

## Innovatieve naadbeschermers bij ZOAB inlagen

Voskuilen, Jan; Houben, Lambert

**Publication date**

2016

**Document Version**

Final published version

**Published in**

CROW InfraDagen 2016

**Citation (APA)**

Voskuilen, J., & Houben, L. (2016). Innovatieve naadbeschermers bij ZOAB inlagen. In *CROW InfraDagen 2016* [https://www.crow.nl/downloads/pdf/bijeenkomsten-congressen/2016/crow-infradagen/papers/74\\_naadbeschermers-def.aspx](https://www.crow.nl/downloads/pdf/bijeenkomsten-congressen/2016/crow-infradagen/papers/74_naadbeschermers-def.aspx)

**Important note**

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

**Takedown policy**

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Innovatieve naadbeschermers bij ZOAB inlagen

Jan Voskuilen  
Rijkswaterstaat

Lambert Houben  
Technische Universiteit Delft

## Samenvatting

Voor bij zowel rijstrook- als rijbaanbreed onderhoud aan Zeer Open AsphaltBeton (ZOAB) worden door aannemers steeds vaker zogenaamde naadbeschermers toegepast om vroegtijdige schade aan langsnaden in de garantie periode van 7 jaar te voorkomen. Meestal worden bitumineuze strips aangebracht ter bescherming of worden naden afgegoten met hete bitumen; soms worden geen maatregelen genomen. Deze naadbeschermers kunnen uiteindelijk te glad worden en/of gaan glimmen. Rijkswaterstaat (RWS) krijgt over slecht acterende naadbeschermers relatief veel klachten van met name motorrijders. Deze groep is kwetsbaarder en motorrijders rijden in het midden van de rijstrook, waar soms de naadbeschermers zich bevinden. Soms worden de naadbeschermers ervaren als “spookmarkering”, vooral tijdens regenval omdat ze eerder zichtbaar zijn dan de markering. Kortom, RWS was niet tevreden over de huidige generatie naadbeschermers. Om deze problemen te verhelpen heeft RWS de aannemerij d.m.v. een wedstrijd uitgedaagd om met verbeteringen te komen. De aannemers kwamen met 11 innovatieve oplossingen, die door een onafhankelijke deskundige jury werden beoordeeld op de stroefheid, glimmen, verkeershinder tijdens aanbrengen, milieuvriendelijkheid en kosten. Er werden vijf winnaars geselecteerd, die door RWS in staat werden gesteld om hun idee in een proefvak (ZOAB inlage) op de autosnelweg A59 te demonstreren. Uit deze proefvakken werden op de naad kernen geboord, die op kosten van RWS werden onderzocht in het laboratorium. Eén jaar na het inbouwen van de naadbeschermers werden deze visueel geïnspecteerd en zijn de stroefheid en horizontale waterdoorlatendheid gemeten. In deze paper wordt ingegaan op de winnende innovatieve naadbeschermers, wordt de inbouw ervan besproken en worden de testmethoden en – resultaten weergegeven.

