

NIEUWE MENGSELONTWERPEN VOOR DUNNE PROFILEERLAGEN ONDER SCHEURREMMENDE TUSSENLAAGSYSTEMEN

Dr. ir. Joëlle DE VISSCHER, Dr. Ann VANELSTRAETE

Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Deze bijdrage handelt over het ontwerp van dunne profileerlagen, voor toepassing onder scheurremmende tussenlaagsystemen. Er wordt besproken wat de belangrijkste eisen zijn voor dergelijke profileerlagen. Op basis hiervan worden een aantal nieuwe varianten uitgewerkt en onderworpen aan prestatieproeven. De beoordeling van deze resultaten helpt om keuzes te maken bij het mengselontwerp, die moeten bijdragen tot een betere performantie van het volledige pakket van de overlaging.

Cette contribution traite de la conception de couches fines de profilage, à appliquer sous des systèmes d'interfaces antifissures. Les exigences principales pour ces couches font l'objet d'une discussion sur base de laquelle des variantes seront développées et soumises aux principaux essais performantiels. L'évaluation de ces résultats fournit une aide dans les choix à opérer lors de la conception du mélange, choix qui doivent contribuer à une meilleure performance de l'ensemble du recouvrement.

1 Inleiding

Het toepassen van scheurremmende tussenlagen op een gescheurde wegdek, vooraleer te overlagen, verhindert dat scheuren of voegen snel terug doorgroeien naar het oppervlak (zogenaamde reflectiescheurvorming). Verschillende producten zijn hiervoor ontwikkeld: SAMI's (bitumenmembranen), niet-geweven geotextielen geïmpregneerd met bitumen, glasvezelgrids, polymeergrids, stalen wapeningsnetten of combinatieproducten van vorige. Scheurremmende tussenlaagsystemen moeten echter aangebracht worden op een zo effen mogelijk oppervlak. Daarom is het meestal nodig om eerst een dunne profileerlaag aan te leggen op het te herstellen wegdek. De dikte hiervan varieert doorgaans tussen 1 en 4 cm. Deze profileerlaag bevindt zich vlak boven de aanwezige scheuren en voegen, dus in een zone met hoog risico voor scheurvorming. Voor dunne profileerlagen met nominale dikte van 2 tot 4 cm voorziet het Standaardbestek 250 (v2.1) enkel het mengsel type AB-3D. In deze studie worden een aantal nieuwe mengsels bekeken, waarvan verwacht wordt dat zij een verhoogde weerstand bieden tegen reflectiescheurvorming en dus een positieve bijdrage zullen leveren aan de duurzaamheid van het tussenlaagsysteem.

Eén nieuw voorstel is een variant op het mengsel ABT (asfaltbeton voor tussenlagen, een asfalttype ontworpen door MOW en OCW ter verbetering van de tussenlaag tussen

cementgebonden fundering en betonlaag). Dit mengsel dient in deze context aangepast te worden voor dunnere lagen, wat de overschakeling op een kleinere korrelmaat impliceert. Twee andere voorstellen zijn mengsels gebaseerd op AVS (Asfalt met Verhoogde Stijfheid), het ene met steenskelet, het andere met zandskelet. AVS is in staat een goede duurzaamheid te combineren met een hoge stijfheid en een goede weerstand tegen vervorming, wat voor bepaalde combinaties van overlagingen belangrijk kan zijn. De huidige ervaring met AVS beperkt zich echter tot AVS 0/14. Hier moet dus ook onderzocht worden of er varianten met een kleinere korrelmaat ontworpen kunnen worden en wat de prestaties ervan zijn.

Deze bijdrage beschrijft de stand van zaken van deze studie: de prestatiekenmerken die voor deze toepassing van belang zijn, de mengselontwerpen en de resultaten van de prestatieproeven die tot hier toe werden uitgevoerd.

Deze studie kadert in het IWT-project “Trillingsgecontroleerd stabiliseren van betonplaten voor duurzame asfaltoverlagingen met scheurremmende tussenlagen”, uitgevoerd door het OCW i.s.m. de KULeuven (ref [1](#)), waarin wordt getracht om duurzame asfaltoverlagingen voor betonplaten tot stand te brengen. In dit project worden de verschillende elementen die hiertoe bijdragen geoptimaliseerd: de voorafgaande stabilisatie van de betonplaten, de scheurremmende lagen en de asfaltoverlaging zelf.

