

Re-activeren van sterk verouderd bitumen (black rock)

Derk Goos - ADVigoos (derk@advigoos.nl)
Paul Landa - Asfalt Kennis Centrum (AKC) (landa@asfaltkenniscentrum.nl)
Hans Moolenaar - Cargill (hans_moolenaar@cargill.com)
Hassan Tabatabaee - Cargill R&D (hassan_tabatabaee@cargill.com)

Samenvatting

Voor het verjongen van sterk verouderd asfalt werden in de jaren 70-tig en 80-tig zware aromatische extracten gebruikt die bij raffinage van minerale smeeroliën ontstonden. Het idee hierachter was dat met name deze fractie moest worden aangevuld om het bitumen zijn oorspronkelijke eigenschappen terug te geven. Deze zware aromatische verdwenen spoorlagen toen ze werden beoordeeld als potentieel kankerverwekkend. Daarop werd uitgeweken naar bijvoorbeeld laag visceuze paraffinische minerale oliesoorten die op generlei wijze voldeden aan oorspronkelijke geformuleerde doelstellingen voor herstel van de complexe rheologische bitumeneigenschappen. Deze laag visceuze paraffinische extracten worden niet in de chemische structuur opgenomen en werken als een 'verweker'. Het gevolg is dat er asfalt mee wordt geproduceerd dat blijvend neigt om sterk te vervormen. Dit fenomeen wordt met name door de thans toegepaste dynamische functionele proeven herkend. (Type Testing).

Wil men de complexe rheologische eigenschappen van een bitumen re-activeren dan moeten de oorspronkelijke chemische structuren worden hersteld. Dit betekent dat de toevoeging een sterke neiging tot migreren moet hebben, ook bij omgevingstemperatuur, waardoor de door veroudering gevormde asfalten-complexen worden afgebroken. Alleen dan kan opnieuw een rheologisch goed functionerend bindmiddel ontstaan.

Door Cargill is een technologie ontwikkeld waarmee plantaardige olie zodanig wordt gemodificeerd dat alle gewenste eigenschappen van zeer sterk verouderd bitumen gereactiveerd worden. In plaats van 'verweken' slaagt deze chemisch gemodificeerde plantaardige bio-olie erin alle gewenste functionele eigenschappen te herstellen. Met de speciale Cargill bio-olie worden alle gewenste functionele eigenschappen van het asfaltmengsel ruimschoots gehaald; ook indien er een hoog percentage zeer sterk verouderd ZOAB freesasfalt wordt toegevoegd met zeer hard bitumen. (black rock).

Keywords:

Verjongers (rejuvenators), reactivator, black rock, ZOAB, 0/20 TV, verouderd bitumen (aging), rheologie (rheology), Cargill, Tabatabaee, Anova 1817.

Introductie

De grootste bron van Bitumen in ons land is het asfalt, de wegverharding, die we sinds de jaren zestig op de Nederlandse wegen hebben gelegd. Het probleem is echter dat dit bitumen is verouderd en daardoor haar eigenschappen deels heeft verloren. Ook is in Nederland de laatste 25 jaren met grootschalig ZOAB toegepast waardoor het bitumen nog sterker aan veroudering is blootgesteld.

Kan dit sterk verouderde bitumen nog worden hergebruikt en zo ja, hoe? Kan dit verouderd bitumen ook in de deklaag worden hergebruikt om zodoende de dure aggregaten in de deklaag zelf her te gebruiken?

Dat is een vraag die door lokale marktomstandigheden, en wat men in het verleden heeft aangebracht, wordt gestuurd. Ook niet te vergeten zijn logistieke omstandigheden van groot belang bij het uitvoeren van een werk; transportkosten en tussenopslag bepalen in hoge mate de kostprijs.

Veelal kan men volstaan met het gebruiken van een zachtere bitumensoort om het gewenste rheologisch gedrag in voldoende mate te herstellen. Als zeer sterk verouderd bitumen overvloedig aanwezig is, zoals bijvoorbeeld uit oude ZOAB, dan moet de moleculaire structuur van het bitumen worden hersteld. Dan voldoen simpele 'verwekers', die geen integraal onderdeel van de structuur van het bitumen worden, niet meer. Toevoegingen die als 'rejuvenatoren' of 'verjongers' worden aangeboden voldoen dan niet. Dat deze toevoegingen, veelal afkomstig van afgewerkte minerale olie of van plantaardige houtvezel oorsprong, niet werken ziet men als het asfalt dynamisch wordt getest. Dan blijkt inderdaad dat met name op het aspect permanente vervorming deze 'verwekers' het af laten weten. Een bewijs dat ze niet geslaagd zijn in het re-activeren van de complexe bitumeneigenschappen.

