

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

Jan Voskuilen
Groen Asphalt

Remy van den Beemt
BAM Infra Regionaal

Wim van der Goes
Lambda Furtherance bv.

Samenvatting

Vanaf de eerste toepassing van 2L-ZOAB 8 in 1989 was de aanname, dat een voldoende levensduur alleen kon worden behaald met polymeerbitumen (PmB) als bindmiddel. In 2005 is op de A15 nabij Leerdam voor het eerst een 2L-ZOAB 8 proefvak aangelegd met bitumen 70/100 i.p.v. PmB. Om de levensduur van dit mengsel te verbeteren zijn Panacea vezels toegevoegd. Omdat de ervaring met dit mengsel positief was, zijn in 2010 op de A2 nabij Maarssen nog eens vier 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels aangelegd, waarbij is gevarieerd met het bindmiddelgehalte en vezelgehalte. Op basis van gegevens van aanlegjaar en planning onderhoud t.b.v. einde levensduur is vastgesteld dat de te verwachten levensduur van de 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels gemiddeld 5 jaar langer was dan die van de door RWS gehanteerde gemiddelde levensduur voor standaard 2L-ZOAB 8 met PmB.

Naast de levensduur waren er nog de volgende vragen:

- wat is de milieubelasting (MKI) van het 2L-ZOAB 8 mengsel met Panacea vezels ten opzichte van het referentie 2L-ZOAB 8 mengsel met PmB?
- zijn asfaltmengsels met Panacea vezels wel her te gebruiken?
- hoe zit het bij de productie van asfaltmengsels met Panacea met de emissies?
- wat zijn de kosten van asfaltmengsels met bitumen 70/100 en Panacea in vergelijking met asfaltmengsels met PmB?

Om deze vragen te beantwoorden zijn onderzoeken uitgevoerd, waarvan in deze paper verslag wordt gedaan.

Steekwoorden

2L-ZOAB 8, levensduurverlenging, PmB, synthetische vezels, MKI, hergebruik, emissies.

1. Inleiding

Vanaf 1987 werd ZOAB 16 toegepast op snelwegen in de Randstad met meer dan 35.000 motorvoertuigen per dag en vanaf 1990 was ZOAB 16 het standaard deklaagmengsel voor RWS snelwegen [1]. Als bindmiddel werd altijd bitumen 80/100 toegepast. Sinds 2007 werd dit i.v.m. harmonisatie van Europese eisen bitumen 70/100. Standaard werd 4,5% bitumen toegepast op 100% mineraal aggregaat. Sinds 2007 wordt het percentage bitumen weergegeven als het percentage in het totale mengsel (4,5% “op” = 4,3% “in” het totale asfaltmengsel). Om verwarring te voorkomen zal in de rest van deze paper het gehalte aan bitumen alleen worden uitgedrukt als percentage in het totale asfaltmengsel.

Om te onderzoeken of de levensduur van ZOAB 16 was te verlengen is van 1988 tot 1993 een 26-tal (D)ZOAB 16 proefvakken aangelegd op ringweg A10 Amsterdam [2]. Omdat het idee was dat door toepassing van polymeerbitumen (PmB) de levensduur verlengd zou kunnen worden, werden ZOAB 16 en DZOAB proefvakken aangelegd met SBS-, EVA- en rubbergemodificeerd bitumen met percentages van resp. 4,3 en 5,2%. Bij ZOAB 16 mengsels met 4,3% bitumen 80/100 waren geen afdruiptremmers nodig, maar in de DZOAB 16 mengsels met 5,2% bitumen 80/100 werden organische en anorganische afdruiptremmers toegepast om de het afdruipt van bitumen te beperken. Alle proefvakken hadden dezelfde steenslag, brekerzand en vulstof; alleen het type bitumen was verschillend. Per bitumentype werden 4 proefvakken aangelegd: 2 ZOAB 16 proefvakken met 4,3% bitumen en 2 DZOAB 16 proefvakken met 5,2% bitumen. Het was in die tijd gebruikelijk om, als PmB in ZOAB 16 werd toegepast, een hoger percentage bitumen toe te passen dan de standaard 4,3%. In deze DZOAB 16 mengsels met PMB waren vanwege de hogere viscositeit van die bindmiddelen geen afdruiptremmers nodig. Er werden jaarlijks visuele inspecties uitgevoerd op de proefvakken om de mate van rafeling te volgen tot einde levensduur. De conclusie van dit onderzoek [3] was dat de DZOAB 16 mengsels met 5,2% bindmiddel een 2 tot 3 jaar langere levensduur hadden dan de ZOAB 16 mengsels met 4,3% bindmiddel en dat het niet uitmaakte of het een PmB was of bitumen 80/100. Mede op basis van dit onderzoek heeft Rijkswaterstaat besloten om vanaf 2007 DZOAB 16 met 5,2% bitumen 70/100 toe te passen als de standaard deklaag voor snelwegen voor nieuwbouw en rijbaanbreed groot onderhoud. In dit standaard mengsel, ook wel ZOAB + genoemd, wordt meestal cellulosevezel toegepast als afdruiptremmer. Nederland is het enige land ter wereld waar penetratiebitumen wordt toegepast in ZOAB mengsels; in alle andere landen zoals worden PmB's of zoals in Japan en Duitsland zelfs hoog polymeergemodificeerde PmB's toegepast in ZOAB mengsels.

