

Classificatie van asfaltmengsels met behulp van de RSAT proef

J.M. Hartjes
Breijn BV, Wegbouwkunde

J.L.M. Voskuilen
Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart

Samenvatting

Sinds 1998 wordt de RSAT proef ingezet om de weerstand van asfaltmengsels tegen rafeling en vervorming ten gevolge van een wringende kracht te bepalen. Sinds die tijd is een groot aantal asfaltmengsels beproefd. Op basis van alle proefresultaten is een analyse uitgevoerd van de gevonden waarden voor steenverlies en vervorming. Aan de hand van een statistische analyse kunnen eisen worden gesteld aan asfaltmengsels. Deze eisen kunnen uiteindelijk in een bestek worden opgenomen om de opdrachtgever een garantie te geven dat een hoogwaardig asfaltmengsel wordt toegepast. Ook kunnen RSAT resultaten worden gebruikt om de geschiktheid aan te tonen van alternatieve of innovatieve mengsels voor prestatiecontracten. Op deze wijze krijgt de opdrachtgever inzicht of de aangeboden mengsels minimaal eenzelfde rafelingsweerstand hebben als de standaard oplossingen. In deze paper zijn de eerste resultaten van de analyse opgenomen.

1. Inleiding

De afgelopen jaren is een sterke ontwikkeling gaande in de toepassing van nieuwe typen asfaltdeklagen. Met name functionele eigenschappen als geluidsreductie en beperking van splash en spray spelen hierbij een belangrijke rol. Door de optimalisatie van asfaltmengsels op basis van deze functionele eigenschappen wordt de duurzaamheid vaak negatief beïnvloed. Om de duurzaamheid te verhogen worden dan vaak (polymeer)gemodificeerde en hogere percentages bindmiddel toegepast. Omdat het meestal steenskeletmengsels betreft, zoals SMA, ZOAB en dunne geluidsreducerende deklagen is niet de spoorvorming, maar juist rafeling het maatgevende schadebeeld, welke de uiteindelijke levensduur van de deklaag bepaalt.



Figuur 1: RSAT proefopstelling

Om de duurzaamheid van asfaltmengsels te kunnen onderzoeken zijn diverse proeven voorhanden, echter om de weerstand tegen rafeling te bepalen is geen eenduidig voorgeschreven methode voorhanden, waarvoor ook voldoende referenties beschikbaar zijn. Zo heeft vergelijking van Cantabro-, splijt- en cyclische directe trekproef resultaten van ZOAB(+) proefvadmengsels van de ringweg A10 en A12 met visuele inspecties aangetoond, dat geen van deze proeven een voorspellend vermogen hebben voor rafeling [1].

De voorkeur gaat natuurlijk uit naar een fundamentele proef of proeven voor het voorspellen van de rafelingsweerstand gekoppeld aan een model. In het kader van het Innovatie Programma Geluid (IPG) is hiertoe het ambitieuze Lifetime Optimisation Tool (LOT) [4] ontwikkeld, maar omdat het nog enige tijd zal duren voordat het LOT is uitontwikkeld, gevalideerd en toepasbaar is, is de RSAT een goede empirische proef om de benodigde tijdspad te overbruggen.

De RSAT, Rotating Surface Abrasion Test, is een proefmethode, die steeds vaker wordt gebruikt om een uitspraak te kunnen doen van enerzijds de weerstand tegen rafeling en anderzijds de vervorming ten gevolge van een wringende belasting. Op basis van de beschikbare proefresultaten is het mogelijk een classificatie te maken voor verschillende typen asfaltmengsels.

Dat de RSAT proef wel een relatie heeft met het rafelingsgedrag in de praktijk, ondanks dat rafeling in de praktijk bij lage temperaturen pas optreedt nadat het bindmiddel is verouderd, het ZOAB langdurig in contact is geweest met water en verkeersbelasting heeft ondergaan volgt uit de twee voorbeelden. In [2] is gebleken dat ZOAB+ mengsels die een twee tot drie jaar langere levensduur hebben in vergelijking met standaard ZOAB in de RSAT ook een lager steenverlies hebben.

Ook in [3] is aangetoond dat Tweelaags ZOAB proefstukken, die geboord zijn op plaatsen waar bewust stopplaatsen zijn gecreëerd, slechtere RSAT resultaten hebben dan Tweelaags ZOAB proefstukken (zelfde mengsel) die geboord zijn op plaatsen waar een continu verwerkingsproces heeft plaats gevonden. Dit komt overeen met waarnemingen uit de praktijk, want het is bekend dat Tweelaags ZOAB op stopplaatsen eerder gaat rafelen. Beide gegeven voorbeelden geven vertrouwen dat de RSAT resultaten wel een relatie hebben met praktijkrafeling van asfalt.

2. De RSAT proef

De bestandheid tegen rafeling en vervorming door wringende krachten kan worden gemeten aan de hand van het massaverlies in de tijd en de ontwikkeling van de vervorming in de tijd, ontstaan door het continue laten passeren van een belast wiel onder een bepaalde hoek over het proefstuk. Daarbij wordt door het wiel een horizontale en een verticale belasting op het proefstuk uitgeoefend. Het proefvoorschrift is op te vragen bij info@breijn.nl

Bij de RSAT proef wordt de wringende belasting uitgeoefend door een massief rubberen wiel, dat verticaal wordt belast ($0,6 \text{ N/mm}^2$), net als bij de wielspoorproef, en onder een hoek van $33,7$ graden op het asfaltproefstuk is geplaatst. Zodoende ontstaan zowel horizontale als verticale wringende krachten op het proefstuk. Om te voorkomen dat het wiel de plaat steeds op hetzelfde punt belast wordt de plaat steeds horizontaal geroteerd. Hiertoe is de proefplaat op een as gemonteerd die slechts naar een richting kan bewegen. Omdat de band naast het middelpunt van de as beweegt, loopt het wiel bij de heengaande vrij en wordt bij de teruggaande beweging geblokkeerd waardoor er wring en schuifkrachten tussen band asfaltproefstuk ontstaan. De proefopstelling is in een geklimatiseerde geplaatst, zodat de proef onder geconditioneerde omstandigheden kan plaats vinden. De proef wordt altijd uitgevoerd met een nieuwe band.

