



Research & Development publicatie

M.M.J. (Maarten) Jacobs
D. (Daan) van Duin
BAM Infra Asfalt

H.T.M. (Harco) Kersten
Provincie Gelderland

G.G. (Gerbert) van Bochove
Heijmans

R.N. (Radjan) Khedoe
Ooms Civiel bv

**VOORSPELLEN RAFELINGSGEDRAG SMA 8G+ MET 3
PROEFOPSTELLINGEN**

CROW Infradagen 2016

22 – 23 juni 2016

Papendal

Voorspellen rafelingsgedrag SMA 8G+ met 3 proefopstellingen

M.M.J. (Maarten) Jacobs
BAM Infra Asphalt

D. (Daan) van Duin
BAM Infra Asphalt

H.T.M. (Harco) Kersten
Provincie Gelderland

G.G. (Gerbert) van Bochove
Heijmans

R.N. (Radjan) Khedoe
Ooms Civiel

Samenvatting

Nederland heeft bij de introductie van de Europese asfaltnormen in 2008 ervoor gekozen asfaltbeton functioneel te specificeren. Voor andere mengsels (o.a. ZOAB, SMA, DGD) was deze mogelijkheid nog niet beschikbaar. Inmiddels zijn de ervaringen met het functioneel specificeren dermate positief dat de wens bestaat om ook ZOAB, SMA en DGD's op deze wijze te specificeren. Een van de functionele eigenschappen die men graag in Nederland voor deklaagmengsels wil introduceren is de weerstand tegen rafeling. Hiervoor bestaat een Europese proefnorm prTS 12597-50 'Resistance to scuffing', maar met deze proef is eigenlijk alleen ervaring op ZOAB-mengsels. Op andere mengsels (SMA, DGD, BBTM) ontbreekt deze ervaring nagenoeg volledig.

In het kader van activiteiten van de CROW-werkgroep 'Dunne Geluidreducerende Deklagen' ontstond de mogelijkheid om onderzoek uit te voeren naar de het voorspellend vermogen van rafelingsproeven ten aanzien van SMA-mengsels in de praktijk. Hierbij is gebruik gemaakt van materialen uit een groot proefvak van provincie Gelderland. In deze bijdrage wordt dit onderzoek kort samengevat. In het onderzoek zijn 3 verschillende SMA's onderzocht in 3 verschillende rafelingsproeven (SR-ITD, RSAT en ARTe). Op termijn moet blijken of het voorspelde rafelingsgedrag overeenkomt met het rafelingsgedrag in de praktijk.

Trefwoorden

Rafelingsweerstand, SMA 8G⁺, dunne geluidreducerende deklaag, prTS 12697-50, SR-ITD, RSAT, ARTe

1. Inleiding

In de Standaard RAW Bepalingen 2015 zijn voor het eerst bepalingen voor dunne geluid-reducerende deklagen (DGD's) opgenomen. Om in de toekomst te komen tot functionele eisen voor DGD's is in de Standaard onder andere opgenomen dat voor een DGD de rafelingsgevoeligheid moet worden bepaald. Hiervoor dient de aannemer een verklaring van de weerstand tegen rafeling aan te leveren bij CROW. Dit moet plaatsvinden voordat de DGD wordt aangebracht (zie artikel 81.23.05 lid 05). In dit artikel wordt o.a. verwezen naar de Europese proefnorm prTS 12697-50.

In Nederland hebben we al ruime ervaring met het voorspellen van het rafelingsgedrag van ZOAB-achtige mengsels door middel van rafelingsproeven in het lab. Maar voor DGD's ontbreekt deze kennis vooralsnog. Om ook de geschiktheid van de rafelingsproeven door DGD's en andere deklaagmengsels te bepalen heeft CROW in samenwerking met de Nederlandse Stichting Geluidshinder (NSG), het Ministerie van I&M en provincie Gelderland onderzoek op dit gebied laten uitvoeren. In dit onderzoek is het rafelingsgedrag van 3 varianten SMA 8G+ onderzocht met 3 verschillende rafelingsproeven: de ARTe (Annex A van prTS 12697-50), de RSAT (Annex B van prTS 12697-50) en de SR-ITD.