In 2003 waren er op de A2 nabij Roosteren vier DZOAB 16 proefvakken aangelegd om o.a. te onderzoeken of de toegepaste modificaties voldeden aan de eisen voor de aanvangsstroefheid [4]. Een DZOAB 16 mengsel bevatte PmB als bindmiddel, de andere drie DZOAB 16 mengsels bitumen 70/100 en resp. cellulosevezel, Dolanite AS acrylvezel en Genicel (cellulosevezel met was). Alleen het DZOAB 16 mengsel met PmB bleek niet te voldoen aan de eisen voor aanvangsstroefheid. Omdat dit een eenmalige waarneming was, kon niet hard worden geconcludeerd dat de te lage aanvangsstroefheid aan de toepassing van PmB te wijten was.

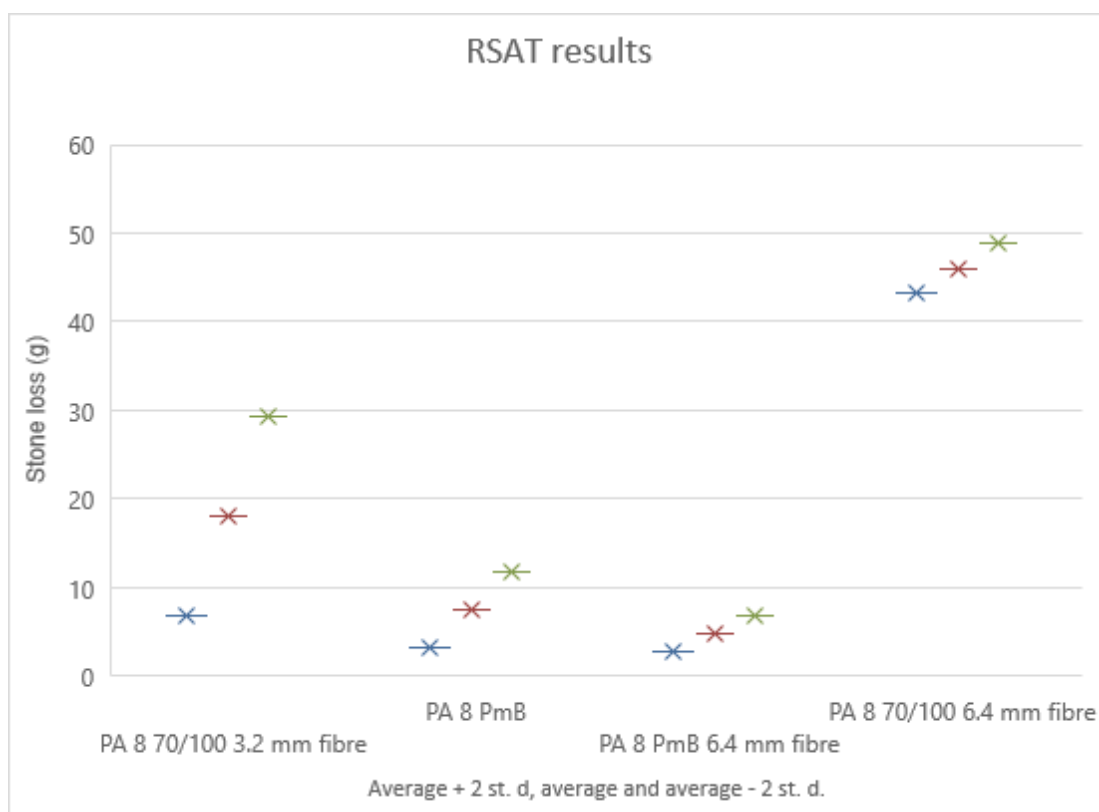
Sinds 1989 is er ook geëxperimenteerd met tweelaags ZOAB proefvakken bestaande uit een 25 mm dikke toplaag 2L-ZOAB 8 met 20% holle ruimte en een 45 mm dikke 2L-ZOAB 16 onderlaag met 25% holle ruimte. Vanaf de allereerste toepassing is altijd PmB toegepast als bindmiddel in 2L-ZOAB 8, ondanks de opgedane goede ervaringen in [3]. Algemeen werd aangenomen dat alleen met PmB's een voldoende lange levensduur was te behalen met 2L-ZOAB 8. In 2L-ZOAB 16 werd eerst ook PmB toegepast, maar later werd steeds meer

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

gekozen voor bitumen 70/100. Pas in 2005 deed zich de mogelijkheid voor om een eerste proefvak op de A15 bij Leerdam aan te leggen met 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 als bindmiddel i.p.v. PmB [7]. Er werden zes 2L-ZOAB 8 proefvakken aangelegd t.b.v. het IPG project Verbetering Aanvangstroefheid, drie op de linker- en drie op de rechterrijstrook.

Om afdruipten van bitumen 70/100 tegen te gaan werden tot dan toe voornamelijk cellulose vezels toegevoegd. Omdat in DZOAB 16 proefvakken [5] al goede ervaring was opgedaan met Dolanite AS (polyacrylonitril vezels van homopolymeer met hoge treksterkte), werd eenzelfde type vezel (Panacea) toegepast in het 2L-ZOAB 8 mengsel met bitumen 70/100. In [5] werden in de RSAT met DZOAB 16 met bitumen 70/100 dezelfde goede resultaten behaald als met DZOAB 16 met PmB. Beide DZOAB 16 mengsels hadden resp. 12,1 en 12,2 g steenverlies, terwijl het ZOAB 16 referentiemengsel met 4,2% bitumen 70/100 72,8 g steenverlies had.

