere prestatie wordt aangetoond op basis van een gevalideerd eindig elementenmodel en/of testen, dient de verticale verplaatsing aan de rand van de afdekplaat niet groter te zijn dan 1,0 mm voor onverankerde bitumineuze voegovergangen, 1,5 mm voor verankerde bitumineuze voegovergangen met rekspreidende voorzieningen en 2,0 voor verankerde kunststof voegovergangen.

Indien geen afdekplaat is voorzien in het ontwerp dan gelden bovenstaande waarden als de maximaal toelaatbare verticale verplaatsing ter plaatse van de dilatatievoeg.

Toelichting:

Op dit moment is er geen onderzoek gedaan naar de effecten van hoogfrequente verticale voegbewegingen (al dan niet in combinatie met horizontale bewegingen). Bij verticale voegbewegingen kan scheurvorming in of onthechting van de voegmassa worden geïnitieerd door het opwipeffect van de afdekplaat. De toelaatbare verticale verplaatsing ter plaatse van de dilatatievoeg is daarmee afhankelijk van de dilatatiecapaciteit van het voegovergangssysteem ($u_{x;max}$), de breedte van de afdekplaat (b) en de nominale breedte van de dilatatievoeg in de neutrale stand van het kunstwerk ($D_{E;nom}$). In tabel 4.3 zijn de benodigde breedte van de afdekplaat en de maximaal toelaatbare hoogfrequente verticale voegbewegingen voor bitumineuze voegovergangen bepaald voor diverse waarden voor $D_{E;nom}$ en $u_{x;max}$. Voor verankerde bitumineuze voegovergangen met rekspreidende voorzieningen mogen deze waarden worden vermenigvuldigd met een factor 1,5. Voor verankerde kunststof voegovergangen geldt dat deze waarden met een factor 2 mogen worden vermenigvuldigd.

Tabel 4.3 Toelaatbare verticale verplaatsing $u_{z;max}$

Alle waarden in mm																
Capaciteit X-richting			$D_{E;nom} = 10$		$D_{E;nom} = 20$		$D_{E;nom} = 30$		$D_{E;nom} = 40$		$D_{E;nom} = 50$		$D_{E;nom} = 60$		$D_{E;nom} = 70$	
$u_{x;max}$	$u_{x;max}^+$	$u_{x;max}^-$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$	b	$u_{z;max}$
12	8	4	80	1,1	90	1,3	100	1,6	110	1,9	120	2,1	130	2,4	140	2,7
15	10	5	80	1,0	90	1,3	100	1,5	110	1,8	120	2,1	130	2,3	140	2,6
18	12	6	90	1,0	100	1,2	110	1,4	120	1,7	130	1,9	140	2,1	150	2,3
21	14	7	90	0,9	100	1,1	110	1,4	120	1,6	130	1,8	140	2,1	150	2,3
24	16	8	100	0,9	110	1,1	120	1,3	130	1,5	140	1,7	150	1,9	160	2,1
27	18	9	100	0,8	110	1,0	120	1,2	130	1,4	140	1,6	150	1,8	160	2,1
30	20	10	100		110	1,0	120	1,2	130	1,4	140	1,6	150	1,8	160	2,0
33	22	11	110		120	1,0	130	1,1	140	1,3	150	1,5	160	1,7	170	1,9
36	24	12	110		120	0,9	130	1,1	140	1,3	150	1,5	160	1,6	170	1,8
39	26	13	120		130	0,9	140	1,1	150	1,2	160	1,4	170	1,6	180	1,7
42	28	14	120		130	0,9	140	1,0	150	1,2	160	1,4	170	1,5	180	1,7
45	30	15	120		130	0,8	140	1,0	150	1,2	160	1,3	170	1,5	180	1,6
48	32	16	130		140	0,8	150	1,0	160	1,1	170	1,3	180	1,4	190	1,6
51	34	17	130		140	0,8	150	0,9	160	1,1	170	1,2	180	1,4	190	1,5
54	36	18	140		150	0,8	160	0,9	170	1,1	180	1,2	190	1,3	200	1,5
57	38	19	140		150	0,8	160	0,9	170	1,0	180	1,2	190	1,3	200	1,4
60	40	20	140		150		160	0,9	170	1,0	180	1,1	190	1,3	200	1,4
63	42	21	150		160		170	0,9	180	1,0	190	1,1	200	1,2	210	1,3
66	44	22	150		160		170	0,8	180	1,0	190	1,1	200	1,2	210	1,3
69	46	23	160		170		180	0,8	190	0,9	200	1,0	210	1,2	220	1,3

Uitgangspunt:
 $u_{z;eind} = 1,00$ mm maximaal toelaatbare verticale verplaatsing uiteinde afdekplaat onder verkeer

4.3.2 Weerstand bieden tegen verkeersbelastingen.

Het voegovergangssysteem dient gedurende de gehele ontwerplevensduur weerstand te bieden tegen optredende verkeersbelastingen zonder schade en blijvende vervorming die groter zijn de grenswaarden zoals opgenomen in §11.4

Opmerking: Zie ook §7.3.

Verificatiemethode:

De weerstand tegen verkeersbelastingen dient aangetoond te zijn middels berekeningen conform §6.2 en/of testen conform §6.3. Voor de in berekeningen te hanteren belastingen gelden de uitgangspunten zoals opgenomen in de RTD 1007-2, bijlage 1.

Voor flexibele voegovergangen zijn dit in het kort:

1) Statische verkeersbelasting (UGT/ULS):

Deze bestaat uit:

- de verticale verkeersbelasting conform RTD 1007-2, B1.2.1.1. Deze dient ter verificatie van de sterkte van de afdekplaat
- de horizontale verkeersbelasting conform RTD 1007-2, artikel B1.2.2.1. Deze dient ter verificatie van de sterkte van de verankering of overgangsbalk. In de berekening dient deze belasting te worden gecombineerd met de maximale interne opspankrachten uit de voegmassa zoals die zijn afgeleid uit de laagfrequente rek-stuikproef volgens §6.3.2.

2) Vermoeiingsbelasting

Deze bestaat uit :

- Verkeersbelasting op de voegovergang. Deze dient ter verificatie van de afdekplaat en ter verificatie van de spanningsconcentraties boven eventuele verankeringsprofielen als gevolg van stijfheidsverschillen.

De verkeersbelastingen moeten worden bepaald volgens RTD 1007-2 B1.3. Voor FLM_{2ej}, uitgaande van tenminste 500.000 vrachtvoertuigen per jaar. Voor algemene toepassing in autosnelwegen (verkeerscategorie 1) dient toetsing plaats te vinden bij 2.000.000 vrachtauto's per jaar.

Opmerking: $\Delta\phi_{fat} = 1,0$ in plaats van 1,3. De waarden voor $Q_{ik;fat}$ in tabel B1.4 van RTD 1007-2 mogen gedeeld worden door een factor 1,3. De gekozen waarde van $N_{obs,a,ai}$ vormt mede het uitgangspunt voor de prestatieverklaring

- Horizontale opspankrachten als gevolg van hoogfrequente voegbewegingen uit verkeersbelasting, zoals afgeleid uit de hoogfrequente vermoeiingsproef volgens §6.3.2. Deze dienen ter verificatie van de sterkte van de verankering of overgangsbalk.

De partiële factoren voor statische belastingen en de belastingcombinaties moeten worden ontleend aan RTD 1007-2 B1.4.

4.3.3 Veilige en comfortabele passage mogelijk maken

Het voegovergangssysteem dient gedurende de gehele ontwerplevensduur een veilige en comfortabele passage van het wegverkeer mogelijk te maken.

4.3.3.1 Afvoeren van water

Indien het voegovergangssysteem een hindernis vormt voor de waterafvoer van de bovenstrooms gelegen verharding, bijvoorbeeld vanwege de open deklaag, moet het ontwerp en de uitvoering voorzien in de afvoer van het water.

Opmerking: Deze eis heeft betrekking op het toepassen van een gootconstructie bij open deklagen. Zie hiervoor de gootdetails in §4.3.4.

4.3.3.2 Beperken verticale vervormingen

Vervormingen en schades in het oppervlak van het voegovergangssysteem als gevolg van voegbewegingen en verkeersbelasting mogen gedurende de ontwerplevensduur niet leiden tot gevaar voor het verkeer, discomfort en een onacceptabele toename van het geluidsniveau.

Vervormingen door voegbewegingen

De maximale verticale vervormingen onder rek en stuik van de voegovergang mag ten opzichte van het initiële profiel direct na aanleg maximaal 1 mm per 100 mm breedte van de voegovergang zijn, met een maximum van 7 mm.

Verificatiemethode:

Het vervormingsgedrag van de voegmassa binnen de dilatatiebereik dient geverifieerd te worden middels een gevalideerd Eindige Elementen Model en/of door middel van testen, zie hoofdstuk 6.

Vervormingen als gevolg van verkeersbelastingen

De voegovergang dient gedurende de ontwerplevensduur voldoende weerstand te bieden tegen spoorvorming. De maximaal optredende spoorvorming mag niet groter zijn dan de grenswaarde zoals aangegeven in §11.4.

Verificatiemethode:

De weerstand tegen spoorvorming dient op basis van testen te worden aangetoond conform §6.3.4.

Opmerking:

Uitgangspunt is dat deze dynamische proef ook een maat is voor de weerstand tegen statische belasting zoals deze optreedt bij herhalend kort stilstaand verkeer bij filevorming of bij stoplichten. Indien het proefresultaat voldoet dan mag worden aangenomen dat de spoorvorming in de praktijk zal voldoen, ook bij langer durende verkeersbelasting bij filevorming of bij stoplichten.

4.3.3.3 Stroefheid

De stroefheid van het voegovergangssysteem dient zodanig te zijn dat onder normale omstandigheden er geen gevaar ontstaat voor de weggebruikers.

Opmerking:

Toepassing van flexibele voegovergangssystemen in bochten is gelimiteerd, zie §7.7.

De initiële stroefheid van het oppervlak van de voegovergang dient minimaal een PTV-waarde te hebben van 70 volgens EN 13036-4.

Verificatiemethode:

De stroefheid dient op basis van testen te worden aangetoond conform §6.3.5.

Opmerking:

De beschreven verificatiemethode geeft geen voorspelling over de stroefheidontwikkeling ten gevolge van de verkeersbelasting. Indien er goede verificatiemethoden zijn ontwikkeld ter verificatie van het ontwerp (§6.3.5) en ter bepaling van de stroefheidontwikkeling in de praktijk in het kader van de instandhouding (§11.4.3) en daarmee aangetoond kan worden dat de stroefheid in voldoende mate is gewaarborgd met een minimum aan onderhoud, is het ook mogelijk om flexibele voegovergangssystemen, bij gebleken geschiktheid, in bogen met boogstralen van 350 meter en minder toe te passen. Vooralsnog is een dergelijke methode niet beschikbaar.

4.3.4 Beschermen tegen schadelijke invloeden

Het voegovergangssysteem dient gedurende de ontwerplevensduur het onderliggende constructiedelen over de gehele breedte van het kunstwerk te beschermen tegen de invloed van water en daarin aanwezige schadelijke stoffen. Dit wordt gerealiseerd door het water op betrouwbare en duurzame wijze te keren en op beheerste wijze af te voeren. Scheurvorming of onthechting waardoor lekkage ontstaat mag niet voorkomen.

De noodzaak van hechting op horizontale en/of verticale vlakken is afhankelijk van het ontwerp van het voegovergangssysteem. Het ontwerp dient op basis van uitgevoerde testen en eventuele uitgevoerde Eindige Elementen Model berekeningen aan te geven waar hechting essentieel is voor krachtsoverdracht en waterdichtheid en op welke wijze deze hechting wordt gerealiseerd. Tevens dient in het ontwerp aangegeven te worden waar geen hechting in het systeem is voorzien, daar spanningsoverdracht op deze grensvlakken constructief onwenselijk is, bijvoorbeeld voor contactvlakken, waar onderdelen moeten kunnen glijden.

De minimale hechtsterkte en treksterkte van aangrenzende onderdelen te zijn gespecificeerd op basis van het ontwerp.

Opmerking

Een hechtsterkte van 1,5 N/mm², bepaald volgens EN 1542, is praktisch gezien goed haalbaar.

Verificatiemethode:

De waterdichtheid van het ontwerp voegovergangssysteem dient aangetoond te worden door middel van testen conform §6.3.2 en 6.3.3.

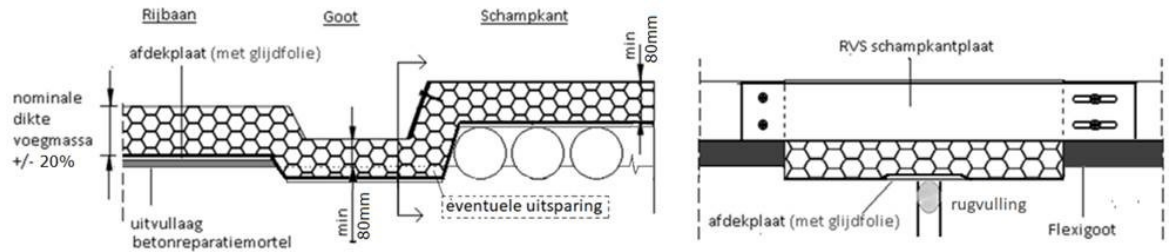
Detailering bij schampkanten

Om de waterdichtheid ter plaatse van goten en schampkanten te garanderen dient de voegovergang bij nieuwbouw volledig te worden doorgezet bij de schampkant volgens figuur 4.1.

In de schampkant mag de dilatatievoeg eventueel ook met een dunnere afdekplaat worden afgedekt omdat de voegovergang daar niet door verkeer wordt belast.

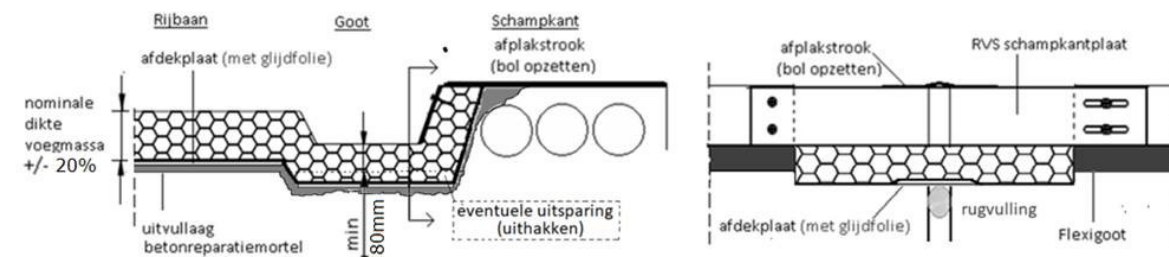
De dikte van voegmassa ter plaatse van de goot en de schampkant moet zo gelijk zijn aan de dikte van de voegovergang in het rijgedeelte. Bij bitumineuze voegovergangssystemen mag deze niet minder zijn dan 80 mm.

In het geval er onvoldoende verhardingsdikte ter plaatse van de dilatatieopening aanwezig is om de minimale dikte ter plaatse van de goten te realiseren, dient een sparing in de onderliggende beton ter plaatse van de goot te worden gemaakt.



Figuur 4.1 Schamkantdetailtering

Bij vervanging van voegovergangen in bestaande kunstwerken dient de detailtering zoals bij nieuwbouw te worden toegepast indien hiervoor voldoende inbouwhoogte ter plaatse van de schamkanten aanwezig is dan wel gemaakt kan worden ter plaatse van de goten/schamkanten. Uitsluitend wanneer dit niet het geval is, mag een alternatieve waterdichte schamkantoplossing worden toegepast volgens figuur 4.2.



Figuur 4.2 Schamkantdetailtering bij onvoldoende dikte in schamkanten

Indien onvoldoende verhardingsdikte aanwezig is om de minimale dikte ter plaatse van de goot te realiseren, dan dient een uitsparing te worden gerealiseerd door middel van uithakken en repareren. Indien de betondekking op de wapening minder wordt dan 25mm, dient een geschikte dekkingsverbeteraar te worden aangebracht op het betonoppervlak alvorens de voegovergang aan te brengen.

4.4 Aspecteisen

4.4.1 Betrouwbaarheid

Het voegovergangssysteem dient betrouwbaar te zijn ontworpen en uitgevoerd. Falen van functies mag, bij uitvoering van het door de leverancier voorgeschreven onderhoudsprotocol, gedurende de ontwerplevensduur niet voorkomen.

Opmerking:

Aan deze eis wordt verondersteld te zijn voldaan indien het voegovergangssysteem is ontworpen, uitgevoerd en geverifieerd conform de eisen in deze RTD.

4.4.2 Beschikbaarheid

Het voegovergangssysteem dient gedurende de ontwerplevensduur met uitzondering van de

tijdstippen waarop planmatig onderhoud nodig is, beschikbaar te zijn; hierbij geldt dat maximaal 2 x per 10 jaar onderhoud mag worden uitgevoerd.

Alleen het volgende onderhoud is toegestaan:

- Het verbeteren van de stroefheid door het aanbrengen van een nieuwe slijtlaag
- Het vervangen van de toplaag bij vervanging van de deklaag van de aangrenzende wegverharding in de zwaarst belaste rijstrook.

4.4.3 *Omgevingshinder*

Het voegovergangssysteem dient puls- en contactgeluid als gevolg van voertuigpassages, zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde van het kunstwerk te beperken. De geluidproductie van een flexibele voegovergangssysteem moet voldoen aan de eisen in de Rijkswaterstaat richtlijn RTD 1007-3 "geluidseisen voegovergangen".

Opmerking:

Flexibele voegovergangen zullen, mits deze voldoen aan de vlakheidseisen doorgaans voldoen aan de eisen die zijn vastgelegd in de RTD 1007-3.

4.4.4 *Sloopbaarheid*

Bij voegovergangssystemen voor nieuwe kunstwerken moet de detaillering van de (beton)constructie ter plaatse van voegovergangen en het ontwerp van de voegovergang zelf zodanig zijn dat vervanging van de voegovergang c.q. de aan degradatie onderhevige onderdelen daarvan mogelijk is zonder dat schade wordt veroorzaakt aan de onderliggende betonconstructie.

4.4.5 *Uitvoerbaarheid*

Het Voegovergangssysteem dient gerealiseerd te kunnen worden in de beschikbare uitvoeringstijd zonder nadelige gevolgen voor de betrouwbaarheid, beschikbaarheid en levensduur van het voegovergangssysteem, met in achtneming van onzekerheden die tot uitloop van werkzaamheden kunnen leiden en de minimaal benodigde uithardings- en/of afkoeltijden alvorens het voegovergangssysteem in gebruik kan worden genomen.

