

Bijlage C – Additieven, oppervlaktespanningverlager, Evotherm DAT-7 en Evotherm WM-30

Inhoud

1.	Inleiding	4
1.1	Oppervlaktespanningverlagers algemeen	4
1.2	Oppervlaktespanningverlagers in asfalt	5
1.3	Geen invloed op de reologische eigenschappen	6
2.	Mengselontwerp	9
2.1	Mengseltypen	9
2.1.1	Speciale toepassing voor PmB-mengsels met zwaarbelast en wringend verkeer	9
2.2	Hergebruik	9
2.2.1	Aspecten voor recyclen:	10
2.2.2	Toekomstig hergebruik	10
2.3	Type onderzoek	12
2.3.1	Manier van dosering in het laboratorium	12
2.3.2	Productie, proefstukvervaardiging en beproeving in het lab	13
2.4	Additioneel onderzoek	14
2.5	Eisen en bepalingen	15
2.6	Rapportage (Verkort verslag+)	15
3.	Productie (voor batch en continu menger)	16
3.1	Bouwstoffen + vereiste kenmerken (technisch als ook hygiëne/gezondheid/milieu)	16
3.2	Aanpassing in asfalt centrale	16
3.3	Plaats van invoegen	18
3.4	Droge menging basis bouwstoffen + randvoorwaarden (waaronder temp)	18
3.5	Menging totaal mengsel	18
3.6	Controle methoden	18
3.7	Bijsturing van de productie op grond van analyseresultaten (FPC bij WMA)	19
3.8	Opslag van het eindproduct + randvoorwaarden	19
4.	Transport & verwerking	20
4.1.	Transport	20
4.2.	Verwerkingstemperatuur en verdichting	20
4.3.	Weer	21
4.4.	Materieel en verwerkingsprotocol	22
4.5.	controle methoden / opleveringscontrole (indien afwijkend van regulier)	22
5.	Beheer en onderhoud	23
6.	Vervanging en hergebruik	24
6.1	Algemeen	24
6.2	Toekomstig Hergebruik	24

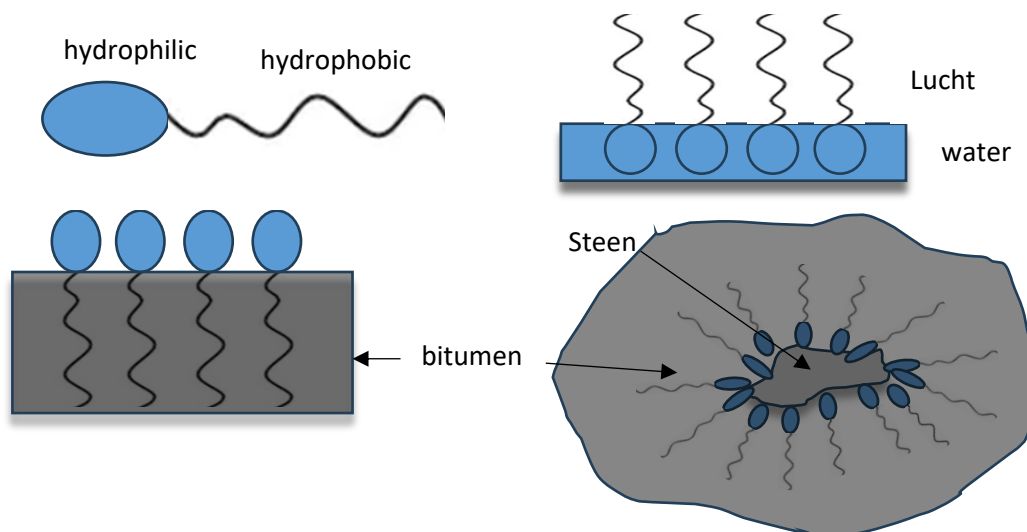
6.3 Verhoogde duurzaamheid.....	24
7. Emissies & Milieu, Arbo en Kosten.....	25
7.1 Emissies & Milieu (nog wel verder uitwerken waar & wat gemeten moet worden).....	25
7.2 ARBO.....	27
7.3 Kosten.....	27
8. Voor de opdrachtgever	28
8.1 Mogelijke risico's en hoe deze zijn weggenomen	28
8.2 MKI voordeel	29
8.3 Garantie.....	29
8.4 (Kwaliteits)eisen, condities en voorwaarden	29
8.5 Uitvragen en accepteren	29
Referenties	30

1. Inleiding

Een van de belangrijkste redenen waarom het verhogen van de temperatuur noodzakelijk is bij traditionele heet asfaltproductie (HMA), is om tijdens het mengproces de minerale aggregaten en vulstoffen volledig te omhullen. Wanneer de productietemperatuur wordt verlaagd, krijgt het bitumen niet de vereiste viscositeit om alle mineralen en vulstoffen goed te omhullen. Als de minerale aggregaten niet volledig omhuld zijn, kan er tijdens de gebruikersfase van de wegen water binnendringen tussen de bitumen-steen interface, wat leidt tot stripping en vroegtijdige schade aan de weg. Om deze beperking van omhulling te voorkomen bij het verlagen van de productietemperatuur, zijn speciale technieken nodig. Verschillende wetenschappelijk bewezen technieken zijn beschikbaar, waaronder schuimtechniek, viscositeitverlagers en oppervlaktespanningverlagers. Dit onderdeel van de richtlijn richt zich specifiek op oppervlaktespanningverlagers.

1.1 Oppervlaktespanningverlagers algemeen

Oppervlaktespanningverlagers spelen een cruciale rol in tal van industrieën, waaronder de productie van asfaltmengsels. De middelen bevatten speciale moleculen die oppervlakte-actieve stoffen worden genoemd. Deze moleculen hebben ketens met zowel polaire als niet-polair eindes, waardoor het mogelijk is om de oppervlaktespanning van een vloeistof te verlagen. Door de polaire (hydrofiele) en non-polaire (hydrofobe) eindes zijn de moleculen in staat om op unieke wijze met verschillende materialen interactie te bevorderen. De polaire uiteinden hebben affiniteit met andere polaire stoffen, terwijl de niet-polair eindes zich richten op niet-polair materiaal. Deze eigenschappen bevorderen de hechting en omhulling van aggregaat materialen, wat van cruciaal belang is tijdens de productie van asfaltmengsels op lagere temperaturen. De schematische illustratie van de oppervlakte-actieve stof met een lange keten van hydrofobe molecuul bevestigd aan een hydrofiele molecuul is weergegeven in Figuur 1 (linksboven). In Figuur 1 (rechtsboven en onder)) wordt de oriëntatie en werking van oppervlakte-actieve stoffen met verschillende materialen; onder andere water, bitumen en het bitumen-steen mengsel geïllustreerd.

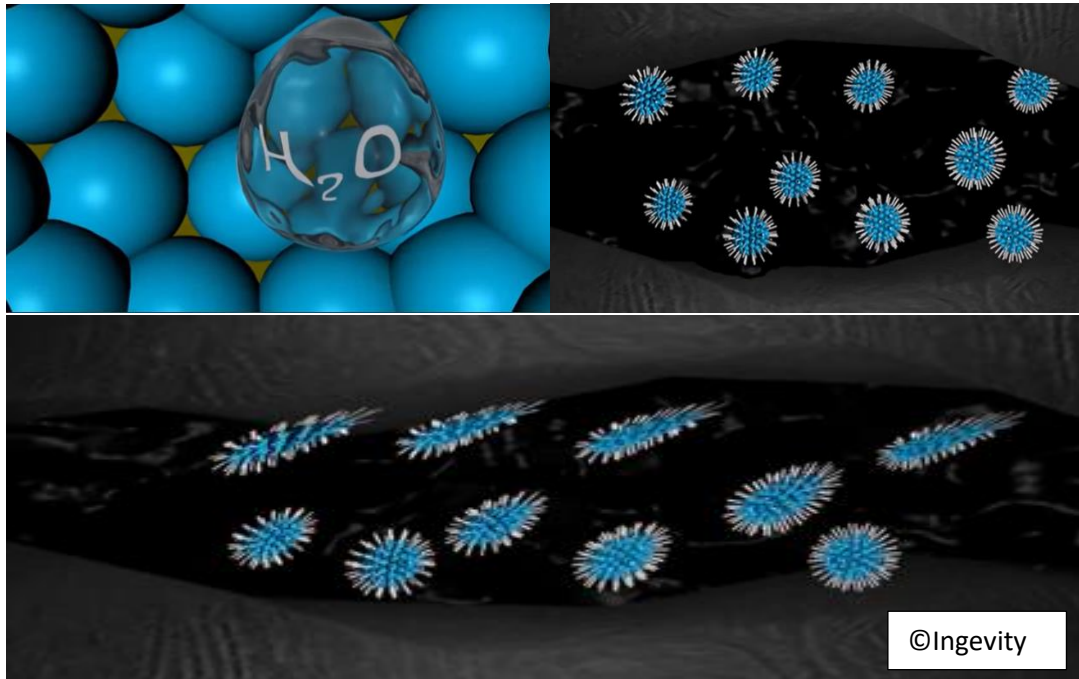


Figuur 1: Illustratie van de oppervlakte actief stoffen en hun orientatie tijdens interactie met verschillende materialen

