

Polymeer gemodificeerd bitumen een belangrijke component voor duurzaam asfalt

Ir. C.P. Plug
Ooms Producten

Dr.ir. E.T. Hagos
Latexfalt

Ir. Laurent Porot
Kraton Polymers

Samenvatting

Sinds de aanleg van de eerste asfaltwegen in de vorige eeuw is het gemotoriseerd verkeer aanzienlijk toegenomen. Het groeiende en steeds zwaardere verkeer, met name door vrachtwagens en de opkomst van elektrische voertuigen, leidt ertoe dat een standaard asfaltverharding in veel gevallen niet meer voldoet. Hierdoor vertoont de verharding vaak vroegtijdige rafeling, spoorvorming of scheurvorming. In dergelijke situaties biedt polymeer gemodificeerd bitumen (PmB) een oplossing. Daarnaast wordt bij dunne (open gradatie) deklagen vaak standaard bitumen kwalitatief niet voldoende bevonden, waardoor in deze type verhardingen PmB wordt toegepast.

Er wordt al geruime tijd geëxperimenteerd met bitumenmodificaties. In eerste instantie met vermalen rubber van gebruikte banden. Tegenwoordig worden vooral thermoplastische elastomeren zoals styreen-butadieen-styreen (SBS) en plastomeren zoals ethyleen-vinylacetaat (EVA) toegepast als modificatie voor PmB's. De mate van modificatie is afhankelijk van lokale (project) specificaties. De belangrijkste voordelen van PmB zijn betere eigenschappen bij hoge temperaturen met een betere weerstand tegen spoorvorming, betere adhesie-eigenschappen die rafeling verminderen en een lagere temperatuurgevoeligheid die een betere weerstand biedt tegen klimaatverandering.

Toepassen van PmB's staat hergebruik van polymeer gemodificeerd asfalt (PmA) niet in de weg. Reeds eind jaren 90 van de vorige eeuw is hier uitgebreid onderzoek naar gedaan en de conclusie van dit onderzoek was dat door gebruik van PmA-granulaat het asfalt gunstigere eigenschappen had dan bij gebruik van niet-gemodificeerd asfaltgranulaat. Wel moet er speciale aandacht worden besteed aan relatief vers PmA-granulaat. Recente ontwikkelingen laten zien dat horizontale recycling van PmA-granulaat uit deklagen in nieuwe deklagen mogelijk is zonder kwaliteitsverlies.

Ook bij het gebruik als warm mix asfalt (WMA) is het mogelijk om polymeer gemodificeerd bitumen (PmB) toe te passen. Onderzoek sinds 2002 heeft aangetoond dat PmB met de huidige WMA-technieken succesvol kan worden ingezet. Het is van belang om een PmB te kiezen die specifiek geschikt is voor gebruik in een WMA asfaltmengsel. Door deze combinatie met hergebruik kan een duurzaam asfalt worden verkregen welke veilig is te verwerken met een lange levensduur en de laagste kosten per levensjaar. Al met al biedt polymeer gemodificeerd bitumen een bewezen technologie als een duurzamere, efficiëntere en economisch voordelige oplossing voor wegbeheer.

Steekwoorden: Polymeer gemodificeerde bitumen (PmB); polymeer gemodificeerd asfalt (PmA), circulair, warm mix asfalt (WMA), PmA-granulaat

1. Inleiding

Sinds ongeveer begin jaren 80 van de vorige eeuw wordt polymeer gemodificeerd asfalt (PmA) wereldwijd toegepast op vele grote en kleine projecten. In vele landen wordt het gebruik van PmA tegenwoordig zelfs voorgeschreven voor zwaar belaste wegconstructies. Ook in (poreuze) dunne geluid reducerende deklagen (DGD) is een polymeermodificatie onmisbaar. Dankzij toepassing van PmB hebben DGD's een acceptabele levensduur en daardoor hebben DGD's bestaansrecht. Een PmB is dan ook onmisbaar in asfalt voor zwaar belaste toepassingen en/of borging van een lange levensduur.

Ook een PmA bereikt het einde van zijn levensduur en moet dan worden verwijderd. In de markt worden vragen gesteld of polymeer gemodificeerd asfalt (PmA) hergebruikt kan worden als partiële recycling (PR) in nieuw asfalt. In de praktijk blijkt het hergebruik van het oude PmA-granulaat zonder meer mogelijk maar wel moet zorgvuldig en deskundig worden nagegaan welke (positieve) eigenschappen dit oude asfalt nog heeft. Recente ontwikkelingen laten zien dat horizontale recycling van (polymeer gemodificeerd) ZOAB en SMA-granulaat een significante bijdrage kan leveren aan het realiseren van de doelstellingen van de wegbeheerders om te komen tot duurzamere asfaltmengsels met behoud van de oorspronkelijke eigenschappen.

