

OPTIMALISERING VAN AGED-BITUMEN BOUND BASE: ITS-R en BBR

Ing. WIM VAN DEN BERGH, Ing. NICK BROSENS, Ing. WARD KERSTENS

Artesis Hogeschool Antwerpen, Opleiding IW:Bouwkunde

Samenvatting

Deze bijdrage geeft een samenvatting van van het Tetravalideringsproject "aB": de finalisering (1997-2008) voor het gedeelte "optimalisering van de aB³ mengsels". Aged-Bitumen Bound Base (acroniem aB³) is een funderingslaag gebonden met verouderd bitumen waarbij gebruik wordt gemaakt van asfaltgranulaat en oude bitumineuze dakbannen. Het aB³ concept biedt een alternatief van gebonden en ongebonden funderingslagen en bij uitbreiding ook asfaltonderlagen. De aB³-mengsels werden geëvalueerd door middel van ITS-R en lage temperatuureigenschappen (BBR)

Résumé

Ce rapport est une synthèse du rapport final « L'aB³: la finalisation » (1997-2008) plus spécifiquement pour la partie « Optimisation de l'aB³ ». Le projet concerne l'évaluation des tronçons expérimentaux à Beveren et à Anvers. L'aB³ (Aged-Bitume Bound Base) est un mélange de déchets de toitures bitumineux et d'agrégats d'enrobés, sans ajout d'un nouveau bitume. Le concept d'aB³ est une alternative pour les fondations des routes et pour les mélanges bitumineux en sous-couches. Les mélanges ont été évalués avec les essais « ITS-R » et « BBR »

1 Ter inleiding

aB³ staat voor Aged Bitumen Bound Base. Het betreft een bitumineus materiaal opgebouwd uit AG (AsfaltGranulaat), VBD (Verkleinde Bitumineuze Dakbannen) en nieuwe granulaten. De nieuwe granulaten worden enkel en alleen toegevoegd om de korrelverdeling te optimaliseren. aB³ vindt zijn toepassing als een alternatief voor gebonden en ongebonden funderingslagen en bij uitbreiding ook voor asfaltonderlagen. De korrelverdeling is conform aan deze van het referentiemengsel, meer bepaald een AB-3A mengsel. Er wordt tevens getracht de korrelverdeling van het aB³ mengsel dat gebruikt is bij de aangelagde proefvakken te Beveren steeds te benaderen. Er zijn reeds diverse onderzoeken [ref. 1,2,3] uitgevoerd; proefvakken zijn in 2001 en 2006 gerealiseerd. De evaluatie van de proefvakken werd in [ref. 4,5] uitvoerig besproken met een positief resultaat: aB³ is een duurzaam en economisch mengsel en concept als alternatief voor een asfaltonderlaag en/of ongebonden funderingslaag.

In navolging van de proefvakken, werd een toegepast laboratoriumonderzoek uitgevoerd om de aB³-mengsels te optimaliseren, de productie- en verwerkingscondities vast te leggen en de lage temperatuureigenschappen te bepalen. De watergevoelig van een asfaltmengsel is door middel van SB250 v2.1 een belangrijke eigenschap waaraan voorwaarden gekoppeld zijn. Er was tot op heden weinig informatie over de ITS-R van aB³ en de lage temperatuureigenschappen. Het bitumen dat teruggewonnen wordt uit de recyclagematerialen is verouderd door oxidatie en bijgevoelg zeer hard. Het is algemeen geweten dat harde bitumen bij gemiddelde en hoge temperaturen zeer goede eigenschappen vertonen inzake vermoeling en spoorvorming. Ze kunnen echter problemen geven bij lage temperaturen. Het gebruik van asfaltgranulaat en VBD in het bijzonder zou kunnen leiden tot een slechte omhulling. Onderstaand onderzoek weerlegt deze negatieve veronderstellingen.

