

Toepassing van de Family Approach met een nieuwe fabrieksmatige vulstof

Bert Gaarkeuken
BAM Infra Asphalt

Milliyon Woldekidan
BAM Infra Asphalt

Samenvatting

Een asphaltproducent is zeer terughoudend in het veranderen van zijn grondstoffen. Met name veranderingen van zwakke vulstoffen die worden toegepast in base-, surf en bindmengsels resulteren voor asphaltmolens tot hoge kosten. De producent zal zekerheid willen hebben over het functionele gedrag van de vulstof in het asphaltmengsel. Bovendien zal bij verandering van vulstof een dure en tijdrovende nieuwe type test moeten worden uitgevoerd tenzij wordt voldaan aan de eisen zoals omschreven in proef 62, artikel 1, sub d van de Standaard RAW Bepalingen 2015. Verandering van vulstof betekent voor de asphaltproducent veelal dat een grote hoeveelheid nieuwe Type Testen moeten worden uitgevoerd. Resultaat is dat bestaande vulstoffen niet van recept kunnen veranderen en/of nieuwe vulstofleveranciers problemen hebben om hun vulstoffen verkocht te krijgen. Om dit te voorkomen/beperken, heeft BAM Infra Asphalt een gelijkwaardigheidsonderzoek ontwikkeld om de “family approach” uit de NEN-EN 13108-20 (productgroepen) te kunnen toepassen. Het gelijkwaardigheidsonderzoek is gebaseerd op een bestaand mengsel met relatief veel vulstof (surfmengsel zonder PR) waarvan de zwakke vulstof is vervangen door de nieuw toe te passen vulstof. Voor het gelijkwaardigheidsonderzoek is gekozen voor de functionele route. Allereerst wordt gelijkwaardigheidsonderzoek op mastiekniveau uitgevoerd met behulp van de DSR (stijfheid, vermoeiing en vervorming). Het onderzoek wordt daarna opgeschaald naar asphaltniveau door middel van een Type Test. Op basis van de resultaten kan een uitspraak worden gedaan over de gelijkwaardigheid van de vulstoffen.

Steekwoorden

Zwakke vulstof, family approach, DSR, type test.

1. Inleiding

Wanneer een asfaltproducent een van zijn toeslagmaterialen verandert, staan in paragraaf 4.2.2 van de NEN-EN 13108-20 de voorwaarden waarbij een bestaande type onderzoek van een asfaltmengsel geldig blijft met toepassing van het nieuwe toeslagmateriaal. Hierin staan specifieke eisen voor grof en fijn toeslagmateriaal en voor vulstof. Deze eisen zijn nader gespecificeerd in proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2015. Wordt niet aan deze eisen voldaan, betekent het dat met de verandering van steenslag, zand, vulstof of PR een nieuwe Type Test voor het betreffende asfaltmengsel moet worden uitgevoerd. Eén volledige Type Test voor een zandskeletmengsel kost rond de € 12.000,- en heeft een doorlooptijd van 4-6 weken wat asfaltproducenten er van weerhoudt om gedurende de geldigheid van de Type Test(en) van grondstoffen te veranderen, zelfs als de betreffende grondstoffen significant goedkoper, beter, milieuvriendelijker, ... zijn. Het vormt een belemmering voor bijvoorbeeld vulstofleveranciers om hun vulstoffen te veranderen en/of te verbeteren en vormt voor nieuwe leveranciers een belemmering om hun vulstoffen op de markt te kunnen verkopen. De hoge kosten voor de Type Testen staan ontwikkelingen in de weg.

Vulstoffen worden als gelijkwaardig beschouwd als wordt voldaan aan de eisen die in proef 62 uit de Standaard RAW Bepalingen 2015 staan. Dit zijn eisen aan o.a. Bitumengetal, Holle Ruimte, dichtheid, gehalte aan calciumcarbonaat en calciumhydroxide. Wordt niet aan deze eisen voldaan, is een nieuwe type test conform de normen noodzakelijk.

Deze paper behandelt een onderzoek naar de toepassingsmogelijkheid van productgroepen conform hoofdstuk 6 uit de NEN-EN 13018-1 Bitumineuze mengsels – Materiaalspecificaties Asfaltbeton. Over productgroepen wordt in de betreffende norm geschreven:

“Ten behoeve van het typeonderzoek mag het asfaltbeton in productgroepen worden ingedeeld, zoals beschreven in EN 13108-20, indien alle mengsels in de groep over de gekozen eigenschap of eigenschappen beschikken”

Er wordt hierin verwezen naar de aanpak met productgroepen die is omschreven in EN 13108-20. In deze norm staat:

“Als de aanpak met productgroepen wordt gevolgd, indien de productnormen dit toelaten, moet dit worden beperkt tot de samenhang tussen vergelijkbare volumetrische mengselbeschrijvingen die met uitzondering van de ‘bitumen grade’ identiek zijn. In dat geval kan worden aangenomen dat hardere soorten bitumen ten minste dezelfde weerstand tegen vervorming en stijfheid hebben als zachtere soorten. Ook kan worden aangenomen dat alleen een verandering van de ‘bitumen grade’ van het bindmiddel geen invloed heeft op de doorlatendheid van zeer open asfaltbeton”.