Warm mix asfalt (WMA) is in combinatie met een PmB mogelijk. Samen met partiële recycling (PR) kan hiermee een optimaal duurzaam asfalt worden gerealiseerd met lage kosten per levensjaar. Dit past in het transitiepad naar een duurzame asfaltverharding. Een PmB draagt bij aan circulariteit en duurzaamheid in de bouw. De compatibiliteit met warm asfalttechnieken, zoals schuimen, maakt productie bij lagere temperaturen mogelijk, waardoor het energieverbruik en de uitstoot afnemen. PmB is recyclebaar en kan worden hergebruikt in toekomstige projecten, waardoor afval wordt verminderd en primaire grondstoffen worden gespaard.

In deze paper zal nader worden ingegaan op de voordelen van het toepassen van een PmB en de aspecten met betrekking tot de mogelijkheden voor het toepassen van een PmB in combinatie met recycling en warm mix asfalt.

2. Waarom polymeer gemodificeerde bitumen

Het gebruik van polymeergemodificeerd asfalt (PmA) met een polymeer gemodificeerd bitumen (PmB) is tegenwoordig gangbaar bij zwaarbelaste wegconstructies. De voordelen van een PmA zijn (afhankelijk van de polymeer modificatie) dat het asfalt langer mee gaat en/of in een dunnere constructie kan worden toegepast. Ook voor dunne geluid reducerende deklagen (DGD's) worden veelal PmB's toegepast. Met modificatie voldoen deze deklagen met de huidige verkeersbelasting aan de gewenste eisen.

Afhankelijk van de graad van modificatie zijn de voordelen van een PmB:

- Verbetering reologische eigenschappen van een bitumen en daarmee het asfalt.
- Verbetering spoorvormingsweerstand.
- Verbetering vermoeiing- en scheurweerstand.
- Verbeterde hechtingseigenschappen tegen rafeling.
- Verbeterde temperatuurgevoeligheid, waardoor langere levensduur en betere bestendigheid tegen klimaatverandering.
- Laagdikte reductie.
- Volledig recyclebaar.
- Toepasbaar in combinatie met partiële recycling.
- Mogelijk in combinatie met warm mix asfalt.

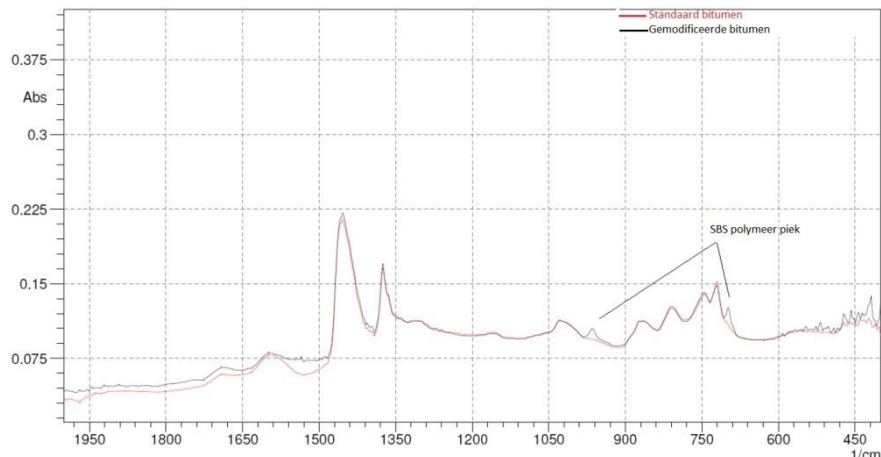
2.1 Modificatie PmB

Standaard penetratie bitumen wordt verkregen uit het residu van de destillatie van aardolie. In een raffinaderij wordt de aardolie gedistilleerd in verschillende fracties en de raffinaderij zal trachten om aardolies – of mengsels van aardolies – te kiezen die het meest economisch rendabel is voor de bedrijfsvoering. Afhankelijk van de afkomst van de ruwe aardolie is deze meer of minder geschikt om de gewenste petrochemische producten te produceren [1].

Chemisch gezien is bitumen een zeer complex product. Deze chemische structuur is dan ook afhankelijk van de afkomst van de aardolie en de raffinaderij. Ook als deze bitumen volgens de huidige normering (volgens Europese norm EN 12591) gelijk aan elkaar zijn. De kwaliteit van standaard bitumen kan dan ook verschillen, wat invloed kan hebben op de prestaties van het geproduceerde asfalt.

Sinds de eerste aanleg van asfaltwegen eind 19^{de} eeuw is er geëxperimenteerd met de modificatie van het bitumen om de eigenschappen te verbeteren. In eerste instantie werd hergebruikt rubber gebruikt. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw werden vooral synthetische polymeren gebruikt.