Cargill heeft een plantaardige bio-olie ontwikkeld (Anova 1817) die door een chemische behandeling in staat is zeer sterk verouderd bitumen te re-activeren en geschikt te maken voor een nieuwe levenscyclus. In de USA kon met behulp van de in het kader van het SHRP programma ontwikkelde PG-Grading systematiek de werking en de meerwaarde van dit additief eenvoudig worden aangetoond.

Om in Europa de werking van dit Cargill Anova 1817 te kunnen aantonen is bij het Asfalt Kennis Centrum BV - Venlo een Type Testing onderzoek uitgevoerd conform de hier te lande vastgelegde Functionele Eisen. Eerst in een AC 16 Base laag mengsel met 70% oud asfalt. Toen inderdaad bevestigd werd dat eigenschappen uitstekend waren is daarna ook een AC 11 Surf mengsel onderzocht met 42% hergebruikasfalt. In beide gevallen bestond het hergebruik asfalt uit 1/3 deel ZOAB, met een penetratie 7, en 2/3 deel 0/20 TV, met penetratie van 27, zoals dat in Nederland wijd verbreid wordt toegepast.

Aan het AC 16 Base mengsel is 0.84% vers 70/100 bitumen en 0.21% Anova 1817 en aan het AC 11 Surf mengsel is 3.8% vers 40/60 bitumen en 0.15% Anova 1817 toegevoegd.

De resultaten van deze 'Type Testing' zijn zeer opmerkelijk. Voor alle aspecten zijn de resultaten (zeer)sterk verbeterd, ook voor wat betreft de spoorvormingsgevoeligheid. (zoals bekend geeft elke toevoeging van een olie, mineraal of bio-gebaseerd, een sterke verslechtering van met name deze eigenschap. De oorspronkelijke eigenschappen zijn gereactiveerd waardoor het asfaltmengsel volledig voldoet aan de eisen zoals die worden gemeten in het Type Testing onderzoek.

Ook zijn om de 'Verwerkbaarheid' en de 'Verstijving' van dit asfaltmengsel te kunnen beoordelen zogenaamde G-WORK testen uitgevoerd. (Bron: zie paper 001 van deze CROW 2016 Infradagen)

Met de G-WORK methode is aangetoond dat ook de verwerkbaarheid sterk is verbeterd bij het AC 16 Base mengsel. Dit betekent dat een goede verdichting mogelijk is en/of de mogelijkheid bestaat om de temperatuur te verlagen van het asfalt bij de verwerking. Aangezien alle eigenschappen in de Type Testing uitstekende resultaten opleveren moet de conclusie zijn dat dit Cargill Anova 1817 werkelijk de zogenaamde 'black rock' uit het ZOAB freesmateriaal weet te re-activeren tot een rheologisch goed functionerend bindmiddel.

Gebruikte materialen en onderzoeksmethodieken

Het Asfalt Kennis Centrum - Venlo heeft de materialen verzameld zoals die in de Nederlandse markt ruimschoots voorhanden zijn.

Materialen	Benaming	AC 11 Surf 42% hergebruik	AC 16 Base 70% hergebruik
Hergebruikt			
Freesasfalt (Deklaag)	0/20 TV	(2/3 deel)	(2/3 deel)
ZOAB+ granulaat		(1/3 deel)	(1/3 deel)
Nieuw			
Moraine split	C16,0		x
	C22,4	x	
Brekerzand	C11,2	x	
Natuurzand	C11,2		x
Vulstof	Wigras 40K	x	
Bitumen 40/60	Nynas	x	
Bitumen 70/100	Nynas		x
Re-activator	Anova 1817	x	x

De samenstellingen van zowel AC 16 Base en ook AC 11 Surf zijn gebaseerd op een mengsel van 1/3 deel ZOAB+ freesmateriaal en 2/3 deel 0/20 TV freesmateriaal. Hiermee zijn asfaltmengsels samengesteld met 70% (AC 16 Base) en 42% (AC 11 Surf) hergebruik.