De asfaltmengsels die in de RSAT proefopstelling kunnen worden onderzocht hebben een maximale nominale korreldiameter van 32 mm . Een RSAT-proefplaat heeft de vorm van een regelmatige achthoek. Om ook proefstukken uit de weg te kunnen onderzoeken is het ook mogelijk boorkernen $\varnothing 150 \text{ mm}$ in te lijmen in een RSAT-plaat. Het referentiemateriaal hiervoor is echter nog zeer beperkt.

Om de spreiding in de resultaten te kunnen bepalen worden altijd ten minste drie platen beproefd onder dezelfde omstandigheden. Een of twee extra platen kunnen bij grotere spreiding nog extra worden onderzocht.

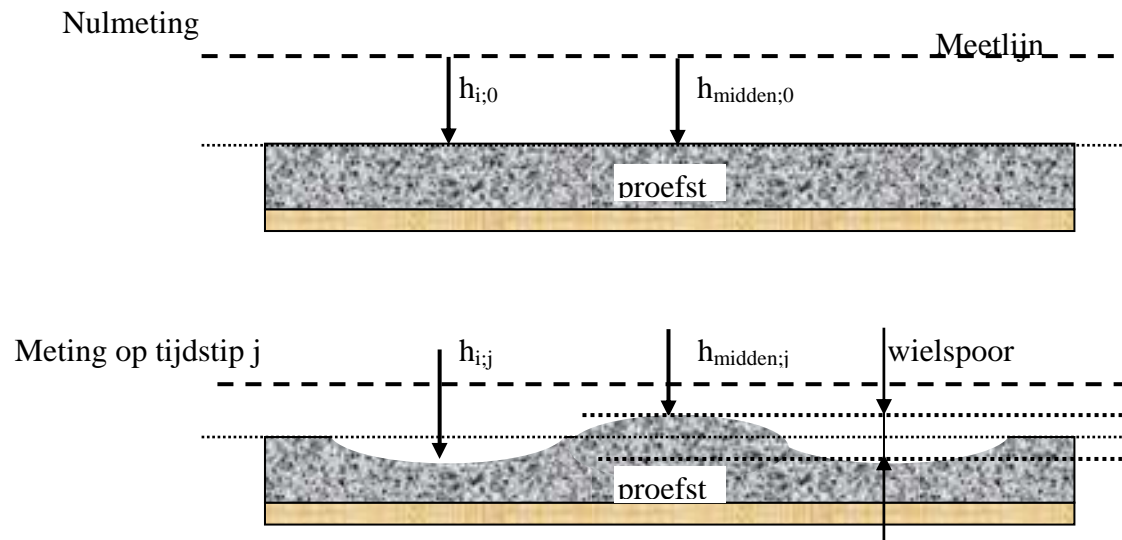


Figuur 2: RSAT-proefstuk

Elke proef start met een inlooperperiode met een minimale wielbelasting. Na de inlooperperiode wordt een wielast aangebracht van 35 kg. De beproeving duurt normaliter 24 uur waarin 86.600 belasting worden uitgevoerd.

Het steenverlies wordt gemeten door het losgeraakte materiaal met behulp van een stofzuiger af te zuigen. Na zieving op de 2 mm zeef wordt de massa van het losgeraakte materiaal bepaald. Door bepaling van het steenverlies op een aantal tijdstippen kan een relatie worden bepaald van het steenverlies gedurende de tijd. Dit is een maat voor de rafelingsweerstand van een asfaltmengsel.

De vervorming wordt bepaald door meting van de spoordiepte die ontstaat door de wringende belasting van het wiel (verschil tussen $h_{midden;j}$ en $h_{i;j}$).



Figuur 3: Spoordiepte RSAT plaat

3. Classificatie van asfaltmengsels op basis van de RSAT proef

Om eisen te kunnen stellen aan asfaltmengsels op basis van de RSAT-proef is het noodzakelijk om representatieve gegevens per asfalttype te verkrijgen. Daartoe zijn beschikbare gegevens uit het verleden verzameld en gebundeld. Op basis van de resultaten van uitgevoerd onderzoek kan de bandbreedte worden bepaald per mengseltype. Voor de volgende asfaltmengsels zijn de gegevens vergeleken:

- Dunne geluidsreducerende deklagen
- ZOAB 11
- ZOAB 16
- Dunne deklagen (SMA)

Voor ZOAB 16+ (duurzaam zeer open asfalt met 5,2% bitumen 70/100 “in” met vezels) zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om statistisch verantwoorde uitspraak te doen, maar omdat wel de relatie bekend is met de levensduur van gelijkwaardige mengsels in de praktijk, zal een indicatie worden gegeven voor de bandbreedte aan resultaten.