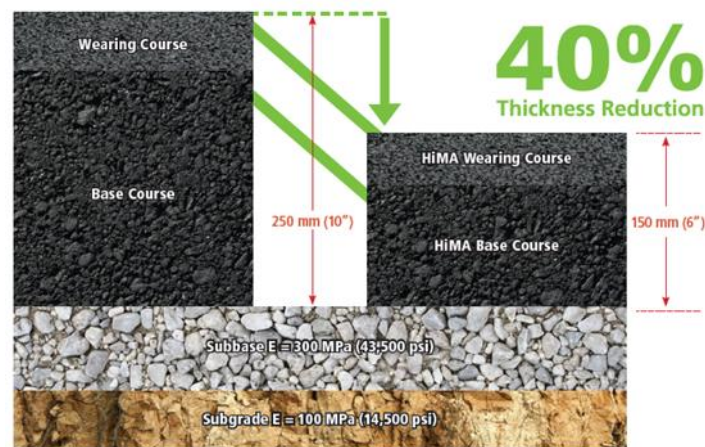
De meest gebruikte polymeermodificaties voor een PmA zijn het SBS (Styreen-Butadien-Styreen) polymeer en in mindere mate het EVA (Ethyleen-Vinyl-Acetaat) polymeer [2]. Deze polymeren zijn goed compatibel met bitumen waardoor een homogeen gemengd product kan worden verkregen. Beide polymeren hebben specifieke eigenschappen en kunnen afhankelijk van de gewenste eigenschappen en eventuele nationale specificaties in een PmA afzonderlijk of gecombineerd worden toegepast [3]. Welk polymeer is toegepast kan meestal worden gekarakteriseerd door middel van een FTIR (Fourier Transform Infrarood) analyse van het teruggewonnen bitumen (zie figuur 1). De intensiteit van de piek in de FTIR-curve is een maatstaf voor de polymeermodificatie. Afhankelijk van de ouderdom van het PmA zal de effectiviteit van het polymeer afnemen in de loop van de tijd. In hoeverre de effectiviteit afneemt is o.a. afhankelijk van de initiële modificatie en het asfalttype.



Figuur 1: Voorbeeld FTIR analyse van een uit asfalt teruggewonnen (gemodificeerd) bitumen.

PmB's worden in Europa geclassificeerd volgens de Europese norm EN 14023. Deze norm beschrijft een raamwerk van bitumeneigenschappen. Afhankelijk van lokale regelgeving worden specificaties opgesteld voor toepassing in asfalt. Hoe een PmB acteert hangt af van de zwaarte en type van de modificatie. Hierdoor is het vaak moeilijk om het ene type PmA met andere PmA te vergelijken. Ook speelt de verkeersbelasting en type asfalt een rol. Asfalt op een zeer zwaar belaste weg zal eerder bezwijken dan bij een lichtere belasting. In andere woorden, de vermoeiingseigenschappen zijn afhankelijk van de opgelegde rek/belasting, hoe lager de belasting hoe hoger de levensduur.

Met SBS polymeer gemodificeerde bitumen is een grote besparing op de laagdikte van de asfalt-verharding mogelijk boven een zeker minimaal modificatie niveau met een gelijke of zelfs langere levensduur dan een conventionele asfaltverharding [4].



Figuur 2: Voorbeeld opbouw met laagdikten van het referentie vak en het vak met hoog gemodificeerd asfalt.

Tevens biedt een PmA als tussenlaag voordelen in het voorkomen van reflectiescheuren uit de ondergrond. Door de taaie eigenschappen van hoog gemodificeerde PmB's wordt de scheurdoorgroei van onderuit vertraagd. Wat resulteert in een langere levensduur van de asfaltverharding.

3. Circulariteit PmB

Asfalt wordt in Nederland op grote schaal hergebruikt in de vorm van partiële recycling (PR) in nieuw asfalt. Recycling kan zowel met standaard asfalt alsook met oud polymeer-gemodificeerd asfalt (PmA) zonder problemen en zonder veel inspanning worden toegepast tot percentages van 60-70% PR voor onderlagen (AC bin/base asfalt). De verkregen kwaliteit van het nieuwe asfalt is tot op heden minimaal vergelijkbaar met de kwaliteit van standaard asfalt zonder PR.