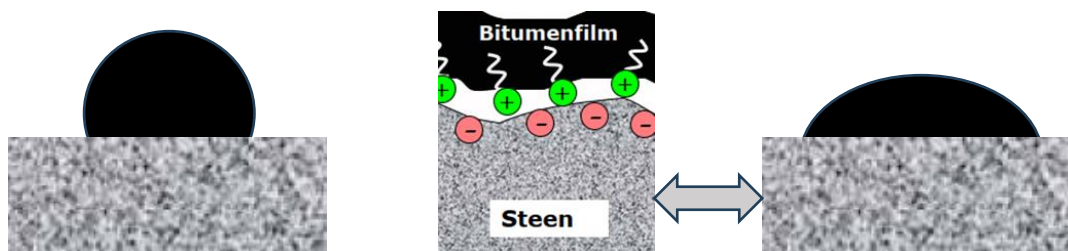
1.2 Oppervlaktespanningverlagers in asfalt

Het technische werkingsprincipe van de oppervlaktespanningverlager berust op het verminderen van de oppervlaktespanning tussen het aggregaat en het bindmiddel, zodat het bitumen het aggregaat effectief kan omhullen bij lagere temperaturen. Het essentiële kenmerk van deze aanpak is dat het geen invloed heeft op de reologische eigenschappen van het bitumen. De verlaging van de productietemperatuur wordt enkel bereikt door de positieve invloed van de oppervlakte-actieve stoffen op de steen-bitumen interfacezones. Het gebruik van oppervlaktespanningverlagers in de asfaltproductie resulteert gemiddeld in een temperatuurreductie van 30°C. Dit betekent dat voor asfaltmengsels die met conventionele penetratie-grade of licht-gemodificeerd bitumina worden geproduceerd, productietemperaturen van 110-140°C kunnen worden bereikt, terwijl voor mengsels met zwaar-gemodificeerd bitumen productietemperaturen van 120-150°C kunnen worden bereikt. Enkele beschikbare producten op de markt voor deze toepassing zijn onder andere Anova 1503, Evotherm WM-30, Evotherm DAT-7 of vergelijkbare producten.

Sommige producten in deze categorie, zoals Evotherm DAT-7, zijn beschikbaar als een oplossing van water en oppervlaktespanningverlagers. Wanneer deze producten gedoseerd worden als een combinatie van water en oppervlaktespanningverlagers, kan een grotere temperatuurreductie worden bereikt (40°-60°C). Dit wordt mogelijk gemaakt door het complementaire effect van indirect schuim (veroorzaakt door het dampend water) en de oppervlaktespanningverlager. Vocht (water) dat aanwezig is in het mengsel tijdens de productie- en verwerkingsprocessen, wordt op vergelijkbare wijze met de stenen omhuld door de oppervlakte-actieve stoffen en vormt zogenaamde micellen. Fig.2 illustreert hoe de polaire eind van de oppervlaktespanning actief stoffen verbindt met de waterdruppel in het mengsel om micellen te vormen. Dit fenomeen is ook een inverse (omgekeerde) emulsie. Bij een standaard bitumenemulsie is water de continue fase met gedispergeerd bitumen, bij een inverse emulsie is bitumen de continue fase met gedispergeerd water in de vorm van micellen. De aanwezigheid van micellen, omhuld vocht, bevordert ook het verwerkings- en verdichtingsproces.



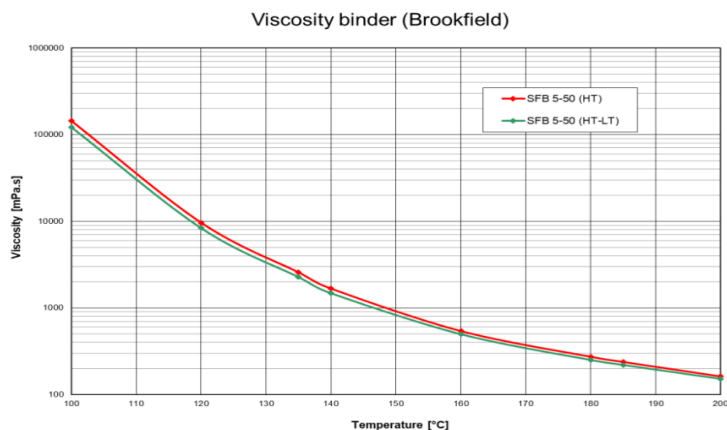
Figuur 2: Illustratie van omgekeerd emulsie: Micellen bevorderen het verdichtingsproces (Ingevity)



Figuur 3: Illustratie; contact-hoek tussen aggregaten en bitumen met en zonder additief.

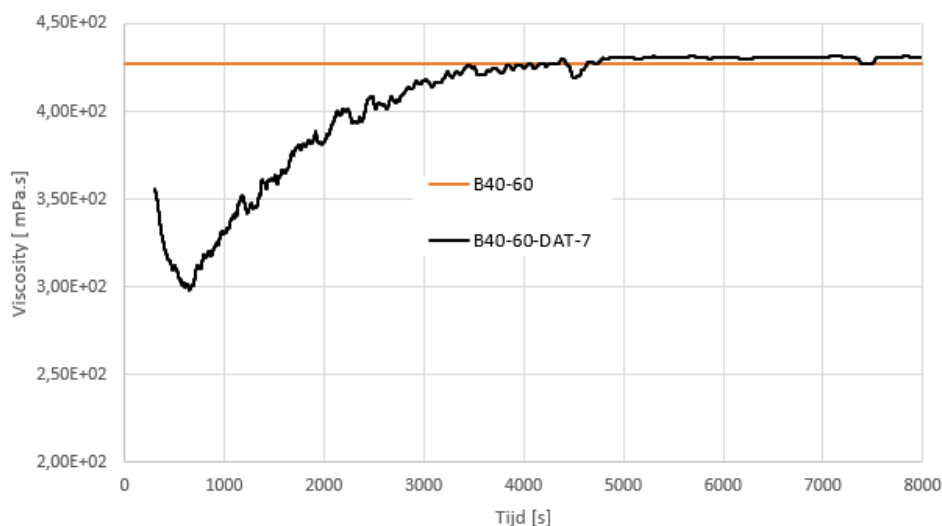
1.3 Geen invloed op de reologische eigenschappen

Zoals eerder vermeld, hebben oppervlaktespanningverlagers geen invloed op de reologische eigenschappen van het bitumen. Dit betekent ook dat de invloed van de oppervlaktespanning op de productietemperatuur niet kan worden gemeten met traditionele mechanische testen zoals viscositeitsmetingen. In Figuur 4 wordt de vergelijking van viscositeiten tussen twee bindmiddelen weergegeven. Het ene bindmiddel bevat de oppervlaktespanningverlager die in de DAT-7-oplossing wordt gebruikt, terwijl het andere bindmiddel dit niet bevat. Deze resultaten geven aan dat er geen verschil in viscositeit wordt gemeten.



Figuur 4: Gelijke viscositeit met en zonder toevoeging van oppervlaktespanningverlager

In Figuur 5 wordt de invloed van de DAT-7-oplossing op de viscositeit bij 140°C weergegeven tijdens een bindmiddelviscositeitsproef in de DSR. De initiële verlaging van de viscositeit wordt veroorzaakt door het schuimeffect van het water. Na verloop van tijd verdampt het aanwezige vocht, wat zichtbaar is in de viscositeitsresultaten. Na ongeveer 30 minuten is al het vocht volledig verdampt, waardoor de viscositeit van het bitumen met DAT-7 gelijk wordt aan die van de B40/60 zonder additief. Het feit dat de oppervlaktespanningverlagers geen invloed op reologische eigenschappen hebben, geldt op alle temperatuur bereiken. Dit is ook een goed onderbouwd feit bevestigd door vele wetenschappelijke studies in de literatuur. Conclusie: Tijdens de benattings-/coatingsfase tijdens de productie is de invloed van indirect schuim (tijdelijke verlaging van de viscositeit) een positief effect. Dit effect is complementair aan de werking van de oppervlaktespanningverlager omdat het de goede omhulling bevordert. Na productie en verwerking zal het water volledig verdampen en behoudt het bindmiddel zijn reologische eigenschappen. Tijdens de gebruiksfase zijn dus de oorspronkelijke eigenschappen van het bitumen van kracht.



Figuur 5: Invloed van oppervlaktespanningverlager in het eerste uur tijdens de omhullingsfase en daarna gelijke viscositeit

Belangrijke kenmerken over de oppervlaktespanningverlager Evotherm DAT-7:

- Minimale Evotherm-concentratie in ton asfaltmengsel (<0,03% - niet detecteerbaar in dampen op basis van geavanceerd labonderzoek)
- Productietemperatuur van Evotherm bij de leverancier is > 280 °C (het additief is niet vluchtig noch thermisch afbreekbaar)
- Vanwege de chemische structuur is Evotherm onomkeerbaar gebonden in de bitumenstructuur
- INERIS Studie – Franse Instantie voor de evaluatie van risico's in industriële omgevingen
 - Met Evotherm verrijkte WMA vermindert de asfaltemissies (VOS's, PAK's)
 - Ook als Evotherm bij conventionele HMA wordt toegepast is geconcludeerd dat Evotherm geen gezondheidsrisico vormt
- Analyse van aminedamp van het mengsel in gesloten ruimte bij 150 – 170 °C
 - Meting en analyse van dampen gedaan door derden – geen amine gedetecteerd boven de limieten van kwantificering (5 µg)
 - Uit de GCMS-analyse uitgevoerd door Q8 op asfaltgranulaat met DAT-7 additief is er ook geen amine gedetecteerd
- Deze conclusies worden ook ondersteund door verschillende studies (CHESAR-analyserapport voor het Europees Agentschap voor Chemische Stoffen, INERIS-analyserapport, "Chemische emissies van asfaltemulsie toepassingen").