2 Prestatie eisen voor een profileerlaag onder scheurremmende lagen

2.1 Goede verwerkbaarheid en verdichtbaarheid

Dunne lagen, die bovendien op variabele dikte moeten worden aangelegd, vereisen in de eerste plaats een goede verwerkbaarheid en verdichtbaarheid. Deze prestatie wordt bevorderd door:

- Een hoog bindmiddelgehalte
- Een lage verhouding vulstof/bindmiddel (voor een soepele mastiek)
- Gebruik van een vulstof met weinig verstijvend vermogen (type I)
- Gebruik van ronde zanden in plaats van brekerzand

2.2 Lage watergevoeligheid

Een goede weerstand tegen de inwerking van water is belangrijk, omdat water de duurzaamheid van de laag aantast. De watergevoeligheid wordt beperkt door:

- Een hoog bindmiddelgehalte
- Een lage holle ruimte

Merk op dat ook de affiniteit van het aggregaat/bitumenpaar een rol speelt, maar gezien de keuze qua aggregaat voor profileerlagen zal vallen op kalk- of zandsteen bevindt men zich op dit vlak in een gunstige situatie.

Een mengsel met een hoog bindmiddelgehalte en een lage holle ruimte is bovendien weinig waterdoorlatend, wat eveneens gunstig is ter bescherming van de onderliggende lagen.

2.3 Hoge weerstand tegen thermische scheurvorming

Omdat de profileerlagen rechtstreeks op een gescheurd oppervlak worden gelegd, zullen zij op hun beurt blootgesteld worden aan hoge spanningsconcentraties ten gevolge van thermische bewegingen. De weerstand tegen thermische scheurvorming kan men verbeteren door:

- Bindmiddel met voldoende soepelheid bij lage temperaturen
- Een hoog bindmiddelgehalte
- Een lage holle ruimte

2.4 Hoge weerstand tegen vermoeiing

Hoge weerstand tegen vermoeiing zorgt ervoor dat de doorgroei van scheuren onder invloed van de herhaalde verkeersbelasting verhinderd wordt. Dit kan men verbeteren door:

- Een hoog bindmiddelgehalte
- Een lage holle ruimte

Een hoge weerstand tegen vermoeiing is dus quasi compatibel met een hoge weerstand tegen thermische scheurvorming, hoewel het fenomeen zich voordoet in een gemiddeld hoger temperatuursgebied.

2.5 Weerstand tegen spoorvorming

Blijvende vervorming is weliswaar minder kritisch dan de voorgaande prestatiekenmerken, zeker wanneer we te maken hebben met dunne tot zeer dunne lagen. Wanneer het echter gaat over profileerlagen van bijvoorbeeld 4 cm dikte of in afwezigheid van een onderlaag bovenop de scheurremmende laag is het wel belangrijk voldoende weerstand tegen spoorvorming te eisen. Dit kan men bereiken door:

- Bindmiddel met voldoende weerstand tegen permanente vervorming
- Voldoende holle ruimte (geen overvulling met bitumen)
- Hoog steengehalte (voor goed steen op steen contact)
- Gebruik van brekerzand

2.6 Stijfheid

Hoge stijfheid is als eis vaak tegenstrijdig met een hoge weerstand tegen scheurvorming. Wanneer de profileerlaag overlaagd wordt door een stijve structuur is een hoge stijfheid bovendien geen vereiste. In geval van dikkere profileerlagen of in afwezigheid van een onderlaag boven de scheurremmende laag kan het wel belangrijk zijn dat de profileerlaag voldoende stijf is om de draagkracht van de structuur te verbeteren. In dat geval zal men streven naar een hogere stijfheid, zonder afbreuk te doen aan de weerstand tegen scheurvorming:

- Bindmiddel dat voldoende stijf is bij gewone gebruikstemperaturen maar soepel bij lage temperatuur (d.w.z., een lage thermische susceptibiliteit)
- Korrelverdeling die een stabiel mineraal skelet oplevert en voldoende ruimte laat voor een hoog gehalte aan stijf bitumen (principe van AVS)

3 Keuze van mengselvarianten

Traditioneel worden profileerlagen uitgevoerd met de mengsels type AB-3A, -3B en -3D. Voor dunne laagdiktes van 1 tot 4 cm komt enkel het type AB-3D in aanmerking.