De aanpak met productgroepen (ook wel “Family Approach” genoemd) is in de EN 13108-20 dus gelimiteerd tot asfaltmengsels met volumetrisch dezelfde samenstelling, maar met een andere bitumen grade. Toepassing van bitumen 40/60 in plaats van bitumen 70/100 zal bij gelijke volumetrische samenstelling resulteren in een stijver mengsel met een hogere vervormingsweerstand (kleinere f_c). Het mengsel met de hardere bitumen mag daarmee dezelfde categorie voor stijfheid en vervorming worden toegerekend zonder het stijfheids- en vervormingsonderzoek uit te voeren.

De toepassing van de Family Approach is gebaseerd op kennis van het gedrag van toeslagmaterialen in een asfaltmengsel. Toepassing van een harder bitumen zal evident leiden tot een stijver mengsel dat minder gevoelig is voor spoorvorming. Vergelijkbare kennis is niet

aanwezig van vulstoffen. Uitspraken over minimale gelijkwaardigheid van functioneel gedrag van asfalt kunnen bij verandering van vulstoffen niet worden gemaakt. Een belangrijke oorzaak van dit probleem is dat vulstoffen niet op basis van functioneel gedrag worden gespecificeerd maar op basis van empirische specificaties (zoals bitumengetal, Holle Ruimte Rigden, korrelverdeling, dichtheid en gehalte aan Calciumcarbonaat en Calciumhydroxide). BAM Infra Asfalt acht de kans zeer reëel dat vulstoffen die niet gelijkwaardig zijn op basis van de eisen uit proef 62 van de Standaard RAW Bepalingen 2015 nog wel voor tot een minimaal gelijkwaardig gedrag in asfaltmengsel kunnen leiden. BAM Infra Asfalt stelt voor om gelijkwaardigheid van vulstoffen te baseren op functionele onderzoeken op mortels en/of mastieken. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van in het kader van LOT ontwikkelde mastiekproeven met de Dynamic Shear Rheometer (DSR). In onderhavige paper wordt de systematiek nader uitgewerkt voor een gelijkwaardigheid van 2 zwakke vulstoffen die conform proef 62 uit de Standaard RAW Bepalingen 2015 niet als gelijkwaardig mogen worden beschouwd. Het gelijkwaardigheidsonderzoek is gebaseerd op een AC 11 surf mengsel waarin geen PR wordt toegepast.

2. Vulstoffen in asfaltmengsels

Vulstof is de fractie van het mineraal aggregaat kleiner dan 0,063 mm. Het vulstofgehalte in een asfaltmengsel bestaat uit productiestof en uit fabrieksvulstof. Vulstof geeft stabiliteit aan een asfaltmengsel tijdens verwerking en in de gebruikersfase. Ondanks het geringe massapercentage (vul)stof dat in asfaltmengsels wordt toegepast, heeft het toch een grote invloed op het mengsel. Vulstoffen hebben een zeer groot specifiek oppervlak waardoor het asfalt voldoende bitumen kan bevatten om weerstand te bieden tegen vermoeiing met handhaving van voldoende stabiliteit (1). Door de toepassing van ongewassen stenen, door de toevoeging van grote percentages asfaltgranulaat en door het toevoegen van productiestof is bij zandskeletmengsels het percentage toe te voegen fabrieksvulstof afgenomen. Eigenschappen van niet fabrieksmatige vulstoffen kunnen sterk fluctueren.

Over het algemeen is de massaverhouding bitumen-vulstof in een asfaltmengsels ongeveer 1 : 1. Asfaltmengsels met meer bitumen hebben een grotere stoffractie en omgekeerd. De dichtheid van vulstof is ongeveer 2,5 keer groter dan bitumen wat resulteert in een aanzienlijk groter volumepercentage bitumen dan vulstof in een asfaltmengsel. De vulstof wordt volledig omhuld door de bitumen en vormt samen met de bitumen de mortel. De mastiek van een asfaltmengsel bestaat uit de mortel plus de zandfractie. Wanneer 2 asfaltmengsels met gelijke volumetrische samenstelling (dus met gelijke toeslagmaterialen en gelijk korrelskelet), maar met toepassing van verschillende fabrieksmatige vulstoffen met elkaar worden vergeleken, kan het verschil in functioneel gedrag van de asfaltmengsels alleen maar worden verklaard uit het gedrag van de mastiek. Met andere woorden: door vergelijking van de stijfheid (mastercurve), vermoeiingseigenschappen en vervormingseigenschappen van de mastieken kan een voorspelling worden gedaan over de minimale gelijkwaardigheid van het functioneel gedrag van de asfaltmengsels. De mastercurve, vermoeiingseigenschappen en vervormingsieigenschappen van mastiek kunnen worden bepaald met behulp van de DSR. Watergevoeligheid wordt ook beïnvloed door de interactie mastiek-steen en zal conform NEN-EN 12697-12 moeten worden bepaald op asfaltcilinders.