Als re-activator is Cargill Anova 1817 gebruikt..

Het ontbrekende bindmiddel is aangevuld met vers bitumen (40/60 en 70/100).

De volgende methoden zijn aangewend in dit research programma:

Part A: NEN-EN 12697-12 + NEN-EN 12697-23

Indirecte treksterkte en watergevoeligheid op gyrator verdichte proefstukken.

NEN-EN 12697-25

Weerstand tegen permanente vervorming op gyrator verdichte proefstukken.

Part B: NEN-EN 12697-26

Stijfheidsmeting met de 4-punt-buigtest.

Part C: NEN-EN 12697-24

Vermoeingsmeting met de 4-punt-buigtest op prismatische proefstukken.

G-WORK metingen

Bepaling van de Verwerkbaarheid op gyrator proefstukken met een beginverdichting van 95 % van de theoretische dichtheid.

Bepaling van de Verstijving (besterven) op gyrator proefstukken met een beginverdichting van 100% van de theoretische dichtheid.

Probleemstelling en opzet van het onderzoek

ZOAB freesmateriaal komt grootschalig ter beschikking in de Nederlandse markt. Het gebruiken van de relatief dure aggregaten voor toplagen in de onderlaag is onwenselijk omdat hierdoor hoogwaardig materiaal verloren gaat. Ook vermindert de hoeveelheid te verwerken onderlaagmateriaal zodanig dat hierdoor logistieke problemen op asfaltinstallaties door ontstaan. (tussenopslag van freesmateriaal).

Freesmateriaal uit ZOAB wordt gewoonlijk verwerkt in onderlagen. Dit omdat wordt gezegd dat het zeer sterk verharde bitumen niet meer als bindmiddel bruikbaar zou zijn. Voor dit extreem verouderde bitumen, van 70/100 naar een penetratie van 5 á 10, wordt veelal aangeduid met de term 'black rock'. Willen we logistieke nieuwe mogelijkheden scheppen dan zullen we dit bitumen moeten re-activeren en geschikt maken voor een nieuwe levenscyclus. En om de dure aggregaten niet te degraderen naar een lager prestatieniveau zal dit bij voorkeur in de topklaag moeten gebeuren.

Dit onderzoek is als volgt opgezet:

- eerst is een Type Testing onderzoek uitgevoerd op een AC 16 Base met 70% hergebruikmateriaal, bestaande uit 1/3 deel ZOAB en 2/3 deel 0/20 TV freesmateriaal en Anova 1817 als re-activator
- toen hiermee was aangetoond dat Anova 1817 inderdaad dit zeer sterk verharde bitumen wist te re-activeren is een vervolgonderzoek uitgevoerd op een AC 11 Surf deklaagmengsel waaraan opnieuw 42% van hetzelfde mengsel hergebruikmateriaal is toegevoegd
- omdat verwerkbaarheid een cruciaal belangrijke eigenschap voor een goede plaatsing van het asfalt is is ook deze eigenschap vervolgens bepaald met de G-WORK methode. (Zie paper 001 Infradagen 2016).

In zowel het AC 16 Base onderzoek als ook in het AC 11 Surf onderzoek bleek Anova 1817 in staat te zijn het zeer sterk verouderde bitumen te re-activeren en ook bleek de verwerkbaarheid beter te zijn.

Verjongen of re-activeren van 'black rock' bitumen

Zeer sterk verouderd bitumen, zoals uit ZOAB, wordt wel met de term 'black rock' aangeduid. De mening is wijd verbreid dat een dergelijk 'black rock' bitumen niet meer tot leven kan worden

gewekt omdat er een omhulling zou ontstaan met een zachte buitenlaag. Dit fenomeen treedt inderdaad op indien een standaard zacht bitumen, mineraal olie gebaseerd verjongingsmiddel of houtvezel gebaseerd product wordt gebruikt. Deze verjongers missen een zeer sterke neiging om te migreren in het 'black rock' bitumen.

Anova 1817 heeft wel een sterke neiging tot migreren en wordt opgenomen in de molecuulstructuur van het 'black rock' bitumen.



