

6.2-437 (1)

IRRD

Bitumineuze Voegovergangen

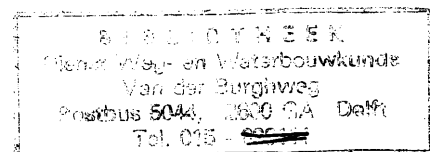
Richtlijnen voor ontwerp en
uitvoering

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

januari 1994



2518363/364

- 5 APR. 1995

De Rijkswaterstaat en degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, hebben de in deze publikatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publikatie voorkomen. Het Rijk sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

Voorwoord

Waarom deze richtlijnen?

Tot voor kort heeft het bijgebruik van bitumineuze voegovergangen ontbroken aan gedetailleerde richtlijnen voor ontwerpers en uitvoerders. In deze publikatie wordt aanwezige informatie daarover geordend en gepresenteerd ten behoeve van technici die op enigerlei wijze zijn betrokken bij ontwerp en/of aanleg van bitumineuze voegovergangen.

Algemeen

Kunstwerken zijn voorzien van zogenaamde dilatatievoegen om uitzetting en krimp van het brugdek door temperatuurveranderingen op te vangen (zie foto 1). Om het kunstwerk tegen wateraantasting te beschermen, om indringing van vuil in de voeg te verhinderen en om hinder voor het verkeer te voorkomen, worden deze voegen met zogenaamde voegovergangen afgedicht. Deze voegovergangen vereisen speciale aandacht omdat ze bij onzorgvuldig ontwerp of door onzorgvuldige aanleg overlast kunnen veroorzaken voor verkeer (onvlakheid) en omwonenden (geluid).

Metalen voegovergangen en overgangen van kunsthars bestaan al vele jaren, maar de zogenaamde bitumineuze voegovergang heeft pas enkele jaren geleden zijn intrede gedaan. Voor deze laatste soort voegovergang blijkt er behoefte te bestaan aan duidelijke richtlijnen voor het ontwerp en de uitvoering.



Foto 1 Een dilatatievoeg.

Probleemstelling

Niet alle ervaringen met de bitumineuze voegovergang zijn gunstig geweest. In een aantal gevallen is schade ontstaan door onvoldoende kennis over of verkeerd gebruik van deze nieuwe voegovergang. Ook waren een aantal schadegevallen te wijten aan zaken die niet de voegovergang zelf of de daarin verwerkte materialen, maar de betonnen ondergrond of reparaties daaraan betroffen.

Leden van de werkgroep:

<i>A. Baks</i>	<i>Voorheen werkzaam bij R. W.S. - Dir. Z.H.*</i>
<i>L.J.M. Dohmen (vz)</i>	<i>R. W.S. - D.W.W.</i>
<i>A. de Graaf</i>	<i>Bouwdienst - R. W.S.</i>
<i>P.A. Ivens</i>	<i>R. W.S. - D.W.W.</i>
<i>A.J. Pijnenborgh</i>	<i>Bouwdienst - R. W.S.</i>
<i>J.W.M.A. Remmel</i>	<i>Bouwdienst - R. W.S.</i>
<i>H.A. Verburg</i>	<i>R. W.S. - D.W.W.</i>

** Thans werkzaam bij Architecten- en Ingenieurs-
bureau De Weger*

Naar aanleiding van deze schadegevallen is binnen Rijkswaterstaat een werkgroep voor onderzoek van voegovergangsconstructies ingesteld. Deze werkgroep heeft informatie verzameld door onderzoek en evaluatie van bestaande bitumineuze voegovergangen en door raadpleging van onderzoeksgegevens van producenten. In deze publikatie zijn de bevindingen van de werkgroep verwerkt tot richtlijnen voor ontwerp en uitvoering.

De bevindingen van de werkgroep vormen een belangrijke stap op weg naar meer inzicht in de werking van bitumineuze voegovergangen. Met de richtlijnen wil de werkgroep een bijdrage leveren aan het verantwoord toepassen van bitumineuze voegovergangen. Reacties op deze richtlijnen en/of informatie over ervaringen met toepassing van bitumineuze voegovergangen worden door de werkgroep zeer op prijs gesteld. U kunt zich wenden tot een van de contactpersonen van de werkgroep:

Dhr. P.A. Ivens
Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Hoofdafdeling Materialen
Postbus 5044
2600 GA Delft
Tel: 015 - 69 92 74

Dhr. A. J. Pijnenborgh
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Hoofdafdeling Droge Infrastructuur
Postbus 10028
5000 JA Tilburg
Tel: 013 - 32 25 26 / 32 25 80

Inhoud

1. inleiding	7
2. Richtlijnen voor het Ontwerp	9
Afmetingen	9
Hellingspercentage	10
Voegbewegingen	11
Kniisingshoek	13
Krachten op de onderbouw	13
Schampkant	14
Gootconstructie	15
Specificaties	15
Richtlijnen voor het Ontwerp: een samenvatting	16
3. Richtlijnen voor de Uitvoering	17
Werkomstandigheden	17
Zaagsnede	17
Conditie van de hechtvlakken	17
Reparatie betonnen ondergrond	17
De rugvulling in de dilatatievoeg	18
De hechtvlakken	18
De afdichting van de dilatatievoeg	19
Het verwerken van het mineraalaggregaat	19
Het penetreren van het aggregaat	20
De laatste laag	20
Aanleghoogte	21
Het instrooi materiaal	21
RVS-plaat in de schampkant?	21
Garantie-eis	21
Richtlijnen voor de Uitvoering: een samenvatting	22
Bijlage 1: Rekenvoorbeeld	23
Bijlage 2: De stappen in het aanlegproces	28
Bijlage 3: Tekening van de bitumineuze voegovergang ter plekke van het eindsteunpunt	
Bijlage 4: Resultaatsverplichtingen en technische bepalingen voor bitumineuze voegovergangen uit het RAW-bestek	

Bijlagen 3 en 4 bevinden zich los in de insteekmap van de achteromslag.



Foto 2 Schade aan een bitumineuze voegovergang: zichtbaar is het loslaten van de voeg en het afrekenen van de afdichtingsplaat.

1 Inleiding

Wat zijn bitumineuze voegovergangen?

Bitumineuze voegovergangen zijn voegovergangen samengesteld uit een bepaalde verhouding gemodificeerde bitumen en steen. In tegenstelling tot andere voegovergangen (van metaal, kunst-hars, enz.) waarbij voegprofielen worden toegepast, **is** bij bitumineuze voegovergangen vrijwel de volledige breedte beschikbaar om de opgelegde voegbewegingen op te nemen.

Geluidsoverlast

Direct omwonenden ervaren het geluid dat het verkeer veroorzaakt bij het passeren van een voeg als meer hinderlijk dan het geluid veroorzaakt door het verkeer zelf. In de rekenmethode ter bepaling van de geluidbelasting wordt, zowel nu als na herziening van de methode (vermoedelijk in 1995), de aanwezigheid van een voegovergang niet meegenomen. Dit komt doordat in de Wet Geluidhinder de geluidbelasting wordt uitgedrukt in het zogenaamde equivalente geluidniveau (LAeq,etm.), een gemiddeld geluidniveau waarin pulsgeluiden niet zijn terug te vinden.

Het staat vast dat bitumineuze voegovergangen minder storend zijn dan (veel) andere voegovergangen. Daarom verdient het aanbeveling om in situaties waar zich in de directe nabijheid van de voegovergangwoningen bevinden en het technisch mogelijk **is**, in principe te kiezen voor de bitumineuze voegovergang. In overige situaties moet er bij de keuze van het type voegovergang rekening mee worden gehouden dat de bitumineuze voegovergang hogere onderhoudskosten met zich mee zal brengen die afhankelijk zijn van de, nu nog onbekende, levensduur.

Bitumineuze voegovergangen: voordelen

Bitumineuze voegovergangen hebben het voordeel dat het verkeer bij het passeren van de dilatatievoeg minder geluidsoverlast veroorzaakt (zie kantlijntekst). Het passeren van een voeg veroorzaakt een puls-geluid, dat toeneemt naarmate de voegovergang slechter aansluit aan het wegdek. Bitumineuze voegovergangen sluiten ook na jaren nog uitstekend aan op het wegdek en zijn akoestisch gezien dus in het voordeel. Dit voordeel neemt toe naarmate de dilatatievoeg groter is. Bovendien zijn bitumineuze voegovergangen door de goede aansluiting ook minder gevoelig voor schade veroorzaakt door passerend verkeer en minder voelbaar voor de weggebruiker. Daarnaast hebben bitumineuze voegovergangen nog de volgende voordelen:

- Ze zijn in korte tijd aan te leggen en te repareren. Dit is met name een voordeel bij reconstructies.
- Ze zijn relatief eenvoudig te onderhouden en het onderhoud kan binnen korte tijd worden uitgevoerd.
- Ze kunnen met het wegdek gefreesd worden (max. 50 mm). Op-hoging na freezezen is geen bezwaar (een enkele dag een te dunne voeg is acceptabel).

Bitumineuze voegovergangen: nadelen

De ervaringen met bitumineuze voegovergangen zijn tot nu toe niet altijd positief (zie foto 2). De oorzaken daarvan zijn terug te voeren tot onvoldoende kennis over de invloed van de temperatuur, de reksnelheid, het type bindmiddel, de afmetingen van de voeg, het al dan niet gebruiken van een anti-hechtslab en de afmetingen van de anti-hechtslab (zie kadertekst "Nog ontbrekende kennis", p. 8). Ook is er tot nu toe onvoldoende onderzoek gedaan naar de toelaatbare verticale beweging in de voeg. Een ander nadeel is dat ervaringen ten aanzien van het gedrag op lange termijn ontbreken. De grootschalige toepassing van deze voegovergangen is pas de laatste jaren begonnen, waardoor er onvoldoende informatie is over de levensduur van de bitumineuze voegovergang.

De keuze voor de juiste voegovergang

Bij nieuwbouw of vervanging van een voegovergang moet een keuze worden gemaakt uit de alternatieven door beoordeling van een aantal criteria, zoals prijs, esthetica, rijcomfort, onderhoudsgevoeligheid, de aard van de aanliggende deklagen en de geluidshinder. Zo zal in een gebied met nauwelijks aanliggende bebouwing een goed aangebrach-

Open bitumineuze voegovergangen

Wanneer bij het aanliggende wegdek ZOAB is toegepast, kan ook in de voegovergang een open top laag worden aangebracht om overtollig water af te voeren. De tot dusver opgedane ervaringen met deze zogenaamde open bitumineuze voegovergangen zijn echter pover. Toepassing ervan anders dan experimenteel wordt ontraden zolang de ervaringen pover blijven.

te kunstharsovergang in het voordeel zijn ten opzichte van de bitumineuze voegovergang. Van de kunstharsovergang is namelijk bekend dat deze gedurende vele jaren praktisch onderhoudsvrij functioneert, terwijl over de levensduur van de bitumineuze voegovergang nog geen zekerheid bestaat. Een ander keuzemoment ontstaat wanneer een kunstharsovergang eventueel gehandhaafd kan blijven en de slijtlaag van het kunstwerk moet worden vervangen. Een goede aansluiting van de slijtlaag op de voegovergang is dan niet te realiseren en de voegovergang wordt meer voelbaar. In een dergelijke situatie moet de resterende levensduur van de voegovergang worden afgewogen tegen de voordelen van vervanging door een bitumineuze voegovergang. Voor een goede afweging is echter wel meer kennis nodig over (de levensduur van) bitumineuze voegovergangen.