3. Onderzoeken van gelijkwaardigheid van 2 vulstoffen voor zandskeletmengsel

Uitgangspunt van het gelijkwaardigheidsonderzoek is een type test van een asfaltmengsel zonder PR met een zwakke vulstof (de referentievulstof). Geadviseerd wordt om hiervoor een surfmengsel te gebruiken omdat daarin het percentage fabrieksmatige vulstof het hoogst is. De volumetrische samenstelling van dit asfaltmengsel dient als basis. De dichtheid van de nieuwe vulstof kan afwijken van de referentievulstof. Met een gelijke volumetrische samenstelling zal het asfaltmengsel met deze nieuwe vulstof dus op basis van ingewogen massapercentages iets kunnen afwijken van de referentie. Dit geldt natuurlijk zowel voor de asfalt-, als de mastieksamenstelling. Functionele gelijkwaardigheid wordt aangetoond door de volgende onderzoeken op de volumetrisch gelijkwaardig samengestelde mastiek en het asfalt (met toepassing van de referentievulstof en de nieuwe vulstof) uit te voeren.

	mastiek	Asfalt
Stijfheid	DSR Frequency sweep (G^* @ 0,1 tot 50 Hz, -10 tot 50°C)	
Vermoeiing	DSR vermoeiing (ϵ_6 @ 30 Hz, 20°C)	
Vervorming	DSR Creep Recovery (f_c @ 50°C)	
Watergevoeligheid		Conform proef 62

Dit onderzoek is uitgevoerd op een mengsel AC 11 surf 40/60. De zwakke vulstof die hierin wordt toegepast (referentievulstof) wordt vervangen door een nieuwe vulstof. De vulstofproducten zijn geanonimiseerd en weergegeven als referentievulstof en nieuwe vulstof.

2.1 Stijfheid

Van de mastiek (asfaltmengsel materiaal < 2 mm) worden mastiekkolommetjes gemaakt conform de methode LOT (2). De kolommetjes hebben een hoogte van 20 mm en worden aan de uiteinden omhuld door stalen ringen met een hoogte van 4 mm. Over de middelste 10 mm hebben de kolommetjes een diameter van 6 mm (zie figuur 1). Tijdens een DSR-test wordt een sinusvormige schuifspanning (τ) opgelegd. De opgelegde schuifspanning en de rotatievervorming (en daarmee de schuifrek γ) van het proefstuk worden gemeten en de fasehoek (φ) wordt berekend. De stijfheidsproeven worden uitgevoerd bij een temperatuur van -10°C tot +50°C en een frequentie van 0,1 Hz tot 50 Hz. Met behulp van de WLF-relatie wordt een mastercurve bepaald. In figuur 1 is het resultaat van de frequency sweep in de vorm van een mastercurve bij 20°C weergegeven voor de G^* en de fasehoek. De stijfheid van een asfaltmengsel wordt conform NEN-EN 13108-20 bepaald en conform Standaard RAW Bepalingen 2015, Tabel 81.2.7 gecategoriseerd bij 20°C en 8 Hz. In figuur 1 is te zien dat de stijfheden bij deze frequentie vergelijkbaar zijn. Bij lage frequenties (en/of hoge temperaturen) is de stijfheid met toepassing van de nieuwe vulstof lager en de fasehoek groter dan met toepassing van de referentievulstof. Mogelijk dat dit gevolgen heeft voor de vervormingsgevoeligheid.