In dit onderzoek bestaat het hergebruikte bindmiddel voor 1/3 deel uit ZOAB+ granulaat en voor 2/3 deel uit 0/20 TV asfaltgranulaat. Het ZOAB+ bitumen had een penetratie van 7 en het 0/20 TV een van 27. Hiermee zijn AC 16 Base met 70% en AC 11 Surf met 42% hergebruik asfalt gemaakt.

Bindmideleigenschappen van het hergebruikasfalt afzonderlijk en mengsel 1/3 en 2/3 deel

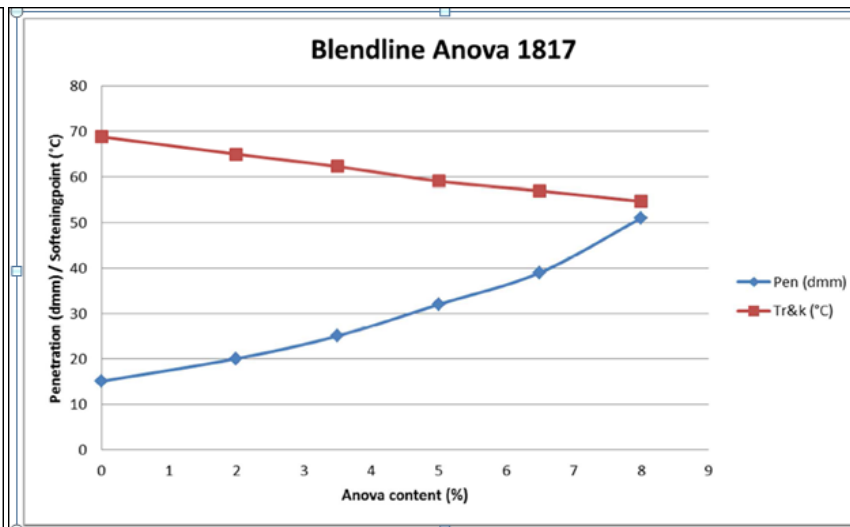
	Eenheid	ZOAB+	0/20 TV	Mengsel: 1/3 ZOAB+ 2/3 0/20 TV
Penetratie, 25°C, 100g	[0.1mm]	7	27	17
Ring & Kogel	[°C]	87	60.5	69.3
PI (Pfeiffer)	[-]	+1.05	-0.24	+0.41

Vermeld zijn gemeten waarden. Deze wijken af van de met een blendingformule berekende waarden.

Gemeten blending curve met 1/3 deel ZOAB en 2.3 deel 0/20 TV

Anova 1817 percentage, Penetratie, Ring & Kogel, Pfeiffer PI

Anova %	Pen (dmm)	Tr & K	PI
0	15	68,8	0,09
2,0	20	65,0	-0,01
3,5	25	62,3	-0,06
5,0	32	59,1	-0,17
6,5	39	57,0	-0,17
8,0	51	54,7	-0,05



Hier zijn alleen gemeten waarden gebruikt. Opmerkelijk is dat de penetratie index nauwelijks reageert op toename van het Anova 1817 gehalte. Een minerale olie extract of een extract uit de houtvezelindustrie zal een zeer sterke daling van de PI veroorzaken wat wijst op een hoge gevoeligheid voor temperatuur en een sterkere neiging voor spoorvorming.

Over het gehele gebied blijft de mengbaarheid uitstekend tussen verouderd bitumen en de Anova 1817. (glad oppervlak van het mengsel)

Aan dit verouderde mengbitumen is in de AC 11 Surf een vers Nynas 40/60 bitumen en in het geval van de AC 16 Base vers Nynas 70/100 bitumen toegevoegd.

Onderzoek van het AC 11 Surf en AC 16 Base mengsel met 42 en 70% hergebruik

Samenstelling van de asfaltmengsels AC11 Surf met 42% hergebruikasfalt

Raw materials		Grain size	Test portion / target composition	Reference composition on behalf of FPC producer
Material	[%]		passing sieve	passing sieve
		C31,5		
Moraine grit	27.3	C22,4		
		C16,0	0	0
Crushed sand	25.5	C11,2	93.9	94.2
		C8,0	78.3	79.4
Filler-Wigras-40K	0.95	C5,6	62.8	63.9
		C4,0		
RAP.P.A. (*)	14.1	2 mm	43.5	44.2
		1 mm		
RAP.T.V. 0/20...(*)	28.2	0,500 mm	22.8	23.7
		0,063 mm	6.5	7.0
Anova-1817	0.15			
Bit. 40/60 (virgin)	3.80			
		Bit% (in)	6.0	
Target Density	Unit	Sample Density		
	[kg/m ³]	2359		