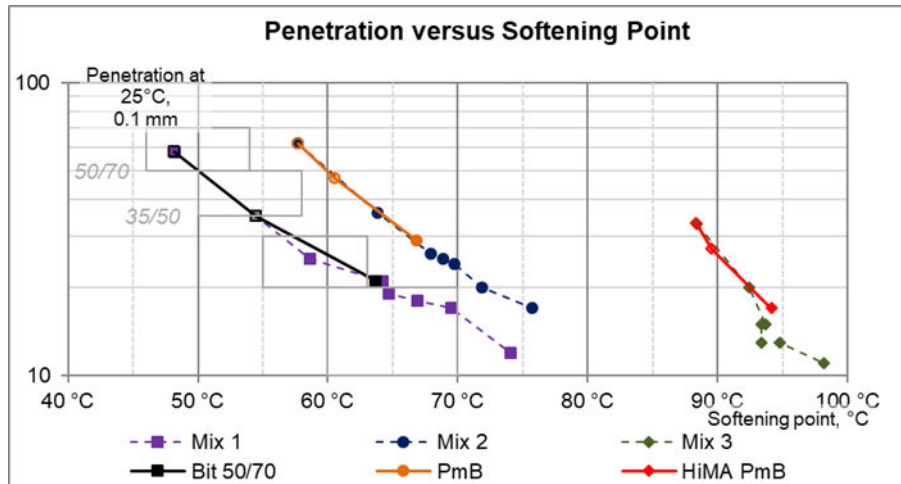
Een belangrijke factor in de kwaliteit van het asfalt met een hoog PR gehalte is de kwaliteit en de voorbereiding van het asfaltgranulaat. De kwaliteit is afhankelijk van de asfaltlaag (gradering en bitumengehalte) en mate van vervuiling in deze laag tijdens het wegfreen. Door het fractioneren en sorteren (naar eigenschap, zoals soort steenslag en bitumengehalte) van het asfaltgranulaat wordt de inzetbaarheid beter en kunnen hogere percentages PR worden gehaald (ook in deklagen) van nieuw asfalt.

3.1 Onderzoek en praktijk

Reeds in 1997 is onderzoek gedaan naar de milieuaspecten van oud PmA ZOAB-granulaat [5]. Uit dit onderzoek bleek dat de emissie van het PmA-granulaat op hetzelfde niveau lag als van niet-gemodificeerd asfaltgranulaat. Dit mag ook verwacht worden, omdat de chemische structuur van de gebruikte polymeren (EVA of SBS) chemisch gezien niet anders is dan componenten van waaruit bitumen bestaat. Toepassingen in het buitenland, bijvoorbeeld in Japan, liet mogelijkheden zien met ZOAB gemaakt met PmB. Ze hergebruiken PR al meer dan 30 jaar, tot 80% PR in nieuwe PmA, zelfs in sommige gevallen voor de tweede of derde cyclus [6].

De verandering van de eigenschappen van PmB tijdens veroudering, tijdens productie en gedurende de levensduur kunnen enerzijds in het laboratorium worden gesimuleerd op het

bindmiddel via Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) en Pressure Aging Vessel (PAV) en anderzijds op het asfaltmengsel om versnelde veldveroudering te simuleren. Experimenten uitgevoerd in het laboratorium bij het vergelijken van ongemodificeerde bitumen, PmB en zelfs sterk gemodificeerd PmB hebben duidelijk aangetoond dat PmB minder eigenschappenverandering heeft dan de ongemodificeerde bitumen, zoals weergegeven in figuur 3 [7]. Dit kan worden toegeschreven aan het feit dat tijdens PmB-verwerking bij hoge temperatuur het basisbitumen thermische stabiliteit verkrijgt.



Figuur 3: Verandering van eigenschappen van het bindmiddel in het asfaltmengsel bij vergelijking van conventionele bitumen versus PmB [7].

Ook in 1997 is door de toenmalige DWW te Delft onderzoek verricht naar een hoogstabiel asfaltmengsel (STAB 0/22) met gebruik van 40% oud PMA ZOAB-granulaat. De conclusie van dit onderzoek was dat door gebruik van PmA-granulaat het onderlaagmengsel gunstigere vermoeiingseigenschappen en een hogere weerstand tegen permanente vervorming had dan bij gebruik van niet-gemodificeerd asfaltgranulaat [8].

In 2005 is op het A12-traject knooppunt Grijsoord – Waterberg een verbeterde versie van het bovengenoemde STAB 0/22 met 40% PR (PmA-granulaat) toegepast, waarbij ook de verse bitumencomponent een polymeer gemodificeerd bitumen betrof. Dit mengsel is tijdens de productie en verwerking intensief onderzocht. Hierbij zijn tijdens de uitvoering geen problemen geconstateerd [9].

Europees onderzoek uit 2013 [10] laat zien dat PmA-granulaat een waardevolle bouwstof is om te hergebruiken. In dit 2 jaar durende Europese onderzoek is op laboratoriumschaal onderzoek verricht naar de mogelijkheden van PmA-granulaat. Uit het onderzoek bleek dat PmA-granulaat nog steeds een gehalte actief polymeer bevat, welke op positieve wijze kan worden ingezet in nieuwe asfaltmengsels. Hierbij moet het PmA-granulaat wel goed gehomogeniseerd en gekarakteriseerd worden om de voordelen (optimaal) te benutten.