**Steekwoorden:** naden, ZOAB, inlagen, stroefheid, horizontale waterdoorlatendheid.

## 1. Inleiding

Door de hogere verkeersbelasting wordt de rechter rijstrook van Duurzaam Zeer Open AsphaltBeton (DZOAB) 16 na gemiddeld 11 jaar vervangen, terwijl de gemiddelde levensduur van de linker rijstrook gemiddeld 17 jaar is. Een zgn. ZOAB inlage is de meest toegepaste onderhoudstechniek: na ca. 11 jaar wordt alleen de rechter rijstrook gefreesd en wordt ZOAB 16 teruggebracht. Als na gemiddeld 17 jaar de linker rijstrook einde levensduur heeft bereikt, wordt weer rijbaanbreed DZOAB 16 aangebracht. Bij het toepassen van een ZOAB inlage wordt een langnaad gecreëerd tussen het oude nieuwe ZOAB. Een naad is altijd de zwakste schakel in een materiaal. Een naad kan onthechten, open gaan staan met materiaalverlies (rafeling) als gevolg. Daarom worden door aannemers in toenemende mate zgn. naadbeschermers toegepast om vroegtijdige schade hieraan in de garantieperiode te voorkomen. Schade aan ZOAB naden kan worden veroorzaakt door een te hoge freessnelheid, waardoor initiatie van microscheurtjes in de mastiek hechtbruggen kunnen ontstaan, die onder invloed van verkeer doorgroeien en uiteindelijk kunnen leiden tot rafeling in het verouderde ZOAB. Ook de hechting tussen het hete nieuwe ZOAB en koude oude ZOAB is niet optimaal. De voorkeur is om ZOAB heet tegen heet aan te brengen, want dit geeft een betere hechting. Het oude ZOAB kan ook worden voorverwarmd met een naadverwarmer. In de afgelopen jaren werd RWS steeds vaker geconfronteerd met klachten van weggebruikers over naadbeschermers. Naden worden vaak afgegoten met hete bitumen en worden niet altijd t.b.v de stroefheid afgestrooid met fijn scherp mineraal aggregaat, soms worden bitumineuze strips op de naden geplakt. Ook wordt er wel eens niets gedaan en wordt er heet tegen koud ZOAB aangebracht wat soms ook goed acteert. Zo komen er klachten van de weggebruikers omdat tijdens regenval naadbeschermers soms worden ervaren als 'spookmarkering'; de naden worden dan aangezien voor markeringen. Dit komt vooral voor in bochten als naadbeschermers zich bevinden tussen de markeringen, wat kan leiden tot gevaarlijke situaties.

Veel van de toegepaste naadbeschermers worden te glad en/of gaan glimmen in de tijd. Er zijn relatief veel klachten afkomstig van motorrijders over te gladde naadbeschermers. Deze groep weggebruikers is kwetsbaarder.

RWS heeft zelfs claims ontvangen van motorfietsongevallen n.a.v. te gladde naadbeschermers. Metingen met de Skid Resistance Test (SRT) hebben uitgewezen dat er SRT-waarden kunnen worden gevonden tussen de 28 en 32, terwijl de eis is  $\geq 45$ .

Omdat de veiligheid van het verkeer de hoogste prioriteit heeft, heeft RWS besloten om de markt uit te dagen om met goede oplossingen te komen voor de geschetste problemen.

### 1.1 Prijsvraag naadbeschermers

Omdat RWS niet tevreden was met de huidige beschermers, heeft het InnovatieTestCentrum (ITC) van RWS de aannemers d.m.v. een prijsvraag uitgedaagd om te komen tot verbeteringen. De uitdaging was om een innovatieve duurzame naadbeschermer te ontwikkelen, die een goede stroefheid heeft en niet glimt. Tevens moet de waterdoorlatendheid in horizontale richting voldoende zijn en moet de hechting tussen oud en nieuw ZOAB stand houden. De volgende selectiecriteria en weegfactoren werden toegepast door een onafhankelijke deskundige jury:

1. - stroefheid en niet glimmen (wegingsfactor 4);
2. - duurzaamheid en levensduur van de naden (weegfactor 3);
3. - minimale verkeershinder tijdens het aanbrengen (wegingsfactor 1);
4. - milieuvriendelijke materialen en - aanbrengproces (wegingsfactor 1);
5. - productie- en aanbrengkosten van de naadbeschermers (weegfactor 1).

## 1.2 Prijswinnaars

Op basis van de selectiecriteria en weegfactoren heeft de jury 5 prijswinnaars gekozen. In tabel 1 worden de prijswinnende naadbeschermers kort beschreven.

Tabel 1. De 5 prijswinnende naadbeschermers.

Code	prijswinnaar	naam naadbeschermer	omschrijving idee
B	Wegenbouw Van den Broek Heteren	Direct Vertical Seal-ZOAB	Alleen voorbehandeling. Na frezen wordt aan de bovenzijde van de zijkant van het oude ZOAB een hete PMB aangebracht.
H	Heijmans	Airjet naadbeschermer	Alleen een nabehandeling door t.p.v. naad aan beide zijden ca. 20 cm LVO middel met een verjongingsmiddel aan te brengen d.m.v. inblazen
B	Boskalis	Lassealer	Alleen nabehandeling van de naad door aan beide zijden van de naad een heet LVO middel met verjongingsmiddel te sproeien en te walsen met een bandenwals
E1	Combinatie ESHA/Van Gelder	Jointfix PB	Na frezen voorbehandeling bovenkant (ca. 20 cm) en zijkant oud ZOAB met LVO met verjongingsmiddel, nabehandeling naad aan beide zijden (ca. 20 cm) met zelfde LVO middel.
E2	Combinatie ESHA/Van Gelder	Jointfix UV	Zelfde voorbehandeling als bij E1, nabehandeling beide zijden van de naad (ca. 20 cm) met UV/O2 bitumen, dat uithardt door UV bestraling.



