



Factsheet

RAFELINGSPROEVEN OP SMA, DGD EN ZOAB

Disclaimer

De inhoud van dit document vertegenwoordigt conclusies van AsphaltNu en is het product van professioneel onderzoek. AsphaltNu kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van het gebruik van de inhoud. Voor vragen of opmerkingen over de inhoud kunt u contact opnemen met AsphaltNu.

november 2021

Rafeling – het verlies van steentjes uit het wegoppervlak – is het maatgevende schadebeeld in deklagen als Steen Mastiek Asphalt (SMA), Dunne Geluidreducerende Deklaag (DGD) en Zeer Open Asphalt Beton (ZOAB). Rafeling is een schade die direct samenhangt met de kwaliteit van de deklaag zelf.

AsfaltNu levert deklagen met de hoogst mogelijke kwaliteit, ook wanneer deze deels bestaan uit teruggewonnen grondstoffen. Om de kwaliteit van haar deklagen te toetsen beschikt AsfaltNu over een RSAT en ARTE. Met beide machines wordt de belasting van banden op het wegoppervlak gesimuleerd. De omvang van de rafeling die tijdens de proef ontstaat is een maat voor de rafelingsgevoeligheid van het mengsel. In dit Factsheet leest u meer over het ontstaan van rafeling en de RSAT en ARTe proef.





Waarom rafelingsproeven op SMA, DGD en ZOAB?



In Nederland worden veel deklagen toegepast die geluidsreducerende eigenschappen hebben. Hierbij kan gedacht worden aan ZOAB-mengsels (vooral toegepast op autosnelwegen), DGD's (dunne geluidsreducerende deklagen; vooral binnenstedelijk toegepast) en SMA's (vooral toegepast op provinciale wegen). Al deze mengselsoorten hebben een relatief hoog percentage holle ruimte waardoor ze relatief gevoelig zijn voor veroudering van het bindmiddel in het asfaltmengsel. Bovendien grijpen de verkeerskrachten via de autobanden bij deze mengsels rechtstreeks aan op de stenen in het wegoppervlak. De combinatie van veroudering, die afname van de flexibiliteit van de mastiek tussen de stenen tot gevolg heeft, vorst en water kan op den duur steenverlies tot gevolg hebben. Dit proces van steenverlies wordt rafeling genoemd. Door rafeling wordt het rijcomfort en veiligheid van weggebruikers negatief beïnvloed, nemen de geluidreducerende eigenschappen van de deklaag af en kan er schade aan voertuigen ontstaan door rondvliegende steenslag.

Voor ZOAB, DGD en SMA is rafeling in de meeste gevallen het maatgevende schadebeeld. Daarom is er behoefte aan een proef waarmee de rafelingsweerstand van asfaltmengsels in de praktijk kan worden bepaald. Deze proef kan ook gebruikt worden bij de ontwikkeling van beter presterende deklaagmengsels.



Wat is rafeling, asfalt dat bezwijkt op het niveau van individuele steentjes, leg uit?



De genoemde deklaagmengsels zijn opgebouwd uit een skelet van steentjes, waarbij de mastiek (zand, vulstof en bitumen) in het mengsel fungeert als het bindmiddel tussen de steentjes, de lijm. Passerende banden belasten de steentjes aan het oppervlak niet alleen met verticale krachten, maar ook met horizontale wringende krachten. Vanuit het principe van actie = reactie moeten de opgelegde krachten herhaaldelijk kunnen worden weerstaan. Dit vraagt om krachtenevenwicht op het niveau van individuele steentjes aan het wegoppervlak. Met rafelingsproeven wordt gecontroleerd of een deklaagmengsel langdurig in staat is om de door banden aangebrachte wringende belasting op te nemen.

Bitumen is een organisch materiaal dat onder invloed van warmte en UV (in de zomer) verouderd en daarbij stijver en brosser wordt. Hierdoor verliest de lijm zijn flexibiliteit (zijn kauwgomgedrag). Juist dat kauwgomgedrag heeft de mastiek nodig om de winter te overleven.