Een zorgvuldige afweging

Op dit moment bestaat er nog geen volledig inzicht in de invloed die bepaalde externe factoren op de bitumineuze voegovergang kunnen uitoefenen. Daarnaast is er onzekerheid over de wijze waarop de bitumineuze voegovergang zich op de lange termijn gedraagt. Bij de keuze voor een bepaald type voegovergang dient dan ook zorgvuldig te worden afgewogen of de voordelen die de bitumineuze voegovergang biedt, opwegen tegen de nadelen van onvoldoende kennis en ervaring. Indien voor de bitumineuze voegovergang wordt gekozen, is het noodzakelijk de richtlijnen voor ontwerp en uitvoering die hier worden gepresenteerd zo zorgvuldig mogelijk te hanteren. Wordt bovendien bij de uitvoering gebruik gemaakt van een hoogwaardig kwaliteitsbewakingssysteem, dan neemt het risico op het ontstaan van problemen aanzienlijk af.

Nog ontbrekende kennis

Met betrekking tot de **constructie** van bitumineuze voegovergangen is geen of onvoldoende kennis beschikbaar over:

- De uiteindelijke levensduur van de voegovergang.
- De optimale breedte/dikte verhouding en de grenzen die voor deze verhouding gehanteerd moeten worden (zie p. 10).
- De toelaatbare voegbewegingen, ook rekening houdend met het vermoeiingsaspect. Met name over de toelaatbare verticale en gecombineerde voegbewegingen is nog weinig bekend (zie p. 11-12).
- De frequenties van de verschillende voegbewegingen en de optredende reksnelheden, dit met het oog op materiaalonderzoek, onder andere naar vermoeiingseigenschappen.
- De minimale kruisingshoek waaronder een voegovergang kan worden toegepast (zie p. 13).
- De krachten op de frontwand (zie p. 13).

Met betrekking tot **materiaalgebruik** bij bitumineuze voegovergangen is geen of onvoldoende kennis voorhanden over:

- Het meest geschikte type bindmiddel (er worden meerdere typen gemodificeerde bitumen toegepast als bindmiddel voor bitumineuze voegovergangen).
- De proeven die het meest in aanmerking komen om (nieuwe) typen bindmiddelen op hun geschiktheid te beoordelen en, daaraan gekoppeld, de eisen die daarbij gesteld moeten worden.

2

Richtlijnen voor het Ontwerp

Ter verduidelijking van dit hoofdstuk is in de insteekmap van de achteromslag een tekening van een bitumineuze voegovergang ter plekke van het eindsteunpunt opgenomen (Bijlage 3).

** In Figuur 1 (p. 10) wordt een dwarsdoorsnede over het landhoofd weergegeven waarin ook de stootplaat en de frontwand worden aangeduid.*

Afmetingen

Breedte

Geadviseerd wordt geen bitumineuze voegovergangen aan te leggen die breder zijn dan 500 mm of smaller dan 300 mm.

Bredere voegovergangen

Hoewel de meeste aannemers niet verder gaan dan 500 mm, mag de breedte in uitzonderingsgevallen 750 mm bedragen. Er zijn enkele gunstige ervaringen opgedaan met voegovergangen van 750 mm breed waarbij deze gehele breedte benut wordt voor het opnemen van de voegbewegingen (de dilataties).

Ook bij reconstructies kan het praktisch zijn bredere voegovergangen toe te passen. De grotere breedte wordt dan niet benut voor het opvangen van de voegbeweging, maar om te voorkomen dat smalle reepjes asfalt naast de voegovergang moeten worden aangebracht.

Zettingen

Wanneer nog aanzienlijke zettingen van de stootplaten/-vloeren* worden verwacht, is het zinvol de voegovergang op het landhoofd uit te breiden tot 100 mm voorbij de achterzijde van de frontwand. Deze extra breedte kan echter niet tot de "werkende" breedte worden gerekend (de breedte die meegerekend mag worden als de breedte die beschikbaar is voor het opvangen van de voegbeweging). Bij het bepalen van de toelaatbare voegbeweging moet in dergelijke gevallen dan ook worden uitgegaan van een werkende breedte van twee maal de kleinste afstand van het hart van de voeg tot de zijkant van de voegovergang.

Eventuele problemen met garanties ten gevolge van de, over het algemeen, uiterst langzaam verlopende zetting, zijn te voorkomen door in het bestek (in geval van het RAW-bestek, hoofdstuk 2-2) het volgende toe te voegen: "De opneembare horizontale bewegingen ten gevolge van het zetten van de stootplaten/-vloeren dient ... mm te zijn".

Dikte

Geadviseerd wordt geen bitumineuze voegovergangen aan te leggen die dikker zijn dan 100 mm of dunner dan 50 mm.

Dikte/Breedte verhouding

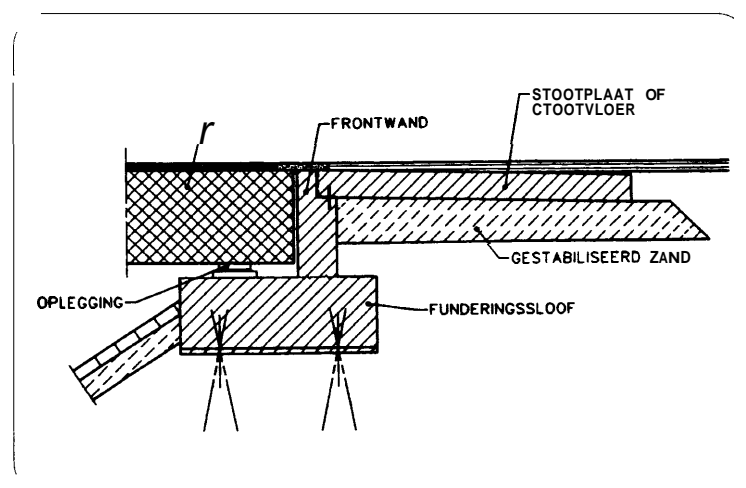
in het algemeen geldt: hoe dikker de voeg, des te meer beweging deze kan opvangen. Echter, bij elke afweging over breedte en dikte moet zorgvuldig de verhouding tussen deze twee in het oog worden gehouden. Als de dikte/breedte verhouding onjuist is, kan er scheurvorming optreden.

Wanneer de voegovergang bij het overlagen van de wegverharding moet worden opgehoogd, kan de dikte boven de 100 mm komen. Deze extra dikte kan echter worden opgevangen door bij de reconstructie, na het verwijderen van de oude voegovergang, eerst krimparm materiaal aan te brengen. Daarna kan de nieuwe voegovergang worden aangelegd.

Helings

Er wordt geen nieuwe voegovergang aangelegd met een hellingspercentage van meer dan 4%. Op bepaalde plaatsen in de voegovergang kan echter voor een overschrijding van het geadviseerde percentage worden gekozen (bijvoorbeeld in de schilpkant). Deze overschrijding is dan deels gelijk aan het toegepaste product.

De advieswaarden voor afmetingen en hellingspercentage mogen slechts op basis van voldoende ervaringsfeiten worden verruimd.



Figuur 1 Dwarsdoorsnede over het landhoofd. Aangegeven is ook een stootplaat of stootvloer die vaak wordt aangebracht om sterke verzakking van het wegdek bij de voegovergang te voorkomen.

indicatie toelaatbare voegbewegingen

afmeting (voorbeelden)	Hor.	Vert.
300 x 50	+/-5	+/-0,8
300 x 100	+/-7	+/-0,9
500 x 50	+/-8	+/-0,9
500 x 100	+/-15	+/-1,2
750 x 100	+/-25	+/-1,5

Temperatuurstraject en temperatuursgradiënt

Het temperatuurstraject waarmee rekening moet worden gehouden bij de horizontale voegbeweging is 50°C (+ en -25° ten opzichte van de neutrale stand, bij $10^{\circ}\text{C} = 283\text{K}$).

Bovendien moet rekening worden gehouden met de temperatuursgradiënt, het (lineair aangenomen) temperatuurverloop tussen boven- en onderzijde van de constructie. Hiervoor wordt uitgegaan van twee situaties, namelijk:

- A het beton is aan de bovenzijde 10°C (10K) warmer dan aan de onderzijde;
- B het beton is aan de bovenzijde 5°C (5K) kouder dan aan de onderzijde.

Afhankelijk van de hoogte van het brugdek veroorzaakt de temperatuursgradiënt een dilatatieverandering van (meestal) maximaal 1 mm. Dit is praktisch alleen van belang voor de verticale voegbeweging.

Opmerking:

Tot nu toe wordt de maximale toegestane horizontale voegbeweging gerelateerd aan de uitzetting over het totale temperatuurstraject. Vermoedelijk is de maximale voegbeweging per 24 uur echter bepalend voor de duurzaamheid van de voegovergang.

in de kantlijn Δl van bewegingen Δl Δl verschil lende Δl . De ervaring met Δl is het grootst bij de voegovergang van 500 x 100 mm. De gegevens bij de overige Δl zijn niet gebaseerd op een ruime Δl of testgegevens en dienen met de nodige Δl te worden ge-

Horizontale voegbeweging

Door temperatuurswisselingen krimpt het kunstwerk of zet het uit. Hierdoor ontstaan horizontale bewegingen in de voegovergang.

Geadviseerd wordt bitumineuze voegovergangen niet toe te passen bij horizontale voegbewegingen van meer dan $2 \times 15 = 30$ mm (+ en -15 levert $2 \times 15 = 30$ mm).

De maximaal op te nemen horizontale voegbeweging moet in de werkbeschrijving van het bestek vermeld worden.

Opmerkingen:

- De meeste leveranciers gaan niet verder dan een maximale horizontale voegbeweging van 30 mm.
- Er zijn gunstige, maar beperkte ervaringen met bitumineuze voegovergangen die een voegbeweging van 30 tot 50 mm moeten kunnen ondergaan. In uitzonderlijke gevallen kan voor een maximum van 50 mm worden gekozen waarbij een constructiebreedte van 750 mm en een constante dikte van 100 mm wordt toegepast.
- Toepassing van een bitumineuze voegovergang bij voegbewegingen groter dan 50 mm zal niet worden overwogen totdat meer positieve ervaringen zijn opgedaan met kleinere voegbewegingen.

Bepalen van de maximale lengte van het brugdek

De maximaal toegestane horizontale voegbeweging kan worden gebruikt om de maximale lengte van het brugdek te bepalen waarbij nog een bitumineuze voegovergang kan worden toegepast. Hieronder wordt een rekenvoorbeeld gegeven voor een maximaal toegestane horizontale voegbeweging van 30 mm, behorend bij een voegovergangsbreedte van 500 mm. Er wordt van uitgegaan dat krimp en kruip al volledig zijn opgetreden.

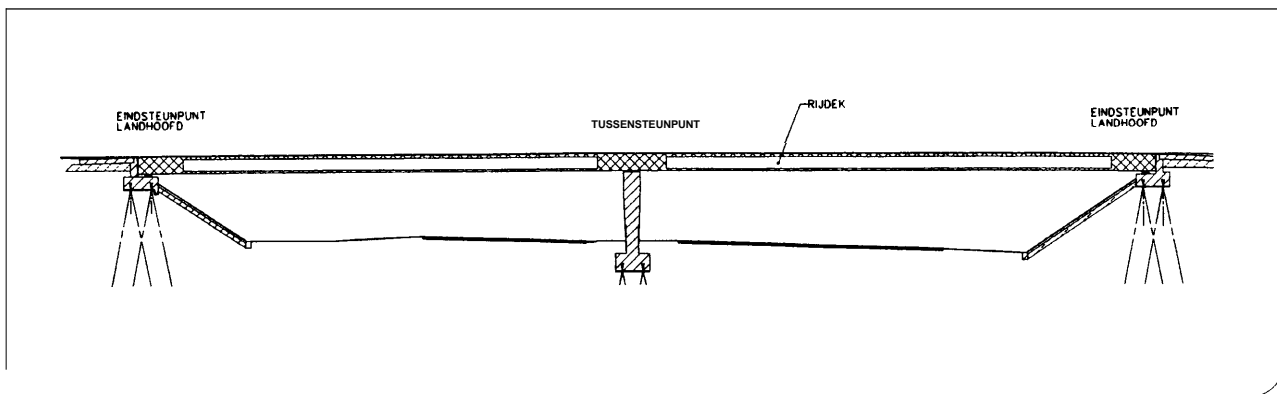
De maximaal toegestane horizontale voegbeweging wordt gelijkgesteld aan de verlenging Δl van het brugdek als gevolg van de uitzetting over het totale gekozen temperatuurstraject (50°C , uitzettingscoëfficiënt is $12 \times 10^{-6}/\text{K}$):

$30 = \Delta l = 12 \times 10^{-6} \times 50 \times l$, waarbij l = de lengte die van invloed is op de horizontale voegbeweging

Hieruit volgt: $l = 50.000$ mm.

in dit rekenvoorbeeld mag in bestaande situaties (reconstructies) de maximale lengte van het brugdek van het landhoofd tot aan het vaste punt 50 m bedragen. Bij een symmetrische constructie met het (fictieve) vaste punt in het midden bedraagt de brugdek lengte van landhoofd naar landhoofd dus maximaal $2 \times 50 = 100$ m (zie figuur 2). Is de brugdek lengte groter, dan zal de maximaal toegestane horizontale voegbeweging van 30 mm worden overschreden.