Fig.1 Airjetseal



Fig.2 Jointfix PB



Fig. 3 Jointfix UV

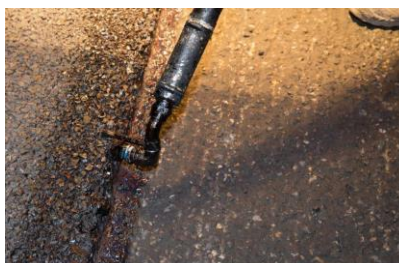


Fig. 4 Direct Verticale Seal



Fig. 5 Lassealer

Vijf winnaars kregen de kans om hun innovatieve naadbeschermers te demonstreren op een ZOAB proefvak op de A59 nabij Waalwijk, waar in de nacht van 27 op 28 september 2013 het ZOAB op de rechter rijstrook moest worden vervangen.

De A59 heeft twee rijbanen met 2 rijstroken en een vluchtstrook per rijbaan. Het ZOAB van de rechter rijstrook had einde levensduur bereikt en werd vervangen. De naad tussen het oude

en nieuwe ZOAB kwam ongeveer 50 mm links van de midden markering te liggen. Het oude ZOAB bevatte gebroken riviergrind met een minimale PSV-waarde van 53, het nieuwe ZOAB bevatte gebroken groevemateriaal met een minimale PSV waarde van 58.

Om schade aan het oude ZOAB door frezen zoveel mogelijk te voorkomen worden standaard bij ZOAB inlagen de stroken van het ernaast liggende oude ZOAB tot een afstand van 50 cm besproeid met een conserveermiddel (bitumenemulsie), dat een verjongingsmiddel bevat. In dit project werd Modimuls TT gebruikt. Bij deze proefvakken is alleen het oude ZOAB t.p.v. de referentievakken (R) op deze wijze behandeld. Om vroegtijdige schade aan het oude ZOAB te voorkomen, is het sinds 2011 verboden om met de wals op oude ZOAB te komen.

## **2. Onderzoeksplan**

Uit de proef- en referentievakken zijn op de naad oud/nieuw ZOAB kernen met een diameter van 150 mm geboord t.b.v. labonderzoek. In 2.1 t/m 2.5 wordt beschreven welke proeven zijn uitgevoerd. Voor meer achtergrondinformatie over de uitgevoerde labproeven wordt verwezen naar [1,3] en voor meer achtergrondinformatie over de praktijkproeven uitgevoerd na één jaar na het inbouwen, wordt verwezen naar [2].

### **2.1 Siemens CT-scanner**

De interne structuur van de naad wordt beoordeeld op basis van de Siemens medische CT-scanner (op 150 mm kern). Afhankelijk van de grijsschaal van verschillende componenten (steen, mastiek + vervuiling, holle ruimte) door dichtheidsverschillen kunnen deze verschillende componenten worden onderscheiden met een resolutie van 0,3 mm. De verdeling van de samenstelling kan worden verkregen van iedere 1 mm in horizontale en verticale richting van het proefstuk. Het interne naadsysteem kan ook worden gevisualiseerd.

### **2.2 Waterdoorlatendheidsproeven**

De waterdoorlatendheidsproeven zijn op het lab uitgevoerd op proefstukken verkregen uit boorkernen (0 situatie) en in situ na een jaar na aanbrengen van de naadbeschermers.

#### **2.2.1 Lab waterdoorlatendheidsproef**

Om de horizontale waterdoorlatendheid van de interface oud/nieuw ZOAB te bepalen zijn uit de boorkernen balkjes gezaagd met afmetingen van  $90 \times 45 \times 60 \text{ mm}^3$  (l x h x b), zodanig dat de naad zich in het midden van het proefstuk bevindt. De zijkanen van de balkjes zijn ingepakt met een waterdicht membraan. De balkjes zijn in verticale richting opgesteld met het oude ZOAB aan de bovenkant. Hierop is een waterkolom geplaatst van 500 ml. In figuur 6 is deze gemodificeerde Becker proef weergegeven. De tijd in minuten, die nodig is voor het doorstromen van 500 ml water door het proefstuk, is het resultaat van de proef.

