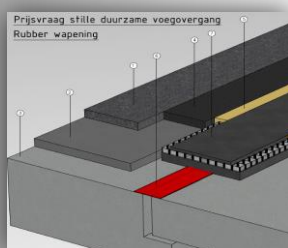


Gebr. van Kessel

Speciale Technieken en Producten

Projectomschrijving

Geluidsarme en duurzame voegovergangen: KLK BITUVOEG



Colofon

Auteur

Verificatie HH

Autorisatie

Project KLK Bituvoeg

Datum 8 november 2011

Versiebeheer Revisie 01

Geluidsarme en duurzame voegovergang

KLK-Bituvoeg

Inhoud

NBD00400

Prijsvraag Rijkswaterstaat

Lintrack

Eindige Elementen Model Berekeningen

Beproeving in de bewegingssimulator

Empa Zwitserland

(B.A.M. Berlijn 2012)

KLK voegovergang

Pilot project Nistelrode

Gebr. van Kessel

Speciale Technieken en Producten

NBD00400

Functionele eisen

Afhankelijk van specifieke situaties zijn navolgende eisen van toepassing:

Topeisen

1. Vormen van een flexibele veilige schakel tussen wegen en rijdekken van kunstwerken en rijdekken van kunstwerken onderling.
2. Beschermen van onderliggende constructies.

Onderliggende eisen bij topeis 1

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

Onderliggende functie-eis bij topeis 2

6. Water keren en afvoeren

Prijsvraag Rijkswaterstaat

Voegovergangen in het wegdek: een cruciaal detail

Vaak voelen en horen weggebruikers de voegovergangen naar een brug of viaduct: kedoenk, kedoenk. Voor omwonenden is dit een bron van geluidsoverlast. Daarom worden in de buurt van bebouwing voegovergangen ingebouwd die je niet hoort.



Nadeel is dat stille voegovergangen maar zo'n drie jaar meegaan. En het vervangen ervan is duur en zorgt voor oponthoud. Er zijn wel voegovergangen die lang mee gaan, maar die produceren weer veel geluid. Rijkswaterstaat is daarom op zoek naar de ideale combinatie: stil en duurzaam. De eerste testresultaten zijn veelbelovend.

Waar een weg overgaat in een kunstwerk (brug of viaduct) is altijd een opening: een kleine tussenruimte voor het krimpen en uitzetten van het materiaal. Over zo'n opening ligt een zogenaamde voegovergang, zodat het asfalt van de weg aansluit op dat van het kunstwerk.

In Nederland liggen duizenden voegovergangen. In het ideale geval gaan die voegovergangen net als het asfalt eromheen meer dan tien jaar mee en bezorgen ze geen geluidsoverlast. De praktijk is echter anders. Rijkswaterstaat heeft het bedrijfsleven via een prijsvraag uitgedaagd stille en duurzame voegovergangen te ontwikkelen.

Vier kansrijke producten werden afgelopen tijd door en door getest. Dat gebeurde in de LINTRACK van de TU Delft en bij EMPA in Zwitserland. Om de duurzaamheid en de geluidsaspecten van voegovergangen in de praktijk te testen, zijn de vier nieuwe typen voegovergangen ingebouwd in de A50 bij Nistelrode.

1.1 Niet toevallig

De plaats voor de praktijktest is niet toevallig gekozen, vertelt Jan Voskuilen van Rijkswaterstaat. 'Op die A50 ligt het stilste asfalt van Nederland: tweelaags zoab. Toch was de situatie bij een viaduct in Nistelrode niet optimaal. Omwonenden klaagden over de geluidsoverlast van de voegovergangen. Dan zie je hoe cruciaal zo'n detail is op het totaal van de geluidsbelasting in de omgeving. Met deze aanpak willen we dat verbeteren.'

Twee jaar lang wordt onderzocht hoe de nieuwe typen voegovergangen zich gedragen. Zijn ze stil, bestendig en waterdicht? Onder alle omstandigheden? En houden ze die kwaliteit vast? De praktijktesten worden in 2011 afgerond. Rijkswaterstaat hoopt dan de nieuwe stille én duurzame voegovergangen voor gebruik vrij te kunnen geven.

Stille duurzame voegovergangen

Jan Voskuilen; RWS-DVS



Overgangen van kunstwerken naar asfaltwegen veroorzaken vaak hinder voor buurtbewoners. Voor wegbeheerders zijn de voegen een kostenpost. Mede door de vereiste wegafsluiting bij de uitvoering.

RWS heeft via een prijsvraag vier oplossingen geselecteerd die in de praktijk worden getoetst.

bitumineuze voegovergangen levert verkeershinder op en kost veel geld. Bovendien kan schade aan deze voegovergangen leiden tot hogere geluidsproductie en zelfs tot schade aan het kunstwerk.

Marktstimulatie

In het kader van het Innovatie Projecten Wegonderhoud (IPW) schreef RWS daarom een prijsvraag uit om de markt te stimuleren om snel met innovatieve voegovergangen te komen die zowel stil als duurzaam zijn. Een tweede doel is om de markt te faciliteren om de innovaties ook daadwerkelijk toe te passen in een snelweg. Dit laatste is een belangrijk punt, want het is vaak moeilijk voor de markt om een wegbeheerder te vinden die een innovatie als eerste wil toepassen. Twaalf bedrijven dienden vijftien ideeën in. Bij een eerste jurybeoordeling zijn deze ideeën getoetst op geluidsproductie tijdens inbouwen en gedurende de levensduur. Alsmede de levensduur zelf en de milieuaspecten. De tien beste zijn

Er zijn grofweg twee families voegovergangen: zacht en harde.

Zachte voegovergangen zijn stil, maar hebben een relatief korte levensduur. Harde voegovergangen gaan daarentegen lang mee, maar produceren weer veel geluid. Rijkswaterstaat (RWS) staat voor een dilemma: het beleid is om stille wegdekken toe te passen, maar wegen zijn pas echt stil als de voegovergangen ook stil zijn.

RWS wil in het kader van mobiliteit zoveel mogelijk onderhoud aan voegovergangen voorkomen. Om de probleemkeuze op te lossen stimuleert RWS de markt om voegovergangen te ontwikkelen die zowel stil als duurzaam zijn! Hiervoor is een prijsvraag in de markt gezet in de vorm van een Europese aanbesteding.

Beleid RWS: ZOAB

Vanaf 1990 is het beleid van RWS om geluidsreducerend asfalt toe te passen op het hoofdwegennet. Zo'n 90 procent van de deklagen bestaat uit ZOAB met een gemiddelde levensduur van meer dan elf jaar.

Hard of zacht

Bij de overgangen van kunstwerken naar asfaltwegen staat RWS voor een moeilijke keuze. In het kader van mobiliteit zal de

wegbeheerder kiezen voor harde voegovergangen. De voordelen hiervan zijn dat ze weinig onderhoud behoeven en een lange levensduur hebben, maar het nadeel is dat ze veel geluid produceren. Indien de wegbeheerder kiest voor de omwonenden zal hij zachte voegovergangen toepassen. Meestal worden dan bitumineuze voegovergangen ingebouwd. Deze zijn erg stil, maar hebben als nadeel dat de levensduur in vergelijking met het omliggende asfalt vrij kort is (gemiddeld drie jaar). Onderhoud aan



In Lintrack ingebouwde voegovergangen

daarna doorgerekend met een driedimensionaal Eindige Elementen Model (EEM). Mede op basis van de EEM resultaten zijn de tien ideeën opnieuw beoordeeld en heeft de jury de prijswinnaars gekozen. De winnende ideeën en bedrijven zijn in willekeurige volgorde:

- Prismo Joint van Prismo Markings.
- BrainJoint van Heijmans Wegenbouw.
- KLK voeg van Gebroeders van Kessel.
- Prefab Silent Joint van Salverda.