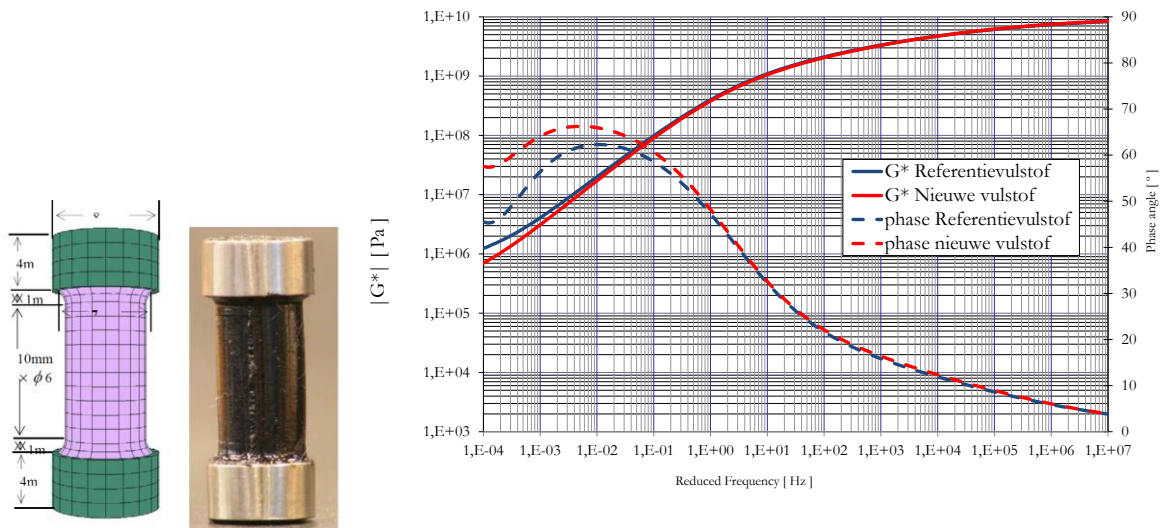


Fig. 1 afmetingen mastiekkolommetjes en resultaten mastercurve @ 20°C

2.2 Vermoeiing

De vermoeiingseigenschappen worden bepaald op dezelfde mastiekkolommetjes. De proeven worden uitgevoerd bij 20°C en een frequentie van 30 Hz. De interpretatie van de resultaten gebeurt op dezelfde manier als omschreven in het LOT-onderzoek (2) en is gebaseerd op energiedissipatie. In figuur 2 zijn de resultaten van het vermoeiingsonderzoek weergegeven. Op basis van de resultaten wordt geconcludeerd dat de nieuwe vulstof iets beter presteert. De resultaten zijn gebaseerd op 4 proefresultaten per mastiek uitgevoerd bij een rek van respectievelijk 0,05 en 0,1%.

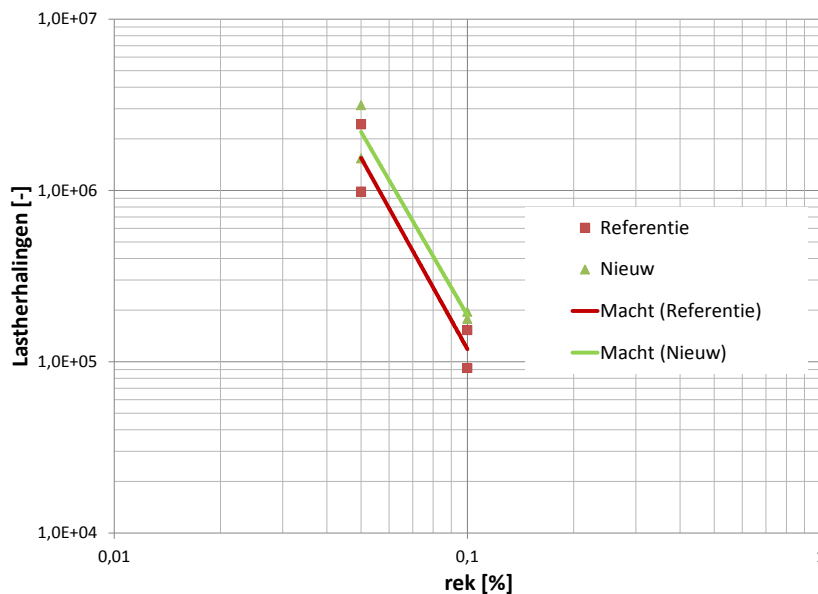


Fig. 2 Resultaten vermoeiingsonderzoek @ 20°C

2.3 Vervorming

Ook voor de bepaling van de vervormingseigenschappen worden dezelfde mastiekkolommetjes gebruikt. Door een herhaalde spannings-herstelproef (kruipproef) wordt een uitspraak gedaan over de vervormingsgevoeligheid van de mastiek. Als basis is gebruik gemaakt van de Creep Recovery test (ASTM D7405). Deze proef wordt uitgevoerd in parallel

plate mode en is bedoeld voor onderzoek op bitumina en mortels. Gedurende 1 seconde wordt een schuifspanning van 300 Pa opgelegd, waarna het proefstuk voor 9 seconden met rust wordt gelaten. Dit wordt 15 keer herhaald. Het verloop van de vervormingen wordt gemeten. De Creep Recovery Test wordt normaal gebruikt om het visco-elastisch gedrag (bv de Burgers Parameters) te bepalen. De proef is vergelijkbaar met de triaxiaalproef waarin ook een herhaalde spanning wordt opgelegd en de vervorming wordt gemeten. In de triaxiaalproef worden 10.000 lastherhalingen opgelegd. Na ca. 4.000 lastherhalingen is de relatie opgelegd aantal lastherhalingen versus opgetreden rek een rechte lijn. De helling van de vervormingslijn geeft de vervormingsweerstand f_c ($\mu\text{m}/\text{m}/\text{s}$) van het asfaltmengsel. De Creep Recovery test wordt uitgevoerd bij dezelfde temperatuur als de triaxiaalproef (50°C). Toch zijn er een aantal relevante verschillen met de triaxiaalproef. Om de DSR Creep Recovery Test toepasbaar te maken voor een vergelijk van de vervormingsweerstand op mastiekniveau met de vervormingsweerstand op asfaltniveau (triaxiaalproef) behoeft proefnorm ASTM D7405 een aantal aanpassingen:

1. In de triaxiaalproef wordt een normaalspanning (haversine) van maximaal 0,45 MPa opgelegd met een opsluitspanning van 0,05 MPa. Dit zijn uitwendige spanningscondities die worden opgelegd op het asfaltproefstuk. Betreffende spanningen zijn macrospanningen. Door de inhomogene spanningsverdeling in het asfalt (steentjes zijn veel stijver dan mastiek) zal de spanningsverdeling op microniveau (mastiekniveau) inhomogeen zijn. Spanningen in de mastiek kunnen enkele factoren hoger (en lager) zijn dan de opgelegde spanningen op macroniveau. De schuifspanning van 300 Pa in de ASTM D7405 is veel te laag en moet worden verhoogd naar vergelijkbare spanningscondities als in de triaxiaalproef.
2. Het visco-elastisch gedrag van asfalt (en mastiek) kan goed worden benaderd met het Burgers Model (figuur 3) waarin een Maxwell Model (seriële veer en smoorpot) in serie is geschakeld met een Kelvin Model (parallele veer en smoorpot). De seriële smoorpot (η_m) representeert het vervormingsgedrag. Als het Kelvin Model iedere lastherhaling dezelfde uitslag geeft, is de helling van de vervormingslijn direct afhankelijk van het vervormingsgedrag (de seriële smoorpot). In een triaxiaalproef duurt het maar liefst 1000-4000 lastherhaling voordat het Kelvin Model een constante uitslag geeft en de vervorming afhankelijk van het aantal lastherhalingen een rechte lijn wordt. Dit is o.a. het gevolg van de relatief korte rustperiode van 0,6 sec. Bij een langere rustperiode zal het Kelvin Model sneller een constante uitslag geven. Voor onderhavige toepassing (de voorspelling van de vervormingsweerstand) zal in de Creep Recovery Test waarschijnlijk het aantal lastherhalingen moeten worden vergroot en/of de rustperiode moeten worden verlengd.

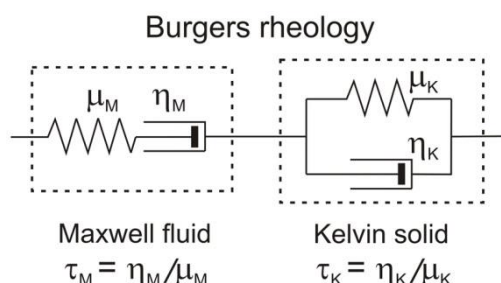


Fig. 3 Burgers Model

In eerste instantie is uitgegaan van 15 lastherhalingen en een rustperiode van 9 seconden, wat resulteerde in gemiddelde resultaten als weergegeven in figuur 4. Het verloop van de lijn doet vermoeden dat het Kelvin Model nog geen constante uitslag geeft.

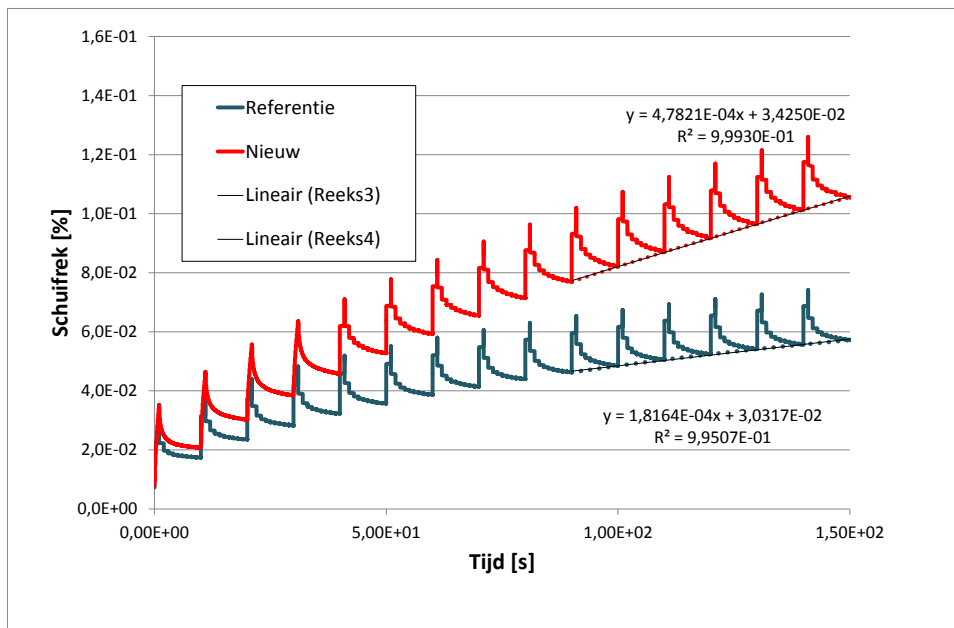


Fig. 4 Creep Recovery Test @ 50°C

De resultaten van de Creep Recovery test zijn nader beschouwd door de Strain Recovery te bepalen. Per lastherhaling kan de Strain Recovery (ϵ_r in %) worden bepaald uit:

$$\epsilon_r(N) = \frac{(\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\epsilon_1} \times 100\%$$

Waarin:

ϵ_1 : De opgetreden rek tijdens de belastingfase (1 sec) van belasting N;

ϵ_2 : De overgebleven rek na de ontlastingsfase (9 sec) van belasting N;

ϵ_r : Strain Recovery (%). Het percentage van de opgetreden rek in de belastingfase die in de ontlastingsfase weer is teruggekeerd. Bij een ϵ_r van 100% is geen resterende (visceuze) vervorming ten gevolge van belasting N meer aanwezig.