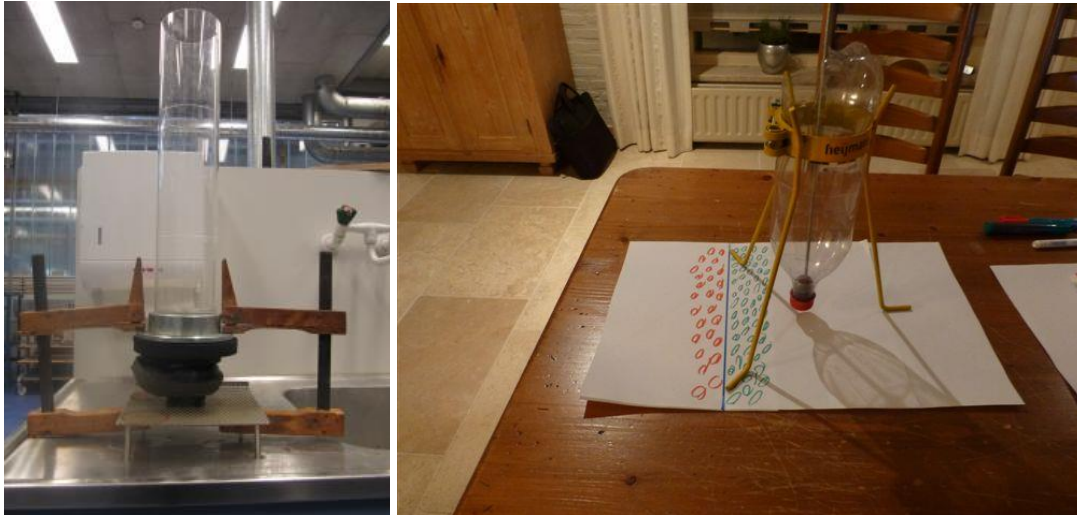


Fig. 6 Waterdoorlatendheidsproeven: laboratoriumtest (links) en Bredase Flessenproef (rechts), groen is oud ZOAB, rood is nieuwe ZOAB.

### 2.2.2 In situ waterdoorlatendheidsproef (Bredase flessenproef)

Een PET fles van 1,5 liter is ondersteboven gemonteerd in een frame. De flessenhals kan worden gesloten en geopend door het verplaatsen van een rubberen bal, die handmatig met een metalen staafje kan worden bediend. De flessenhalsopening is 20 mm boven het oude ZOAB geplaatst op 100 mm van de naad oud/nieuw ZOAB (zie figuur 6). De fles is gevuld met 1 liter water. Tijdens de proef stroomt het water van het oude naar het nieuwe ZOAB als gevolg van de dwarshelling. Als de interface oud/nieuw ZOAB geen barrière vormt, is de ovale vorm van het waterprofiel t.p.v. de naad smal. Als de interface oud/nieuw ZOAB wel een barrière vormt, zal het waterprofiel breed zijn en/of zal het water over de naad heen stromen. Het resultaat van de Bredase flessenproef wordt weergegeven als de breedte van het waterprofiel in cm t.p.v. de naad na uitstroming van 1 liter water.

### 2.3 Directe trekproef

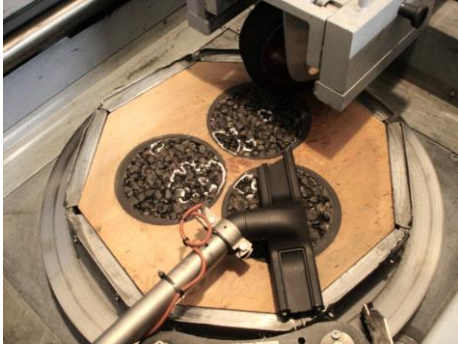
In figuur 7 is weergegeven hoe een rechthoekig balkje, gezaagd uit een boorkern en bestaande uit oud/nieuw ZOAB, wordt beproefd op treksterkte in de temperatuur gecontroleerde UTM bij  $-5^{\circ}\text{C}$ . Deze lage temperatuur is gekozen omdat dit kritisch is voor de interface oud/nieuw ZOAB. Met 3 verplaatsingsopnemers (LVDT) werd de verplaatsingsnelheid gecontroleerd. De kracht-verplaatsing kromme wordt geregistreerd. De directe trekproeven worden uitgevoerd met een lage snelheid van 0,012 micrometer/sec om de verplaatsingen te simuleren, die optreden in de praktijk als ZOAB afkoelt in de winter.



