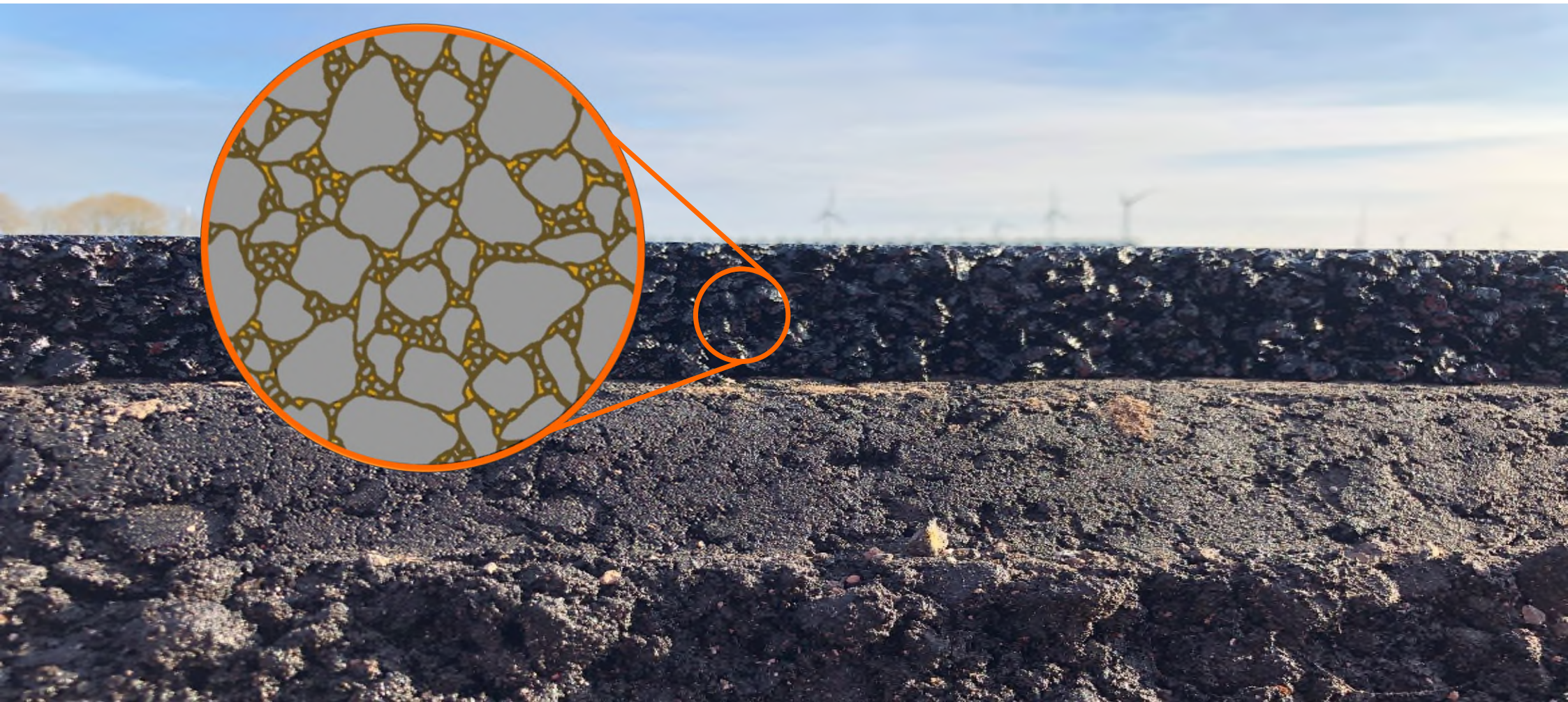




DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE VOOR LANGERE LEVENSDUUR
ROBBERT NAUS, CROW INFRADAG, 10 NOVEMBER 2022



Long-Life Pavements with Epoxy Asphalt

Panos Apostolidis, CROW INFRADAG, 10 NOVEMBER 2022

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

Epoxymodificatie van bitumen door Shell ontwikkeld in jaren '60

Zeer veel toepassingen op stalen brugdekken

- eerste op San Mateo Hayward Bridge, 40 jaar levensduur
- vervolgens wereldwijd (USA, Canada, China, Nieuw-Zeeland, ...)