In de bijdrage wordt de opzet en de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. Eerst wordt aandacht besteed aan de inhoud van de Europese norm en de apparatuur die in Nederland beschikbaar is om rafelingsweerstand te bepalen. Daarna wordt nader ingegaan op het onderzoeksprogramma. Tenslotte worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd en worden conclusies en aanbevelingen geformuleerd.



2. Rafelingsproeven

Een van de belangrijkste eigenschappen van een deklaag is de weerstand tegen rafeling. Om de weerstand tegen rafeling te kunnen bepalen is er een Europese proefnorm geïntroduceerd prTS 12697-50. Deze norm wijkt af van de gebruikelijke naamgeving, omdat het in dit geval een 'Technical Standard (TS)' betreft en géén 'European Standard (EN)'. Het verschil tussen beide normen heeft betrekking op de ervaring met het uitvoeren van de desbetreffende norm: bij een TS-norm wordt de markt uitgedaagd om ervaring met de norm op te doen; bij een



Figuur 1: Foto's van de 3 Nederlandse rafelingsproeven (SR-ITD, RSAT en ARTe)

EN-norm is de ervaring al beschikbaar. Door proefresultaten op basis van de prTS te vergelijken met materiaalgedrag in de praktijk kan informatie ingewonnen worden over het voorspellend vermogen van de verschillende opstellingen. Over een aantal jaren zullen alle ervaringen geëvalueerd worden en zal er een definitieve EN-norm op de markt komen met bij voorkeur één proefmethode.

In de prTS worden 4 proefopstellingen genoemd waarmee de rafelingsweerstand van deklagen bepaald kan worden:

1. In Annex A de Aachener Ravelling Test (ARTe);
2. In Annex B de Darmstadt Scuffing Device (DSD);
3. In Annex C de Rotating Surface Abrasion Test (RSAT);
4. In Annex D de Triboroute.

De ARTe en de RSAT zijn in Nederland beschikbaar; met de DSD (ontwikkeld in Duitsland) en de Triboroute (uit Frankrijk) zijn géén ervaringen in Nederland.

Naast bovengenoemde apparatuur is er in Nederland nog een apparaat beschikbaar om de weerstand tegen rafeling te bepalen: de Skid Resistance & Smart Ravelling - Interface Testing Device (SR-ITD). Deze proefconfiguratie is relatief nieuw. Ondanks het feit dat er met de SR-ITD nog weinig ervaring is én deze proefconfiguratie niet in de prTS 12697-50 is opgenomen is in het onderhavige onderzoeksprogramma toch gebruik gemaakt van de SR-ITD. De reden hiervoor is dat er nog weinig ervaring in Nederland is met het bepalen van de rafelingsweerstand van dunne geluidreducerende deklagen. Als blijkt dat de SR-ITD een betrouwbare voorspelling geeft voor het rafelingsgedrag van DGD's in de praktijk, dan zou het niet gepast zijn om deze ervaringen te negeren. Bovendien blijft de SR-ITD een potentiële kandidaat om Europese proef te worden zolang er in Europa geen definitieve keuze voor een apparaat is gemaakt. In Figuur 1 zijn foto's van de in Nederland beschikbare rafelingsapparatuur weergegeven. Voor een gedetailleerde beschrijving van de rafelingsproeven wordt verwezen naar de Europese proefnorm prTS 12697-50 en de website van CROW.