Fig. 7. Directe trekproef

## **2.4 Rafelingsweerstand**

Om de rafelingsweerstand van de naadbeschermers te beproeven is de Rotating Surface Abrasion Test (RSAT) uitgevoerd bij 20° C op proefstukken bestaande uit 3 boorkernen met een diameter van 15 cm (zie figuur 8). De boorkernen zijn zodanig geplaatst dat de interface oud/nieuw ZOAB gericht is naar het middelpunt van het proefstuk. Het resultaat wordt weergegeven als het verlies aan stenen na 24 uur beproeving.



*Figuur 8. Rotating Surface Abrasion Test op boorkernen.*

## **2.5 Stroefheid**

Om een uitspraak te kunnen doen over de aanvangsstroefheid (0 meting) en de duurzaamheid van de stroefheid zijn metingen uitgevoerd met de Skid Resistance Tester (SRT) voor en na uitvoering van de RSAT proef. Echter, omdat het oude ZOAB na de RSAT proef teveel gerafeld was, konden er helaas geen SRT proeven meer worden uitgevoerd op beproefde RSAT proefstukken.

Wel is de stroefheid van de naadbeschermers na 1 jaar na aanbrengen in de praktijk gemeten met de SRT. De eis is  $\geq 45$ .

## **3. Resultaten**

### **3.1 CT-scans**

In figuur 9 is een voorbeeld gegeven van een CT-scan van boorkern genomen op de scheiding oud/nieuw ZOAB. In de figuur is het oude ZOAB (linkerdeel van de scan) en het nieuwe ZOAB (rechterdeel van de scan) duidelijk te onderscheiden vanwege het grote verschil in dichtheid van het grove toeslagmateriaal. Ook is te zien dat het oude ZOAB een lagere holle ruimte heeft dan het nieuwe ZOAB, mogelijk mede als gevolg van vervuiling. Wat betreft de naadbescherming kan worden opgemerkt dat het grensvlak nieuw/oud ZOAB duidelijk kan worden waargenomen. In de onderste CT scan is te zien dat zich onder het nieuwe ZOAB nog ongeveer 10 mm oud ZOAB bevindt, wat betekent dat de oude ZOAB laag niet geheel is weggefreest. Mogelijk was deze laag dikker was dan de verwachte 50 mm.



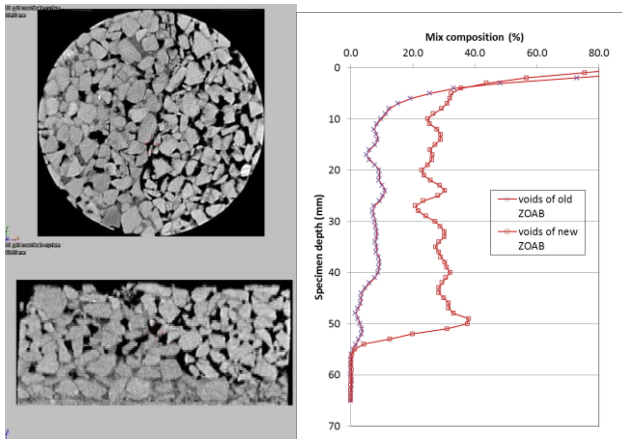
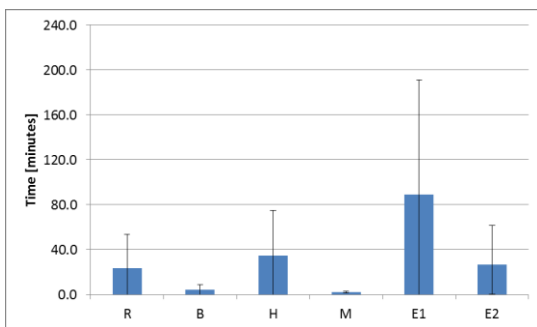


Fig. 9 Voorbeeld van een CT-scan. Rechts grafiek: verdeling van de holle ruimte in nieuw en oud ZOAB

### 3.2 Resultaten horizontale waterdoorlatendheidsproeven

#### 3.2.1 Waterdoorlatendheid van labproefstukken

In figuur 10 zijn de resultaten van de waterdoorlatendheidsmetingen van labproeven weergegeven. Per naadbeschermer en referentievak zijn 3 metingen uitgevoerd.