(*)-1/3 part of PARAP (Black Rock) and 2/3 of RAP 0/20 TV

AC16 Base met 70% hergebruikasfalt

Raw materials		Grain size	Test portion / target composition	Reference composition on behalf of FPC producer
Material	[%]		passing sieve	passing sieve
		C31,5		
Moraine grit	20.1	C22,4	100	100
		C16,0	97.9	98.1
Natural sand	11.9	C11,2	77.3	80.2
		C8,0	68.3	69.3
RAP.P.A. (*)	19.1	C5,6	59.9	58.7
		C4,0		
RAP.T.V. 0/20...(*)	47.85	2 mm	41.2	40.6
		1 mm		
Anova-1817	0.21	0,500 mm	27.4	27.6
		0,063 mm	5.4	6.3
Bit. 70/100 (virgin)	0.84			
		Bit% (in)	4.3	
Target Density	Unit	Sample Density		
	[kg/m ³]	2378		

(*)-1/3 part of PARAP (Black Rock) and 2/3 of RAP 0/20

Dichtheden en Holle Ruimte

AC 11 Surf

Sample Density	Target Density	Blend Density	Air Voids
[kg/m ³]	[kg/m ³]	[kg/m ³]	[%]
Mean value.....2359	2363	2440	3.3
Requirements (*)			2,0 - 7,0

(*)-Dutch RAW Standaard 2015

AC 16 Base

Sample Density	Target Density	Blend Density	Air Voids
[kg/m ³]	[kg/m ³]	[kg/m ³]	[%]
Mean value.....2378	2380	2481	4.2
Requirements (*)			2,0 - 7,0

(*)-RAW Standaard 2015

Dichtheden gyrotorkernen

AC 11 Surf

Specimen	1	2	3	4	5	6
Density [kg/m ³]	2379	2382	2383	2378	2381	2373
Mean [kg/m ³]	2379					

AC 16 Base

Specimen-nr.	1	2	3	4	5	6
Density [kg/m ³]	2389	2392	2392	2387	2392	2389
Mean [kg/m ³]	2390					

Watergevoeligheid ITSR

AC 11 Surf

		Specimen					
		Value-Dry			Value-Wet		
Value	Unit	1	2	3	4	5	6
P _{max}	[N]	27.994	31.215	28.859	28.572	26.673	25.831
ITS	[MPa]	2.77	2.57	2.84	2.65	2.70	2.71
Mean ITS		2.73			2.69		
Indirect Tensile Strength Ratio (ITSR)					98%		

AC 16 Base

		Specimens					
		Value-Dry			Value-Wet		
Value	Unit	1	2	3	4	5	6
P _{max}	[N]	27.994	31.215	28.859	28.572	26.673	25.831
ITS	[MPa]	3.49	3.96	3.65	3.65	3.36	3.27
Mean ITS	[MPa]	3.70			3.43		
Indirect Tensile Strength Ratio (ITSR)					93%		

ITSR en RAW Eisen

Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Road	Ranking	Minimum
AC-surf-DL-A	Bicycle road	Comply	80
AC-surf-DL-B	Urban road	Comply	80
AC-surf-DL-C	Highway	Comply	80
AC-surf-DL-IB	Industrial	Comply	80

Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture name	Type of road	Ranking	Minimum value [%]
AC-base-OL-A	Bicycle road	Comply	80
AC-base-OL-B	Urban road	Comply	80
AC-base-OL-C	Highway	Comply	80
AC-base-OL-IB	Industrial	Comply	80

Weerstand tegen Permanente vervorming en RAW Eisen

Dichtheden van de proefstukken

AC 11 Surf

Specimen	1	2	3	4
Density [kg/m ³]	2360	2361	2356	2359
Mean [kg/m ³]	2359			

Specimen number	f _c [μm/m/cycle]	A [%]	B [-]	ε _{1000,calc} [%]
Tablet02	0.19	0.039	0.274	0.26
Tablet03	0.09	0.068	0.211	0.29
Tablet04	0.10	0.092	0.191	0.35
Tablet05	0.12	0.090	0.206	0.37
Mean value	0.13			