Opmerking: zie ook §7.8

4.5 **Ontwerplevensduur**

Tenzij anders aangegeven in het contract is de geëiste ontwerplevensduur van een flexibel voegovergangssysteem conform tabel 4.1

Tabel 4.4 Ontwerplevensduur flexibele voegovergangssystemen

Verkeers- categorie	$N_{obs,a,ai}$	Ontwerp- levensduur (bit./kunst.)	Toelichting
1	$1,5 - 2,0 \cdot 10^6$	10/20 jaar	Maatgevend voor ontwerplevensduur op basis van hoogfrequente voegbewegingen (zie §6.3.2)
	$1,0 - 1,5 \cdot 10^6$	12,5/25 jaar	
	$0,5 - 1,0 \cdot 10^6$	15/30 jaar	
2,3,4	$< 0,5 \cdot 10^6$	15/30 jaar	Veroudering materiaal maatgevend. Maatgevend voor ontwerplevensduur op basis van laagfrequente voegbewegingen (zie §6.3.2)
<i>$N_{obs,a,ai}$ = Verwacht aantal zware voertuigen per jaar in de zwaarst belaste rijstrook</i>			

Binnen de ontwerplevensduur mogen geen schades of vervormingen optreden die de grenswaarden zoals aangegeven in §11.4 overschrijden en mag geen vervanging van (delen van) het voegovergangssysteem noodzakelijk zijn. Klein onderhoud zoals aangegeven in §4.4.2 is wel toegestaan.

Het is toegestaan, indien technisch mogelijk, de toplaag van de flexibele voegovergang te vervangen. Deze moet dan een levensduur hebben die tenminste gelijk is aan die van de aansluitende deklaag. Hiervoor wordt een leeftijd van 15 jaar aangehouden.

5 Eisen aan onderdelen van de voegovergangssystemen

5.1 Rugvulling

Om weglopen van bindmiddel naar de onderliggende constructie te voorkomen tijdens de aanleg en om het geluid van een mogelijke klapperende afdekplaat te minimaliseren, moet in de dilatatievoeg een samendrukbaar en elastisch terugverende rugvulling worden aangebracht.

Het rondschuim dient een diameter te hebben van circa 1,3 x de maximale dilatatieopening van het kunstwerk in de uiterste temperatuurstand.

Bij bitumineuze voegovergangen moet de rugvulling bestand zijn tegen de hoge temperatuur van de bindmiddel.

Opmerking

De rugvulling heeft geen waterkerende functie. De waterdichtheid van de flexibele voegovergang moet door de voegmassa gewaarborgd worden. Een opencellig polyurethaanschuimstofband of -rondschuim voldoet doorgaans aan deze eisen.

5.2 Afdekplaat

5.2.1 Algemeen, functionele eisen

De afdekplaat, voor zover voorzien in het ontwerp van het voegovergangssysteem, dient te worden uitgevoerd conform het geverifieerde ontwerp volgens hoofdstuk 6. Indien geen afdekplaat is voorzien in het ontwerp, dient middels testen en berekeningen aangetoond te zijn dat gedurende de ontwerplevensduur geen schade optreedt die de grenswaarden zoals aangegeven in §11.4 overschrijden.

De afdekplaat dient gedurende de ontwerplevensduur voldoende sterk en stabiel te zijn en voldoende stijfheid te hebben om schade als gevolg van verkeersbelasting die de grenswaarden zoals aangegeven in §11.4 overschrijden, te voorkomen.

De afdekplaat dient voegbewegingen mogelijk te maken zonder schade te veroorzaken die de grenswaarden zoals aangegeven in §11.4 overschrijden.

5.2.2 Ontwerprichtlijnen

Dikte

De dikte wordt bepaald door de beoogde maximale toelaatbare dilatatieopening in neutrale stand van het kunstwerk en de dikte van de voegmassa en dient op basis van berekeningen te worden bepaald conform §6.2.3.

Breedte

De breedte van de afdekplaat moet zijn afgestemd op de breedte en de beweging van de dilatatievoeg. De minimale breedte b_{min} wordt bepaald door de minimale opleg lengte bij de maximale voegopening.

$$b_{min} = D_{E,nom} + 2 \cdot (\Delta x^+ + 25)$$

met:

$D_{E,nom}$: breedte van de dilatatievoeg in de neutrale stand van het kunstwerk [mm];

Δx^+ : Maximale verlenging van de voegovergang vanuit de neutrale stand (positieve waarde) [mm]. Dit is in principe gelijk aan 65% van de totale dilatatiecapaciteit.

Opmerking:

Ter informatie is de onderstaande tabel gegeven.

Toelaatbare breedte dilatatievoeg [mm] in neutrale stand kunstwerk 10° C)

Dilatatiecapaciteit: 37,5 mm

Min dikte voegmassa : 80 mm

<i>N_{obs,a,ai}</i>	ontwerp levensduur [jaar]	Staalplaatdikte [mm]			
		3	4	5	6
2000000 (cat. 1)	10	39	57	75	93
	20	37	54	72	89
1000000 (cat. 1)	12,5	40	59	77	96
	25	38	56	73	90
500000 (cat. 2)	15	42	61	80	100
	30	39	57	75	94
125000 (cat. 3)	15	51	73	95	117
	30	46	66	87	107

Lengte

De lengte van de afdekplaat dient beperkt te blijven om de vlakke aansluiting op de ondergrond te waarborgen.

Opmerking:

Als richtlijn kan worden uitgegaan van een afdekplaat met een maximale lengte van 1 meter

Aansluiting afdekplaat op voegmassa.

De voegmassa mag gedurende de ontwerplevensduur niet (gaan) hechten op de afdekplaat.

Opmerking:

Hechting tussen afdekplaat en voegmassa verhindert een gelijkmatige rek in de voegmassa boven de afdekplaat en geeft lokale hoge rekken en piekspanningen aan de randen van de afdekplaat. Onthechting kan bij voorbeeld worden gerealiseerd middels een kunststof glijdfolie. De glijdfolie dient deze bestand te zijn tegen de temperaturen van de voegmassa.

De dikte van de afdekplaat aan de randen dient beperkt te blijven om spanningsconcentraties en scheurinitiatie te voorkomen.

Opmerking:

Aanbevolen wordt om de randen af te schuiven in een helling van min 1:5 tot een dikte van 2 mm

Voorziening tegen ongewenste verschuiving afdekplaat

Het wegwandelen van de afdekplaat t.o.v. de voegmassa dient te worden voorkomen.

Opmerking:

Dit kan worden bereikt door de afdekplaat middels pennen te fixeren aan de onderliggende rugvulling in de dilatatievoeg. Een andere oplossing is het aanbrengen van eindstops aan de onderzijde van de afdekplaat in de vorm van aangelaste nokken.

Materiaal

Materiaal dient conform het geverifieerde ontwerp te zijn.

Stalen afdekplaten moeten voldoen aan EN 10025-2 en minste zijn vervaardigd uit S235 J0 of S355 J0.

Corrosiebescherming

Gedurende de ontwerplevensduur mag de afdekplaat en de fixatie daarvan niet in zodanige mate zijn aangetast als gevolg van fysische en/of chemische invloeden dat dit leidt tot functieverlies. Er dient rekening te zijn gehouden met vochtbelasting aan de onderzijde van de afdekplaat door condens en eventueel onverhoopte (lokale) lekkages .

Opmerking:

Bij toepassen van thermisch verzinkt staal dat voldoet aan EN-ISO 1461 wordt geacht aan deze voorwaarde te zijn voldaan.

5.3 Verankeringen

5.3.1 Algemeen

De verankering, voor zover voorzien in het ontwerp van het voegovergangstelsel, dient te worden uitgevoerd conform het geverifieerde ontwerp volgens hoofdstuk 6.

De verankering dient voldoende sterk en stabiel te zijn en voldoende stijfheid te hebben om de opspankrachten vanuit de voegmassa op te kunnen nemen zonder schade die de grenswaarden zoals aangegeven in §11.4 overschrijden. De opspankrachten dienen te worden bepaald conform §6.3.2.

5.3.2 Materiaaleisen

Achteraf aangebrachte verankeringsystemen dienen te voldoen aan EN 1992-4.

Gedurende de ontwerplevensduur mag het verankeringsprofiel en de fixatie daarvan niet in zodanige mate zijn aangetast als gevolg van fysische en/of chemische invloeden dat dit leidt tot functieverlies. Tenminste dient rekening te zijn gehouden met vochtbelasting in combinatie met dooizouten als gevolg van imperfecties, naden of scheuren die tijdens gebruik kunnen ontstaan.

Stalen verankeringsprofielen moeten voldoen aan EN 10025-2 en minste zijn vervaardigd uit S235 J0 of S355 J0.

Opmerking:

Bij toepassen van thermisch verzinkt staal dat voldoet aan EN-ISO 1461 wordt geacht aan deze voorwaarde te zijn voldaan.

5.4 Primer

Voor een goede hechting van de voegmassa op de aangrenzende ondergrond dient een hechtlaag toegepast te worden. De hechtlaag dient conform het geverifieerde ontwerp volgens hoofdstuk 6 te zijn.

Hechtlagen voor bitumineuze en kunststof voegovergangen dienen te voldoen aan de eisen van de EN 14188-4. Voor frequentie van de Fabrieksproductiecontrole (FPC) gelden de eisen in bijlage A van EN 14188-4.

5.5 Bitumineuze voegmassa

5.5.1 Toeslagmateriaal voor bitumineuze voegmassa of slijtlaag

Toeslagmateriaal moet voldoen aan en zijn gekarakteriseerd volgens tabel 5.1.

Opmerking:

Deze eisen voor de steenslag in de voegmassa en slijtlaag stemmen overeen met steenslag 3 conform de RAW standaard.

Het toeslagmateriaal voor de voegmassa moet stofvrij zijn en eventueel vooromhuld met een laag bindmiddel.

Opmerking:

Instrooi materiaal met een te kleine korrel kan 's zomers geheel verdwijnen in de slijtlaag, wat negatief is voor de stroefheid. Een te grote korrel vraagt een flink bindmiddellaagje om de korrel vast te kunnen houden en te zorgen dat deze niet wordt uitgereden. Een nadeel is bovendien dat de slijtlaag te dik wordt, wat meer geluid kan veroorzaken. Daarom wordt geadviseerd een 100% gebroken (C100/0) korrel van 2 tot 5 mm te gebruiken. Als bindmiddel ten behoeve van het vooromhullen kan in principe zowel polymeergemodificeerde bitumen als gewone wegebouwbitumen worden toegepast. De geschiktheid wordt van het toeslagmateriaal en het gekozen bindmiddel voor de vooromhulling wordt middels de geschiktheidsproeven van §6.3 in principe aangetoond.

Tabel 5.1: Eisen voor steenslag voor flexibele voegovergangen (bitumineus)

Art. EN	eigenschap	Norm	Eis
13043			
4.1.2	Korrelgroep		NEN 6240 artikel 4.1.2
4.1.3	Korrelverdeling	EN 933-1/2	NEN 6240 artikel 4.1.3
4.1.3.1	Korrelverdeling, grenzen en toleranties		NEN 6240 artikel 4.1.3.1
4.1.4	Gehalte zeer fijn materiaal (aanhangend stof)		NEN 6240 artikel 4.1.4 categorie f_1
4.1.6	Korrelvorm vlakheidsindex $FI_{D \leq 8mm}$	EN 933-3/4	FI_{25}
	Korrelvorm vlakheidsindex $FI_{D > 8mm}$		FI_{20}
4.1.7	Percentage gebroken oppervlak	EN 933-5	$C_{100/0}$
4.2.2	Weerstand tegen verbrijzelen	EN 1097-2	LA_{15}
4.2.3	Weerstand tegen polijsten	EN 1097-8	$PSV \geq 58$
4.2.7.1	Dichtheid	EN 1097-6	-
4.2.9.1	Waterabsorptie (vorst-dooiconroleproef)	EN 1097-6	$<1\%$ (m/m) ($WA_{24} 1$)
4.2.9.2	Bestandheid vorst-dooi	EN 1367-1	F_2
4.2.10	Bestandheid tegen hitte	EN 1367-5	-
4.2.11	affiniteit van het toeslagmateriaal voor bitumineuze bindmiddelen	EN 12697-11	-
4.3.2	de petrografische samenstelling	EN 932-3	-
4.3.3	lichtgewicht verontreinigingen	EN 1744-1	$<0,1\%$ (m/m) ($m_{LPC0,1}$)

5.5.2

Bitumineus bindmiddel

Het bitumineuze bindmiddel moet bij de verwerkingstemperatuur in staat zijn de holle ruimte in het korrelskelet van het (vooromhulde) toeslagmateriaal nagenoeg geheel te vullen.

Bitumineuze bindmiddelen moeten polymeer gemodificeerd zijn. Hiervoor geldt EN 14023. Aan het bitumineuze bindmiddel mag vulstof zijn toegevoegd. In dat geval wordt gesproken van een bitumineuze mortel. Hiervoor geldt EN 14188-1.

Van het te gebruiken bindmiddel moet ten minste een aantal eigenschappen zijn vastgelegd. Deze zijn weergegeven in tabel 5.2 voor bitumineuze bindmiddelen.

Onderscheiden worden:

- Initiële typetest (ITT); dit zijn de eerste testen op het materiaal dat gebruikt is tijdens de systeemtesten op basis waarvan de Manufacturers Declared Value (MDV) wordt bepaald.
- Fabrieksproductiecontrole (FPC); deze testen worden uitgevoerd om vast te stellen of het materiaal nog overeenstemt met het materiaal is toegepast bij de ITT. In de tabellen zijn de frequentie en bandbreedte/tolerantie ten opzichte van de ITT aangegeven.

De materiaaltesten voor de ITT dienen in eerste instantie te worden uitgevoerd door de instantie die de systeemtesten volgens §6.3 uitvoert. Daarnaast dient tevens hetzelfde materiaal te worden getest door de producent zelf, dan wel de partij die voor de producent/leverancier de FPC uitvoert. Op basis van beide materiaalonderzoeken dient een MDV te worden bepaald.

De producent blijft te allen tijde verantwoordelijk voor de af te geven MDV en de FPC.

Opmerking:

In deze RTD worden voor het grootste deel geen directe eisen gesteld aan de eigenschappen van het bindmiddel. Reden is dat het gekozen bindmiddel al dan niet met toevoegingen (de mortel) moet leiden tot een voegmassa waarmee voldoende ervaring is opgedaan dan wel welke leidt tot goede prestaties bij de laboratoriumproeven/testen (zie §6.4). Het gaat vooral om het karakteriseren van het materiaal dat daarbij is gebruikt (ITT), zodat de eigenschappen bewaakt kunnen worden als onderdeel van bijvoorbeeld een productiecontrole of uitvoeringscontrole (FPC).

Monsters van bitumineuze bindmiddelen moeten worden geprepareerd volgens EN 12594. Voor preparatie van monsters voor bitumineuze voegvulmaterialen zoals bedoeld in EN 14188-1 geldt EN 13880-6.

Tabel 5.2: Karakterisering van bitumineus bindmiddel. *(cursief vergelijkbare test uit normserie NEN 13880 Warm aangebrachte voegafdichtingsmaterialen.)*

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis + tol. FPC t.o.v. ITT
Penetratie Diepte	MDV [mm] bij 25°C en bij 0°C;	EN 1426 <i>EN 13880-2</i>	X	1)*	MDV +/-20% relatief
Neiging tot ontmenging (alleen voor bitumineuze mortel)	MDV[%]	ETAG032-3 Annex 3-P-1.1)	X	-	< MDV+0,1% absoluut
Dichtheid	MDV [kg/m ³] bij 25°C	EN 15326 <i>EN 13880-1</i> (ETAG032-3 Annex 3-P-1.2)	X	1)*	MDV +/-3% relatief

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis + tol. FPC t.o.v. ITT
Verwekingspunt Ring en Kogel	MDV [°C]	EN 1427 (ETAG032-3 Annex 3-P-1.3)	X	1)*	≥ 85°C en MDV +/-7% relatief
Elastische terugvering	MDV [%] bij 0°C	EN 13398 <i>EN 13880-3</i> (ETAG032-3 Annex 3-P-1.4)	X	1)*	L>150mm R _e ≥70% en MDV +/-10% (abs. waarde)
Taatheid (Kracht ductiliteit)	MDV [J/cm ²] bij 0°C	EN 13589 (ETAG032-3 Annex 3-P-1.5)	X	1)*	MDV +/- 15% relatief
Weerstand tegen verharding onder de invloed van warmte en lucht	Warmte stabiliteit (heat stability) <u>bij door fabrikant bepaalde temperatuur gedurende 8 uur</u>	EN 12607-1 of EN 12607-3 (ETAG032-3 Annex 3-P1.6)	X	-	
	MDV Verwekingspunt Ring en Kogel				MDV +/-7% (relatief)
	MDV penetratiediepte bij 25 °C en 0°C				MDV +/-20% (relatief)
	MDV Elastische terugvering bij 0°C	EN 13398 (<i>EN 13880-3</i>)			MDV +/-10% (abs.waarde)
MDV Gewichtsverandering ≤0,7%;				Δ ≤ +/-10% (relatief) van MDV	
complexe afschuifmodulus en fase hoek (dynamisch- mechanisch gedrag)	MDV complexe afschuifmodulus [Pa] en fasehoek [°] van -20 t/m +60°C (in stappen van 10°C).	EN 14770 + ETAG032-3 Annex 3-P1.8	X	2)	MDV +/-15%
Hechtsterkte op cementbeton en asfaltbeton	MDV Pull off test bij een temperatuur van -15 en +15°C	EN 13596	X	-	>1,5 N/mm ²
Samenstelling van het bindmiddel	MDV Gehalte aan oplosbaar bindmiddel (tolueen)	EN 12697-1 / + ETAG032-3 Annex 3- P.1.10.1	X	-	≥90 massa% MDV +/-3 massa%
	MDV Gehalte anorganische vulstoffen + Gehalte onoplosbaar organisch Vulstofgehalte Soxhlet-procedure: T= 550°C; MDV	EN12697-39 + ETAG032-3 Annex 3- P.1.10.2/3			MDV +/-1,5 massa%
Identificatie bitumen en polymeren (moleculaire vingerafdruk)	Gelpermeatiechromato- grafie (GPC) MDV karakteristieke pieken polymeren en bitumen (Dalton)	ISO 13885-1 + ETAG032-3 Annex 3-P.1.11	X	2)	Geen aanwijzing voor veranderingen in samenstelling

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis + tol. FPC t.o.v. ITT
ITT = Initiële typetest; X = van toepassing MDV = Manufacturers Declared Value FPC = Fabriekproductiecontrole; testfrequentie: 1) 1 x per charge, minimaal 1 proef per 10 ton 2) jaarlijks * Keuring verplicht volgens CE markering.					