Er wordt de laatste tijd ook onderzoek gedaan om de oorspronkelijke eigenschappen van het PmB-bindmiddel te kunnen herstellen met behulp van een verjongingstechnologie. Dit wordt gedaan om horizontale recycling van PmA mogelijk te maken, zodat het hoogwaardige PmA-granulaat volledig en effectief wordt gebruikt in plaats van dat het in waarde daalt. Dit kan worden bereikt als het PmA-granulaat selectief kan worden gefreesd voor recycling [11,12].

Hergebruik van PmA-granulaat is dus in theorie en praktijk bewezen. Speciale aandacht moet wel worden besteed aan PmA-granulaat dat korter dan ongeveer 1 jaar in de weg zat (aantoonbaar door b.v. weegbonnen). Dit PmA-granulaat kan eigenschappen hebben (zoals een hoog viskeus-gedrag), waardoor het niet door een in Nederland vaak toegepaste paralleltrommel gemengd kan worden bij 120 tot 130 °C. Dergelijk PmA-granulaat dient dan

ook vooraf gehomogeniseerd te worden met niet-gemodificeerd asfaltgranulaat. Hierbij dient bedacht te worden, dat het frezen van vers PmA natuurlijk wel een zeldzaamheid en nauwelijks voorkomende situatie.

Ook voor zwaar belaste constructies heeft het gebruik van PmA-granulaat meerwaarde. In 2021 werd de Polderbaan op Schiphol succesvol gerenoveerd met 60% gerecycled asfalt afkomstig van de oude PmA-asfaltlagen in combinatie met nieuwe PmB bitumen [13].

3.2 CE-asfalt

Zoals eerder vermeld heeft een eventuele modificatie van het asfaltgranulaat gevolgen voor de asfalteigenschappen. Dit is ook merkbaar in CE-asfalt typetests. Een asfaltmengsel met PmA-granulaat zal hierdoor (afhankelijk van de modificatie) duidelijk andere (betere) eigenschappen krijgen. In tabel 1 is ter illustratie een mogelijk effect van het gebruik van PmA-granulaat weergegeven.

Tabel 1: Effect PmA granulaat op typetest resultaat AC 16 surf 40/60 (40% PR).

Eigenschap	Normaal	PmA-granulaat	Eenheid
Watergevoeligheid ITSR	98	103	%
Stijfheid S_{mix}	7200	6970	MPa
Weerstand tegen permanente vervorming f_c	0,22	0,08	µm/m/s
Weerstand tegen vermoeiing ε₆	132	213	µm/m

Met name de vermoeiingsweerstand kan door het toepassen van een PmA-granulaat sterk toenemen. Daarnaast worden de hechtingseigenschappen verbeterd met een PmB. Dit verbetert de watergevoeligheid. Een onderzoek uitgevoerd aan de TU Delft, waaronder 3D-schademodelering en experimentele tests op het bindmiddel om winterschade te simuleren, heeft de voordelen van een PmB aangetoond in vergelijking met standaard bitumen [14].

Voor een standaard asfalt typetest met ongemodificeerd asfaltgranulaat is het verstandig om te onderzoeken dat het te gebruiken asfaltgranulaat inderdaad niet gemodificeerd is (door middel van FTIR analyse van het teruggewonnen bitumen). Dit om de resultaten zuiver te houden.

3.3 Hybride asfaltmengsels

Door een (zwaar gemodificeerd) PmA te combineren met 50% PR (standaard onderlagen frees) ontstaat een zogenaamde hybride asfaltmengsel met superieure eigenschappen ten opzichte van een conventioneel AC bind/base asfaltmengsel, waardoor het mogelijk wordt, om de totale laagdikte te reduceren met als resultaat dat de totale milieubelasting (Milieu Kosten Indicator) hierdoor wordt verminderd (lagere MKI per m² asfalt). Door het toepassen van 50% PR zijn er geen bijzondere eisen aan het asfaltgranulaat en kan dit type asfalt relatief eenvoudig worden geproduceerd in vrijwel elke asfaltcentrale. Aandacht moet alleen worden gegeven aan de minimaal toe te voegen hoeveelheid PmB. In de volgende casestudie (A4 Steenberg) is dit nader uitgewerkt.

In september 2012 is een AC 22 base/bind hybride asfaltmengsel voor het eerst op grote schaal toegepast op de nieuw aangelegde A4 bij Steenberg. Door het toepassen van dit mengsel kon 50 mm dikte aan asfalt worden bespaard op dit project (op basis van constructieberekeningen). Dus naast het hergebruik van materiaal werd er ook bespaard op nieuwe grondstoffen. In tabel 2 is de besparing van grondstoffen op het project inzichtelijk gemaakt.

Tabel 2: Materiaalbesparing toepassing hybride asfaltmengsel A4 bij Steenberg.

Uitgangspunten:	
Lengte van de weg ca.	12 km
Breedte van de weg ca.	25 m
Oppervlakte ca.	300000 m ²
Dichtheid AC bind/base	2360 m ³
Dichtheid ZOAB	2000 m ³
Levensduur (mechanische eigenschappen) zijn voor alle constructie hetzelfde.	