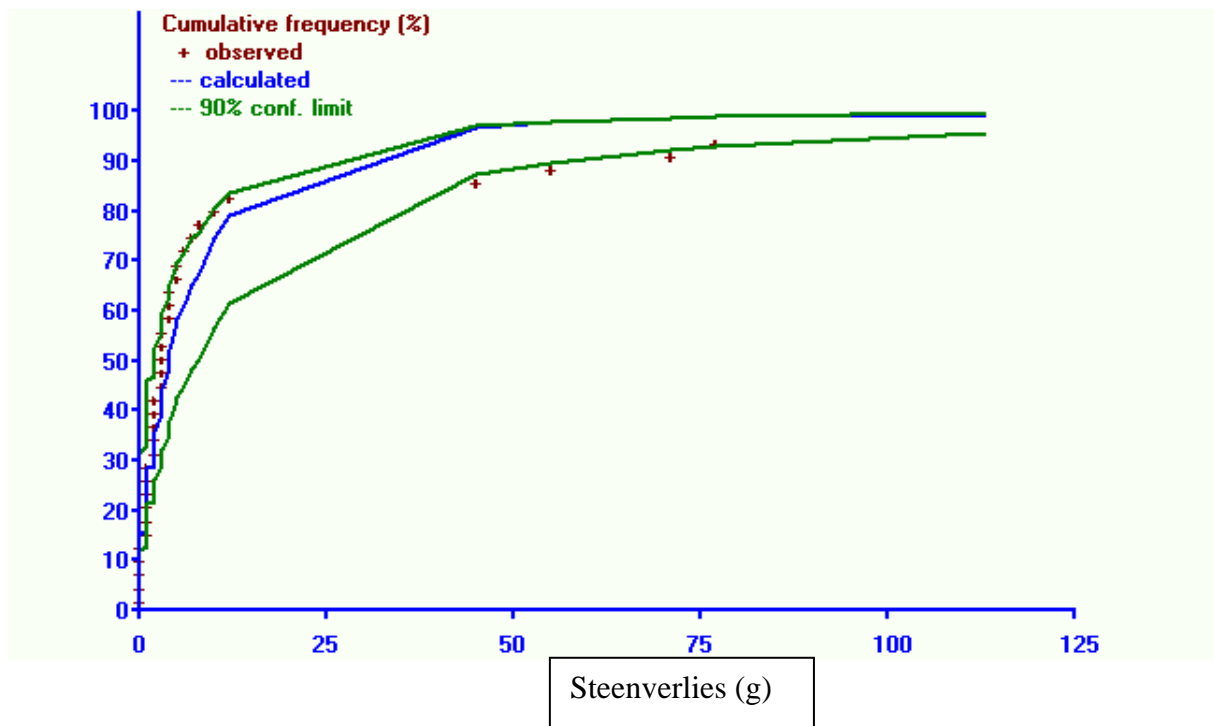
Voor 2-laags ZOAB zijn nog onvoldoende gegevens beschikbaar om een statistisch verantwoorde uitspraak te kunnen doen, zeker gezien de leeftijd van de onderzochte mengsels (hebben nog niet einde levensduur bereikt).

Door de resultaten van de verschillende proeven statistisch te verwerken kan voor zowel het steenverlies als de vervorming een frequentiediagram worden samengesteld.

Steenverlies

Op basis van alle in het verleden uitgevoerde proeven zijn de resultaten per asfalttype verzameld en statistisch verwerkt met behulp van het eenvoudige softwareprogramma CumFreqW. Met behulp van dit programma wordt op basis van een aantal ingevoerde

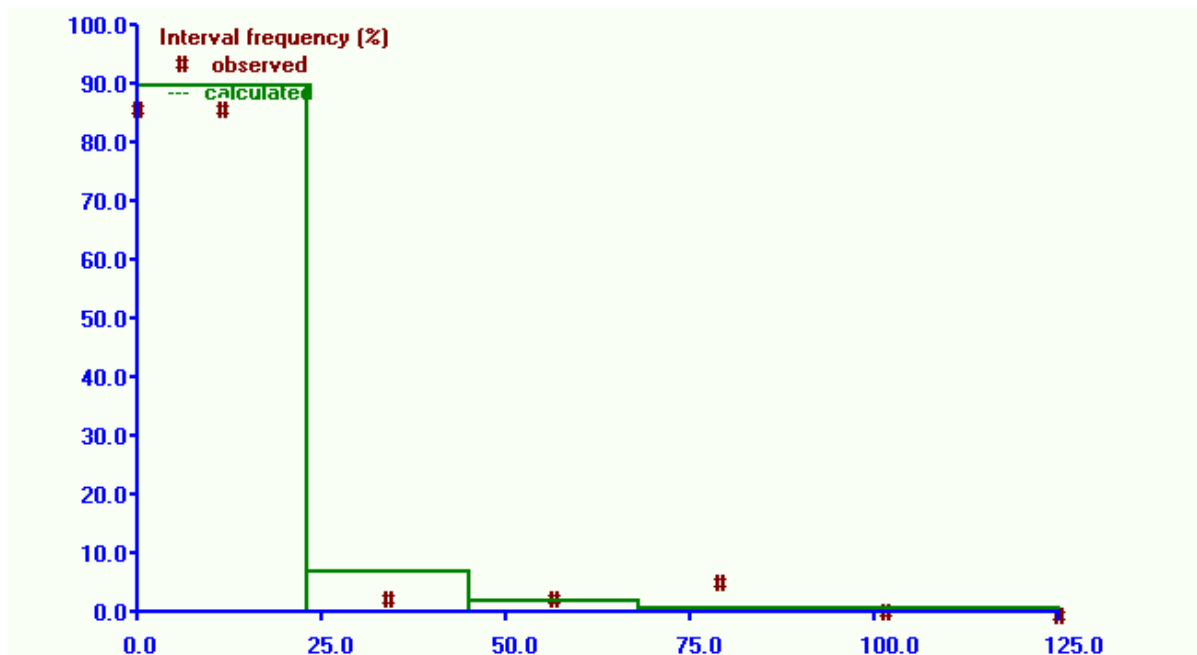
meetdata een frequentieverdeling bepaald en in een figuur of staafdiagram geplott. De resultaten van dunne geluidsreducerende deklagen worden op basis van het steenverlies weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Steenverlies dunne geluidsreducerende deklagen

Op de x-as is het steenverlies in gram opgenomen en op de y-as de statistische percentages op basis van de proefresultaten. Op basis van dit diagram kan worden geconcludeerd dat circa 85% van de beproefde RSAT-platen na 24 uur minder dan 25 gram steenverlies hebben vertoond. Slechts enkele uitschieters vertonen meer steenverlies.