2. Het onderzoeksprogramma

Een van de doelen van de voormalige CROW-werkgroep 'Dunne geluidreducerende deklagen (DGD)' was het formuleren van besteksbepalingen voor DGD's in de Standaard RAW Bepalingen. Ter ondersteuning van deze activiteiten is er daadwerkelijk onderzoek gedaan naar de geschiktheid van proefconfiguraties om een voorspelling te doen van de rafelingsgevoeligheid van DGD's in de praktijk. Dit onderzoek is mede gefinancierd door de Nederlandse Stichting Geluidshinder (NSG), het Ministerie van I&M en provincie Gelderland. In eerste instantie was het (natuurlijk) de bedoeling dat het onderzoek zou plaatsvinden op DGD's. Vanwege het feit dat een geschikte proeflocatie met de mogelijkheid om verschillende DGD's aan te brengen op korte termijn niet beschikbaar was, is gekozen om gebruik te maken van het aanbod van provincie Gelderland. Provincie Gelderland was van plan om een proefvak op de N346 tussen Lochem en Diepenheim te realiseren met 10 verschillende SMA 8G⁺-mengsels. Het gedrag van deze proefvakken wordt gevolgd in de tijd zodat het praktijkgedrag gekoppeld kan worden aan de resultaten van rafelingsonderzoek in het laboratorium.

In het proefvak van provincie Gelderland zijn 10 varianten SMA 8G⁺ gerealiseerd. In het kader van het rafelingsonderzoek zijn hiervan 3 verschillende SMA-deklagen beproefd:

1. SMA dat verwerkt is in proefvak 1 (met SMA-NL 8G+ 70/100 Bestone);
2. SMA dat verwerkt is in proefvak 3 (met SMA-NL 8G+ SFB 3-100 Porfier) en
3. SMA dat verwerkt is in proefvak 4 (met SMA-NL 8G+ 70/100 Porfier).

Van elke SMA zijn 3 varianten onderzocht:

- a) Laboratorium gemengd, laboratorium verdicht en niet verouderd;
- b) Laboratorium gemengd, laboratorium verdicht en verouderd.

De bouwstoffen voor het maken van de platen zijn beschikbaar gesteld door de asfaltcentrale, die de SMA-mengsels heeft geproduceerd voor het proefvak van provincie Gelderland;

- c) Molengemengd, platen of kernen uit de weg en niet verouderd (zie Figuur 2).



Figuur 2: Foto plaatmateriaal uit de weg

De drie deelnemende laboratoria hebben als opdracht gekregen de rafelingsproeven uit te voeren conform de individuele standaard beproevingsprocedure. Dit geldt niet alleen voor de rafelingsproeven zelf, maar ook voor de toe te passen verouderingsprocedure. Dus op allerlei vlakken verschillen de proeven ten opzichte van elkaar (vorm en afmetingen van het proefstuk, verhouding proefstukoppervlak en belast oppervlak, proefstukoppervlak, belastinggrootte en -tijd, manier om rafeling te meten, beproevingstemperatuur, temperatuurontwikkeling tijdens de proef, ouderdom proefstukken, ...). Uiteindelijk is alleen een vergelijking te maken op basis van de resultaten van de rafelingsproeven. In de volgende paragraaf worden de resultaten van de verschillende proeven gepresenteerd.

3. De onderzoeksresultaten

Alle laboratoria hebben de proeven van elk variant (mengseltype, lab- of molengemengd, lab- of praktijkverdicht, niet of wel verouderd) in 2-voud uitgevoerd. In de praktijk kwam dit erop neer dat elk laboratorium in totaal 18 rafelingsproeven heeft uitgevoerd.