Sinds 2007 ook in wegenbouw

- in ZOAB in Nieuw-Zeeland, inmiddels $\pm 1.000.000$ m²



DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

Epoxybitumen:

- Betere bindmiddeleigenschappen
- Betere hechting aan mineraal
- Minder gevoelig voor oxidatieve veroudering

Dit leidt tot asfalt met:

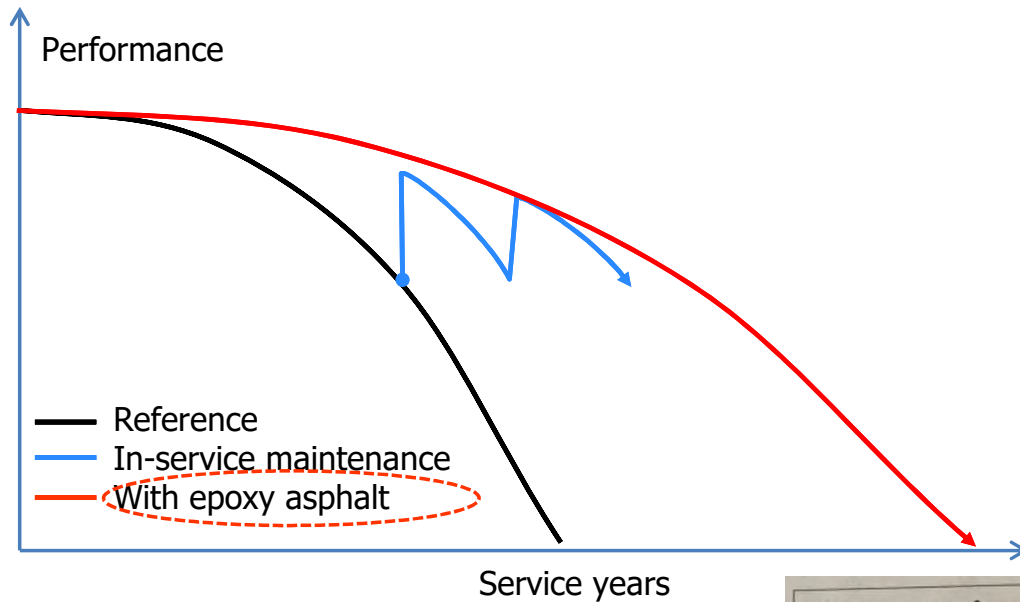
- Betere weerstand tegen vervorming, vermoeiing en rafeling
- Betere watergevoeligheid
- Langere levensduur (zeker twee keer langer)

→ Hogere aanlegkosten, langere levensduur: lagere *life cycle costs*





The epoxy asphalt solution



Test met 'superasfalt' kan provincie veel besparen

Gijsbert Termaat

Anna Paulowna * In Noord-Holland is een nieuwe strook asfalt neergelegd, dat wel dertig tot veertig jaar mee kan gaan. Daarmee wordt de levensduur van het wegdek drie tot vier keer verlengd.

Vooralsnog gaat het om een teststrook op de provinciale weg N249 in Anna Paulowna. De provincie heeft samen met DuraVermeer en de TU Delft goede hoop dat het superasfalt straks overal kan worden toegepast. „De provincie bespaart alleen al tientallen miljoenen euro's als wegen nog maar eens in de dertig of veertig jaar hoeven te worden ge-

asfalteerd”, zegt gedeputeerde Elisabeth Post. „Doordat we minder onderhoud plegen, ondervindt het verkeer ook minder hinder.”

Vanaf vanmiddag kan het verkeer over het nieuwe stukje superasfalt rijden, dat op basis van epoxybitumen is samengesteld. Epoxybitumen gaat niet alleen vele malen langer mee, maar herstelt zichzelf ook steeds van scheurtjes. „Het heeft zijn waarde op brugdekken al lang bewezen, maar het is een primeur dat we het ook op wegdekken gaan uittesten”, zegt de gedeputeerde. Later dit jaar wordt er nog een teststrook neergelegd op de N502 bij Petten.

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

Drie (onderzoeks)trajecten:

1. Provincies Noord-Holland, Gelderland en TU Delft (promotietraject)

- N249, Anna Paulowna, SMA-NL 8B, 6 juni 2018
- N240b, Wieringerwerf, SMA-NL 8B, 6 november 2020
- N837, Driel, PA 8G, 16 oktober 2022

2. Partner Programma Gemeenten

- Utrecht, Croeselaan, SMA-NL 8B, 15 juli 2018
- Alkmaar, Randersdijk, SMA-NL 8B, 19 september 2018
- Heerhugowaard, Zuidtangent, SMA-NL 8B, 12 oktober 2018
- Rotterdam, Prins Alexanderlaan, SMA-NL 8B, 14 oktober 2018
- Dordrecht, Overkampweg, Nobelpave, 22 oktober 2018
- Enschede, Vlierweg, SMA-NL 8B, 25 oktober 2018

