

## AGED-BITUMEN BOUND BASE STRUCTUUR AB<sup>3</sup>: STATE OF THE ART 2008

Ing. WIM VAN DEN BERGH<sup>1</sup>, Ing. RENE REYNAERT<sup>2</sup>, Ing. PAUL DE PROOST<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Artesis Hogeschool Antwerpen, opleiding bouwkunde

<sup>2</sup> MOW, Agentschap Wegen en Verkeer, Afdeling Wegenbouwkunde

### Samenvatting

*Deze bijdrage geeft een samenvatting van het eindrapport "aB<sup>3</sup>: de finalisering". Dit eindrapport omvat de technische en economische conclusies van het Tetravalideringsproject "aB<sup>3</sup>: de finalisering (1997-2008)".*

*Aged-Bitumen Bound Base (acroniem aB<sup>3</sup>) is een funderingslaag gebonden met verouderd bitumen waarbij gebruik wordt gemaakt van asfaltgranulaat en oude bitumineuze dakbanen. Het aB<sup>3</sup> concept biedt een alternatief van gebonden en ongebonden funderingslagen en bij uitbreiding ook asfaltonderlagen.*

### Résumé

*Ce rapport est une synthèse du rapport final « L'aB<sup>3</sup>: la finalisation ». Le projet concerne l'évaluation des tronçons expérimentaux à Beveren et à Anvers. L'aB<sup>3</sup> (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'aB<sup>3</sup> est une alternative pour les fondations des routes et pour les mélanges bitumineux en sous-couches. Les mélanges ont été évalués par exemple par des mesures de 'Falling Weight'.*

### 1. Situering van aB<sup>3</sup> en het evaluatieprogramma

In 1997 startte aan de Hogeschool een projectenprogramma [ref. 1,2,3] om een oplossing te vinden voor afval van bitumineuze dakdichting "roofing". De jaarlijkse storthoeveelheid werd geschat tussen de 50.000 en 80.000 ton en tot op heden is hiervoor in België geen operationeel recyclingproces voorhanden. Deze afvalstof bevat nochtans meer dan 60% bitumen. In de loop van de volgende jaren wordt verwacht dat deze afvalstof meer en meer polymeren zal bevatten waardoor de waarde en de kwaliteit ervan nog zal stijgen. Het recyclen van deze afvalstof als bindmiddel in een asfaltmengsel of een ander bitumineus gebonden mengsel betekent een hoogwaardige toepassing. Het onderzoek leidde in 2003 tot het aged-Bitumen Bound Base concept (aB<sup>3</sup>): een gebonden funderingslaag samengesteld uit ca. 50% asfaltgranulaat (AG), 5% verkleinde bitumineuze dakbanen (VBD) en 45%

aanvullende aggregaten. Naast een intensief proevenprogramma (Marshallkarakteristieken, spoorvormingsweerstand, gyratorverdichting, reologisch bindmiddelonderzoek, vermoeiingstest en stijfheidsmetingen) werd een proefvak aangelegd te Antwerpen in 2001. Hierover werd reeds gerapporteerd in [ref. 4,5,6]. Het aB<sup>3</sup>-mengsel werd warm geproduceerd in een asfaltmenginstallatie waarbij de VBD vooraf gemengd werd met AG en samen in de paralleltrommel wordt verwarmd.

In 2006 werd een nieuw proeftraject aangelegd voor de gemeente Beveren met voorafgaand een nieuw proevenprogramma. Ook in dit geval verliep het transport, verwerking en verdichting zonder problemen en zonder verschil met andere asfaltmengsels voor een onderlaag; waarin 50% AG werd hergebruikt. In 2007-2008 werd een nieuw *Tetravalideringsproject "aB<sup>3</sup>: de finalisering"* gestart om de bevindingen en realisaties van dit voorgaand onderzoek, waaronder beide proefvakken, aan de hand van een technische (proefvakinspecties) en economische analyse te evalueren en aan de hand van deze resultaten het aB<sup>3</sup>-mengsel te optimaliseren.

Uit het experimenteel onderzoek op het aB<sup>3</sup>-mengsel (2001 en 2006) bleek dat dit mengsel een verhoogde stijfheid bezit met zeer goede vermoeiingskarakteristieken. Aanvullende Marshall-, gyratorverdichtings- en spoorvormingsproeven bevestigden de gunstige stijfheidsmetingen met behoud van verwerk- en verdichtbaarheid.