Zoals al eerder is aangegeven kan de rafelingsweerstand op basis van twee parameters worden weergegeven: op basis van massaverlies of op basis van textuurverandering:

- Bij alle drie deelnemers wordt de rafelingsweerstand altijd bepaald op basis van het gewicht van de plaat vóór en ná de proef ($=\Delta m$). Bij de ARTe wordt ook halverwege de proef het massaverlies bepaald; bij de RSAT wordt de massa van de uitkomende stenen continu gemeten en bij de SR-ITD wordt ieder uur de massa van de uitkomende stenen bepaald. Het voordeel van meerdere metingen van de massaverandering is dat er ook informatie over de rafelingsontwikkeling in de tijd bepaald kan worden;
- Bij de ARTe wordt de rafelingsweerstand ook bepaald op basis van volumeverandering van de textuur van het plaatoppervlak ($=\Delta V$). Door vóór en ná de proef de textuur te meten en deze metingen met elkaar te vergelijken is het mogelijk de textuurverandering als gevolg van steenverlies te bepalen;
- 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 hierbij uitgedrukt in gram/uur (g/h).

In Tabel 1 en Figuur 3 zijn de resultaten van alle metingen samengevat.

Bouwstoffen SMA 8G+	Conditie	Massaverlies			Toename steenverlies [g/h]	Textuur- verandering [cm ³]
		[gr]				
		SR-ITD	RSAT	ARTe	RSAT	ARTe (ΔV)
Porfier + 70/100	Lab-vers	261,5	11,2	19	0,32	53,9
		89,0	11,9	23	0,25	37,5
	Gemiddeld	175,3	11,6	21	0,29	45,7
	Lab- verouderd	194,5*	7,3	37	0,22	24,3
		7,5**	2,5	46	0,14	114,8
	Gemiddeld	-	4,9	41,5	0,18	69,5
	Uit werk- vers	45,7	10,0	34	0,29	69,4
83,7		21,3	30	0,76	25,5	
Gemiddeld	64,7	15,7	32	0,53	47,5	
Bestone + 70/100	Lab-vers	11,5	10,5	30	0,44	60,0
		205,0*	6,2	22	0,41	68,6
	Gemiddeld	11,5	8,4	26	0,42	64,3
	Lab- verouderd	9,2	5,6	9	0,34	141,1
		8,5	4,1	12	0,08	97,6
	Gemiddeld	8,9	4,9	10,5	0,21	119,4
	Uit werk- vers	8,0	7,1	35	0,14	4,2
8,5		12,7	23	0,34	24,8	
Gemiddeld	8,3	9,9	29	0,24	14,5	
Porfier + PmB	Lab-vers	22,6*	6,0	41	0,19	64,4
		11,2	6,5	37	0,25	64,5
	Gemiddeld	11,2	6,3	39	0,22	64,5
	Lab- verouderd	8,2	7,8	14	0,31	124,9
		4,0	5,5	6	0,23	123,2
	Gemiddeld	6,1	6,7	10	0,21	124,1
	Uit werk- vers	4,0	11,8	39	0,16	11,5
22,2*		18,0	19	0,61	26,6	
Gemiddeld	4,0	14,9	29	0,39	19,0	

) Doordat de temperatuur van het proefstuk tijdens de proef te hoog wordt treedt er meer rafeling op en is de gemeten waarde niet representatief