2. Mengselontwerp

2.1 Mengseltypen

Naast dat een temperatuurreductie van de temperatuur wordt bereikt en ook de verwerkbaarheid wordt verbeterd, is één van de unieke voordelen van de oppervlaktespanningverlagers ten opzichte van schuimtechnieken, is de mogelijkheid om PmB-mengsels als warme variant te produceren, i.e. met een temperatuurverlaging van 30 graden of meer. Oppervlaktespanningverlagers kunnen worden toegepast in alle soorten asfaltmengsels, waaronder AC-mengsels (bin/base/surf), SMA-mengsels en ZOAB-mengsels, ongeacht of ze met penetratiebitumen of polymeerbitumen geproduceerd zijn.

Voor hete asfaltmengsels met een EVT-temperatuur onder de 170°C, ongeacht de bitumina type, zal de toepassing van oppervlaktespanningverlagers de productietemperatuur van het mengsel verlagen tot onder de 140°C (dus 30 graden temperatuurreductie). Voor speciale hete asfaltmengsels met een hogere productietemperatuur (zware gemodificeerd PmB met productietemperatuur tot 190 °C) kan een productietemperatuur onder de 140°C worden bereikt met de combinatie techniek met indirect schuimen (zoals met DAT-7) - dus een temperatuurreductie van 40-60 °C.

2.1.1 Speciale toepassing voor PmB-mengsels met zwaarbelast en wringend verkeer

In Nederland is momenteel een lopende discussie gaande over de rol van PmB in verschillende asfaltmengsels. In specifieke situaties, zoals bij toplaag 2L-ZOAB, zijn er mogelijk alternatieven voor PmB door het toevoegen van vezels. De hypothesen achter de werking van vezels in het mengsel zijn nog niet in het laboratorium bevestigd. RWS zal de komende 10 jaar onderzoek verrichten om de werking van vezels in de toplaag 2LZOAB vast te stellen. Het toepassen van oppervlaktespanningverlagers is, zowel met PmB als met penetratiebitumen met vezels, mogelijk.

Bij asfaltmengsels waarin eigenschappen met betrekking tot spoorvorming van groot belang zijn, is het gebruikelijk om zwaar gemodificeerd bitumen toe te passen. De uitstekende prestaties van PmB's op het gebied van spoorvorming kunnen worden vastgesteld door fundamentele tests, zoals de "Multiple Stress Creep Recovery" test. Het "creep-recovery" gedrag is de belangrijkste factor voor weerstand tegen vervorming, en deze eigenschap komt door het polymeernetwerk in het bitumen. Vezels in bitumen kunnen deze eigenschap niet evenaren, dat kan bevestigd worden door MSCR proef op bitumen/mastiek of triaxiaal proef op mengsels. Op dit moment zijn er dus geen wetenschappelijk bewezen alternatieven beschikbaar om PmB's voor dergelijke toepassingen te vervangen. Bij het warm produceren van dit type mengsel kunnen oppervlaktespanningverlagers wel een alternatief bieden.

2.2 Hergebruik

Vanwege circulariteit is het toepassen van hoog-PR mengsels in Nederland gebruikelijk. Voor onderlaag is mengsels is al gebruikelijk om PR gehalten boven 60% toe te passen. Voor deklaag mengsels komt ook een richtlijn om structureel de toepassing van PR in deklaag eerst tot 30% en daarna tot 50% te verhogen. Sommige marktpartijen hebben zelfs deklaag-mengsels met meer dan 50% PR gevalideerd. De transitie van heet naar warm asfaltproductie moet deze vooruitgang in circulariteit niet belemmeren. Het toepassen van oppervlaktespanningverlagers voor het produceren

van asphalt met PR op lage temperatuur is zeer geschikt en ook niet belemmerend voor hergebruik in de toekomst.

2.2.1 Aspecten voor recylen:

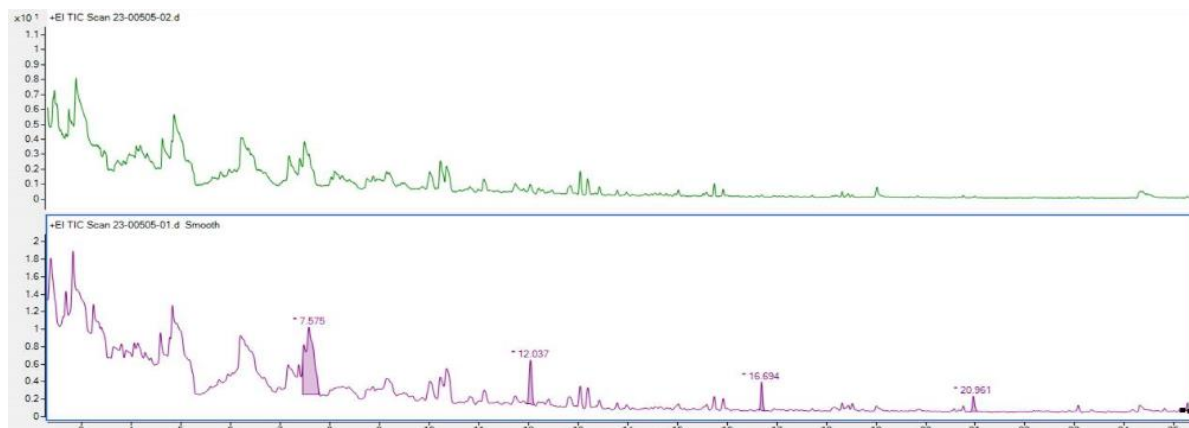
In het productieproces van asfaltmengsels met PR, worden de witte mineralen en de PR in verschillende trommels gedroogd, respectievelijk in de witte en de zwarte trommel. Het verhitten van de zwarte trommel tot hoge temperaturen is niet wenselijk, aangezien dit kan leiden tot verbranding van het bitumendeel op de steentjes. Daarom wordt het PR-materiaal in de zwarte trommel verwarmd tot een temperatuur van 120-140°C. Tijdens de productie van heet-asfalt wordt de witte trommel tot hoge temperatuur gestookt (vaak ook boven 250°C). Voor warm asphalt wordt het materiaal in de witte trommel verwarmd tot een veel lagere temperatuur (ongeveer 140-170°C). Dit proces verschilt nauwelijks met verschillende oplossingen. Oppervlaktespanningverlagers worden toegevoegd na dit droogproces en heeft dus geen impact op het droogproces in de trommels.

Om het oude bitumen op te weken, worden verjongingsmiddelen toegevoegd. Hiervoor worden verschillende technieken gebruikt. Sommige producten worden vooraf gemengd met het bitumen, andere worden direct gedoseerd in de menger, en sommige worden aan het einde van de zwarte trommel toegevoegd. Al deze technieken zijn gericht op het activeren van het oude bitumen in het PR (verwarmd tot gemiddeld 100-140°C). Temperatuur en tijd hebben invloed op de mate van de blending tussen het nieuwe en oude bitumen. Het verlagen van productietemperatuur heeft dus in principe een indirect invloed op dit blending proces. Echter, de theoretisch berekende 100% vermenging tussen het oude en nieuwe bitumen is in de praktijk nauwelijks haalbaar, en recente studies bevelen aan om de mate van blending, vooral voor warm asphalt, te beoordelen op basis van functionele tests op het niveau van het asfaltmengsel, zoals ITSr. In dit kader omvatten de Nederlandse type tests meer functionele eisen op het niveau van het mengsel om de invloed van de blending op de functionele eigenschappen te beoordelen. Het uitgangspunt voor alle warmasfalt mengsels zijn functionele eigenschappen gelijkwaardig met het hete mengsel. Producten met oppervlaktespanningverlagers voldoen ruim aan deze eigenschappen.

2.2.2 Toekomstig hergebruik

Naast de compatibiliteit van de producten bij de productie van mengsels met een hoog PR-gehalte, is ook de toekomstige herbruikbaarheid van de producten cruciaal. Het gehalte aan oppervlaktespanningverlagers dat aan het mengsel wordt toegevoegd, ligt in de orde van 0,5-0,6% (m/m) op het bitumen. Afhankelijk van het PR-gehalte in het mengsel komt dit neer op ongeveer 0,01% tot 0,02% (m/m) in het asfaltmengsel. De kans dat dit gehalte tijdens hergebruik in het freesmateriaal wordt aangetroffen, is zeer laag. Desalniettemin is er onderzoek verricht naar de invloed van DAT-7 op hergebruik. Op basis van kunstmatige veroudering van een warm ZOAB-mengsel (veroudering in de oven volgens de Mandela-methode om het equivalent van 10 jaar praktijkveroudering te simuleren), is kunstmatig freesmateriaal in het laboratorium geproduceerd. De gegranuleerde mastiek uit deze mengsels en een referentie heet mengsel zijn naar een extern laboratorium gebracht voor GC-MS-analyse. Uit de analyse blijkt dat het spectrum veel op elkaar lijkt (Fig.6) en er geen vreemde moleculen aangetroffen worden in het DAT-7 mengsel die niet in het standaard mengsel aangetroffen wordt. In het referentie mengsel waren stoffen zoals octanal, nonanal, n-nonanal-1, undecaan en dodecaan aangetroffen, terwijl undecaan, dodecaan, tridecaan en undecanal zijn aangetroffen in het mengsel met DAT-7. Het ontbreken van stoffen zoals octanal, nonanal en n-nonanal-1 in het DAT-7-mengsel, en tridecaan en undecanal in het referentiemengsel, blijkt een veelvoorkomend detectieprobleem bij GC-MS-metingen, en al deze ontbrekende stoffen

zijn geen vreemde stoffen in standaard asfaltmengsels. Uit deze studie blijkt dat het additief geen specifiek karakteristieke piek vertoont in de GC-MS-analyse, wat bevestigt dat het geen invloed heeft op de herbruikbaarheid van het materiaal.