Figuur 10. Resultaten lab waterdoorlatendheidsmetingen.

Te zien is dat er een grote variatie is in doorstroomtijd wat veroorzaakt wordt door de toegepaste naadbeschermer in combinatie met de kwaliteit van het nieuwe en vooral oude ZOAB. De resultaten van deze waterdoorlatendheidsproef kunnen niet met de Beckerproef worden vergeleken, daar met Becker de verticale waterdoorlatendheid wordt bepaald onder geheel andere proefcondities

#### 3.2.2. Praktijkmetingen horizontale waterdoorlatendheid

In tabel 3 zijn de resultaten van de in situ waterdoorlatendheidsmetingen uitgevoerd na één jaar weergegeven. Naast metingen op de naadbeschermers zelf (3 metingen per proefvak) zijn ook 2 metingen per proefvak uitgevoerd op het ZOAB van de linker rijstrook (LS), de rechter rijstrook (RS) en de vluchtstrook (VS).

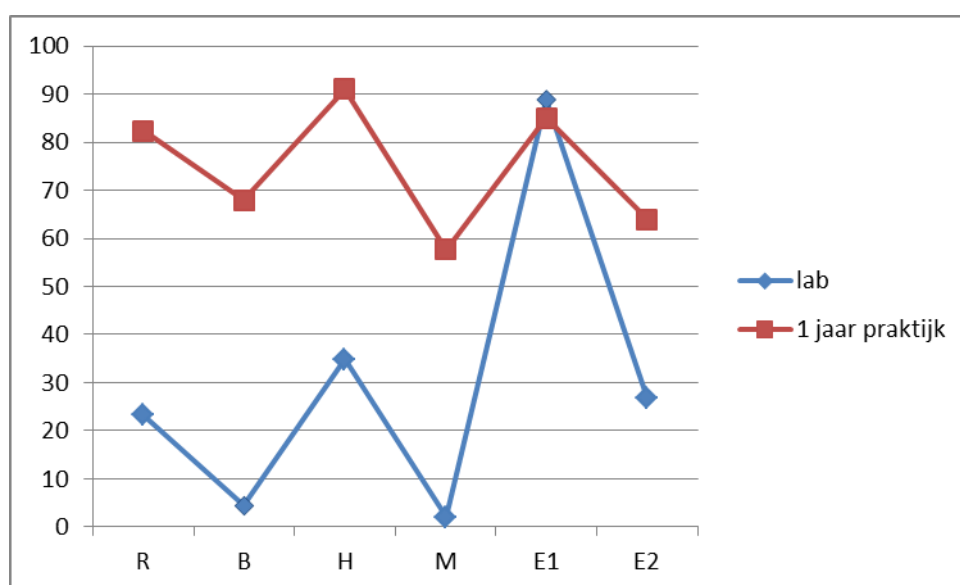
Bij het uitvoeren van alle proeven is geconstateerd dat het water door het ZOAB afstroomde en niet over het ZOAB t.p.v. naad oud/oud ZOAB. Het resultaat wordt weergegeven als de breedte van de watervlek in cm t.p.v. de naad.



n=3	R	B	H	M	E1	E2	LS	RS	VS
Gemiddelde	82.3	68.0	91.0	57.7	85.0	64.0	90.3	33.5	73.0
St. afw.	11.6	7.8	27.0	3.1	7.0	6.1	30.1	4.9	1.4

Tabel 3. Resultaten horizontale waterdoorlatendheid na 1 jaar.

Uit tabel 3 volgt dat de horizontale waterdoorlaatbaarheid t.p.v. de naad oud/nieuw ZOAB van zowel het referentievak als van alle vijf de proefvakken beter is dan die van het oude ZOAB op de linker rijstrook. Dit betekent dat geen van de naadbeschermers een belemmering vormt voor de horizontale waterstroom. Opvallend is dat hoewel het verschillende dimensies zijn, de resultaten van de 0 metingen zeer goed correleren met die van de metingen na 1 jaar, zie figuur 10.



Figuur 10. Resultaten van horizontale waterdoorlatendheidsmetingen: de 0 meting is de labproef (min.) en de Bredase flessenproef is de proef na 1 jaar praktijk (cm).