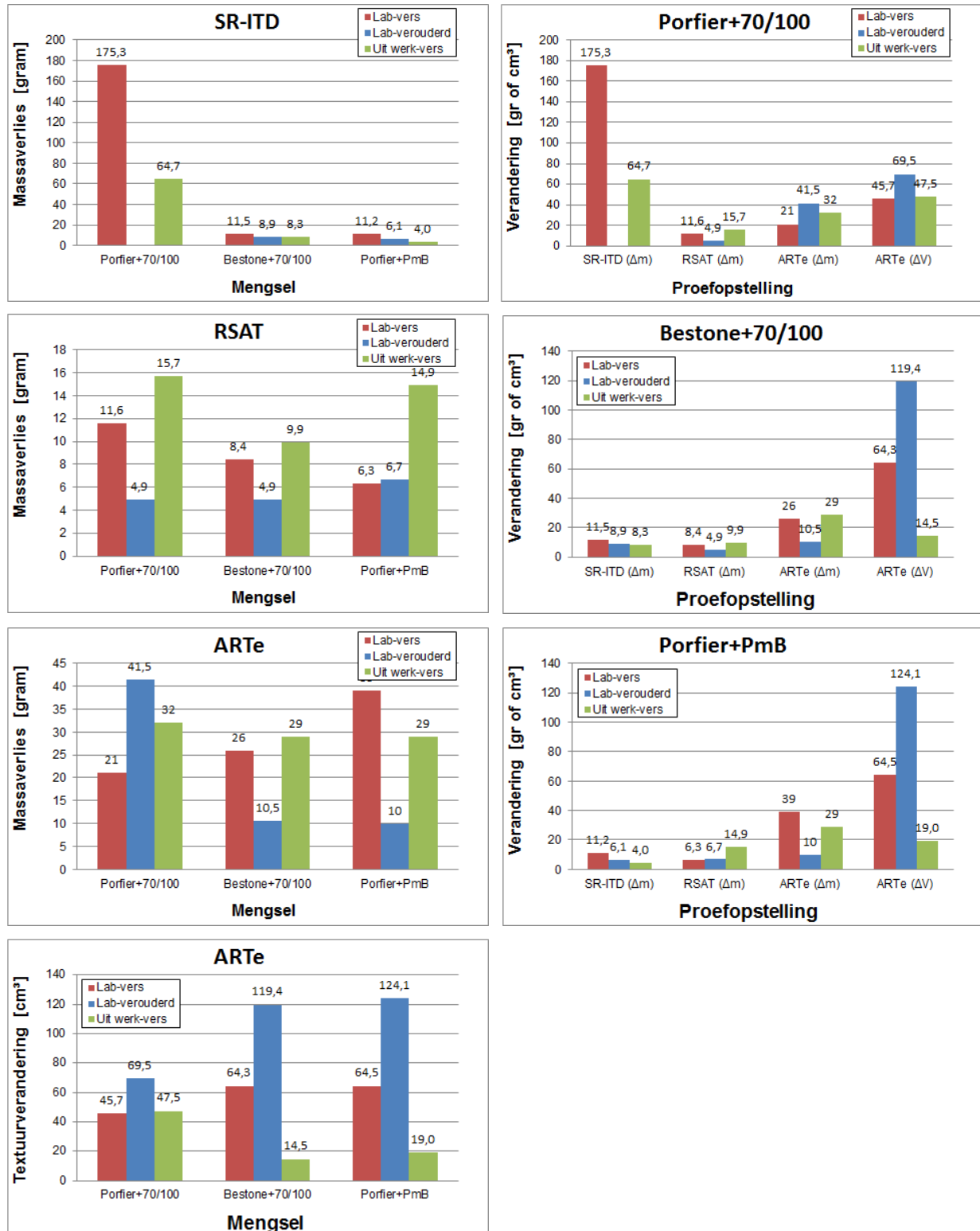
**) Onverklaarbare afwijkende waarde

Tabel 1: Resultaten van de verschillende rafelingsproeven met de 3 proefopstellingen

Bij de diverse proefresultaten kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

1. Bij alle 3 proefconfiguraties is het massaverlies en de volumeverandering zeer beperkt en is het verschil in rafelingsgedrag niet onderscheidend genoeg. In feite reageert SMA in de standaard proefuitvoeringen precies zoals SMA 8G⁺ zich ook in de praktijk gedraagt: de weerstand tegen rafeling is zeer hoog. Om toch tot verschillen in rafelingsgedrag van de verschillende SMA-mengsels te komen zou de proef meerdere keren herhaald moeten worden;
2. Het massaverlies tijdens de rafelingsproef is sterk afhankelijk van de (maximale) temperatuur van het proefstuk tijdens de beproeving. Met name bij de SR-ITD en de ARTe wordt in een relatief geringe tijdsperiode veel wrijvingsenergie in het proefstuk gepompt met temperatuuroename van het proefstuk tot gevolg. Goed ventileren is dan ook noodzakelijk, hetgeen bij de ARTe bijvoorbeeld gebeurt door te werken met twee grote ventilatoren. Hierdoor blijft de temperatuurverhoging binnen de perken (< 5°C);