Dit onderzoekswerk beoogt het bepalen van de watergevoeligheid van dit aB³-mengsel aan de hand van experimenteel ITSR-onderzoek en een verbetering van de eigenschappen door toevoeging van nieuwe bindmiddelen (i-aB³), en/of een verjonger en door toevoeging volgens het PARAMIX-voorstel. De testtemperaturen voor de ITS-R zijn 15°C en 5°C. Aan de hand van de bekomen resultaten kan een voorstel voor mengseloptimalisering geformuleerd worden. Tevens wordt onderzocht of het mengsel voldoet aan de eisen gesteld in het Standaardbestek 250 v2.1, inzake de samenstelling, holle ruimte en ITS-R. Daarenboven worden de ITSR-resultaten aangevuld met reologische bindmideleigenschappen w.o. DSR- en BBR-resultaten waarbij aandacht wordt besteed aan het optimaliserend effect van de toevoegingen.

2 ITS-R resultaten doel 1: aB³

Gezien in SB250 v.2.1, ook ITS-R waarden dienen bekeken te worden van de mengsels, werd aan de Artesis Hogeschool Antwerpen een vergelijkend onderzoek (ref 5, 6, 7) uitgevoerd naar de ITS-R waarden van aB³.

2.1 Samenstelling van de aB³-mengsels

De aB³-mengsels werden aangemaakt met een asfaltgranulaat afkomstig van een asfaltproductiecentrale en met het VBD-granulaat dat ook gebruikt werd in de studie voor de proefvakken van Beveren (Recybit-granulaat).

Samenstelling target aB ³	
Bindmiddel (m/m%, in)	5,2
> 2mm	57,73
Zandfractie	36,14
Fijne deeltjes	6,13
Holle Ruimte (v/v%)	4%

Tabel 1: samenstelling aB³ proefvakken

eigenschappen	AG	VBD
Bindmiddel (m/m%, in)	4,8	67,5
> 2mm	35,3	5,1
Zandfractie	50,8	18,8
Fijne deeltjes	9,1	8,8
Pen (1/10mm)	13	7
R&B (°C)	70,0	106,5

Tabel 2: samenstelling van AG en VBD (2008)

Gezien de grondstoffen van de aB³-mengsels, die gebruikt werden voor de proefvakken, niet meer voorhanden zijn (bindmiddelen, aggregaten en asfaltgranulaat), werden nieuwe aB³-mengsels ontworpen door middel van PRADOWIN. De nieuwe mengsels benaderen op gebied van korrelverdeling en bindmiddelgehalte de proefvakmengsels. De korrelverdelingen zijn aangepast ten aanzien van [ref 6]. De aB³-mengsels werden aangemaakt met kalksteenaggregaat, breeksand (0/4), Westerscheldezand en vulstof lb. Voor secundaire grondstof werden asfaltaggregaat en VBD, zoals in tabel 2 beschreven gebruikt met een voorafgaandelijk vast gelegde mengverhouding. In dit deelonderzoek wordt de verhouding vastgelegd op 50% AG en 4% VBD (in m/m%). Er wordt geen nieuw bindmiddel toegevoegd. Het bindmiddel heeft de volgende (berekende) karakteristieken: pen: 9,3 1/10mm en R&B 89,3 °C.

Samenstelling aB ³ (50/4)	
Bindmiddel (m/m%, in)	5,11
> 2mm	54,15
Zandfractie	33,89
Fijne deeltjes	8,85
Holle Ruimte (v/v%)	3,31

Tabel 3: samenstelling aB³ (50/4)

2.2 Proefresultaten aB³

Om de watergevoeligheid van de aB³-mengsels te kunnen evalueren werden referentiemengsels (AB-3A) met verschillende bindmiddelen (B65, B10/20 en B15) aangemaakt en beproefd. Tevens werd voor aB³ de hoeveelheid VBD gevarieerd om het effect van het bindmiddelgehalte vast te leggen. Bij de aanmaak van de AB-3A mengsels werden de granulaten verwarmd tot 180°C; voor de aanmaak van aB³-mengsels tot 200°C. Het asfaltaggregaat werd verwarmd tot 130°C gedurende 2h30. Het VBD-aggregaat werd koud toegevoegd tijdens het mengen. De beproeving en ITS-R berekening gebeurde volgens EN12697-12 en 23 (per reeks 8 proefstukken). Meng- en verdichtingstemperaturen werden

genoteerd. De gemiddelde mengtemperatuur is 155°C en de gemiddelde verdichtingstemperatuur is 151°C.