Standaardbestek SB250 voorziet een mengsel speciaal voor onderlagen voor betonverhardingen: ABT-B1. Dit is een variant op de onderlaag AB-3B, maar met een hoger bindmiddelgehalte en verplicht gebruik van vulstof type I, wat resulteert in een soepelere mastiek, een beter verwerkbaar en meer vervormbaar mengsel. Dit laatste is in deze toepassing een gewenste karakteristiek, omdat het de beweging van de betonplaten beter opvangt. Aangezien deze laag onder een betonlaag ligt zijn er uiteraard geen eisen voor spoorvorming. Naar analogie kan men een mengsel ontwerpen volgens dezelfde principes, maar gebaseerd op een onderlaag AB-3D. Dit mengseltype zou dan ABT-D genoemd kunnen worden. Dergelijk mengsel lijkt interessant als profileerlaag onder een scheurremmende overlaging, op voorwaarde dat het overlagingssysteem voldoende draagkracht heeft. In combinatie met het feit dat de profileerlaag dun is, zou de hogere vervormbaarheid geen nadeel zijn. Naar weerstand tegen scheurvorming en duurzaamheid toe zou dit mengseltype enkel voordelen bieden.

Na het succes van de proefvakken op de E19 (ref. 2) met AVS-0/14 als onderlaag, kan men ook overwegen om AVS varianten met kleinere korrelmaten in bepaalde toepassingen te gebruiken, bijvoorbeeld AVS-0/6.3 als profileerlaag. Onder meer door het gebruik van een hard bitumen bieden deze mengsels wel een hoge stijfheid en weerstand tegen vervorming, maar hebben zij toch uitstekende eigenschappen op vlak van duurzaamheid. Door het hoge bindmiddelgehalte is ook de weerstand tegen scheurvorming en vermoeiing nog goed. Hierbij kan, naar analogie met AVS 0/14, zowel de variant met steenskelet als deze met zandskelet overwogen worden.

Voor de mengselontwerpen werd er uitgegaan van de eisen van de drie types mengsels: het klassieke AB-3D-mengsel, het ABT- type en AVS. Tabel 1 geeft een overzicht van de eisen voor AB-3D (volgens SB250) en de eisen die zouden gelden voor ABT-D en AVS 0/6.3, naar analogie met de overeenkomstige varianten met de grotere korrelmaat. Voor de korrelverdelingen van AVS 0/6.3 werden voor de zeven van 2 mm en fijner de waarden overgenomen van AVS 0/14, op de zeef van 4 mm werd de richtwaarde genomen die voor AVS 0/14 beoogd wordt op de zeef van 6.3 mm.

	AB-3D	ABT-D	AVS-D steenskelet	AVS-D zandskelet
Minimum bindmiddelgehalte (%m in het mengsel)	4.4 voor B1-B5 4.6 voor andere	4.8	5.2	5.2
Keuze bindmiddel	B50/70	B50/70	B10/20	B10/20
zand	Min 50 % brekerzand	Min 50 % brekerzand	100 % brekerzand	Min 50 % brekerzand
Vulstof	Type I of II	Type I	Type I	Type I
% HR (gyrator)	60 gyraties: $5 \leq \%HR \leq 10$	60 gyraties: $4 \leq \%HR \leq 9$	100 gyraties: $2 \leq \%HR \leq 6$	100 gyraties: $2 \leq \%HR \leq 6$
Zeefdoorval (in %m)	(grenzen)	(grenzen)	(richtwaarden)	(richtwaarden)
10 mm	100	100	100	100
6.3 mm	90-100	90-100	95	95
4.0 mm	50-80	50-80	56	62
2.0 mm	40-45	40-45	32	46
1.0 mm	/	/	24	36
0.5 mm	/	/	17	29
0.25 mm	10-25	10-25	12	23
0.063 mm	5.0-7.5	5.5-7.5	6.3	5.2

Tabel 1: eisen voor de samenstelling

4 Mengselontwerp met PradoWin en gyratorproeven

De keuze van de grondstoffen voor de eerste verkennende mengselontwerpen viel op:

- Kalksteen 2/6.3
- Brekerzand: kalksteen 0/2
- Natuurzand: fijn putzand
- Aanvoervulstoffen: type IIa of kalksteenvulstof Ib

Voor het ontwerp van mengsels met maximale korrelmaat 6.3 mm werd dus gebruik gemaakt van slechts één steenfractie, namelijk kalksteen 2/6.3. Dit houdt beperkingen in op de mogelijkheden om de korrelverdeling van het mengsel te wijzigen.