AC 11 Surf

Resistance to permanent deformation		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
F _c	0.23	See below	

Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of road	Evaluation	Maximum
AC surf-DL-A	Bicycle	Comply	4.0
AC surf-DL-B	Urban	Comply	1.4
AC surf-DL-C	Highway	Comply	0.6
AC surf-DL-IB	Industrial	Not Complying	0.2

AC 16 Base

Specimen nr.	02	03	04	05
Density [kg/m ³]	2379	2374	2376	2382
Mean [kg/m ³]	2378			

Specimen number	f _c [μm/m/cycle]	A [%]	B [-]	ε _{1000,calc} [%]
Specimen 1	0.18	0.358	0.157	1.06
Specimen 2	0.28	0.419	0.162	1.29
Specimen 3	0.26	0.430	0.166	1.36
Specimen 4	0.19	0.334	0.161	1.02
Mean value	0.23			

AC 16 Base

Resistance to permanent deformation		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
F _c	0.23	See below	

Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of road	Evaluation	Maximum
AC surf-DL-A	Bicycle	Comply	4.0
AC surf-DL-B	Urban	Comply	1.4
AC surf-DL-C	Highway	Comply	0.6
AC surf-DL-IB	Industrial	Not Complying	0.2

Stijfheidsonderzoek met 4-puntsbuig en RAW Eisen

AC 11 Surf

4-point-bending: Stiffness		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
[MPa]	5.573	See below	
Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of road	Evaluation	Min. - Max.
□	□	□	□
AC-surf-DL-A	Bicycle	Comply	3.600 - 7.000
AC-surf-DL-B	Urban	Comply	4.500 - 9.000
AC-surf-DL-C	Highway	Comply	5.500 - 11.000
AC-surf-DL-IB	Industrial	Comply	5.500 - 11.000

AC 16 Base

4-point-bending: Stiffness		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
MPa	10246	See below	
Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of Road	Ranking	Min. - Max.
□	□	□	□
AC-base-OL-A	Bicycle	Comply	4.500 - 11.000
AC-base-OL-B	Urban	Comply	5.500 - 14.000
AC-base-OL-C	Highway	Comply	7.000 - 14.000
AC-base-OL-IB	Industrial	Comply	7.000 - 14.000

Vermoeiingsonderzoek met 4-puntsbuig en RAW Eisen

AC 11 Surf

4-Point-Bending: Fatigue		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
ε ₆	151	See below	
Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of road	Ranking	Minimum
AC-surf-DL-A	Bicycle	Comply	130
AC-surf-DL-B	Urban	Comply	115
AC-surf-DL-C	Highway	Comply	100
AC-surf-DL-IB	Industrial	Comply	100

AC 16 Base

4-Point-Bending: Fatigue		Requirements	
Property	Value	According to RAW Standaard 2015	
ε ₆	121	See below	
Requirements according to Dutch Standaard 2015			
Mixture	Type of Road	Ranking	Minimum
AC-base-OL-A	Bicycle	Comply	100
AC-base-OL-B	Urban	Comply	80
AC-base-OL-C	Highway	Comply	90
AC-base-OL-IB	Industrial	Comply	90

Conclusies Type Testing onderzoeken op AC 11 Surf en AC 16 Base

Beide asfaltmengsels voldoen ruimschoots aan de gestelde eisen conform de RAW Standaard 2015 en wel op alle aspecten.

Ook de gevoeligheid voor permanente vervorming blijkt ruimschoots te voldoen en tegelijkertijd ook het vermoeiingsgedrag. Dit bewijst dat ook het 'black rock' bitumen weer gereactiveerd is en vol bijdraagt aan de gewenste prestatie.

Anova 1817 weet het 'black rock' bitumen uit het ZOAB freesmateriaal zodanig te herstellen dat er geen verlies van eigenschappen optreedt.

Anova 1817 maakt het opnieuw hergebruiken van hoogwaardige aggregaten in de toplaag mogelijk.