### 3.3 Resultaten van de directe trekproeven

In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven van de Direct Tension Test (DTT). Het volgende werd gemeten of berekend: maximale kracht, verplaatsing bij maximale belasting, de initiële stijfheid en energie tot maximale belasting. De DTT resultaten geven een verbetering van de verplaatsing bij breuk voor de H, E1 en E2 naadbeschermers. B en M laten een mindere verplaatsing bij breuk zien. Bij B wordt een lagere sterkte waargenomen. De breuk bij einde proef werd telkens op de zwakste plek waargenomen, namelijk in het scheidingsvlak oud/nieuw ZOAB, behalve bij naadbeschermer B.

Naadbeschermer	R	B	H	M	E1	E2
Sterkte (MPa)	0.93	0.39	0.81	0.81	0.86	0.87
Verplaatsing (mm)	0.025	0.018	0.028	0.018	0.037	0.035

Initiele stijfheid (kN/mm)	126	71.6	94.4	128.8	29.7	24.4
Energie (J)	0.020	0.005	0.016	0.011	0.022	0.022

Tabel 4. Resultaten van directe trekproeven.

### 3.4 Weerstand tegen rafeling

In tabel 5 worden de resultaten van de RSAT proeven weergegeven. Tijdens de proef trad het meeste steenverlies op in het oude ZOAB. De E1 en E2 naadbeschermers laten een betere rafelingsweerstand zien dan de referentie en de andere 3 naadbeschermers, waarbij wordt opgemerkt dat tijdens het beproeven van de referentie R en naadbeschermer B de RSAT proeven moesten worden gestopt na resp. 17 en 18 uur wegens overmatige steenverlies.

	R	B	H	M	E1	E2
Duur van de proef (u)	17	18	24	24	24	24
Steenverlies (g)	61.7	83.3	45.7	95.8	17.0	21.4
Steenverlies (g/u)	3.6	4.6	1.9	4.0	0.7	0.9

Tabel 5. Resultaten van RSAT

### 3.5 Stroefheid

In tabel 6 zijn de resultaten weergegeven van de SRT metingen op kernen, die net na het aanbrengen van de naadbeschermers zijn geboord (0 meting) en in situ metingen een jaar na aanbrengen.

n=5	R	B	H	M	E1	E2
SRT naad na aanbrengen	61	69	67	53	52	80
SRT naad 1 jaar na aanbrengen	-	51	53	45	52	48
Oud ZOAB (linker rijstrook)	48	44	44	45	50	46
Nieuw ZOAB (rechter rijstrook)	61	60	60	65	59	64

Tabel 6. SRT resultaten na aanbrengen (0 situatie) en 1 jaar na aanbrengen

Een jaar na aanbrengen van de naadbeschermers, was het materiaal van alle naadbeschermers onder invloed van verkeer van het oppervlak afgesleten. Dat geldt ook voor het referentievak, waar ook alle mastiek van het oppervlak was verdwenen. De SRT metingen zijn dus op de kale stenen aan het ZOAB oppervlak uitgevoerd. Het oude ZOAB was meer dan 10 jaar oud en bevat gebroken riviergrind als grof toeslagmateriaal met een PSV waarde van minimaal 53. Het nieuwe ZOAB bevat als toeslagmateriaal steenslag 3, dat een minimale PSV heeft van 58. Omdat de SRT metingen na 1 jaar zijn uitgevoerd op de kale stenen, is de stroefheid t.p.v. de naad gelijk aan die van het omliggende ZOAB. Omdat het oppervlak van het oude ZOAB niet overal helemaal gelijk aansluit op het oppervlak van het nieuwe ZOAB kan het zijn dat bij

een SRT meting op de naad het resultaat de ene keer meer beïnvloed wordt door het de stroefheid van het oude ZOAB en een andere keer meer door het nieuwe ZOAB. Ook de verhouding oud/nieuw ZOAB onder het SRT rubber heeft hier invloed op.