Praktijkproef

De prijswinnaars hebben begin mei 2009 voor de praktijkproef hun innovatieve voegovergangen mogen inbouwen in de viaducten Menzel en Loo in de A50 nabij Nistelrode. Het belangrijkste van de praktijkproef is het monitoren van de geluidsreductie in de tijd. Tevens is de inbouw gemonitord en worden spoordieptemetingen en visuele inspecties uitgevoerd. Naast het meten van bewegingen in XYZ richting wordt ook de temperatuur constant gemeten.

De vier winnende ideeën worden op lange-termijn duurzaamheid door TU-Delft getest in de LINTRACK en op het gedrag bij lage temperaturen met de bewegingssimulator van het Zwitserse EMPA. Op basis van de proefresultaten wordt over twee jaar een uitspraak gedaan over het te verwachten lange-termijn gedrag.

LINTRACK: semi-praktijkproef

In de LINTRACK (Linear Tracking Apparatus) zijn speciaal voor dit onderzoek naast elkaar twee landhoofden ingebouwd met aan weerszijden van ieder landhoofd twee betonnen brugdelen. De brugdelen en landhoofden zijn voorzien van een standaard asfaltconstructie en per landhoofd zijn aan weerszijden twee dezelfde voegovergangen ingebouwd. Eén voegovergang wordt uitgerekt en één voegovergangen wordt ingedrukt. Met een super single vrachtwagenband wordt de constructie

met 100.000 overgangen belast. Gestart wordt bij 30 °C en 3,5 ton wiellast. Om de 20.000 overgangen wordt of de wiel last verhoogd met één ton of de temperatuur verhoogd met 5 °C tot er bij de laatste 20.000 overgangen wordt belast met 5,5 ton wiellast bij 40 °C. Is de voegovergang na 100.000 overgangen nog intact, dan wordt een trekbezuikproef bij 20 °C uitgevoerd om uit te wijzen welke voegovergang de duurzaamste is.

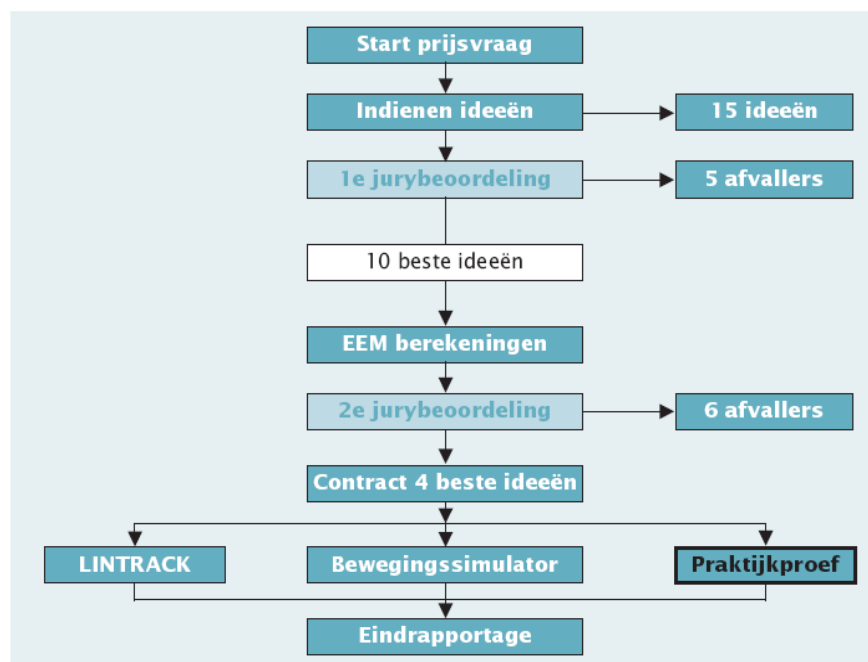
Bewegingssimulator

Om het lagetemperatuurgedrag te onderzoeken worden bewegingssimulatorproeven uitgevoerd bij het Zwitserse EMPA. Op een proefstuk, bestaande uit twee met asfalt beklede betonnen platen waartussen de voegovergang is ingebouwd, wordt tien keer een langzame verplaatsingsgestuurde trek- en drukbelasting uitgeoefend bij min 10 °C om de bewegingen in winterse omstandigheden na te bootsen. Deze test moet aantonen hoe lang de voegovergang meegaat zonder scheurvorming.

Prijs

De prijs die de vier prijswinnaars hebben verdiend bestaat uit:

- het betalen door RWS van de kosten van EEM berekeningen;
- het inbouwen van de winnende voegovergangen in de A50 en de monitoring ervan;
- het vervaardigen van proefstukken van de bewegingssimulatorproeven en de uitvoering van deze proeven;
- het inbouwen van voegovergangen in de LINTRACK en het uitvoeren van deze proeven.





Beproeving in de LINTRACK

factsheet 2

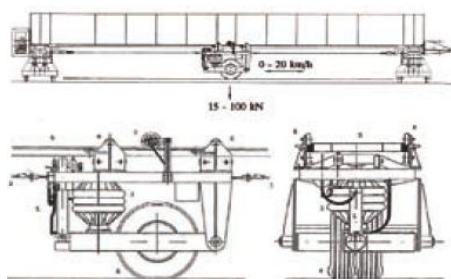
De vier oplossingen die in de prijsvraag 'Stille Duurzame Voegovergangen' na de EEM-berekeningen als beste uit de bus komen, testen wij op drie manieren op duurzaamheid en geluidsreducerend vermogen. Eén daarvan is beproeving in de LINTRACK (Linear Tracking Apparatus) op het terrein van de TU Delft. In deze factsheet leggen wij uit hoe dit in zijn werk gaat.

Wat is de LINTRACK?

De LINTRACK is een installatie voor het versneld beproeven van full-scale (verhardings-)constructies. Het apparaat bestaat uit een 20 meter lange stalen balk die aan weerszijden op rails is geplaatst. Daardoor kan de gehele installatie zijdelings naar andere proefvakken worden verplaatst. Langs de

stalen balk kan een belastingswagen over het proefvak heen en weer rijden, over een afstand van in totaal 12 meter (zie figuur 1). Op deze belastingswagen kan een enkel of dubbel vrachtwagenwiel worden gemonteerd. De wiellast is instelbaar van 15 kN (1,5 ton) tot 100 kN (10 ton). De maximale snelheid van de belastingswagen bedraagt 20 km per

uur. De eerste 4 meter wordt de snelheid opgebouwd, de volgende 4 meter blijft deze constant, om vervolgens over een vertragingstraject van 4 meter te worden afgebouwd tot stilstand. Daarna herhaalt het proces zich in tegengestelde richting. Bij continu bedrijf kunnen per uur ongeveer 1000 lastherhalingen worden gerealiseerd. Er kan versporend worden gereden. Een overkapping beschermt de opstelling tegen neerslag en zonnestraling. De LINTRACK is voorzien van een infrarood-verwarmingsinstallatie, waarmee het asfalt tot maximaal 35° C boven omgevingstemperatuur kan worden verwarmd.