4.1. Ontwerp van het AB-3D mengsel

Een eerste mengselontwerp werd berekend met de volgende keuzes:

- Bitumen B50/70
- Bindmiddelgehalte: 4.4 % (minimum grens)

- Vulstof type IIa
- Korrelverdeling zo kort mogelijk bij de richtkromme (midden tussen grenzen korrelverdeling).

De berekende holle ruimte van dit ontwerp was veel te hoog (9.4 %) en de mastiekstijfheid eveneens ($MSI=21.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$), wat aanleiding zou geven tot een vrij moeilijk verdichtbaar mengsel.

Om zowel de mastiekstijfheid als de holle ruimte te doen afnemen kon men best kiezen voor de vulstof Ib. Een verdere optimalisering met behulp van de gyrator heeft uiteindelijk geleid tot mengsel M590, waarvan de belangrijkste mengselparameters zijn:

- Bitumen B50/70
- Bindmiddelgehalte: 4.4 %m in het mengsel
- Vulstof type Ib
- Mastiekstijfheid: 11.1 $^{\circ}\text{C}$
- 70 % brekerzand in het zandmengsel
- 6.8 %m vulstof in het mengsel

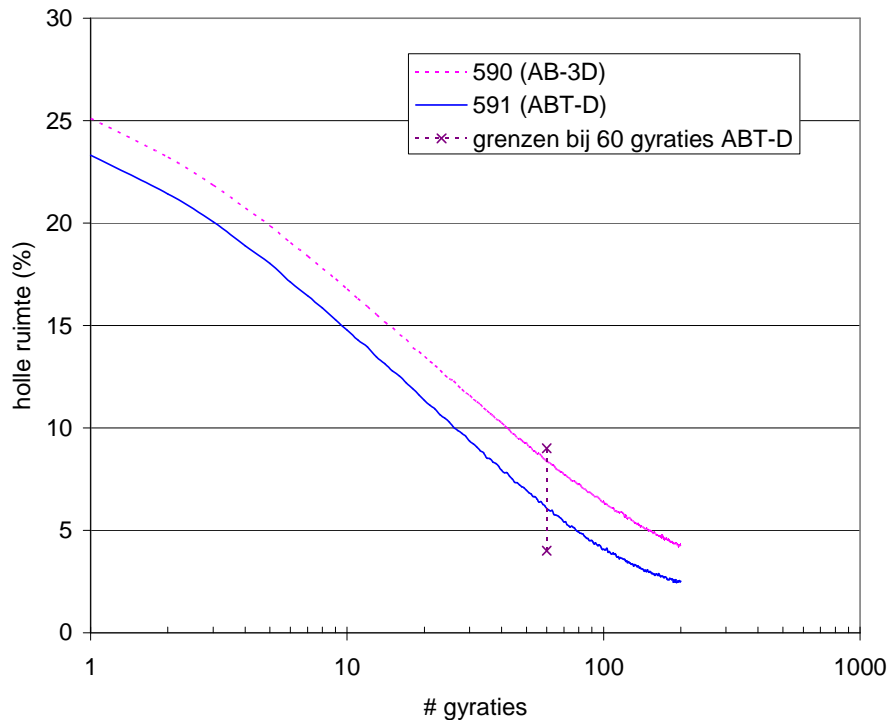
De holle ruimte bij 60 gyraties bedroeg 8.4 %. Dit mengsel werd weerhouden voor de verdere prestatieproeven.