Wanneer asfalt afkoelt, wil het krimpen. Utrecht en Arnhem blijven ook als de A12 afkoelt gewoon op hun plek liggen waardoor het asfalt tussen Utrecht en Arnhem bij koude een trekvervorming opgelegd krijgt die gelijk is aan de krimp die het materiaal als gevolg van afkoeling wil ondergaan. Een flexibel materiaal met voldoende relaxatievermogen is in staat om deze vervorming op te nemen zonder dat grote spanningen ontstaan. De volledige sterkte van het materiaal blijft dan beschikbaar om de herhaalde belasting door verkeer te weerstaan. Als de mastiekbruggetjes die individuele steentjes onderling verbinden, verouderd en bros zijn, zullen de vervormingen bij kou leiden tot hoge spanningen in de mastiekbruggetjes. Hierdoor is niet langer de volledige sterkte van het materiaal beschikbaar om de krachten die passerende voertuigen introduceren te weerstaan waardoor scheurtjes in de mastiek ontstaan. De scheurtjes zijn het begin van mastiekerosie waardoor veroudering steeds dieper in de mastiek kan ontstaan. Bovendien heeft water door de scheurtjes toegang tot de mastiek waardoor de watergevoeligheid van het mengsel toeneemt en het mengsel bovendien vatbaar wordt voor de negatieve gevolgen van vorstdooi-cycli. Mastiek heeft (net als asfalt) temperatuurafhankelijk gedrag. Bij kou is het harder en brosser dan bij warmte. Samen met de krachten die de autobanden op het wegdek uitoefenen leidt dit alles tot het falen van individuele mastiekbruggetjes bij kou, in de winterperiode dus!



Wat is het doel van een rafelingsproef? En welke proefconfiguraties zijn er?



Met een rafelingsproef wordt vastgesteld of de steenslag in een asfaltemensel onderling goed met elkaar verbonden is. In een proef wordt de sterkte van de hechting getest. Is de hechting voldoende, dan blijven de steentjes netjes aan het wegoppervlak liggen; als de hechting onvoldoende is, worden steentjes uit het wegoppervlak gewipt en treedt er materiaalverlies op.

Om de werking van een rafelingsproef uit te leggen is het handig om even naar de belasting van een wegoppervlak in de praktijk te kijken. In het algemeen treedt rafeling op in situaties waarin het wegoppervlak belast wordt door autobanden. Hierdoor wordt een combinatie van horizontale en verticale spanningen opgewekt die aangrijpen op de steentjes in het wegoppervlak. Ook bij rechtdoor rijdend, zwaar vrachtverkeer worden relatief grote horizontale spanningen gegenereerd. Dit heeft te maken met de opbouw van een vrachtwagenband. Omdat de wangen (zijkanen) van de band stijver zijn dan het loopvlak van de band, treden er onder de band in het contactvlak tussen band en wegdek naar binnen gerichte schuifspanningen op. In combinatie met hoge snelheid, waardoor de mastiek zich extra stijf gedraagt, zijn deze inwaarts gerichte schuifspanningen aanleiding tot rafelingschade; ook op rechtdoorgaande wegen.

Het principe van een rafelingsproef is het opwekken van een combinatie van horizontale en verticale spanningen aan het oppervlak van een asfaltmonster. Alle beschikbare rafelingsproeven worden beschreven, in de Europese norm NEN-TS 12697-50. Voor al deze proeven is het opwekken van grote horizontale spanningen aan het oppervlak van een asfaltproefstuk belangrijk. In NEN-TS 12697-50 worden de volgende proefconfiguraties genoemd:

- de Aachener Raveling Tester (ARTE);
- de Darmstadt Scuffing Device (DSD);
- de Rotating Surface Abrasion Test (RSAT) en
- de TriboRoute Device (TRD).

Daarnaast bestaat er in Nederland nog een 5^e proefconfiguratie: de Skid Resistance & Smart Ravelling Interface Testing Device (SR-ITD).

Zoals eerder aangegeven treedt rafeling vooral op in de winterperiode bij oudere deklagen waarvan de mastiek haar flexibiliteit door veroudering is verloren. Om het risico op deze vorm van rafeling te bepalen kan met DSR-onderzoek de flexibiliteit van verouderde mastiek worden bepaald. Dit valt buiten de scope van dit factsheet.

