



**Ooms**  
*Civiel bv*

Postbus 1  
1633 ZG Avenhorn

Tel 0229 547700  
Fax 0229 547701  
[www.ooms.nl/onderzoek](http://www.ooms.nl/onderzoek)

---

Research & Development publicatie

ir. C.P. Plug  
dr.ir. A.H. de Bondt  
ir. R.N. Khedoe

## **EFFECT KWALITEIT BITUMEN OP DUURZAAMHEID ZOAB**

**CROW infradagen  
mei 2012**

**CROW, Ede**

## Effect kwaliteit bitumen op duurzaamheid ZOAB

ir. C.P. Plug  
*Ooms Civiel bv*

dr.ir. A.H. de Bondt  
*Ooms Civiel bv*

ir. R.N. Khedoe  
*Ooms Civiel bv*

### **Samenvatting**

De levensduur van standaard ZOAB deklagen blijkt in de praktijk vaak tegen te vallen vanwege vroegtijdige rafeling en verlies van de geluidsreductie. Door Rijkswaterstaat zijn daarom ooit onderzoeken uitgevoerd naar een verlengde levensduur van ZOAB, wat resulteerde in het zogenaamde ZOAB+ mengsel met een verhoogd bindmiddelgehalte (van het type 70/100) en een afdruiptremmer.

Het is in een kleine kring van (internationale) specialisten bekend dat door het toepassen van geschikte polymeer gemodificeerde bitumen (PmB) de duurzaamheid van poreuze deklagen verder verbeterd kan worden. Dit is onder andere gebleken uit jarenlange praktijkervaring op autosnelwegen en provinciale wegen. Om duidelijker onderscheid te krijgen welke modificatietypes wel of niet geschikt zijn, is een laboratoriumonderzoek uitgevoerd naar de gevoeligheid voor rafeling van ZOAB+ met verschillende soorten PmB's. Dit zowel in combinatie met als zonder hergebruikt oud asfalt. Hiertoe zijn proefstukken eerst uitgebreid kunstmatig klimatologisch verouderd en vervolgens beproefd met de Cantabroproef.

Uit de resultaten blijkt dat door het toepassen van specifieke PmB's de weerstand tegen rafeling van de huidige ZOAB+ nog aanzienlijk verbeterd kan worden.

## 1. Inleiding

Sinds eind jaren 80 van de vorige eeuw wordt zeer open asfaltbeton (ZOAB) op grote schaal toegepast op het Nederlandse hoofdwegennet. De belangrijkste voordelen van ZOAB zijn de geluidsreductie en de afwezigheid van opspattend water bij nat wegdek (het zogeheten ‘splash and spray’).

Een nadeel van ZOAB is de kortere levensduur in vergelijking met die van dichtasfaltbeton vanwege rafeling (figuur 1) en de daarmee verband houdende autoruitschade en het verlies van de geluidsreductie. Om tot een verbetering van de levensduur te komen, zijn door Rijkswaterstaat diverse onderzoeken uitgevoerd. Dit resulteerde in het zogenaamde ZOAB+ mengsel met een verhoogd bindmiddelgehalte (van het type 70/100) en een afdruiptremmer [1]. Bij dit onderzoek was echter maar één type polymeer gemodificeerde bitumen (PmB) onderzocht, dit betrof een met EVA polymeer (Ethyleen Vinyl Acetaat) gemodificeerd product. Dit ondanks dat er uit jarenlange praktijkervaring op autosnelwegen en provinciale wegen [2, 3] al was gebleken dat er voor deze toepassing betere typen PmB's beschikbaar zijn met SBS polymeer (Styreen Butadieen Styreen).

Het maatgevende schadebeeld van ZOAB is steenverlies aan het oppervlak. De omstandigheden waarbij rafeling zich begint voor te doen, zijn zeer complex. Door CROW [4] en voor het Innovatie-Programma Geluid (IPG) [5] zijn onderzoeken verricht naar de mechanismen die de levensduur van ZOAB beïnvloeden. Hieruit bleek dat naast materiaaleigenschappen ook de wijze en omstandigheden tijdens de verwerking grote invloed hadden op de uiteindelijke levensduur.