5.6 Kunststof voegmassa

Van de te gebruiken materialen voor kunststof voegmassa's moet ten minste een aantal eigenschappen zijn vastgelegd. In de tabellen 5.3.1 t/m 5.3.3 wordt weergegeven hoe kunststof bindmiddelen moeten worden gekarakteriseerd.

opmerking:

De kunststof voegmassa bestaat minimaal uit 2 componenten (hars en hardener) al dan niet aangevuld met een vulstofcomponent bestaande uit granulaire korrels.

De vloeibare componenten dienen, indien het systeem niet is voorzien van een ETA, elk te worden gekarakteriseerd conform tabel 5.3.1 en de granulaire vulstof conform tabel 5.3.2. De totale uitgeharde voegmassa dient te worden gekarakteriseerd volgens tabel 5.3.3 en het uitgeharde bindmiddel zonder toeslagmateriaal volgens tabel 5.3.4.

Onderscheiden worden:

- Initiële typetest (ITT); dit is een eerste test van het product van waaruit de Manufacturers Declared Value (MDV) worden bepaald.
- Fabrieksproductiecontrole (FPC); deze testen worden uitgevoerd om vast te stellen of het product nog overeenstemt met het materiaal is toegepast bij de ITT. In de tabellen zijn de frequentie en bandbreedte/tolerantie ten opzichte van de ITT aangegeven.

Aangezien het een MDV betreft, mag de producent zelf de proeven t.b.v. de ITT uitvoeren. Hij mag er ook voor kiezen om een deel of alle proeven te laten uitvoeren door een derde (onafhankelijke) partij. De producent blijft zelf verantwoordelijk voor de af te geven MDV. Bovenstaande geldt ook voor de FPC.

Tabel 5.3.1: Karakterisering kunststof voegmassa, vloeibare componenten

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
Dichtheid	Pyknometertest MDV bij 25°C;	EN-ISO 2811-1	X	1)	MDV +/-3%
Viscositeit	Bij maatgevende beoogde verwerkingstemperatuur	EN ISO 3219	X	1)	MDV +/-10% (relatief)
Gehalte werkzame stoffen - Aminegetal (geldt niet voor PU) - Isocyaatgehal te (PU/Polyurea)		EN 1877-2 EN 1242	X	1)	MDV +/-3% (relatief) MDV +/-3% (relatief)
Infrarood analyse		EN1767	X	2)	Geen aanwijzing voor significante veranderingen
ITT = Initiële typetest; X = van toepassing MDV = Manufacturers Declared Value					

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
FPC= Fabrieksproductiecontrole; testfrequentie: 1) 1 x per charge 2) jaarlijks					

Tabel 5.3.2: Karakterisering granulair toeslagmateriaal

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
Korrelverdeling	zeefanalyse	EN 933-1	X	1)	Geen significante veranderingen
Droge dichtheid	MDV incl. tolerantie [kg/m ³]	EN ISO 12570	X	1)	Binnen tolerantie
Vochtpercentage	MDV Uitvoeren bij 105 °C	EN ISO 12570	X	1)	MDV +10% relatief
ITT = Initiële typetest; X = van toepassing MDV = Manufacturers Declared Value FPC = Fabrieksproductiecontrole; testfrequentie: 1) 1 x per charge 2) jaarlijks					

Tabel 5.3.3: Karakterisering kunststof voegmassa, uitgehard mengsel

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
Dichtheid	MDV incl. tolerantie [kg/m ³]	EN-ISO 1183-1	X	1)	Binnen tolerantie
Hechtsterkte op cementbeton en asfaltbeton	MDV Pull off test bij een temperatuur van -15 en +15°C	EN 13596	X	-	>1,5 N/mm ²
ITT = Initiële typetest; X = van toepassing MDV = Manufacturers Declared Value FPC = Fabrieksproductiecontrole; testfrequentie: 1) 1 x per charge 2) jaarlijks					

Tabel 5.3.4: Karakterisering kunststof uitgehard bindmiddel

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
Hardheid Shore A	MDV, beproeven na 3 en 15 seconde na 1 dag en 7 dagen na uitharding bij kamertemperatuur	EN ISO 868	X	1)	MDV +/-10%
Hardheid Shore A na veroudering door UV straling	MDV Na veroudering (2020 uren bij 50°C)	EOTA TR010 EN ISO 868	X	-	-
Treksterkte en verlenging bij breuk	MDV Bij +23°C Dikte proefstuk 2 mm	EN ISO 527-2	X	1)	MDV -10%
Treksterkte en verlenging bij breuk na veroudering door UV straling	MDV 2020 uur bij 50°C Dikte proefstuk 2 mm	EOTA TR010 EN ISO 527-2	X	-	MDV -10%

Eigenschap/ karakteristiek	Specificaties condities	Norm	ITT	FPC	Eis / Tol. FPC t.o.v. ITT
Veroudering door ozon	procedure A, 74 uur bij 40°C en ozonconcentratie 50pphm. 20% verlenging;	ISO 1431-1 ISO 4628-4	X	-	Geen microscheuren
Weerstand tegen benzine, diesel en alkali	3 dagen blootstelling en vaststelling Shore A hardheid, treksterkte en verlenging bij breuk	EN 13529 +EN ISO 868/ISO7619 en EN ISO 527-2	X	-	opgeven van verandering door blootstelling
complexe afschuifmodulus en fase hoek (dynamisch-mechanisch gedrag)	MDV (grafiek) complexe afschuifmodulus [Pa] en fasehoek [°] van -20 t/m +60°C (in stappen van 10°C).	EN 14770 + ETAG032-3 Annex 3-P1.8 Of EN ISO 6721- 2	X	2)	MDV +/-15% (bandbreedte t.o.v. grafiek)
Infraroodspectroscopie (IR)	Procedure 7.1	EN 1767,	X	2)	Geen aanwijzing voor significante veranderingen
Thermografische analyse (TGA)		EN ISO 11358-1	X		
ITT = Initiële typetest; X = van toepassing MDV = Manufacturers Declared Value FPC = Fabrieksproductiecontrole; testfrequentie: 1) 1 x per charge 2) jaarlijks					

5.7 Reparatiemortel

5.7.1 Algemeen

De mortel voor een uitvullaag moet tenminste voldoen aan EN 1504-3, klasse R3.

Bij de keuze van het materiaal dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- De mortel moet minimaal dezelfde trekspanningen kunnen opnemen als het constructiebeton.
- De mortel moet krimparm zijn.
- De maximale korrelgrootte in de mortel moet zijn afgestemd op de aan te brengen laagdikte en mag niet groter zijn dan 1/3 van de kleinste laagdikte.
- De aan te brengen laagdikte moet ten minste 5 mm zijn.
- Indien de laagdikte groter wordt dan 50 mm, dan dient deze te worden verankerd (zie ook §10.2.2)
- Bij de keuze van de mortel rekening houden met de omgevingstemperatuur en temperatuur van de constructie op moment van repareren.
- Proefondervindelijk moet worden vastgesteld dat de reparatiemortel de hoge temperatuur van de voegmassa zonder nadelige gevolgen kan doorstaan. Het betreft dan in ieder geval de hechting aan de ondergrond (zie §5.7.2).

Vrijkomende wapening moet worden behandeld met een beschermlaag volgens methode 11.1 van EN 1504-7.

5.7.2 Reparatiemortel: hittebestandheid

Doel

Reparatie- of uitvullagen kunnen bij bitumineuze voegovergangen redelijk snel worden blootgesteld door contact met hete bitumen. Deze proef is bedoeld om na te gaan of de gekozen mortel bestand is tegen deze temperaturen en blijft hechten aan de ondergrond.

Principe/beschrijving

De hittebestandheid van een reparatie op een betonnen ondergrond moet als volgt worden bepaald. Op een betonnen ondergrond met een oppervlak van 30 cm x 30cm en een dikte van tenminste 5 cm met een temperatuur van 10 ± 5 °C, moet een laag reparatiemortel aangebracht. Per proef moeten twee tegels worden gemaakt. De reparatielaag moet op één proefstuk 10 mm dik worden aangebracht en op een andere proefstuk 50 mm dik. Voor- en nabehandeling dient plaats te vinden volgens de in de praktijk beoogde werkwijze.

De proefstukken worden onder geconditioneerde omstandigheden bewaard bij een relatieve luchtvochtigheid van $70\% \pm 10\%$ en een constante temperatuur:

- Proef 1 : Uitharding bij een omgevingstemperatuur van 5 ± 2 °C
- Proef 2 : Uitharding bij een omgevingstemperatuur van 10 ± 2 °C
- Proef 3 : Uitharding bij een omgevingstemperatuur van 15 ± 2 °C

Per proef dient de bijbehorende minimale uithardingstijd te worden aangehouden zoals deze ook in de praktijk wordt gehanteerd.

Nadat deze minimale uithardingstijd is verstreken dient het oppervlakte worden nabewerkt en/of voorbehandeld in overeenstemming met de in de praktijk te hanteren werkwijze, waarna aansluitend een laag gietasfalt worden aangebracht van 50 ± 5 mm. Temperatuur van het gietasfalt dient minimaal de door de leverancier voorgeschreven verwerkingstemperatuur van het bindmiddel van de voegmassa te zijn.

Na afkoelen van het proefstuk tot 20 ± 5 °C wordt op het proefstuk een rastermarkering met een maaswijdte van 10 cm aangebracht. Ieder deel het raster dient een uniek identificatienummer te krijgen. Vervolgens worden de proefstukken in 9 stukken van circa 10 cm x 10 cm gezaagd. Daarna dient allereerst door middel van stevig afkloppen met een rubber hamer tegen de onderzijde van de gezaagde proefstukken te worden vaststellen of er sprake is van onthechting. Aansluitend dient ieder gezaagd proefstuk gedurende tenminste 5 minuten loodrecht op het hechtvlak te worden belast met een trekkracht van tenminste 1kN.

Iedere stap en proef dient te worden geregistreerd door middel van foto met datum- en tijdaanduiding. Van de gehele proef dient een verslag te worden opgesteld.

Aantal bepalingen

Totaal 3 proeven (met totaal $3 \times 2 \times 9 = 54$ proefstukken)

Keuringscriterium

Geen van de proefstukken mag onthecht zijn of tijdens de trekproef breken. Indien onthechting van mortel op de ondergrond of verlies van samenhang is opgetreden, is de gekozen mortel en/of de aangehouden verhardingstijd niet geschikt en dient de proef te worden herhaald met een ander mortel of langere uithardingstijd.

5.8 Overgangsbalk

5.8.1 Algemeen

Bij onverankerde voegovergangssystemen moet bij open deklagen aan weerszijde van de voegovergang een overgangsbalk worden aangebracht. Deze dient minimaal over de hoogte van de open deklaag te worden aangebracht, mits de onderliggende lagen ook voldoen aan onderstaande eisen.

De overgangsbalk moet:

- a) steun geven aan de aangrenzende wegverharding, bijvoorbeeld het ZOAB, om schade te voorkomen;
- b) voorkomen dat water kan toestromen naar de voegmassa, ook tijdens het aanbrengen daarvan;
- c) een goed hechtvlak vormen voor de voegmassa;
- d) de krachten vanuit de voegmassa afdragen naar de ondergrond (open deklagen hebben onvoldoende treksterkte)
- e) voorkomen dat door spoorvorming de voegmassa dan wel wegverharding zwaar wordt belast en beschadigd;

De materiaaleigenschappen en afmetingen van de overgangsbalk dienen zodanig gekozen te worden dat aantoonbaar voldaan wordt aan bovenstaande functionele eisen.

Opmerking:

Een geschikte overgangsbalk kan worden gerealiseerd met gietasfalt, zie §5.8.2. Een andere mogelijkheid is het vullen van de holle ruimte in de open deklaag met geschikt materiaal, zoals bijvoorbeeld een cementslurry. Hiermee is nog geen goede ervaring opgedaan en de geschiktheid dient te worden aangetoond.

Indien de overgangsbalken bij einde levensduur van de flexibele voegmassa nog goed functioneren, hoeven deze niet te worden vervangen, en levert dit tijdwinst op en kostenbesparing.

5.8.2 Overgangsbalken van gietasfalt

Een overgangsbalk kan bestaan uit een strook gietasfalt conform EN 13108-6.

De breedte dient minimaal 5x de dikte van de voegmassa te zijn, tenzij middels proeven de geschiktheid van een kleinere breedte is aangetoond.

Het gietasfalt dient wax gemodificeerd te zijn en te voldoen aan hardheidsklasse IC40 volgens EN 13813.

De opbouw van de gietasfaltbalk op de asfaltbetonnen ondergrond dient als volgt te zijn:

- ondergrond: schoon en droog
- hechtprimer
- gietasfalt in 2 lagen van 25 à 35 mm
- slijtlaag van steenslag conform §5.5.1

Krimpnaden tussen asfalt en gietasfalt dienen te worden opgezaagd en afgevuld met gemodificeerde bitumen of dergelijke ten behoeve van een waterdichte aansluiting.

6 Verificatie van het ontwerp

6.1 Algemeen

De prestaties en ontwerplevensduur van een flexibele voegovergangssysteem moet zijn aangetoond op één of meerdere van de volgende manieren:

- a) een rekenkundige analyse gebaseerd op onderzochte materiaalkenmerken, belastingen en opgelegde vervormingen welke als maatgevend worden beschouwd. Zie hiervoor §6.2.
- b) door het uitvoeren van representatieve proeven c.q. testen. Zie hiervoor §6.3
- c) door bewezen functionaliteit in de praktijk. Zie hiervoor §6.4.

Opmerking:

De combinatie van systeemprouwen en een rekenkundige analyse is thans de meest geëigende methode om de prestaties van het voegovergangssysteem aan te tonen.

Met de huidige eindige elementen applicaties kunnen goede rekenmodellen worden ontwikkeld. De in te voeren materiaaleigenschappen van de voegmassa dienen op basis van proeven zoals onder andere beschreven in hoofdstuk 5 te worden verkregen. Het model dient te worden gevalideerd door de resultaten van berekeningen te vergelijken met de meetresultaten van systeemtesten zoals beschreven in §6.3. Met behulp van een gevalideerd model is het vervolgens mogelijk om prestaties die thans niet door middel van proeven kunnen worden vastgesteld te verifiëren. Tevens kan een gevoeligheidsanalyse worden uitgevoerd.

Indien een voegovergangssysteem een ETA (European Technical Assessment) heeft conform ETAG032-3 heeft, dan dienen de uitgangspunten ten aanzien van de verkeersbelastingen temperatuurbereik te worden geverifieerd.

Opmerking:

ETAG032-3 gaat standaard uit van 500.000 zware motorvoertuigen per jaar. Voor de ontwerplevensduur wordt hierbij meestal uitgegaan van 10 jaar (Working Life Category 1) of 15 jaar (Working Life Category 2) uitgaande van deze verkeersintensiteit. Indien de voegovergang met deze uitgangspunten zijn gevalideerd dan dienen aanvullende verificaties te worden uitgevoerd om de voegovergang toe te kunnen passen in auto(snel)wegen met een groter aandeel vrachtverkeer (verkeerscategorie 1) of voor een langere ontwerplevensduur.

6.2 Berekening

6.2.1 Algemeen

De berekeningen moeten betrekking hebben op zowel het flexibele voegovergangssysteem zelf, als ook de verankeringen en de interactie met het aangrenzend asfalt.

6.2.2 Berekening / numerieke simulatie voegovergangssysteem

De aan te houden schematisering of modellering moet een betrouwbaar beeld opleveren ten aanzien van het gedrag van het flexibele voegovergangssysteem in de praktijk. Voldaan moet zijn aan het volgende:

- a) De berekeningen moeten worden verricht met een eindige elementen programma (EEM-software) met ten minste de volgende functionaliteiten:
 - Fysisch niet-lineair visco-elastisch materiaalgedrag;
 - Hyperelastische materiaalmodellen en elementen (bijvoorbeeld rubber).
 - Geometrisch niet-lineair constructiegedrag.

- Hoge orde (kwadratische) volume-elementen.
- b) Onderdelen van het voegovergangstelsel met een slankheid groter dan vier (4) mogen met schaalementen worden gemodelleerd (bijvoorbeeld dunwandige holle of open profielen mogen worden gemodelleerd met schaalementen).
- c) In de omgeving van spanningsconcentraties moeten het elementenraster voldoende fijn zijn om het spanningsverloop aldaar voldoende nauwkeurig te kunnen beschrijven.
- d) Alle berekeningen moeten met hetzelfde EEM-software worden uitgevoerd.

De volgende materiaaleigenschappen dienen voor het modelleren en toetsen van de resultaten d.m.v. proeven te worden bepaald:

- E-modulus afhankelijk van temperatuur (-20 tot +60°C) en belastingtijd.
In geval van visco-elastisch materiaal mastercurve E + fasehoek + shiftfactor (voor temperaturen tussen -20 en +60°C) bij 1Hz:
- Glijdingsmodulus
- Dwarscontractiecoëfficiënt / Poisson ratio
- Thermische uitzettingscoëfficiënt
- Vloeiingspanning (overgang elastisch naar plastisch materiaalgedrag)
- Treksterkte (breukspanning bij statische belasting)
- Vermoeiingssterkte bij 10^6 wisselingen (ten behoeve van S-N-lijn)
- Hechtsterkte tussen van toepassing zijnde materialen (max trekspanning en max schuifspanning)

Verwacht kan worden dat voor verschillende posities of onderdelen in het voegovergangstelsel, verschillende lastposities maatgevend zijn. Voor de toets op optredende en opneembare krachten of vervormingen moet de meest ongunstige lastpositie in combinatie met de meest ongunstige combinaties van gelijktijdig optredende voegbewegingen worden bepaald en aangehouden. Voegbewegingen in zowel X,Y als Z-richting beschouwen, daarbij onderscheid makend in hoogfrequente bewegingen en laagfrequente bewegingen .

Van de uitgevoerde berekeningen moet een rapportage worden opgesteld waarin ten minste is opgenomen:

- Wie de berekeningen heeft uitgevoerd.
- Met welk programma de berekeningen zijn uitgevoerd.
- Welke materiaaleigenschappen zijn aangehouden en waarop deze zijn gebaseerd.
- Beschrijving van het model (geometrie, eigenschappen van de elementen, vrijheidsgraden, interfaces, netfijnheid, e.d.)
- De aangehouden belastingen en belastingcombinaties en de daarbij beschouwde maatgevende doorsneden.
- Rekenresultaten
- Toetsing van de berekende spanningen en vervormingen aan de gestelde eisen.
- Conclusies over het al dan niet voldoen aan de gestelde functionele criteria in deze richtlijn (zie hoofdstuk 4) en de ontwerplevensduur van het voegovergangstelsel.

6.2.3 Berekening afdekplaat

De afdekplaat moet voldoende sterk zijn om de flexibele voegovergang de nodige ondersteuning te geven zodat gedurende de ontwerplevensduur een veilige passage voor het verkeer mogelijk is. Voor de belastingen zie §4.3.2.