Bij nieuwbouw dient de nog op te treden krimp en kruip eveneens meegerekend te worden.



Figuur 2 Een brugdek van landhoofd naar landhoofd met het vaste punt in het midden.

Verticale voegbeweging

Wanneer door het passerend verkeer de oplegging ingedrukt wordt ontstaat een verticale beweging in de voegovergang van het brugdek. Anders dan bij de horizontale voegbeweging gaat het hier om een voegbeweging die in een kort tijdsbestek plaatsvindt.

Geadviseerd wordt bitumineuze voegovergangen niet toe te passen bij verticale voegbewegingen van meer dan $2 \times 1,2 = 2,4$ mm

De maximaal op te nemen verticale voegbeweging moet in de werkbekrijving van het bestek vermeld worden.

Rotatie

Wanneer het eindveld bereden wordt, vindt er een rotatie ter plaatse van de oplegging plaats met als gevolg een opbuiging van het dek in de: het "kwispelen". Rotatie veroorzaakt zowel een horizontale als een verticale voegbeweging.

De horizontale en verticale beweging als gevolg van rotatie zijn inbegrepen bij de waarden voor de maximaal opneembare voegbewegingen.

Opmerking:

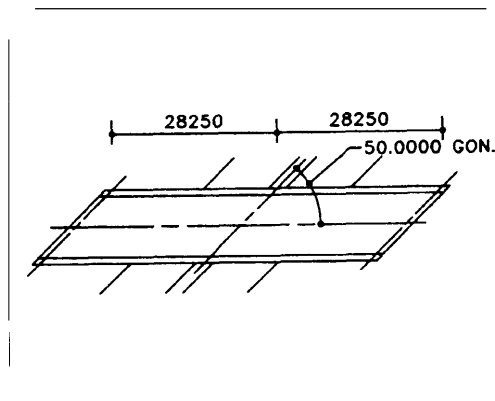
De horizontale en verticale voegbewegingen ten gevolge van de rotatie zijn te berekenen. Eventueel kan een indicatie van de voegbeweging bij een bestaande constructie verkregen worden door in het werk te meten.

In bijlage I wordt een rekenvoorbeeld gegeven voor alle optredende horizontale en verticale verplaatsingen.

Kruisingshoek

De kruisingshoek is de hoek waaronder de voeg de as van de weg kruist. informatie over de minimale kruisingshoek waaronder een voegovergang kan worden toegepast, ontbreekt. De optredende verplaatsing dient gesplitst te worden in één verplaatsing loodrecht op en één verplaatsing evenwijdig aan de voeg. De voegovergang kan de loodrechte verplaatsing gemakkelijker opvangen dan de verplaatsing evenwijdig aan de voeg.

Geadviseerd wordt geen voegovergangen aan te leggen onder een kruisingshoek van minder dan 50 gon (45 booggraden). De maximaal toelaatbare horizontale voegbeweging evenwijdig aan de voeg is 40% van de toelaatbare horizontale voegbeweging loodrecht op de voeg, met een maximum van 12 mm.



Figuur 3 Een kruisingshoek

Rekenvoorbeeld

Ook voor deze situatie kan worden uitgerekend wat de maximale brugdek lengte mag bedragen. Uitgangspunt hierbij zijn de gegevens gebruikt in het rekenvoorbeeld onder "Horizontale voegbeweging" (zie p. 11), maar nu met een kruisingshoek van 50 gon.

Bij een voegovergangsbreedte van 500 mm is de maximale voegbeweging evenwijdig aan de voeg 12 mm. Bij een kruisingshoek van 50 gon mag de voegbeweging in de asrichting van de weg $\sqrt{2}$ maal zo groot zijn. Deze voegbeweging wordt gelijk gesteld aan de uitzetting Δl over het totale gekozen temperatuurtraject:

$$12 \times \sqrt{2} = \Delta l = 12 \times 10^{-6} \times 50 \times l.$$

Hieruit volgt: $l = 28.250$ mm. Bij de symmetrische constructie met het (fictieve) vaste punt in het midden, bedraagt de maximale brugdek lengte van landhoofd naar landhoofd dus $2 \times 28,25 = 56,50$ m.

Krachten op de onderbouw

Bij het berijden van het dek treden ten gevolge van rotatie van het dekeinde horizontale voegbewegingen op waardoor horizontale krachten op de frontwand ontstaan. Ook remkrachten zullen bij toepassing van bitumineuze voegen een kracht op de frontwand veroorzaken. Daarbij komt dat naarmate de dikte van de voeg toeneemt, ook de kracht op de frontwand toeneemt.

De omvang van deze krachten is nog grotendeels onbekend. Bij lagere temperaturen neemt de stijfheid van de voeg toe en zijn behoorlijke belastingen aannemelijk. Anderzijds heeft een brugdek op rubbers een hoog incasseringsvermogen en zal in beweging komen, waardoor de kracht in de voeg wordt beperkt. Verondersteld wordt dat de grootste problemen te verwachten zijn bij een brugdek op stalen opleggingen met een groot overstek (afstand hart oplegging - einde brugdek).

ant

Om een waterdichte voeg te krijgen, zal de bitumineuze voegovergang in de schampkant doorgezet moeten worden.

Opmerkingen:

- Als ervoor gekozen is de voegovergang door te trekken tot voorbij de achterzijde van de frontwand, dan hoeft de eventuele extra breedte van de voegovergang niet in de schampkant doorgezet te worden. De breedte van de voegovergang in wegtracé en schampkant wordt dan ongelijk. De voegovergangsdikte in de schampkant moet echter altijd gelijk zijn aan die in het wegprofiel, anders kan de voegovergang scheuren en/of loslaten en water gaan doorlaten.
- Als het te gebruiken voegmateriaal de neiging heeft om aan de voorkant van de schampkant te veel uit te zakken, moet een RVS-plaat worden aangebracht (zie foto 3). In de schampkant moeten daarom schroefhulzen worden ingestort om bevestiging van deze RVS-plaat mogelijk te maken.

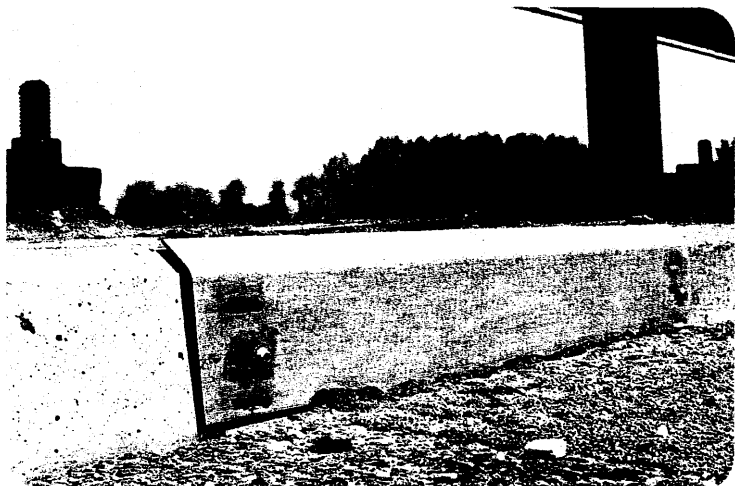


Foto 3 De RVS-plaat in de schampkant. Voor de schampkant zie fig. 4 (p. 15).

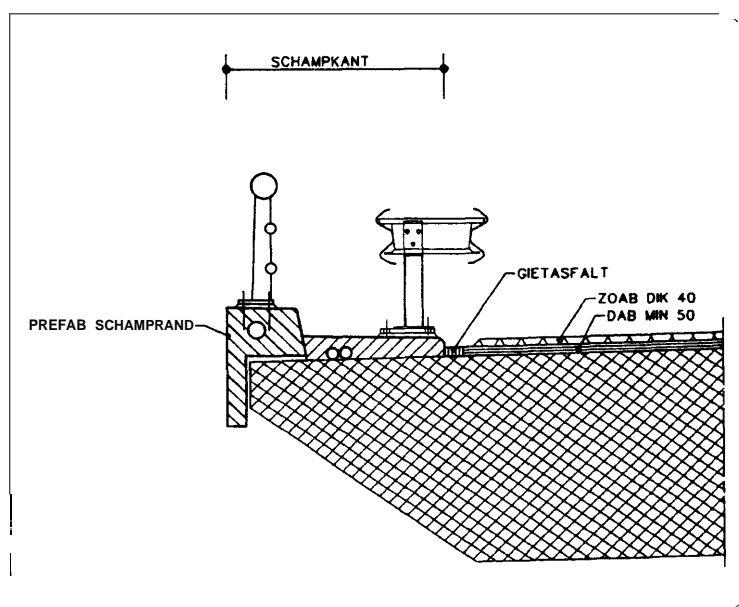
Gootconstructie

Bij ZOAB als toplaag zit op een kunstwerk aan de lage zijde langs de schampkant een goot om het water uit het **ZOAB** af te voeren (zie figuur 4). Deze goot moet ook in de bitumineuze voegovergang gemaakt worden om het water van het kunstwerk af te voeren.

De voegovergang in de goot mag echter niet dunner worden dan in de rest van de doorsnede, omdat hij dan zou kunnen scheuren en/of loslaten op een plaats waar de waterdichtheid het belangrijkste is. Bij nieuwbouw kan hiermee in het ontwerp rekening gehouden worden door een verlaging in frontmuur en brugdek te maken op de plaats van de goot (zie ook de doorsneden A - A en E in bijlage 3).

Specificaties

Geadviseerd wordt op tekeningen en in het bestek geen specificaties te geven van zaken die de uitvoering betreffen (de metalen delen, de anti-hechtslab, enz.). Deze worden door de aannemer vastgesteld.



Figuur 4 De schampkantconstructie. Aangegeven is ook de gootconstructie die bij gebruik van ZOAB moet worden aangebracht.