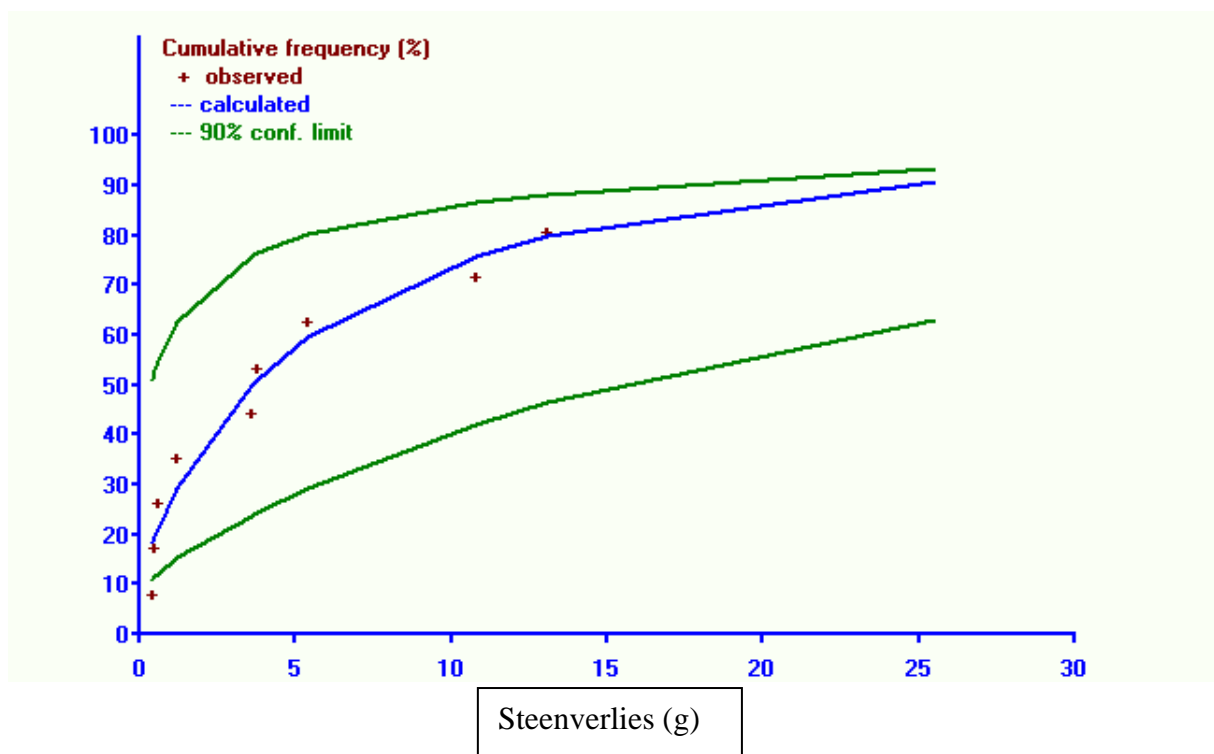
Het diagram uit figuur 3 kan worden omgezet naar een staafdiagram met klassenindeling.



Figuur 5: Stafdiagram kansverdeling steenverlies dunne geluidsreducerende deklagen

Omdat de grafiek in figuur 3 meer informatie geeft over de gemeten resultaten is niet voor elk asfalttype een stafdiagram opgenomen. Het stafdiagram is vooral nuttig indien een groot aantal meetgegevens beschikbaar is.

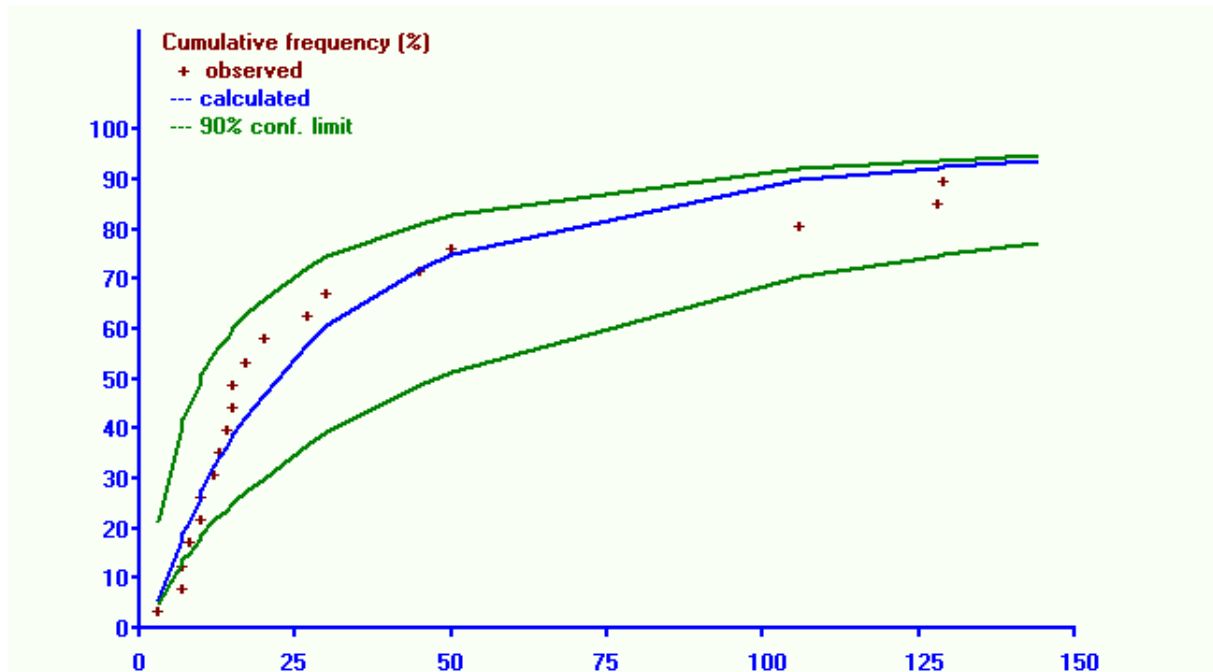
Indien de resultaten van de dunne geluidsreducerende deklagen worden vergeleken met de resultaten van een fijn gegradeerde ZOAB 11 is duidelijk te zien dat er verschillen optreden. Het spreidingsdiagram voor ZOAB 11 is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6: Steenverlies ZOAB 11