De verwachting was dat de Panacea vezels, vanwege het hoge specifieke oppervlak, zouden werken als een goede afdruiptremmer en als wapening van de mastiek hechtbruggen van het 2L-ZOAB 8 mengsel met bitumen 70/100. Omdat 2L-ZOAB 8 mengsels met PmB in die tijd niet aan de eisen van aanvangstroefheid voldeden en mogelijk de toepassing van bitumen 70/100 een oplossing hiervoor zou kunnen zijn, is geprobeerd om een 2L-ZOAB 8 proefvak met bitumen 70/100 en Panacea vezels te realiseren. Om inzicht te krijgen in de rafelingsweerstand, werden RSAT [6, 6a] proeven uitgevoerd op lab geproduceerde platen met verschillende 2L-ZOAB 8 mengsels. Zie voor de resultaten figuur 1.



Figuur 1. RSAT resultaten onderzochte 2L-ZOAB 8 mengsels [6, 6a].

Het uiteindelijk gekozen 2L-ZOAB 8 proefvakmengsel met 5,75% bitumen 70/100 en 0,15% Panacea vezels met een lengte van 3,2 mm werd in 2005 op de linkerrijstrook van de A15 nabij Leerdam aangelegd (code R2).

Ook werden er vijf andere 2L-ZOAB 8 proefvakken aangelegd met PmB als bindmiddel en modificaties in mineraal aggregaat om de aanvangsstroefheid te verbeteren. Zie voor de resultaten van het onderzoek naar de aanvangsstroefheid [7]. Besloten werd om het presteren van de in dit project aangelegde gemodificeerde 2L-ZOAB 8 proefvakken tot einde levensduur te volgen om het effect van het modifieren van het standaard 2L-ZOAB 8 mengsels op de levensduur te kunnen onderzoeken.

Binnen enkele jaren bleek al dat het 2L-ZOAB 8 mengsel met bitumen 70/100 en Panacea vezels zeer goed acteerde in vergelijking met de andere vijf 2L-ZOAB 8 proefvakken met PmB. Het eerste proefvak met toevoeging van glasslak werd al na 4 jaar wegens overmatige rafeling vervangen, de andere 4 proefvakken enkele jaren later. Op basis van deze waarnemingen had KWS besloten om op de A2 nabij Maarssen 2L-ZOAB 8 proefvakken aan te leggen met bitumen 70/100 en Panacea vezels. Er werden in de 2L-ZOAB 8 mengsels de volgende percentages bitumen en Panacea vezels toegepast:

- code 10049 – 5,2% bitumen 70/100 en 0,1% Panacea
- code 10050 – 5,6% bitumen 70/100 en 0,1% Panacea
- code 10051 – 5,6% bitumen 70/100 en 0,2% Panacea
- code 10052 – 5,8% bitumen 70/100 en 0,3% Panacea.

Deze variaties zijn aangebracht om tot een optimale samenstelling te komen van dit mengsel.

2. Probleemstelling en mogelijke oplossing

Wegens strengere eisen aan geluidsplafonds wordt steeds meer tweelaags ZOAB en -fijn toegepast dat PmB bevat. In [8] is beschreven dat asfaltgranulaat met PmB problemen kan opleveren bij hergebruik.

Conform [8] kunnen zich de volgende problemen voordoen:

- Menging van nieuw bitumen met PmB's uit oud asfalt verloopt moeizaam
- Oud asfalt met PmB gaat bij hergebruik kleven in de paralleltrommel en de dampen in de doekenfilters kunnen transport- en afvoerkanalen van de asfaltcentrale verstoppen. Dit kan leiden tot brand in een asfaltcentrale
- Omdat hergebruik van oud asfalt met PmB bij hogere temperaturen plaats vindt dan bij hergebruik van oud asfalt met penetratiebitumen, kost dit meer energie
- Door de benodigde hogere productietemperaturen bij hergebruik van oud asfalt met PmB ontstaan er meer emissies en kan er geur en stankoverlast ontstaan in de omgeving van een asfaltcentrale
- Het hergebruik van asfalt met PmB in nieuw asfalt zal, ook bij geringe percentages, altijd leiden tot een verandering van functionele eigenschappen van het uiteindelijke asfaltmengsel. Omdat er verschillende soorten PmB's worden toegepast, is het beheersbaar houden van de in het typeonderzoek gevonden eigenschappen een utopie.

Een oplossing voor bovengenoemde problemen in 2L-ZOAB 8 zou het toepassen van bitumen 70/100 met Panacea vezel kunnen zijn, waarmee ook nog eens de mastiekeigenschappen worden verbeterd, zodat minimaal een gelijkwaardige of mogelijk zelfs een langere levensduur wordt verkregen dan met standaard 2L-ZOAB 8 met PmB.

3. Doel van de studie

Het doel van deze studie is het beantwoorden van de volgende vraag:

- kan 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 met Panacea vezels worden toegepast als alternatief voor standaard 2L-ZOAB 8 met PmB?

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

Naast het aantonen dat de levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels minimaal gelijkwaardig is aan die van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB zijn er nog de volgende vragen die beantwoord moeten worden:

- is de milieubelasting van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels niet hoger dan die van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB?
- kan 2L-ZOAB 8 met 70/100 met Panacea vezels zonder problemen worden hergebruikt?
- veroorzaakt 2L-ZOAB met bitumen 70/100 met Panacea vezels niet meer emissies tijdens de productie dan 2L-ZOAB met PmB?
- zijn de kosten van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels niet hoger dan die van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB?

Deze vragen zullen in de volgende hoofdstukken worden beantwoord.