Richtlijnen voor het Ontwerp: een samenvatting

Afmetingen voegovergang	Breedte Maximaal 500 mm (750 mm) Minimaal 300 mm	Dikte Maximaal 100 mm Minimaal 50 mm
Hellingspercentage	Maximaal 4%.	
Indicatie toelaatbare voegbewegingen	afmeting (voorbeelden)	Hor.
	300 x 50	+/-5
	300 x 100	+/-7
	500 x 50	+/-8
	500 x 100	+/-15
	750 x 100	+/-25
		Vert.
		+/-0,8
		+/-0,9
		+/-0,9
		+/-1,2
		+/-1,5
	<i>N.B. Alle waarden in mm. Voorbeelden zijn louter indicatief.</i>	
Max. toelaatbare voegbewegingen	Horizontaal Maximaal $2 \times 15 = 30$ mm (bij 750 mm breedte: $2 \times 25 = 50$ mm)	Verticaal Maximaal $2 \times 1,2 = 2,4$ mm (bij 750 mm breedte: $2 \times 1,5 = 3,0$ mm)
	Deze getallen zijn inclusief de bewegingen als gevolg van rotatie.	
Maximale brugdek lengte	Uit de maximaal toegestane horizontale voegbeweging kan de maximale brugdek lengte worden berekend waarbij nog een bitumineuze voegovergang kan worden toegepast. T.g.v. 50° C temperatuurtraject, volledig opgetreden krimp en kruip, maximaal toegestane voegbeweging 30 mm (bij een voegovergangsbreedte van 500 mm): $30 = \Delta l = 12 \times 10^{-6} \times 50 \times l$ Hieruit volgt $l = 50000$ mm. (l = lengte van invloed op de horizontale voegbeweging) Bij een symmetrische constructie met het (fictieve) vaste punt in het midden bedraagt de brugdek lengte van landhoofd tot landhoofd dus maximaal $2 \times 50 = 100$ m.	
Zetting van de stootplaat	Wanneer aanzienlijke zetting van de stootplaat wordt verwacht, moet de voeg worden uitgebreid tot 100 mm voorbij de achterzijde van de frontwand.	
Kruisingshoek	50 gon of groter. De toelaatbare horizontale voegbeweging evenwijdig aan de voeg is 40% van de toelaatbare horizontale voegbeweging loodrecht op de voeg met een maximum van 12 mm.	
Krachten op onderbouw	Op dit moment zijn nauwelijks gegevens bekend over krachten op de onderbouw.	
Schamkant	De bitumineuze voegovergang moet in de schamkant worden doorgezet om de waterdichtheid te handhaven.	
Gootconstructie	Bij een ZOAB deklaag dient ook in bitumineuze voegovergangen een gootconstructie te worden aangebracht om overtollig water af te voeren. De dikte van de voeg moet gehandhaafd blijven.	
Specificaties	Specificaties van zaken die de uitvoering betreffen worden door de aannemer vastgesteld.	

3 Richtlijnen voor de Uitvoering

Onderhoudsgevoeligheid en levensduur van de bitumineuze voegovergang zijn in zeer sterke mate afhankelijk van de nauwkeurigheid die wordt betracht bij de aanleg. Uitvoerders wordt nadrukkelijk geadviseerd de hier gegeven richtlijnen op te volgen.



Foto 4 Reparatie van het beton.

Werkomstandigheden

Omdat de voegovergang een klein onderdeel is in het hele bouwproces en de aannemer met werkbare dagen en tijdstermijnen geconfronteerd wordt, zal het niet makkelijk zijn om de meest gunstige periode voor aanleg te kiezen. De voorkeur gaat uit naar een periode waarin de dilatatievoeg een "neutraal" punt in zijn bewegingspatroon inneemt, namelijk bij een brugdektemperatuur van 10° C. Op dat moment is het brugdek in zijn gemiddelde stand. De ondergrondtemperatuur dient minimaal 5° C te bedragen.

Zaagsnede

De zaagsnede voor het uitbreken van het asfalt moet met een smetlijn aangegeven worden.

Kleine oneffenheden, afbrokkelingen en dergelijke moeten bij het napenetreren vol worden gegoten met gemodificeerde bitumen van het te gebruiken mengsel om een goede aansluiting te verkrijgen.

Conditie van de hechtvlakken

De hechtvlakken moeten schoon en droog zijn en opgeruwd worden voor een goede hechting. Gritstralen geeft voor het schoonmaken en het opruwen een prima resultaat. Een warme hogedrukklans (luchtsnelheid 550 m/sec bij 1000° C) kan gebruikt worden om de hechtvlakken winddroog te maken. Daarbij moet er wel voor gezorgd worden dat de bitumen niet verbrandt (de bitumen mag niet smelten).

Er mogen geen losse delen op de hechtvlakken aanwezig zijn.

Men moet er bij het droog maken van de hechtvlakken op bedacht zijn, dat er uit ZOAB na een regenbui nog dagen vocht kan komen.

Reparatie betonnen ondergrond

Bij reconstructiewerkzaamheden of overlagingen moet bijna altijd een gedeelte van frontwand en dek gesloopt worden. Dit vraagt veel aandacht omdat eventuele beschadigingen van het beton vakkundig gerepareerd moeten worden voordat de bitumineuzevoeg kan worden aangelegd.

Geadviseerd wordt bij de reparatie van het beton de ondergrond te stralen of te behandelen met een naaldbikhamer om een goede hechting te verkrijgen.

Het Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR) heeft twee aanbevelingen uitgegeven waarin meer details over mortels zijn opgenomen:

CUR aanbeveling 24:

Krimparme cementgebonden mortels

CUR aanbeveling 27:

Betonreparaties met kunststofsgebonden mortels

De mortel

Bij reparatie dient de gebruikte mortel aan de volgende eisen te voldoen:

- De mortel moet dezelfde trekkracht op kunnen nemen als het constructiebeton.
- Er moet proefondervindelijk worden vastgesteld dat de mortel de zeer hoge temperatuur van de bitumen zonder nadelige gevolgen kan doorstaan.
- De mortel moet krimparm zijn om lostrekken van de ondergrond te voorkomen.
- De korrel in de mortel moet zijn aangepast aan de aan te brengen laagdikte.
- De aan te brengen laagdikte dient minimaal 5 mm te zijn.
- De mortel moet altijd in overleg met de mortelfabrikant worden gekozen. Daarbij moet rekening gehouden worden met de omgevingstemperatuur.

De rugvulling in de dilatatievoeg

Om het weglopen van de gemodificeerde bitumen naar de onderliggende constructie te voorkomen, zal in de dilatatievoeg een hittebestendige rugvulling moeten worden aangebracht.



Foto 5 De rugvulling wordt aangebracht om het weglopen van de bitumen te voorkomen.

Let op: leidingen onder de voeg

Indien een bitumineuze voeg een bestaande voeg gaat vervangen, komt het vaak voor dat doorvoerbuizen van Nutsbedrijven en PTT net onder de voeg komen te liggen. Bij aanleg van de voeg moeten deze buizen afdoende tegen de hoge temperatuur van het voegmateriaal beschermd worden.

De hechtvlakken

Voordat de dilatatievoeg met een plaat wordt afgedicht, moet op alle hechtvlakken een dekkende laag gemodificeerde bitumen als primer worden aangebracht. Daarbij moet ervoor gezorgd worden dat de bitumen bij het aanbrengen de door de fabrikant voorgeschreven temperatuur heeft. Tevens moet de ondergrond de juiste temperatuur hebben en winddroog zijn (zie "Werkomstandigheden", p. 17).



Foto 6 Het afdichten van de dilatatievoeg met een staalplaat. Op de plaat moet een laag gemodificeerde bitumen als primer worden aangebracht.

De afdichting van de dilatatievoeg

Om te voorkomen dat het voegmateriaal in de dilatatievoeg door-drukt, moet deze afdicht worden. Geadviseerd wordt hiervoor een stalen plaat te gebruiken. De afmetingen van de plaat (breedte en dikte) worden bepaald door de breedte en het bereik van de dilatatievoeg (de plaat moet in alle omstandigheden voldoende oplegging hebben).

Opmerkingen:

- Om verschuiven van de plaat tijdens de uitvoeringen (in de loop der jaren) door werking van de brug in zomer en winter te voorkomen, is het raadzaam deze goed te centreren.
- Om corrosie te voorkomen dient thermisch verzinkt staal of roestvrij staal gebruikt te worden.
- In de schampkant kan de dilatatievoeg met een aluminiumstrip worden afdicht, omdat de voegovergang daar niet door autoverkeer belast wordt.
- Bij staalplaten met rubbernokken moet erop gelet worden dat de rubbernokken niet op enig moment in de dilatatievoeg klem kunnen komen te zitten.
- Om ervoor te zorgen dat de staalplaat zich minder star in de voegmassa gedraagt, kan het applicatiebedrijf een anti-hechtslab op de staalplaat aanbrengen.
- Op de plaat dient gemodificeerde bitumen te worden aangebracht. Wanneer voor een anti-hechtslab is gekozen, moet de bitumen niet op de plaat maar op de anti-hechtslab worden aangebracht.

Het verwerken van het mineraalaggregaat

Bij de verwerking van het mineraalaggregaat moet aan de volgende punten aandacht worden besteed:

- De stenen moeten vrij van vet, vuil en stof zijn.
- Het aggregaat moet op de juiste temperatuur zijn. Dit moet worden vastgesteld met een geijkte temperatuurmeter.
- De laagdikte van de afzonderlijke lagen moet met het systeemvoorschrift worden vastgesteld.
- De korrelmaat moet zijn aangepast aan de te hanteren laagdikte. Tussen laagdikte en korrelmaat is in de technische bepalingen van het RAW-bestek een vaste verhouding vastgelegd (zie bijlage 4).

Het applicatiebedrijf bepaalt steensoort (gebroken of kubusvorming), zeefmaat en temperatuur. Tevens stelt het bedrijf vast of de aan te brengen lagen al dan niet met gemodificeerde bitumen worden vooromhuld.



Foto 7 Temperatuurmeting van het aggregaat.



Foto 8 *Het afwerken en verdichten van de laatste laag.*



Foto 9 *De bitumen kan bijvoorbeeld worden opgewarmd met een heteluchtlan.*

Het penetreren van het aggregaat

Bij het penetreren van de steenslag met de gemodificeerde bitumen moet aan de volgende punten aandacht worden besteed:

- De verwerkingstemperatuur van de bitumen moet volgens het systeemvoorschrift worden gehanteerd.
- De maximale keteltemperatuur mag ook in de tijd gezien niet worden overschreden.
- De temperatuur moet met een geijkte temperatuurmeter worden gemeten.

De laatste laag

In de laatste laag komt een mengsel van stenen omhuld met gemodificeerde bitumen. Bij het aanbrengen van de laatste laag moeten de laagdikte en de verhouding stenen/bitumen aangehouden worden volgens het systeemvoorschrift. De mengverhouding moet in volumedelen worden aangegeven. Een verdichte voegmassa en een gelijke aansluiting met het bestaande asfalt wordt verkregen door gebruik van een watergekoelde trilplaat of een lichte statische wals.

Wanneer een voeg nadien opgehoogd moet worden, bijvoorbeeld door het toepassen van ZOAB, is het zaak ervoor te zorgen dat de voeg de maximaal toegestane dikte niet overschrijdt om de dikte/breedte verhouding niet te verstoren. Met de dikte van de voeg neemt bovendien de kans toe op spoorvormingen grotere discontinuïteit bij extreme temperaturen. Als de maximaal toegestane dikte door reconstructies zou worden overschreden, kan de extra dikte worden opgevangen door bij de reconstructie, na het verwijderen van de oude voegovergang, eerst krimparm materiaal aan te brengen. Daarna kan de nieuwe voegovergang worden aangelegd.

Het napenetreren van de omhulde steenslag

Na afkoeling (de tijd is afhankelijk van het systeem) de voeg opwarmen en de holle ruimten napenetreren met gemodificeerde bitumen dat op de juiste temperatuur is gebracht. Er moet voor gezorgd worden dat de bitumen niet verbrandt (de bitumen mag niet smelten). Geadviseerd wordt het opwarmen en napenetreren zo spoedig mogelijk na afkoeling uit te voeren.

Opmerkingen:

- Kleine oneffenheden, afbrokkelingen en dergelijke moeten vol worden gegoten met gemodificeerde bitumen van het gebruikte mengsel om een goede aansluiting te verkrijgen.
- De dikte van het laagje bitumen bovenop de omhulde laag hangt af van de korreldiameter van het instrooi materiaal.