Figuur 6: GCMS result; Counts(%) vs acquisition time (min) (groen:DAT-7 frees, rose: referentiemengsel)

NB: De gemarkeerde pieken in het standaard mengsel zonder DAT-7 zijn afkomstig van de silica van de kolom en niet van de sample.

Uit onderzoek op de teruggewonnen bitumina blijkt verder dat er geen significant verschil zit tussen de heet en warm geproduceerde DZOAB mengsels – zie onderstaande tabel.

Tabel 1: teruggewonnen bitumina uit verouderd DZOAB mengsel (70/100), met en zonder DAT-7

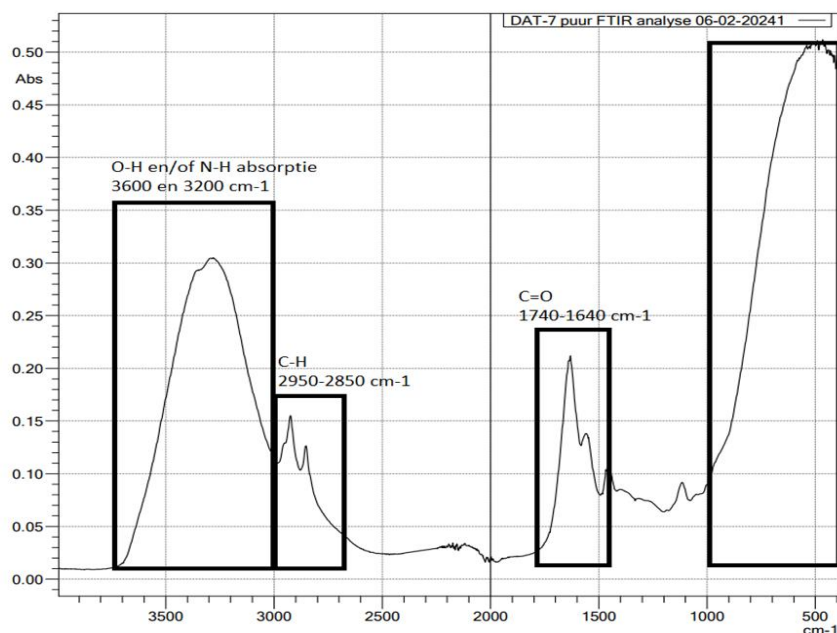
Pen proef 25°C	Referentie DZOAB	DZOAB met DAT-7
Penetratie 1	18	19
Penetratie 2	18	18
Penetratie 3	18	18
<u>Gemiddelde</u>	<u>18</u>	<u>18</u>
Tring & Kogel		
Verwekingspunt 1	77,0	74,0
Verwekingspunt 2	77,4	74,0
<u>Gemiddelde</u>	<u>77,2</u>	<u>74,0</u>
Penetratie Index	1,6	1,2

Naast het emissieonderzoek met GCMS en de bindmiddel-eigenschappen (voor en na veroudering) die zijn onderzocht, zijn ook mechanische proeven op het niveau van de mengsels uitgevoerd. Hiervoor zijn zeer kritische mengsels, DZOAB met 60% PR, vervaardigd. Voor de vervaardiging van de DZOAB met 60% PR werd voor het referentiemengsel het kunstmatig verouderde PR gebruikt. Voor de DAT-7 mengsels werd het kunstmatig verouderde materiaal dat DAT-7 bevat gebruikt. Uit de resultaten blijkt dat beide mengsels dezelfde ITSR-waarde (ITSR=90%) hebben, wat bevestigt dat DAT-7 geen invloed heeft op de mechanische eigenschappen van het gerecyclede mengsel.

Het is ook bevestigd dat de oppervlaktespanningverlager in de DAT-7 oplossing (i.e., de Evotherm DAT-7) opgesloten blijft in de uiteindelijke matrix van het asfaltmengsel op de oppervlakte van bitumen-steeninteractievlaak, en hier een chemische brug vormt. Tijdens verwerking en gedurende de levensduur van het asfalt kan het niet in het milieu terecht komen (gebaseerd op milieukundig REACH, CHESAR en INERIS onderzoek).

2.3 Type onderzoek

In algemene zin is het mengselontwerp en typeonderzoek hetzelfde als bij hete asfaltmengsels. In het mengsel ontwerp is het toe te voegen percentage additief zeer laag. Gerekend op het bitumen wordt dat 0,3-0,6% (m/m). De dosering varieert afhankelijk van soort additief en bitumen gehalte. Deze wordt verklaard op het typeonderzoek en het verkort verslag. Het terugberekenen van het additief tijdens extractie proces is niet mogelijk vanwege het geringe gehalte van het additief in het mengsel (circa 0,01%-0,02%). De moleculaire samenstelling van DAT-7 bevat vergelijkbare componenten als die te vinden zijn in bitumen, zoals de C-H en C=O verbindingen. Zoals in onderstaande figuur wordt weergegeven, bevat DAT-7 ook de O-H en N-H verbindingen. De O-H verbindingen zijn het water in het DAT-7 additief. De N-H groep zijn mogelijk de amines en polaire componenten die het omhullingsproces van de stenen bevorderen. Al deze stoffen lossen op tijdens terugwinning met het bitumen. Vanwege het geringe gehalte is de hoeveelheid niet nauwkeurig te bepalen met de huidige extractiemethoden.



Figuur 7: FT-IR analyse van puur DAT-7

2.3.1 Manier van dosering in het laboratorium

De manier van dosering van het additief moet gelijk zijn zoals in de betreffende asfaltcentrale. Zo wordt de kwaliteit van het mengsel die in het laboratorium bepaald wordt in praktijk bij de asfalt centrale bewerkstelligd.

Wat de oppervlaktespanningverlagers betreft moet het toevoegen van het additief in het laboratorium gelijktijdig met het toevoegen van het bitumen plaatsvinden (net zoals in de asfaltcentrale). Mogelijke manieren van dosering in het lab toepasbaar voor alle producten in deze categorie zijn:

1. In de bitumenleiding (dus in het lab vooraf mengen);
2. Tegelijkertijd met het bitumen in de menger (dus in het lab gelijktijdig doseren)
3. Tijdens schuimen, in het geval van toepassing bij de schuimbalk (dus in de lab-schuimunit)

2.3.2 Productie, proefstukvervaardiging en beproeving in het lab

Uit de ervaring met Evotherm-WM-30 en DAT-7 blijkt dat de benodigde energie voor het mengen binnen de huidige regelgeving van het typeonderzoek valt. Na de productie (mengen) van het mengsel wordt het materiaal op dezelfde manier behandeld als bij de hete mengsels.

De vervaardiging van proefstukken, het zagen, polijsten, conditioneren en testen volgt exact hetzelfde schema als bij de hete variant. Zoals vermeld in de inleiding, hebben oppervlaktespanningverlagers geen invloed op de bindmiddel-eigenschappen, zoals penetratie, R&K, DSR en viscositeit. Hierdoor is er wat betreft functionele eisen geen aanleiding om extra onderzoek voor te stellen dan wat in het standaard type testonderzoek staat.

Algemene procedure voor het mengen van water met DAT-7 in het laboratorium:

- Bereken de benodigde hoeveelheid DAT-7 zeepoplossing die nodig is voor de productie van het mengsel (5% van het totaal bindmiddelgehalte)
- Giet de vereiste hoeveelheid water bij kamertemperatuur in een container (rekening houdend met de verdunningsratio van 12% van het additief Evotherm DAT-7 en 88% water)
- Voeg de vereiste hoeveelheid van Evotherm DAT-7 toe aan het water
- Roer 30 – 60 seconden tot het additief volledig is opgelost in het water

Procedure voor de productie van het asfaltmengsel met DAT-7 in het laboratorium:

- Verhit de aggregaten (en asfaltgranulaat indien van toepassing) tot de juiste temperatuur verlaagd is met 40 – 60 °C ten opzichte van de gebruikelijke productietemperatuur en plaats ze in de mixer voorverwarmd op de gewenste productietemperatuur (onder 140 °C)
- Voeg het bindmiddel toe op de voorgeschreven mengtemperatuur
- Giet de vereiste hoeveelheid Evotherm DAT-7 oplossing op het bitumen (hiermee zal het bitumen al gaan schuimen door het water). De laboratoriumschuimkit kan ook gebruikt worden indien beschikbaar om de DAT-7 zeep in plaats van water te introduceren.
- Meng alle componenten volgens proef 62 (RAW Bepalingen)
- Het asfaltmengsel met DAT-7 is gereed voor verdichting en beproeving
- Voor alle tests die daarna uitgevoerd worden, zijn de procedures dezelfde als HMA.
- Indien een verjongingsmiddel wordt toegepast, is het advies om eerst het verjongingsmiddel bij het bitumen toe te voegen en dan de oppervlaktespanningverlager (Evotherm WM-30 of DAT-7).