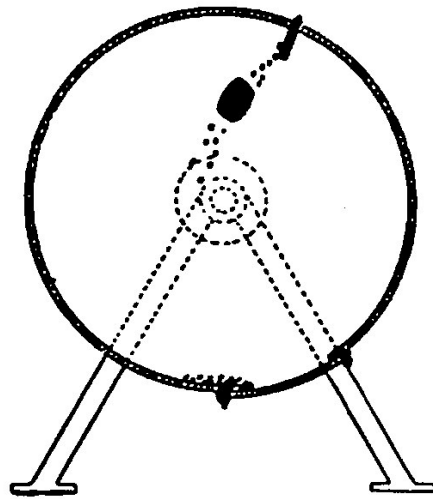


**Figuur 1: Typisch schadebeeld ZOAB.**

In het hier beschreven onderzoek zijn in het laboratorium bij identieke omstandigheden ZOAB+ proefstukken vervaardigd met 13 verschillende (geanonimiseerde) bindmiddelen en 4 combinaties met gebruik van 30% hergebruikt asfaltgranulaat. Deze proefstukken zijn eerst uitgebreid kunstmatig klimatologisch verouderd waarna vervolgens de weerstand tegen schokbelasting is beproefd volgens de Cantabroproef [6] (EN 12697-17); dit bij een afwijkende, maar meer representatieve lagere testtemperatuur van 5 °C.

### *Cantabroproef*

De Cantabroproef is ontwikkeld op de Universiteit van Cantabria in Spanje in 1979 en wordt ook wel de Cantabrianproef genoemd. De proefopzet is ontwikkeld om de weerstand tegen massaverlies van (zeer) open asfaltmengsels te bepalen. Hierbij wordt een asfaltproefstuk van 100 mm diameter en 64 mm hoog in een speciale trommel gestopt en 300 maal rondgedraaid, waarbij het proefstuk telkens omlaag valt (zie figuur 2). Na afloop van de proef wordt vervolgens het massaverlies bepaald.



**Figuur 2: Schematische werking Cantabroproef [6].**

De proef wordt normaliter (o.a. in Spanje) uitgevoerd bij  $25 \pm 1$  °C, waarbij het massaverlies van (niet verouderde) ZOAB proefstukken maximaal 20% mag bedragen.



**Figuur 3: Opstelling Cantabroproef.**

## 2. Laboratoriumonderzoek

Voor de bereiding van de proefstukken is als basis een reguliere ZOAB+ 0/16 gradering (met Bestone steenslag) gebruikt met voor alle varianten 5,5% (effectief) bindmiddel en 0,3% (Arbocel) vezel (beide m/m% op). De proefstukken (Ø 100 mm; h = 64 mm) zijn vervaardigd met de in tabel 1 genoemde bindmiddelen met de Gyrator en verdicht tot de gewenste streefdichtheid (1991 kg/m<sup>3</sup>) bij respectievelijk 175 °C voor de PmB's en 155 °C voor de niet-gemodificeerde varianten.

Tabel 1: Overzicht vervaardigde mengselseries.

Mengselserie	Bindmiddel	Asfaltgranulaat	Effectief SBS-gehalte [%]
1	Bitumen 70/100	-	-
2	70/100 + PR	30% ZOAB frees A	-
3	70/100 + PR	30% ZOAB frees B	-
4	PmB A	-	3,0 (radiaal)
5	PmB A + PR	30% ZOAB frees A	2,2 (radiaal)
6	PmB A + PR	30% ZOAB frees B	2,4 (radiaal)
7	PmB B	-	3,6 (radiaal) + EVA
8	PmB B + additief A*	-	3,6 (radiaal) + EVA
9	PmB C	-	5,0 (radiaal)
10	PmB C + additief A*	-	5,0 (radiaal)
11	PmB C + additief B	-	5,0 (radiaal)
12	PmB D	-	5,0 (radiaal)
13	PmB E*	-	3,0 (lineair)
14	PmB F*	-	5,0 (lineair)
15	PmB G*	-	7,0 (lineair)
16	PmB H	-	4,0 EVA
17	PmB I*	-	5,0 EVA

\*] Laboratorium gemengd (de overige zijn productiemonsters)