4.2 Ontwerp van het ABT-D mengsel

Het onderscheid tussen dit type en het AB-3D ligt in het hogere bindmiddelgehalte en het verplicht gebruik van vulstof type I. Er werd gekozen voor een bindmiddelgehalte van 4.8 %m. Tegelijkertijd werd ook het vulstofgehalte verhoogd. Mengsel M591 werd geselecteerd als mengsel type ABT-D voor de uitvoering van de verdere prestatieproeven. De belangrijkste mengselparameters van M591 zijn:

- Bitumen B50/70
- Bindmiddelgehalte: 4.8 %m in het mengsel
- Vulstof type Ib
- Mastiekstijfheid: 11.1 $^{\circ}\text{C}$
- 60 % brekerzand in het zandmengsel
- 7.4 %m vulstof in het mengsel

Figuur 1 toont de gyratorcurve van dit ABT-D mengsel M591 in vergelijking met het AB-3D mengsel M590. Het ABT-D is duidelijk beter verdichtbaar en resulteert in een kleinere holle ruimte, wat tot een betere duurzaamheid en betere afdichting van de onderliggende lagen moet leiden. Door het hogere bindmiddelgehalte zal ook de weerstand tegen scheurvorming vermoedelijk hoger zijn.



Figuur 1: Holle ruimte in functie van het aantal gyraties voor de mengsels type AB-3D en ABT-D.

4.3 Ontwerp van het AVS mengsel met steenskelet

Omdat men 100 % brekerzand moet gebruiken en men over slechts één steenfractie 2/6.3 beschikt, is er weinig mogelijkheid om de korrelverdeling van het mengsel te optimaliseren. De korrelverdeling kon vrij goed worden benaderd, behalve op de zeef van 0.063 mm waar de doorval beduidend hoger was dan de richtwaarde (8.9 %v i.p.v. 6.3 %).

Een eerste mengselontwerp werd bepaald met de volgende parameters (M567):

- Bitumen B10/20
- Bindmiddelgehalte: 5.5 %m in het mengsel
- Vulstof type Ib
- Mastiekstijfheid: 12.2 °C
- 100 % brekerzand
- 9.0 %m vulstof in het mengsel

De holle ruimte van M567 bij 100 gyraties bedroeg 7.7 %. Om de holle ruimte te verlagen kan men enkel ingrijpen op het bindmiddelgehalte en het vulstofgehalte. Het bindmiddelgehalte werd opgetrokken naar 5.8 %m in het mengsel, het vulstofgehalte tot 10.1 %m. Dit resulteerde in mengsel M588, waarvoor de holle ruimte nog steeds te hoog was (6.6 % bij 100 gyraties). Verder optrekken van het bindmiddelgehalte is een optie waarvoor men in de praktijk niet zal kiezen. Het blijkt dus niet haalbaar te zijn een mengsel type AVS-D met steenskelet te ontwerpen dat voldoet aan de gestelde eisen. Het mengsel zal vermoedelijk ook moeilijk verwerkbaar en verdichtbaar zijn, zeker wanneer het op zeer dunne en variabele

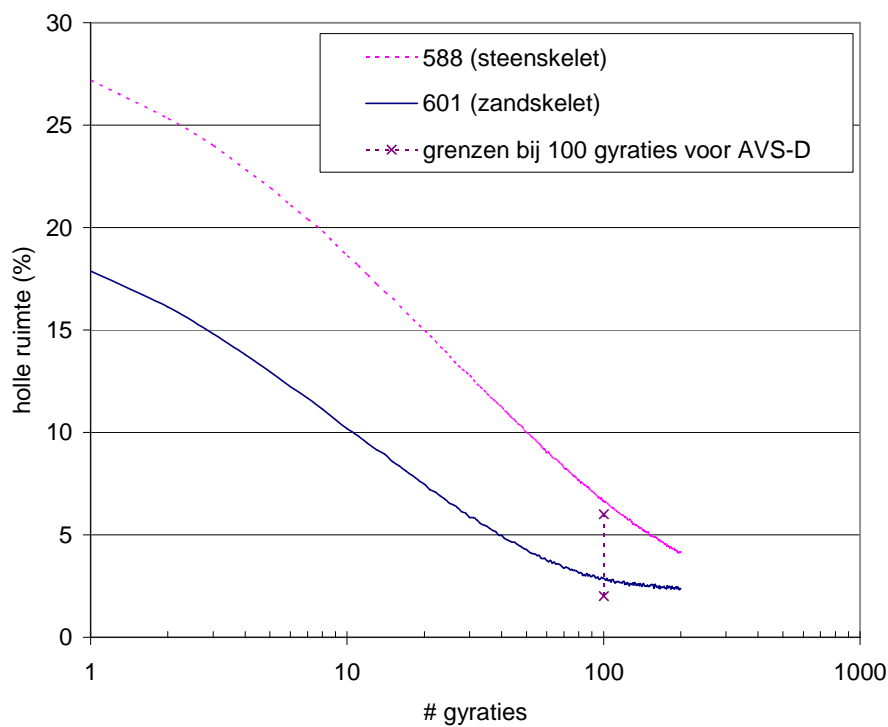
dikte zou moeten worden aangelegd. Dit mengseltype werd dan ook niet weerhouden voor de verdere prestatieproeven.