Binnen het huidige tetravalideringsproject werden de proefvakken technisch en economisch geëvalueerd. De technische evaluatie omvat een proefvakevaluatie op basis van deflectiemetingen en kernboringen. Uit deze kernen werd het bindmiddel teruggewonnen en reologisch beoordeeld. De economische evaluatie wordt uitgevoerd van grondstof tot toepassing: enerzijds wordt aB<sup>3</sup> bekeken als bouwstof ter vervanging van bijv. de onderste asfaltlaag of gebonden funderingslaag, anderzijds wordt aB<sup>3</sup> als concept beoordeeld in vergelijking met standaardstructuren. Dit laatste houdt in dat een wegopbouw wordt gedefinieerd met en zonder aB<sup>3</sup> als onderdeel ervan. Deze berekeningen werden uitgevoerd met VEROAD en BISAR. Voor de mechanische eigenschappen werd gebruik gemaakt van meetresultaten (stijfheids- en vermoeiingsonderzoek uitgevoerd door OCW en TU Delft) en berekeningen (PRADOWIN).

## **2. Proefvakevaluaties**

Door de onderzoeksgroep werden 2 proeftrajecten opgevolgd vanaf de productie tot 2008. Het is de intentie van de onderzoeksgroep om deze proefvakken in de toekomst verder op te volgen in samenwerking met MOW.

### **2.1. Proeftraject te Antwerpen**

#### **2.1.1. Uitvoering van de proefvakken**

Doorheen het project werd voor aB<sup>3</sup> een vaste AB-3A korrelsamenstelling nagestreefd door asfaltgranulaten aan te vullen met nieuwe granulaten. Verkleinde bitumineuze dakbanen (VBD) werden toegevoegd om tot een geschikt bindmiddelgehalte te komen.

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

Tabel 1: samenstelling aB<sup>3</sup>

eigenschappen	AG	VBD
Bindmiddel (m/m%, in)	5,7	67
> 2mm	43,3	5
Zandfractie	41,2	15
Fijne deeltjes	9,8	13
Pen (1/10mm)	15	7
R&B (°C)	66,5	106,5

Tabel 2: samenstelling van AG en VBD (2001)

Het proeftraject van Antwerpen werd aangelegd in 2001 om voornamelijk de productie, het transport en de verwerking van aB<sup>3</sup> te evalueren; met een gunstig resultaat. Er werden vier proefvakken aangelegd telkens met een verschillend mengsel voor de onderste laag boven de ongebonden funderingslaag: (1) een mengsel bestaande uit enkel nieuwe granulaten en asfaltgranulaat, dus gebonden met enkel het bitumen uit asfaltgranulaat (50m/m%), (2) een mengsel bestaande uit asfaltgranulaat en nieuwe aggregaten (55/45) gebonden met nieuw bitumen, (3) een mengsel samengesteld uit asfaltgranulaat en nieuwe aggregaten (55/45) gebonden met verkleinde bitumineuze dakbaan (3,4 m/m% op aggregaat) en (4) een referentiemengsel AB-3A met nieuw bindmiddel. Het proeftraject is in gebruik als parking voor vrachtwagens en hulpdiensten.



Figuur 1: uitvoering 2001



Figuur 2: anno 2008

In 2006 werd de toplaag afgefreest, overlaagd en op bepaalde plaatsen uitgebreid (Ringwerken). De opbouw van de proefvakken is als volgt, op basis van kernboringen:

Proefvak	Vak 1	Vak 2 (1 kern)	Vak 3 (2 kernen)	Vak 4
Toplaag AB-4C	7.0 ± 0.8 cm	7.2 cm	5.9 ± 0.1 cm	6.0 ± 0.3 cm
AB-3A	7.7 ± 1.0 cm	5.2 cm	8.7 ± 0.1 cm	6.6 ± 0.6 cm
AB-3A	7.0 ± 1.5 cm	7.5 cm	6.1 ± 0.6 cm	5.0 ± 0.7 cm
Proefmateriaal	NG + AG Niet gebonden	NG + AG + BIT 5.1 cm	aB <sup>3</sup> 6.0 ± 0.6 cm	AB-3A 6.7 ± 0.2 cm
Steenslagfundering	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm

Tabel 3: overzicht verticale opbouw proefvakken te Antwerpen anno 2008

### 2.1.2. Evaluatie 2008

De evaluatie van dit proefvak werd uitgevoerd door middel van een visuele inspectie, deflectiemetingen en kernboringen in samenwerking met het MOW.