Figuur 1: De LINTRACK - testinstallatie



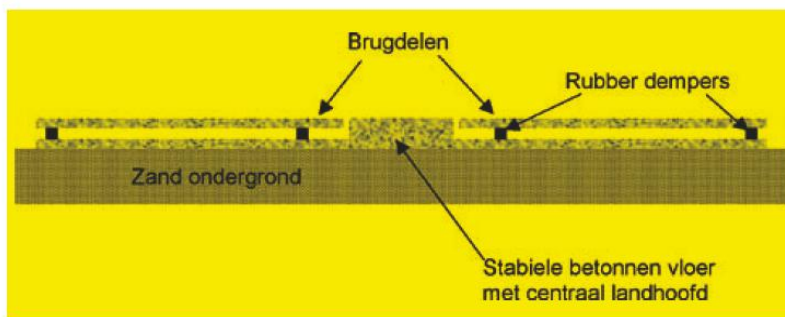
Beproeving duurzaamheid voegovergangen

Om de duurzaamheid van de vier meest belovende voegovergangen in de LINTRACK te beproeven worden in de installatie 3 meter brede, full-scale betonnen brugdekken - inclusief landhoofd - aangebracht. Het landhoofd bevindt zich in het midden van het LINTRACK-proefvak. Het wordt aan weerszijden geflankeerd door een brugdeel, zodat twee voegovergangen tegelijk kunnen worden beproefd (zie figuur 2).



Rijkswaterstaat

GEBR. VAN KESSEL



Figuur 2: Schematische dwarsdoorsnede van de LINTRACK-opstelling t.b.v. de beproeving van voegovergangen.

Om een *worst case scenario* te simuleren worden de voegovergangen in de neutrale stand ingebouwd en beproefd als zij maximaal zijn uitgerekt. Hiertoe worden de brugdelen met vijzels van het landhoofd afgeduwd.

De test gaat als volgt in zijn werk:

- Allereerst worden de voegovergangen (één aan elke zijde van het landhoofd) langzaam opengetrokken tot maximale opening van de dilatatie.
- De temperatuur van de constructie wordt opgevoerd tot 40° C.
- Dan wordt de constructie belast door het LINTRACK-wiel, een breedband. In totaal worden 100.000 belastingsherhalingen uitgeoefend. Deze bestaan uit achtereenvolgens 20.000 herhalingen van een bandlast van respectievelijk 3,5 ton/ 4,5 ton/ 5,5 ton/ 6,5 ton en 7,5 ton.
- Als de voegovergang na 100.000 belastingsherhalingen nog intact is, wordt de temperatuur van de constructie naar ca. 20° C teruggebracht. Daarna wordt een monotone verplaatsingsbezuikproef op de voegovergang uitgevoerd door de brugdelen van het landhoofd af te duwen. Op deze wijze kan alsnog worden bepaald welke van de vier voegovergangen het meest duurzaam is.

Bij de laagste bandbelasting ontstaat er vermoedelijk weinig spoorvorming. Hoe meer de bandlast wordt opgevoerd, des te meer spoorvorming er zal optreden. Ook de kans op mogelijke andere schade, zoals scheurvorming, onthechting en materiaalverlies, wordt naar verwachting groter.

Waarschijnlijk ontstaat er een beeld dat vergelijkbaar is met de in figuur 3 getoonde meetresultaten. Deze zijn verkregen bij een constante bandlast, maar een toenemende temperatuur.

Als eerste wordt een conventionele bitumineuze voegovergang beproefd als referentie. Op basis van de opgedane resultaten worden mogelijk de voorgenomen proefcondities van de LINTRACK nog aangepast.

Beproeving geluidsreductie voegovergangen

Om een indruk te krijgen van de geluidsreductie worden mogelijk tijdens de LINTRACK-beproeving op bepaalde tijdstippen Close-Proximity-achtige geluidsmetingen (CPX) uitgevoerd. Hiertoe wordt een geluidswerende kast om het LINTRACK-wiel gebouwd, die wordt uitgerust met microfoons. Ook worden microfoons onder de constructie geplaatst. Op deze wijze kan de geluidsproductie van de vier voegovergangen onderling worden vergeleken. Ook kan zo een eventuele geluidstoename in de tijd als gevolg van de belasting worden vastgesteld.

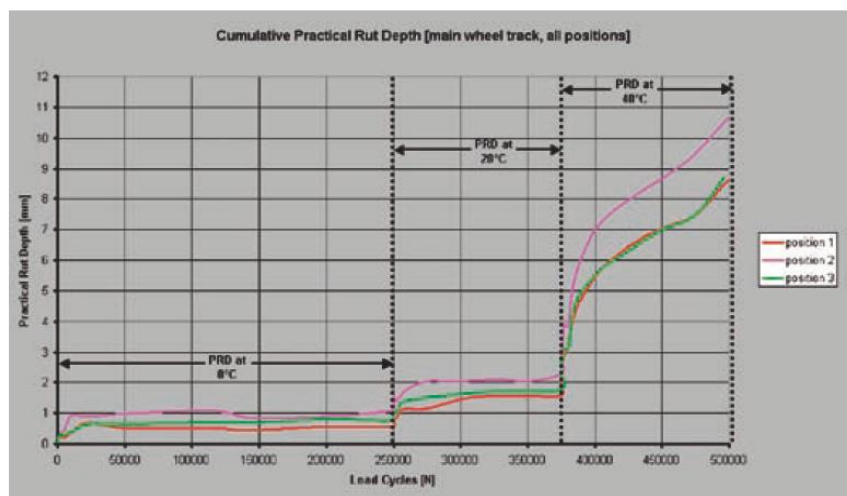
Zie ook:

- Factsheet 1: Eindige Elementen Model Berekeningen
- Factsheet 3: Beproeving in de bewegings-simulator
- Prijsvraagbrochure
- Aanbestedingsdocument

Deze documenten kunt u downloaden van <http://www.rijkswaterstaat.nl/ipw>

Voor meer informatie:

Jan.Voskuilen@rws.nl



Figuur 3: Toenemende spoorvorming als gevolg van toenemende temperatuur, zoals gemeten in de LINTRACK.

7-09-202-5

LINTRACK research into long-term joint behaviour

KLK-joint test results

Reference is made to Appendix B where a photo report of the KLK-Joint installation can be found. Here the most important installation issues are discussed.

The thickness of the surfacing structure on the concrete bridge decks and the bridge end support is approximately 110 mm. A concrete repair mortar was used to repair the concrete substrate and also get control over the KLK-jointg construction height.

Hereafter, first a rubber slab bridging the joint in the concrete works is installed. This slab is held in place by application of adhesive kit and makes the joint in the concrete works mortar tight. A bituminous adhesive bedding layer is then poured onto the concrete work and the slab, see Figure 1. The lower prefab joint element is thereafter worked into this bedding layer.

On the surface of this lower joint element a second bituminous bedding layer is poured. A reinforcement grid is worked into this bedding layer along the edges of the joint body. Hereafter the upper joint element is worked into the bedding layer, see Figure 1 for the finished joint body with extending reinforcement grids. After installation of the joint body the area surrounding the joint elements is filled with two layers of Guss asphalt. The reinforcement grid is installed so that it sits in the interface between the two layers of Guss asphalt. Finally a surface treatment is applied to give a visually attractive end product with good skid resistance.

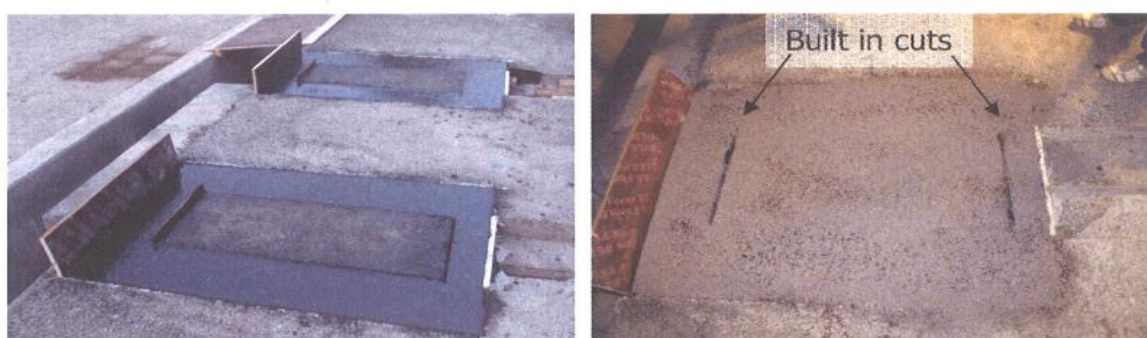


Figure 3. Left: overview of KLK-joints ready for surface treatment. Right: End product.