3. Validatietraject toplaag tweelaags ZOAB Rijkswaterstaat

- A6, Almere, 2L-ZOAB 8, 5 juni 2019
- A50, Sint-Oedenrode, 2L-ZOAB 5, 18 september 2021

En daar bovenop nog een wereldwijde uitwisseling van ervaringen en onderzoeken (onder andere VS, Nieuw-Zeeland, China en Nederland)



CROW Infradag
donderdag 24 november 2022

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

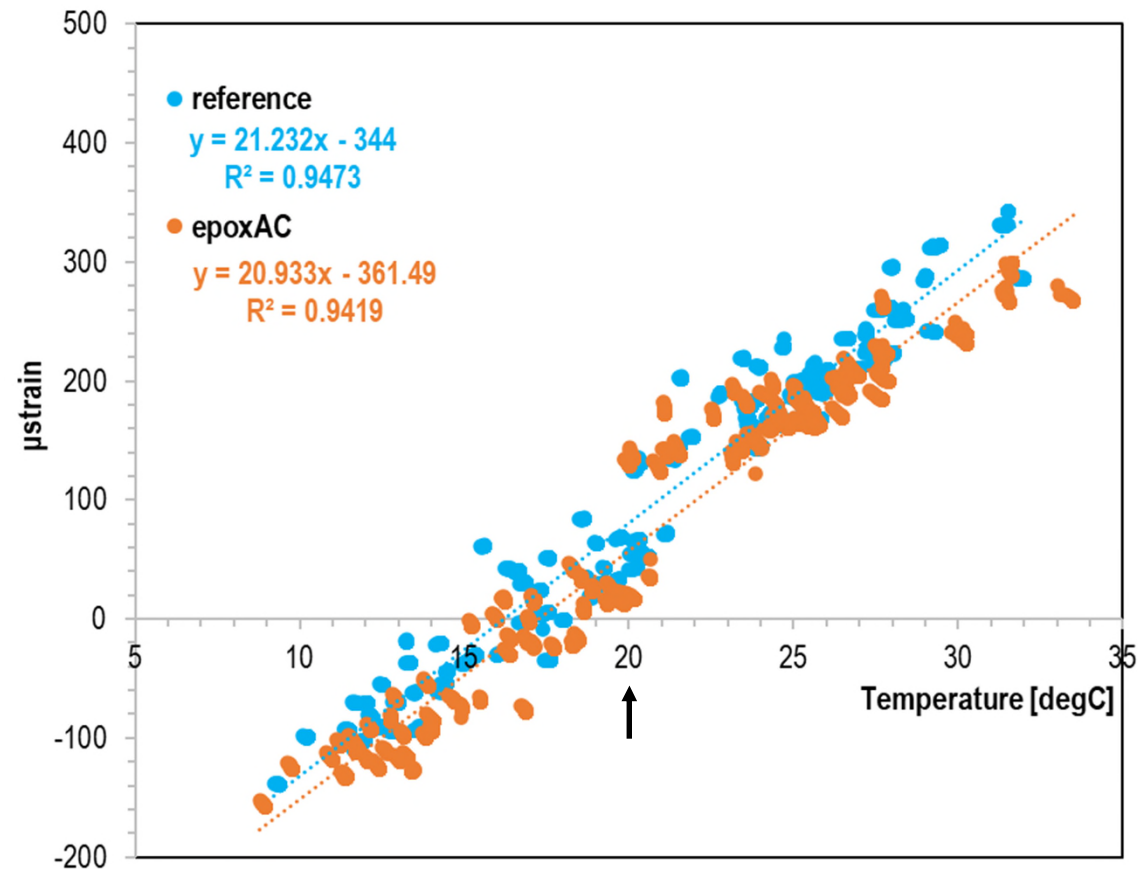
1 NOORD-HOLLAND, GELDERLAND, TU DELFT

Proefvak N240b:

- Door TU Delft sensoren aangebracht om spanningen en rekken te meten



Transverse strains versus temperature



Predicted fatigue life of EpoxAC

Generalized fatigue cracking model:

$$N_f = C \cdot k_1 \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{k_2} \cdot \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3}$$

where:

N_f is the repetitions until failure,

ε_t is the tensile strain,

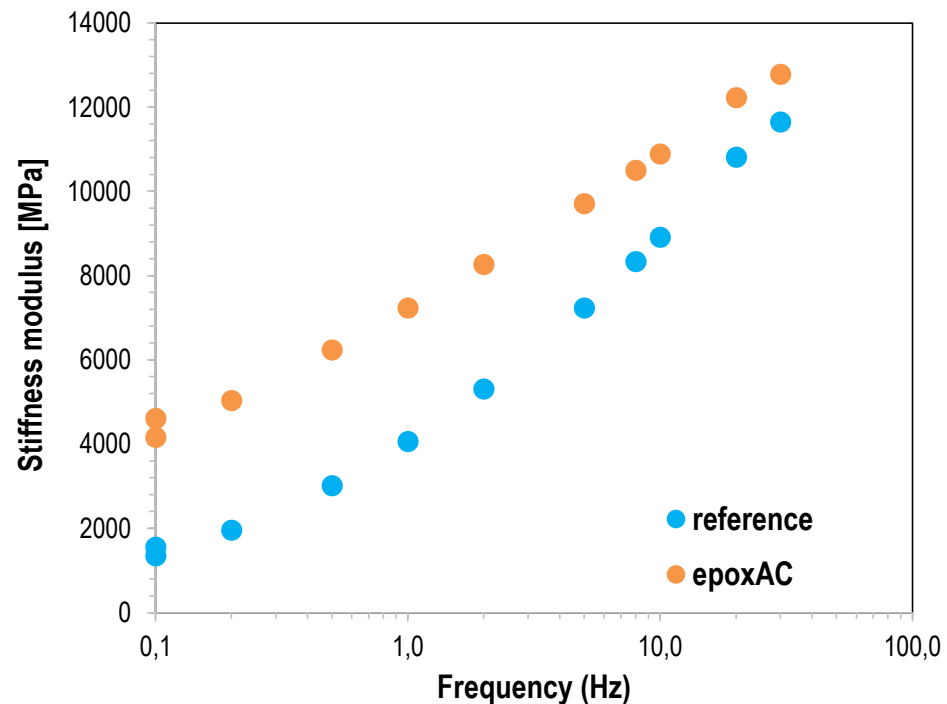
E is the initial stiffness,

C is a lab to field adjustment factor,

k_1 , k_2 and k_3 are lab regression coef.

Shell fatigue cracking model:

$$N_f = 0.0685 \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{5.671} \cdot \left(\frac{1}{E}\right)^{2.363}$$



Predicted fatigue life of EpoxAC

Generalized fatigue cracking model:

$$N_f = C \cdot k_1 \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{k_2} \cdot \left(\frac{1}{E}\right)^{k_3}$$

where:

N_f is the repetitions until failure,

ε_t is the tensile strain,

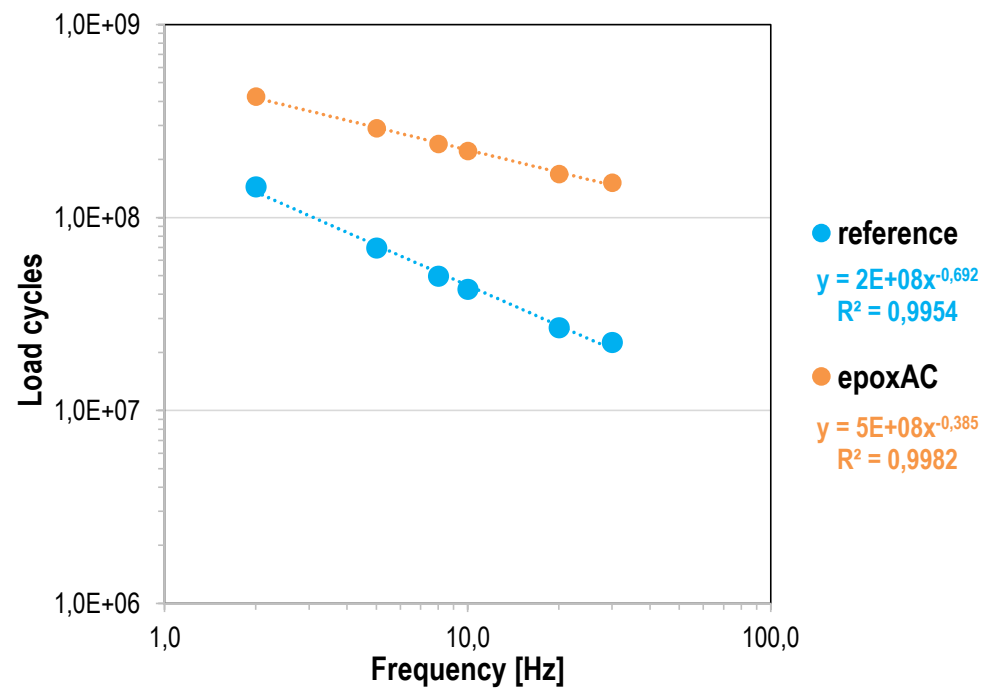
E is the initial stiffness,

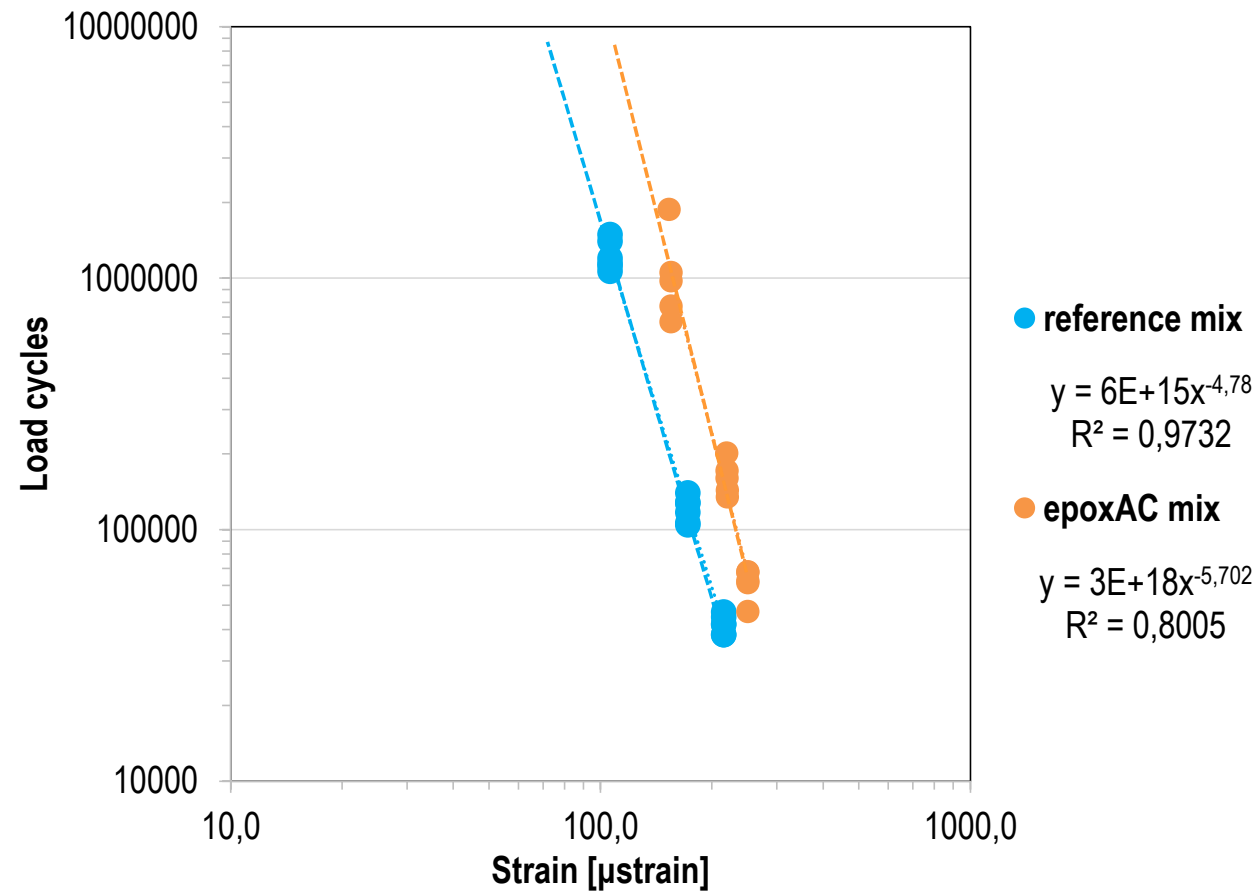
C is a lab to field adjustment factor,

k_1 , k_2 and k_3 are lab regression coef.