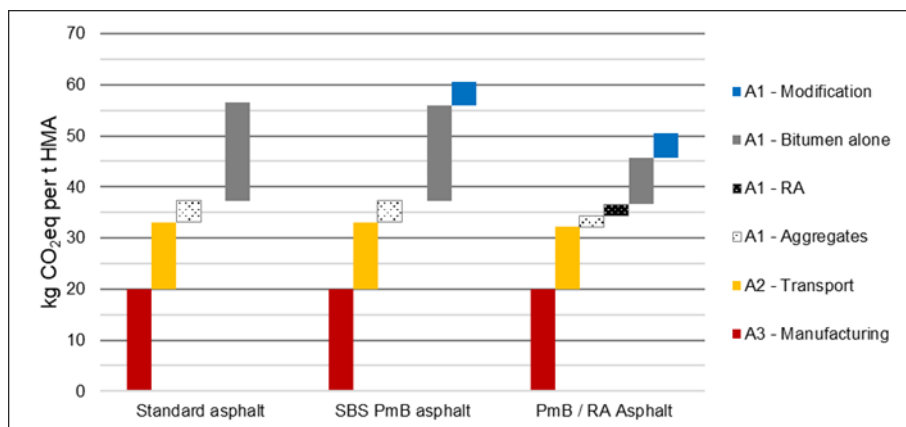
Standaard ontwerpconstructie	Dikte in mm	Hoeveelheid	kg CO ₂	
			/ ton	Totaal
DZOAB	50	30000	67,13	2014 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	60	42480	36,32	1543 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	65	46020	36,32	1671 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	70	49560	36,32	1800 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	70	49560	36,32	1800 (branchegemiddelde)
Totaal		217620 ton		8828 ton CO₂

Aangebrachte constructie	Dikte in mm	Hoeveelheid	kg CO ₂	
			/ ton	Totaal
DZOAB	50	30000	67,13	2014 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	65	46020	36,32	1671 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind 40/60 (50% PR)	80	56640	36,32	2057 (branchegemiddelde)
AC 22 base/bind SFB 5-50 (HT) (50% PR)	70	49560	41,48	2056 (Asfaltcentrale APRR)
Totaal		182220 ton		7798 ton CO₂

Besparing (door laagdiktereductie)	35400 ton asfalt	1030 ton CO ₂
	-16%	-12%

De CO₂ uitstoot per ton asfalt is voor een hybride asfaltmengsel hoger dan het standaard mengsel zonder polymeermodificatie. Echter omdat er minder asfalt nodig is (bij gelijke constructieve levensduur) wordt er toch een kosteneffectieve constructie verkregen met een lagere milieubelasting. Hierbij komt nog de besparing op transport en de verwerkingstijd van het asfalt. Bij het vergelijken van standaard asfaltmengsel met standaard bitumen, een asfaltmengsel met PmB en een hybride asfaltmengsel met hoog gemodificeerd bitumen in combinatie met 50% PR, dan is het verschil in CO₂-voetafdruk af fabriek hoger voor het mengsel met PmB, maar het asfalt mengsel met 50% PR en PmB al 11% lager (figuur 4) [15].

Voor een goede vergelijking van het milieuprofiel van een asfaltmengsel is het belangrijk deze te beschouwen per benodigde hoeveelheid in de constructie en niet per ton asfalt. Dus bijvoorbeeld per m² per jaar levensduur.



Figuur 4: Beschouwing CO₂-voetafdruk per ton asfalt af fabriek verschillende asfaltmengsels [15].

3.4 Horizontale recycling

Horizontale recycling van (polymeer gemodificeerd) ZOAB en SMA-granulaat kan een significante bijdragen leveren aan het realiseren van de doelstellingen van de wegbeheerders om te komen tot duurzamere asfaltmengsels. In standaard AC mengsels wordt ZOAB/SMA-granulaat sporadisch en slechts in kleine hoeveelheden toegepast. Grote partijen ZOAB/SMA-granulaat zijn echter niet bruikbaar, terwijl het granulaat uit een hoogwaardige steenslag en vulstof en (polymeer gemodificeerde) bitumenrijke mastiek bestaat. Een hoogwaardiger toepassing van ZOAB/SMA-granulaat in nieuwe ZOAB en SMA deklagen biedt daarmee veel voordelen. Toepassing van meer asfaltgranulaat scoort gunstig in het kader van circulaire economie, kostenbesparing en lagere milieubelasting.

Door optimalisatie van het afzeefproces is het naar verwachting mogelijk het materiaalverlies te minimaliseren. Dit door bij voorbeeld al het ZOAB-asfaltgranulaat af te zeven op 3 mm. Hoe het afzeven het beste uitgevoerd kan worden is afhankelijk van de mogelijkheden bij de asfaltcentrale. Asfaltbanken zijn een oplossing voor de beschikbaarheid van geschikt ZOAB en SMA-asfaltgranulaat. Door op de juiste wijze te fractioneren en zeven is het hierdoor mogelijk om ook ZOAB en SMA deklagen met ten minste 60% PR te produceren.