Aanleghoogte

Bij het aanleggen van de voeg moet er rekening mee gehouden worden dat door krimp ten gevolge van afkoeling de voeg iets hol kan worden. Geadviseerd wordt daarom de voeg iets bol aan te leggen: per 50 mm voegdikte een overhoogte van 1 mm. Ook het jaargetijde waarin de voegovergang wordt aangelegd is van invloed op de voeg: de temperatuur zorgt ervoor dat de voegovergang in de zomer door de beweging van de brug kleiner en iets bol en 's winters groter en iets hol wordt. Deze effecten zijn moeilijk in te schatten, waardoor snel grotere hoogteverschillen ontstaan dan de bedoeling was. Het belangrijkste voordeel van de bitumineuze voeg, minder geluidsoverlast, gaat dan voor een deel verloren.

Het instrooiemateriaal

Het instrooien vindt plaats direct na het napenetreren. Daarbij is de grootte van de korrel van essentieel belang. Een te kleine korrel heeft weinig zin, omdat dan het instrooiemateriaal 's zomers geheel in de toplaag van de voeg verdwijnt en geen stroefheid meer geeft. Een te grote korrel (5-6 mm) vraagt een flink bitumenlaagje om de korrel vast te houden, wil deze er niet uitgereden worden. Het nadeel daarvan is dat de toplaag te dik wordt, wat geluidshinder kan veroorzaken. Geadviseerd wordt een niet ronde korrel van 1,5 tot 4 mm te gebruiken. Het instrooiemateriaal moet volgens het systeem van het applicatiebedrijf voorverwarmd en ingewalst worden.

RVS-plaat in de schampkant?

Als het te gebruiken voegmateriaal de neiging heeft te veel uit te zakken, moet aan de voorkant van de schampkant een RVS-plaat bevestigd worden, die voorzien is van slobgaten om met de brug of het viaduct mee te kunnen bewegen. De plaat wordt met bouten in de ingestorte schroefhulzen bevestigd.

Garantie-eis

Er moet een garantietermijn van 3 jaar op de voegovergangsconstructie worden gegeven.

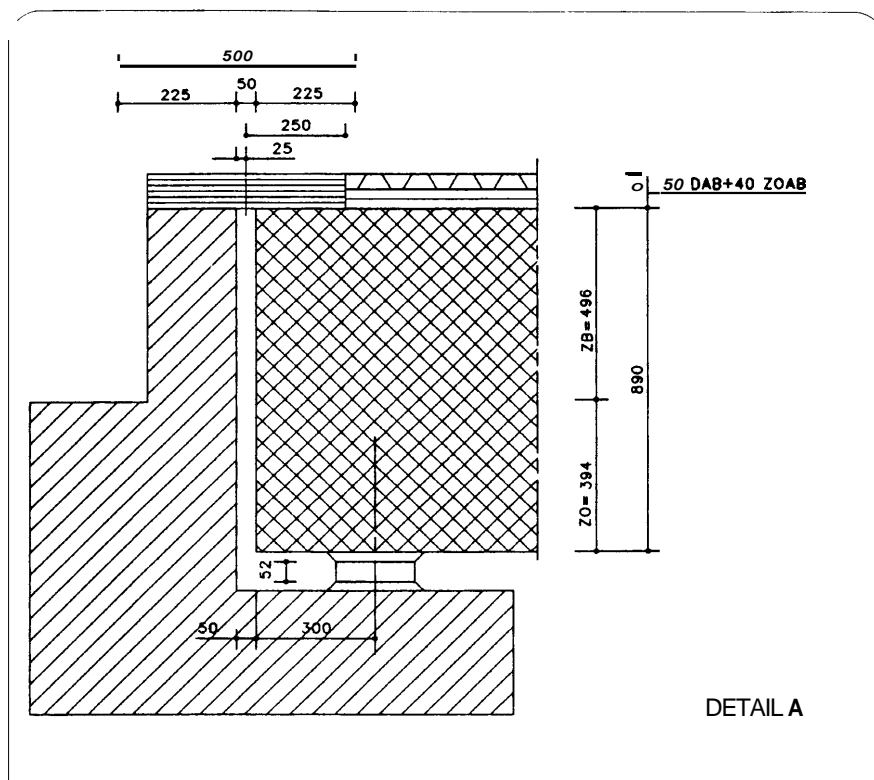
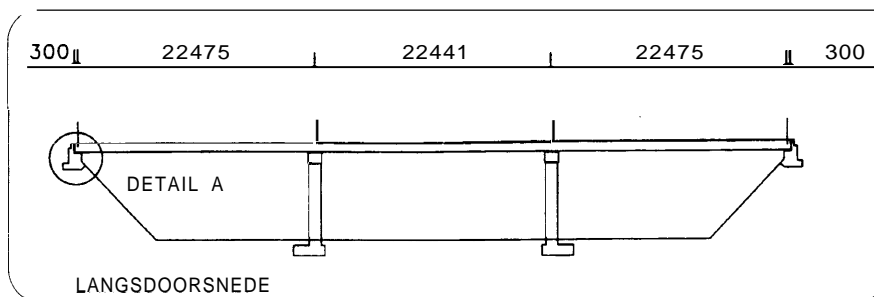


Foto 10 Napenetreren en instrooien.

Richtlijnen voor de Uitvoering: een samenvatting

Werkomstandigheden	De voorkeur gaat uit naar een periode waarin de dilatatievoeg een "neutraal" punt in zijn bewegingspatroon inneemt (een brugdektemperatuur van 10°C). De ondergrondtemperatuur dient minimaal 5°C te zijn.
De zaagsnede	Met smetlijnen wordt aangegeven waar de zaagsnede moet worden aangebracht. Het asfalt wordt ingezaagd en het materiaal tussen de zaagsneden wordt uitgebroken.
Conditie hechtvlakken	<p>Hechtvlakken schoonmaken en opruwen d.m.v. gritstralen. Droog maken met warme hogedruklans (1000°C / luchtsnelheid 550m/sec).</p> <p>Beschadigd beton stralen of behandelen met naaldbikhamer, daarna met de juiste mortel repareren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de mortel moet dezelfde trekkracht op kunnen nemen als het constructiebeton. • de mortel moet hittebestendige krimparm zijn • aan te brengen laagdikte minimaal 5 mm (korrel daarmee in overeenstemming) <p>Zie ook CUR aanbevelingen 24 en 27.</p>
De dilatatievoeg	<p>Opvullen met hittebestendige rugvulling.</p> <p>Afdichten met corrosiebestendige stalen plaat. (Het is toegestaan in de schamkant een aluminiumstrip te gebruiken.)</p> <p>Let op: de plaat goed centreren; eventuele rubbernokken mogen niet in de dilatatievoegklem komen te zitten. Het applicatiebedrijf kan een anti-hechtslab gebruiken zodat de staalplaat zich minder star in de voegmassa gedraagt. Deze anti-hechtslab wordt op de afdichtstrip aangebracht. Op de hechtvlakken en op de afdichtingsplaat of op de anti-hechtslab wordt gemodificeerde bitumen aangebracht.</p>
Het aanbrengen en penetreren van het aggregaat	<p>Er wordt al dan niet met gemodificeerde bitumen omhuld mineraalaggregaat aangebracht in één of meerdere lagen. Iedere laag wordt gepenetreerd met bitumen.</p> <p>Steensoort en zeefmaat worden volgens systeemvoorschrift bepaald aan de hand van de gekozen laagdikte. De verwerkingstemperatuur kiezen volgens het systeemvoorschrift (geijkte temperatuurmeters gebruiken). Stenen moeten vet-, vuil- en stofvrij zijn.</p> <p>Bij aanleg van de voegovergang moeten doorvoerbuizen van PTT en Nutsbedrijven die net onder de voegovergang liggen, afdoende tegen de hoge temperatuur van het voegmateriaal beschermd worden.</p>
De laatste laag	De laatste laag bestaat uit een mengsel van stenen omhuld met gemodificeerde bitumen. Laagdikte en de verhouding stenen/bitumen aanhouden volgens het systeemvoorschrift. De mengverhouding in volumedelen aangeven.
Aftrillen en napenetreren	<p>De voegovergang wordt met een watergekoelde trilplaat of lichte statische wals bewerkt totdat een gelijk niveau met het asfalt is verkregen.</p> <p>Zodra de voegovergang is afgekoeld, wordt ze zo spoedig mogelijk weer opgewarmd en nagepenetreerd. Verwerkingstemperatuur volgens systeemvoorschrift.</p> <p>De dikte van de bovenste laag bitumen hangt af van de korrelmaat van het instrooi materiaal.</p> <p>Let op: de gemodificeerde bitumen mag smelten, maar niet verbranden.</p>
Aanleghoogte	Bij aanleg per 50 mm voegdikte een overhoogte van 1 mm toepassen ter compensatie van op te treden krimp.
Instrooi materiaal	Direct na het napenetreren wordt de toplaag ingestrooid. Een niet ronde korrel van 1.5 tot 4 mm gebruiken. Het materiaal volgens systeemvoorschrift voorverwarmen en inwalsen.
Overlaging en reconstructie	Bij overlaging van het wegdek mag de voeg niet dikker worden dan ca. 125 mm om de dikte/breedte verhouding niet teveel verstoren.

Bijlage 1 : Rekenvoorbeeld



Gegevens rubberopleggingen

$a = 200 \text{ mm}$
 $b = 300 \text{ mm}$
 $t = 8 \text{ mm}$
 $n = 4$
 $h_t = 52 \text{ mm}$

$C = 1000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 1,0 \text{ N/mm}^2 \text{ bij } 10^\circ \text{ C}$
 $\eta_t = 0,196$

Gegevens uit liggerberekening

- verkorting a.g.v. kruip en krimp: 6,0 mm
- nuttige verticale belasting: 300 kN
- rotatie a.g.v. zeeg: $0,913 \times 10^{-2} \text{ rad}$
- rotatie a.g.v. nuttige last: $0,419 \times 10^{-2} \text{ rad}$

Horizontale voegbeweging

A. temperatuurstraject $\pm 25^\circ$

Totale lengte viaduct:

$$300 + 22475 + 22441 + 22475 + 300 = 67991 \text{ mm}$$

- verlenging: $25 \times 12 \times 10^{-6} \times \frac{67991}{2} = 10,2 \text{ mm}$
- verkorting: $25 \times 12 \times 10^{-6} \times \frac{67991}{2} = 10,2 \text{ mm}$

B. temperatuursgradiënt:

De liggers zijn in dit voorbeeld t.p.v. de pijlers scharnierend verbonden.

$$\varphi = \frac{E}{h_t} - \frac{121 \times \Delta t \times a}{h_t} - \frac{1/2 \times 22475 \times 10 \times 12 \times 10^{-6}}{800} = 0,001686$$

Bewegingen bij het 10° C warmer worden van de bovenzijde:

Horizontaal: $0,001686 \times 496 = 0,84 \text{ mm}$ (verlenging)

Verticaal: $0,001686 \times 300 = 0,51 \text{ mm}$ (zakking)

(zie voor "496" en "300" de figuur op pag. 25)

Bewegingen bij het 5° C kouder worden van de bovenzijde:

Horizontaal $0,5 \times 0,84 = 0,42 \text{ mm}$ (verkorting)

Verticaal: $0,5 \times 0,51 = 0,26 \text{ mm}$ (stijging)

C. verkorting door krimp, kruip: 6,0 mm

D. verplaatsing a.g.v. rotatie (zie volgende blz.): 2,1 mm

Totale verkorting van het dek: $10,2 + 0,42 + 6,0 + 2,1 = 18,7 \text{ mm}$

Totale verlenging van het dek: $10,2 + 0,84 = 11,0 \text{ mm}$

In de werkbeschrijving van het bestek de (naar boven afgeronde) sommatie opnemen van de totale verkorting en verlenging als vereiste opneembare voegbeweging (zie voorbeeld op p. 27).

Verticale voegbeweging

A. Temperatuursgradiënt:

Zie onder Horizontale voegbeweging: maxima 0,51 mm (zakking) en 0,26 mm (stijging).