Bij de *visuele inspectie* werden **noch scheuren noch verzakkingen** opgemerkt.

Voor de *valgewichtmetingen* werd gebruik gemaakt van de Phonix Falling Weight Deflectometer PRI1509 van het MOW. Door middel van software werden de stijfheden van de structuren en de restlevensduur per proefvak berekend. Gezien de parkeerfunctie van dit proefvak werd een schatting gemaakt van de totale belasting: 660 standaardassen per dag.

De valgewichtmetingen gaven weer dat er bij de geschatte belasting van 660 ESA/dag nergens een overlaging nodig is om de **20-jarige restlevensduur** te behalen. Om een discriminerend verschil tussen de verschillende proefvakken te forceren, werd de belasting verhoogd naar 4430 ESA/dag. Bij deze verhoging volgde dat een overlaging nodig is bij proefvak 4 (AB-3A) en proefvak 1 (NG+AG) om de restlevensduur van 20 jaar te bereiken. Proefvak 2 (AG+NG+NB) en proefvak 3 (AG+VBD+NG) kunnen zelfs zonder overlaging bij deze verhoogde belasting hun 20-jarige restlevensduur bereiken. Hieruit kan voorlopig en voorzichtig besloten worden dat de mengsels 2 en 3, beide met een hoog aandeel verouderd bitumen onder de vorm van asfaltgranulaat en dakbaanafval, over goede mechanische eigenschappen beschikken na 7 jaar dienst.

Proefvak	Vak 1	Vak 2 (1 kern)	Vak 3	Vak 4
E-modulus, min. [MPa]	1478	2791	1964	2037
E-modulus, max. [MPa]	3028	6226	6561	5080

Tabel 4: overzicht E-moduli verharding proefvakken 2008 (25°C)

De *boorkernen* lieten toe de mengsels te beoordelen op hun samenhang, de wegstructuur na te rekenen en het bindmiddel terug te winnen voor een infraroodtest en reologische metingen. Het mengsel met een laag bindmiddelgehalte (vak 1) was niet gebonden, te wijten aan een tekort aan bindmiddel. Dit was zoals voorzien: een tekort aan bindmiddel leidt tot een slechte omhulling en aldus verminderde cohesie en adhesie in het mengsel.

Uit de proefmengsels van vakken 2 en 3 werden de bindmiddelen teruggewonnen en de holle ruimten bepaald van de kernen.

Proefvak	Vak 2	Vak 3	Vak 4	
Pen (1/10 mm)	11,7	11,6	16,4	
R&B (°C)	66,7	64,0	64,6	
BBR (°C)	n.b.	-11	n.b.	
HR (%)	12,5	12,6 à 13,4	12,8	

Tabel 5: bindmiddelkenmerken en % holle ruimte proefvakken Antwerpen 2008

Voor het mengsel met aB<sup>3</sup> (vak 3) kan uit deze evaluatie besloten worden dat aB<sup>3</sup> **na 7 jaar even goed** scoort als een asfaltmengsel **AB-3A met 50% hergebruik** (vak 2) op gebied van

structurele levensduur en dat het bindmiddel van aB<sup>3</sup> over **dezelfde eigenschappen** beschikt als een hard bindmiddel.

## 2.2. Proeftraject te Beveren

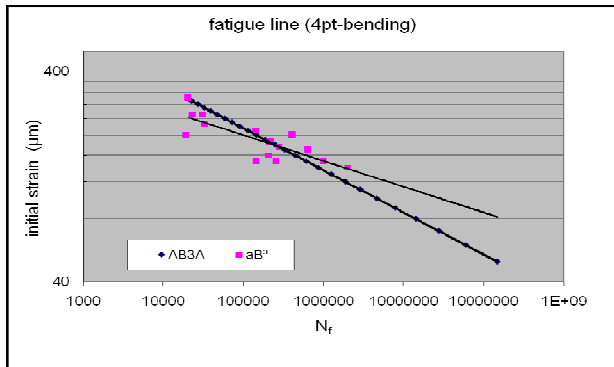
### 2.2.1. Uitvoering van de proefvakken