De afdekplaat kan middels een FE-model of met een eenvoudig mechanisch model van een vrij opgelegde plaat worden berekend. Voor de spreiding van de verkeersbelasting over de dikte van de voegmassa dient maximaal een hoek van 45 graden ten opzichte van de verticaal te worden aangehouden.

De maximaal toelaatbare dilatatieopening in de neutrale stand van het kunstwerk bij 10°C

$(D_{E;nom})$ dient bepaald te worden door de leverancier en vormt het uitgangspunt voor de berekening en de prestatieverklaring.

Opmerking:

Aanbevolen wordt ten minste een dilatatievoeg van 50 mm te kiezen omdat deze waarde in de praktijk vaak voorkomt.

Voegopening in uiterste grenstoestand; statisch

Het effect van de belasting op de afdekplaat moet worden geverifieerd bij 1,2 maal de meest ongunstige opening van de voeg. Hiervoor geldt:

$$D_{E;d} = 1,2 \times D_{E;max} = 1,2 \cdot (D_{E;nom} + \Delta x^+) = 1,2 \cdot (D_{E;nom} + 0,65 \Delta x)$$

Waarin :

$D_{E;d}$: Ontwerpwaarde voor de maximale voegopening in de UGT;

$D_{E;max}$: De maximale breedte van de dilatatievoeg (bij maximale compressie van de voegmassa);

$D_{E;nom}$: De breedte van de dilatatievoeg in de neutrale stand van het kunstwerk;

Δx^+ : Maximale verlenging van de voegovergang (positieve waarde).

Δx : De totale maximale dilatatiecapaciteit

Voor de in de berekening aan te houden overspanning geldt minimaal

$$l = D_{E;d} + 2t$$

waarin: t= dikte van de afdekplaat

Voegopening in Uiterste grenstoestand; vermoeiing

Het effect van de vermoeiingsbelasting op de afdekplaat moet worden geverifieerd bij een opening van 60%.

Het effect van de belasting op de afdekplaat moet worden geverifieerd bij 1,2 maal de meest ongunstige opening van de voeg ($D_{E;k}$).

Hiervoor geldt:

$$D_{E;fat} = D_{E;min} + 0,6 (\Delta x^+ - \Delta x^-) = D_{E;nom} + 0,4 \Delta x^- + 0,6 \Delta x^+ = D_{E;nom} + 0,25 \Delta x$$

Waarin:

$D_{E;fat}$: Ontwerpwaarde voor de voegopening voor de toetsing van vermoeiing;

$D_{E;min}$: De minimale breedte van de dilatatievoeg (bij maximale rek van de voegmassa)

$D_{E;nom}$: De breedte van de dilatatievoeg in de neutrale stand van het kunstwerk;

Δx^+ : Maximale verlenging van de voegovergang (positieve waarde). Dit is circa 65% van de totale dilatatiecapaciteit;

Δx^- : Maximale verkorting van de voegovergang (negatieve waarde). Dit is circa 35% van de totale dilatatiecapaciteit;

Δx : De totale maximale dilatatiecapaciteit;

Voor de in de berekening aan te houden overspanning geldt minimaal

$$l = D_{E;fat} + 2t$$

waarin: t = dikte van de afdekplaat

6.2.4

Berekening verankering

De verankering moet voldoende sterk zijn om de horizontale belastingen die gedurende de ontwerplevensduur optreden als gevolg van opspankrachten van de voegmassa als ook de rem- en aanzetkrachten uit verkeer zonder schade te kunnen opnemen.

Voor de belastingen zie §4.3.2.

Bij de toetsing van de statische belasting dient er van uit te worden gegaan dat de rembelasting en maximale statische opspankracht gelijktijdig optreden.

Bij de toetsing van de vermoeiingsbelasting dient er van uit te worden gegaan dat de spanningswisseling ten gevolge van de interne opspankrachten uit hoogfrequente voegbewegingen optreden ten opzichte van een gemiddeld spanningsniveau horende bij de 70% van de maximale statische opspankracht vanuit de laagfrequente voegbeweging. De opspankrachten moeten worden ontleend uit de systeemtesten conform §6.3.2. Rembelasting dienen buiten beschouwing gelaten te worden.

6.3 Systeemtesten

6.3.1 Algemeen

De geschiktheid van een voegovergangssysteem dient door beproeven te worden aangetoond. De proefopstelling dient zo dicht mogelijk aan te sluiten bij de praktijk.

Testen zijn altijd gekoppeld aan een bepaald product of combinatie van producten. Daarom moet hetgeen is getest of gekeurd eenduidig zijn gekarakteriseerd volgens hoofdstuk 5.

Testen zijn representatief en geldig zolang naar aard of samenstelling geen wijziging optreden in hetgeen is getest of gekeurd. Bij wijziging in aard of samenstelling moeten testen opnieuw worden uitgevoerd.

6.3.2 *Rek/stuikproef en hoogfrequente vermoeiingsproef voegovergang*

Doel

Doel van de proef is het onderzoeken van:

1. de interne krachten bij door de leverancier opgegeven maximale vervormingen
2. de optredende vervormingen in het rijoppervlak
3. de weerstand tegen opgelegde hoogfrequente horizontale vervormingen als gevolg van verkeersbelastingen
4. de waterdichtheid van het voegovergangssysteem.

Principe

Een proefstuk van de flexibele voegovergang wordt vervaardigd in de mal voor de testopstelling en onderworpen aan gesimuleerde brug bewegingen in het horizontale vlak door het veranderen van de relatieve positie van één zijde van de voegovergang naar de andere.

Omdat de stijfheid van flexibele voegovergangen afhankelijk is van de temperatuur, wordt de temperatuur van het monster tijdens het uitvoeren van rek/stuikproef steeds aangepast. Voor de hoogfrequente test wordt uit praktisch oogpunt gekozen voor één equivalente lage temperatuur.

Proefstuk

Het proefstuk, dient onder de verantwoordelijkheid van de fabrikant te worden vervaardigd. Van de vervaardiging dient een uitgebreide verslaglegging te worden gedaan, waarbij de werkmethode, het gebruikte materieel, de gebruikte materialen (incl. chargenummers) en stappen worden geregistreerd met vermelding van tijd en temperatuur. Deze rapportage dient te worden ter acceptatie te worden voorgelegd aan het testinstituut.

Het proefstuk dient minimaal 250 mm breed te zijn.

Op de voegmassa wordt door het testinstituut een raster van lijnen met een maaswijdte van 5 cm aangebracht om de verdeling van de rekken over het oppervlak te beoordelen.

In de voegovergang worden thermokoppels op 20 mm vanaf de bovenzijde aangebracht om de temperatuur in de voeg tijdens de proef te registreren

Beschrijving en testcondities

De testmethode is gebaseerd op ETAG032-3 Annex 3-N.

Opmerking: deze proef wordt momenteel alleen uitgevoerd bij het "Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung" (<http://www.bam.de>). De afmetingen van het proefstuk beperkt zich tot de afmetingen van de voegmassa. De stalen flanken benaderen een aansluiting op gietasfaltbalken.

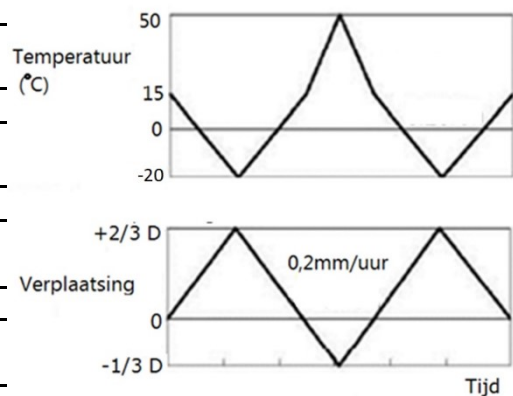
De proef bestaat uit twee delen:

1. Een rekgestuurde laagfrequente thermische vermoeiingsproef en simuleert de laagfrequente sinusvormige thermische beweging van het kunstwerk en de voegovergang. De beproevingsnelheid is 0,2 mm/uur.

De proef dient te worden uitgevoerd bij temperaturen variërend tussen -20 en +50°C, synchroon met de daarbij horende voegbeweging conform tabel 6.1. De voegopening en temperatuur varieert tijdens de proef conform onderstaand schema. Hierin is "D" de totale dilatatiecapaciteit in mm.

Tabel 6.1 Testprotocol rek-stuikproef

Tijd [uur] bij D=37,5mm	Temperatuur (°C)	Voegopening [mm]
0	+15	0
125	-20	+2/3D (+25mm)
250	+15	0
312,5	+50	-1/3D (-12,5mm)
375	+15	0
500	-20	+2/3D (+25mm)
625	+15	0



2. Een rekgestuurde hoogfrequente mechanische vermoeiingsproef bij constant lage temperatuur en simuleert de hoogfrequente horizontale bewegingen van het kunstwerk onder verkeersbelasting als gevolg van buiging van het brugdek en de rotatie ter plaatse van de oplegging.

Deze test wordt aansluitend op het uitvoeren van de rek/stuik-proef uitgevoerd. Deze start met een opstartfase waarin het proefstuk geleidelijk van een temperatuur van +15°C tot de vereiste testtemperatuur wordt gebracht. Gedurende deze periode wordt de verplaatsingsamplitude horende bij belastingstap 4 toegepast bij een frequentie van 1Hz. De meetresultaten van deze opstartfase dienen separaat te worden gerapporteerd in grafiekvorm (temperatuur en berekende stijfheid).

Bij het bereiken van de minimale testtemperatuur start de feitelijke vermoeiingsproef. Hierbij worden 7 belastingstappen onderscheiden, gebaseerd op de 10 representatieve zware voertuigen van FLM4b. Iedere stap bestaat uit een aantal belastingcycli gerelateerd aan het aantal zware voertuigen uit FLM4b. Deze 7 stappen worden een N keer herhaald,

waarbij N afhankelijk is van het beoogde aantal zware voertuigen per jaar op de zwaarst belaste rijstrook ($N_{obs,a,ai}$) en de beoogde ontwerplevensduur zoals aangegeven in §4.5. Voor N zie tabel 6.4.

De grootte van de amplitude dient door de leverancier te worden gekozen en dient als basis voor de Prestatieverklaring. Aanbevolen amplitudes voor diverse toepassingscategoriën zoals beschreven in tabel 6.3 zijn aangegeven in tabel 6.2 .

In tabel 6.2 is het aantal cycli aangegeven uitgaande van de zwaarste categorie (10 jaar x $2,25 \cdot 10^6 = 2,25 \cdot 10^7$ zware voertuigen). Voor deze categorie worden de 7 stappen in dezelfde volgorde 40 x herhaald (N=40). De frequentie is 1 Hz. Beproevingstemperatuur is -15°C .

Opmerking:

Het testprotocol is gebaseerd op een historische analyse van luchttemperaturen in Nederland. Alleen lage temperaturen ($<0^{\circ}\text{C}$) zijn van belang om te beschouwen omdat de hoge temperaturen leiden tot aanzienlijk lagere stijfheden van het materiaal en niet schadelijk zijn. De cumulatieve tijdsduur dat de temperatuur in Nederland onder het ligt is circa 16 weken per jaar. Het aantal stappen (N=40) is hierop gebaseerd. Op basis van representatieve stijfheidsverhoudingen van bitumineus bindmiddel bij diverse temperaturen is deze tijdsduur van 40 weken teruggerekend naar een equivalente tijdsduur met een constante temperatuur van -15°C (14 weken). Uitgaande van een maximum verkeersintensiteit van 2.250.000 zware motorvoertuigen per jaar (=45000 per week), geeft dit 14 weken x 45000 =630.000 cycli per 10 jaar).

Tabel 6.2 Testprotocol hoogfrequente vermoeiingsproef @ -15°C en 1 Hz (N=40)

belasting stap	Representatief Voertuignr. FLM4b	aantal voertuigen per jaar	Aantal cycli per stap	Totaal aantal cycli	Aanbevolen amplitude [mm] per toepassingscategorie			
					I	II	III *	IV *
1	1	750.000	5.250	210.000	0,20	0,30	0,45	0,60
2	2	600.000	4.200	168.000	0,25	0,40	0,60	0,80
3	3	600.000	4.200	168.000	0,30	0,50	0,90	1,20
4	4	230.000	1.610	64.400	0,40	0,70	1,05	1,40
5	5	66.000	462	18.480	0,50	0,80	1,20	1,60
6	6	3.100	22	880	0,60	1,10	1,65	2,20
7	7-10	900	6	240	0,80	1,40	2,10	2,80
		2.250.000	15.750	630.000				

**) categorie III en IV zijn doorgaans niet geschikt voor onverankerde bitumineuze voegovergangen en voor verankerde bitumineuze voegovergangen zonder speciale rekspreidende voorzieningen.*

Tabel 6.3 Indeling toepassingscategorie (indicatief)

Cat.	Omschrijving type kunstwerken
I	In-situ gestorte voorgespannen platen en kokerbruggen en prefab dekken met volstortliggers
II	Naast categorie I tevens: - statisch onbepaalde brugdekken met geprefabriceerde liggers - statisch bepaalde (1-velde) brugdekken met geprefabriceerde liggers - In-situ gestorte gewapende platen
III	Naast categorie I en II tevens statisch bepaalde 2- en 3- velds brugdekken met geprefabriceerde liggers (velden gekoppeld d.m.v. buigslappe voegen)
IV	Alle betonnen kunstwerken (geen beperkingen).

Rapportage

De rapportage dient de volgende onderdelen te bevatten:

- De testmethode en testparameters die gebruikt zijn om het product te testen;
- De oorsprong van de voegovergang: naam van de fabrikant en de herkomst van het proefstuk;
- De identificatie en eigenschappen van de gebruikte materialen conform hoofdstuk 5 inclusief chargennummer, beschrijving, datum van productie;
- Verslaglegging van de vervaardiging van het proefstuk;
- Afmetingen van het proefstuk;
- Datum van de tests;
- Identificatie van de keuringsinstantie en kwalificaties van het testlaboratorium;
- De testresultaten, uitgedrukt met behulp van grafieken en cijfers;
- Conclusies.

De volgende resultaten dienen te worden vastgelegd:

Proef 1: Bewegingscapaciteit onder langzaam optredende bewegingen

- Aantal testcycli;
- De temperatuur van het proefstuk en het temperatuur/vervormingsprofiel;
- De reactiekrachten die ontstaan tijdens de bewegingcycli weergegeven in een belastingvervorming grafiek en de daaruit af te leiden stijfheden;
- Het verloop van de verplaatsingen van de twee helften van het proefstuk ten opzichte van elkaar in de tijd;
- De verdeling van de rekken over de lengte van het proefstuk;
- Toestand van het oppervlak van het proefstuk (scheurvorming),
- De gemeten maximale opbolling/insnoering als gevolg van contractie;
- Hechting tussen asfalt/overgangsbalk en voegovergang;
- Of er sprake is lekkage bij de waterdichtheidstest.

Proef 2: Bewegingscapaciteit onder snel optredende bewegingen

- Aantal testcycli;
- Bewegingsamplitude en vervormingssnelheid;
- De temperatuur van het proefstuk;
- De reactiekrachten tijdens de beweging cycli over de volledige duur van de test);
- De berekende gemiddelde stijfheid en het verloop van deze stijfheid van gedurende de testperiode;
- Toestand van het proefstuk (scheurvorming);
- Hechting tussen asfalt/overgangsbalk en voegovergang;
- Of er sprake is van lekkage bij de waterdichtheidstest;
- Bij einde beproeving een beoordeling van de slijtage (bijvoorbeeld in eventueel aanwezige glijdelementen).

Keuringscriteria

- Geen scheuren/naden tussen asfalt/overgangsbalk en de voegovergang;
- Geen scheuren in het oppervlak van de voegovergang en/of overgangsbalk/asfalt;
- De stijfheid neemt niet meer af dan 50% ten opzicht van de initiële stijfheid;
- De maximale verticale opbolling / insnoering van de voegmassa dient na rekenkundige correctie van de zijdelingse contractie te voldoen aan de eisen in §4.3.3.2;
- Het voegovergangssysteem blijft waterdicht.

Indien het proefstuk voortijdig faalt, kan een mogelijk een lagere prestatie worden verklaard op basis van tabel 6.4.

Tabel 6.4 Minimaal Aantal behaalde belastingstapherhalingen (N)

N _{obs;a;ai}	Ontwerplevensduur	Minimaal behaald aantal belastingstapherhalingen (N)
2.000.000	10 jaar	40
1.500.000	12,5 jaar	38
1.000.000	15 jaar	30
500.000	20 jaar	20
<i>N_{obs;a;ai} = Verwacht aantal zware voertuigen per jaar in de zwaarst belaste rijstrook</i>		

6.3.3 *Rekproef, laagcyclische vermoeiingsproef*

Doel

Doel van de proef is het onderzoeken van

- weerstand van het voegovergangssysteem tegen interne krachten en de waterdichtheid bij herhaalde opgelegde laagfrequente vervormingen;
- ontwerplevensduur van het voegovergangssysteem in relatie tot deze voegbewegingen;

Principe

Een proefstuk wordt gemonteerd in de testopstelling en onderworpen aan gesimuleerde brug bewegingen in het horizontale vlak door het veranderen van de relatieve positie van één zijde van de voegovergang naar de andere.

Alleen de verlenging van de voegovergang wordt getest, waarbij een constant lage temperatuur wordt aangehouden (conservatieve benadering). Voor de opneembare verkorting (stuik) geldt op basis van ervaring een vaste verhouding ten opzichte van de opneembare verlenging (verkorting:verlenging = 35%:65%).

Beschrijving en testcondities

De testmethode is gebaseerd op ETAG032-3 Annex 3-N.

Een rekproef bij een constante lage temperatuur van -10°C. waarbij uitsluitend de verlenging van de voeg wordt gesimuleerd. De voegopening varieert tijdens de proef van $D_{E;nom}$ tot $D_{E;max}$:
 $D_{E;nom}$: Nominale breedte van de dilatatievoeg in de neutrale stand van het kunstwerk;
 $D_{E;max}$: De maximale breedte van de dilatatievoeg;

De reksnelheid is maximaal 10 mm/uur. Het aantal cycli is gelijk aan de beoogde ontwerplevensduur in jaren conform §4.5.

Opmerking:

Omdat de temperatuur constant gehouden en een relatief hoge reksnelheid toegepast wordt, wordt de lagere temperatuur van -10°C voldoende geacht. Indien 20 cycli worden toegepast worden daarmee de geschiktheid voor alle verkeerscategorieën afgedekt.

Deze proef wordt o.a. uitgevoerd bij EMPA (<http://www.empa.ch>).

Proefstuk

Het proefstuk, dient onder de verantwoordelijkheid van de fabrikant te worden vervaardigd. Van de vervaardiging dient een uitgebreide verslaglegging te worden gedaan, waarbij de werkmethode, het gebruikte materieel, de gebruikte materialen (incl. chargenummers) en stappen worden geregistreerd met vermelding van tijd en temperatuur. Deze rapportage dient te worden ter acceptatie te worden voorgelegd aan het testinstituut.