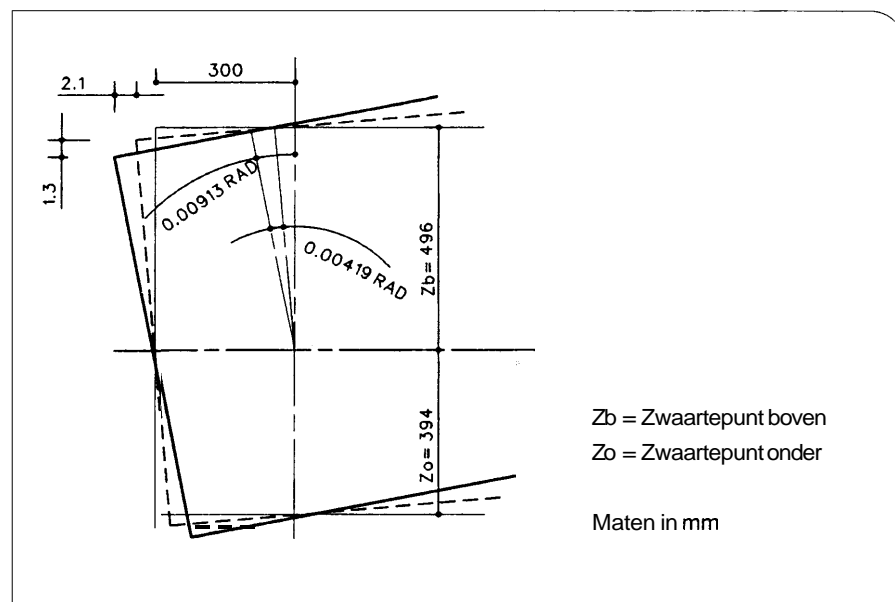
B. Indrukking rubberoplegginga.g.v. mobiele belasting:

$$\delta = \frac{t \times n \times V}{a \times b} \left\{ \frac{1}{3G (a/t)^2 \eta_t} + \frac{1}{C} \right\}$$

$$= \frac{8 \times 4 \times 300 \times 10^3}{200 \times 300} \times \left\{ \frac{1}{3 \times 1,0 \left(\frac{200}{8}\right)^2 \times 0,196} + \frac{1}{1000} \right\} = 0,6 \text{ mm}$$

Rotatie

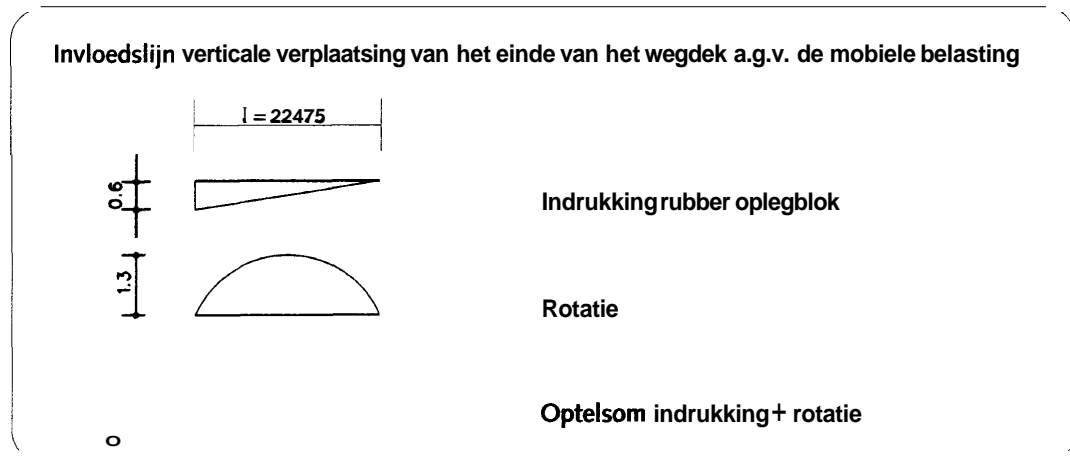
De ligger buigt als gevolg van mobiele belasting minder op, de oplegging verdraait (roteert).



(De hoekverdraaiing 0,00419 is afkomstig uit een detailberekening.)

Verticale verplaatsing: $0,419 \times 10^{-2} \times 300 = 1,3 \text{ mm}$

Horizontale verplaatsing: $0,419 \times 10^{-2} \times 496 = 2,1 \text{ mm}$



Totale verticale voegbeweging a.g.v. mobiele belasting: $1,0 + 0,6 = 1,6 \text{ mm}$

Totale stijging van het dek: $1,0 + 0,26 = 1,3 \text{ mm}$

Totale zakking van het dek: $0,6 + 0,51 = 1,1 \text{ mm}$

In de werkbeschrijving van het bestek de (naar boven afgeronde) sommatie opnemen van de totale stijging en zakking als vereiste opneembare verticale voegbeweging (zie voorbeeld op p. 27).

De verticale verplaatsingen vanwege rotatie door krimp en kruip zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze gering zijn en tevens zeer geleidelijk plaatsvinden.

Opmerkingen m.b.t. de verticale voegbeweging:

- De invloed van de temperatuursgradiënt is bij een statisch onbepaalde constructie geringer dan bij een in dit voorbeeld aanwezige statisch bepaalde constructie.
- De verticale voegbeweging als gevolg van mobiele belasting wordt bepaald met het laststelsel tegen de geleiderailconstructie.

Een voorbeeld van een gedeelte van het bestek

KATALOGUSNUMMER			OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID	N	HOEVEEL- HEID	T						
BESTEKS POST	HOOFD- NUMMER	DEFINIE							RESULTAATS- VERPLICHTING	V	V	BOLWSTOF	L	B
NUMMER	KODE	1:2:3:4:5:6												
621012	1311101	. . . . .	Opbreken asfaltbetonverharding.										
		. . . . .	Betreft de gedeelten tussen de zaagsneden volgens bestekspostnr. 601011										
		. . . . .	Totaal oppervlak ....m2										
		1.	Totale breedte kleiner dan 1,50 m											
		.5.	Dikte gemiddeld ... m											
		. .3. . . .	Op een gebonden funderingslaag											
		. . . . .9.	De ontstane sleuven voorbewerken door middel van gritstralen										
		. . . . .9	Vrijkomende materialen afvoeren en hergebruiken.										
		. . . . .	Voorzover deze materialen niet volgens dit bestek worden hergebruikt, verblijven deze aan de aannemer										
621013	350299	. . . . .	Aanbrengen van een bitumineuze voegovergang.										
		. . . . .	Ter plaatse van het verwijderde asfaltbeton volgens bestekspostnr. 601012.										
		. . . . .	De opneembare dilatatie dient 30 mm horizontaal en 2,5 mm verticaal te zijn.										
		. . . . .	Indien naar het inzicht van de fabrikant van de bitumineuze voegovergang een kantopsluiting wordt vereist, met deze door de aannemer worden aangebracht. De kasten worden geacht te zijn begrepen in de prijs per eenheid van bestekspostnr. 601010.										
		. . . . .	Bouwstoffen:										
		. . . . .	- steenslag	ton			9999999,00	X					
		. . . . .	- gemodificeerd bitumen.	ltr			9999999,00	X					
		. . . . .	Gebruikte bouwstoffen overeenkomstig artikel 35.43.23 lid OI van dit bestek.										
		. . . . .	Indien de sleuf dieper is dan de maximum toegestane mat van 125 mm, deze uitvullen met een door de directie goed te keuren materiaal.										
		. . . . .	Is het uitvullen het gevolg van voor rekening van de opdrachtgever komende omstandigheden, dan worden de kasten van het leveren en aanbrengen van de uitvullaag verrekend op de stelpost (bestekspostnr. 950010).										
		. . . . .	Ineensituatiemet openbaar verkeer										

Bijlage 2: De stappen in het aanlegproces

De voordelen van bitumineuze voegovergangen komen slechts tot uiting als bij de aanleg zeer nauwkeurig wordt gewerkt. Bijna alle onderstaande stappen kennen specifieke aandachtspunten. Deze aandachtspunten zijn in hoofdstuk 3 nader toegelicht.

- Met smetlijnen wordt aangegeven waar de zaagsnede moet worden aangebracht (zie foto 11).
- Het asfalt wordt ingezaagd en het materiaal tussen de zaagsneden wordt uitgebroken.
- De hechtvlakken worden schoon- en drooggemaakt. Eventuele schade aan het beton wordt gerepareerd.
- In de dilatatievoeg wordt een rugvulling aangebracht.
- Op de hechtvlakken wordt gemodificeerde bitumen aangebracht.
- De dilatatievoeg wordt afgedicht met een stalen plaat.
- Wanneer voor een anti-hechtslab is gekozen, wordt deze op de afdichtstrip aangebracht.
- Op de afdichtingsplaat of op de anti-hechtslab wordt gemodificeerde bitumen aangebracht.
- Er wordt al dan niet met gemodificeerde bitumen omhuld mineraalaggregaat aangebracht in één of meerdere lagen. Iedere laag wordt gepenetreerd met gemodificeerde bitumen.
- Een mengsel van stenen en gemodificeerde bitumen (omhulde steenslag) wordt aangebracht als laatste laag.
- De voegovergang wordt met een trilplaat of wals afgetrild totdat een gelijk niveau met het asfalt is verkregen.
- Zodra de gemodificeerde bitumen in de voeg is afgekoeld, wordt ze weer opgewarmd en zodanig nagepenetreerd dat na krimp een gelijk niveau met het asfalt wordt verkregen.
- De toplaag wordt direct na de nopenetratie ingestrooid.
- Het instrooi materiaal wordt licht ingewalst.

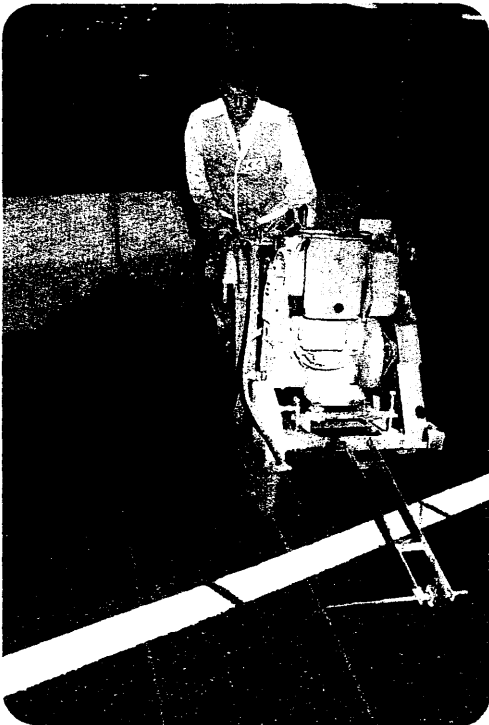
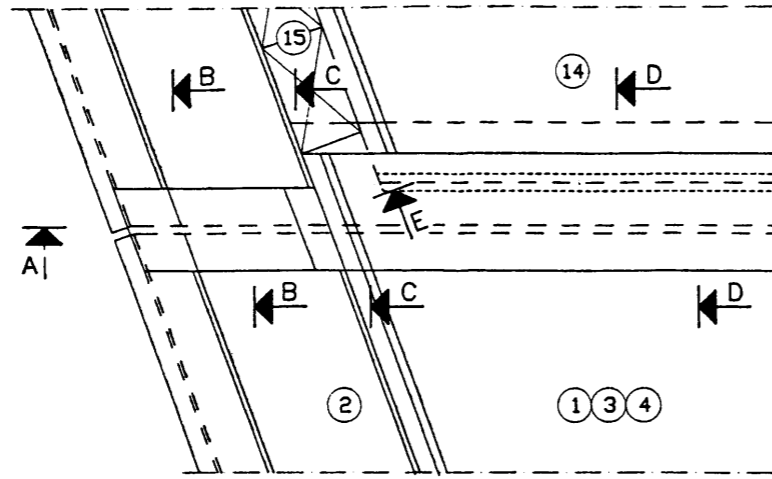


Foto 11 Het begin: het asfalt wordt ingezaagd. De zaagsnede is aangegeven met een smetlijn.