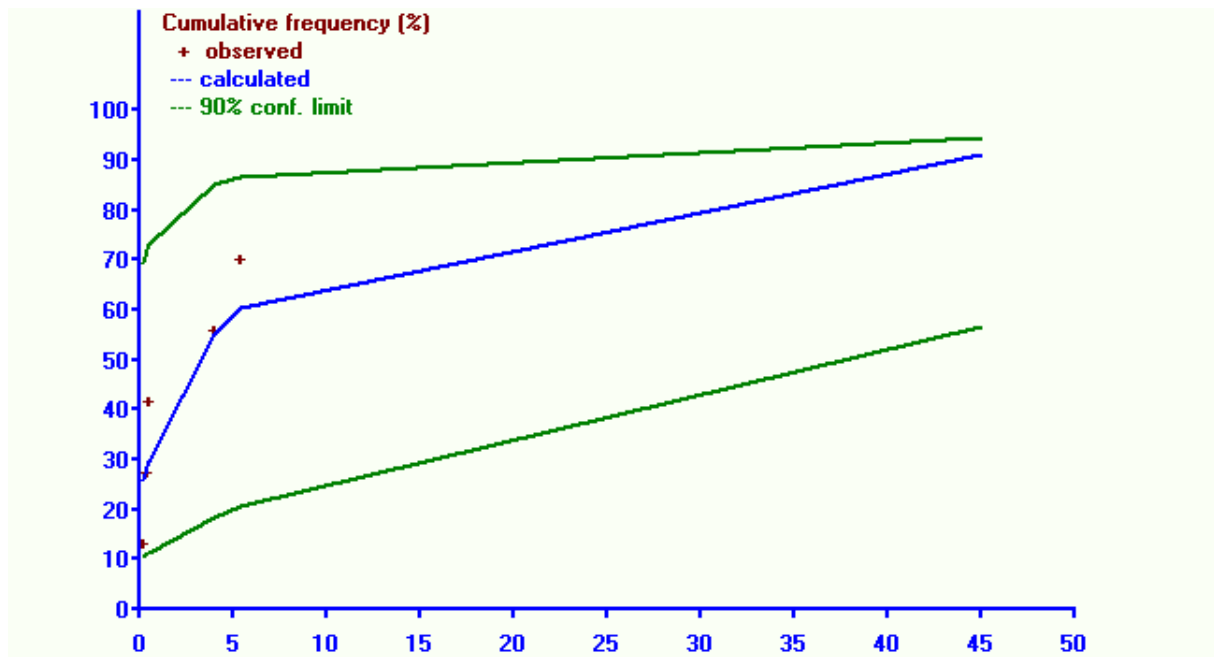
De grafiek laat duidelijk zien dat het steenverlies niet veel afwijkt van dat van de dunne geluidsreducerende deklagen. Wel moet worden opgemerkt dat het aantal meetresultaten lager is en daardoor de spreiding ook groter is in de grafiek.

Voor een grovere ZOAB 16 neemt het steenverlies toe ten opzichte van de fijnere en dichtere mengsels. Bij het merendeel (70%) van de metingen ligt het steenverlies tussen 0 en 30 gram. Echter wordt op een groot deel van de onderzochte platen meer steenverlies gevonden. Bij een grovere ZOAB dienen dus andere eisen gesteld te worden aan steenverlies dan de eisen gesteld aan dunne geluidsreducerende deklagen of fijner gegradeerd ZOAB.



Figuur 7: Steenverlies ZOAB 16

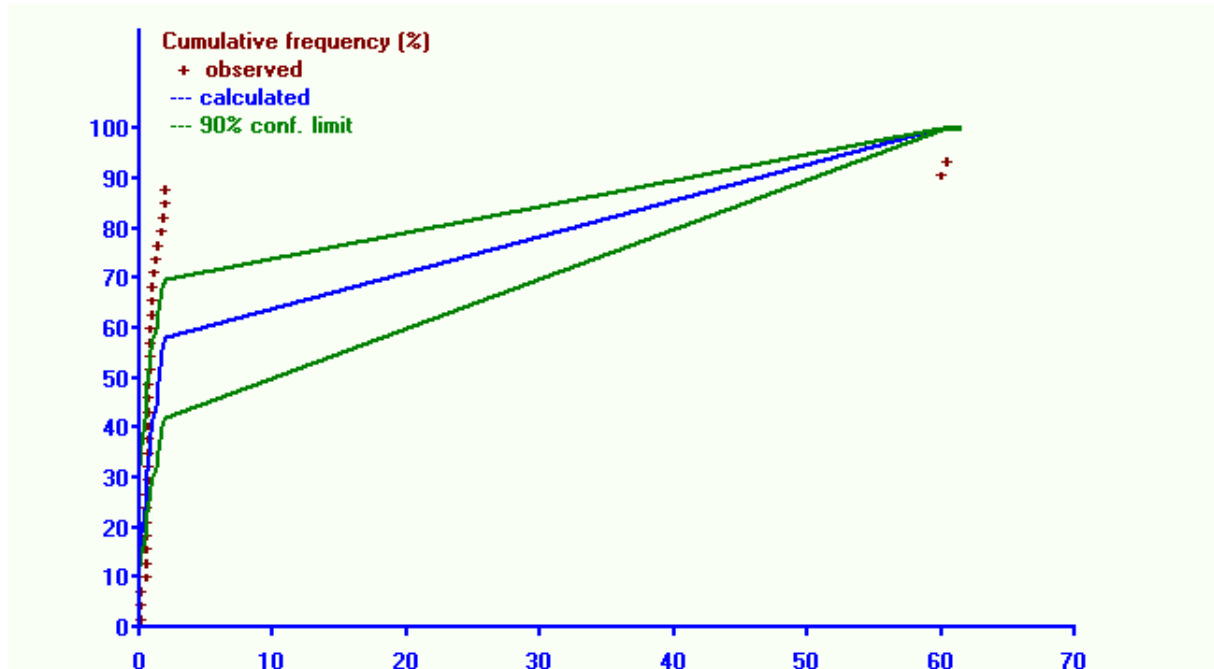
Bij dunne deklagen ten slotte wordt veel minder steenverlies gemeten. Dit is ook te verwachten vanwege het lagere holle ruimte percentage van SMA. Het aantal meetresultaten is voornamelijk beperkt. Vandaar dat de spreiding in de grafiek nog relatief hoog is vergeleken met de andere asfalttypen.