Om te controleren of ook verouderd asfalt nog voldoende sterk is om herhaalde belasting door passerende wielen te weerstaan wordt ARTE- of RSAT-rafelingsonderzoek naast vers asfalt ook op oud asfalt uitgevoerd. Over het verouderen van asfalt is veel discussie. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat het kunstmatig verouderen van asfalt in het lab problematisch is en altijd onderwerp van discussie zal blijven: wat voor de ene mastiek een goede verouderingsprocedure is, kan voor de andere mastiek volstrekt onjuist zijn en een niet representatief beeld opleveren.



Welke rafelingsproeven kan AsfaltNu aanbieden en hoe werken deze?



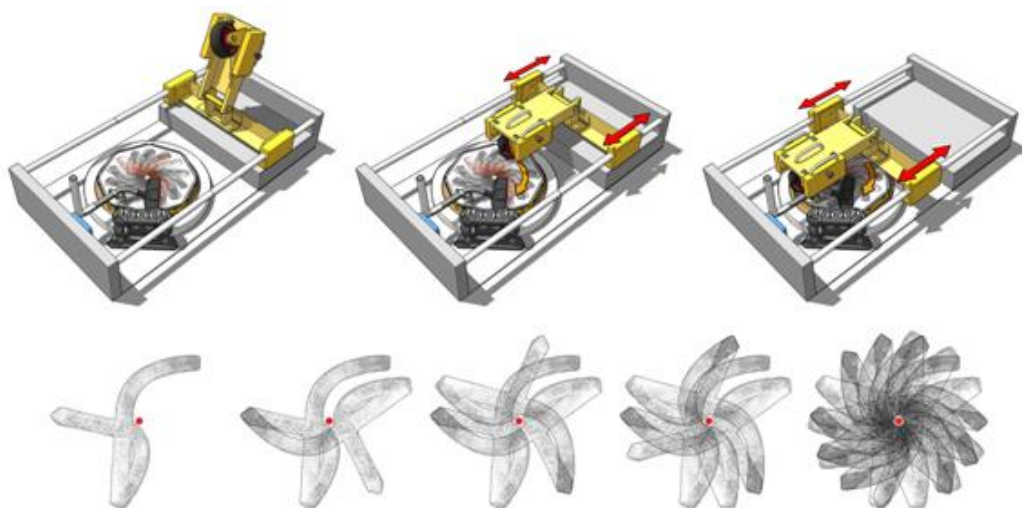
AsfaltNu beschikt over 2 proefconfiguraties, welke beiden voldoen aan de geldende normen en tevens door Rijkswaterstaat representatief worden geacht voor het voorspellen van rafeling:

- de RSAT
- de ARTe

In beide opstellingen wordt een asfaltplaat belast met een combinatie van horizontale en verticale spanningen. Deze worden in beide gevallen gegenereerd door het proefstuk in het horizontale vlak te bewegen, terwijl deze van bovenaf door een rubberband wordt belast.

- In de RSAT wordt het proefstuk geroteerd en is de bovenbelasting een translatie.
- In de ARTe wordt het proefstuk horizontaal verplaatst en is de bovenbelasting een rotatie.

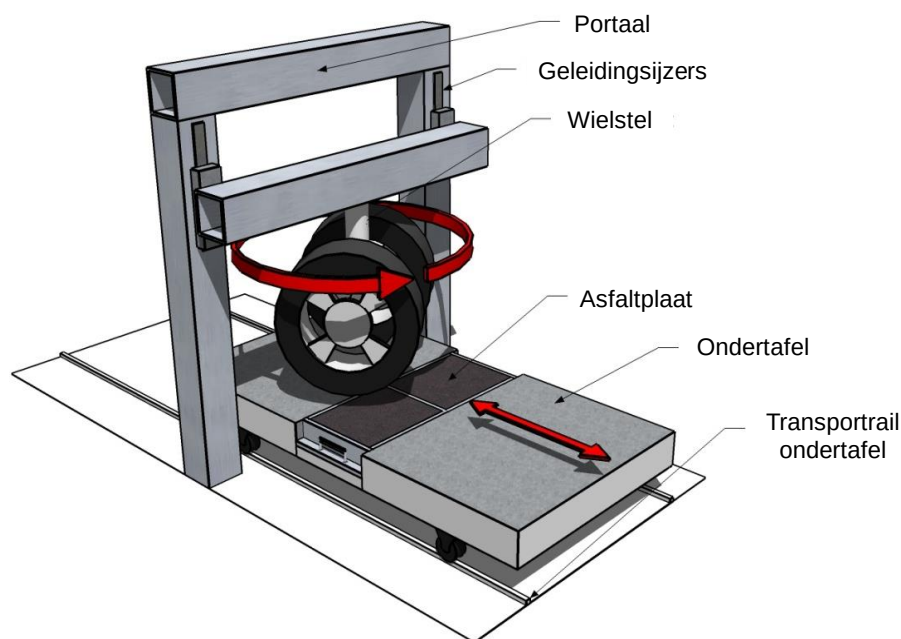
Het werkingsprincipe van beide proefopstellingen is schematisch weergegeven in onderstaande figuren.