The joint elements installed in the LINTRACK test facility are not long enough for construction of a complete 150 cm joint. Therefore Guss asphalt is also applied at the side edges of the joint bodies. Cuts that mechanically isolate the joint body from this Guss asphalt were built into the structure, see Figure 3. Also the Guss asphalt was cut so that it does not bridge the joint in the concrete works.

De **spoorvorming** in de asfalt lagen voor en na de KLK voeg zijn veel groter dan de deformatie in de KLK voeg dit wil zeggen dat deze de sterkte van de asfaltberharding ver over treft.

TU Delft

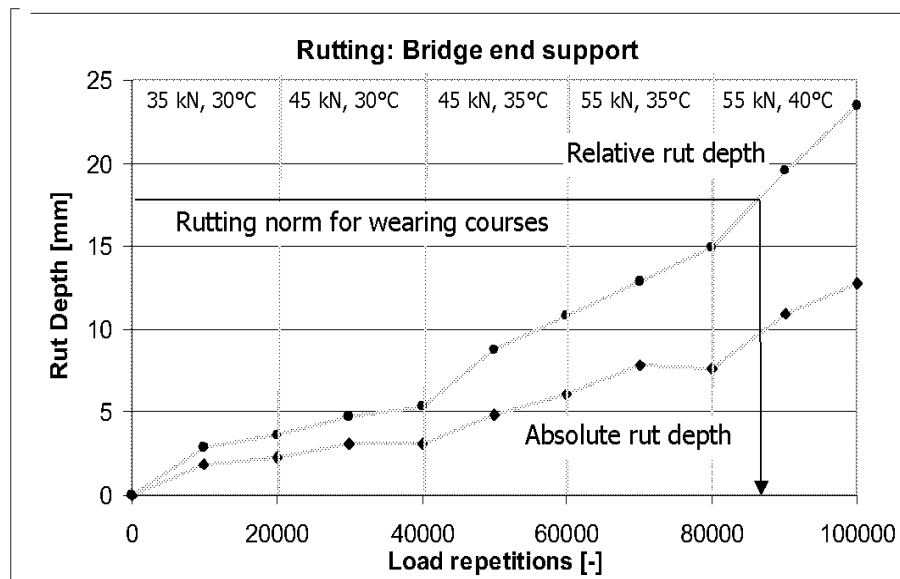


Figure 25. Rut development at the middle of the central bridge end support.

De **trekproeven** die uitgevoerd zijn door Empa geven een afnemende sterkte te zien, de oorzaak isb een te hoge stijfheid van de KLK voeg het geen nu is aangepast zie onderstaande grafiek

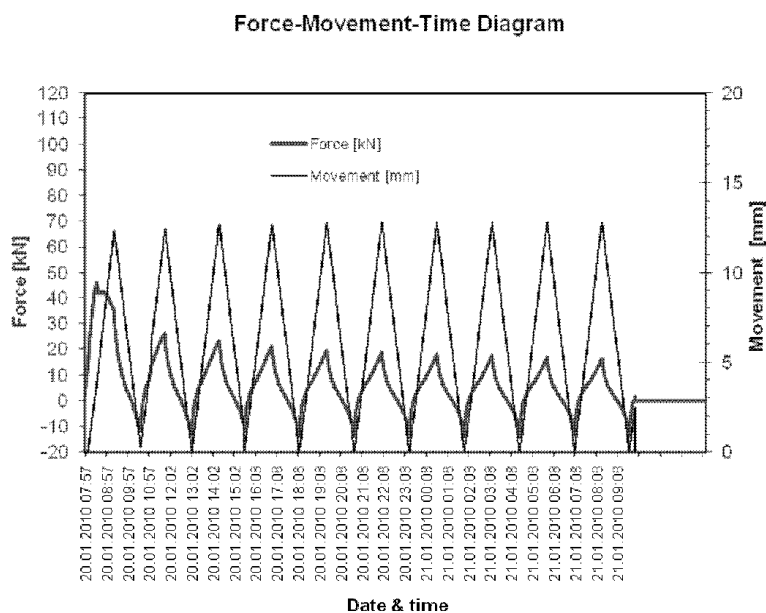
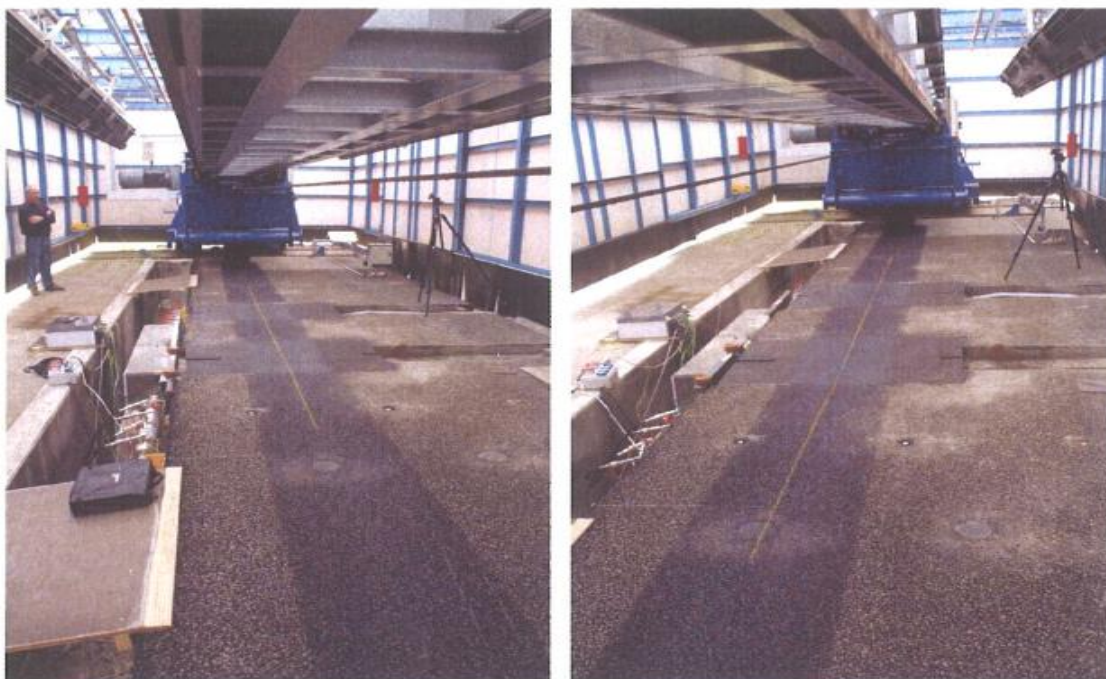


Figure 7.2.5 Graphic of the measured force progression of the specimen over 10 cycles at -10°C



Overview. Left: N=40000, right: N=50000.



Overview. Left: N=60000, right: N=70000.

LINTRACK research into long-term joint behaviour, KLK-joint test results

M. Huurman

Eindige Elementen Model Berekeningen

factsheet 1

De jury van de prijsvraag 'Stille Duurzame Voegovergangen' selecteert in eerste instantie tien veelbelovende inschrijvingen. Op basis van berekeningen met een Eindige Elementen Model (EEM) worden vervolgens de vier beste voegovergangen vastgesteld. Alleen deze vier gaan door naar de testfase. In deze factsheet leggen wij uit hoe de levensduur van de aangeboden voegovergangen met behulp van EEM wordt geanalyseerd.