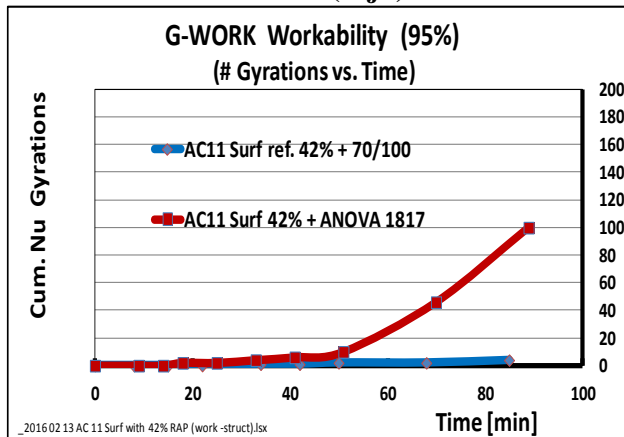
Verwerkbaarheid

Zonder goede verwerkbaarheidseigenschappen kan geen goed functionerende verharding worden gelegd. Dit aspect is onderzocht met de in 2015 ontwikkelde G-WORK methode.

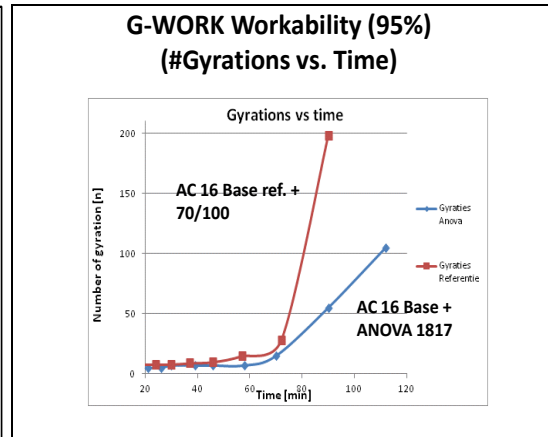
Hierbij wordt de in Nederland verplicht te gebruiken gyrator-verdichter op een iets gewijzigde wijze gebruikt om zowel Verwerkbaarheid maar ook Verstijven (Besterven) van asfaltmengsels kwantitatief te kunnen meten. Deze G-Work methode is beschreven in paper 001 van de CROW Infradagen 2016.

G-WORK: VERWERKBAARHEID (Verdichting)

AC 11 Surf Gemeten f(Tijd)

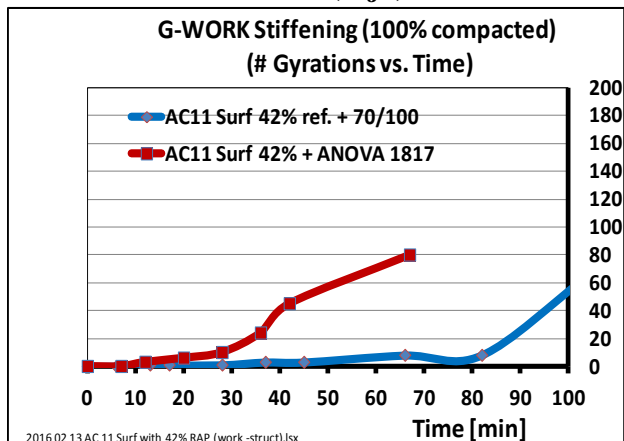


AC 16 Base

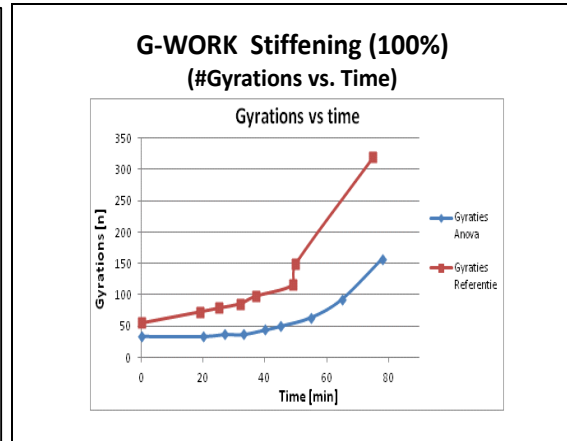


G-WORK: BESTERVEN (Verstijving)

AC 11 Surf Gemeten f(Tijd)



AC 16 Base



De AC 16 Base vertoont een duidelijk toegenomen verwerkbaarheid en verdichtbaarheid. Het AC 11 Surf mengsel gedraagt zich afwijkend en het gedraagt zich zelfs stijver zodra Anova 1817 wordt toegevoegd..