Voor optimale recycling van PmA-granulaat uit deklagen in een nieuwe deklaag is het gewenst het oorspronkelijke polymeernetwerk weer te herstellen. Uit onderzoeken van o.a. de TU Delft blijkt dat in mogelijk is met een PmB met een verjongende werking [14, 16].

4. Warm mix asfalt

De gunstige effecten van warme asfaltmengsels (WMA) heeft de leden van de Vakgroep Bitumineuze Werken doen besluiten om WMA als nieuwe standaard te kwalificeren en de productie van hete asfaltmengsels (HMA) voor de bulk asfaltmengsels voor wegenbouw asfalt uiterlijk 2025 te hebben uitgefaseerd.

Sinds begin deze eeuw is er in Nederland al ervaring opgedaan met verschillende methoden om WMA te kunnen toepassen. Hierbij is WMA een warm asfaltmengsel gemengd tussen de 100 en 140 °C. Deze methoden zijn kort opgesomd:

- Schuimtechnieken
- Viscositeit veranderend additief
- Zeolieten
- Chemische (bio-)additieven

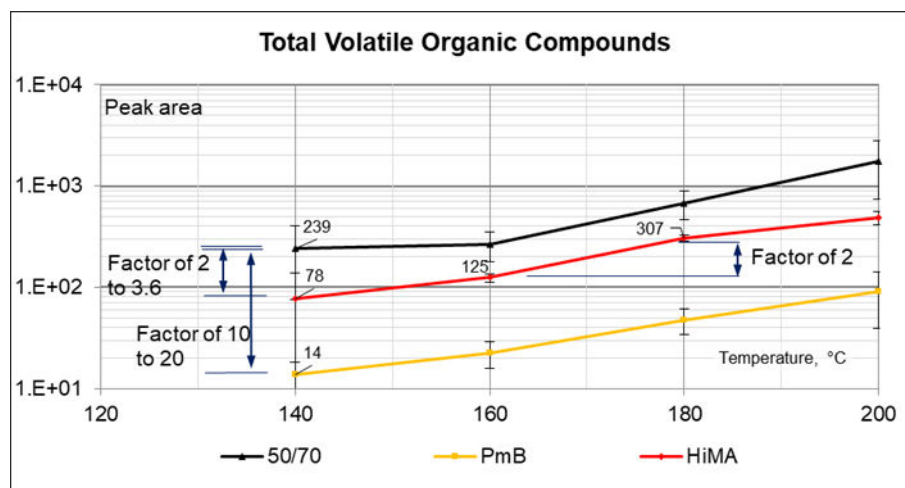
De genoemde methoden hebben allen hun voor en nadelen. Alleen een viscositeit veranderend additief zoals bijvoorbeeld een wax verandert de eigenschappen van het bitumen. Er wordt dan als het ware een gemodificeerd bitumen verkregen met veranderde eigenschappen (lagere penetratie en hoger verwekingspunt). Bij de overige methoden blijven de oorspronkelijke bitumen-eigenschappen gelijk. De werking bij deze methoden berust op een betere benutting (smerende werking) bij de asfaltproductie.

Door een specifieke keuze van modificatie van een PmB kan ook een PmB worden verkregen geschikt voor verwerking als WMA. Praktijkproeven in Duitsland hebben laten zien dat dit mogelijk is [17].

5. Gezondheidsaspecten PmB

Gezondheid en veiligheid staan voorop in alle sectoren, ook in de infrasector. Omdat asfaltmengsels bij een verhoogde temperatuur worden gemaakt, komen er dampen vrij die gevolgen kunnen hebben voor de blootstellingslimieten voor werknemers. Door de hogere viscositeit kan PmB een hogere mengtemperatuur vereisen dan standaard asfaltbitumen. Dit kan de vraag oproepen wat de invloed is op bitumendampen die vrijkomen tijdens de productie van PmB zelf, de verwerking van het bindmiddel en de productie in de asfaltmenginstallatie.

Er zijn experimenten uitgevoerd om de dampemissie van PmB in vergelijking met standaard bitumen te evalueren en meer specifiek de vluchtige organische componenten (VOC) en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) [18]. Het bevestigde dat het VOC-niveau sterk afhankelijk is van de temperatuur. Bij vergelijking bij dezelfde temperatuur vertoonde PmB echter een lager VOC-niveau met een factor 2 tot 10 (figuur 5). Dit kan worden verklaard door het feit dat tijdens de verwerking van PmB het bitumen al bij verhoogde temperatuur wordt verhit en de meest vluchtige componenten al zijn vrijgekomen en behandeld met uitlaatgasreiniging bij de PmB-productie. Dit wijst er op dat bij verwerking van een PmA de emissie onder de limiet zal blijven. Door het toepassen van WMA-technieken zal de emissie van dampen nog verder verminderen.