4. Levensduur

Op basis van jarenlange ervaring hanteert RWS voor standaard 2L-ZOAB 8 met PmB gemiddelde levensduren op de rechter- en linkerrijstrook van 9 resp. 12 jaar.

Ten tijde van het schrijven van deze paper bestond het in 2005 op de linkerrijstrook aangelegde 2L-ZOAB 8 proefvak met 70/100 en Panacea vezels nog. Het voornemen van RWS was wel om dit proefvak in 2022 te vervangen wegens einde levensduur. Dit betekent dat dit proefvak met zekerheid een levensduur heeft behaald van 17 jaar. Dat is 5 jaar langer dan de gemiddelde levensduur van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB!

De in 2010 op de A2 Maarssen aangelegde 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels zijn in 2019 vervangen door 2L-ZOAB 5 i.v.m. hogere eisen aan geluidsreductie, omdat toen het voornemen was om op dat wegtraject de maximum snelheid te verhogen naar 130 km/u. Omdat RWS het verwijderen van de proefvakken niet heeft voorkomen, is in 2019 op basis van het aanlegjaar en de door RWS bepaalde restlevensduur (planjaar wanneer vervanging noodzakelijk is wegens einde levensduur) berekend wat de te verwachten levensduur was van de verwijderde proefvakken [6, 6a]. De te verwachten restlevensduur van alle proefvakken was 5 jaar. Met zekerheid kan gesteld worden dat alle 2L-ZOAB proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels de gemiddelde levensduur van 9 jaar van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB hebben behaald en dat de te verwachten levensduur zelfs 5 jaar langer is dan die van standaard 2L-ZOAB 8 met PmB.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van alle 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels. Omdat de te verwachten levensduur niet werkelijk is gerealiseerd, is het wel te verdedigen om een 4 jaar langere levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels te claimen in vergelijking met standaard 2L-ZOAB 8 met PmB.

Het is gebruikelijk dat proefvakken worden aangelegd met een referentievak ter vergelijking. Beide vakken ondergaan dan eenzelfde verkeers- en klimatologische belasting zodat een zuiver vergelijk mogelijk is. Bij de zes 2L-ZOAB 8 proefvakken op de A15 Leerdam zijn geen referentievakken aangelegd, omdat al bekend was dat de aanvangsstroefheid van standaard 2L-ZOAB 8 niet aan de eisen voldeed. Alle vijf 2L-ZOAB 8 proefvakken met PmB zijn incl. het omliggende standaard 2L-ZOAB 8 met PmB reeds enige jaren geleden vervangen wegens einde levensduur. Ook het reeds vervangen aan het 2L-ZOAB 8 proefvak met bitumen 70/100 en Panacea vezels aanpalende standaard 2L-ZOAB 8 met PmB kan als referentievak worden beschouwd. Dit versterkt de bevinding dat 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 met Panacea vezels een langere levensduur heeft dan 2L-ZOAB 8 met PmB.

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

Tabel 1. Gegevens van 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

Code	Bitumen (%)	3,2 mm lange vezel (%)	Weg en rijstrook	Aanlegjaar	Vervangen in	Onderhoud gepland in	Verwachte levensduur	Levensduurverlenging
R2	Bitumen 70/100 5,75%	0,15%	A15 Leerdam Linker RS	2005	-	2022	17 jaar	5 jaar
10049	Bitumen 70/100 5,2%	0,1%	A2 Maarssen Rechter RS	2010	2019*	2024	14 jaar	5 jaar
10050	Bitumen 70/100 5,6%	0,1%	A2 Maarssen Rechter RS	2010	2019*	2024	14 jaar	5 jaar
10051	Bitumen 70/100 5,6%	0,2%	A2 Maarssen Rechter RS	2010	2019*	2024	14 jaar	5 jaar
10052	Bitumen 70/100 5,8%	0,3%	A2 Maarssen Rechter RS	2010	2019*	2024	14 jaar	5 jaar

* de proefvakken zijn vervangen door 2L-ZOAB 5 wegens hogere eisen aan geluidsreductie.

Ook bij de 2L-ZOAB 8 proefvakken A2 Maarssen zijn geen echte referentievakken aangelegd. Wel is een 2L-ZOAB 8 proefvak met bitumen 70/100 en cellulosevezels en een 2L-ZOAB 8 proefvak met PmB en cellulosevezels aangelegd, maar deze proefvakken kunnen niet als referentie van worden aangemerkt, daar het in deze studie gaat om het pure vergelijk tussen 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels en 2L-ZOAB 8 met PmB. Wel is in 2019 waargenomen dat het omliggende 2L-ZOAB 8 met PmB iets slechter acteerde dan de proefvakken.

Zowel het omliggende 2L-ZOAB 8 op de A15 Leerdam als op de A2 Maarssen kan als referentievak worden beschouwd, daar dit 2L-ZOAB 8 behalve bitumen en vezels uit dezelfde bouwstoffen bestaat als de betreffende proefvakmengsels, het 2L-ZOAB 8 door dezelfde asfaltcentrales zijn geproduceerd en door dezelfde aannemer is verwerkt.

RWS zou in de MJPV kunnen terugkijken, wat het aanlegjaar en planjaar was van het omliggende 2L-ZOAB 8 om zodoende te berekenen hoeveel jaar de te verwachten levensduur van de 2L-ZOAB 8 proefvakken met bitumen 70/100 en Panacea vezels langer is dan de te verwachten levensduur van de 2L-ZOAB 8 “referentievakken”.