Per bindmiddel zijn 6 proefstukken vervaardigd, welke na afkoelen eerst uitgebreid kunstmatig klimatologisch zijn verouderd op basis van het aangepaste AASTHO R30 protocol voor verdichte asfaltproefstukken:

- Proefstukken 120 uur in een stoof op 85 °C (proefstukken uit de vorm).
- Afkoeling tot kamertemperatuur.
- Conditionering in exicator conform EN 12967-12, voor het gedeelte vacuüm trekken van proefstukken.
- 48 uur in vriezer op -20 °C (in bak gevuld met water).
- 24 uur geforceerd ontdooien in een stoof op 30 °C.
- Conditionering in exicator conform EN 12967-12, voor het gedeelte vacuüm trekken van proefstukken.
- 70 uur in waterbad op 40 °C (procedure conform NEN-EN 12697-12).
- 4 uur in zout water (50 gram keukenzout per liter water) op 5 °C.

Na drogen zijn de proefstukken vervolgens één voor één beproefd in de Cantabro opstelling bij 5 °C en is het massaverlies na 300 omwentelingen bepaald (zie figuur 4). Hierbij stond de complete opstelling in een klimaatkamer. De doorlooptijd van de conditionering per mengsel bedroeg ongeveer 3 weken.



**Figuur 4: Deel proefstukken na beproeving.**

### 3. Resultaten

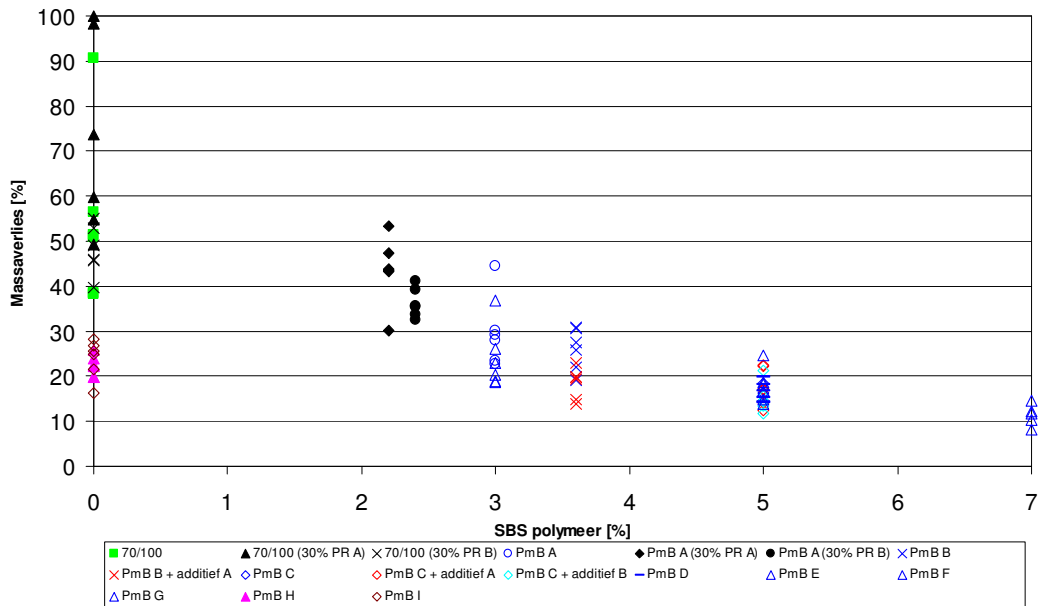
De resultaten zijn in tabel 2 samengevat.

Tabel 2: Massaverlies Cantabro na 300 omwentelingen bij 5 °C (n=6).

Mengsel-serie	Bindmiddel	Gemiddelde holle ruimte [%]	Gemiddeld massaverlies [%]	Variatiecoëfficiënt [%]	Massaverlies bij 85% betrouwbaarheid [%]
1	Bitumen 70/100	20,6	54	32	68
2	70/100 + PR A	20,5	67	26	83
3	70/100 + PR B	20,8	48	10	52
4	PmB A	21,3	30	24	35
5	PmB A + PR A	20,6	44	16	49
6	PmB A + PR B	20,6	36	8	39
7	PmB B	20,6	26	17	29
8	PmB B + additief A	21,7	18	17	21
9	PmB C	20,4	17	7	17
10	PmB C + additief A	22,3	18	22	21
11	PmB C + additief B	22,0	15	20	18
12	PmB D	20,8	16	13	18
13	PmB E	23,0	25	27	29
14	PmB F	22,3	18	20	21
15	PmB G	21,7	11	19	13
16	PmB H	22,4	22	10	24
17	PmB I	22,4	24	17	27