Figuur 5: Totaal VOC-gehalte versus temperatuur voor standaard bitumen, PmB en hoog gemodificeerd PmB.

6. Conclusies

Het toepassen van polymeer gemodificeerd bitumen verbetert aanzienlijk de eigenschappen van asfalt. Dit kenmerkt zich in een verbeterde weerstand tegen scheurvorming en permanente vervorming en dit draagt bij aan de verlenging van de levensduur van het asfalt.

Polymeer gemodificeerd asfalt met een polymeer gemodificeerd bitumen is volledig circulair en kan als warm mix asfalt (WMA) worden verwerkt. Toepassen van een PmB past dan ook binnen het transitiepad duurzame asfaltverharding.

Door toepassen van een PmB kan de levensduur van een asfaltverharding worden verlengd en/of laagdiktereductie worden toegepast. Dit resulteert in een lagere MKI per m²/jaar van de asfaltconstructie (gunstige total cost of ownership). Met een hoogwaardige polymeer gemodificeerde bitumen is het dan ook op een betrouwbare en kosten effectieve wijze mogelijk de duurzaamheidsdoelstellingen van bouwend Nederland te behalen met een geminimaliseerd risico.

7. Referenties

- [1]. Teugels, W.; [Kennisdokument Bitumen; Asfalt Impuls – Grip op Bitumen](#); CROW 2020.
- [2]. PIARC report 303; Use of Modified Bituminous Binders, Special Binders and Bitumens with Additives in Road Pavements, World Road Association; Paris; LCPC; 1999.
- [3]. Zhu, J., Birgisson, B., Kringos, N. ;Polymer modification of bitumen: Advances and challenges. European Polymer Journal, 54: 18-38; 2014;
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2014.02.005>
- [4]. Jellema, E.; Scholten, E.; SBS gemodificeerd bitumen bespaart asfalt; Asfaltdag 2012; Amersfoort.
- [5]. Tauw rapport 3690024; Luchtemissies en arbeidsomstandigheden bij productie en aanbrengen van gerecycled Sealoflex asfalt; Deventer; oktober 1998.
- [6]. NAPA Information Series 139; [High RAP asphalt pavements: Japan practice – lessons learned](#); December 2015.
- [7]. Porot L., Jellema E., Kluttz R.; Binder and mix aging with Polymer modified Bitumen – a laboratory evaluation 2020 7th Eurobitume&Eurasphalt Congress 2020.
- [8]. Rijkswaterstaat DWW; Hergebruik van hoge percentages PMB-ZOAB-granulaat..., mogelijk of onmogelijk...; Delft; 1997.
- [9]. Ingenieursbureau Van Kleef rapport 1504607; Hoog stabiele STAB met hergebruik van PMB ZOAB-granulaat; Vught; 2005.
- [10]. Rapportage RECYPMA; Possibilities for high quality RECYcling of Polymer Modified Asphalt; 2013.
- [11]. Bochove, G.; Jol, K.; Voskuilen, J.; Vilsteren, I. van; Vliet, D. van; [Hoogwaardig hergebruik van ZOAB met polymeerbitumen](#); CROW Infradagen 2018; Arnhem.
- [12]. Li, B; Effects of Novel Rejuvenators on Chemical and Rheological Properties of Aged SBS Modified; CIE5050-09 Additional Graduation Work, Research Project; TU-Delft; September 2022.

- [13]. Plug, C.P.; Bondt, A.H. de; Bijleveld, F.R.; Uden, G. van.; Polymer modified bitumen for runways containing 60% recycled asphalt; BCRRRA 2021; Trondheim; Norway. <https://doi.org/10.1201/9781003222910>
- [14]. R. Kluttz; E. Jellema; M. Woldekidan; M. Hurman; Highly Modified Bitumen for Prevention of Winter Damage in OGFCs, Airfield and Highway Pavement 2013: Sustainable and Efficient Pavements; June 2013; Los Angeles; California.
- [15]. Porot L., Scholten E., Govers B.; [Duurzaamheidsvoordelen van polymeer gemodificeerd bitumen voor wegen](#); CROW Infradag; November 2022; Rotterdam.
- [16]. Plug, C.P.; Bondt, A.H. de; Upgrading polymer-modified asphalt granulate (RAP) with new polymer-modified bitumen; 8th E&E congress 2024; Budapest; Hongarije.
- [17]. Bast rapport; Absenkung der Produktions und Verarbeitungstemperatur von Asphalt durch Zugabe von Bitumenverflüssigern; 2006.
- [18]. Porot L.; Jellema E.; Morales E.; Scott D.; Laboratory evaluation of emissions from Polymer modified Bitumen; 7th E&E Congress 2020.