Het proeftraject van Beveren werd aangelegd in 2006 met het oog op een herhaling van bovenstaand onderzoek en de verificatie van de structurele levensduur. Het proeftraject is een landelijke weg met veel landbouwtransport en is opgedeeld in 3 delen met elk een lengte van 120m en 3.2m breedte. Deel 1 werd uitgevoerd met aB<sup>3</sup> (3.5%VBD, 47.5%AG en 49%NG), deel 2 met improved (i)-aB<sup>3</sup> (1%NB, 2.5%VBD, 47%AG en 49.5%NG) en deel 3 met 12cm aB<sup>3</sup> met staalslakken (4%VBD, 47.5%AG en 48.5%NG); deze mengsels werden gebruikt als onderste laag van de wegverharding ter vervanging van de funderingslaag. De toplaag (4cm AB-4C), de onderlaag (6cm AB-3A) en de 10cm ongebonden onderfundering zijn bij de 3 vakken identiek. Hierdoor ondergaat elk proefvak dezelfde belasting. De drie proefvakken werden zodanig vertikaal gedimensioneerd dat ze een gelijke levensduurverwachting hebben.

	aB <sup>3</sup> : Aged- Bitumen Bound Base materiaal	i-aB <sup>3</sup> improved aB <sup>3</sup>	aB <sup>3</sup> SS basis aB <sup>3</sup> met staalslakken
<b>Samenstelling van het mengsel (m/m%)</b>			
VBD	3,5	2,5	4
AG	47,5	47,0	47,5
Nieuwe granulaten	49	49,5	48,5
Nieuw bindmiddel	-	1 pen= 65 R&B=46,8°C	-
<b>Samenstelling van het bindmiddel</b>			
VBD / AG / NB (m/m%)	47,9/52,1/0	32,1/48,8/19,1	
Verwachte PEN (1/10mm)	10	15,5	10
Verwachte R&K (°C)	85,7	75,6	87
<b>Mengselkarakteristieken</b>			
ITS @25°C MPa	3,41 (σ=0,29)	2,77 (σ=0,04)	2,5 (σ=0,14)
Marshall Stabiliteit kN	25,4 (σ=0,9)	19,2 (σ=0,6)	22,0 (σ=2,0)
Behouden Marshall stabiliteit kN	21,9 (σ=1,7)	18,1 (σ=0,04)	19,7 (σ=1,0)
Holle ruimten %	4,0	4,2	6,8

Tabel 6: vooronderzoek proefvakken Beveren

Op de mengsels voor de proefvakken te Beveren werden door de TU Delft stijfheids- en vermoeiingstesten uitgevoerd [8]. Hieruit blijkt dat het aB<sup>3</sup>-mengsel over goede vermoeiingseigenschappen beschikt in de zone met lage rek (<200µm).



Figuur 3: vermoeiingslijnen van aB<sup>3</sup> en AB-3A [7]      Figuur 4: proefvak bij uitvoering

Het proeftraject werd voor alle drie proefvakken structureel berekend op 20 jaar. Aan de hand van kernboringen werd evenwel opgemerkt dat de drie proefvakken niet werden uitgevoerd in dikte dan vooraf berekend.

Proefvak 1	Proefvak 2	Proefvak 3
4.6±0.4cm AB-4C (4cm)	3.6±0.6cm AB-4C (4cm)	3.7±0.0cm AB-4C (4cm)
5.8 ±0.1cm 3B-3A (6cm)	6.2±0.1cm 3B-3A (6cm)	5.7±0.1cm 3B-3A (6cm)
9.4 ±0.5cm aB <sup>3</sup> (10cm) (3.5%VBD, 47.5%AG en 49%NG)	9.0±0.8cm improved (i)-aB <sup>3</sup> (11cm) (1%NB, 2.5%VBD, 47%AG en 49.5%NG)	7.7±0.6cm aB <sup>3</sup> + staalslakken (12cm) (4%VBD, 47.5%AG en 48.5%NG)
10cm ongebonden fundering		

Tabel 7: overzicht van uitgevoerd (resp. design tussen haken) wegpakket Beveren

## 2.2.2. Evaluatie Beveren

De evaluatie van dit proefvak werd uitgevoerd door middel van een visuele inspectie, deflectiemetingen en kernboringen in samenwerking met het MOW op 28 juni 2007. Een verkeertelling liet toe de belasting op de weg af te leiden. Dit gaf voor beide richtingen samen 7665 voertuigen waarvan 7209 in categorie 1 en 456 in categorie 2. Alsook een gemiddelde snelheid van 54km/u en 85% van het verkeer rijdt onder de 68km/u . Een omrekening geeft als resultaat een belasting van 2512ESA/dag.