In figuur 5 is de strain recovery (ϵ_r) tijdens de opgelegde 15 lastherhalingen weergegeven en geëxtrapoleerd. Als het Kelvin Model per lastherhaling een constante uitslag geeft, is de strain recovery constant en geeft een horizontale lijn. Uit figuur 5 blijkt dat de strain recovery over de laatste 6 lastherhalingen zeker niet constant is. De rusttijd van 9 seconden is niet afdoende geweest.

BAM Infra Asphalt is in het eerste deel van 2016 nog bezig met het fine-tunen van de Creep Recovery Test waarbij belastingniveau, aantal lastherhalingen en rusttijd dusdanig worden gekozen afgestemd dat de triaxiaalproef zo goed mogelijk wordt gesimuleerd en waarbij de Strain Recovery over de laatste lastherhalingen (waarin de helling wordt bepaald) constant is. De helling van de vervormingslijn over deze laatste lastherhalingen kan dan worden gerapporteerd. De resultaten zullen op de Infradagen 2016 worden besproken.

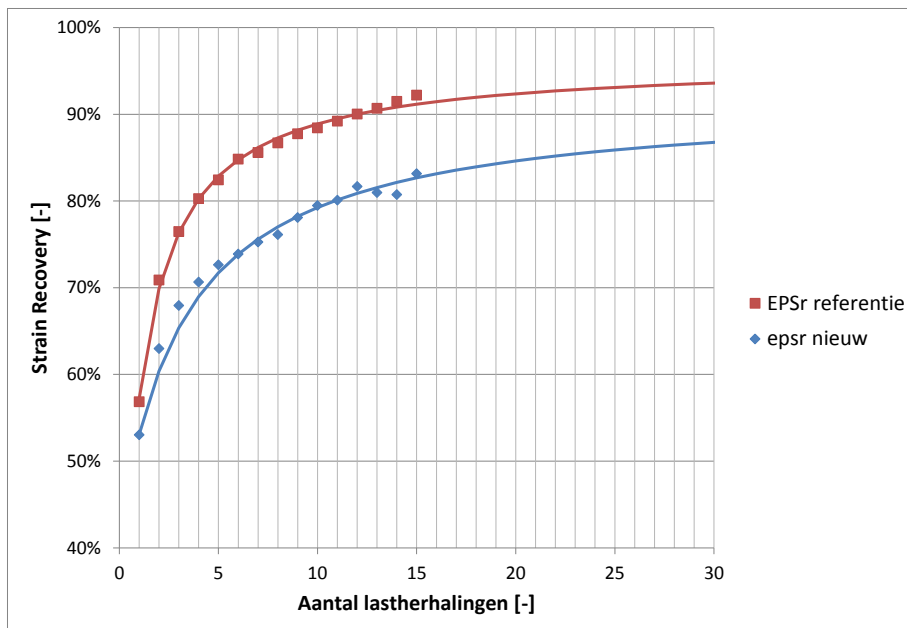


Fig. 5 Strain recovery van de mastiek

2.4 Type Test Asfaltmengsel

De resultaten zijn geverifieerd door een type test op het asfaltmengsel met de nieuwe vulstof uit te voeren en deze te vergelijken met de bestaande type test van het bestaande mengsel. Behalve de invloed op de stijfheid, vermoeiing en vervorming wordt dan meteen ook de invloed op de watergevoeligheid meegenomen. De vergelijking van de resultaten is weergegeven in onderstaande tabel. Uit de resultaten blijkt dat de watergevoeligheid met de nieuwe vulstof minimaal gelijkwaardig is. Ook de vermoeiingseigenschappen zijn minimaal gelijkwaardig.

	AC 11 surf 40/60 (Referentie)	AC 11 surf 40/60 (nieuw)
Holle ruimte [%V/V]	3,2	3,7
Stijfheid (20°C, 8 Hz) [MPa]	8107	7184
Vermoeiing (ϵ_6) [$\mu\text{m}/\text{m}$]	116	118
Vervorming (fc) [$\mu\text{m}/\text{m}/\text{m}$]	0,45	0,14
Watergevoeligheid ITSR [%]	92	98

De grote afwijkingen treden op in de stijfheid en de vervorming. Uit figuur 1 blijkt dat de mastercurve van de mastiek over een groot frequentiebereik vergelijkbaar is. Toch zit er een significant verschil in de asfaltstijfheid van de mengsels. Gerealiseerd moet worden dat de mastercurve in figuur 1 op logaritmische schaal is weergegeven. In figuur 6 is de mastercurve van de mastiek uit figuur 1 over het frequentiebereik 1-10 Hz uitvergroot met een lineaire schaal voor G^* op de verticale as. Bij een frequentie van 8 Hz blijkt de G^* van de referentiemastiek 4-5% groter te zijn dan de mastiek met de nieuwe vulstof. Het verschil in asfaltstijfheid is dus verklaarbaar uit de resultaten van de mastiek. Toepassing van een mastercurve als vergelijkingsmateriaal vraagt om het inzoomen van de resultaten rond 8 Hz. Opgemerkt wordt dat met name de stijfheid ook afhankelijk is van de dichtheid proefstuk (en holle ruimte). De in de tabel weergegeven holle ruimte is bepaald conform proef 62 op gyratorproefstukken, maar ook de 4-puntsbuigbalkjes laten een vergelijkbaar verschil in

dichtheid zien. Een beperkt deel van het stijfheidsverschil kan dus worden verklaard uit een verschil in dichtheid holle ruimte tussen de mengsels. Het overige verschil in stijfheid is evident het gevolg van afwijkende mastiekstijfheden die ook in het mastiekonderzoek (figuur 6) zijn geconstateerd.