Reeks	Beschrijving reeks	Bitumen		VBO (%)	AG (%)	b.m. "m" (%)	%HR	ITSR %
		Soort	Aantal %					
AM0704-11	AB3A	B65	4,7	/	/	4,7	3,6 ±0,1	88,4
AM0704-12	AB3A	B10/20	4,7	/	/	4,7	3,8 ±0,1	86,7
AM0704-22	aB ¹	/	/	4	50	5,11	4,0 ±0,2	69,9
AM0704-23	aB ¹	/	/	5	50	5,78	3,7 ±0,6	87,6

Tabel 4: Overzicht mengsels deel 1

Uit deze resultaten kan besloten worden dat het bindmiddelgehalte ook voor aB¹-mengsels een minimum kent van 5,11 mm%. Dit ligt in lijn met eerder onderzoek. Doch, we moesten wel degelijk onderkennen dat de aB¹-mengsels gebonden worden met 100% verouderd bindmiddel. Wanneer 100% asfaltgranulaat wordt beproefd door middel van ITS-R, dan bekomt men een ITS-R waarde van 28% en holle ruimten van 10%. Wanneer 50% AG wordt toegepast wordt een ITS-R bekomen van 84% met HR van 3,1% wanneer nieuw bitumen wordt toegevoegd (pen 130 1/10mm) en resp. 71% en 3,9% wanneer B15 wordt toegevoegd (bindmiddelgehalte 4,84%).

3 ITS-R resultaten deel 2: i-aB¹

Bij de aanleg van de proefvakken van Beveren werd ook een aB¹-mengsel geproduceerd waaraan 1% nieuw bindmiddel is toegevoegd. Dit zou het lage temperatuurgedrag kunnen verbeteren. Om de ITS-R waarden van deze mengsels te evalueren werden mengsels aangemaakt met 1% en 2% nieuw bindmiddel. Er werden verschillende bindmiddeltypes gebruikt: B65, B10/20 en B35/50.

Reeks	Beschrijving reeks	Bitumen		VBO (%)	AG (%)	b.m. "m" (%)	%HR	ITSR %
		Soort	Aantal %					
AM0704-11	AB3A	B65	4,7	/	/	4,7	3,6 ±0,1	88,4
AM0704-12	AB3A	B10/20	4,7	/	/	4,7	3,8 ±0,1	86,7
AM0704-22	aB ¹	/	/	4	50	5,11	4,0 ±0,2	69,9
AM0704-23	aB ¹	/	/	5	50	5,78	3,7 ±0,6	87,6
AM0704-31	i-aB ¹	B65	1	2,52	50	5,11	3,7 ±0,2	84,4
AM0704-32	i-aB ¹	B10/20	1	2,52	50	5,11	3,3 ±0,2	93,6
AM0704-41	i-aB ¹	B65	2	1,04	50	5,11	2,2 ±0,2	86,6
AM0704-42	i-aB ¹	B10/20	2	1,04	50	5,11	2,9 ±0,1	83,3
AM0704-43	i-aB ¹	B35/50	2	1,04	50	5,11	2,2 ±0,1	98,7

Tabel 5: mengsels deel 2

Er werd eveneens een mengsel aangemaakt van aB³ (cf. AM0704-22) met toevoeging van een verjonger. De ITS-R waarde verhoogde naar 85,7%. Een i-aB³ mengsel (AM0704-31) met toevoeging van een verjonger leidde tot een ITS-R waarde van 95,8%.

Uit tabel 5 kan als belangrijkste conclusie genoteerd worden dat het toevoegen van 1% nieuw bindmiddel ter vervanging van 1% bindmiddel uit VBD-aggregaat bevorderlijk is voor de ITS-R waarde. Het vervangen van 2% bindmiddel heeft weinig toegevoegde waarde ten opzichte van 1%.

4 Optimalisering van verdichtingstemperatuur

Gezien het zeer stijve bindmiddelmengsel in aB³, in vergelijking met nieuw bindmiddel werd de kritieke verdichtingstemperatuur voor aB³ en i-aB³ onderzocht. In de tabel hieronder worden de resultaten weergegeven van dit onderzoek.