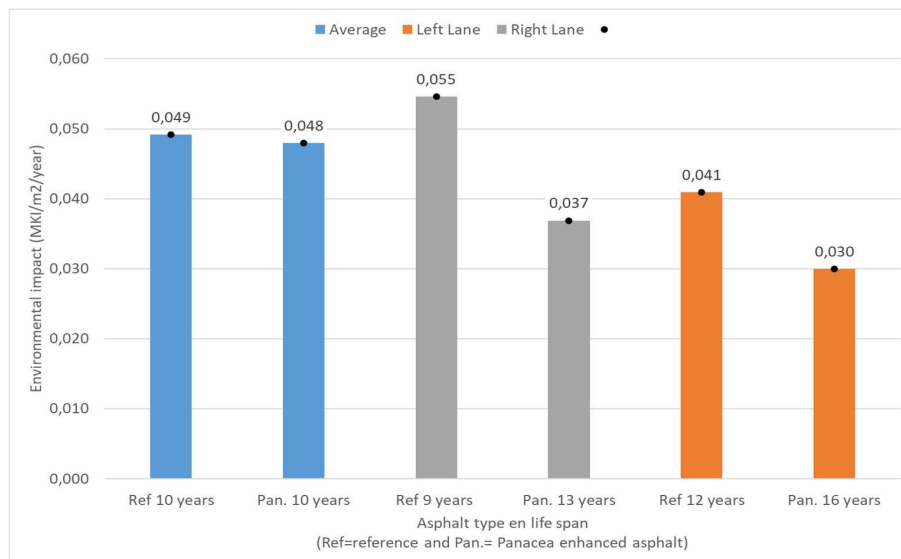
5. Milieubelasting

Wanneer de Nederlandse overheid een aanbesteding uitschrijft voor het onderhoud of de aanleg van een nieuwe snelweg, moeten aannemers de milieubelasting van het aangeboden asfaltmengsel toevoegen aan de documentatie ten behoeve van circulariteit. Voor de LCA-berekeningen is niet alleen de milieubelasting van productie en transport van de samenstellende materialen en de productie van het asfalt van belang, maar ook de levensduur van de aangeboden asfaltmengsels. De geclaimde 4 jaar langere levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels in vergelijking met standaard 2L-ZOAB 8 met PmB is een voordeel voor de LCA-resultaten. Ter wille van de onafhankelijkheid dient deze milieu-impact gebaseerd te zijn op de Nationale Milieudatabase, beoordeeld door een onafhankelijk

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

bedrijf en gecertificeerd door een reviewer. Daarom is een LCA-analyse nodig, die aansluit bij de Nederlandse eisen. De resultaten worden uitgedrukt in een MKI (MilieuKosten Indicator). De MKI is een gewogen ecologische footprint uitgedrukt in Euro's. Hoe hoger de indicator, hoe groter de milieu-impact. Deze LCA-berekeningen worden uitgevoerd conform de ISO 14040, ISO 14042 en NEN-EN 15804. De milieubelasting wordt berekend voor de volgende fasen: A1 alle gebruikte materialen, A2 - transport van materialen, A3 - Productieprocessen, A4 - Transport naar de bouwplaats, A5 - Bouwfase, B - Gebruiksfase – uitloging, C1-C4 - Sloop- en afvalverwerkingsfase en D - Hergebruik en recycling.

Als de levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels en 2L-ZOAB met PmB gelijk worden gehouden (10 jaar), dan is alleen fase A1 anders. Bij gelijke levensduren is de MKI van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels een ietsje (0,001 MKI/m²/jaar) beter dan die van 2L-ZOAB 8 met PmB. Als echter rekening wordt gehouden met de 4 jaar langere levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels, wordt de milieu-impact voor de rechterrijstrook gereduceerd tot 0,037 MKI/m²/jaar voor 13 jaar levensduur en voor de linkerrijstrook met 0,030 MKI/m²/jaar voor 16 jaar levensduur, zie figuur 2. Indien voor 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels een levensduur van 17 jaar wordt gehanteerd, is de MKI nog gunstiger. Zie voor meer gedetailleerde informatie over de berekende MKI [9].



Figuur 2. Gevoeligheidsanalyse van de levensduur van de 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels en 2L-ZOAB 8 met PmB (Ref) uitgedrukt in MKI/m²/jaar [9].

Opgemerkt moet worden dat voor Panacea niet alle invoerparameters beschikbaar waren. Om toch de berekeningen te kunnen uitvoeren zijn invoerparameters aangehouden op basis van de worst case benadering. Daar dit negatief is voor Panacea zal de MKI voor 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels positiever uitpakken als de werkelijke invoerparameters zouden kunnen worden bepaald. Ook is met de MKI berekening geen rekening gehouden met de hogere productietemperatuur van 2L-ZOAB 8 met PmB.

6. Hergebruik

Indien de temperatuur van PR materiaal dat Panacea vezels bevat onder de 190°C blijft, is dit materiaal zonder problemen her te gebruiken.

Bij de huidige technieken om asfalt her te gebruiken wordt het PR materiaal nooit boven de 130°C verwarmd in de paralleltrommel en zal hergebruik van PR materiaal dat Panacea bevat niet tot problemen leiden.

De 2L-ZOAB 8 proefvakken van KWS op de A2 Maarssen zijn in 2019 vervangen en hergebruikt. De Combinatie Van Gelder/Boskalis heeft de proefvakken gefreesd. Freesmateriaal dat Panacea vezels bevatte is door Boskalis hergebruikt in nieuw asfalt. Navraag bij Boskalis leerde dat er zich bij het hergebruik geen onregelmatigheden hebben voorgedaan.