In beide gevallen blijkt dat het referentiemengsel, met 70/100 of 40/60 bitumen, niet of nauwelijks reageert op de aanwezigheid van een hoog percentage hergebruikasfalt. De conclusie is dat Anova 1817 het sterk verouderde bitumen activeert en dat er wijzigingen in gedrag van het asfaltmengsel optreden.

Deze gedragswijzigingen zijn volgens ons als volgt te verklaren:

- AC Base mengsel is een mengsel 'arm' aan bitumen, AC 11 Surf is een mengsel 'rijk' aan bitumen.
- Hoe bitumenrijker, hoe makkelijker het verwerken en verdichten gaat
- Hoe 'magerder', hoe belangrijker de rol van de bitumeneigenschappen (en mastiekeigenschappen) zullen zijn op het mengselgedrag
- De Anova 1817 activeert in beide gevallen het sterk verouderde bitumen. Het effect op het bindmiddel hiervan is relatief het grootst bij de AC 16 Base. (arm mengsel en hoog hergebruik en weinig 'vers' bitumen)
(Bij het AC 16 Base mengsel wordt 0.84% vers bitumen 70/100 op totaal 4.3% gedoseerd. Het aandeel verouderd bitumen is dan ~75%).
Bij het AC 11 Surf mengsel wordt 3.8% vers bitumen 40/60 op totaal 6.0% gedoseerd. Het aandeel verouderd bitumen is in dit geval slechts ~37%).
- Het verouderde bitumen wordt door het 'verse' bitumen niet gereactiveerd en het sterk verouderd bitumen blijft de aggregaten omhullen met een harde ondoordringbare laag
- De Anova 1817 activeert het oude sterk verharde bitumen en hierdoor gaat het bitumen-vulstofmengsel - de mastiek - zich harder en stijver gedragen. Dit resulteert in een verstijving bij de AC 11 Surf en een enigszins verslechterde verwerkbaarheid.
- Het resultaat is dat de invloed op de verwerkbaarheid van de Anova 1817 in het deklaagmengsel relatief gering is en zeer sterk aanwezig is in het AC 16 Base mengsel.

De Type Testing en G-WORK resultaten in helicopter view

Aspect	Eenheid	AC 11 Surf met 42% RAP			AC 16 Base met 70% RAP		
		Anova 1817 0.15%	AKC database	Eis RAW 2015	Anova 1817 0.21%	AKC database	Eis RAW 2015
Watergevoeligheid (ITSR)	ITSR [%]	98	80 - 85	≥80	93	80-85	≥80
Permanente vervorming	[mm/m/cycle]	0.23			0.13	0.2 - 0.4	≤0.2
Stijfheid (E)	[MPa]	5573		3600-11000	10246	8000 - 12000	7000-11000
Vermoeiing, Σ6	[µm]	151		100 - 130	121	90-105	≥90
Healing, shiftfactor	-			4.0	3.5	1.8	Max.4.0
Verwerkbaarheid	G-WORK test	Niet verbeterd			Aanzienlijk verbeterd		

Naschrift

Deze G-WORK methode is nog in ontwikkeling en is nog niet uitgekristalliseerd. Daar het gebruik maakt van de al aanwezige gyrator apparatuur is introductie geen probleem in Nederland.

First publications:

- CROW Infradagen 22,23 June 2016. Congrescentrum Papendal Arnhem (NL)
Re-activeren van sterk verouderd bitumen met Cargill Anova 1817 Paper nr. 013. (Goos, Moolenaar- Cargill, Landa - AKC)
- CROW Infradagen 22,23 June 2016. Congrescentrum Papendal Arnhem (NL)
G-WORK methode - Verstijven en Verwerkbaarheid van asfalt. Paper nr. 001. (Goos, Ölkens - Sasol Wax, Landa - AKC)
- CROW Infradagen 22,23 June 2016. Congrescentrum Papendal Arnhem (NL)
Reactivation vs. Softening - Use of a Novel Bio-based Reactivator Paper 101. (Tabatabaee, Kurth - Moolenaar - Cargill)