Figuur 8: Steenverlies dunne deklagen

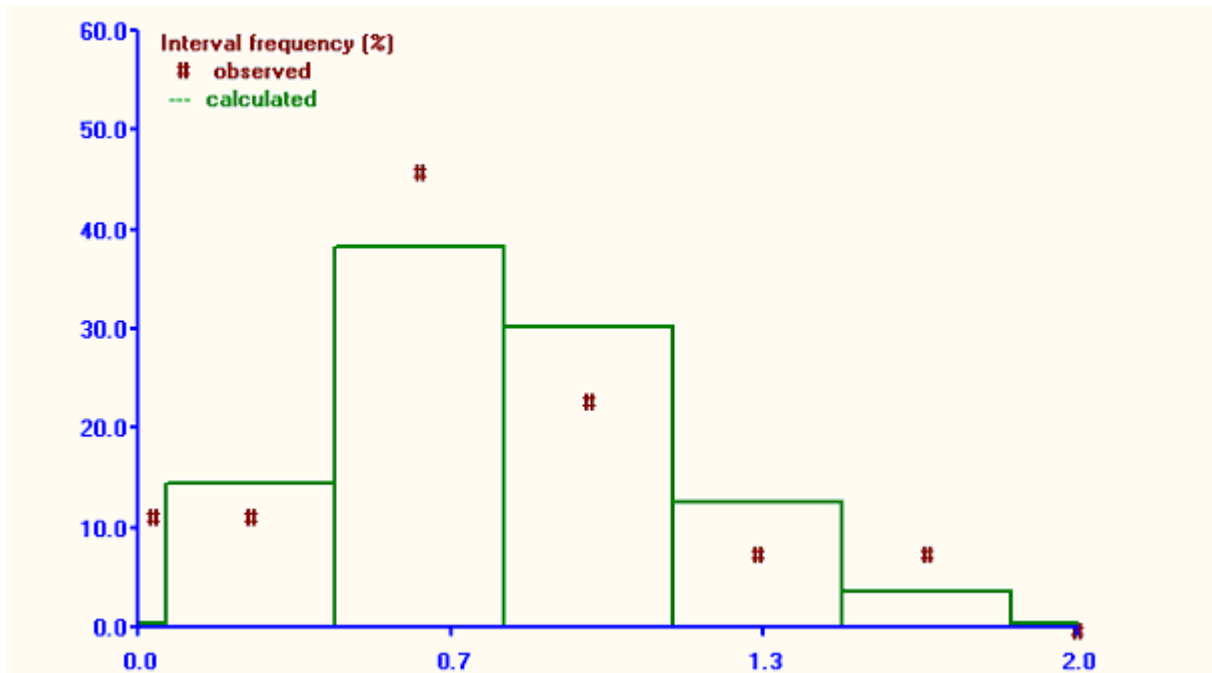
Vervorming

Voor de mate van vervorming ten gevolge van wringende belasting is per type asfaltmengsel een frequentiediagram gemaakt. Ook hier is gebruik gemaakt van CumFreqW. Voor de dunne geluidsreducerende deklagen wordt op basis van de resultaten uit het RSAT onderzoek de volgende figuur verkregen.



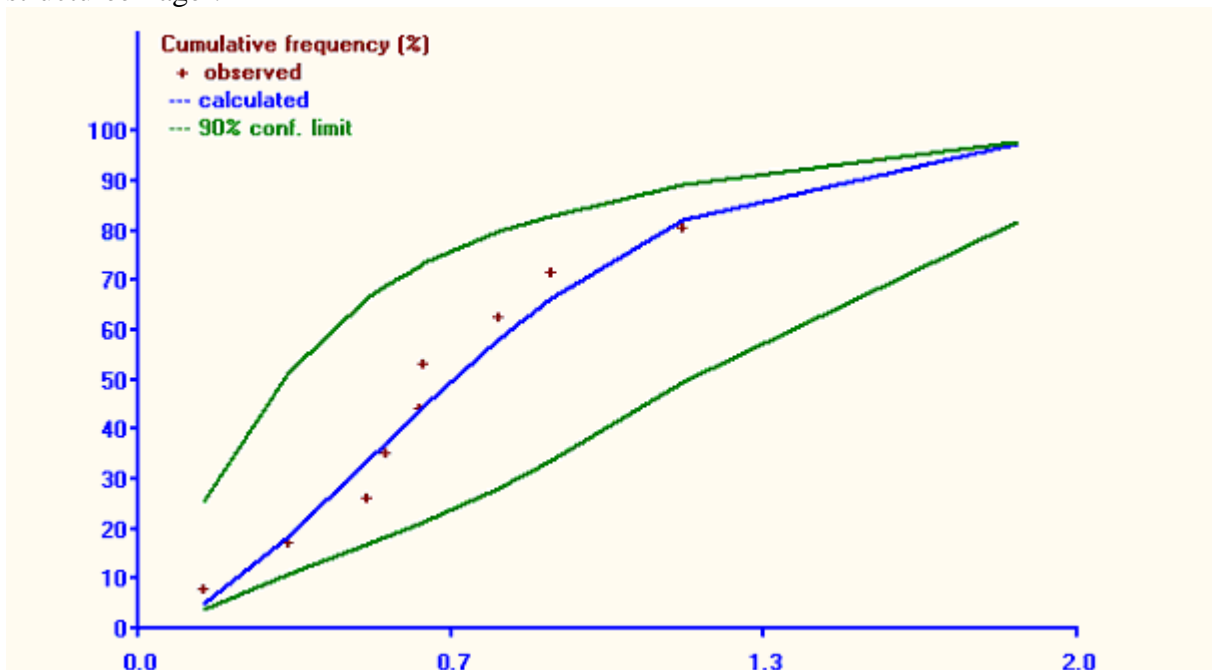
Figuur 9: Vervorming dunne geluidsreducerende deklagen

Op de x-as is de vervorming in millimeters opgenomen. De resultaten zijn sterk verschaald in de grafiek vanwege enkele uitschieters in de resultaten. Op enkele uitschieters na valt de vervorming tussen de 0,7 en 1,3 mm. Het bijbehorende staafdiagram laat dit wel duidelijk zien.