Om een top 4 van de meest duurzame oplossingen te kunnen vaststellen worden de tien geselecteerde voegovergangen op dezelfde wijze doorgerekend. Voor elke inschrijving maken wij gebruik van hetzelfde EEM-pakket, waarbij wordt uitgegaan van dezelfde belasting.

Bij EEM zijn de volgende drie aspecten van belang: materiaalgegevens, geometrie en belasting (waarbij impliciet ook de belastings-tijd en mogelijke effecten van de belastings-herhaling een rol spelen).

Materiaalgegevens en geometrie

U levert bij de inschrijving zelf de materiaalgegevens aan. Het gaat hier voornamelijk om de E-modulus, stijfheid, uitzettingscoëfficiënten en hechtsterktes tussen materialen (zie de Tabel 'Materialen' in het Aanbestedings-document). Deze materiaalgegevens kunt u uit de literatuur halen of wellicht baseren

op (eerder) uitgevoerde proeven. Als u denkt dat dit voor de EEM-berekeningen noodzakelijk is, kunt u ook extra materiaalgegevens aanleveren. Ook is het mogelijk dat de jury u hierom vraagt.

Voor het invoeren van de geometrie is het noodzakelijk dat u een gedetailleerde tekening aanlevert waarop de exacte afmetingen en de toegepaste materialen staan aangegeven.

Belastingen

De statische en de vermoeiingsbelastingen moeten worden ontleend aan het document NBD 00400 ('Eisen voor enkelvoudige voegovergangen'). Bij statische belastingen moet de belasting gerelateerd worden aan het kruipgedrag van het materiaal. In ieder geval wordt een kortdurende, statische belasting van 5 uur beschouwd. Deze belasting moet minimaal 20 maal worden herhaald, als dit in verband met de materiaaleigenschappen

relevant lijkt. Als tijdaspecten een rol spelen bij de vermoeiingsbelasting, moet worden uitgegaan van verkeerssnelheden van 60 tot 90 kilometer per uur.

EEM-programma

Er wordt een programma gebruikt dat beschikt over volume-elementen en waarmee geometrisch en fysisch niet-lineaire berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Ook is het in staat 'in de tijd' te rekenen, in verband met dynamische effecten. De berekeningen leiden daardoor tot een betrouwbaar beeld van het gedrag van de voegovergang, de kritieke locaties en spanningen.

Het model is opgezet als een 3-D model. Waar dat nodig is voor de beoordeling van de spanningen en rekken (ook in de tijd) worden volume-elementen gebruikt. De spanningsgradiënten kunnen de element-fijnheid (mesh) voldoende nauwkeurig volgen. Dit geldt met name daar waar spanningspieken ontstaan die te maken hebben met vermoeiing of scheurvorming.

Berekeningen

De berekeningen worden uitgevoerd voor alle relevante grenstoestanden ('limit states'),



Rijkswaterstaat

zoals gebruiksgrenstoestand ('serviceability limit state'), inclusief kruip en krimp, en de uiterste grenstoestand ('ultimate limit state'). Als dit mogelijk is, vormt de EEM-berekening ook de basis voor de uiterste grenstoestand vermoeiing/ scheurvorming.

De analyses worden gerelateerd aan verkeersbeelden op Nederlandse snelwegen, bruggen en viaducten, aan spectra van asbelastingen, aan aantallen, etcetera.

Daarnaast worden de EEM-resultaten gerelateerd aan de proefresultaten.

Zie ook:

- Factsheet 2: Beproeving in de LINTRACK
- Factsheet 3: Beproeving in de bewegings-simulator
- Prijsvraagbrochure
- Aanbestedingsdocument

Deze documenten kunnen worden gedownload van:

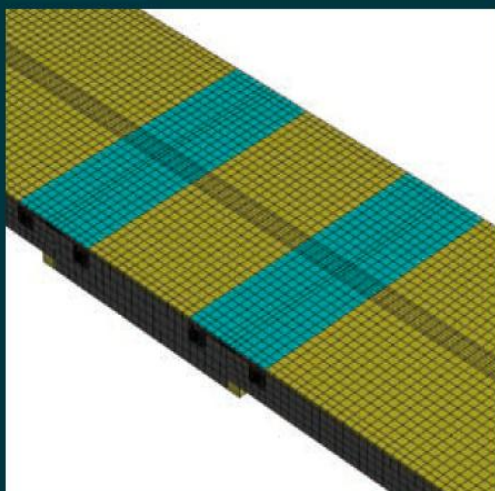
<http://www.rijkswaterstaat.nl/ipw>

Voor meer informatie:

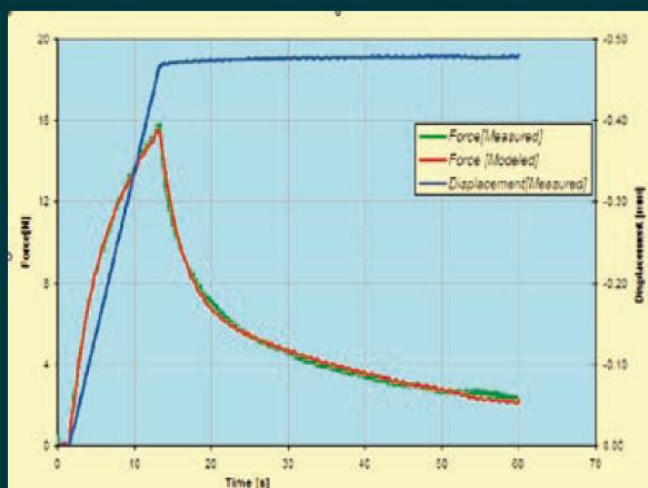
Jan.Voskuilen@rws.nl

Analyses en evaluatie

Bij de analyses wordt vooraf kwalitatief ingeschat of het gaat om een constructietype met materiaal dat gevoelig is voor lokale belastingen (contactspanning) of voor het overbrengen van krachtsommaties (zoals wielbelastingen).



Figuur 1: Voorbeeld van een voegovergangsmesh



Figuur 2: Voorbeeld van berekende en gemeten kracht

Vroegtijdige berekeningen

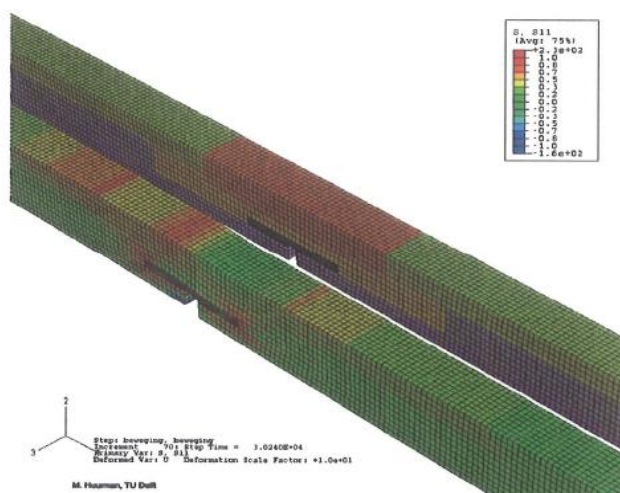
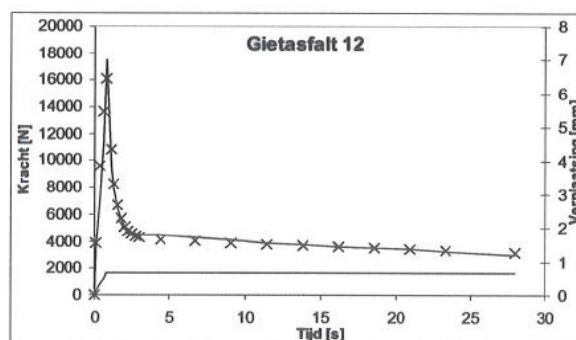
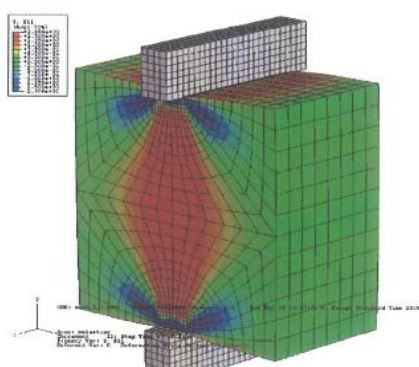
Rapport 7-08-171-1, juni 2008