Figuur 1: Werkingsprincipe RSAT: Het asfaltproefstuk ondergaat een rotatie, terwijl de bovenbelasting als translatie wordt uitgeoefend.

Q.

Welke rafelingsproeven kan AsfaltNu aanbieden en hoe werken deze? (vervolg)

A.

Figuur 2: Werkingsprincipe ARTe: Het asfaltproefstuk wordt getransleerd, terwijl de bovenbelasting als rotatie wordt geïntroduceerd.

De gangbare test gaat uit van de beproeving van een asfaltplaat; in het geval van de RSAT een plaat van 50x50 cm, met een dikte van 30-60 mm. In het geval van de ARTe zijn naast deze configuratie ook platen van 50x32 of twee platen van 26x32 cm mogelijk; allen met een dikte tussen de 30 en 80 mm. Tevens is het voor beide proefopstellingen mogelijk om boorkernen met een diameter van 150 mm te beproeven; voor de RSAT 3 kernen en voor de ARTe 4 kernen per keer. De doorlooptijd van beide testen is 24 uur per plaat; bij bovenmatige slijtage wordt de test echter voortijdig gestopt.

Enkele technische details van de RSAT zijn:

- Temperatuur: -10°C tot 25°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), met een standaard testtemperatuur van $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Belasting: $35 \pm 0,1$ kg (spanning $0,60 \pm 0,01$) N/mm²
- Lengte standaard test: 86 600 wielpassages in 24 uur

Enkele technische details van de ARTe zijn:

- Temperatuur: $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Snelheid ondertafel: $0,3 \pm 0,03$ m/s
- Omwentelingen wielstel: 47 ± 1 rpm
- Bandenspanning: 230 ± 10 kPa
- Totale massa wielstel: 250 ± 5 kg
- Banden wielstel: geprofileerde band 165/75 R14
- Lengte standaard test: 600 heen- en 600 teruggangen

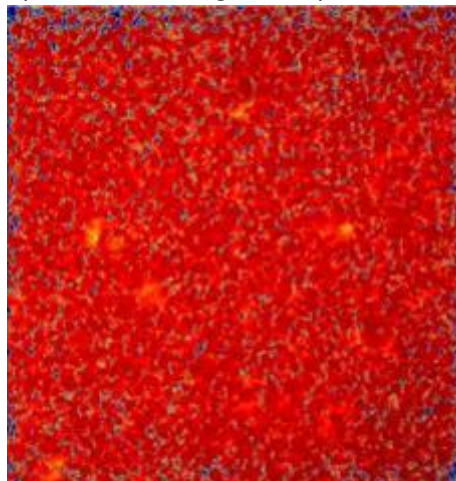


Wat voor data kunnen we uit deze rafelingsproeven halen?



De rafelingsweerstand wordt op basis van twee parameters weergegeven, op basis van massaverlies en/of op basis van textuurverandering.