De volgende tabellen laten zien dat bindmiddel-eigenschappen en mengsel-eigenschappen WMA-oppervlaktespanningverlager en HMA gelijkwaardig zijn:

Tabel 2: Typische eigenschappen SFB 5-50 (HT-LT) versus SFB 5-50 (HT)

Eigenschap		SFB 5-50 (HT-LT)	SFB 5-50 (HT)
Verwekingspunt R&K	[°C]	100,0	103,5
Penetratie	[dmm]	77	82
Breekpunt van Fraaß	[°C]	-19	-19
Elastische terugvering	[%]	97	97
Mengtemperatuur	[°C]	160	190

Gelijke asfalt-eigenschappen AC surf:

Tabel 3: Slijteigenschappen (ITS) AC 16 surf

Slijteigenschappen	[%]	SFB 5-50 (HT-LT)	SFB 5-50 (HT)
Slijtsterkte bij 5 °C			
Laagste waarde	[MPa]	2,0	2,2
Gemiddeld	[MPa]	2,2	2,4
Scheurtaaiheid bij 5 °C			
Laagste waarde	[Nmm/mm ²]	12,4	12,0
Gemiddeld	[Nmm/mm ²]	13,9	13,1

Ook zijn er reeds meerdere typetesten uitgevoerd met DAT-7 – zie onderstaande tabel voor enkele resultaten. Hieruit blijken minimaal gelijke asfalt-eigenschappen.

Tabel 4: Enkele uitgevoerde typetesten met DAT-7

Mengsel	ITSR	Stijfheid	Fc	E6
AC 22 bin/base 50% PR PmB	83%	9176	0,18	137
AC 16 bin/base 60% PR PmB Eco	82%	8752	0,08	153
AC 22 bin/base 60% PR	73%	8894	0,11	104
AC 16 bin/base 50% PR PmB	79%	8399	0,13	119
AC 16 bin/base 35% PR	90%	9601	0,12	118
AC 16 Surf PmB	96%	3766	0,26	276
AC 11 Surf	80%	6562	0,19	118
AC 16 Surf 60% PR	85%	5594	0,24	150
SMA 8G+	95%			
PA 16	88%			

2.4 Additioneel onderzoek

De beschikbare warm asfalttechnologieën zijn niet nieuw en er zijn de afgelopen twee decennia talloze onderzoeken uitgevoerd naar de prestaties van warm asfalt in de praktijk en in het

laboratorium. Over het algemeen worden de volgende prestatieproblemen genoemd voor alle warmasfalt producten:

- Stripping (gevoeligheid voor water) als gevolg van aanwezig restvocht of niet toereikend omhulling
- Brosheid bij lage temperaturen vanwege verandering in bindmiddel eigenschappen
- Mogelijk minder goede blending tussen oud en nieuw bitumen vanwege de lagere productietemperatuur

Op basis van deze risico's kunnen aanvullende onderzoeken worden voorgesteld. (1) De brosheid van het mengsel is niet van toepassing voor oppervlaktespanningverlagers, omdat de eigenschappen van het basis bitumen niet wordt veranderd. (2) Wat betreft de stripping en mogelijke minder blending tussen oud en nieuw bitumen, zijn er ook recente onderzoeken in de literatuur uitgevoerd. Het hanteren van een theoretische 100% blending is zelfs met hete productie niet haalbaar. Aanbevolen methode voor warmasfalt toepassing is om de functionele eigenschappen van het mengsel te beoordelen, dus standaard typetesten en functioneel opleveren. In dit kader kunnen zowel de gevoeligheid voor water als de blending risico's gelijktijdig worden beoordeeld.

Als er evt. rest-vocht in het mengsel aanwezig is, dan is dit direct in de ITSR zichtbaar en zal de watergevoeligheid niet voldoen. In de praktijk zal dit rest-vochtgehalte na productie en verwerking gecontroleerd moeten worden.

Voor dunne deklagen op lage temperatuur is er aanvullend onderzoek voor rafeling noodzakelijk.

Voor deklaagmengsels met veel PR (> 30% PR) op lage temperatuur zal er aanvullend onderzoek uitgevoerd moeten worden op (1) FTIR asfaltgranulaat en mengbitumen, (2) mastercurve stijfheid en fasehoek mengbitumen en bij open deklagen (4) weerstand tegen rafeling.

2.5 Eisen en bepalingen

Zoals bij HMA: Deel 81 Standaard RAW-bepalingen en NEN-EN 13108 en NEN-EN 12697.

2.6 Rapportage (Verkort verslag+)

Zoals bij HMA: Typetest-rapport (geauditeerd bij productie), Verkort Verslag + aanvullend onderzoek zoals rafeling en DSR-onderzoek, wanneer noodzakelijk (rafeling bij dunne deklagen en DSR-onderzoek bij deklaag-mengsels met hoge percentages PR) - zoals beschreven in paragraaf 4.3.

3. Productie (voor batch en continu menger)

3.1 Bouwstoffen + vereiste kenmerken (technisch als ook hygiëne/gezondheid/milieu)

Om de technische toepasbaarheid van een oppervlaktespanningverlager te beoordelen, moet er ten minste voldoende bewijs; lokaal of internationaal ervaring, of voldoende wetenschappelijk bewijs beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er voor de toepassing in Nederland een aantal belangrijke eisen, met name met betrekking tot lokale emissie- en gezondheidseisen. In dit kader moet een geschikte oppervlaktespanningverlager voor asfalt minimaal de volgende kenmerken ter beschikking hebben:

- Product datasheet (PDS) en Safety datasheet (SDS) moeten aangeven dat het voor asfalt toegepast mag en kan worden.
- OPWA-lijst: Uitlogingsonderzoek.
- GCMS-onderzoek: Herbruikbaar einde levensduur (na LTO, Mandela-methode, veroudering) - zie ook paragraaf 4.1.2.

Evt. Aanvullend onderzoek beschikbaar:

- Exposure-onderzoek volgens REACH, CHESAR.
- Aanvullend qua emissies: TPA-protocol (dampen lab-menging en bepaling hoeveelheid aerosolen en dampen in filter door extern lab).

3.2 Aanpassing in asfalt centrale

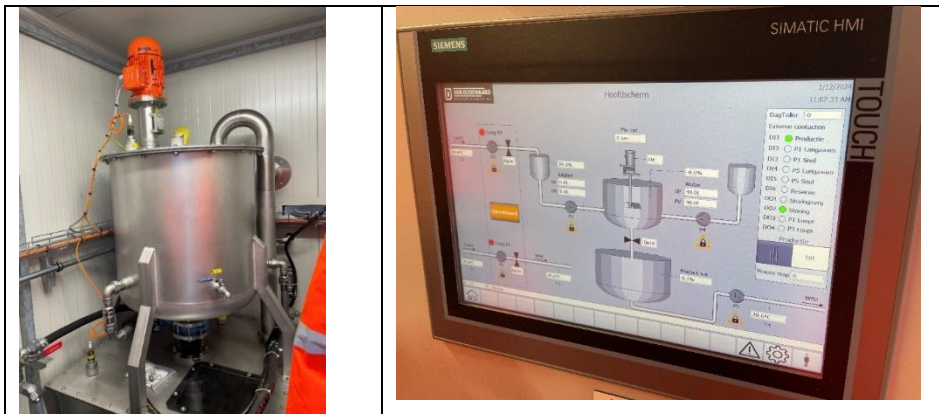
Er zijn aanpassingen in de asfaltcentrale nodig om het additief te kunnen doseren. En als er gekozen wordt voor de combinatie-oplossing zal het water en het additief gemengd moeten kunnen worden. Ook zal dit opgenomen moeten zijn in de molenregistratie, zodat de dosering altijd gecontroleerd kan worden bij een audit. Dit kan zowel bij een charge-installatie als een continu-installatie gerealiseerd worden.

Dit soort aanpassingen dienen vanzelfsprekend wel gemeld worden bij de omgevingsdienst, echter een milieu-neutrale aanvraag blijkt voldoende (is voor enkele asfaltcentrales reeds aangevraagd en goedgekeurd).

Een voorbeeld hoe dit gerealiseerd kan worden is hieronder in enkele foto's weergegeven. De integratie van het additiefdoseringssysteem van cruciaal belang voor het waarborgen van kwaliteit en veiligheid. De opslagtank voor additieven biedt een veilige omgeving voor opslag. Het buffervat voor het materiaal speelt een cruciale rol in het handhaven van een continue productie, waardoor de productiecapaciteit van de molen optimaal wordt benut. Nauwkeurige besturing van het additief zorgt voor een consistent mengproces, wat resulteert in een asfaltmengsel van constant kwaliteit. De verschillende onderdelen van de aanpassingen zijn hieronder weergegeven.



Figuur 8: Tank met additief (links) en Mengen water en additief (rechts)



Figuur 9: Buffervat gemengd materiaal (links) en besturing hoeveelheid additief en water (rechts)



Figuur 10: Doseerinstallatie bij de menger

3.3 Plaats van invoegen

Verschillende manieren van dosering zijn mogelijk:

- In de bitumenleiding (dan is de expansie in de bitumenleiding wel een (veiligheids)aandachtspunt);
- Tegelijkertijd inspuiten met het bitumen in de menger;
- Tijdens schuimen, in het geval van toepassing bij de schuimbalk.