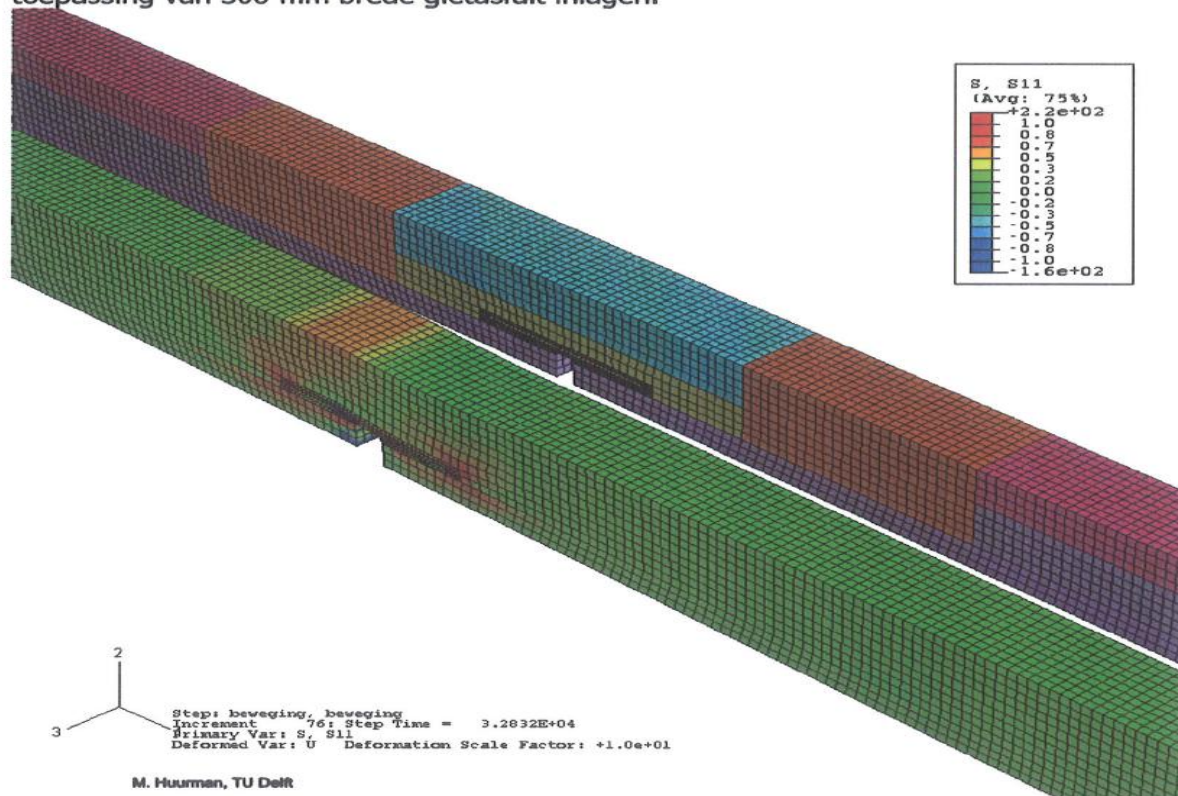
Flexibele voegovergangen

Bepaling van visco-elastisch materiaalgedrag en constructieve responsberekeningen

M. Huurman



De kleurschaal voor spanningsindicatie is gelijk aan die in de figuren 13 en 16. Het ontbreken van de kleur rood geeft dus een indicatie van de verbetering die volgt uit toepassing van 300 mm brede gietasfalt inlagen.



Figuur 19. Simulatie resultaat voor model #2, $v=1.0$.

In figuur 19 is duidelijk zichtbaar dat vooral in inlage MN18FCQ aan het wegooppervlak belast worden door trek. In figuur 20, 21 en 22 wordt de belasting van MN18FCQ, gietasfalt en zoab in grafiekvorm gegeven. De figuren hebben betrekking op de situatie aan het oppervlak en wel op die plaatsen waar de belasting maximaal is.

In dit rapport zijn een viertal simulaties van voegovergangen besproken. Op basis van de simulaties kan worden geconcludeerd dat de zoab nabij voegovergangen met MN18FCQ zeer sterk wordt ontlast door het aanbrengen van een 300 mm brede strook gietasfalt aan weerszijden van de voeg.

De simulaties zijn gebaseerd op een opgegeven geometrie. De opgelegde verplaatsingen over de voeg zijn gebaseerd op gemeten verplaatsingen. De materiaaleigenschappen die in de simulaties zijn gebruikt zijn afgeleid van relaxatie proeven op zoab, gietasfalt en MN18FCQ.

Ten aanzien van de relaxatieproeven wordt opgemerkt dat de proeven zijn uitgevoerd bij een temperatuur van -10°C .

Beproeving in de bewegingssimulator

factsheet 3

De vier oplossingen die in de prijsvraag 'Stille Duurzame Voegovergangen' na de EEM-berekeningen als beste uit de bus komen, testen wij op drie manieren op duurzaamheid en geluidsreducerend vermogen. Eén daarvan is beproeving in de bewegingssimulator. In deze factsheet wordt een voorbeeld gegeven van een dergelijke proef.

In de bewegingssimulator worden de zogenaamde 'seizoensbewegingen' van de voegovergangen gemeten. Het is een quasi-statische methode die inzicht verschaft in het gedrag van de voegovergangen bij lage temperaturen. In figuur 1 ziet u een afbeelding van zo'n proefopstelling.



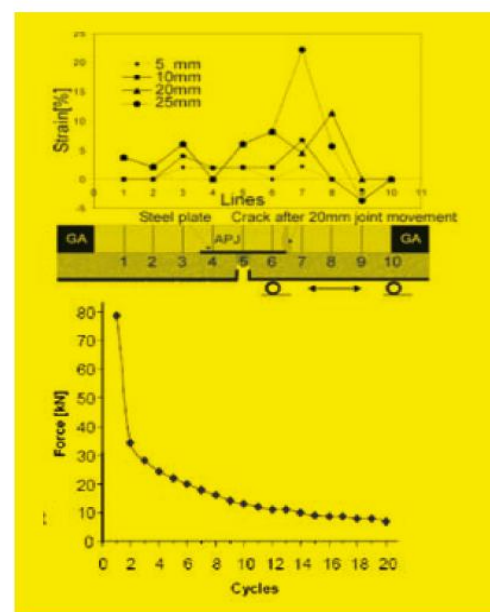
Figuur 1: De bewegingssimulator

De test

De proefopstelling bestaat uit twee delen: een gefixeerd deel en een deel dat horizontaal kan worden bewogen door een hydraulische zuiger. Op deze wijze kan de voegopening vervormingsgestuurd worden geopend en gesloten. De hiervoor benodigde krachten worden gemeten met een krachtmeetdoos. De innovatieve voegovergangen zullen worden beproefd bij -10°C , met een horizontale zaagtandbeweging van maximaal 30 mm met een snelheid van 10 mm per uur. Om de lokale bewegingen van de voegovergangen te bestuderen, wordt de beweging vanaf de eerste belastingsherhaling op 10 gelijkverdeelde plaatsen in de lengterichting van de voegovergang gemeten. De mogelijkheid bestaat dat de proefcondities nog worden gewijzigd om ook het aspect vermoeiing te kunnen onderzoeken.