- In beide proeven wordt de rafelingsweerstand altijd bepaald op basis van het gewicht van de plaat vóór en ná de proef. Bij de ARTe wordt ook halverwege de proef het massaverlies bepaald; bij de RSAT wordt de massa van de uitkomende stenen continu (elke minuut) gemeten.
- Bij de ARTe wordt de rafelingsweerstand ook bepaald op basis van volumeverandering van de textuur van het plaatoppervlak (zie figuur hiernaast). Door vóór en na de proef de textuur te meten en deze metingen met elkaar te vergelijken is het mogelijk de textuurverandering als gevolg van steenverlies te bepalen. Ook kan hierbij de rafeling langs de randen van de plaat worden geëlimineerd.
- Bij de RSAT wordt de rafelingsweerstand ook bepaald uit de helling van de lijn: de toename van het steenverlies per tijdseenheid. Hierdoor kan de aanvangsschade worden geëlimineerd, die vaak andere oorzaken heeft dan het te onderzoeken fenomeen: rafelingsweerstand op de lange termijn. Het steenverlies wordt daarbij uitgedrukt in gram/uur.
- Naast bovenstaande zaken wordt elke plaat in beide proefmethoden vanzelfsprekend visueel beoordeeld en worden foto's gemaakt voor en na de beproeving





Wat is de beste proefconfiguratie om rafeling te voorspellen?



In de periode 2015-2017 is een groot vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van diverse rafelingsproeven om rafeling te voorspellen. Dit onderzoek is uitgevoerd onder auspiciën van CEDR (Conference of European Directors of Roads; de Europese Rijkswaterstaten) in het project DRaT (Development of the Ravelling Test). In het onderzoeksprogramma zijn 3 mengsels onderzocht (ZOAB, SMA en DGD) in 3 varianten: een referentiemengsel, een variant dat verwerkt is bij lagere verdichtingstemperatuur en een variant waarin minder bitumen is toegepast.

Op basis van het CEDR-onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken, welke in *Tabel 1* zijn samengevat:

- De DSD kan alleen het rafelingsgedrag van ZOAB met minder bitumen goed voorspellen;
- De TRD kan het rafelingsgedrag van DGD en SMA, die minder bitumen bevatten, én DGD dat verdicht is bij lagere temperatuur goed voorspellen;
- De RSAT kan het rafelingsgedrag van zowel ZOAB en SMA met minder bitumen of verdicht bij lagere temperatuur goed voorspellen;
- De ARTe kan het rafelingsgedrag van ZOAB met minder bitumen of verdicht bij lagere temperatuur goed voorspellen. Ook kan de ARTe het rafelingsgedrag van SMA, dat verdicht is bij lagere temperatuur, goed voorspellen. Tenslotte kan de ARTe ook het rafelingsgedrag van een DGD met minder bitumen goed voorspellen.

Tabel 1: Samenvattend overzicht voorspelbaarheid rafelingsgedrag

Mengsel	Afwijking	DSD	TRD	RSAT	ARTe
ZOAB	Lagere verdichtingstemperatuur			Ja	Ja
	Minder bitumen	Ja		Ja	Ja
SMA	Lagere verdichtingstemperatuur			Ja	Ja
	Minder bitumen		Ja	Ja	
DGD	Lagere verdichtingstemperatuur		Ja		
	Minder bitumen		Ja		Ja

Al met al kan worden gesteld dat zowel de RSAT als de ARTe relatief goed scoren, met name op de voorspelbaarheid van rafeling in ZOAB. Voor meer informatie wordt verwezen naar de achtergrondrapportage: 'CEDR, DRaT – Development of the Ravelling Test, *Proposals for revision of standard prCEN/TS 12697-50*, Deliverable D.9, July 2017' [↗](#)

Ten aanzien van DGD's wordt in Nederland getracht een database op te bouwen om uiteindelijk een geschikte proef voor de voorspelling van het rafelingsgedrag van dunne geluidreducerende deklagen te kunnen kiezen. Deze database wordt onder de vlag van CROW gevuld. In lid 05 en 06 van artikel 81.23.05 van de Standaard RAW Bepalingen 2020 wordt aangegeven dat een aannemer resultaten van rafelingsproeven (RSAT, SR-ITD of ARTe), die uitgevoerd zijn op de DGD die in het werk wordt aangebracht, aan moet leveren aan het CROW. Door rafelingsresultaten in het lab te vergelijken met praktijkgedrag (op basis van visuele inspecties) wordt getracht de meest representatieve proefconfiguratie voor DGD's te kiezen.



Voor meer informatie over dit onderwerp
kunt u contact opnemen met AsfaltNu.

Tel. +31 0345 - 471 736
Mail. info@asfaltnu.nl
Web. asfaltnu.nl



ASFALTNU
VOOR MORGEN