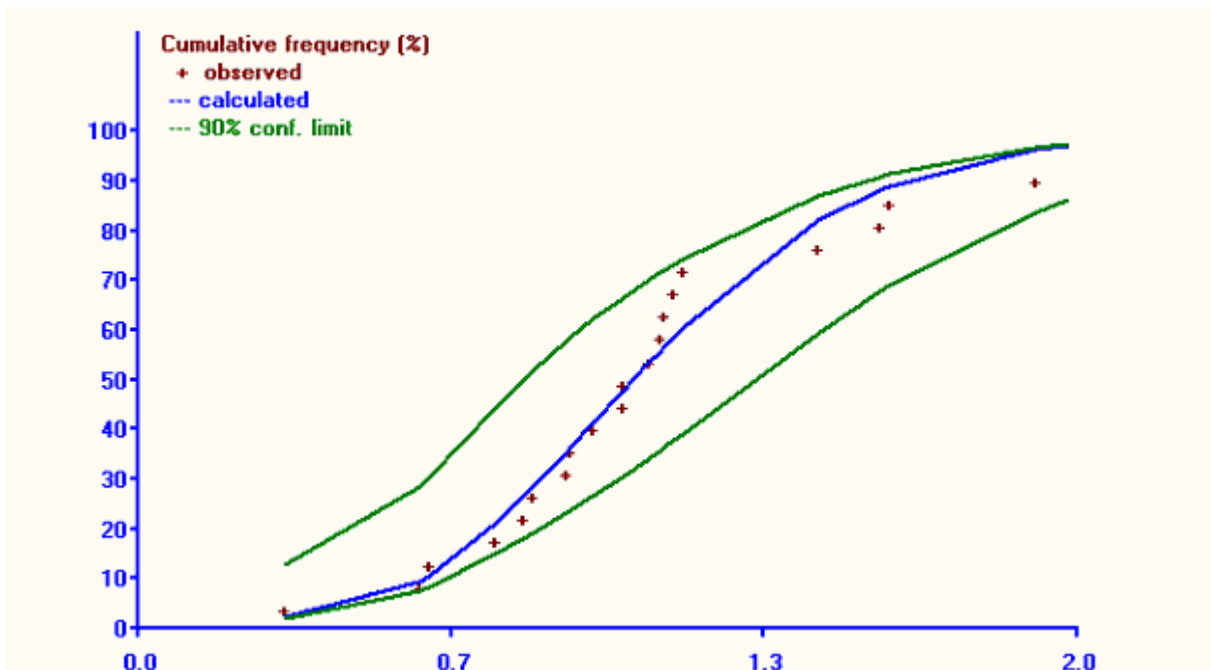
Figuur 10: Vervorming dunne geluidsreducerende deklagen

Aangezien de mengsels die in deze paper met elkaar worden vergeleken allen steenskeletmengsels zijn, mag worden verwacht dat de verschillen in vervorming beperkt zijn. Wanneer de resultaten van de dunne geluidsreducerende deklagen worden vergeleken met ZOAB 11 mengsels blijkt dit ook. Bij ZOAB 11 is de gemeten vervorming iets minder dan gemeten voor de dunne geluidsreducerende deklagen, echter is het aantal meetresultaten ook structureel lager.



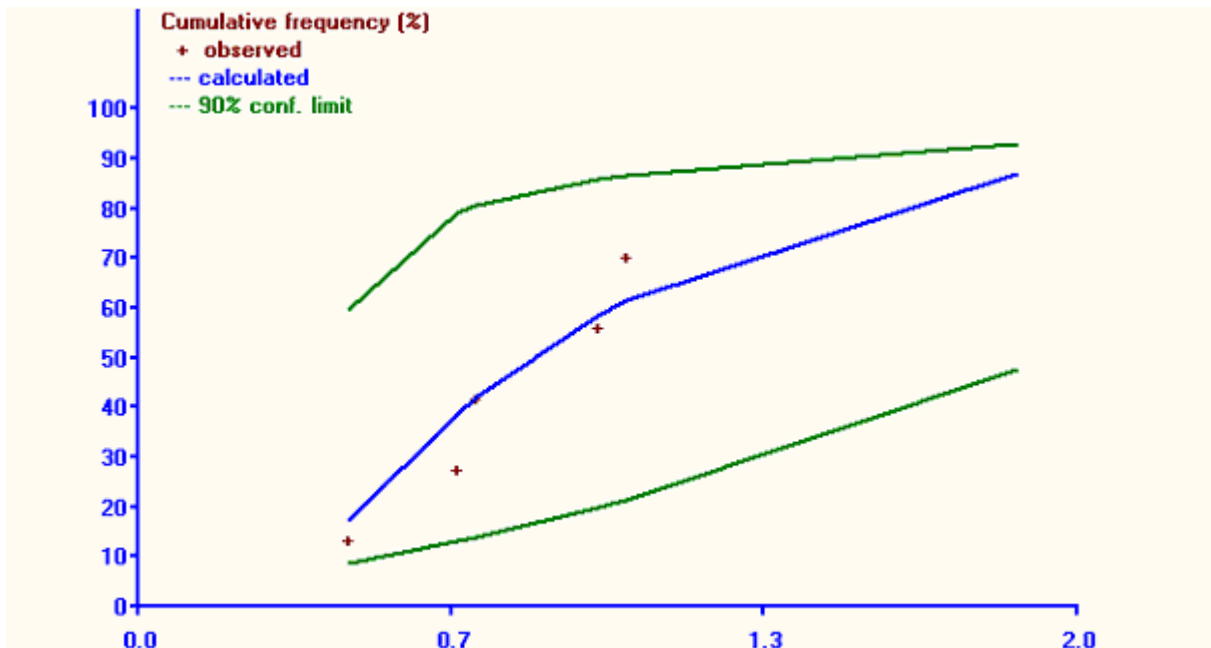
Figuur 11: Vervorming ZOAB 11 (bij figuur is schaalverdeling x-as 0, 0.7, 1.3, 2.0)

De ZOAB 16 deklaag, waar meer resultaten beschikbaar van zijn, geeft weer vergelijkbare resultaten als de dunne geluidsreducerende deklagen, alhoewel de spreiding duidelijk hoger ligt.