Shell fatigue cracking model:

$$N_f = 0.0685 \cdot \left(\frac{1}{\varepsilon_t}\right)^{5.671} \cdot \left(\frac{1}{E}\right)^{2.363}$$





2 PARTNER PROGRAMMA - MONITORINGPLAN

donderdag 24 november 2022

[illegible]

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

3 VALIDATIE TOPLAAG 2L-ZOAB RWS

Proefvakken A6 (2L-ZOAB 8) en A50 (2L-ZOAB 5):

- Uitgebreid onderzoek voor, tijdens en na aanleg



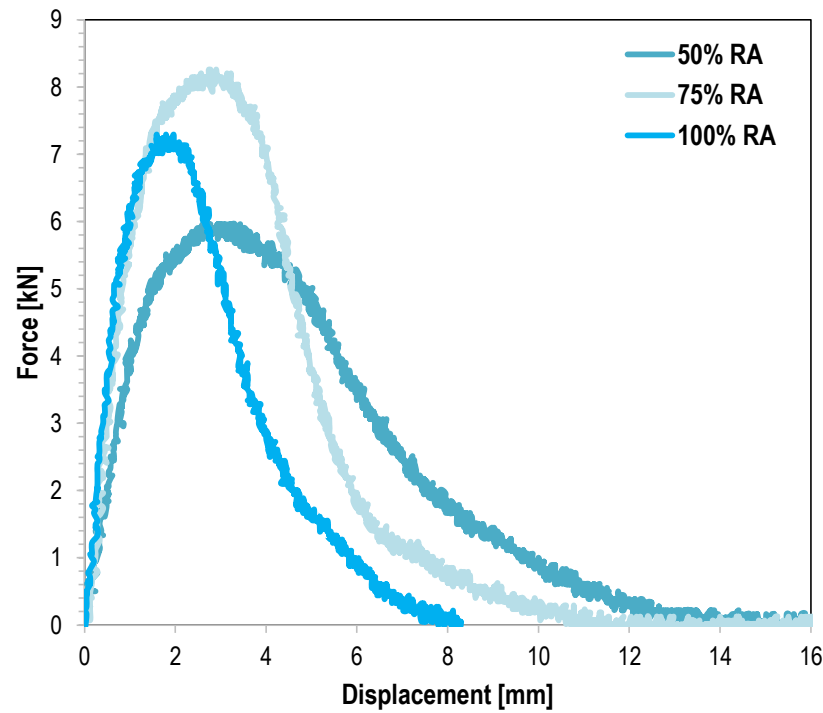
A6

Voor veroudering	Na veroudering																								
FST (stijfheid G* en fasehoek) bij 0, 10, 20, 30, 40 en 50 graden (triplo) - Kolom → 12 mm hoog en 6 mm diameter - Frequentiestappen → 0.001, 0.01, 0.1, 0.4, 0.8, 1, 4, 8, 10, 20 en 30 Hz - Rekniveau → 0.1% voor alle temperaturen	<table><tr><th>Aspect</th><th>Eigenschap</th><th>Proef</th></tr><tr><td rowspan="2">Veiligheid</td><td rowspan="2">Stroefheid</td><td>FAP</td></tr><tr><td>Friction After Polishing conform NEN-EN 12697-49</td></tr><tr><td rowspan="3">Levensduur</td><td rowspan="3">Lage temperatuurgedrag</td><td>V-FAP</td></tr><tr><td>Verlengde FAP</td></tr><tr><td>TNO-protocol conform IQ 2012-64 (alleen protocol 3 en 4)</td></tr><tr><td rowspan="3">Herbruikbaarheid</td><td>Affiniteit EMB-steen</td><td>³ Conform NEN-EN 12697-11</td></tr><tr><td>Rafeling</td><td>ARTE</td></tr><tr><td>Onderzoek naar black rock</td><td>Aachener Ravelling Tester</td></tr><tr><td rowspan="3">Herbruikbaarheid</td><td rowspan="3">Onderzoek naar black rock</td><td>Intern protocol</td></tr><tr><td></td></tr><tr><td></td></tr></table>	Aspect	Eigenschap	Proef	Veiligheid	Stroefheid	FAP	Friction After Polishing conform NEN-EN 12697-49	Levensduur	Lage temperatuurgedrag	V-FAP	Verlengde FAP	TNO-protocol conform IQ 2012-64 (alleen protocol 3 en 4)	Herbruikbaarheid	Affiniteit EMB-steen	³ Conform NEN-EN 12697-11	Rafeling	ARTE	Onderzoek naar black rock	Aachener Ravelling Tester	Herbruikbaarheid	Onderzoek naar black rock	Intern protocol		
Aspect	Eigenschap	Proef																							
Veiligheid	Stroefheid	FAP																							
		Friction After Polishing conform NEN-EN 12697-49																							