Reeks	Beschrijving Reeks	Actie	%HR	ITSR %
AM0704-11	AB3A	Verlagen van de verdichtingstemperatuur	3,8 ±0,1	88,4
		140°C	3,8 ±0,2	88,4
		130°C	3,9 ±0,1	91,2
		120°C	4,6 ±0,2	84,8
AM0704-22	aB ³	Verhogen van de verdichtingstemperatuur	4,0 ±0,1	69,9
		170°C	4,2 ±0,2	70,8
		165°C	4,4 ±0,3	70,7
		Verlagen van de verdichtingstemperatuur		
		145°C	6,9 ±0,4	58,9
		135°C	7,5 ±0,7	57,0
		125°C	9,7 ±0,5	49,1
AM0704-41	i-aB ³	Verlagen van de verdichtingstemperatuur	2,2 ±0,2	86,6
		145°C	3,4 ±0,2	76,4
		135°C	4,1 ±0,1	70,7
		125°C	4,6 ±0,2	69,3

Tabel 6: optimaliseren van de verdichtingstemperatuur

Uit deze resultaten blijkt dat de verdichtingstemperatuur van aB³ zeer kritisch is en dat een minimale verdichtingstemperatuur van 155°C dient aangehouden te worden. Voor het i-aB³-mengsel is 135°C een minimum. Op basis van deze geg evens wordt eveneens genoteerd dat het toevoegen van 1% nieuw bindmiddel bevorderlijk is voor de verwerking van aB³.

5 Lage temperatureigenschappen BBR

Uit eerder onderzoek [ref.1,2,3] is gebleken dat de structurele eigenschappen van aB³ bij servicetemperaturen: aB³ heeft een goede weerstand tegen spoorvorming (bouwklasse B3), de vermoelingsweerstand en de stijfheidsmodul zijn vergelijkbaar met een AVS. Er werd echter gevreesd voor de lage temperatureigenschappen van het aB³-mengsel.

Uit de proefvakken [4,5] werden kernen geboord; uit de kernen werd het bindmiddel teruggewonnen en door middel van BBR beproefd.

De evaluatie van aB³ en i-aB³ werd eveneens uitgevoerd op de bindmiddelen samengesteld uit bindmiddelen van asfaltgranulaat en VBD-monsters.

Er werd enkel rekening gehouden met de S-waue gezien de beproefde bindmiddelmengsels geoxideerd zijn.

Bindmiddel	Beschrijving	pen 1/10mm	R&B °C	BBR °C
aB ³	Proefvak A (5 jaar oud)	12	64,0	-11
aB ³	Proefvak B1 (1 jaar oud)	15	81,6	-14
i-aB ³	Proefvak B2 (1 jaar oud)	18	76,6	-17
B15	Nieuw bindmiddel	18	63,3	-11
B35/50aged	B35/50 na RCAT	18	67,2	-12
aB ³	Lab aB ³ 1	15	83,4	-14
aB ³	Lab aB ³ 2	13	84,6	-15
i-aB ³ 1	Lab i-aB ³ (1% 35/50)	18	77,6	-15
i-aB ³ 2	Lab i-aB ³ (2% 35/50)	26	63,0	-17
i-aB ³ V	Lab i-aB ³ (35/50 en verjonger)	29	67,9	-23

Tabel 7: samenvattend overzicht reologische eigenschappen mengsels

Uit bovenstaande resultaten kan besloten worden dat kritische temperatuur van de aB³-bindmiddelen voldoende laag zijn en evenwaardig met een AVS-bindmiddel. Het vervangen van 1% bindmiddel van aB³ door een nieuw bindmiddel en/of verjonger geeft geen verbeterde lage temperatureigenschappen maar wel een lagere verwekings temperatuur waardoor de **verwerkbaarheid beter is**.

Er is een zeer goede overeenkomst voor BBR, pen en R&B tussen mengsels bekomen uit lab-productie en uit de proefvakken.