3.4 Droge menging basis bouwstoffen + randvoorwaarden (waaronder temp)

De droge en natte mengtijd is hetzelfde als bij HMA, zolang de bitumen en het additief ofwel vooraf gemengd worden ofwel gelijktijdig in de menger toegevoegd worden. Ook bij HMA heeft de leverancier een vrije keuze van mengvolgorde en mengtijden, afhankelijk van de asfaltmenginstallatie en de precieze asfaltmengselsamenstellingen en dit geldt ook voor WMA met oppervlaktespanningverlagers. Kwaliteitscontrole van deze mengtijden en –volgordes vinden plaats door de productiecontroles, inclusief mengselproductietemperatuur en de gerealiseerde mengselkwaliteit.

3.5 Menging totaal mengsel

Het asfaltmeng-temperatuurgebied voor mengsels met oppervlaktespanningverlager is 110°C-140°C. Afhankelijk van de mengselsoort, percentage PR en type bitumen, wordt in PIM voor elk mengsel een advies-mengtemperatuur vastgelegd.

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Bitumen: Normale EVT-temperatuur voor productie;
- Witte en zwarte trommel: Sturen op mengtemperatuur en vochtgehalte van de bouwstoffen. In het algemeen zijn de temperaturen in de zwarte trommel 100-140 °C en de witte trommel 140-180 °C voor het beoogde asfaltmeng-temperatuurgebied. Dit kan echter wat variëren afhankelijk van de soort en dimensionering van de asfaltmenginstallatie.

3.6 Controlemethoden

De volgende controlemethoden zijn van toepassing (net zoals bij HMA):

- PIM: advies-mengtemperatuur per mengsel
- Molenregistratie legt elke batchtemperatuur vast en de temperaturen van de trommels en bitumen
- Productiecontrole: mengtemperatuur (+gradering en bitumengehalte) wordt gecontroleerd bij iedere monstername

Aanvullend bij de combinatie met schuimen: Vochtgehalte bepalen met FPC-frequentie met de ovenmethode. Als het vochtgehalte in het mengsel <0,1%, is er niet meer actie benodigd en als vochtgehalte > 0,1% is, moet het exacte vochtgehalte aanvullend bij de bedrijfscontrole bepaald worden. Als deze nog steeds hoger dan 0,1% blijkt bij de bedrijfscontrole, dan dient aanvullend ITSR-

onderzoek uitgevoerd te worden om de gevoeligheid van water te bepalen. Als deze significant lager is dan het typeonderzoek, dient het asfalt afgekeurd te worden.

3.7 Bijsturing van de productie op grond van analyseresultaten (FPC bij WMA)

De productiecontrole van is hetzelfde als voor heet geproduceerde asfaltmengsels. Naast de gebruikelijke FPC-controle conform NEN-EN 13108-21, wordt speciale aandacht besteed aan een visuele beoordeling van het asfaltmengsel, tijdens het laden van de vrachtauto's of bij de monstername.

3.8 Opslag van het eindproduct + randvoorwaarden

Mengsels met oppervlaktespanningverlagers kunnen in opslag, maar is afhankelijk van het type mengsel, weersomstandigheden en project-eisen en afhankelijk van het type asfalt-installatie (zoals dimensies van de silo's en standaard opslag silo's vs. long-term silo's).

Totaal is er ca. 200.000 ton geproduceerd over alle mengseltypes met oppervlaktespanningverlagers, waarbij tot nu toe geen verandering in opslag is geconstateerd ten opzichte van de HMA-mengsels.

4. Transport & verwerking

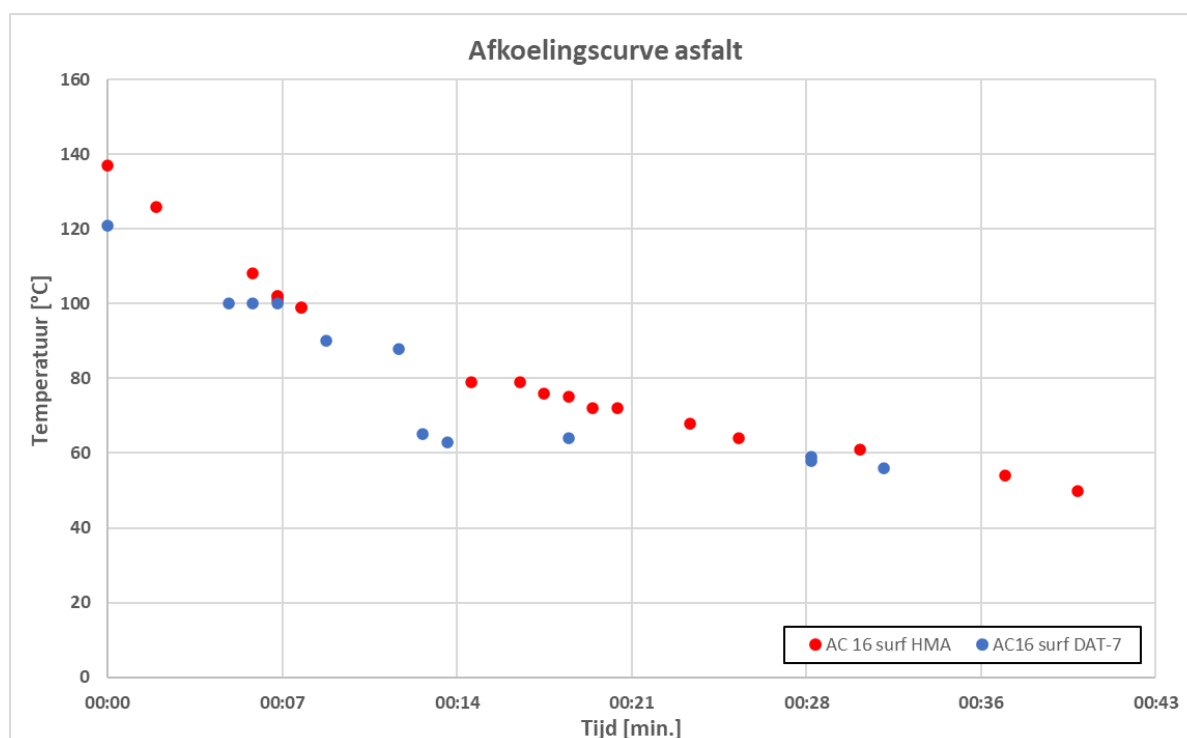
4.1. Transport

Het transport van warm asfalt kent enkele specifieke overwegingen. Door het kleinere temperatuurverschil met de omgeving is er mogelijk relatief minder afkoeling, wat resulteert in een minder kritische verblijftijd in het transportvoertuig in vergelijking met HMA. Daarmee is er minder risico op grote temperatuurverschillen in de hoeken van de vrachtauto. Dit biedt een zekere flexibiliteit in de logistiek. Echter, net als bij HMA, afhankelijk van het weer en de omstandigheden, blijft lokale afkoeling een risico, wat kan leiden tot de vorming van koude brokken in het asfalt. Daarom is goed geïsoleerd transport van cruciaal belang, net zoals bij HMA.

4.2. Verwerkingstemperatuur en verdichting

Minimum verwerkingstemperatuur (aankomst op de bouwplaats) is 100 °C.

- Middels meerdere afkoelingscurven en verdichtingsprogressie (ASPARI) is aangetoond dat eenzelfde afkoelingsproces als bij HMA zichtbaar is – zie hieronder een voorbeeld (HMA koelt altijd heel snel op de bouwplaats af van 165 °C naar ca. 140 °C).



Figuur 11: Voorbeeld afkoelingscurve HMA en WMA met oppervlaktespanningverlager

Pavecool kan ook goed gebruikt worden om vooraf een inschatting te maken van de afkoeling op basis van weersomstandigheden, mengsel en laagdikte en daarmee hoeveel tijd er beschikbaar is voor verdichting.

Er kan tot 50-60 °C worden doorgewalst (bij HMA is dit 60-70 °C). Hiermee is er totaal iets minder tijd beschikbaar dan bij HMA, maar door de oppervlaktespanningverlager kan er wel iets langer doorgewalst en dichtheidsprogressie bereikt worden.

Ook de dichtheidsprogressie ziet er gelijkwaardig uit als bij HMA, een eerste walsfase; tweede walsfase en afwalsen. Ook de snelheid waarmee dichtheidsprogressie wordt bereikt is net als bij HMA – zie onderstaande figuur.