Levensduur	Lage temperatuurgedrag	V-FAP																							
		Verlengde FAP																							
		TNO-protocol conform IQ 2012-64 (alleen protocol 3 en 4)																							
Herbruikbaarheid	Affiniteit EMB-steen	³ Conform NEN-EN 12697-11																							
	Rafeling	ARTE																							
	Onderzoek naar black rock	Aachener Ravelling Tester																							
Herbruikbaarheid	Onderzoek naar black rock	Intern protocol																							
Vermoeiing LAS-methode (AASHTO TP 101-14) bij 20 graden (triplo) - Kolom → 12 mm hoog en 6 mm diameter - Frequency Sweep - Frequentiestappen → 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 2, 4, 8, 10, 20 en 30 Hz - Rekniveau → 0.1% - Amplitude Sweep - Rekniveau → oplopend van 0.1% tot 30% met stap van 0.1% (310 stappen) - Frequentie → 10 Hz																									
Vervorming conform MSCR-methode (AASHTO TP70 en AASHTO MP19) bij 50 graden (triplo) - Kolom → 12 mm hoog en 6 mm diameter - Opgelegde spanning → 10 maal 0.1 kPa, maal 0.3 kPa gevolgd door 10 maal 3.2 kPa - Tijdsduur belast tak → 1 s - Tijdsduur onbelaste tak → 9 s	<table><tr><th>Item</th><th>Proef</th></tr><tr><td>Veiligheid</td><td>Stroefheid</td></tr><tr><td rowspan="3">Geluid</td><td>P72</td></tr><tr><td>Proef 72 conform RAW-2015</td></tr><tr><td>SPB</td></tr><tr><td rowspan="2">Geluid</td><td>Statisch Pass-By conform ISO 11819-1</td></tr><tr><td>CPX</td></tr><tr><td rowspan="2">Geluid</td><td>Close Proximity conform ISO 11819-2</td></tr><tr><td></td></tr></table>	Item	Proef	Veiligheid	Stroefheid	Geluid	P72	Proef 72 conform RAW-2015	SPB	Geluid	Statisch Pass-By conform ISO 11819-1	CPX	Geluid	Close Proximity conform ISO 11819-2											
Item	Proef																								
Veiligheid	Stroefheid																								
Geluid	P72																								
	Proef 72 conform RAW-2015																								
	SPB																								
Geluid	Statisch Pass-By conform ISO 11819-1																								
	CPX																								
Geluid	Close Proximity conform ISO 11819-2																								