Voorbeeld

Als voorbeeld ziet u in figuur 2 de resultaten van een dergelijke meting. Hierbij is voor elk element de rek weergegeven na een opening van 5 naar 25 mm.



Figuur 2: Voorbeeld van een resultaat van de bewegingssimulatorproef



Rijkswaterstaat



Na een voegopening van 20 mm is een overbelaste zone tussen plaats 6 en 7 zichtbaar. Dit resulteert in een plotselinge toename van de lokale rek, die te wijten is aan de ontwikkeling van een breukvlak in de voegovergang. In figuur 2 is ook te zien dat de kracht na de eerste belastingsherhaling sterker afneemt. Door deze testmethode kan inzicht worden verkregen in het cyclisch gedrag van voegovergangen bij lage temperaturen.

Proefstukafmetingen

Figuur 3 geeft u een indruk van de proefstukafmetingen. Als voorbeeld is gekozen voor een beproeving van een bitumineuze voegovergang met aan beide zijden gietasfalt (GA11s). Voor de proeven ten behoeve van de prijsvraag zal de voegovergang worden getest met aan weerszijden ZOAB als deklaag.

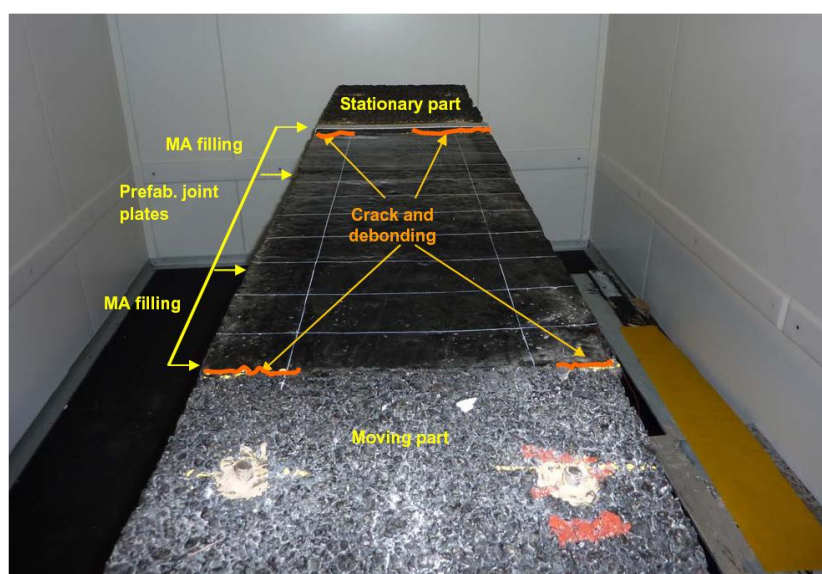


Figure 5.5: KLK Joint, 1st specimen A1. Crack and debonding of the mastic asphalt MA from the bridge pavement which occurred during the first cycle

De stille sterke bitumineuze voegovergang. Gebr. Van Kessel, Latex en Kraton hebben deze voeg overgang ontwikkeld

KLK-bituvoeg

Flexibele voegovergangen hebben tot doel de bewegingen over voegen in kunstwerken op te vangen. Deze voeg wordt dus belast en er wordt aan getrokken en dit zijn invloeden van het weer. Maar het verkeer levert ook schade aan de voeg in de vorm (spoorvorming) en de standaard stalen voeg levert veel geluid onze nieuwe voeg beperkt dit geluid aanzienlijk.

Vier innovaties

De innovatie zit in vier onderdelen. Onderin de voeg komt een rubberen slab over de naad tussen brug en landhoofd. Het speciale asfaltmengsel wordt versterkt met een rubberen wapeningsmat. Aan de zijkanten komt sterk gietasfalt, dat zorgt voor nog eens een extra versterking. Doordat veel elementen van de voeg prefab worden gemaakt, zijn de condities en dus de kwaliteit goed beheersbaar, beter dan bij een in-situ aangebrachte voegvulling. De prefab-elementen zijn 460 mm x 20 mm x 1000 mm en bestaan uit gemodificeerde bitumen, steenslag en een rubberen wapening.

Voeg aanbrengen

In de deklaag van de verharding wordt een sleuf gefreesd. Als de betonnen ondergrond is schoongemaakt, wordt de opening afgedicht met een slab. Daarna worden de prefab-elementen in de sleuf geplaatst. In de naden en over het hele oppervlak wordt gemodificeerde bitumen gegoten. De randen worden geïmpregneerd met gemodificeerde bitumenemulsie. In de overgebleven ruimte naast de prefab-elementen komt gietasfalt. Als de voegconstructie is afgekoeld, komt er een slijtlaag overheen, zodat deze een goede aanvangstroefheid heeft.

Uitgebreid onderzoek

De constructie en de materialen zijn uitgebreid onderzocht en beproefd. In het laboratorium van Gebr. van Kessel namelijk treksterkte, spoorvorming en hechting. Bij TU Delft en Simulia (EEM) is onderzoek gedaan naar de visco-elasticiteit van het materiaal, zijn constructieve responsberekeningen gemaakt en is met behulp van LINTRACK onderzocht hoe de voeg zich op lange termijn zal gedragen. En wat bleek: de horizontale en verticale krachten van de banden worden goed opgevangen. Bij de testopstelling is geen spoorvorming opgetreden. De voegconstructie blijkt nog sterker te zijn dan de asfaltverharding van de weg zelf.

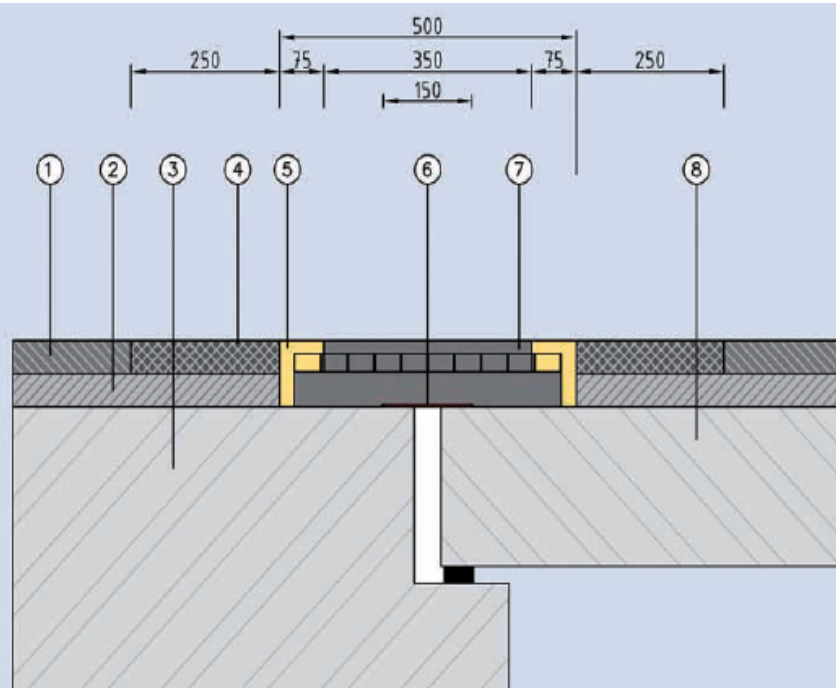
Tevens is er in Zwitserland onderzoek gedaan naar het temperatuur gedrag en dit over een periode van 10 jaar

Proefvakken in het verkeer

Er ligt op dit moment een proefvak met de KLK-bituvoeg op de A50 en op de weg achter de asfaltcentrale in Hoogblokland.