De weg wordt veelvuldig belast aan de zijkanen (passeren van voertuigen) en door het ontbreken van een boording samen met plasvorming is het aB<sup>3</sup> op sommige plaatsen zichtbaar wat tot een extreme blootstelling aan water leidt. Doch, tot op heden hebben deze ongunstige omstandigheden *visueel geen schade* toegebracht aan de wegstructuur.

De *valgewichtmetingen* uitgevoerd op 28 juni 2007 gaven weer dat, indien rekening gehouden wordt met de effectieve aangelegde diktes van de gebonden fundering, **aB<sup>3</sup> de hoogste restlevensduurverwachting** heeft, gevolgd door i-aB<sup>3</sup> en als laatste aB<sup>3</sup>-SS. De metingen op een referentieproefvak achter het proeftraject leidde tot een restlevensduur van 0 jaar. De deflectiemetingen gebeurden om de 10m, de gebruikte apparatuur was de Phønix Falling Weight Deflectometer PRI 1509.

Het proefvak 1 met E-moduli van 10000 tot 14000MPa geeft de beste resultaten voor E-moduli (minste spreiding), vervolgens proefvak 2 met E-moduli van 9000 tot 15000MPa en tot slot proefvak 3 met E-moduli van 8000 tot 15000 MPa. Met de verrekening van de diktes van de asfaltlagen, heeft het eerste proefvak zo een restlevensduur tussen de 15 en 20 jaar, deel 2 een restlevensduur van circa 7 jaar en deel 3 een restlevensduur van circa 6 jaar. We verwachten echter betere resultaten van proefvak 2 op het gebied van stijfheid bij lage temperaturen, dit door het toegevoegde nieuwe bitumen (i-aB<sup>3</sup>). Een experimenteel onderzoek naar het verschil in gedrag op lage temperatuur tussen het aB<sup>3</sup> en i-aB<sup>3</sup> bevestigde niet deze verwachting. De grote meerwaarde van i-aB<sup>3</sup> blijkt een verbetering van de ITS-R waarden te zijn.

De *boorkernen* lieten toe de mengsels te beoordelen op hun samenhang, de wegstructuur na te rekenen en het bindmiddel terug te winnen voor een infraroodtest (FTIR) en reologische metingen (DSR). Geen enkele van de drie mengsels vertoonden schade.

Proefvak	Vak 1 aB <sup>3</sup>	Vak 2	Vak 3
Pen (1/10 mm)	15	17,6	12
R&B (°C)	81,6	76,5	88,3
BBR (°C)	-14	-17	n.b.
HR (%)	6,65 à 9,31	7,1	8,6

Tabel 8: bindmiddelkenmerken en % holle ruimte proefvakken Beveren 2007

### 2.3. Conclusie proefvakken

Voor het mengsel met aB<sup>3</sup> kan uit deze evaluatie besloten worden dat aB<sup>3</sup> na 1 jaar over **uitstekende duurzaamheidseigenschappen** beschikt en dat het bindmiddel evenwaardig is met een hard bindmiddel gebruikt in AVS. Op basis van bovenstaande technische evaluatie door middel van deflectiemetingen en de analyse besluit de projectgroep dat aB<sup>3</sup> een geschikt materiaal is als funderingslaag en als asfaltlaag. aB<sup>3</sup> heeft een hoog duurzaamheidskarakter op gebied van spoorvorming (cfr. AB-3A),vermoeiing en stijfheid (cfr. AVS), ITS-R (cfr. AB-3A) en bindmiddeleigenschappen (cfr. AVS). Bovendien kan dit aB<sup>3</sup> verder geoptimaliseerd worden tot i-aB<sup>3</sup>. Het 'verbeterde' i-aB<sup>3</sup> heeft geen grote meerwaarde t.o.v. aB<sup>3</sup> tenzij de verbeterde ITS-R waarde. iaB<sup>3</sup> is te vergelijken met aB<sup>3</sup> waarbij het bindmiddelgehalte +0,5% is t.o.v. het referentiemengsel.