Figuur 12: Vervorming ZOAB 16 (bij figuur is schaalverdeling x-as 0, 0.7, 1.3, 2.0)

Voor de dunne SMA deklagen ten slotte is het lastig een conclusie te trekken, omdat hier de minste resultaten van beschikbaar zijn. De gevonden spreiding in de grafiek is erg hoog. De resultaten die zijn gevonden wijken niet structureel af van de andere asfaltmengsels.



Figuur 13: Vervorming dunne deklagen (bij figuur is schaalverdeling x-as 0, 0.7, 1.3, 2.0)

Voor ZOAB 16+ zijn beduidend lagere waarden gevonden voor steenverlies en spoorvorming dan ZOAB 16. Uit genoemd onderzoek is gebleken dat ZOAB 16+ een verhoogde levensduur behaalt van circa 2 jaar. Vereist is dan dat de wringschade in de RSAT proef een waarde heeft lager dan 15 gram

4. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Op basis van de resultaten van een groot deel van de proeven uitgevoerd met de RSAT proefopstelling is het mogelijk verschillende asfaltmengsels te classificeren op basis van weerstand tegen rafeling ten gevolge van wringende krachten. Bij voldoende proefresultaten kunnen zodoende eisen worden gesteld aan asfaltmengsels in een bestek.

Ook kan de RSAT proef worden ingezet om de geschiktheid aan te tonen van aangeboden mengsels voor prestatiecontracten. Voor dunne geluidsreducerende deklagen, ZOAB 11, ZOAB 16 en dunne deklagen (SMA) is voldoende referentiemateriaal beschikbaar, maar voor andere mengsels zal als referentie het standaard mengsel ook moeten worden beproefd voor vergelijkend onderzoek. Het aangeboden alternatieve mengsel moet in ieder geval minimaal gelijkwaardig presteren in de RSAT.

In deze paper zijn de resultaten voor dunne geluidsreducerende deklagen, ZOAB en dunne deklagen gepresenteerd. Van ZOAB+ zijn ter indicatie gegevens weergegeven en van Tweelaags ZOAB en andere asfaltmengsels zijn nog onvoldoende gegevens voorhanden.

De resultaten voor vervorming laten minder spreiding zien. De vervorming is ook niet de primaire eigenschap die met behulp van de RSAT wordt onderzocht. Bij de RSAT ligt de nadruk op steenverlies. Wel geeft de vervorming een indicatie over de gevoeligheid van een asfaltmengsel op het gebied van permanente deformatie. Indien de resultaten uit de pas lopen (ruim groter dan 2 mm) dan is het mengsel zeer waarschijnlijk gevoelig voor spoor- en ribbelforming.

Aanbevelingen

Aan de hand van de resultaten die zijn gepubliceerd in deze paper is het mogelijk asfaltmengsels te classificeren op basis van steenverlies. In onderstaande tabel is een voorzet gedaan voor een klasse indeling van de beschreven asfaltmengsels.

Deze indeling is gemaakt op basis van engineering adjustment en praktijkervaring.

De aangegeven verhoogde levensduur bij ZOAB 16+ mengsels is mede ingegeven door het in 2004 uitgevoerde onderzoek.

Asfalt-type	Steenverlies					
	0-15	15-25 gram	25-50 gram	50-75 gram	>75 gram	> 100 gram
DGD	Normale levensduur verwachting		Verminderde levensduur (circa 2 jaar)		Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)	
ZOAB 11	Normale levensduur verwachting			Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)	
ZOAB 16	Normale levensduur verwachting				Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)
ZOAB 16+	Verhoogde levensduur (circa 2 tot 3 jaar)*	Normale levensduur verwachting			Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)
SMA	Normale levensduur verwachting		Verminderde levensduur (circa 2 jaar)	Sterk verminderde levensduur (> 5jaar)		

Tabel 1: Klasse indeling asfaltmengsels op basis van steenverlies RSAT proef

* De verhoogde levensduur bij ZOAB 16+ is relatief ten opzichte van ZOAB 16 [1].

Het opstellen van eenzelfde tabel voor de vervorming is niet relevant, omdat classificatie op basis van vervorming lastig is. Bovendien is permanente vervorming niet van belang voor steenskeletmengsels.

Aanbevolen wordt om RSAT proeven uit te voeren bij lagere temperaturen op kunstmatig verouderde proefstukken. Mogelijk dat het voorspellend vermogen voor rafeling dan nog wordt verbeterd, omdat in de praktijk rafeling optreedt bij lagere temperaturen als het bindmiddel is verouderd en het asfalt klimatologisch is belast.

Voor 2-laags ZOAB, ZOAB+, SMA en fijnere ZOAB mengsels dient de database aan proefresultaten te worden uitgebreid zodat een beter beeld wordt verkregen van de spreiding, zodat gerichtere eisen kunnen worden gesteld aan het materiaal op basis van de RSAT proef.

Referenties

1. J. Voskuilen, E. Rutten en F. Tolman. Modificaties ZOAB ontrafeld. CROW Wegbouwkundige Werkdagen 2002.
2. J. Groenendijk en J. Voskuilen. Eindrapport Proefvakken "ZOAB+", Project IPG/2.2.3.B, 3 mei 2004
3. P. Beers en T. van Buël. Shuttle Buggy, eindrapport realisatiefase perceel3 IPG prijsvraag Homogener, DWW-2007-028
4. M. Hurman. Lifetime Optimisation Tool, LOT. Report. TU Delft. Report Nr.7-07-170-1