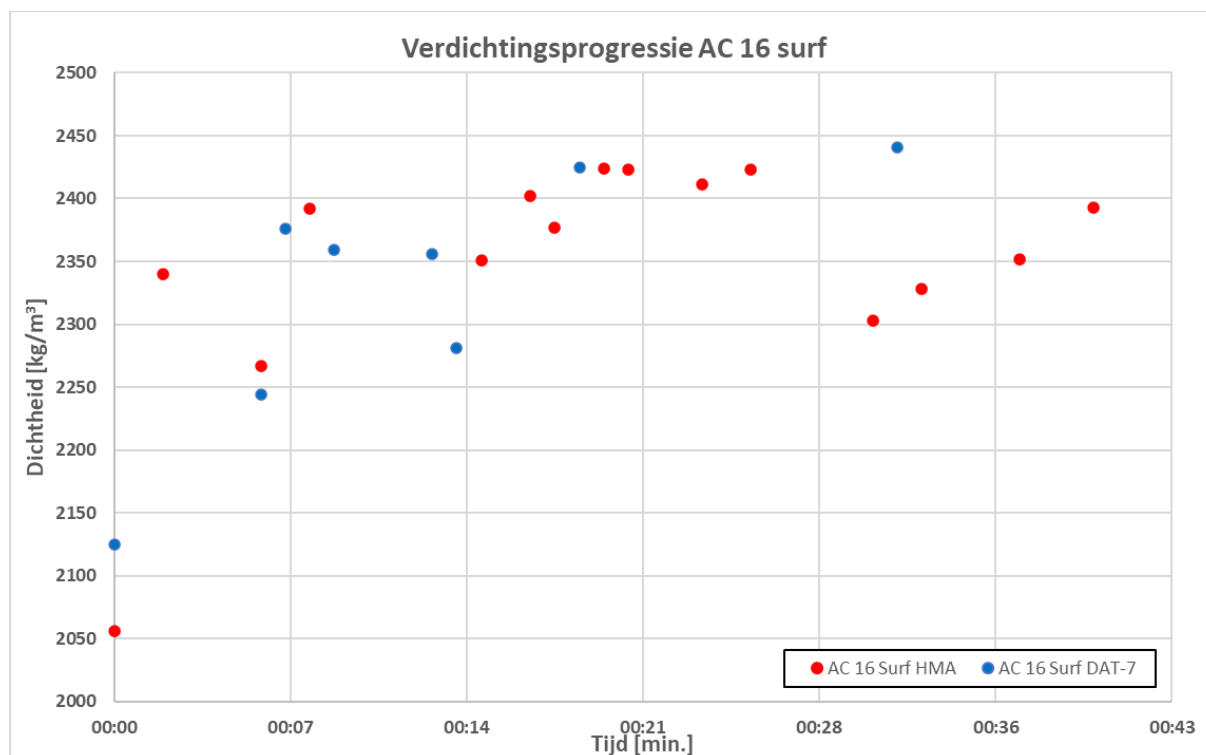


Fig. 11: Voorbeeld gelijkwaardige dichtheidsprogressie op de bouwplaats

4.3. Weer

Bij WMA in combinatie met slechtere weersomstandigheden is verwerking altijd een extra aandachtspunt, voornamelijk als er handwerk verwacht wordt.

Bij meer handwerk of geometrisch moeilijke verwerkingsomstandigheden of slechtere weersomstandigheden kan er beter voor worden gekozen om niet te asfalteren of toch bij een iets hogere productietemperatuur te produceren (bv. als de advies-mengtemperatuur van een asfaltmengsel 125 °C is, kan bij echt slechtere weersomstandigheden beter gekozen worden voor een productietemperatuur van 140 °C). Dit past binnen de huidige regelgeving en gaat op dit moment ook zo bij HMA.

Deze hogere temperaturen geven geen problemen qua afdruip, immers de mengtemperatuur is alsnog lager dan bij HMA en de oppervlaktespanning wordt verlaagd tijdens coating/benatting/omhulling en heeft geen invloed op de viscositeit (i.t.t. de viscositeitsverlagers). Ook worden oppervlaktespanningverlagers namelijk gebruikt om de verwerkbaarheid bij HMA te verbeteren.

Aanvullend is de combinatie van dunne deklagen (<30 mm) en slechte weersomstandigheden / verwerkingsomstandigheden onwenselijk (net zoals bij HMA).

4.4. Materieel en verwerkingsprotocol

Verwerking kan plaatsvinden middels standaard wegenbouwmaterieel, standaard asfaltafwerk machines, tandemwalsen, drierolwalsen, bandenwalsen (zowel diesel als elektrisch aangedreven materieel).

Handwerk dient altijd (ook bij HMA) zoveel mogelijk geminimaliseerd te worden. Ook stopplaatsen van de afwerk machine dienen zoveel mogelijk voorkomen te worden, waarbij deze afkoeling bij WMA minder snel gaat dan bij HMA (dus WMA is minder gevoelig voor stopplaatsen dan HMA).

Een voorlader (zonder voorraadmaterieel) kan toegepast worden in combinatie met oppervlaktespanningverlagers. Het is nog onduidelijk of en onder welke condities een shuttle-buggy toegepast kan worden. Mogelijk kunnen hier de acceptatievakken voor gebruikt worden om dit te onderzoeken.

4.5. controlemethoden / opleveringscontrole (indien afwijkend van regulier)

Normale standaard bedrijfscontrole is voldoende dekkend voor de risico's bij WMA met oppervlaktespanningverlagers.

Mocht het vochtgehalte bij de productie > 0,1% zijn, kan er op basis van boorkernen uit de bedrijfscontrole aanvullend een vochtgehalte-bepaling worden uitgevoerd na verdichting. Mocht er dan alsnog > 0,1% vocht in het mengsel aanwezig zijn, dan kan de impact op de ITSr bepaald worden. Mocht de ITSr uit deze boorkernen lager zijn dan de typetest, dan dient het werk afgekeurd te worden (dit risico geldt eigenlijk in algemene zin bij alle schuimtechnieken).

5. Beheer en onderhoud

Er is geen specifiek onderhoud nodig voor WMA met oppervlaktespanningverlagers. Het pure additief wordt toegevoegd in een concentratie van 0,01-0,04% en na verdichting / begin van de gebruiksfase is het eigenlijk niet terugvindbaar en omdat het de bindmiddel- en asfalt-civieltechnische eigenschappen niet beïnvloedt, is het niet aannemelijk dat bestaande onderhoudstechnieken en LVO-maatregelen niet mogelijk zouden zijn.

Schadeherstel met bv. koud asfalt is nog geen ervaring mee. Er is geen argument, en gezien de lage concentratie, om te verwachten dat reparaties anders uitgevoerd moeten worden. Het product in de weg is namelijk hetzelfde als bij HMA. Wel zal er ook een warm alternatief voor de hot-box moeten worden gemaakt. Dit “probleem” bestaat bij de overgang naar WMA ook voor reparaties aan bestaande deklagen geproduceerd als HMA.

6. Vervanging en hergebruik

6.1 Algemeen

Het vervangen en hergebruiken van WMA-asfalt vereist niet meer aandacht dan de hete variant.

Op basis van AASHTO-onderzoek (American Association of State Highway and Transportation Officials) is ook aangetoond dat Evotherm DAT-7 opgesloten blijft in de uiteindelijke matrix van het asfaltmengsel op de oppervlakte van bitumen-steen en dat Evotherm DAT-7 hier een chemische brug vormt. Tijdens verwerking en gedurende de levensduur van het asfalt kan het niet in het milieu terecht komen (dit is met verschillende concentraties getest, ook met aanzienlijk hogere concentraties, tot 1,0 massaprocent op het totale bindmiddelgehalte).

6.2 Toekomstig Hergebruik

De samenstelling van WMA-mengsels met oppervlaktespanningverlagers is, met uitzondering van een zeer geringe hoeveelheid additief, identiek aan de samenstelling van equivalente heet geproduceerde mengsels en is niet belemmerend voor hergebruik in de toekomst.

6.3 Verhoogde duurzaamheid

Het toepassen van oppervlaktespanningsverlagers kan leiden tot een besparing op de hoeveelheid primaire brandstof. De uiteindelijk benodigde brandstof en de daadwerkelijke besparing zal afhangen van het totale productieprogramma, de weersomstandigheden en het vochtgehalte in de bouwstoffen. Ook het percentage hergebruikt asfalt is hier van invloed. Asfaltgranulaat wordt in standaard asfaltinstallaties verwarmd tot een temperatuur van 110 à 120 °C. Dit verandert normaliter niet bij warm mix asfalt, ongeacht de gebruikte techniek. Reden is de benodigde droging van het asfaltgranulaat. De combinatie met nieuwe technieken die een hogere temperatuur van het asfaltgranulaat mogelijk maken hebben hierbij ook een significant positieve invloed. De lagere mengtemperatuur van maximaal 140°C kan een positieve bijdrage hebben op de levensduur van het asfalt omdat bitumen minder verouderd bij een lagere temperatuur.

7. Emissies & Milieu, Arbo en Kosten

7.1 Emissies & Milieu (nog wel verder uitwerken waar & wat gemeten moet worden)

De lagere productietemperatuur leidt tot minder rook, dampen en emissie bij de productielocatie en bij het personeel op de bouwplaats (en de omgeving).

Dit is ook middels het TPA-protocol (Duits emissieprotocol) in het lab onderbouwd, waarbij een reductie in mengtemperatuur van 160 °C naar 130 °C een reductie van 44% in aerosolen oplevert en een reductie van 160 °C naar 100 °C levert zelfs een reductie in aerosolen van 72% op. NB. In dit protocol wordt er 30 kg asfalt gemengd in een afgesloten menger voor 5 uur met een luchtdoorvoer van 3,5 l/min waarbij de aerosolen en emissies in een filter worden opgenomen en onderzocht door een extern lab.

Een temperatuurreductie van 30 graden Celsius (oppervlaktespanningverlagers) leidt tot een gasreductie van ca. 15%. Een temperatuurreductie van gemiddeld 50 graden (combinatie water/schuimen en oppervlaktespanningverlager) leidt tot ca. 20-25% aardgasreductie. De CO₂-reductie ligt in dezelfde orde-grootte. De voorwaarde is echter wel dat het grootste deel van de asfaltproductie naar een lagere productietemperatuur gaat, anders wordt de gasreductie tenietgedaan door op- en afschakelen qua temperatuur.