### **3. Economische evaluatie van aB<sup>3</sup>**

Een tweede globale doelstelling van het Tetravalideringsproject beoogde de economische evaluatie van aB<sup>3</sup> en i-aB<sup>3</sup>. Hierbij werd het volledige aB<sup>3</sup> proces geïnventariseerd waaronder de grondstoffen, productie, transport, verwerking en verdichting. Bij de kostprijsberekening werd eveneens rekening gehouden met prijsfluctuaties tot en met 2014. Het aB<sup>3</sup> concept werd vergeleken in de vorm van onderlaag in de verhardingen (vergelijking met asfalt onderlaag AB-3A) en als gebonden funderingslaag (vergelijking met ongebonden en gebonden fundering).

De kostprijs (productie en aanleg) van een AB-3A mengsel met 50% aggregaat is gelijk aan die van aB<sup>3</sup> met 5% VBD en i-aB<sup>3</sup> met 1% nieuw bindmiddel en 3,5% VBD. De kostprijs van nieuw AB-3A is ca. 40% hoger.

Indien het aB<sup>3</sup> mengsel vergeleken wordt met de (on)gebonden klassieke funderingen valt op dat de klassieke funderingen op gebied van grondstof- en productiekosten over het algemeen goedkoper zijn. De transportkosten zijn voor alle alternatieven (zowel voor fundering als onderlaag) vergelijkbaar. De kosten voor aanleg van het aB<sup>3</sup> zijn dezelfde als deze voor een klassiek asfaltmengsel en de (dagelijkse) variabele kosten liggen, door de aanwezigheid van meer personeel en duurdere machines, hoger dan bij klassieke funderingen. Voor het verdere verloop van dit project werd een rekenmodule in Visual Basic & MS Excel opgesteld waarmee diverse simulaties werden uitgevoerd.

#### **3.1. aB<sup>3</sup> als fundering**

Door de hogere stijfheid van het aB<sup>3</sup> materiaal (t.o.v. klassieke funderingen) zal er een relevante reductie van het wegpakket mogelijk zijn. Deze reductie bevindt zich zowel in de funderingslaag als in de bitumineuze onderlaag. Dit heeft twee duidelijke economische gevolgen:

- Door de dunnere wegopbouw is er minder grondverzet nodig bij aanleg van een nieuwe weg (besparing van tijd en geld).
- Door de reductie van de fundering en bitumineuze onderlaag is er minder materiaal nodig om de weg aan te leggen. Dit drukt de grondstof- en productiekosten alsook, zij het in mindere mate, de kosten voor transport en aanleg.

Deze twee factoren zorgen ervoor dat de wegopbouw met aB<sup>3</sup> als fundering economisch voordeliger is dan de wegopbouw met een klassieke fundering.

#### **3.2. aB<sup>3</sup> als bitumineuze onderlaag**

Ook hier vindt nog steeds een reductie van de wegopbouw plaats (hogere stijfheid van het aB<sup>3</sup> materiaal t.o.v. klassiek asfaltmengsel). Maar het economisch voordeel van aB<sup>3</sup> vindt zijn herkomst hier vooral door (enkel) gebruik te maken van oud bitumen als bindmiddel en de dure grondstof nieuw bitumen zo uit te sluiten.



Simulaties [7,10] tonen aan dat het economische voordeel van het aB<sup>3</sup>-concept groter wordt naarmate men zich in hogere bouwklassen gaat begeven, dit zowel voor de toepassing als onderlaag als voor het toepassen van aB<sup>3</sup> als bitumineuze onderlaag.

### **3.3. Extrapolatie van de economische gegevens**

Om na te gaan of het aB<sup>3</sup>-concept zijn economisch interessante positie in de toekomst kan behouden, werd in de studie rekening gehouden met de toekomstige marktprijzen van de verschillende grondstoffen. Aan de hand van de evolutie van de grondstofprijzen sinds 2001 werd aan elke grondstof een index gekoppeld die zijn gemiddelde jaarlijkse evolutie weergeeft. Met deze indexen kan men een indicatieve schatting maken van de toekomstige grondstof- en mengselrijzen. Ook deze gegevens werden verwerkt in de rekenmodule. Opnieuw is het (niet-) gebruik van nieuw bitumen hier een kritieke factor. De bitumenprijs heeft een gemiddelde jaarlijkse stijging van  $\pm 6\%$  (en zelfs  $\pm 14\%$  als men rekent vanaf 2005), welke opmerkelijk hoger is dan de andere grondstoffen. Het gebruik van enkel oud bitumen zal dus enkel interessanter worden in de toekomst!