4.4 Ontwerp van het AVS mengsel met zandskelet

Het mengselontwerp werd bepaald met de volgende parameters (M601):

- Bitumen B10/20
- Bindmiddelgehalte: 5.2 %m in het mengsel
- Vulstof type Ib
- Mastiekstijfheid: 8.8 °C
- 60 % brekerzand in het zandmengsel
- 6.8 %m vulstof in het mengsel

Figuur 2 toont de gyratorcurve, in vergelijking met het AVS met steenskelet (M588). Het AVS met zandskelet vertoont wel een goede verdichtbaarheid en een gepaste holle ruimte.



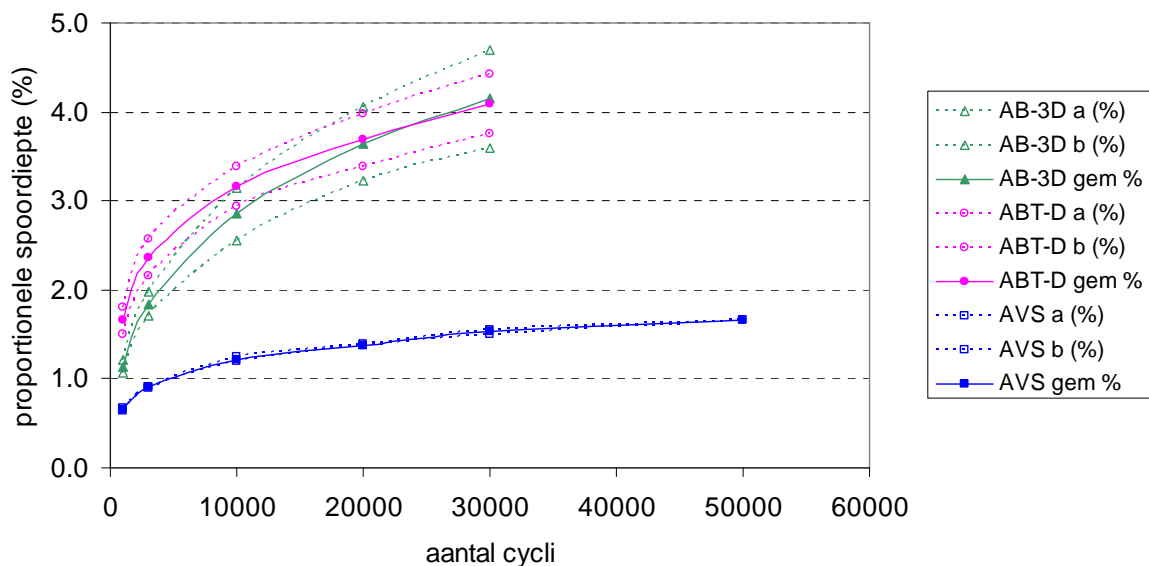
Figuur 2: Holle ruimte in functie van het aantal gyraties voor de AVS mengsels

5 Verdere prestatieproeven

Op basis van het voorgaande werden er 3 mengsels weerhouden voor de uitvoering van de verdere prestatieproeven: AB-3D (M590), ABT-D (M591) en AVS-D met zandskelet (M601).