3. Het is onduidelijk wat het effect van de verouderingsprocedure is op de voorspelling van de rafelingsweerstand in de praktijk. Dit wordt deels veroorzaakt doordat ieder laboratorium een andere verouderingsprocedure hanteert én door het feit dat het onduidelijk is of veroudering (en dus een verstijving van de mastiek in de SMA) in de huidige proefconfiguraties wel een afname van de rafelingsweerstand tot gevolg zal hebben;



Figuur 3: De resultaten van de verschillende rafelingsproeven met aan de linkerkzijde de resultaten per proefconfiguratie en recht de resultaten per mengseltype.

4. Op basis van de proefresultaten kan er niet echt een ranking in rafelingsweerstand worden bepaald. Er kan ook geen voorkeur uitgesproken worden over de aard van de proefstukken (lab vervaardigd of uit de weg; al dan niet verouderd. Wel is de standaardafwijking in de proefresultaten van de kernen uit de weg in het algemeen hoger. Dit zal veroorzaakt worden door plaatselijke variaties in de kwaliteit ten gevolge van temperatuur schommelingen en wals verdichting.

4. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de diverse onderzoeken en ervaringen kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden gedaan:

1. De resultaten van de verschillende rafelingsproeven op laboratorium vervaardigde en verouderde SMA 8G⁺-proefstukken zijn niet consistent. Met name de methode van veroudering, het effect van veroudering op de resultaten van de rafelingsproeven en de relatie tussen rafelingsgedrag in de praktijk en in het lab dienen nader beschouwd te worden;
2. De resultaten van de rafelingsproeven op proefstukken uit de weg zijn niet consistent en hebben geen meerwaarde voor het onderzoek. Bovendien levert het verkrijgen van materiaal uit de weg vaak substantiële bezwaren op bij de wegbeheerder;
3. De resultaten van de rafelingsproeven op laboratorium proefstukken, die niet verouderd zijn, worden gezien als maatstaf voor eventuele regelgeving op het gebied van rafelingsgevoeligheid van DGD's. Het gedrag van niet-verouderd asfalt geeft immers de potentie van een mengsel aan;
4. Op basis van de proefresultaten op niet-verouderd, lab-vervaardigd materiaal is het moeilijk om een éénduidige ranking in rafelingsweerstand aan te geven. Uit de RSAT resultaten lijkt op basis van het steenverlies per uur wel dat het gebruik van het PmB bitumen én de toepassing van porfier een betere rafelingsweerstand oplevert dan het mengsel met Bestone en bitumen 70/100;
5. SMA 8G⁺ is ten opzichte van een reguliere DGD een duurzaam mengsel. Het gevolg hiervan is dat de geconstateerde schade bij de rafelingsproeven relatief beperkt is en het maken van een betrouwbare ranking van de mengsels moeizaam is. Deze tekortkoming kan opgelost worden door voor duurzame asfaltmengsels de standaard proefduur te verlengen;
6. De temperatuurontwikkeling in het proefstuk gedurende de rafelingsproeven is van wezenlijke invloed op het resultaat. Er wordt aanbevolen grenzen aan de temperatuurtoename te stellen;
7. Monitoring van het gedrag van de Gelderse SMA-proefvakken in de tijd is noodzakelijk om de voorspellingskracht van rafelingsproeven te kunnen bepalen.
Voor DGD's is in de Standaard RAW Bepalingen 2015 aangegeven dat rafelingsonderzoek moet worden uitgevoerd en ter beschikking gesteld moet worden aan CROW. Door deze onderzoeken te koppelen aan praktijkgedrag kan een beeld ontstaan over de relatie tussen laboratorium- en praktijkgedrag.