Het proefstuk bestaat uit een gedilateerde betonplaat met een breedte van 500 mm en een lengte van 2,6 meter te hebben en een dilatatieopening van tenminste 50mm. Op deze betonplaat is een asfaltconstructie aangebracht bestaande uit 50 mm DAB en 2-laags ZOAB van 70 mm. In dit proefstuk wordt het volledige voegovergangssysteem aangebracht inclusief

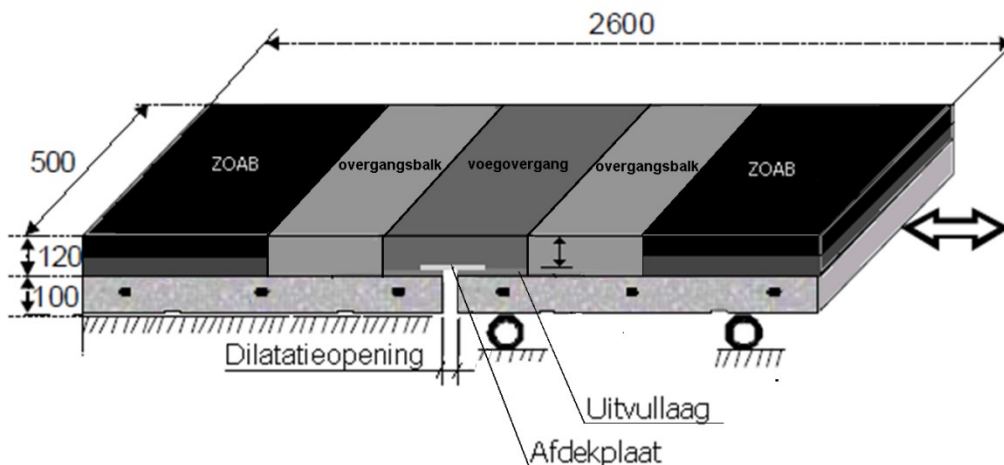
eventuele uitvullagen. Deze omvat de voegovergang met aan weerszijden een overgangsconstructie met aangrenzende DAB/ZOAB-verharding (zie figuur 6.1). De flanken aan weerszijden van de voegmassa van het proefstuk dienen opgesloten te zijn met stalen platen.

Op de voegmassa wordt een raster van lijnen met een maaswijdte van 5 cm aangebracht om de verdeling van de rekken over het oppervlak te beoordelen.

In de voegovergang worden thermokoppels op 20 mm vanaf de bovenzijde aangebracht om de temperatuur in de voeg tijdens de proef te registreren.

Opmerking:

Deze proef kan momenteel alleen uitgevoerd worden bij EMPA. Het standaard proefstuk van EMPA is voorzien van gietasfalt. Om de geschiktheid van het systeem in open deklagen aan te tonen dient dit vervangen te worden door een open deklaag. Het vervangen van het gietasfalt door een open asfalt deklaag is niet nodig indien het systeem uitgaat van een gietasfalt overgangsbalk van tenminste 500mm breedte.



Figuur 6.1: Voorbeeld van een testopstelling voor verificatie en validatie voegovergangstelsysteem

Rapportage

De rapportage dient de volgende onderdelen te bevatten:

- De testmethode en testparameters die gebruikt om het product te testen;
- De oorsprong van de voegovergang: naam van de fabrikant en de herkomst van het proefstuk;
- De identificatie en eigenschappen van de gebruikte materialen conform hoofdstuk 5 inclusief chargennummer, beschrijving, datum van productie;
- Verslaglegging van de vervaardiging van het proefstuk;
- Afmetingen van het proefstuk;
- Datum van de tests;
- Identificatie van de keuringsinstantie en kwalificaties van het testlaboratorium;
- De testresultaten, uitgedrukt met behulp van grafieken en cijfers;
- Conclusies.

De volgende resultaten dienen te worden vastgelegd:

- Aantal testcycli;
- De temperatuur van het proefstuk en het temperatuur/vervormingsprofiel;
- De reactiekrachten die ontstaan tijdens de bewegingcycli weergegeven in een belasting-vervorming grafiek en de daaruit af te leiden stijfheden;

- Het verloop van de verplaatsingen van de twee helften van het proefstuk ten opzichte van elkaar in de tijd
- De verdeling van de rekken over de lengte van het proefstuk;
- Toestand van het oppervlak van het proefstuk (scheurvorming)
- De grootte van de opbolling/insnoering als gevolg van contractie;
- Hechting tussen asfalt/overgangsbalk en voegovergang;
- Of er sprake is lekkage bij de waterdichtheidstest. Bij de waterdichtheidstest wordt het proefstuk 24 uur lang belast een 10 cm dikke laag water.

Keuringscriteria

- Geen scheuren/naden tussen asfalt/overgangsbalk en de voegovergang;
- Geen scheuren in het oppervlak van de voegovergang en/of overgangsbalk/asfalt;
- De maximale verticale insnoering van de voegmassa dient, na rekenkundige correctie van de horizontale insnoering/opbolling te voldoen aan de eisen in §4.3.3.2;
- Het voegovergangstelsel blijft waterdicht.

6.3.4 Weerstand tegen blijvende vervorming onder verkeersbelasting (spoorvormingsproef)

Doel

Het doel van de proef is het onderzoeken van de weerstand tegen blijvende vervorming onder herhaalde zware verkeersbelastingen bij de maatgevende hoge temperatuur van de voegovergang.

Opmerking:

De proef kan worden uitgevoerd door middel van de Model Mobile Load Simulator (MMLS3). Deze proef kan o.a. worden uitgevoerd bij EMPA (<http://www.empa.ch>). De proef wordt aansluitend uitgevoerd op het zelfde proefstuk voor de rekproef volgens §6.3.3. Indien het proefstuk nog niet is voorzien van slijtlaag, dan kan deze desgewenst eventueel alsnog worden aangebracht.

Principe

De testmethode is gebaseerd op ETAG032-3 Annex 3-M.

Een voegovergang of een representatief deel daarvan in de vorm van een proefstuk inclusief de aangrenzende overgangsbalk c.q. wegverharding wordt in een testbank onderworpen aan een gesimuleerde verkeersbelasting door middel van een herhaalde passage van een beladen luchtband op het proefstuk. Door een combinatie van een constante hoge voegmassatemperatuur en een constante hoge wielcontactdruk zonder versporing van het wiel ontstaat een versnelde spoorvorming.

Proefstuk

De te beproeven voegovergang of het proefstuk, dient onder de verantwoordelijkheid van de fabrikant en onder observatie van het testinstituut te worden geïnstalleerd en gedocumenteerd. In geval van een proefstuk dient de breedte van het proefstuk minimaal 500 mm te zijn. Het monster moet op een betonnen basis met een asfalt deklaag/overgangsbalk worden gemonteerd. De flanken aan weerszijden van de voegmassa van het proefstuk dienen opgesloten te zijn met stalen platen.

De dilatatieopening dient te worden geopend tot $D_{E;fat.}$ (zie §6.2.3).

Beschrijving en testcondities

De testapparatuur bestaat uit een stijve stalen frame (2400 mm x 600 mm x 1150 mm) en vier verstelbare voeten, die haaks op de te beproeven voegovergang wordt gepositioneerd (zie figuur 6.3). De belasting wordt overgebracht op 4 geprofileerde luchtbanden met een diameter van 300 mm en een breedte van 80 mm die zijn gemonteerd op draaistellen en in één richting

worden bewogen door een roterende riem. De luchtbanden worden met een snelheid van 0,75 m/s voortbewogen en oefenen een constante contactdruk uit van 600kPa

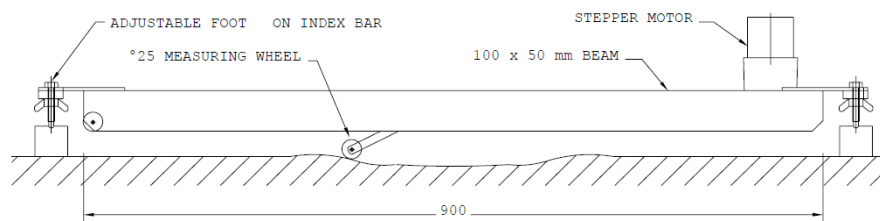
De testtemperatuur wordt door middel van een thermokoppel gemeten op 20 mm onder het oppervlak van de voegmassa. Deze temperatuur wordt in het lab d.m.v. IR lampen gestuurd, maar kan ook bv. voor in situ metingen door toevoer van warm water of warme lucht worden gestuurd.

De proef bestaat uit 8000 belastingcycli bij een gemeten voegmassatemperatuur, gemeten op 20 mm onder het oppervlak van 45°C of 50°C.

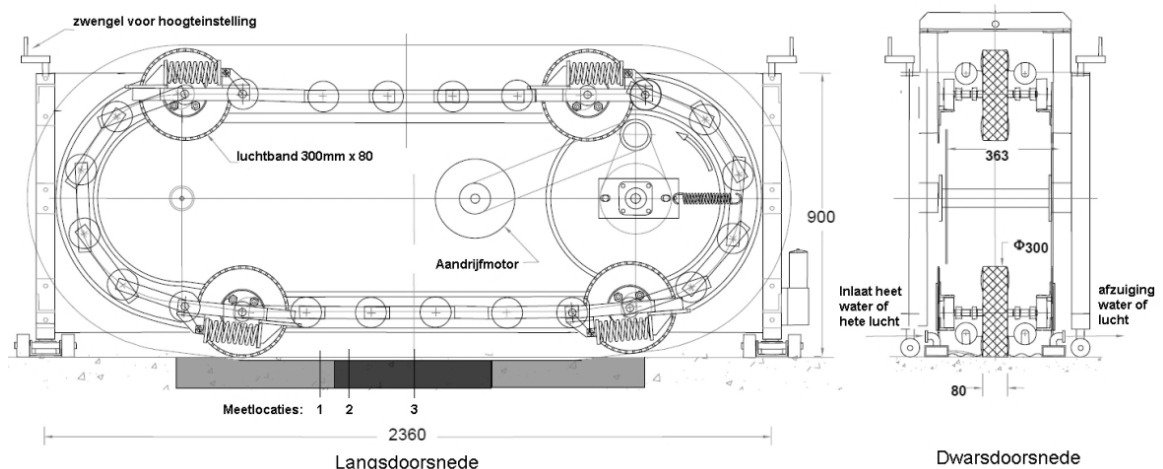
Opmerking:

Het verdient aanbeveling de proef uit te voeren bij 50°C omdat deze in principe direct de maatgevende situatie tot de uiterste grenstoestand representeert. Uitvoering van de proef bij 45°C kan als alternatief worden beschouwd, welke vaak als standaard wordt gehanteerd door de EMPA. Hierbij wordt echter een strengere eis gehanteerd.

De spoordiepte dient door middel van een Electronic Transverse Profilometer (zie figuur 6.2) op drie plaatsen te worden gemeten: in het midden van de voegovergang en 5 tot 10 cm voor en na de overgang met aangrenzende overgangsbalk/verharding.



Figuur 6.2: Electronic Transverse Profilometer



Figuur 6.3: testopstelling spoorvormingsproef

Rapportage

De rapportage van de beproeving bevat de volgende onderdelen

- Beschrijving testprocedure;
- De oorsprong van de voegovergang, naam van de fabrikant en de herkomst van het proefstuk;
- De identificatie en eigenschappen van de gebruikte materialen conform hoofdstuk 5 inclusief chargenummer, beschrijving, datum van productie;
- Verslaglegging vervaardiging van het proefstuk/voegovergang;

- Datum van de tests;
- Identificatie van de keuringsinstantie en kwalificaties van het testlaboratorium;
- Aantal wiel passages;
- De temperatuur van het monster gedurende de proef en wijze van temperatuurregeling;
- Bandenspanning van de band; staat van de banden;
- Toestand van het proefstuk (beschrijving en fotografisch inclusief meetrei);
- Vervorming profiel in dwarsrichting per meetlocatie na iedere 2000 belastingcycli;
- De absolute en relatieve spoorvorming dient te worden vastgelegd en uitgedrukt met behulp van grafieken en cijfers;
- Conclusie.

Keuringscriterium

De toegestane gemiddelde absolute spoorvorming, gemeten in het midden van de voegovergang (in rijrichting gemeten) ten opzichte van het oorspronkelijke profiel mag niet groter zijn dan de vetgedrukte waarden in tabel 6.5a respectievelijk 6.5b, afhankelijk van de gekozen testtemperatuur. De gemiddelde dient te worden bepaald op basis van 20 gelijkmatig verdeelde metingen over een breedte van 40 mm (-20mm / +20 mm uit de as van het rijspoor) of 30 gelijkmatig verdeelde metingen over een breedte van 60 mm (-30mm / +30 mm uit de as van het rijspoor).

Indien de spoorvorming in een volgende stap kleiner is dan de bijbehorende waarde in de tabel, dan mag dit testresultaat worden aangehouden. Het testresultaat dient op de Prestatieverklaring te worden vermeld.

Tabel 6.5a: Eisen gemeten absolute spoorvorming @ 45°C.

N _{obs;a;ai}	Maximaal gemeten spoorvorming [mm]			
	2000 cycli	4000 cycli	6000 cycli	8000 cycli
2.000.000	-	-	-	10,0
1.500.000	-	-	10,0	12,0
1.000.000	-	10,0	12,0	14,0
500.000	10,0	12,0	14,0	16,0

N_{obs;a,ai} = Verwacht aantal zware voertuigen per jaar in de zwaarst belaste rijstrook

Tabel 6.5b: Eisen gemeten absolute spoorvorming @ 50°C.

N _{obs;a;ai}	Maximaal gemeten spoorvorming [mm]			
	2000 cycli	4000 cycli	6000 cycli	8000 cycli
2.000.000		-	-	13,0
1.500.000		-	13,0	15,0
1.000.000		13,0	15,0	18,0
500.000	13,0	15,0	18,0	-

N_{obs;a,ai} = Verwacht aantal zware voertuigen per jaar in de zwaarst belaste rijstrook

6.3.5 Stroefheid (De Slingerproef)

De initiële stroefheid moet worden aangetoond met de Pendulum Tester volgens NEN-EN 13036-4 waarbij gebruik wordt gemaakt van meetrubber 57 met een breedte van 76,2 mm.

De stroefheid (PTV) moet bepaald worden op alle onderdelen van het voegovergangssysteem, dus zowel van de voegmassa met slijtlaag als van de overgangsbalk.

Keuringscriterium

De PTV van alle onderdelen dient minimaal 70 te bedragen.

6.4 Verificatie op basis praktijkervaring

Indien de ontwerplevensduur wordt aangetoond op basis van ervaring in de praktijk dienen de volgende verificaties te worden uitgevoerd:

- a) De belastingen, waaronder verkeers- en klimatologische belastingen op het referentie voegovergangstelsel moeten representatief zijn voor de beoogde toepassing.
- b) De omstandigheden en voorwaarden waaronder het referentie voegovergangstelsel is aangebracht moeten representatief zijn voor de beoogde toepassing. Uitvoering van het voegovergangstelsel moet kunnen plaatsvinden onder gelijke omstandigheden als waarbij het referentie voegovergangstelsel is gerealiseerd.
- c) De karakteristieken van de toegepaste materialen waaruit het referentie voegovergangstelsel is samengesteld, moeten bekend en vastgelegd zijn (zie hoofdstuk 5).
- d) Het voegovergangstelsel mag binnen de ontwerplevensduur niet zijn gefaald en ten minste 5 jaar in gebruik zijn geweest.

Een en ander moet zijn vastgelegd in een goed gedocumenteerd dossier met betrouwbare en toetsbare gegevens en registraties van het als referentie aan te merken voegovergangstelsel. Deze dient ten minste te bestaan uit:

- 1) Documentatie kunstwerk
 - Locatie/licging;
 - eigenschappen hoofddraagconstructie (type, afmetingen, overspanningen, stijfheden);
 - oplegsysteem en specificaties van de opleggingen;
 - rijstrookindeling weg.
- 2) Documentatie ingebouwde voegovergangen:
 - Identificatie en eigenschappen toegepaste materialen (conform hoofdstuk 5);
 - as-built geometrie van voegovergang;
 - gegevens van de opbouw van de aangrenzende verharding;
 - inbouwprotocol/keuringsrapportage.
- 3) Monitoringsgegevens:
 - aantal zware voertuigen per jaar ($N_{obs,a,ai}$) op basis van metingen;
 - bepaling laagfrequente voegbewegingen, aan de hand van voegmetingen en/of berekende bewegingen op basis van temperatuurmetingen;
 - bepaling hoogfrequente voegbewegingen (horizontaal en verticaal) aan de hand van metingen en/of berekeningen (berekende rotaties op basis van FLM4 of FLM5 van EN1991-2);
 - beschouwing degradatieverloop aan de hand van metingen van de spoorvorming en visuele inspecties.
- 4) Evaluatie :
 - Analyse prestaties op basis van de monitoringsgegevens met extrapolatie van het degradatieverloop op basis van bewegingshistorie en verkeershistorie naar de verwachte degradatie over de ontwerplevensduur.

7 Verificatie van de geschiktheid voor toepassing

7.1 Algemeen

Alvorens een flexibele voegovergang toe te passen dient geverifieerd te zijn of de voegovergang geschikt is om te worden toegepast in een objectspecifieke situatie.

Voor de verificatie dienen minimaal de volgende gegevens bekend te zijn:

- De optredende voegbewegingen, zie verder §7.2;
- De optredende verkeersbelastingen, zie verder §7.3;
- De geometrie, zie §7.4;
- De kruisingshoek, zie §7.5;
- De langs- en dwarshelling zie §7.6;
- De horizontale boogstraal, zie §7.7;
- De planning, zie §7.8;
- Te verwachten restzetting/zakking van de overgangsconstructie tussen aardebaan en kunstwerk, zie §7.9.

Bij verankerde voegovergangssystemen dienen tevens gegevens bekend te zijn over wapening en voorspanning in de betonconstructie, zie §7.10.

7.2 Optredende voegbewegingen

Om te bepalen of een flexibele voegovergangssysteem mogelijk is, moeten de horizontale en verticale voegbewegingen bekend zijn.

Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen de totale (laagfrequente) voegbewegingen en hoogfrequente voegbewegingen uit verkeerbelasting. Voor beide dient geverifieerd te worden of de optredende voegbewegingen de prestaties van de voegovergang niet overschrijden.