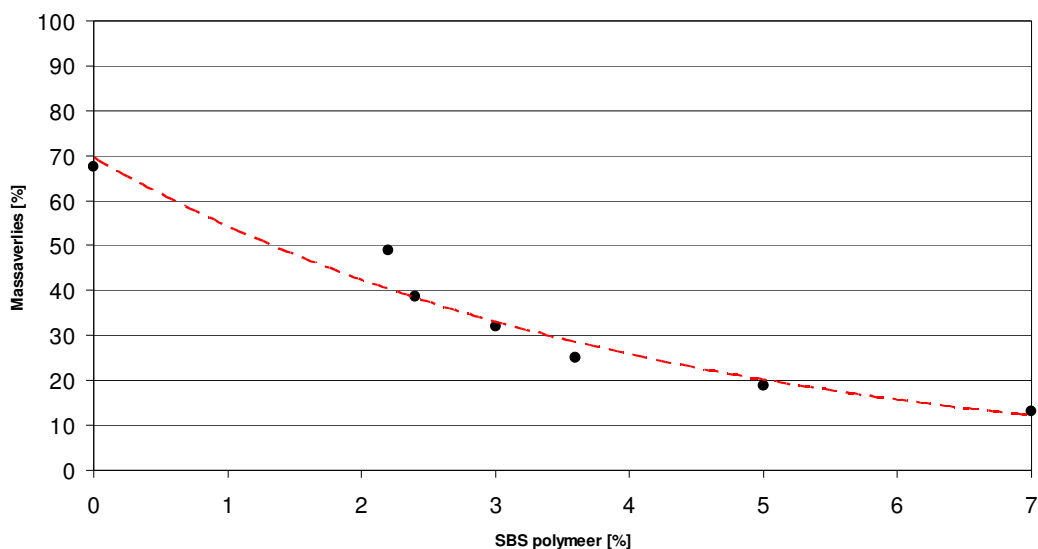
De streefwaarde voor het holle ruimtegehalte was 20,0%. Uit de resultaten blijkt dat het holle ruimte gehalte in werkelijkheid hoger is geworden en varieert. Hierdoor zullen de bindmiddelen met proefstukken met een holle ruimte gehalte van boven de 22% in werkelijkheid (op de weg) een beter resultaat geven. Tijdens het verdichtingsproces zijn geen bijzonderheden geconstateerd, zodat de verschillen mogelijk zijn ontstaan door volumetrische afwijkingen tijdens de proefstukvervaardiging.

De individuele proefresultaten zijn ook uitgezet tegen het SBS-gehalte en weergegeven in figuur 5.



**Figuur 5: Cantabro massaverlies uitgezet tegen het SBS-gehalte.**

Uit de grafische weergave blijkt, dat het massaverlies voornamelijk afhankelijk lijkt te zijn van het polymeergehalte. Additief A is een curing agent voor de productie van PmB's en lijkt een lichte verbetering in het massaverlies te geven. Hetzelfde geldt voor additief B (een anti-oxidant). Echter door de variatie in het holle ruimte gehalte voor de verschillende series, is het effect hier moeilijk aantoonbaar c.q. zichtbaar. Het massaverlies bij 85% betrouwbaarheid is voor de proefstukken met SBS-modificatie samen met de trendlijn weergegeven in figuur 6.



**Figuur 6: Gemiddeld massaverlies bij 85% betrouwbaarheid (zonder PmB H en I).**

Uitschieters in de figuur zijn de serie met effectief 2,2% SBS (30% Frees A) en de serie met effectief 3,6% SBS (en EVA). De verschillen worden mogelijk veroorzaakt door respectievelijk de kwaliteit van het gebruikte freesmateriaal en de (licht positieve) invloed van het EVA polymeer.