Indien nu wegvakken met 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels worden aangelegd, zijn hier qua emissies in de toekomst ook geen problemen te verwachten met hergebruik hiervan. Dit omdat het zeer aannemelijk is dat in het kader van circulariteit, CO₂ reductie, energiebesparing, duurzaamheid e.d. de te realiseren asfaltmengsels met hergebruik van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 met Panacea vezels worden geproduceerd bij veel lagere temperaturen zoals met schuimbitumen (ca. 100°C) of met bitumina (en additieven) die een EVT hebben van ca. 130°C of lager. Mogelijk zijn er tegen de tijd dat wegvakken met 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 met Panacea vezels einde levensduur hebben bereikt nieuwere technieken (bv. op emulsie of epoxybasis) beschikbaar, waarbij het PR met Panacea vezels met nog lagere temperaturen dan 100°C kan worden hergebruikt.

In [10] is uitgebreid met labproeven onderzocht hoe verschillende soorten asfaltgranulaat acteren bij hergebruik in een AC 16 bin/base mengsel met 60% hergebruik van asfaltgranulaat. Hierbij zijn de volgende soorten asfaltgranulaat hergebruikt in dit mengsel:

- labverouderd ZOAB 16 met bitumen 70/100 (referentie)
- labverouderd ZOAB 16 met PmB (SBS)
- labverouderd ZOAB 16 met PmB (EVA)
- labverouderd ZOAB met bitumen 70/100 en Panacea vezels (3,2 mm)
- praktijkverouderd (A15 Leerdam) 2L-ZOAB 8 met PmB (EVA)
- praktijkverouderd (A15 Leerdam) 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

Alle mengsels zijn beproefd op mengbaarheid (visueel), verdichtbaarheid (aantal gyraties), watergevoeligheid (ITSR), stijfheid en vermoeiingsweerstand (CIT-CY, annex F in NEN-EN 12697-24 en -26) en spoorvormingsweerstand (triaxiaalproef).

Uit de resultaten van de functionele proeven blijkt dat een asfaltmengsel met Panacea-houdend asfaltgranulaat een hogere stijfheid heeft t.o.v. een asfaltmengsel met PmB-houdend asfaltgranulaat. Asfaltmengsels met PmB-houdend asfaltgranulaat hebben een hogere vermoeiingsrek ϵ_6 . Door de combinatie van lagere stijfheid en hogere vermoeiingsrek of v.v. kunnen mengsels met PmB- of Panacea-houdend asfaltgranulaat constructief gezien gelijkwaardig scoren.

Het valt op dat asfaltmengsels met praktijk verouderd PmB-houdend asfaltgranulaat op veel aspecten (aantal gyraties, splijtsterkte, stijfheid en emissiemetingen) slechter presteren dan asfaltmengsels met labverouderde asfaltgranulaten. Daarentegen vertonen mengsels met Panacea-houdend asfaltgranulaat een stabiele kwaliteit bij hergebruik. D.w.z. dat de eigenschappen bij hergebruik in grote lijnen overeenkomen met de eigenschappen bij de

Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

eerste toepassing. Panacea vezels lijken ook bij hergebruik hun positieve functie in het asfaltmengsel te behouden, terwijl PmB's na veroudering en hergebruik dit gedrag niet vertonen.

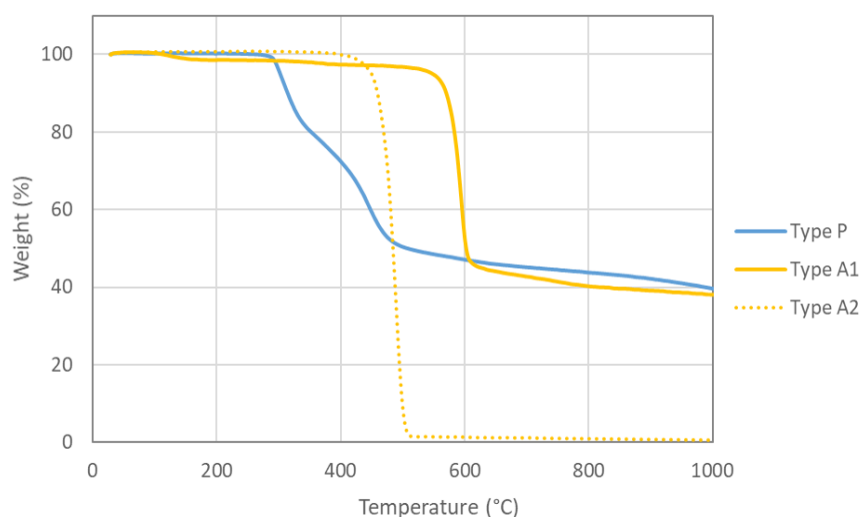
7. Emissies

In [10] is met labproeven onderzocht wat het effect is op de uitstoot van een asfaltcentrale bij het hergebruik van verschillende soorten asfaltgranulaat tijdens de productie van nieuwe asfaltmengsels. Om dit effect te kunnen inschatten zijn metingen uitgevoerd met een FID- en een MRU emissiemeter. Met deze apparatuur kunnen koolwaterstoffen en een aantal andere stoffen (CO , NO , NO_2 en SO_2) gemeten worden. Op dit moment werken grote marktpartijen aan een programma om beter en effectiever emissies te meten bij asfaltcentrales. Uit emissiemetingen in het laboratorium is gebleken dat asfaltgranulaat met een SBS-modificatie meer CxHy en CO uitstoot genereert dan asfaltmengsels met Panacea vezels en het referentiemengsel. De resultaten van de NO_2 en SO_2 -metingen zijn niet betrouwbaar genoeg om harde uitspraken te kunnen formuleren.