7.2.1 Verificatie van de totale voegbewegingen

Indien voegbewegingen worden ontleed aan een berekening dan dienen deze bepaald te worden conform RTD 1007-2, §5.1. Tenminste dient rekening gehouden te worden met de combinatie van bewegingen van het kunstwerk door:

1. temperatuurverschillen. Te onderscheiden zijn:
 - a) gelijkmatige temperatuurcomponent (jaarlijkse temperatuurverschillen);
 - b) temperatuurverschilcomponent (verschil temperatuur onder en bovenzijde brugdek);
2. (resterende) krimp en kruip van beton;
3. (rest)zettingen van de fundering;
4. windbelasting;
5. verkeersbelasting en. Te onderscheiden zijn:
 - a) horizontale bewegingen in de rijrichting door remkrachten;
 - b) verticale en horizontale bewegingen ten gevolge van buiging van de brugdek en indrukking van de opleggingen onder maximale verkeersbelasting met bijbehorende hoekverdraaiing om de gemeenschappelijke as van de opleggingen;

De totaal optredende verkortingen respectievelijke verlengingen van de voegovergang dienen binnen de gevalideerde prestaties van het voegovergangssysteem te blijven.

Opmerking:

- *Bij het bepalen van de voegbewegingen dient rekening gehouden te worden met de horizontale stijfheid van het opleggsysteem. Bij zogenaamde 'drijvende' opleggsystemen van rubber opleggingen zonder vast punt dient rekening gehouden te worden met de effecten van optredende rembelasting. Als gevolg van rembelasting uit het verkeer kunnen bij drijvende opleggsystemen snelle en relatief grote voegbewegingen optreden. Bij hoge temperaturen (>20°C) levert een bitumineuze voegovergang weinig weerstand en zal deze weinig bijdragen aan de totale horizontale stijfheid van het kunstwerk. De voegovergangen zullen de bewegingen uit het kunstwerk dan goed kunnen volgen. Bij lage temperaturen (<0°C) reageert een bitumineuze voegovergang aanzienlijk stijver en zullen de voegovergangen aanzienlijk bijdragen in de horizontale stijfheid van het kunstwerk. De rembelasting zal dan niet of nauwelijks leiden tot voegbewegingen. In het tussenliggende temperatuurgebied tussen 0 en 20°C kunnen bij onverankerde bitumineuze voegovergangen kritische vervormingen optreden die aanleiding kunnen zijn voor schade. Op basis van een berekening kan worden bepaald of er onacceptabel hoge voegbewegingen optreden. Daarbij kan de horizontale stijfheid van de voegovergangen (@1 Hz, 10°C), indien bekend, in rekening worden gebracht.
Bij kunststof flexibele voegovergangen is sprake van een geringe stijfheid die binnen het relevante temperatuurgebied nauwelijks afhankelijk is van de temperatuur. Deze voegovergangen hebben echter een grote flexibiliteit en kunnen, mits mechanisch verankerd, de voegbewegingen goed volgen.*
- *Bij nieuwe betonnen kunstwerken dient met betrekking tot de laagfrequente voegbewegingen rekening gehouden te worden met de nog te verwachten kruip- en krimpverkortingen en zettingen. Dit kan mede bepalend zijn voor het wel of niet kunnen toepassen van flexibele voegovergang bij nieuwe kunstwerken.*

Indien voegbewegingen gebaseerd zijn op aannamen is dit uitsluitend toegestaan indien dit tussen opdrachtgever en opdrachtnemer is overeengekomen. Over de aannamen moet daarbij overeenstemming zijn bereikt.

Opmerking:

Vaak wordt bij bestaande kunstwerken ouder dan 30 jaar aangenomen dat zettingen en vervormingen door krimp en kruip van het beton verwaarloosbaar zijn.

Er dient rekening gehouden te worden met het risico van een mogelijk hogere dan wel lagere constructietemperatuur op moment van aanbrengen. Geverifieerd dient te worden binnen welke constructietemperatuur de voegovergang aangebracht mag worden. Er dient voldoende restcapaciteit aanwezig te zijn om de voegovergang bij verwachte afwijkende constructietemperatuur aan te kunnen brengen.

Opmerking:

De ideale temperatuur voor de aanleg van een flexibele voegovergangssysteem is de temperatuur waarbij de dilatatievoeg een neutrale stand inneemt. Dit is idealiter bij een brugdektemperatuur van +10°C. Normaal wijkt de aanlegtemperatuur hiervan af. In de praktijk zal niet altijd rekening gehouden kunnen worden met dit ideale moment. Dit dient mede in overweging genomen te worden bij de afweging om te kiezen voor een flexibele voegovergang.

7.2.2

Verificatie van hoogfrequente voegbewegingen

De optredende hoogfrequente voegbewegingen kunnen worden bepaald door middel van een EEM plaatberekening met toepassing van FLM1 conform EN1991-2 of FLM4b conform de ROK. Op basis van berekende rotaties en translaties van het rijdek onder invloed van de verticale

verkeersbelasting dienen de translaties aan de bovenzijde van de voegovergang bepaald te worden.

Geverifieerd dient te worden of de berekende voegbewegingen de gevalideerde prestaties van de voegovergang niet overschrijden.

Opmerking:

Over het algemeen wordt aangenomen dat verticale voegbewegingen in de meeste gevallen niet maatgevend zijn. Grote verticale voegbewegingen kunnen wel optreden bij kunstwerken waarbij:

- *de horizontale eindafstand tussen voeg en gemeenschappelijk as van de eind opleggingen (haaks op de voeg gemeten) groter is dan minimaal noodzakelijk voor de krachtsinleiding vanuit de oplegging (indicatief: >500mm);*
- *sprake is van hoge rubber opleggingen (indicatief: >150mm).*

In dergelijke gevallen dient d.m.v. een berekening of meting te worden vastgesteld of sprake is van te grote verticale voegbewegingen.

7.3 Optredende verkeersbelastingen

Geverifieerd dient te zijn of locatie geschikt is voor toepassing van het flexibele voegovergangssysteem.

Toelichting:

Een bitumineus voegovergangssysteem is in principe niet geschikt om toegepast te worden in:

- *kruispunten of andere plaatsen met veel optrekkend en remmend verkeer*
- *scherpe bochten (i.v.m. wringende banden)*

Deze beperkingen gelden in principe niet voor flexibele voegovergangen uit kunststof.

Geverifieerd dient te worden of de prestatie van het voegovergangssysteem groter of gelijk is aan het aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer ($N_{obs,a,ai}$). Deze kan in het contract gespecificeerd zijn. Indien niet gespecificeerd of bekend vanuit verkeercijferdatabase, dan dient te worden uitgegaan van de bovengrenswaarden in tabel 7.1 (ontleend uit EN1991-2 tabel NB.5 – 4.5(n)). Indien het huidig gemeten aantal zware voertuigen bekend is, dan dient deze te worden vermenigvuldigd met een groeifactor 1,05 voor een ontwerplevensduur van 10 jaar en 1,1 voor een ontwerplevensduur van 20 jaar. Voor tussenliggende ontwerplevensduren mag lineair worden geïnterpoleerd.

Tabel 7.1 Bovengrenswaarden aantal verwachte zware voertuigen per jaar en per rijstrook voor zwaar verkeer

Tabel NB.5 – 4.5(n):	
Verkeerscategorie	$N_{obs,a,ai}$
1 Autosnelwegen en wegen met twee of meer rijstroken per rijrichting en met intensief vrachtverkeer	$2,0 \times 10^6$
2 (Auto)wegen met gemiddeld vrachtverkeer (zoals N-wegen)	$0,5 \times 10^6$
3 Wegen met weinig vrachtverkeer	$0,125 \times 10^6$
4 Wegen met weinig vrachtverkeer en bovendien uitsluitend bestemmingsverkeer	$0,05 \times 10^6$

7.4 Inpassing, geometrie

Geverifieerd dient te worden of er voldoende inbouwruimte aanwezig is en of de aanwezige dilatatieopening en breedte van de voegovergang gemeten in de rijrichting de maximale waarde

van het ontwerp van de voegovergang niet overschrijdt. Van de navolgende aspecten dient geverifieerd te worden of de waarden in de objectspecifieke situatie voldoen aan de uitgangspunten van het ontwerp van de voegovergang.

7.4.1 *Inbouwhoogte*

De dikte van de voegmassa in de rijbaan, goot en schampkant mag maximaal 20% afwijken van de nominale dikte van het gevalideerde voegovergangstelsel.

Indien de dikte groter is dan 120% van het geverifieerde ontwerp, dan moet de voegruimte worden gereconstrueerd. Daarbij moet na het verwijderen van de oude voegovergang, de ondergrond worden opgehoogd met een (krimparme) mortel conform §0, welke hechtend op de ondergrond wordt aangebracht.

7.4.2 *Inbouwbreedte onderliggende constructiedelen*

Er dient voldoende inbouwbreedte aan weerszijden van de voeg aanwezig te zijn ten behoeve van de krachtsafdracht conform het ontwerp.

Opmerking:

Bij oudere kunstwerken is de breedte van de frontwand aan de bovenzijde soms slechts 200 mm en kan onvoldoende zijn.

7.4.3 *Dilatatieopening*

De dilatatieopening in het brugdek mag niet breder zijn dan de waarde waarin in het ontwerp van de afdekplaat is uitgegaan.

7.5 **Kruisingshoek**

In verband met toenemende spoorvorming mag de kruisingshoek bij bitumineuze voegovergangen niet kleiner zijn dan 50 gon (45°).

7.6 **De langs- en dwarshelling van het wegdek**

De langs- en dwarshelling dient niet groter te zijn dan waar in het ontwerp van uit is gegaan.

Opmerking

Een bitumineuze voegovergangstelsel is niet geschikt om toegepast te worden in hellingen >4% i.v.m. uitvloeien van het bindmiddel.

7.7 De boogstraal

Flexibele voegovergangen dienen niet te worden toegepast in bochten waarbij de boogstraal, gemeten in het hart van de rijstrook met de kleinste straal, kleiner is dan 350m.

Opmerking:

Flexibele voegovergangen verkrijgen hun stroefheid door toepassing van een slijtlaag. Deze slijtlaag blijkt in praktijk niet duurzaam te zijn, waardoor met name in bochten met boogstralen kleiner dan 350 meter stroefheidsproblemen worden ervaren. Toepassing van flexibele voegovergangen in dergelijke bochten is alleen mogelijk indien de stroefheid frequent zou worden gemonitord en adequaat zou worden onderhouden, hetgeen uit oogpunt van kosten en verkeershinder ongewenst is.

7.8 Planning realisatie

Er dient voldoende tijd beschikbaar te zijn in de planning om het voegovergangssysteem kwalitatief goed te kunnen uitvoeren.

Indien de reguliere werkbare uren niet voldoende zijn, dient de uitvoering plaats te vinden in een stremming van de gehele rijbaan c.q. een of meerdere rijstroken.

Opmerking:

De tijdsdruk waaronder flexibele voegovergangen worden aangebracht blijkt een belangrijke schakel in het falen van dit type voegovergangssysteem. Het aanbrengen van een duurzame flexibele voegovergangssysteem vereist tijd. Dit wordt onder meer veroorzaakt door de uitharding c.q. afkoeltijd die noodzakelijk is. Partijen en met name opdrachtgevers worden gewezen op het beschikbaar stellen van voldoende tijd, zodat de gewenste kwaliteitsverbetering is te realiseren. Het treffen van tijdelijke verkeersbruggen kan ook worden overwogen. Een andere optie is innovatie, bijvoorbeeld door (gedeeltelijke) prefabricage.

De weersomstandigheden dienen geschikt te zijn voor het aanbrengen van het flexibele voegovergangssysteem. In de realisatieplanning dient ruimte aanwezig te zijn om in te spelen op ongunstige weersomstandigheden, bijvoorbeeld voor aanbrengen en verwijderen van doorwerkvoorzieningen of uitwijkmogelijkheden naar een ander tijdstip.

Opmerking:

Zie hoofdstuk 10 voor de vereiste omstandigheden.

7.9 Restzetting/zakking overgangsconstructie aardebaan/kunstwerk

Er dient rekening gehouden te worden met restzetting/zakking van de overgangsconstructie tussen kunstwerk en aardebaan. Bij nieuwe kunstwerken en bij bestaande kunstwerken waarbij nog een aanzienlijke restzetting te verwachten is, is bij landhoofden toepassing van onverankerde flexibele voegovergangen niet toegestaan, tenzij deze tenminste 100 mm op de overgangsconstructie is aan te brengen conform figuur 7.1. De breedte van de voegovergang in de rijrichting mag daarbij niet meer van 140% van de nominale breedte zijn, met een maximum van 700mm.

Als grenswaarde voor de toelaatbare zetting dient te worden uitgegaan van een maximale verplaatsing van 1 mm ter hoogte van de bovenzijde van de stootplaat. De toelaatbare restzetting is daarmee afhankelijk van de verhouding van de lengte en dikte van de stootplaat.

$$\Delta Z_{set} \leq \frac{l_s}{d_s}$$

waarin:

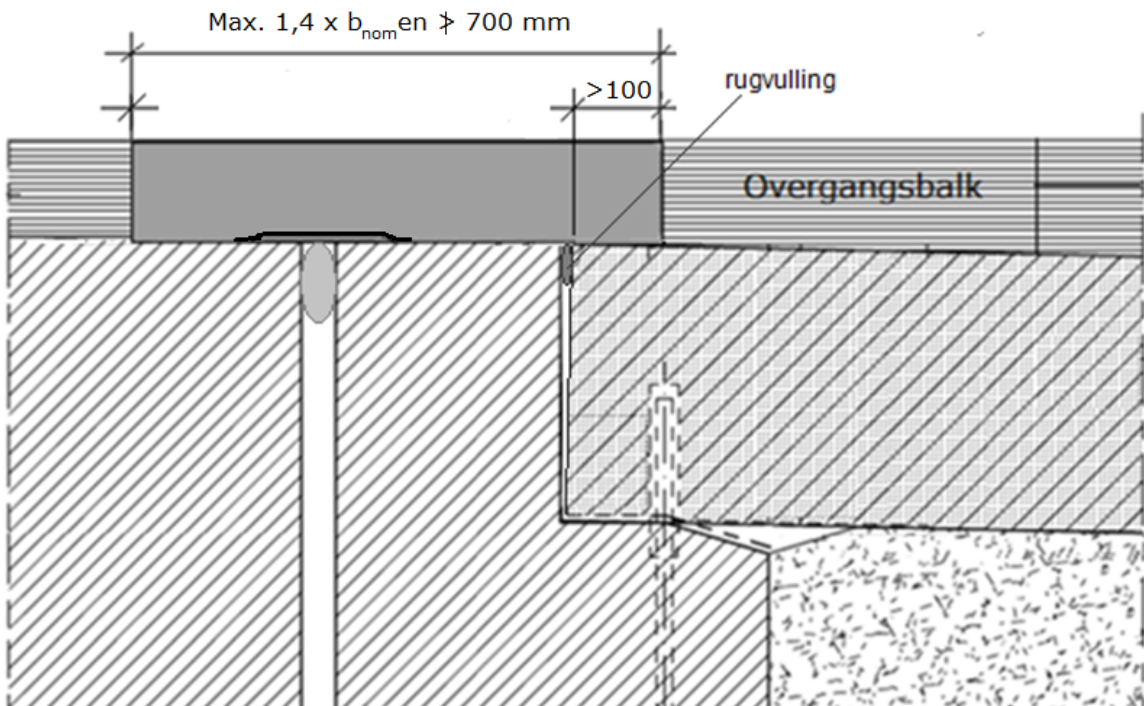
ΔZ_{set} : verwacht restzetting van de aardebaan resp uiteinde stootvloer [mm]

l_s : lengte stootplaat

d_s : dikte stootplaat

Opmerking:

Overgangsconstructies worden ontworpen op een hoekverdraaiing door zetting van 1:100. Bij een dikte van een stootvloer van 350 mm levert dit een translatie op van 3,5 mm ter hoogte van bovenzijde voegovergang. De voegovergang kan een dergelijke translatie niet volgen waardoor schade ontstaat en ook de noodzakelijke aanhechting van de voegovergang op de verharding/overgangsbalk verloren gaat.



Figuur 7.1 Aansluiting op overgangsconstructie bij verwachte restzettingen.

7.10 Schade aan wapening en voorspanning in betonconstructies

Er dient rekening gehouden te worden met de mogelijke gevolgen van het doorboren van wapening en/of voorspanning in de betonconstructies bij diamantboren. Door een constructeur dient beoordeeld te worden of schade aan de aanwezige wapening acceptabel is. Doorboren van voorspanelementen is niet toegestaan. Bij aanwezigheid van voorspanelementen en indien schade aan de wapening binnen de verankeringszone van het voegovergangssysteem onacceptabel is, is toepassing van een verankerd voegovergangssysteem niet toegestaan.

8 Voorbereiding van de realisatie

8.1 Risicoanalyse

Nadat is geverifieerd of de flexibele voegovergang toepasbaar is, dient voorafgaand aan de uitvoering een risicoanalyse te worden uitgevoerd. Voor onderkende risico's moeten beheersmaatregelen worden bepaald. De beheersmaatregelen om deze risico's te beperken moeten zijn opgenomen in een kwaliteitsplan.

Ten minste de volgende risicopunten voor aanvang van de werkzaamheden moeten worden beschouwd:

- Onvoldoende uitvoeringstijd als gevolg van onverwachte wijzigingen of stagnatie
- Constructietemperatuur bij plaatsen van het voegovergangssysteem ongeschikt in verband met de overschrijding van de dilatatiecapaciteit.
Van belang is daarbij het ontwerpuitgangspunt te toetsen aan de daadwerkelijke situatie.
- Ongeschikte weersomstandigheden
- Gebeurtenissen die zich kunnen voordoen bij het verwijderen van een bestaande voegovergangssysteem c.q. het creëren van ruimte voor het in te bouwen voegovergangssysteem, daaronder inbegrepen:
 - o onjuist inzagen van de voegspinning (niet evenwijdig en symmetrisch t.o.v. de dilatatievoeg);
 - o onvoldoende hoogte voegsparing (dikte asfalt);
 - o het aanwezig zijn van (resten van) eerdere voegovergangen onder de bestaande voegovergang;
 - o ondergrond niet vlak;
 - o het beschadigen van constructieve wapening bij het boren van ankers;
 - o het beschadigen van kabels en leidingen;
 - o vrijkomend puin in de dilatatievoeg.

Tijdens de uitvoering gelden ten minste de volgende risicopunten:

- Onvoldoende aanhechting door vervuiling van de contactvlakken en/of uitfluxtijd van de primerlaag;
- Onjuiste opslag en verwerking van (gietasfalt) overgangsbalk, het bindmiddel en toeslagmateriaal van de voegovergang niet conform de specificaties (o.a. onjuiste opslagtemperatuur, overschrijding maximale laagdikte, te korte afkoel- c.q. verhardingstijden).

8.2 Kwaliteitsborging

8.2.1 Kwaliteitsplan

Er moet een projectspecifiek kwaliteitsplan worden opgesteld. In dit plan moet inzichtelijk worden gemaakt hoe de vereiste prestatie in overeenstemming met het gevalideerde ontwerp geleverd gaat worden en hoe dit proces wordt geborgd.