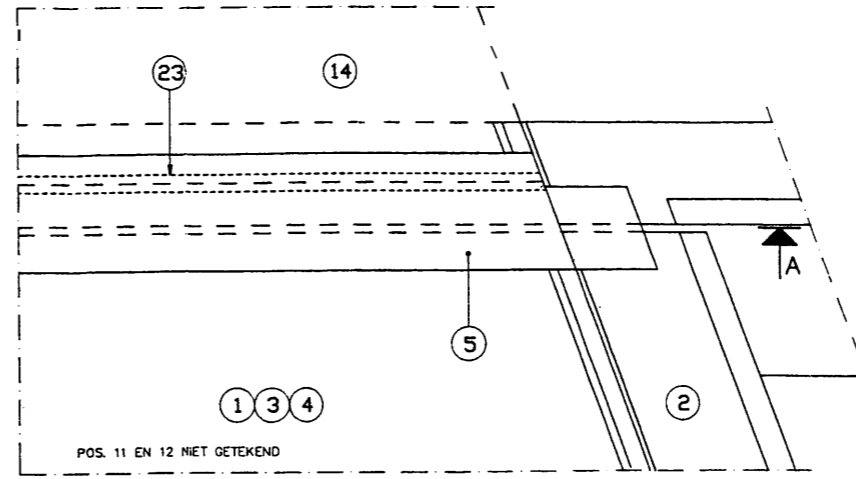
In deze insteekomslag dient te zijn opgenomen:

- Bijlage 3** *Tekening van de bitumineuze voegovergang ter plekke van het eindsteunpunt*
- Bijlage 4** *Resultaatsverplichtingen en technische bepalingen voor bitumineuze voegovergangen uit het RAW-bestek*

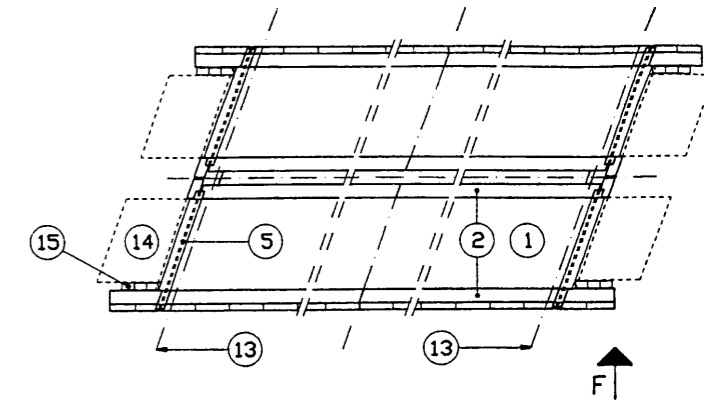
Deze insteekomslag kan gebruikt worden om de meest recente versies van bijlagen 3 en 4 op te slaan.



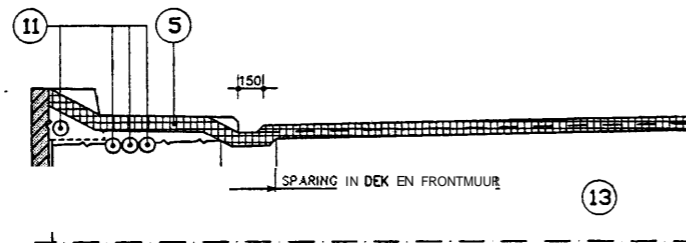
BOVENAANZICHT
SCHAAL 1:20



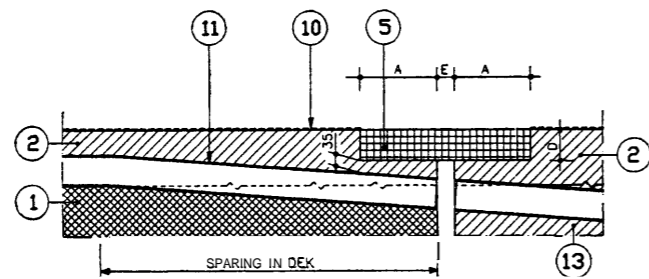
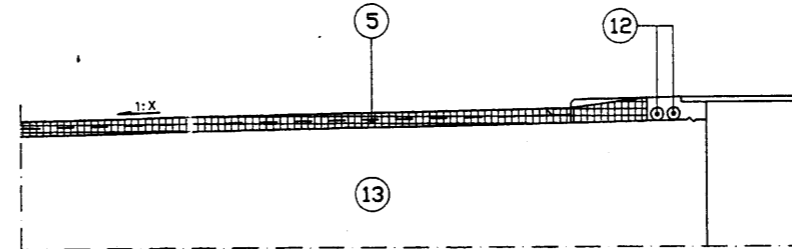
POS. 11 EN 12 NIET GETEKEND



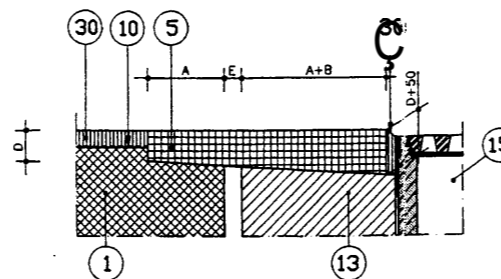
SITUATIE
SCHAAL 1:200



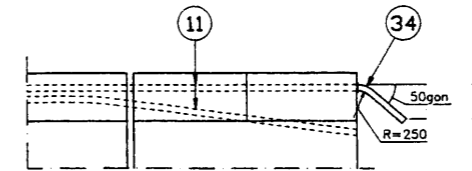
DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1:20



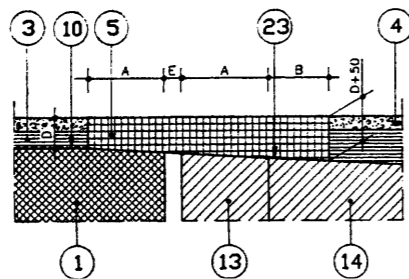
DOORSNEDE B-B
SCHAAL 1:10



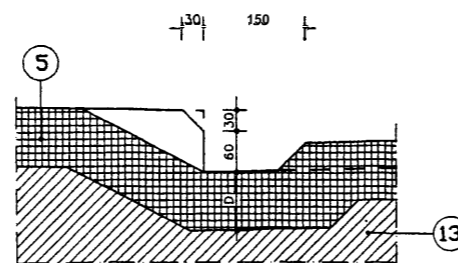
DOORSNEDE C-C
SCHAAL 1:10



AANZICHT F
SCHAAL 1:50



DOORSNEDE D-D
SCHAAL 1:10



DOORSNEDE E
SCHAAL 1:5

OS	ONDERDEEL	MATERIE	AFMETING IN MM
1	RIJDEK	VOORGESP./GEW. BETON	
2	SCHAMPSTROOK	GEW. BETON	
3	WEGVERHARDING	DAB	MIN: D=50
4	WEGVERHARDING	ZOAB	D=40
5	VOEGOVERGANG	RUBBER/BITUMEN MET STEENSLAG	
6			
7			
8			
9			
10	BESCHERMINGSLAAG	HYDROFOBEERMIDDEL	STANDAARD LEMRANCIEI
11	KABELOORVOER	PVC	MAX: ø90/85.6
12	KABELOORVOER	PVC	MAX: ø75/69.2
13	EINDESTEUNPUNT	GEW. BETON	
14	STOOTPLAAT	GEW. BETON	
15	HWA	PREFAB. BETON	
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23	AFDICHTING	STANDAARD LEVERANCIER	
24			
26			
27			
28			
29			
30	AFDICHTING	GIETASFALT	MIN: D=50
31			
32			
33	SPARING IN RANDELEMENT	GEW. BETON	
34	BUIS MET FLENS	STAAL	ø101,6/91,6

OPMERKINGEN : - POS. 3,4 THERMISCH VERZINKEN VOLGENS NEN 1275
 - VOEGOVERGANG AANBRENGEN NA INZAGEN EN VERWIJDEREN VAN POS. 3 EN 4
 - MATEN A EN Ø ZIJN AFHANKELIJK VAN MAAT E
 - MAAT B IS AFHANKELIJK VAN ROTATIE STOOTPLAAT

BIJLAGE 3
 BUREAU OTHEEK
 Dienst Weg- en Waterbouwkunde
 Van der Burghweg
 Postbus 6044, 2800 GA Delft
 Tel. 015 - 699111

DOCUMENT : SD-005
 STANDAARDEDETAIL
 (VERSIE 1)

DATUM : 01-03-1992

DATUM WIJZIGING : 01-08-1992

VOEGOVERGANGEN

Behoort bij 6.2-437

**Bijlage 4 Resultaatsverplichtingen en technische
bepalingen voor bitumineuze voegover-
gangen uit het RAW-bestek**

Behoort bij 6.2-437



2.2 NADERE BESCHRIJVING

BESTEKS POST- NUMMER	KATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID RESULTAATS- VERPLICHTING	N V|V	HOEVEEL- HEID BOUWSTOF	T B
	HOOFD- KODE	DEFIKODE 1:2:3:4:5:6						
6			Aanbrengen bitumineuze voegovergangsconstructies		.		.	
			* DE BESTEKSPOSTEN 601010 T/M 601013 SELEK-		.		.	
			* TIEF OPNEMEN IN HET BESTEK INDIEN HET AAN-		.		.	
			* BRENGEN VAN BITUMINEUZE VOEGOVERGANGSCON-		.		.	
			* STRUCTIES VAN TOEPASSING IS *		.		.	
~6010101350199			Aanbrengen bitumineuze voegovergangen, inclusief	m	1,00	X	.	
			inzagen en verwijderen asfaltverharding		.		.	
			Situering .....		.		.
601011	1310141		Zagen verharding.		.		.	
			Ter plaatse van de te maken sponningen ten		.		.	
			behoefte van de bitumineuze voegovergangen		.		.	
			Totale zaaglengthe m		.		.	
		1.	Bitumineus gebonden verharding		.		.	
		.2.2.	Zaagdiepte gemiddeld mm		.		.	
			tot ten hoogste ... mm		.		.	
		.9.	Sponningbreedte minimaal mm		.		.	
		.1	In een situatie zonder openbaar verkeer		.		.	
1601012	1311101		Opbreken asfaltbetonverharding.		.		.	
			Betreft de gedeelten tussen de zaagsneden volgens		.		.	
			bestekspostnr. 601011		.		.	
			Totaal oppervlak m ²		.		.	
		1.	Totale breedte kleiner dan 1,50 m		.		.	
		.5.	Dikte gemiddeld m		.		.	
		.3.	Op een gebonden funderingslaag		.		.	
		.9.	De ontstane sleuven voorbereiden door middel van		.		.	
			gritstralen		.		.	
		.9	Vrijkomende materialen afvoeren en hergebruiken.		.		.	
			Voorzover deze materialen niet volgens dit bestek		.		.	
			worden hergebruikt, verblijven deze aan de		.		.	
			aannemer		.		.	
1601013	1350299		Aanbrengen van een bitumineuze voegovergang.		.		.	
			Ter plaatse van het verwijderde asfaltbeton		.		.	
			volgens bestekspostnr. 601012.		.		.	
			De opneembare dilatatie dient mm horizontaal		.		.	
			en mm verticaal te zijn.		.		.	
			Indien naar het inzicht van de fabrikant van de		.		.	
			bitumineuze voegovergang een kantopsluiting wordt		.		.	
			vereist, moet deze door de aannemer worden aange-		.		.	
			bracht. De kosten worden geacht te zijn begrepen		.		.	
			in de prijs per eenheid van bestekspostnr.		.		.	