Verder is er uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar dampen en emissies die mogelijk vrij zouden kunnen komen met de volgende conclusies:

- Minimale Evotherm DAT-7-concentratie in ton asfaltmengsel (<0,02% - niet detecteerbaar in dampen op basis van geavanceerd labonderzoek)
- Productietemperatuur van Evotherm DAT-7 bij de leverancier is > 280 °C (het additief is niet vluchtig noch thermisch afbreekbaar)
- Vanwege de chemische structuur is Evotherm DAT-7 onomkeerbaar gebonden in de bitumenstructuur
- INERIS Studie – Franse Instantie voor de evaluatie van risico's in industriële omgevingen
 - Met Evotherm DAT-7 verrijkte WMA vermindert de asfalemmissies (VOS's, PAK's)
 - Ook als Evotherm DAT-7 bij conventionele HMA wordt toegepast is geconcludeerd dat Evotherm DAT-7 geen gezondheidsrisico vormt
- Analyse van aminedamp van het mengsel in gesloten ruimte bij 150 – 170 °C
 - Meting en analyse van dampen gedaan door derden – geen amine gedetecteerd boven de limieten van kwantificering (5 µg)
 - Uit de GCMS-analyse uitgevoerd door Q8 op asfaltgranulaat met DAT-7 additief is er ook geen amine gedetecteerd
- Deze eigenschappen worden ondersteund door verschillende studies (CHESAR-analyserapport voor het Europees Agentschap voor Chemische Stoffen, INERIS-analyserapport, "Chemische emissies van asfalemulsie toepassingen").

Op basis van AASHTO-onderzoek (American Association of State Highway and Transportation Officials) is ook aangetoond dat Evotherm DAT-7 opgesloten blijft in de uiteindelijke matrix van het asfaltmengsel op de oppervlakte van bitumen-steen en dat EvothermDAT-7 hier een chemische brug vormt. Tijdens verwerking en gedurende de levensduur van het asfalt kan het niet in het milieu terechtkomen (dit is met verschillende concentraties getest, ook met aanzienlijk hogere concentraties, tot 1,0 massaprocent op het totale bindmiddelgehalte).

De belangrijkste conclusies van het REACH en CHESAR onderzoek qua emissies voor de omgeving, voor de bewoners en voor het werkpersoneel zijn als volgt:

Type of risk characterization required for the environment

Protection target	Type of risk characterization	Hazard conclusion
Freshwater	Quantitative	PNEC aqua (freshwater) = 30.7 µg/L
Sediment (freshwater)	Quantitative	PNEC sediment (freshwater) = 119.8 mg/kg sediment dw
Marine water	Quantitative	PNEC aqua (marine water) = 3.07 µg/L
Sediment (marine water)	Quantitative	PNEC sediment (marine water) = 11.98 mg/kg sediment dw
Sewage treatment plant	Quantitative	PNEC STP = 2.3 mg/L
Agricultural soil	Quantitative	PNEC soil = 9.44 mg/kg soil dw
Predator	Quantitative	PNEC oral = 20 mg/kg food

Type of risk characterisation required for man via the environment

Route of exposure and type of effects	Type of risk characterization	Hazard conclusion
Inhalation: Systemic Long Term	Quantitative	DNEL (Derived No Effect Level) = 8.7 mg/m ³
Oral: Systemic Long Term	Quantitative	DNEL (Derived No Effect Level) = 2.5 mg/kg bw/day

Type of risk characterization required for workers

Route	Type of effect	Type of risk characterization	Hazard conclusion
Inhalation	Systemic Long Term	Quantitative	DNEL (Derived No Effect Level) = 29 mg/m ³
	Systemic Acute	Qualitative	Low hazard (no threshold derived)
	Local Long Term	Qualitative	Hazard unknown (no further information necessary)
	Local Acute	Qualitative	Hazard unknown (no further information necessary)
Dermal	Systemic Long Term	Quantitative	DNEL (Derived No Effect Level) = 4.2 mg/kg bw/day
	Systemic Acute	Not needed	No hazard identified
	Local Long Term	Qualitative	High hazard (no threshold derived)
	Local Acute	Qualitative	High hazard (no threshold derived)
Eye	Local	Qualitative	Medium hazard (no threshold derived)

7.2 ARBO

Qua ARBO is het handwerk bij WMA fysiek wel zwaarder dan bij HMA en asfaltploegen zullen beter ondersteund moeten worden met handwerk.

7.3 Kosten

De kosten voor het additief zijn ca. 0,50-1,50 Euro per asfaltton. Deze zullen grotendeels worden opgeheven door de gasreductie (afhankelijk van de gasprijs).

8. Voor de opdrachtgever

8.1 Mogelijke risico's en hoe deze zijn weggenomen

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste mogelijke risico's opgesomd en of dit een risico is bij WMA met oppervlaktespanningverlagers is en hoe deze evt. beheerst worden.

Belangrijkste risico's voor de wegbeheerder	Risicobeheersing
Het product heeft niet dezelfde civieltechnische kwaliteit en daarmee levensduur	De bindmiddel-eigenschappen worden niet beïnvloed en de typetesten tonen gelijkwaardigheid aan
Het product is niet aan het einde van de levensduur herbruikbaar	Er is asfaltgranulaat met oppervlaktespanningverlager gemaakt en verouderd, waarna hiermee nieuw asfalt gemaakt is. Daarbij waren geen schadelijke emissies zichtbaar (gelijk aan HMA) en was er civieltechnisch geen impact
Het additief leidt tot schadelijke emissies	Op basis van GC-MS, PAK, Benzeen onderzoek zijn er geen schadelijke emissies zichtbaar
Het additief kan in de omgeving terecht komen en daar schadelijke effecten hebben	Het additief blijft opgesloten in het asfaltmengsel en komt niet in het milieu en de omgeving terecht
Het additief kan schadelijk zijn voor het personeel	Er zijn geen schadelijke effecten via de luchtwegen, op de huid of via de ogen
Het product belemmert overige duurzaamheid, zoals PmB-levensduur of PR-circulariteit	WMA met oppervlaktespanningverlagers kan toegepast worden in combinatie met PmB en tot zeker 70% PR (recycling)
Het product is niet toekomstbestendig (half-warm)	Het additief is zeer geschikt om ook de transitie naar half-warm asfalt te maken
Het product is niet produceerbaar of voor de aanpassingen kan geen vergunning worden verkregen	Het product is goed produceerbaar in de huidige asfaltcentrales en er is geen bijzondere vergunning benodigd voor de aanpassingen (milieu-neutrale vergunning)
Het product is niet goed verwerkbaar meer	Het product is verwerkbaar met standaard wegebouwmaterieel. Aandachtspunt blijft wel handwerk, zeker in combinatie met PmB of veel PR (net zoals bij HMA)

Conclusie: Op basis van alle onderzoeksresultaten en informatie die er is, zijn de risico's voor WMA met oppervlaktespanningverlagers goed beheerst.

Belangrijkste resterende risico is, net zoals bij andere WMA varianten, bij deze oplossingsrichtingen de verwerkbaarheid. Maar als eisen aan het eindproduct gelijk blijven ligt dit risico wel volledig bij de producent en verwerker. De verwerkbaarheid in handwerk kan wel aanleiding zijn om andere keuzes in het ontwerp te maken (denk aan banden/middengeleiders) of machines te ontwikkelen waardoor traditioneel handwerk wordt vermeden. Maar ook hier geldt dat dit vanuit ARBO-oogpunt en het verminderende aantal vaklieden ook voor HMA (en vooral HMA met PmB) eigenlijk hard nodig is. En

tot slot gaan asfaltploegen er in het kader van emissies en dampen er aanzienlijk op vooruit qua gezondheid.

8.2 MKI voordeel

Additieven berekenen volgens de huidige PCR2.0. Het additief zal tot verhoging van de MKI in het asfalt leiden en de gasreductie zal tot verlaging van de asfalt-MKI leiden. Gezamenlijk zal het tot een reductie in de asfalt-MKI leiden. Van enkele producten zijn al de MKI volgens PCR2.0 berekend.

8.3 Garantie

WMA-mengsels worden tegen dezelfde garantievoorwaarden geleverd als hun heet geproduceerde equivalenten. Hiernaast kan de garantie projectafhankelijk zijn.

8.4 (Kwaliteits)eisen, condities en voorwaarden

Geen verschil met HMA.

8.5 Uitvragen en accepteren

Asfalt volgens de WMA-richtlijn uitvragen, waarbij oplossingsrichting "Oppervlaktespanningverlagers" wordt toegestaan.

Referenties

- [1] Introduction to Evotherm: <https://youtu.be/Flii1fp76NY?feature=shared>
- [2] Veiligheidsinformatieblad Evotherm WM-30
- [3] Veiligheidsinformatieblad Evotherm DAT-7
- [4] Ingevity, Reducing plant emissions with Evotherm
- [5] Ingevity, Additional exposure assessment
- [6] Ingevity, Compendium of emissions and fumes
- [7] BituNed bv; Evotherm DAT-7, Environmental Product Declaration.
- [8] G.C. Hurley, B.D. Prowell (2006); Evaluation of Evotherm for use in warm mix asphalt, NCAT Report 06-02, National Center for Asphalt Technology, USA
- [9] W.S. Mogawer, A. Austerman (2018); Low Temperature and Moisture Susceptibility of RAP Mixtures with Warm Mix Technology, NETCR103, The New England Transportation consortium, USA
- [10] H.Y. Zhen , Z. Dong et al. (2018); Workability and mechanical property characterization of asphalt rubber mixtures modified with various warm mix asphalt additives, Construction and Building Materials.