In het kwaliteitsplan moet ten minste een eenduidige omschrijving zijn opgenomen van:

- De projectorganisatie, inclusief taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden van betrokken personen;
- Gedetailleerde werkplanning;
- Het toe te passen systeem en de prestaties van het toe te passen systeem, vastgelegd in de Prestatieverklaring;

- Specificaties van de componenten die onderdeel vormen van het systeem. Zie daarvoor tabel 8.1;
- Gedetailleerde werkinstructies voor alle handelingen die noodzakelijk zijn voor het realiseren van het voegovergangssysteem. Bij deze handelingen moet rekening gehouden worden met geïdentificeerde risico's (zie §8.1) en de uitvoeringsrichtlijnen (zie H10), voor zover van toepassing;
- Een keuringsplan met daarin opgenomen de uit te voeren keuringen en controles (zie H9) met daarbij de wijze waarop deze gaan plaatsvinden, de frequentie, het aantal, de plaats en de goed- en afkeurgrenzen. Tevens moet zijn vastgelegd wie deze metingen dient uit te voeren en wie bevoegd is op te treden bij geconstateerde afwijkingen;
- Een procedure voor afwijkingen en hoe deze worden behandeld. Daarbij moet onder meer de consequentie ten aanzien van het beoogde eindresultaat vermeld worden. Afwijkingen die leiden tot een mindere prestatie mogen niet voorkomen. In die gevallen moeten corrigerende maatregelen worden genomen teneinde de beoogde ontwerplevensduur te bereiken.

Het kwaliteitsplan moet voor de feitelijke start van de uitvoering beschikbaar zijn.

Opmerking

Hetgeen hier is beschreven is doorgaans een standaard procedure bij een certificatie volgens EN-ISO 9001. De bedoeling is wel dat deze nu specifiek wordt toegeschreven op de activiteit "aanbrengen flexibele voegovergangssysteem".

Tabel 8.1 Vast te leggen kenmerken systeemcomponenten

Kenmerk	Overgangsbalk	Uitvullaag	Afdekplaat	Bindmiddel	Hechtmiddel	Toeslagmateriaal	Rugvulling	Materiaal slijtlaag
Leverancier	X	X	X	X	X	X	X	X
Merknaam	X	X		X	X	X	X	X
Type-aanduiding	X	X		X	X		X	
Normering	X	X	X	X	X	X		X
Hoofdcomponent, materiaalsoort	X	X	X	X	X	X	X	X
Soort en gradering		X				X		
Korrelvorm		X				X		
Afmetingen			X				X	
Leveringsvorm	X	X		X	X	X	X	
Wijze van vastzetten			X					
Wijze van verwerken	X	X		X	X			
Wijze van transport	X			X	X	X		
Opslagcondities	X	X						

9 Verificatie van de realisatie

9.1 Algemeen

De werkzaamheden op de fabriek en op de bouwplaats dienen te worden uitgevoerd conform het kwaliteitsplan zoals aangegeven in §8.2.

De uitvoering op de bouwplaats dient door de leverancier, of een door de leverancier schriftelijk aangewezen vertegenwoordiger, te worden geïnspecteerd en goedgekeurd. Aanwijzing is alleen mogelijk indien er bij de leverancier aantoonbaar op basis van ervaring een gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat betreffende vertegenwoordiger de inspectie/keuring kwalitatief goed kan uitvoeren. De vertegenwoordiger dient volledig en aantoonbaar geïnstrueerd te zijn omtrent de juiste verwerking van het voegovergangssysteem.

9.2 Keuring toegepaste materialen

Voorafgaande aan de uitvoering dient door of namens de leverancier te worden geverifieerd of de toe te passen batches materiaal voldoen aan de eisen van het geverifieerde ontwerp. Het verificatierapport inclusief de rapportages van materiaalbeproevingen (FPC), certificaten e.d. dient opgenomen te worden het opleverdossier (zie §11.3).

9.3 Uitvoeringscontrole en registratie

Tijdens de aanleg van het voegovergangssysteem moeten keuringen en controles worden uitgevoerd en een registratie van het aanlegproces worden bijgehouden. Ten minste moet worden gekeurd c.q. vastgelegd:

- uitvoeringsdatum;
- constructietemperatuur (gemiddelde onderzijde brugdek);
- de locatie van de uitgevoerde werkzaamheden (steunpuntnummer, hectometrering, rijbaandeeel);
- de weersomstandigheden, luchttemperatuur en 0 relatieve vochtigheid tijdens de uitvoering;
- afmetingen voegsparing (breedte/hoogte);
- vrij zijn van de dilatatievoeg (geen sloopresten/puin aanwezig);
- gemeten dilatatieopening in het onderliggend kunstwerk;
- vlakheid ondergrond;
- hechtsterkte ondergrond volgens EN 1542 (alleen voor onverankerde voegovergangssystemen die hechting op de ondergrond vereisen) ;
- vochtpercentage ondergrond
- eindcontrole voor aanbrengen voegmassa (juiste toestand hechtmiddelen , afdekplaat, verankeringen, glijdelementen);
- het chargenummer en productiedatum van het gebruikte componenten voor de voegmassa;

Voor bitumineuze voegmassa en gietasfalt randbalken dienen aanvullend de volgende aspecten te worden gekeurd/vastgelegd:

- de temperatuur van het toeslagmateriaal en het bindmiddel tijdens de verwerking (zie §9.3.1);
- aantal aangebrachte lagen en de tijdstippen waarop gestart wordt met het aanbrengen van een nieuwe laag;
- de werkelijke afkoeltijd en temperatuur bij openstelling (zie §9.3.2).

Voor kunststof voegovergangen dient aanvullend de uithardingstijd van de voegmassa te worden vastgelegd.

9.3.1 *Controle temperatuur bitumineus bindmiddel en toeslagmateriaal*

Tijdens de aanleg van een bitumineuze voegovergang moet de temperatuur van de bitumineuze bindmiddel, het toeslagmateriaal worden bepaald tot op 1 °C nauwkeurig. Indien gietasfalt overgangsbalken worden toegepast, dan is dit eveneens van toepassing op het gietasfalt.

Doel

Controle op en registratie van de juiste verwerkingstemperatuur van het bindmiddel en toeslagmateriaal zodat de eigenschappen van het bindmiddel behouden blijven en het bindmiddel goed kan penetreren in het toeslagmateriaal.

Principe/beschrijving

Meting temperatuur bindmiddel: door middel van ingebouwde temperatuurmeter met datalogger of fotografische opname en van de meter.

Meting temperatuur toeslagmateriaal: door middel van een infrarood thermometer met een meetbereik tot 230°C.

Aantal bepalingen

Ten minste 1 keer per half uur.

Keuringscriterium

De temperatuur van het materiaal mag niet meer bedragen dan het maximum zoals aangegeven door de leverancier en niet lager zijn dan de verwerkingstemperatuur nodig om een goede penetratie in het werk te krijgen.

9.3.2 *Monitoring en keuring afkoeltijd bitumineuze voegovergang*

Doel

Monitoring van de voegmassatemperaturen en bepaling van het tijdstip waarop de bitumineuze voegovergang opengesteld kan worden voor verkeer

Principe/beschrijving

In het midden van de sparing voor de voegmassa wordt op de afdekplaat verticale afstandhouder aangebracht waarop een viertal thermokoppels worden aangesloten. De locaties van deze thermokoppels betreffen:

1. Onderzijde voegmassa/bovenkant afdekplaat
2. Bovenzijde eerste laag
3. Bovenzijde tweede laag
4. Bovenzijde derde laag, net onder het afwerkoppervlak.

De thermokoppels worden aangesloten op een datalogger/rijpheidscomputer.

Zodra gestart wordt met het verwerken van de eerste laag van de voegmassa wordt de meting gestart. De temperaturen worden vanaf aanvang iedere minuut geregistreerd.

Aantal bepalingen

1 meting per voegovergang, of in geval van gelijktijdige inbouw van meerdere voegovergang 1 meting op de maatgevende (laatst vervaardigde) voegovergang.

Keuringscriterium

Het tijdstip waarop de voegovergang opengesteld kan worden voor verkeer wordt is het tijdstip waarop bij thermokoppels 1 t/m 4 de voegmassa tot tenminste 45°C is gedaald.

10 Richtlijnen voor uitvoering

10.1 Algemeen

De uitvoering moet plaatsvinden volgens de instructies in het kwaliteitsplan. Deze moeten gebaseerd zijn op de wijze waarop de vervaardiging van de proefstukken, die gebruikt zijn voor de systeemtesten, heeft plaatsgevonden.

Toelichting:

De hieronder opgenomen bepalingen gelden als algemene richtlijnen waarmee over het algemeen een kwalitatief goed resultaat wordt verkregen. Op bepaalde aspecten kan hiervan worden afgeweken indien in het ontwerp andere uitgangspunten zijn gehanteerd.

10.2 Voorbereidingen

10.2.1 Verwijderen verharding/bestaande voegovergang

Voor het verwijderen van de asfaltverharding/bestaande voegovergang gelden de volgende richtlijnen:

- Vanuit het midden van de dilatatievoeg dient door middel van smetlijnen evenwijdig aan de dilatatievoeg aangegeven te worden waar de zaagsneden moeten worden aangebracht;
- De vereiste zaagdiepte(n) dienen vooraf goed vastgelegd en gecommuniceerd te worden. Inzagen van wapening in betonconstructies dient te allen tijde voorkomen te worden;
- De voegflanken vervaardigen door inzagen van de asfaltverharding en eventueel indien noodzakelijk en acceptabel de onderliggende betonconstructie;
- Bij het uitbreken het aangrenzende asfaltbeton niet beschadigen. De uitvoeringswijze hierop inrichten door zoveel mogelijk in horizontale richting parallel aan de voeg het asfalt te verwijderen.

10.2.2 Prepareren betonnen ondergrond

In de volgende gevallen dient de voegruimte te worden ge(re)construeerd:

- Indien de ondergrond niet voldoet aan de vlakheids- en/of hechtingeis;
- Indien de ondergrond is beschadigd als gevolg van sloopwerk;
- Indien de ondergrond onvoldoende hechtsterkte/treksterkte heeft, bij systemen waarbij deze hechting noodzakelijk is voor krachtafdracht en waterdichtheid
- Indien de hoogte van de voegsparring in de rijbaan afwijkt van de vereiste dikte van de voegovergang en de daarvoor geldende toleranties;
- Indien de dikte ter plaatse van de goten kleiner is dan de minimale dikte van de voegovergang.

Bij systemen waarbij een goede hechting aan de betonnen ondergrond essentieel is voor krachtafdracht en waterdichtheid, dient per voegovergang minimaal een drietal hechtproeven conform EN1542 te worden uitgevoerd. In geval van onvoldoende hechting dient het betonnen oppervlak gesaneerd te worden tot op diepte waarop het beton visueel gezien een goede sterkte heeft. In geval van twijfel dient de hechtproef te worden herhaald.

Indien de dikte van uitvullaag groter wordt dan 50mm dan dient deze te worden verankerd. Voor de verankering dienen per voegzijde twee rijen stekken $\varnothing 8$ mm h.o.h. 300 mm met langswapening $\varnothing 8$ mm te worden toegepast. Dekking op de wapening dient minimaal 25mm te zijn.

De voegruimte moet vakkundig worden gereconstrueerd met een geschikte mortel conform §5.6, welke hechtend op de ondergrond is aangebracht. Als vakkundig zijn aan te merken:

- a) Bedrijven die zijn gecertificeerd op basis van BRL 3201 "nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO procescertificaat voor het toepassen van specialistische instandhoudingstechnieken voor betonconstructies".
- b) Personen die beschikken over ten minste de opleiding betonreparateur niveau 2 van de stichting Landelijk Samenwerkingsverband voor Betonreparatiebedrijven (of gelijkwaardig) en die aantoonbaar met enige regelmaat betonreparatiewerkzaamheden uitvoeren.

Op de reparatie is gevolgklasse 2 en Uitvoeringsklasse RT conform de CUR-aanbeveling 118 van toepassing.

De ondergrond waarop de afdekplaat wordt aangebracht, moet zodanig horizontaal vlak zijn of vlak zijn gemaakt, bijvoorbeeld door schuren of uitvlakken met een cementgebonden mortel, dat er geen bindmiddel kan weglekken en er geen beweging van de afdekplaat optreedt bij belasten.

Opmerking:

Als algemene richtlijn geldt hiervoor dat de afdekplaat voor meer dan 80% moet zijn ondersteund en niet meer dan 1 mm speling heeft met de ondergrond.

Door het repareren en de daarvoor gebruikte bekisting mag de dilatatievoeg niet blijvend vervuild raken of in breedte worden gereduceerd.

10.3 Overgangsbalken

10.3.1 Algemeen

Overgangsbalken dienen conform de verwerkingsvoorschriften van de leverancier en in overeenstemming met de wijze waarop proefstukken voor de testen (zie §6.4.1) zijn vervaardigd, te worden gerealiseerd.

10.3.2 Overgangsbalken van gietasfalt

Voordat het gietasfalt wordt verwerkt dient de ondergrond te worden geprepareerd:

- De hechtvlakken dienen schoon en stofvrij en droog te worden gemaakt ten behoeve van hechting. In het hechtvlak mogen geen losse delen voorkomen. Een behandeling mag niet leiden tot verbranden of smelten van bitumen in het aangrenzend wegdek.
- Waar een hechtmiddel is vereist door de fabrikant c.q. behoort tot het ontwerp van het voegovergangstelsel, dienen de aanwijzingen van de fabrikant voor het gebruik ervan te worden gevolgd. Het hechtmiddel dient de benodigde tijd te krijgen om te slaan (temperatuur afhankelijk).

Gietasfalt dient na productie in de asfaltcentrale binnen de door de leverancier aangegeven verwerkingstijd verwerkt te worden.

Opmerking 1:

Indien gietasfalt tot op moment van verwerken gedurende een lange periode bij hoge temperaturen warm moet worden gehouden dan loopt de kwaliteit van de bitumen terug, waardoor de vereiste gunstige eigenschappen voor een belangrijk deel verloren gaan. Omdat gietasfalt een bijzonder product is kan het mogelijk niet op ieder gewenst moment door de centrale geleverd worden en dient het reeds geruime tijd van te voren bij de centrale te worden afgehaald.

De temperatuur van gietasfalt mag niet hoger worden dan de door de leverancier gespecificeerde maximale temperatuur, welke op de CE markering is gedeclareerd.

Opmerking 2:

In de regel wordt voor gietasfalt een maximale temperatuur van 230°C aangehouden.

Om het risico op krimpnaden te minimaliseren dient gietasfalt verwerkt te worden in lagen van maximaal 30mm. Voordat de volgende laag wordt aangebracht dient de bovenzijde van de voorgaande laag te zijn afgekoeld tot minimaal 60°C.

De laatste laag gietasfalt dient te worden ingestrooid met steenslag bij nog vloeibare bitumen in de bovenlaag.

Opmerking 3:

Een exacte tijdsduur is niet aan te geven omdat dit afhankelijk is van de weersomstandigheden. Bij warm weer en weinig wind ligt het tijdstip later dan bij meer wind en koud weer.

Voordat de overgangsbalk wordt vrijgegeven voor het verkeer dient deze aan de bovenzijde tot minimaal 50°C te zijn afgekoeld.

10.4 Voegovergang

10.4.1 Algemeen

De temperatuur van de constructie op moment van aanbrengen dient binnen het vastgestelde toelaatbare temperatuurgebied volgens §7.2.1 te liggen.

10.4.2 Prepareren voegruimte

Alvorens de voegovergang aan te brengen, de dilatatievoeg en voegruimte prepareren. Hierbij geldt ten minste:

- De dilatatievoeg moet vrij zijn van materialen die de werking van de dilatatievoeg belemmeren of beperken;
- In de dilatatievoeg moet een rugvulling worden aangebracht;
- De hechtvlakken door middel van gritstralen opruwen en schoon/stofvrij maken. In het hechtvlak mogen geen losse delen voorkomen.
- De hechtvlakken door middel van warme lucht droog maken en voorverwarmen. Een behandeling mag niet leiden tot verbranden of smelten van bitumen in aangrenzende wegverharding of gietasfalt. Het vochtpercentage dient onder de grenswaarde te liggen zoals door de leverancier is opgegeven.

Opmerking: doorgaans wordt voor bitumineus een maximaalvochtpercentage van 4% aangehouden en voor kunststof 3%

- Op de hechtvlakken dient het hechtmiddel te worden aangebracht conform de aanwijzingen van de fabrikant.

Indien sprake is van een gefaseerde uitvoering dienen de hechtvlakken van stuikverbindingen op gelijke wijze te worden voorbehandeld. Stuikverbindingen dienen als liplas te worden uitgevoerd. De minimale overlappingslengte is 20 cm.

10.4.3 Voorzieningen bij schampkant

Als de voegmassa kan uitzakken ter plaatse van een schampkant, moet aan de voorkant van de schampkant een (tijdelijke) voorziening worden aangebracht om dit te voorkomen.

10.4.4 Aanbrengen verankeringen

Indien verankeringen onderdeel zijn van het systeem dienen deze conform het ontwerp en de voorschriften van de leverancier van het ankersysteem te zijn aangebracht. Uitvoering van achteraf ingelijmde ankers dient te worden uitgevoerd door bedrijven die zijn gecertificeerd conform BRL0509.

Verankeringsprofielen mogen pas worden vastgezet nadat de lijmankers voldoende zijn uitgehard volgens de informatie van de leverancier.

Opmerking: het aanbrengen van het verankeringsprofiel kan voorafgaand of tijdens het aanbrengen van de voegmassa plaats vinden conform de voorschriften van de leverancier.

10.4.5 Aanbrengen afdekplaat

De afdekplaat en EPDM-glijdfolie moet parallel aan de voegflanken centrisch t.o.v. het midden van de dilatatievoeg worden gepositioneerd;

Bij afdekplaten met nokken moet erop gelet worden dat de nokken niet in de dilatatievoeg klem komen te zitten.

10.4.6 Aanbrengen bitumineuze voegmassa

De aanleg van het voegovergangssysteem moet bij droog weer worden uitgevoerd, tenzij maatregelen worden genomen. Deze maatregelen moeten er toe leiden dat de voegruimte niet wordt belast door regenwater.

Het contactvlak tussen ondergrond en flexibele voegovergangssysteem moet ten minste 3 °C hoger zijn dan de dauwpunttemperatuur.

Materialen moeten worden verwerkt binnen het gebied van temperatuur of luchtvochtigheid welke is opgegeven door de leverancier.