### **3.6 Visuele inspectie**

Al het materiaal aan het oppervlak is onder invloed van verkeersbelasting t.p.v. de naadbeschermers na 1 jaar afgesleten, zodat het oppervlak er uit zag als normaal ZOAB en dus niet glimmend was. Bij uitgebreide visuele inspecties na 1 jaar is er nog geen schade waargenomen t.p.v. de naadbeschermers. Het aangrenzende oude ZOAB had bij alle naadbeschermers en het referentievak lichte rafeling, wat veroorzaakt werd door de slechte kwaliteit van dit oude ZOAB. Ook bij een globale visuele inspectie na 2 jaar is nog geen schade geconstateerd aan de naadbeschermers.

## **4. Conclusies en aanbevelingen**

De vijf innovatieve naadbeschermers zijn een goed alternatief voor de huidige naad beschermers: ze gaan niet glimmen en de stroefheid na aanbrengen en een jaar na aanbrengen is voldoende, ook de doorlaatbaarheid en de hechting tussen oud en nieuw ZOAB is voldoende.

Op basis van uitgevoerde experimentele proeven kan het volgende worden geconcludeerd:

- Innovatieve naadbeschermers kunnen worden gevisualiseerd met behulp van CT-scan techniek;
- De horizontale waterdoorlatendheidsproeven laten een grote variatie zien als gevolg van de naadbeschermers zelf, maar ook als gevolg van het vervuilde oude ZOAB zelf. Na het aanbrengen van de naadbeschermers B en M zijn deze beter waterdoorlatend dan de andere. Eén jaar na het aanbrengen van de naadbeschermers presteert H slechter in vergelijking met de andere naad beschermers. Naadbeschermers B en M presteren nog steeds goed, maar ook de prestaties van E1 en E2 zijn goed;
- DTT proeven wijzen op een verbetering van de rek bij breuk voor de H, E1 en E2 naadbeschermers. Naadbeschermers B en M tonen rek bij breuk. Bij B wordt een lagere treksterkte waargenomen. Bij alle proeven, behalve bij die van naadbeschermer B was het breukvlak in de naad tussen oud en nieuw ZOAB;
- RSAT proeven laten een grote hoeveelheid steenverlies zien voor alle naadbeschermers. De resultaten van naadbeschermers B en M zijn vergelijkbaar met die van de referentie. Naadbeschermers H, E1 en E2 laten minder steenverlies zien. Voor deze 3 innovatieve naadbeschermers gaat het relatieve mindere steenverlies gepaard met relatief goede mechanische eigenschappen. Het steenverlies is bij alle RSAT proeven voornamelijk afkomstig van het oude ZOAB;
- Na het aanbrengen hebben naadbeschermers B, H en E2 een hogere stroefheid in vergelijking met de referentie. Naadbeschermers M en E1 hebben een lagere stroefheid;
- De vijf innovatieve naadbeschermers vormen geen barrière voor de horizontale waterdoorlatendheid tussen het oude en nieuwe ZOAB;
- De Bredase flessenproef is een geschikte proef om de horizontale waterdoorlatendheid bij naadbeschermers te kwantificeren. Bij deze proef kan ook worden waargenomen of het water door of over het ZOAB afstroomt;
- SRT metingen uitgevoerd een jaar na aanbrengen laten zien dat alle naadbeschermers voldoen aan de eisen voor stroefheid;

- Uitgebreide visuele inspectie een jaar na aanbrengen en globale visuele inspecties na twee jaar na aanbrengen laten zien dat alle naadbeschermers nog in goede staat zijn en geen schade vertonen. Omdat al het materiaal aan het oppervlak afgesleten is, glimmen de naadbeschermers niet en is er geen verschil met ZOAB te zien;
- Aanbevolen wordt het presteren van de innovatieve naadbeschermers in tijd te blijven volgen d.m.v. metingen en visuele inspecties. Op deze wijze kan er een correlatie worden gevonden tussen de uitgevoerde labproeven en het praktijkgedrag. Op basis hiervan kunnen er mogelijk in de nabije toekomst eisen worden gesteld aan naadbeschermers

*Referenties:*

- L. Houben, J. Qiu, W. Verwaal, M. Poot and J. Bientjes, Evaluating innovative longitudinal joints between old and new Porous Asphalt, report 7-14-193-1, Delft University of Technology, July 2014
- J. Buurman, Skid resistance measurements with SRT and detailed visual inspections on test sections with joint protectors on A59 (in Dutch)
- J. Voskuilen en L. Houben, Innovative longitudinal joints between new and old Porous Asphalt, RILEM SIB congress 2015, Ancona, Italië.