Uit de resultaten van de teruggewonnen bindmiddelen uit de proefvakken blijkt dat de bindmiddelen **niet meer verouderen**. Dit is logisch en bij deze aangetoond: aB³ ligt onderaan de asfaltverharding waardoor het nagenoeg afgesloten is van lucht en het bindmiddel uit AG en VBD is reeds geoxideerd.

6 Algemene conclusies

Uit bovenstaande resultaten worden in het kader van het Tetravalideringsproject de volgende conclusies genomen:

- aB³ is een mengsel waarvan de aggregaten gebonden worden met bindmiddel afkomstig van asfaltgranulaat en VBO-aggregaat met een korrelverdeling en holte-ruimtespecificaties van AB-3A.
- aB³ dient ten minste over 5,1% bindmiddel te beschikken om goede ITS-R resultaten te bekomen. In vergelijking met een AB-3A mengsel met dezelfde korrelverdeling betekent dat 0,4 à 0,5% meer bindmiddel. De voorkeur gaat uit naar een bindmiddelgehalte van 5,4%.
- De verdichtingstemperatuur voor aB³ is minimum 155°C en voor i-aB³ 135°C
- het vervangen van 1% bindmiddel door 1% nieuw bindmiddel heeft een positief effect: de weerstand tegen watergevoeligheid is hoger, de verdichtingstemperatuur heeft een lager minimum
- i-aB³ kan de vergelijking doorstaan met AB-3A voor ITS-R
- het toevoegen van de verjonger geeft een positief effect op de weerstand tegen watergevoeligheid
- BBR testen tonen aan dat het aB³-bindmiddel een voldoende lage kritische temperatuur heeft om te kunnen vergelijken met AVS-bindmiddel. Het vervangen van 1% bindmiddel heeft geen invloed op de lage temperatureigenschap BBR maar leidt tot een verhoging van de pen-waarde en een verlaging van de verwakings temperatuur.
- De bepaling van de kritische temperatuur 'BBR' op lab-geproduceerde bindmiddelmengsels geeft een uitstekende voorspelling voor het uiteindelijk bindmiddelmengsel op de weg.

7 Dankwoord

De auteurs danken het IWT-Vlaanderen, Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen en de ARTEISIS hogeschool Antwerpen – opleiding bouwkunde voor het financieren van dit project en aan Paul De Proost [ref. 10] voor zijn bijdrage aan dit project onder de vorm van een masterproef.

8 Referenties

- [ref.1] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2003). "Studie in verband met een wegopbouw bestaande uitsluitend uit bitumineus gebonden materialen:aB³", eindrapport,
- [ref.2] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2004). "The use of Reduced Roofing Felt waste and Reclaimed Asphalt Pavement as a Warm-mixed Aged-bitumen Bound Base (aB³) for Roads", paper 009, 3rd E&E Congress, Vienna.

- [ref.2] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2005). "Studie in verband met een wegopbouw bestaande uitsluitend uit bitumineus gebonden materialen:aB", bijdrage aan Belgisch Wegcongres 2005.
- [ref.4] Van den bergh, W., Reynaert, R., De Proost, P. (2008). "Aged-bitumen bound base structuur aB: state of the art 2008 ", ingediende paper, Belgisch Wegcongres 2008, Gent.
- [ref.5] Van den bergh, W. et al. "aB: de finalisering" (2009), eindrapport, Onderzoeksgroep Wegenbouwkunde, Artesis Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.
- [Ref.6] Brosens, N., Kerstens, W. (2008) "Watergevoeligheid van aB en i-aB mengsels: beproeving m.b.v. ITS-opstelling, thesis, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen
Onderzoeksgroep Wegenbouwkunde, Artesis Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.
- [Ref.7] De Meester, S. (2008) " Invloed van asfaltgranulaat op ITS-R", thesis, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen
- [Ref.8] Van den bergh, W., (2006) "Vooronderzoek en aanleg van proefvakken te Beveren"
- [Ref.9] Van den bergh, W., Doctoraatsonderzoek 'The influence of using RAP binder on the performance of asphalt concrete and the healing mechanism' (prom. Prof.dr.ir. A.A.A. Molenaar), lopend onderzoek (2004-2010)
- [ref.10] De Proost, P. (2008). "Het aB-concept: evaluatie proefvakken en optimalisering", thesis, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.