#### 4. Discussie

Bij de standaard Cantabro beproevingscondities (niet verouderde proefstukken en een testtemperatuur van 25 °C) wordt in het algemeen in het buitenland de eis gesteld dat het massaverlies niet meer dan 25% mag zijn [6]. Door het toepassen van een verouderingsprotocol en uitvoering van de Cantabro op een lagere temperatuur wordt het massaverlies natuurlijk groter. Hierdoor kan een beter en ook voor de praktijktoepassing representatiever onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende bindmiddelen.

Het blijkt ook dat ZOAB+ met 30% PR qua duurzaamheid (rafeling) binnen specifieke randvoorwaarden geen probleem is. Wel heeft de kwaliteit van het asfaltgranulaat grote invloed op de resultaten. Door het toepassen van een PmB in het verse materiaal is ook met een slechtere kwaliteit asfaltgranulaat de duurzaamheid beter dan de referentie ZOAB+ met bitumen 70/100. Het asfaltgranulaat dient qua stroefheid natuurlijk wel aan de eisen voor ZOAB+ te voldoen om toegepast te mogen worden. Dit is echter in feite een eis aan het mengsel, niet alleen aan de steenslag.

Toepassing van een PmB in ZOAB+ geeft een duidelijke verbetering van de weerstand tegen massaverlies, welke afhankelijk is van onder andere de hoeveelheid en type polymeer en het fabricageproces. Bij toepassing in de praktijk zal een ZOAB+ met een (geschikte) PmB dan ook een langere levensduur hebben.

In deze (ondanks de forse inspanningen) toch beperkte studie is slechts één van de aspecten met betrekking tot de duurzaamheid van ZOAB+ onderzocht. De werkelijke levensduur van ZOAB+ wordt echter ook door andere factoren beïnvloed. Indien deze niet optimaal zijn (bijvoorbeeld verwerkingsproblemen tijdens de aanleg of verkeerd op elkaar afgestemde grondstoffen) dan zal een PmB ook niet naar 100% tevredenheid presteren.

##### *Ontmenging en afdruipten*

Een belangrijk aspect voor de duurzaamheid zijn de fenomenen ontmenging en afdruipten van de asfaltspacie tijdens de verwerking met variaties in de volumetrische eigenschappen tot gevolg. Onderzoek van het CROW [4] heeft aangetoond dat door toepassen van Sealoflex<sup>®</sup> gemodificeerde bitumen het uitzakken van mastiek vermindert, ondanks het hogere bindmiddelgehalte.

Hoe de verschillende PmB's zich qua afdruiptgedrag gedragen is verder hier niet onderzocht. Ervaring leert echter wel dat er verschillen zijn tussen de verschillende typen modificaties.