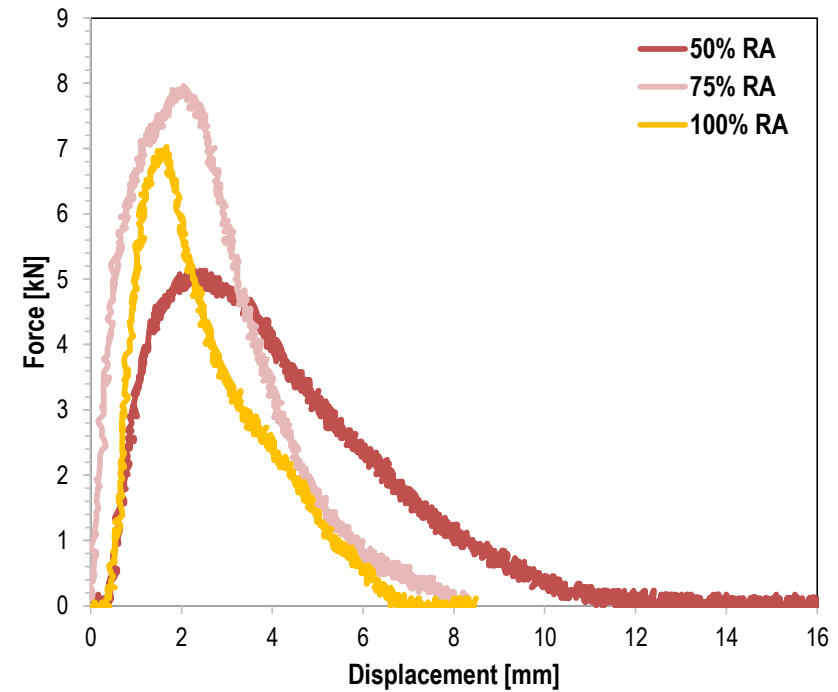


A50

Recyclability of EpoxAC



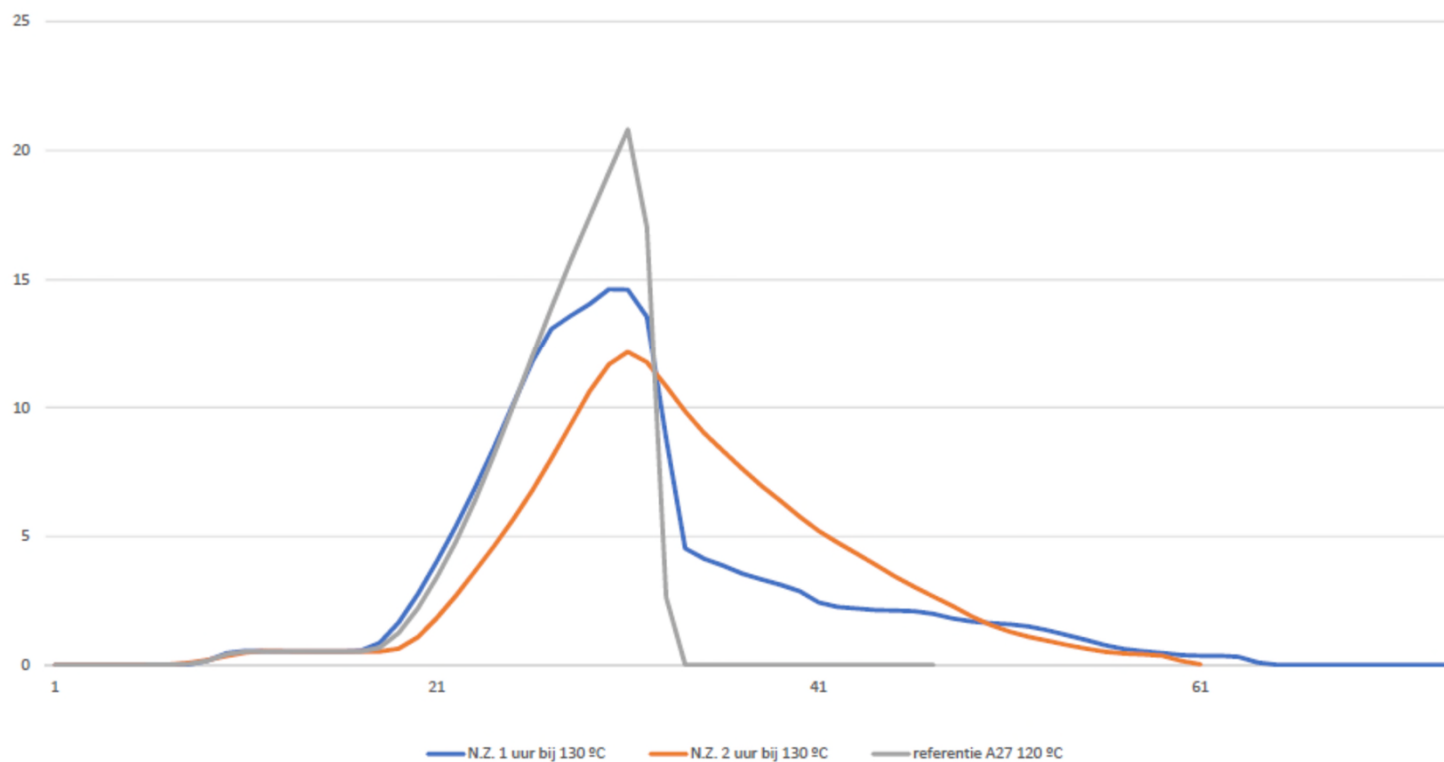
reference mixture



EpoxAC mixture

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE HERGEBRUIK

Vergelijk in breuktaaiheid 0 °C



DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

CONCLUSIES / BEVINDINGEN

- Asfalt met epoxygemodificeerde bitumen presteert minimaal gelijkwaardig aan asfalt met polymeergemodificeerde bitumen.
- De betere hechting, betere prestatie na kunstmatige veroudering en betere weerstand tegen rafeling kunnen duiden op een langere levensduur.
- Toepassing vooral zinvol in dunne deklagen met een relatief korte levensduur!
- Based on field measurements and lab data, a fatigue cracking model showed that the life of epoxy-modified asphalt was almost 4 times greater than the life of reference.
- The epoxy-modified asphalt exhibits a similar recycling attribute to standard asphalt mixtures.



CROW Infradag
donderdag 24 november 2022

DEKLAGEN MET EPOXYMODIFICATIE

STELLING / DISCUSSIE

- Voor de bepaling van *life cycle costs* én MKI/m²/jaar is de levensduur als inputparameter noodzakelijk.
- Er is behoefte aan een uniforme geaccepteerde methode om vooraf op basis van laboratoriumproeven de levensduurvoorspelling van deklagen eenduidig (en objectief) vast te stellen.
- Maar is een dergelijke uniforme methode haalbaar voor compleet verschillende werkingsprincipes zoals bijvoorbeeld bij vezels en epoxygemodificeerde bitumen het geval is?