BESTEKS- POST- NUMMER	KATALOGUSNUMMER		OMSCHRIJVING	EEN- HEID	HOEVEELHEID	N	HOEVEEL- HEID	L	T
	HOOFD- KODE	DEFIKODE								RESULTAATS- VERPLICHTING	V	V	BOUWSTOF	B
	1:2:3:4:5:6								
		601010.		.		.		
		Bouwstoffen:		.		.		
		-steenslag	ton	.		1,00	X	
		- gemodificeerde bitumen.	ltr	.		1,00	X	
		Gebruikte bouwstoffen overeenkomstig artikel		.		.		
		35.43.23 lid 01 van dit bestek.		.		.		
		Indien de sleuf dieper is dan de maximaal toege-		.		.		
		stane maat van 125 mm, deze uitvullen met een door		.		.		
		de directie goed te keuren materiaal.		.		.		
		Is het uitvullen het gevolg van voor rekening van		.		.		
		de opdrachtgever komende omstandigheden, dan		.		.		
		worden de kosten van het leveren en aanbrengen van		.		.		
		de uitvulling verrekend op de stelpost (besteks-		.		.		
		postnr. 950010).		.		.		
		In een situatie met openbaar verkeer		.		.		
			

3. STANDAARD
BEPALINGEN

HFD PAR ART LID
STK

35 Technische bepalingen speciale **verhardingsconstructies**

35 41 **Begrippen bitumineuze voegovergangsconstructies**

35 41 01 **Algemeen**

- 01 * - DE PARAGRAFEN 35.41 T/M 35.47 ALLEEN OPNEMEN IN HET
* - BESTEK INDIEN DAARIN HET AANBRENGEN VAN BITUMINEUZE
* - VOEGOVERGANGSCONSTRUCTIES IS BESCHREVEN.
* - ZIE DE VOORBEELDBESTEKSPOSTEN IN DEEL 2.2 VAN DIT
* - BESTAND *

Het bepaalde in de artikelen 31.01.01 en 31.01.03 van de
Standaard 1990 is voor bitumineuze voegovergangsconstructies
van overeenkomstige toepassing.

02 Aan artikel 31.01.01 van de Standaard 1990 de volgende
begrippen toevoegen:

- bitumineuze voegovergang:
een voegovergangsconstructie opgebouwd uit een in lagen
aangebrachte steenslag en gepenetreerd en/of omhuld met
gemodificeerde bitumen;
- penetreren met gemodificeerde bitumen:
vullen van de holle ruimte in de al dan niet van een
omhulling voorziene steenmatrix door middel van ingieten
met een dun vloeibare gemodificeerde bitumen;
- omhullen met gemodificeerde bitumen:
aanbrengen van een volledig hechtende laag gemodificeerde
bitumen op het totale oppervlak van de gebroken steenslag.

35 42 **Eisen en uitvoering bitumineuze voegovergangsconstructies**

35 42 11 **Algemeen**

01 De voegen vóór het aanbrengen van het asfaltbeton voorzien
van een tijdelijke metalen strip. De strip verankeren.
De kosten van de aangebrachte voorziening worden geacht te
zijn begrepen in de prijs per eenheid van bestekspostnr. ...

- * - HET BETREFFENDE BESTEKSPOSTNR. INVULLEN.
- * - INDIEN IN HET BESTEK WEL BITUMINEUZE VERHARDINGEN
* - ZIJN BESCHREVEN, DOCH (NOG) NIET DE VOEGOVER-
* - GANGEN DIT LID 01 OPNEMEN ONDER HOOFDSTUK 31, PARA-
* - GRAAF 12 MET ARTIKELKOP "VOORBEREIDING BITUMINEUZE
* - VOEGOVERGANGSCONSTRUCTIE" *

HFD PAR ART LID
STK

02 Indien op de dag en plaats van verwerking volgens de weersverwachting van het K.N.M.I. neerslag wordt verwacht. geen voegovergangsconstructie aanbrengen.

35 42 12 **Eisen gesteld aan het resultaat (algemeen)**

o1 De stroefheid (Skid Resistance Tester - S.R.T.) (76) van het afgestrooide oppervlak van de voegovergangsconstructie, gemeten volgens artikel 35.47.12 lid 02 van dit bestek, moet ten minste 55 bedragen.

02 Ten aanzien van de vlakheid van het oppervlak van de voegovergang. gemeten volgens artikel 35.47.13 lid 03 van dit bestek, geldt dat geen afwijking groter dan 5 mm mag voorkomen.

35 42 21 **Eisen gesteld aan het resultaat bit. voegovergangsconstruct.**

o1 De holle ruimte (69) van de bitumineuze voegovergang mag ten hoogste 4,0 % bedragen.

35 42 22 **Uitvoering bitumineuze voegovergangsconstructies**

o1 Bitumineuze voegovergangen mogen alleen worden aangebracht, indien de buitentemperatuur in graden Celsius hoger is dan de windsnelheid in meters per seconde, 1 meter boven de grond of werkvloer gemeten.
De minimum temperatuur van de ondergrond moet hoger zijn dan 5 graden Celsius.

02 De uitvoering dient overeenkomstig de verwerkingsvoorschriften van de fabrikant te geschieden met uitzondering van het in lid 03 genoemde maximum voor de laagdikte van het in één laag aan te brengen materiaal.

03 De laagdikte van één in één keer aan te brengen laag dient te liggen tussen 1,5 en 2 maal de nominale afmeting van de grootste korrel van het toe te passen mineraal aggregaat.

35 43 **Informatie-overdracht bitumineuze voegovergangsconstructies**

35 43 21 **Bewijs van oorsprong**

o1 Het bepaalde in artikel 31.23.02 leden 01 en 09 van de Standaard 1990 en artikel 31.23.02 lid 02 van de Standaard 1990. wijziging december 1991 is voor bitumineuze voegover-

HFD PAR ART LID
STK

35 43 21

gangen van overeenkomstige toepassing. Daarbij ~~is~~ niet van toepassing de in artikel 31.23.02 lid ~~Ø~~ van de Standaard 1990, wijziging december 1991 genoemde minimum termijn voor het bepalen van het polijstgehalte, de bestandheid tegen vorst en het vuursteengehalte. Een langere termijn dan één jaar tussen de laatst uitgevoerde bepalingen en de datum van levering is toegestaan mits op het bewijs van oorsprong de partij waarvoor deze bepalingen representatief zijn, vermeld is.

35 43 22

Uitvoeringsvoorschrift

- o1 De aannemer verstrekt de directie een uitvoeringsvoorschrift voor het werk. In dit voorschrift dienen elke handeling en alle relevante fysische kenmerken van de materialen tijdens de uitvoering beschreven te zijn.

35 43 23

Bouwstoffen

- o1 De aannemer verstrekt de directie een overzicht van de te verwerken bouwstoffen. Hierin dienen vermeld te worden: aard, afmetingen, hoeveelheden, korrelopbouw en verwijzingen naar productnormen volgens welke de desbetreffende bouwstof wordt geproduceerd en de kwaliteit bewaakt.
- 02 De aannemer verstrekt de directie 5 werkdagen voor aanvang van het werk de resultaten van het in artikel 35.45.22 lid 01 van dit bestek genoemde vooronderzoek.

35 44

Risicoverdeling en garantie bit. voegovergangsconstructies

35 44 11

Garantie (algemeen)

- o1 De aannemer garandeert de deugdelijkheid van de door hem aangebrachte voegovergangsconstructies.
- 02 Deze garantie als bedoeld in paragraaf 22 van de UAV. 1989, wordt door de opdrachtgever ingeroepen indien voor het verstrijken van de garantietermijn één of meerdere van de onderstaande gebreken optreden:
- a. loslaten van de ondergrond en/of aanliggende verharding;
 - b. scheurvorming;
 - c. materiaalverlies;
 - d. lekkage van de voegovergangsconstructie;
 - e. stroefheid minder dan het gestelde in artikel 35.42.12 lid 01 van dit bestek;

HFD PAR ART LID
STK

35 44 11

f. afwijkingen van de vlakheid meer dan het gestelde in artikel 35.42.12 lid 02 van dit bestek.

03 De garantie geldt voor een periode van drie jaar.

35 44 21

Verbetering stroefheid oppervlak bit. voegovergangsconstr.

o1 Indien bij de **stroefheidsmetingen** gebleken is, dat de gemiddelde S.R.T.-waarde kleiner is dan 55, moet het oppervlak van de voegovergang worden verwijderd en opnieuw aangebracht zodanig dat de S.R.T.-waarde, gemeten volgens artikel 35.47.12 lid 02 van dit bestek, ten minste 55 bedraagt.

35 45

Bijbehorende verplichtingen bit. voegovergangsconstructies

35 45 21

Voorbereidende werkzaamheden

o1 De ten gevolge van het zagen en opbreken van de bitumineuze verhardingen ontstane loszittende onderdelen loshakken en verwijderen. Afgebrokelede zijwanden van de ontstane voegspinning verticaal afhakken.

02 De bodem en de zijwanden van de ontstane voegspinning schoon en droogblazen met lucht, die niet verontreinigd mag zijn met water of olie. De werkzaamheden dusdanig uitvoeren, dat de vrijkomende materialen opgevangen kunnen worden en als sloopafval verantwoord worden afgevoerd.

35 45 22

Vooronderzoek

01 De aannemer laat de door hem te verwerken bouwstoffen volgens de in dit bestek genoemde en de door hem opgegeven specificaties, overeenkomstig artikel 35.43.23 lid 01 van dit bestek, onderzoeken bij een hiervoor door Sterlab erkend of door de directie aanvaard laboratorium.

HFD PAR ART LID
STK35 46 **Bouwstoffen bitumineuze voegovergangsconstructies**35 46 21 **Steenslag**

- o1 Het bepaalde in artikel 31.21.02 lid 01 en artikel 31.26.01 de leden 11, 12 en 13 van de Standaard 1990, wijziging december 1991 is voor steenslag verwerkt in bitumineuze voegovergangen van overeenkomstige toepassing.
- o2 Het bepaalde in artikel 31.76.02 van de Standaard 1990 is voor steenslag verwerkt op bitumineuze voegovergangen van overeenkomstige toepassing.
- o3 Andersoortige afstrooimaterialen dienen te voldoen aan het gestelde in artikel 35.43.23 lid 01 van dit bestek. Hierbij dient het polijstgehalte (54) van de toe te passen gradering of, indien dit niet met deze gradering bepaald kan worden van materiaal van dezelfde herkomst ten minste 48 te bedragen.

35 47 **Meet- en verrekermethoden bit. voegovergangsconstructies**35 47 11 **Algemeen**

- o1 Zo spoedig mogelijk na het aanbrengen wordt de voegovergangsconstructie door of vanwege de opdrachtgever onderworpen aan een onderzoek, overeenkomstig het hierna in de leden 02 en 03 gestelde.
- o2 De controle van de stroefheid en de vlakheid geschiedt door of vanwege de opdrachtgever na het gereedkomen van de voegovergangsconstructie doch uiterlijk binnen 10 werkdagen na de oplevering.
- o3 Het rapport betreffende de resultaten van het in lid 01 bedoelde onderzoek wordt uiterlijk binnen 20 werkdagen na de oplevering aan de aannemer verstrekt.

HFD PAR ART LID
STK

35 47 12 **Stroefheid (algemeen)**

- o1 De stroefheid wordt uitgedrukt in het S.R.T. getal.
- o2 De stroefheid van het oppervlak van de voegovergang wordt met de Skid Resistance Tester als het gemiddelde van 5 aselekt over het oppervlak van de voegovergang verdeelde metingen bepaald.

35 47 13 **Vlakheid (algemeen)**

- o1 De afwijking van de vlakheid wordt uitgedrukt in mm.
- o2 De vlakheid in dwarsrichting van de voegovergang wordt gemeten met de rolrij.
- o3 De meting van de vlakheid in dwarsrichting van de voegovergang geschiedt om de 0,50 m vanuit de kant van de verharding.
Het meettraject start en eindigt op 1,50 m uit de hartlijn in langsrichting van de voegovergang.