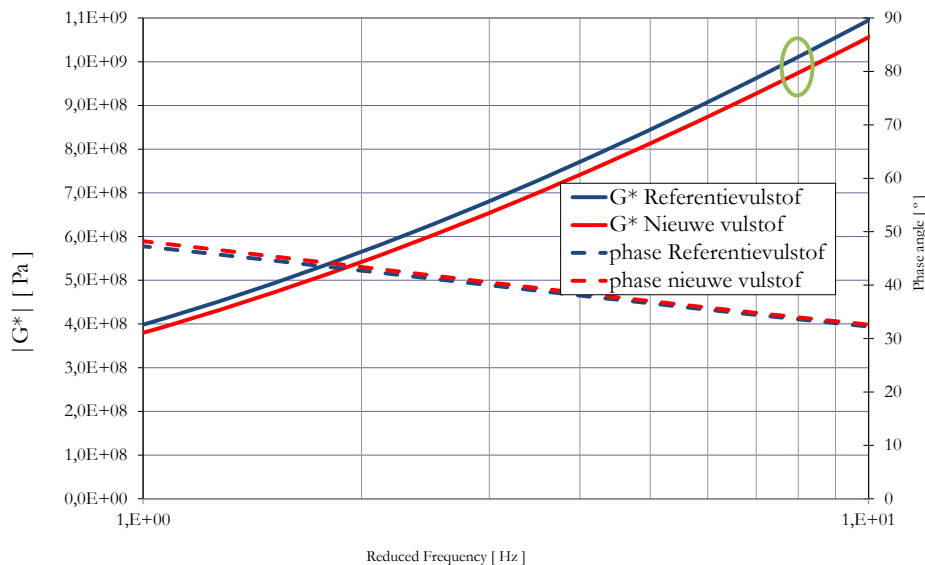


Fig. 6 Mastercurve van de mastiek @ 20°C

De vervormingseigenschappen van het asfalt met de nieuwe vulstof zijn significant beter dan van het asfalt met de referentievulstof. Aanpassing van de condities van de Creep Recovery Test moeten aantonen dat deze resultaten zijn te verklaren met een Creep Recovery Test op de mastiek. Medio 2016 zullen de condities van de Creep Recovery Test worden aangepast en wordt het vergelijk op mastiekniveau onderzocht.

3. Conclusies

Doel van het mastiekonderzoek is om een uitspraak te doen over de invloed van de toepassing van een ander type vulstof in een asfaltmengsel op de functionele eigenschappen van het asfaltmengsel. De DSR blijkt een uitstekende tool om dit doel te vervullen. Voorwaarde is dat invloeden zijn gebaseerd op vergelijkend onderzoek tussen mengsels die volumetrisch hetzelfde zijn samengesteld.

De stijfheids- en vermoeiingsonderzoeken die in het kader van het LOT zijn ontwikkeld zijn toepasbaar om uitspraken te doen over het stijfheids- en vermoeiingsgedrag van asfalt.

Voorwaarde is dat bij het vergelijk van de mastercurves wordt ingezoomd op het frequentiegebied 1-10 Hz en de stijfheid op een lineaire schaal wordt geprojecteerd.

Voor de vervormingseigenschappen kan de Creep Recovery test die is omschreven in de ASTM D7405 worden toegepast, maar voor de toepassing vraagt de test een aanpassing. Het spanningsniveau in de mastiek moet vergelijkbaar zijn met de triaxiaalproef. Om het pure visceuze gedrag van de mastiek te meten, moet het Kelvin Model in een 'steady state' zijn gekomen. Dit vraagt om voldoende lastherhalingen en/of om een langere rustperiode.

Om de gelijkwaardigheid van vulstoffen te bepalen, zal aanvullend op het mastiekonderzoek nog een watergevoeligheidsonderzoek op het asfaltmengsel moeten worden uitgevoerd.

Aangetoond is dat de resultaten van het mastiekonderzoek uitstekende voorspelbaarheid geven over het gedrag van het asfaltmengsel. Heeft de mastiek een hogere stijfheid, dan heeft

het corresponderende asfaltmengsel dat ook e.o. Hetzelfde geldt voor de vermoeiingseigenschappen. Op basis van onderhavig mengselonderzoek en met toepassing van de family approach zou gebruik kunnen worden gemaakt van de vermoeiingseigenschappen en watergevoeligheid van het referentiemengsel en hoeft alleen de stijfheid en de vervormingsweerstand additioneel te worden bepaald.

Op de omschreven manier kan de invloed van de vulstoffen op de functionele eigenschappen van asfalt worden bepaald. Dezelfde testmethode kan ook worden gebruikt om de gelijkwaardigheid van bitumina aan te tonen.