### **3.4. Andere economische en ecologische voordelen**

Als extra voordelen kunnen nog worden vermeld:

- Milieueffingen en stortkosten voor bitumineuze dakbanen wegen niet op tegen kosten voor recycling tot VBD.
- Men volgt het stijgende milieubewustzijn in Vlaanderen nml., het voorkomen van afval en nuttig toepassen van reststoffen. Hier vervult het aB<sup>3</sup>-concept een voorbeeldfunctie mits het voor meer dan de helft is samengesteld uit secundaire grondstoffen.
- Door het reduceren van de verschillende laagdiktes, moet er minder materiaal gebruikt worden bij de aanleg van de weg. Dit is in met het oog op het grinddecreet een stap in de goede richting.

## **4. Globale conclusie van het project**

Het technisch onderzoeksprogramma heeft bewezen dat aB<sup>3</sup> en i-aB<sup>3</sup> leiden tot een reductie van de wegstructuur bij verticale dimensionering in vergelijking met een standaardstructuur met gelijkwaardige structurele levensduur. Hierbij kan het aB<sup>3</sup> en i-aB<sup>3</sup> gebruikt worden als een onderlaag en als een gebonden funderingslaag.

De grondige economische analyse bewijst dat aB<sup>3</sup> en i-aB<sup>3</sup> economisch voordelig is voor alle partijen.

Er is een voorstel voor de opname in het SB250 v2.1 bezorgd aan de Vlaamse overheid.

## 5. Dankbetuiging

De auteurs danken het IWT-Vlaanderen, Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen en de ARTESIS hogeschool Antwerpen – opleiding bouwkunde voor het financieren van dit project. De begeleidingscommissie, bestaande uit aannemers, asfaltproducenten, studieadviesbureaus, TU Delft, COPRO vzw, BEVAD vzw, BVA vzw, OVAM, OCW, MOW, Stad Antwerpen en gemeente Beveren worden bedankt voor hun advies en ondersteuning om dit concept mede te ontwikkelen.

Bijzondere dank is verschuldigd aan het MOW- Afdeling Wegenbouwkunde i.h.b. Vincent Bonte voor het uitvoeren van de deflectiemetingen en de bijdrage aan de evaluatie; aan projectmedewerker Jan Stoop voor de uitwerking van de economische evaluatie; aan de studenten Paul De Proost [ref. 9] en Tinneke van Houtven [ref. 10] voor hun bijdrage aan dit project onder de vorm van een masterproef.

## 6. Referenties

[ref.1] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Ingelbrecht, S. (1998). “Onderzoek naar het nuttig gebruik van bitumineuze reststoffen uit de dakdischtingssector in de asfaltwegbouw”, eindrapport, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.

[ref.2] De Jonghe, T. et al (2001). “Onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van bitumineuze reststoffen als bindmiddel in gebonden funderingslagen van de wegbouw”, eindrapport, Opleiding Bouwkunde, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.

[ref.3] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2003). “Studie in verband met een wegopbouw bestaande uitsluitend uit bitumineus gebonden materialen:aB<sup>3</sup>”, eindrapport, Onderzoeksgroep Wegenbouwkunde, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.

[ref.4] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2004). “The use of Reduced Roofing Felft waste and Reclaimed Asphalt Pavement as a Warm-mixed Aged-bitumen Bound Base (aB<sup>3</sup>) for Roads”, paper 009, 3<sup>rd</sup> E&E Congress, Vienna.

[ref.5] De Jonghe, T., Van den bergh, W., Verheyen, J. (2005). “Studie in verband met een wegopbouw bestaande uitsluitend uit bitumineus gebonden materialen:aB<sup>3</sup>”, bijdrage aan Belgisch Wegcongres 2005.

[ref.6] Studiedag “Hergebruik van asfalt: een zegen!?”, ingericht door de Hogeschool Antwerpen bij het opzoekingscentrum voor de Wegenbouw, Sterrebeek op 18 mei 2006.

[ref.7] Van den bergh, W. et al. “aB<sup>3</sup>: de finalisering” (2009), eindrapport, Onderzoeksgroep Wegenbouwkunde, Artesis Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.

[ref.8] 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.9] De Proost, P. (2008), “Het aB<sup>3</sup>-concept: evaluatie proefvakken en optimalisering”, thesis, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen.

[ref.10] van Houtven, T. (2008), ‘economische evaluatie aB<sup>3</sup>’, Thesis, Hogeschool Antwerpen, Antwerpen