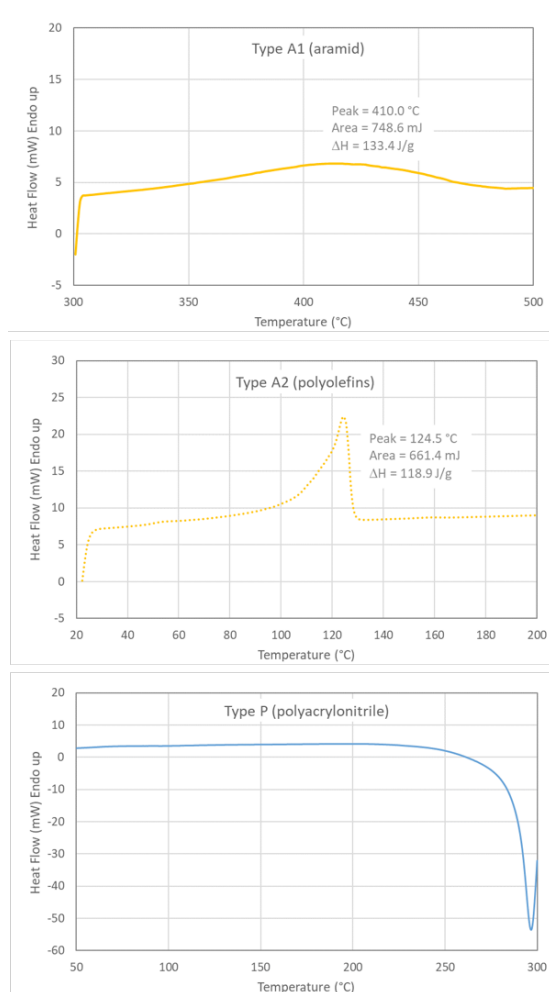
In het kader van het FIBRA project van CEDR is met behulp van een hybride model onderzocht hoe het beste vezels zijn te selecteren voor hete asfaltmengsels [11].

Op basis van modelanalyses worden van polyacrylonitril vezels (Panacea) en aramide plus polyolefinevezels de beste prestaties verwacht.

Deze 3 vezeltypen zijn door EMPA in [12] onderzocht in Zwitserse AC base mengsels op chemo-mechanische eigenschappen. Om de thermische overgangen van Panacea, aramide en polyolefine vezels te onderzoeken zijn proeven uitgevoerd met een differentiële scanning calorimeter (DSC), waarbij monsters werden verwarmd met een snelheid van $20^\circ\text{C}/\text{min}$. Verder is de thermische stabiliteit van de vezels geanalyseerd met een thermisch gravimetrische analyse (TGA) onder een stikstofatmosfeer. In figuur 3 en 4 zijn de resultaten van de DSC en TGA proeven weergegeven.



Figuur 3. Gewichtsverlies van vezels versus temperatuur tijdens TGA-verwarming hellingen. Type P (Panacea), type A1 (aramide) en type A2 (polyolefine).



Figuur 4. Warmtestroomcurves versus temperatuur voor de 3 verschillende vezels.

De thermische analyse van de onderzochte vezels geeft aan dat geen degradatie zal optreden tijdens het productieproces als gevolg van de mengtemperatuur, omdat de smelttemperaturen veel hoger bleken te zijn dan de mengtemperaturen; Panacea vezels (type P) en aramide vezels (type A1) blijven in vaste toestand. Echter, de gevonden smelttemperatuur voor de polyolefine vezels (type A2) was lager, waardoor deze vezels smelten en het bitumen kunnen modifieren.

8. Kosten

Het verschil in kosten tussen 2L-ZOAB met PmB en 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels is nihil. Met variabelen zoals de bitumen-, transport en energieprijzen zal de ene keer de het asfaltmengsel met Panacea vezel goedkoper zijn en een andere keer het asfaltmengsel met PmB. In het kader van toekomstig hergebruik ten behoeve van circulariteit kan de weegschaal van de kostprijs bij einde levensduur van asfalt met PmB nog wel eens negatief gaan uitslaan voor de asfalt met PmB [8].

9. Conclusies

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde onderzoeken kan worden geconcludeerd, dat 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels als alternatief kan worden toegepast voor standaard 2L-ZOAB 8 met PmB, omdat 2L-ZOAB met bitumen 70/100 en Panacea vezels: Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

- minimaal dezelfde of zelfs een 4 jaar langere te verwachten levensduur heeft dan standaard 2L-ZOAB 8 met PmB
- bij gelijke levensduur het milieu iets minder belast wordt (iets betere MKI). Indien rekening gehouden wordt met een 4 jaar langere levensduur van 2L-ZOAB 8 met bitumen 70/100 en Panacea vezels heeft dit mengsel een veel betere MKI in vergelijking met standaard 2L-ZOAB 8 met PmB
- geen problemen oplevert met hergebruik en dat de Panacea vezels ook bij een tweede leven positief werken
- bij lagere temperaturen kan worden geproduceerd dan standaard 2L-ZOAB 8 met PmB, waardoor op energie wordt bespaard
- bij de productie minder emissies worden uitgestoten dan bij de productie van asfalt met PmB
- niet meer kost dan 2L-ZOAB 8 met PmB.