KLK-bituvoeg

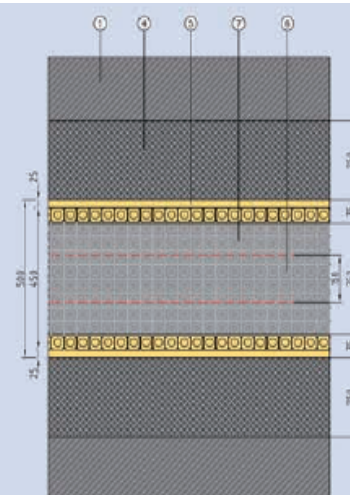
- **stil:** veel stiller dan standaard voeg
- **sterk:** sterker dan het reguliere ZOAB van rijkswegen
- **snel:** in één nacht aan te brengen
- **levensduur:** naar verwachting 10 tot 13 jaar



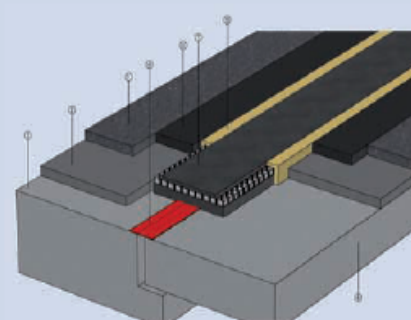
Tekening dwarsdoorsnede

1	Asfalt (zoab)
2	Asfalt (dab)
3	Landhoofd
4	Asfalt (zoab geïmpregneerd)

5	Bitumineuze voegovergang
6	Voegplaat
7	Prefab rubber wapening
8	Brugdek



Tekening bovenaanzicht



3 D aanzicht

Principe

Het principe van de voeg is om deze eenvoudig en volgens een hoge kwaliteitsstandaard aan te brengen. Vooraf worden prefab elementen binnen een fabrieksomgeving vervaardigd. De elementen van 460 mm x 20 mm x 2000 mm bestaan uit gemodificeerde bitumen, steenslag en een rubber wapening. De functie van de prefab kern is geoptimaliseerd door het inbouwen van een rubber wapening. Hierdoor is de weerstand tegen horizontale rekken (werking van de voeg) en verticale rekken (spoorvorming) verbeterd. De nadelen van de bitumineuze voegen worden hierdoor tot een minimum beperkt.

Het prefab concept maakt dat de complete vervaardigingskwaliteit zoals de homogeniteit van het product, beter is dan bij een in-situ aangebrachte voegvulling.

Het inbouwen

De vooraf vervaardigde prefab elementen worden naar het werk gebracht. De (ZOAB) deklaag wordt (of is) aangebracht. Bij nieuwbouw moet deze eerst zijn afgekoeld waarbij gerekend moet worden met minimaal een dag. In de (ZOAB) deklaag wordt ter plaatse van de voegovergang een sleuf gefreesd. De vrijgekomen betonnen ondergrond wordt schoongemaakt en de opening wordt met een slab afgedicht.

De prefab elementen worden geplaatst waarbij aan de zijkanten voldoende ruimte overgehouden wordt om een goede hechtlaag aan te brengen. De naden en het hele oppervlak worden afgegoten met gemodificeerde bitumen. De randen worden geïmpregneerd met gemodificeerde bitumenemulsie. De mogelijke kookverschijnselen door verhitting van de warme voeg zal de hechting en de versterking van de ZOAB bevorderen waardoor een betere spanningsverdeling ontstaat tijdens krimpbelastingen. De overblijvende ruimte aan de beide zijden van de prefab elementen wordt naderhand met gietasfalt afgewerkt. Als laatste wordt na afkoeling over de



Betonnen rand van de voeg na frezen asfaltverharding



Herstel betonnen randen



Aanbrengen slab over de voeg op het beton



Plaatsen van de prefab elementen



Afwerking met gietasfalt



Voegovergang technisch gereed voor gebruik

gehele voegconstructie een 'slijtlaag' aangebracht om een goede aanvangstroefheid te verkrijgen.

De voordelen

- Kwaliteit van de prefab-elementen zijn beter beheersbaar dan in situ.
- Geen tijdverlies door afkoeling na het gereedkomen van de voegconstructie.
- Geluidsreductie vergelijkbaar met bitumineuze voegovergangen.
- Levensduurverwachting 10 a 13 jaar.

De KLK-bituvoeg is ontwikkeld in samenwerking met de bedrijven Kraton, Latexfalt en gebr. van Kessel Speciale Technieken en Producten.



Afgestrooide voeg

Gebr. van Kessel

Speciale Technieken en Producten

Samenvatting

Overgangen van kunstwerken naar asfaltwegen veroorzaken vaak hinder voor buurtbewoners. Voor wegbeheerders zijn de voegen een kostenpost. Mede door de vereiste wegafluitingen bij uitvoering. Speciaal hiervoor heeft Gebr. van Kessel Speciale Technieken & Producten B.V. in samenwerking met de bedrijven Kraton, Latexfalt de **KLK-Bituvoeg ontwikkeld**.

Algemene informatie

Gebr. van Kessel Speciale Technieken & Producten BV, gevestigd te Tilburg is al meer dan 25 jaar een specialist op het gebied van herstel, afdichting en verduurzaming van betonconstructies. In iedere fase van het beton renovatietraject is zij de aangewezen partner voor haar opdrachtgevers. Of het nu gaat om de inventarisatie van de schadeproblematiek en -omvang, het adviseren van een passende herstmethode inclusief offerte of de daadwerkelijke realisatie van het werk: het op maat realiseren van oplossingen voor onze opdrachtgevers loopt als een rode draad door ons bedrijf.

Of het nu gaat om het herstellen van een balkonnetje, het coaten van een bedrijfsploer of het integraal renoveren van een sluizencomplex, ongeacht de schaalgrootte van het probleem. Gebr. van Kessel Speciale Technieken & Producten BV is in staat om snel en flexibel in te springen op de wensen van haar opdrachtgevers.

Tevens is Gebr. van Kessel Speciale Technieken & Producten BV de aangewezen partij voor het afdichten van voegen, het herstellen van scheuren in asfalt en het aanbrengen van voegovergangen.

Vanzelfsprekend beschikt ST&P over diverse kwaliteitscertificaten voor uitvoering van haar werkzaamheden, zoals het ISO-9001, VCA**, BRL3201 en BRL2371 certificaat.



Gebr. van Kessel Speciale Technieken & Producten B.V.
verricht de navolgende werkzaamheden:

- repareren en injecteren van beton;
- betonspuiten;
- waterdichting van zwembaden, kelders, lekbakken e.d.;
- renoveren van balkons en galerijen;
- conserveren van betonconstructies;
- hydrofoberen beton- en metselwerk;
- aanbrengen slijtlagen;
- alle voorkomende kitwerken;
- aanbrengen vloeistofdichte vloeren en conserveringen;
- aanbrengen voegovergangen;
- advies en begeleiding;



Contactpersonen:

Bert Maessen Bedrijfsleider Speciale Technieken en Producten
bmaessen@kessel.nl mobiel 0611008560

Paul Boender Projectleider Speciale Technieken en Producten
pboender@kessel.nl mobiel 0611008551