5.1 Wielspoorproeven

Figuur 3 toont de resultaten van de wielspoorproeven. De proportionele spoordiepte bij 30 000 cycli is voor alle mengsels kleiner dan 5%, wat een heel goede weerstand tegen spoorvorming betekent. Het ABT-D mengsel presteert even goed als het AB-3D, ondanks het hogere bindmiddelgehalte. Het AVS-mengsel presteert uitzonderlijk goed, wat een gevolg is van het gebruik van een hard bindmiddel. Op grond hiervan kan men eventueel voor het AVS nog overwegen om een iets zachter bitumen te gebruiken, om zo de weerstand tegen thermische scheurvorming verder te optimaliseren. Dit zal in het vervolg van de studie onderzocht worden.



Figuur 3: Resultaten van de mengselvarianten in de wielspoorproef

5.2 Watergevoeligheidsproeven

Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten van de watergevoeligheidsproeven. De proefstukken zijn Marshallkernen, verdicht met de gebruikelijke procedure van 2 keer 50 slagen. Het mengseltype AB-3D voldoet aan de eis van het Standaardbestek 250 (v2.1), die stelt dat de minimum waarde voor ITS-R 60 % moet bedragen. Het mengseltype ABT-D geeft nog een aanzienlijke verbetering, als gevolg van de lagere holle ruimte en het hogere bindmiddelgehalte. Het AVS-mengsel situeert zich qua watergevoeligheid tussen de twee voorgaande mengsels. De maximale verplaatsing gemeten bij breuk is voor dit mengsel kleiner als gevolg van de veel hogere mengselstijfheid. Mogelijks kan het resultaat voor het AVS nog worden verbeterd door het gebruik van een zachter bindmiddel dan B10/20.

	AB-3D				ABT-D				AVS-zandskelet			
	proef- stuk	HR (%)	Max. verpl. (mm)	ITS (MPa)	proef- stuk	HR (%)	Max. verpl. (mm)	ITS (MPa)	proef- stuk	HR (%)	Max. verpl. (mm)	ITS (MPa)
Reeks A	54-1	6.4	1.2	2.91	54-7	3.4	1.2	3.09	54-13	3.3	0.9	4.15
	54-3	6.9	1.9	2.54	54-10	3.0	1.3	3.16	54-15	2.9	0.8	4.26
	54-4	5.5	1.3	3.26	54-12	2.9	1.2	3.34	54-16	3.2	0.9	4.44
gem:		6.3	1.5	2.90		3.1	1.2	3.20		3.2	0.9	4.28
<i>spreiding:</i>		0.7	0.4	0.36		0.3	0.1	0.13		0.2	0.0	0.15
Reeks B	54-2	4.7	1.4	2.19	54-8	3.2	1.6	2.43	54-14	3.2	0.8	3.13
	54-5	5.9	1.3	1.69	54-9	3.0	1.4	2.52	54-17	3.0	0.8	3.06
	54-6	6.4	1.2	1.78	54-11	2.7	1.4	2.62	54-18	2.9	0.8	3.08
gem:		5.7	1.3	1.89		3.0	1.5	2.52		3.1	0.8	3.09
<i>spreiding:</i>		0.9	0.1	0.27		0.2	0.1	0.10		0.2	0.0	0.04
ITS-R				65%				79%				72%
		±		7%		±		3%		±		2%

Tabel 2: Resultaten van de watergevoeligheidsproeven

Reeks A: niet-geconditioneerd; Reeks B: geconditioneerd volgens NBN EN 12697-12

6 Algemene conclusie en vervolg

Deze studie van dunne profileerlagen heeft aangetoond dat het mogelijk is om mengsels te ontwerpen met een betere verdichtbaarheid, een lagere holle ruimte en een lagere watergevoeligheid, die tegelijkertijd nog een even goede of (in geval van AVS) zelfs een betere weerstand tegen spoorvorming vertonen. Op grond van de mengselparameters kan men bovendien verwachten dat ook de weerstand tegen scheurvorming beter zal zijn. Dit zal nog verder onderzocht worden in combinatie met scheurremmende tussenlagen door middel van de thermische scheurproef van het OCW (ref. 1).

Referenties

1. A. Vanelstraete et al. "Trillingsgecontroleerd stabiliseren van betonplaten voor duurzame asfalt overlagingen met scheurremmende lagen", bijdrage Belgisch Wegencongres 2009.
2. C. De Backer et al. "Asfalt met verhoogde stijfheid (AVS): van ontwerp tot aanbrenging op de weg", OCW Research verslag RV 43/07.