RWS heeft als CEDR lid ook veel interesse in de toepassing van synthetische vezels in ZOAB mengsels en werkt daarom internationaal mee aan het FIBRA project. Om meer gefundeerd onderzoek gezamenlijk met marktpartijen uit te voeren heeft RWS de volgende 3 werkgroepen opgericht:

- werkgroep milieubelasting, waar de focus ligt op onderzoek naar MKI, emissies en hergebruik.
- werkgroep laboratorium proeven, waar wordt gezocht naar een set van proeven, die een voorspellend vermogen heeft voor het praktijkgedrag van ZOAB mengsels met vezels.
- werkgroep proefvakken, waar de proefvakken met ZOAB met vezels worden geëvalueerd en waar labproeven worden uitgevoerd op materiaal uit ZOAB proefvakken met vezels.

10. Aanbevelingen

Om toe te werken naar de doelstellingen van RWS om vanaf 2030 volledig klimaatneutraal en circulair werken is het van belang ook 2L-ZOAB 8 mengsels te ontwikkelen met een zo laag mogelijke MKI. Een van de mogelijkheden is om in 2L-ZOAB 8 hoge percentages asfaltgranulaat her te gebruiken in combinatie met het toevoegen van penetratiebitumen i.p.v. PmB. Omdat door frezen de korrelgradering van het asfaltgranulaat enigszins wordt verkleind, zal dit een negatief effect hebben op de holle ruimte. Onderzocht zal moeten worden tot hoeveel procent asfaltgranulaat in het 2L-ZOAB 8 mengsel kan worden hergebruikt om toch aan de eisen van holle ruimte te kunnen voldoen. Om hogere percentages hergebruik mogelijk te maken zullen andere wintechnieken toegepast moeten worden om verbrijzeling van het mineraal aggregaat in het asfaltgranulaat te reduceren of te voorkomen. Hierbij valt te denken frezen met een lagere snelheid, het eerst verwarmen van het oude asfalt en daarna loswoelen of een kneusproces van asfaltgranulaat. Om het verouderde PmB weer te upgraden zou gebruik kunnen worden gemaakt van een verjongingsmiddel of het toepassen van een zachter penetratiebitumen. Om een robuuster mengsel te krijgen, waarmee een langere levensduur is te behalen, zou de mastiek kunnen worden gewapend met Panacea vezels. De MKI van een dergelijk asfaltmengsel kan nog aanzienlijker worden verlaagd door gebruik te maken van de halfwarme schuimbitumentechiek, waardoor asfalt bij ca. 100° C kan worden geproduceerd. Door hergebruik van asfaltgranulaat en toepassing van Panacea vezels in combinatie met penetratiebitumen in LEAB ZOAB mengsels kunnen zeer duurzame asfaltmengsels worden ontwikkeld met een veel lagere MKI. BAM heeft hier al met soortgelijke mengsel positieve ervaringen mee opgedaan. Dit zijn de asfaltmengsels van de Ervaringen met 2L-ZOAB 8 mengsels met bitumen 70/100 en Panacea vezels.

toekomst waar opdrachtgevers op zitten te wachten om aan de strengere milieu doelstellingen te kunnen blijven voldoen

Referenties

- [1] H. Buiter, Het wonder van ZOAB. Geschiedenis van een stille innovatie, Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020, ISBN 978905345578
- [2] J. Voskuilen, F. Tolman, E. Rutten, Do modified Porous Asphalt mixtures have a longer service life?, Eurasphalt & Eurobitume congress, Wenen, 2004
- [3] J. Voskuilen, E. Rutten en F. Tolman, Modificaties ZOAB ontmaskerd, CROW Wegbouwkundige Werkdagen 2002
- [4] J. Groenendijk en J. Voskuilen, Eindrapport Proefvakken "ZOAB+" Project IPG/2.2.3.B Praktijkgedrag ZOAB, KOAC.NPC rapport e0400273, mei 2004
- [5] M. Sule and J. Voskuilen, Rijkswaterstaat report DWW-2005-079, Evaluatie ZOAB 16+, Rijkswaterstaat, oktober 2005
- [6] J. Voskuilen en W. van der Goes, Longer lifespan of Porous Asphalt due to the addition of homopolymer HT polyacrylonitrile fibres, Eurobitume & Eurasphalt congress Madrid, 2020
- [6a] J. Voskuilen en W. van der Goes, Annex: Longer lifespan of Porous Asphalt due to the addition of homopolymer HT polyacrylonitrile fibres, Eurobitume & Eurasphalt congress Madrid, 2021
- [7] H. Siedenburger en W. Gerritsen, Verbetering aanvangsstroefheid Tweelaags ZOAB Proefvakken A15 te Leerdam, Eindrapport IPG 0500218, December 2005, DWW-2005-086
- [8] R. van den Beemt en M. Jacobs, Wordt PmB het teer van het komende decennium?, CROW Infradagen 2016
- [9] B. Jansen, Life cycle assessment for Asphalt with Panacea®, TNO 2020 R11972, November 2020
- [10] Maarten Jacobs, Rene Gelpke, Milliyon Woldekidan, Amin Hassani, De invloed van Panacea vezels en PmB bij het hergebruik van asfalt, BAM documentnummer, INFRA-C20-01, 2021
- [11] Carlos J. Slebi-Acevedo, Daniel Castro-Fresno, Daniel A. Zuluaga-Astudillo, Pedro Lastra-Gonzalez, Pablo Pascual-Muñoz, An uncertainty-aware hybrid model applied to fiber selection in hot mix asphalt,
- [12] M. Bueno en L. Poulidakos, Chemo-Mechanical Evaluation of Asphalt Mixtures Reinforced With Synthetic Fibers, Frontiers in Built, April 2020, Volume 6.