Een bitumineuze voegovergang moet in lagen worden opgebouwd uit toeslagmateriaal en bitumineus bindmiddel. Ten aanzien van de uitvoering geldt:

- a) Bij het aanbrengen van de voegmassa moet de voegruimte droog en stofvrij zijn.
- b) Tussen het aanbrengen van het hechtmiddel en de voegmassa dient voldoende tijd te zitten voor het hechtmiddel om uit te fluxen.
- c) Begonnen moet worden aan de laagst gelegen zijde.
- d) Bitumineus bindmiddel opwarmen tot de verwerkingstemperatuur als opgegeven door de leverancier. De duur van opwarmen mag niet meer zijn dan opgegeven door de leverancier.

Opmerking:

Als richtwaarde voor een bitumineus bindmiddel met modificatie met een styreen-butadien-styreen (SBS) geldt doorgaans een mengtemperatuur van 175-185 °C. Verder

geldt doorgaans dat de duur van het opwarmen beperkt dient te blijven tot ten hoogste 8 uur.

- e) Toeslagmateriaal opwarmen tot de verwerkingstemperatuur als opgegeven door de leverancier van het bindmiddel. Verwarmen moet altijd indirect plaatsvinden. Toeslagmateriaal mag niet zodanig hoog zijn verwarmd dat het contact tussen toeslagmateriaal en verwarmingsinstallatie zal leiden tot oververhitting respectievelijk verbranding van het bindmiddel van de vooromhulling.
- f) Het bitumineus bindmiddel en het toeslagmateriaal mogen op de plaats van verwerking niet zodanig zijn afgekoeld ten gevolge van wachten, transport of anderszins dat de eigenschappen van de producten dan wel de voegovergang als geheel nadelig worden beïnvloed. De ondergrens van de verwerkingstemperatuur mag niet worden onderschreden. De verwerkingstemperatuur met onder- en bovengrens moeten in het uitvoeringsplan zijn vermeld.
- g) Het vooromhulde toeslagmateriaal aanbrengen in meer lagen. De laagdikte van een in één keer aan te brengen laag toeslagmateriaal moet ongeveer 3 maal de nominale afmeting van de grootste korrel van het toeslagmateriaal bedragen en mag niet meer zijn dan 50 mm.

Opmerking:

Het is van belang, dat niet te veel voegmassa in een keer wordt aangebracht. Hierdoor worden krimp, het ontstaan van krimpspanningen en scheuren door krimp beperkt. In het geval van bitumen is het verder van belang, dat de voegmassa de tijd krijgt om langzaam en gelijkmatig af te koelen. Thermische spanningen, die ontstaan door krimp van het bindmiddel bij afkoeling kunnen dan relaxeren. De kans op scheuren aan voegbodem en voegflanken kan zo worden vermindert.

- h) Elke laag vooromhuld toeslagmateriaal door middel van langzaam gieten penetreren met bitumineus bindmiddel van de juiste temperatuur, zodat een volledige vulling wordt bereikt van het korrelskelet. Iedere laag door middel van aandrukken verdichten.

Opmerking:

Is het bindmiddel te koud, dan bestaat de kans dat het niet goed penetreert, waardoor de holle ruimte van de voegmassa te groot wordt, met als resultaat naverdichten (permanente vervorming), scheuren en lekkage.

Is het bindmiddel te heet, dan bestaat de kans dat het overmatig verouderd (door reactie met zuurstof, verdamping van de lichtere bindmiddelfractie of door desintegratie van het polymeer). Tevens kan het bindmiddel dan (overmatig) uitzakken.

Te snel gieten zal leiden tot luchtinsluiting en een onvolledig gevulde voegmassa.

- i) Tussen de lagen een wachttijd in acht nemen, zodat het bitumineus bindmiddel kan afkoelen. Een volgende laag pas aanbrengen nadat de vorige laag tot 90 °C of lager is afgekoeld. De laatste laag pas aanbrengen nadat de aangebrachte voegmassa is afgekoeld tot onder de 50 °C.
- j) De laatste laag toeslagmateriaal en bitumineus bindmiddel met lichte overhoogte aanbrengen en handmatig of met behulp van een lichte statische wals verdichten zodat een gelijk niveau met de aangrenzende asfaltverhardingen wordt verkregen. Bij het trillen mag de aangrenzende verharding niet worden geraakt.

Opmerking:

De voegovergang kan ten gevolge van de afkoeling iets hol worden. Bij voorkeur dient

daarom de voegovergang iets bol te worden aangelegd met een overhoogte van 1 mm per 50 mm voegdikte.

- k) De steenslag voor de slijtlaag dient in een molen te worden voorverwarmd tot circa 80-100°C.
- l) Het oppervlak dient direct na het verdichten en na penetreren met de steenslag te worden ingestrooid ter verkrijging van voldoende stroefheid.

Opmerking:

Het is van groot belang dat de steenslag direct na het verdichten wordt aangebracht. Als het bindmiddel te veel afkoelt heeft dat een negatief effect op de hechting van de slijtlaag.

10.4.7 Aanbrengen van kunststof voegmassa

De aanleg van het voegovergangstelsel moet bij droog weer worden uitgevoerd, tenzij maatregelen worden genomen. Deze maatregelen moeten er toe leiden dat de voegruimte niet wordt belast door regenwater.

Opmerking:

Mogelijke maatregelen zijn het toepassing van een doorwerkvoorziening (tent) in combinatie met een waterkerende dam. Bij open deklagen is het daarnaast, in verband met uit het asfalt uittredend water, alleen mogelijk om een droge voegsparing te behouden door toepassing van waterdichte overgangsbalken.

Materialen moeten worden verwerkt binnen het gebied van temperatuur of luchtvochtigheid welke is opgegeven door de leverancier.

Opmerking:

Doorgaans dient de ondergrond een minimale temperatuur van 5 °C te hebben en dient deze ten minste 3 °C hoger zijn dan de dauwpunttemperatuur. Voor de relatieve vochtigheid geldt doorgaans een maximum van 85%

Ten aanzien van de uitvoering geldt:

- a) Bij het aanbrengen van de voegmassa moet de voegruimte droog en stofvrij zijn.
- b) Het aangrenzende asfalt over een breedte van tenminste 1 meter aan weerszijden van de voegmassa afdekken ter voorkoming van vervuiling.
- c) Tussen het aanbrengen van het hechtmiddel en de voegmassa dient voldoende tijd (conform de voorschriften van de leverancier) te zitten voor het hechtmiddel om uit te fluxen.
- d) Kunststofcomponenten dienen te worden gemengd conform de voorschriften van de leverancier
- e) De vloeibare kunststof dient te zijn verwerkt binnen de door de leverancier gespecificeerde open tijd (potlife)
- f) Het kunststof op zodanige wijze aanbrengen dat luchtinsluiting wordt voorkomen en alle verankerings- en stabilisatie-elementen volledig zijn ingebed conform het ontwerp

- g) Voegmassa in overeenstemming met de productiesnelheid in passende lengte-eenheden direct op hoogte brengen afwerken en voorzien van een slijtlaag. Stortnaden als gevolg van verstrijken van de potliffe dienen voorkomen te worden.
- h) Tijdens de uithardingstijd dient het kunststof en de hechtvlakken te worden beschermd tegen vocht.

10.5 Ingebruikname

Bitumineuze voegovergangen niet voor het verkeer open stellen voordat de gehele voegmassa minimaal is afgekoeld tot 45°C.

Kunststof voegovergangen niet openstellen voor verkeer voordat de minimale verhardingstijd volgens de voorschriften van de leverancier is verstreken.

Opmerking :

Een lange afkoelperiode kan in geval van hoge eisen aan de beschikbaarheid van de weg moeilijk realiseerbaar zijn zonder additionele maatregelen als bijvoorbeeld inzetten van een tijdelijk lage brug. Verkeer kan dan met snelheidsbeperking doorgang vinden.

11 Instandhouding

11.1 Identificatie

Voegovergangen dienen ter plaatse van de schampkant/inspectiepad te worden voorzien van een markering ter identificatie van de voegovergang.

De identificatie dient duurzaam te zijn, in overeenstemming met de ontwerplevensduur van de voegovergang.

De markering bevat ten minste de volgende informatie

- Naam leverancier;
- Typecodering leverancier;
- Jaar van aanleg;
- Projectcode (zaaknummer RWS).

11.2 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"^a en is eveneens van toepassing op voegovergangen. In tabel 11.1 zijn enkele onderdelen van het B&O-plan voor voegovergangen verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 11.1: 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 IH voegovergang, kenmerk) aan: conceptnummer volgens RTD 1007-1, productnaam, leverancier
4 Gegevens en instructies t.b.v. inspectie en onderhoud	Neem op: <ul style="list-style-type: none"> - onderdeelgegevens: Beschrijving voegovergang, materialen en ontwerplevensduur

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

Onderdeel B&O-plan	Aanvulling/toelichting
	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - gedetailleerde voorschriften voor herstel van voorkomende schades en vervangen van onderdelen (bijv. vervangingsprotocol inclusief 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. Garantie inspectie opnemen. Planjaar vervanging onderdelen
6 Blanco Rapporten	N.v.t.
7 Rapporten 0-inspectie	De toestand bij ingebruikname dient fotografisch te worden vastgelegd. De meetbrief dient te worden ingevuld
8 Rapport 0-deformatiemeting	N.v.t.
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 §11.3

11.3 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", onder B01 Bruggen, is op hoofdlijnen aangegeven welke gegevens geleverd dienen te worden en waar deze opgeslagen dienen te worden. In tabel 11.2 is de inhoud van deze lijst verder aangescherpt, aangevuld of toegelicht.

Tabel 11.2: Overzicht overdrachtsgegevens voegovergangen

Informatie	Toelichting	opslagsysteem
Locatie	Hectometrering voegovergang	Kerngis
Type	conceptnummer volgens RTD 1007-1, Productnaam, leverancier voegovergang	Kerngis. DISK
Datum aanleg		Kerngis
Garantie	Objectnummer, IH onderdeel, Datum begin/einde garantie, garantieverklaring, contractnummer,	EOD
Beheer- en onderhoudsplan	Zie §11.2. B&O-plan voegovergang toevoegen als bijlage bij B&O-plan kunstwerk.	DISK, EOD
Prestatieverklaring	Zie RTD 1007-2 bijlage 2	EOD
Verificatierapport geschiktheid	Zie H7	
As Built tekeningen	As-built vastlegging van opbouw systeem inclusief eventuele aangebrachte reparatie/uitvullagen en de uitgevoerde schampkant/gootdetailering.	
Kwaliteitsplan	Zie §8.2	
Keuringsrapportage materialen	Zie §9.2	
Keuringsrapportage inbouw	Zie §9.3	

11.4 Grenswaarden voor schade en vervormingen in voegovergangstelsel

11.4.1 Scheurvorming en onthechting

Gedurende de vereiste ontwerplevensduur mag geen scheurvorming en/of onthechting optreden in het voegovergangstelsel die leidt tot verlies van functionaliteit van de voegconstructie.

Verificatiemethode:

Door middel van visuele inspectie kan de mate van scheurvorming en onthechting op wegdek niveau worden geconstateerd.

De mate van onthechting/scheurvorming dient geregistreerd te worden:

- Scheurlengte: meting lengte scheur of inschatting aan de hand van rijstrookmarkering
- Scheurwijdte: meting van de scheurwijdte middels een scheurwijdtemeter/kaart
- Scheurdiepte: meting door middel van een voelmaatje

Opmerking:

Scheurvorming/onthechting ter plaatse van de aansluiting van de voegmassa op de aangrenzende overgangsbalk of wegverharding wordt van bovenaf geïnitieerd. De mate waarin deze scheurvorming is gevorderd kan middels een voelmaatje worden vastgesteld. Scheurvorming in de voegmassa zelf wordt van onderaf geïnitieerd en kan niet middels visuele inspecties en metingen wordt vastgesteld. Dergelijke scheurvorming betekent dat direct functieverlies is opgetreden.

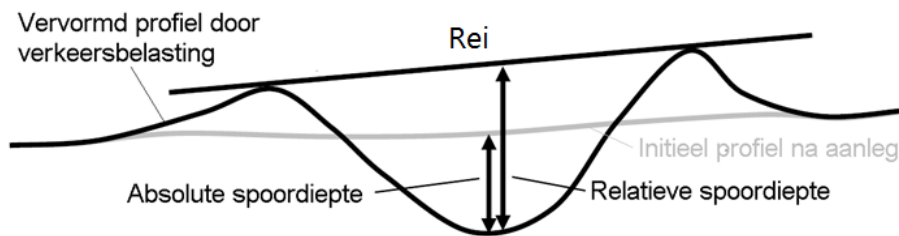
Bij verankerde flexibele voegovergangen kan scheurvorming ook geïnitieerd worden vanuit de bovenzijde van het stalen hoekprofiel. Deze scheurvorming hoeft niet altijd tot functieverlies te leiden.

11.4.2 Vlakheid (spoorvorming)

De gemeten langsonvlakheid in het voegovergangstelsel en hoogteverschillen ter plaatse van de aansluitingen met de wegverharding mag niet meer bedragen dan 5 mm.

Gaten door materiaalverlies met een oppervlak groter dan 80x80 mm en een diepte groter dan 12 mm mogen niet voorkomen.

De dwarsonvlakheid betreft de relatieve rijspoordiepte, zoals aangegeven in figuur 4.3. Deze mag gedurende de levensduur niet groter worden dan 18 mm.



Figuur 11.1: Definitie absolute en relatieve spoorvorming in de voegovergang

Verificatiemethode:

De onvlakheid wordt bepaald volgens EN 13036-8 met een rei met lengte 2000 mm. De rijspoordiepte moet bepaald worden per rijstrook tussen de lengtemarkeringen in het linker- en rechterrijspoor (R_L en R_R). Benodigde meetapparatuur:

- een aluminium rei van 2,0 m, aan beide uiteinden voorzien van een stelblokjes van 10 mm dikte;
- een meetwig met bereik 1-20 mm.

Langsonvlakheid

De aluminium rei wordt met de stelblokjes naar beneden eerst in de rijrichting symmetrisch ten opzichte van het hart van het voegovergangstelsel op het asfalt aan weerszijden van de voeg gepositioneerd. Met de meetwig wordt de hoogte tussen de rei en de voegmassa vanuit het midden van de voegmassa ten minste iedere 20 cm ingemeten. Bij de aansluiting van voegmassa naar overgangsbalk en bij de aansluiting van overgangsbalk naar de asfaltverharding dient aan beide zijden van de aansluiting gemeten te worden. De afgelezen waarden dienen met de 10 mm voorinstelling te worden gecorrigeerd.

Dwarsonvlakheid

Vervolgens wordt de rei omgedraaid (stelblokjes aan de bovenzijde) en haaks op de rijrichting gepositioneerd in het midden van de voegmassa met het midden van de rei op 1 meter uit de as van de rijstrook. Met de meetwig wordt de maximale verticale afstand tussen de rei en de voegmassa gemeten. Dit wordt herhaald aan de andere helft van de rijstrook.

Aantal bepalingen

Het aantal bepalingen moet zodanig zijn dat steeds een goed inzicht in de vlakheid wordt verkregen en moet ten minste 1 meting zoals hierboven beschreven per rijstrook bedragen. De gegevens moeten worden vastgelegd op een registratieformulier.

11.4.3 Stroefheid

De stroefheid van het voegovergangstelsel, bepaald met behulp van de Pendulum Tester volgens EN 13036-4, dient te allen tijde ten minste een PTV-waarde te hebben van 45.

Verificatiemethode:

De stroefheid wordt gemeten met de Pendulum Tester) volgens NEN-EN 13036-4, waarbij gebruik wordt gemaakt van slider nummer 57 en het meetrubber met een breedte van 76,2 mm.

De stroefheid moet op ten minste drie plaatsen worden gemeten, welke visueel worden geselecteerd als mogelijk het meest kritisch. Alle gemeten locaties moeten voldoen aan de gestelde eis.

11.5 Inspectie en onderhoud

De flexibele voegovergang dient periodiek geïnspecteerd te worden conform CROW/SBRCUR-aanbeveling 117, Handboek inspectie voegovergangen. In eerste instantie kan volstaan worden met een categorie A1 visuele inspectie (schouw). Bij twijfel over de aard of ernst van een geconstateerde schade dient zo nodig een toestandinspectie B2 te worden uitgevoerd. De inspectie dient bij voorkeur in het voorjaar te worden uitgevoerd.

De ernst van schade aan het voegovergangssysteem wordt ingedeeld in ernstklassen:

- **Klasse I:** Normaal gebruiksniveau
Geen of normale acceptabele slijtageschade waarbij geen interventie noodzakelijk is. Deze klasse wordt gehanteerd in garantiebepalingen
- **Klasse II:** Interventieniveau voor onderhoud
Schade waarbij interventie in de vorm van klein correctief onderhoud op korte termijn (binnen circa 1 jaar) noodzakelijk is voor behoud van functie, levensduur en/of veiligheid van de constructie.
- **Klasse III:** Interventieniveau voor vervanging/groot onderhoud.
Ernstige schade waarbij spoedige interventie noodzakelijk is. Geheel of gedeeltelijke vervanging van de constructie of onderdelen daarvan is noodzakelijk.

Schade aan een nieuw voegovergangssysteem dient tijdens de garantieperiode beperkt te blijven tot klasse I volgens tabel 11.3. Na de garantieperiode dient schade aan het voegovergangssysteem beperkt te blijven tot klasse II volgens tabel 11.3

Onderhoud dient conform het beheer- en onderhoudsplan van de leverancier plaats te vinden.

Tabel 11.3 Indeling ernstklassen flexibele voegovergangen

Schade	I	II	III
Scheuren in voegovergang of onthechting op de flanken. (scheurwijdte en diepte scheur vast te stellen met een voelmaat)	Geen scheuren of onthechting	Lokale onthechting op de flanken zonder lekkage en diepte < 20mm	Onthechting over de hoogte van de voegmassa of scheurvorming in de voegmassa in combinatie met lekkage
Afname stroefheid door materiaalverlies slijtlaag. - EN13036-4 SRT	SRT > 55	45 < SRT < 55	SRT < 45
Dwarsonvlakheid (Spoorvorming) conform EN 13036-8	≤12mm	12-18mm	>18mm
Langsonvlakheid	≤3 mm	3-5mm	≥5mm
Gaten door materiaal verlies	Geen	Oppervlakte gaten < 80x80mm en diepte <12mm	Gaten groter dan 80x80mm en/of diepte >12mm

Einde RTD 1007-4

RTD 1007-4 Flexibele voegovergangsconstructies

Nummer:	1326
Versienummer standaard:	2.0
Versienummer document:	2.0
Status:	In beheer
Type:	Handreiking
Inhoudelijk beheerder:	Frank van Beek
Verantwoordelijke afdeling:	Afd. Betonnen Bruggen en Viaducten
Netwerken:	Hoofdwegennet
Rollen:	Technisch Manager
Fase:	Realisatie, Onderhoud
Proceseigenaar:	Proceseigenaar Aanleg en Onderhoud
Link om te reageren:	Link