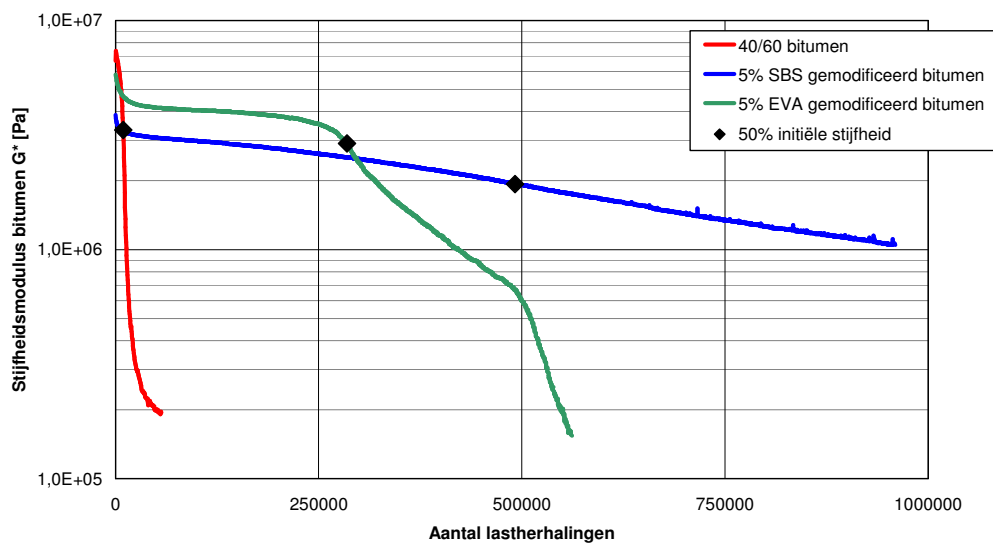
##### *Vermoeingslevensduur*

SBS en EVA polymeren vertonen een van elkaar afwijkend gedrag in bitumen. Een SBS-modificatie zal meer elastisch zijn en een EVA-modificatie meer plastisch (stijf). Door het elastische gedrag van SBS zal de scheurtaaiheid verbeteren. De weerstand tegen schokbelasting tijdens de levensduur van ZOAB wordt mede bepaald door de vermoeingslevensduur van het bitumen. Dit wordt maar deels gesimuleerd door de Cantabroproef. Een langer doorlopende Cantabroproef zou bijvoorbeeld dan ook beter zijn.

Onderzoek heeft aangetoond dat een SBS gemodificeerde PmB een duidelijk hogere weerstand tegen vermoeing bezit (zie figuur 7). In dit onderzoek waren 3 typen bitumina kunstmatig verouderd (RTFOT + PAV; NEN-EN 12607-1 en 14769) en met de dynamische afschuifmeter (DSR) beproefd met een herhaalde belasting (30 °C; schuifrekniveau 5%;



15,9 Hz). Duidelijk in de figuur is te zien dat de welbekende 50% stijfheidsreductie voor een SBS-modificatie bij een hoger aantal lastherhalingen wordt bereikt dan bij een EVA-modificatie.



**Figuur 7: Vermoeiingslevensduur diverse soorten bitumen.**

### *Olielekkages*

Door het toepassen van de juiste additieven kan tevens de weerstand tegen chemische aantasting van het wegdek worden verbeterd. Vroegtijdige rafeling vanwege verzwakking van het bindmiddel door olielekkages wordt hiermee voorkomen.

### *Stroefheid*

Een nadeel van het toepassen van een PmB in ZOAB+ zou de aanvangstroefheid kunnen zijn [1]. Door de juist sterkere bitumenfilm rondom het aggregaat (en dus langere levensduur) duurt het langer voordat deze bitumenfilm aan het oppervlak afgesleten is door het verkeer, met als gevolg dat het oppervlak bij openstelling voor verkeer minder stroef is. Maatregelen zoals afstrooien zijn dan ook gewenst om de aanvangstroefheid te verbeteren. Dit is in de praktijk inmiddels routine.

## **5. Stellingen**

1. Klimateffecten dienen te worden meegenomen ten behoeve van representatief laboratoriumonderzoek aan poreuze asfaltdeklagen.
2. Cantabro-resultaten geven aan dat met de kwaliteit van het bitumen op de lange termijn bezien de weerstand tegen schokbelasting van ZOAB+ te beïnvloeden is. Dit is één van de fenomenen die in de praktijk (met name in de winter) van invloed zijn op de mate van rafeling en de daarmee verband houdende autoruitschade.
3. Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt dat er nog genoeg mogelijkheden zijn om ZOAB+ verder te verbeteren door grootschalig(er) beter op de toepassing toegesneden polymeermodificaties te gebruiken.

## **6. Referenties**

- [1] Eindrapport proefvakken 'ZOAB+'; project IPG/2.2.3.B; KOAC-NPC rapport e0400273; mei 2004; Apeldoorn.
- [2] Lange-termijn ervaringen Sealoflex in ZOAB; Ooms R&D rapport project 460007-57; April 2010.
- [3] Van der Wal, J.S.I.; De Bondt, A.H.; Praktijkstudie levensduurcyclus-kostenanalyse, ZOAB-onderhoud van een rijksweg; Ooms / Unihorn publicatie; oktober 2005. Te downloaden op: <http://www.ooms.nl>.
- [4] Ontmenging ZOAB ontrafeld; CROW-rapport 04-02; Ede; 2004; Te downloaden op: <http://www.crow.nl>.
- [5] M. Huurman; Lifetime Optimisation Tool, LOT; TU Delft; rapport 7-07-170-1; januari 2008; Te downloaden op: <http://www.citg.tudelft.nl>.
- [6] NCHRP synthesis 284; Performance survey on open-graded friction course mixtures; Transportation Research Board; 2000; Washington D.C.