Het mastiekonderzoek kan ook worden gebruikt om de gewenste functionele eigenschappen te fitten door kleine aanpassingen in de volumetrische samenstelling van de mastiek aan te brengen. Iets meer vulstof en iets minder zand (of omgekeerd) kan de functionele eigenschappen van de mastiek goed gefit krijgen met een referentie (figuur 7 en 8). Daarmee wordt wel een nieuwe variabele (namelijk de samenstelling) geïntroduceerd waardoor niet wordt voldaan aan de eisen voor toepassing van productgroepen uit de Europese Normen.

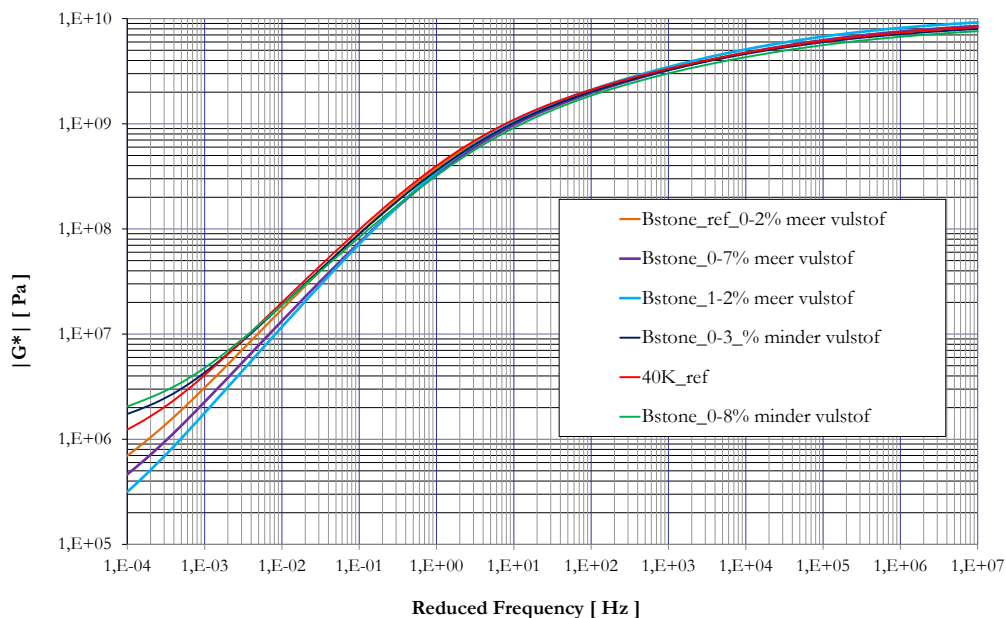


Fig. 7 Mastercurve afhankelijk van de vulstofgehalte (% m/m) in het asfaltmengsel

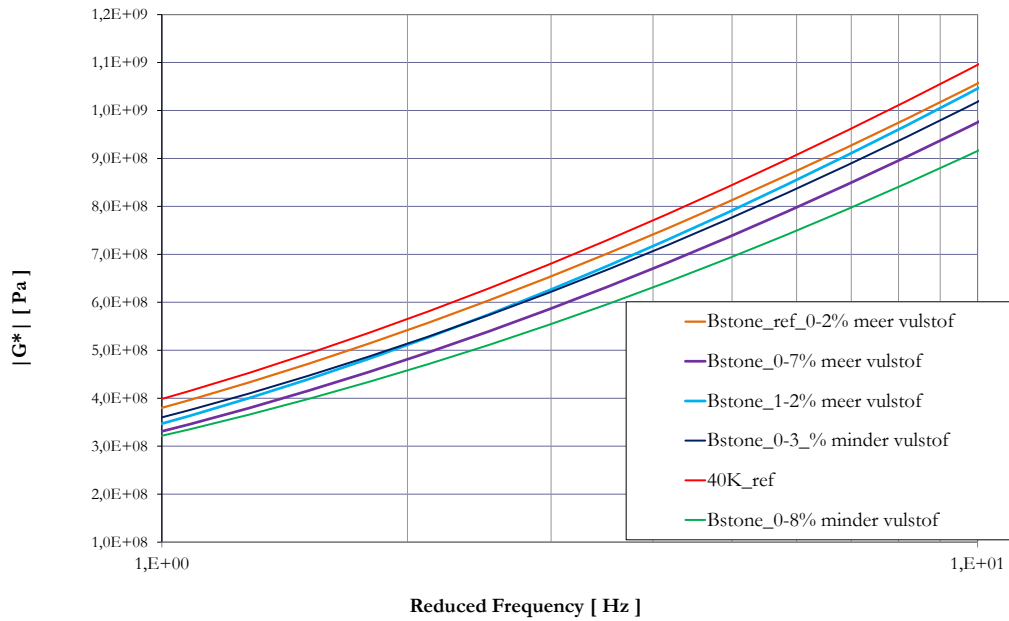


Fig. 8 Mastercurve over frequentiebereik 1-10 Hz

Referenties

1. Van der Ven, M, De Jong, E.; Vulstof is meer dan vulling; Blad Asfalt, Maart 2013;
2. Huurman, M.; Lifetime Optimisation Tool, LOT, Main Report, TU-Delft, Report 7-07-170-1, January 2008;