



FORECAST

Resultaten van het project



Introductie

FORECAST = Fingerprinting van bindmiddelen voor de verwerkbaarheid en prestatieproeven voor gietasfalt

De verwerkbaarheid is voor asfaltmengsels een essentiële producteigenschap. Een goede verwerkbaarheid zorgt ervoor dat de asfaltmengsels (gietasfalt) gemakkelijk over de weg kunnen worden uitgespreid en draagt er in aanzienlijke mate toe bij dat de kwaliteitsnormen die zijn vastgelegd voor asfaltverhardingen worden gehaald. Het bitumineuze bindmiddel speelt een belangrijke rol in de verwerkbaarheid van de asfaltmengsels (gietasfalt).

Naast de verwerkbaarheid is ook de weerstand tegen blijvende vervorming een cruciale eigenschap van asfaltmengsels. Voor gietasfaltmengsels wordt de weerstand tegen blijvende vervorming gemeten volgens de norm EN 12697-20 (NBN, 2020). Een recente studie in Zwitserland toonde aan dat er een veelbelovende nieuwe methode bestaat om de indeuking van gietasfalt te testen. De Zwitserse methode houdt zowel een wijziging in van de omstandigheden van de indeukingsproef volgens de norm EN 12697-20, als het gebruik van een ander type proefstuk. De eerste resultaten zien er veelbelovend uit wat de nauwkeurigheid en duur van de proef betreft.

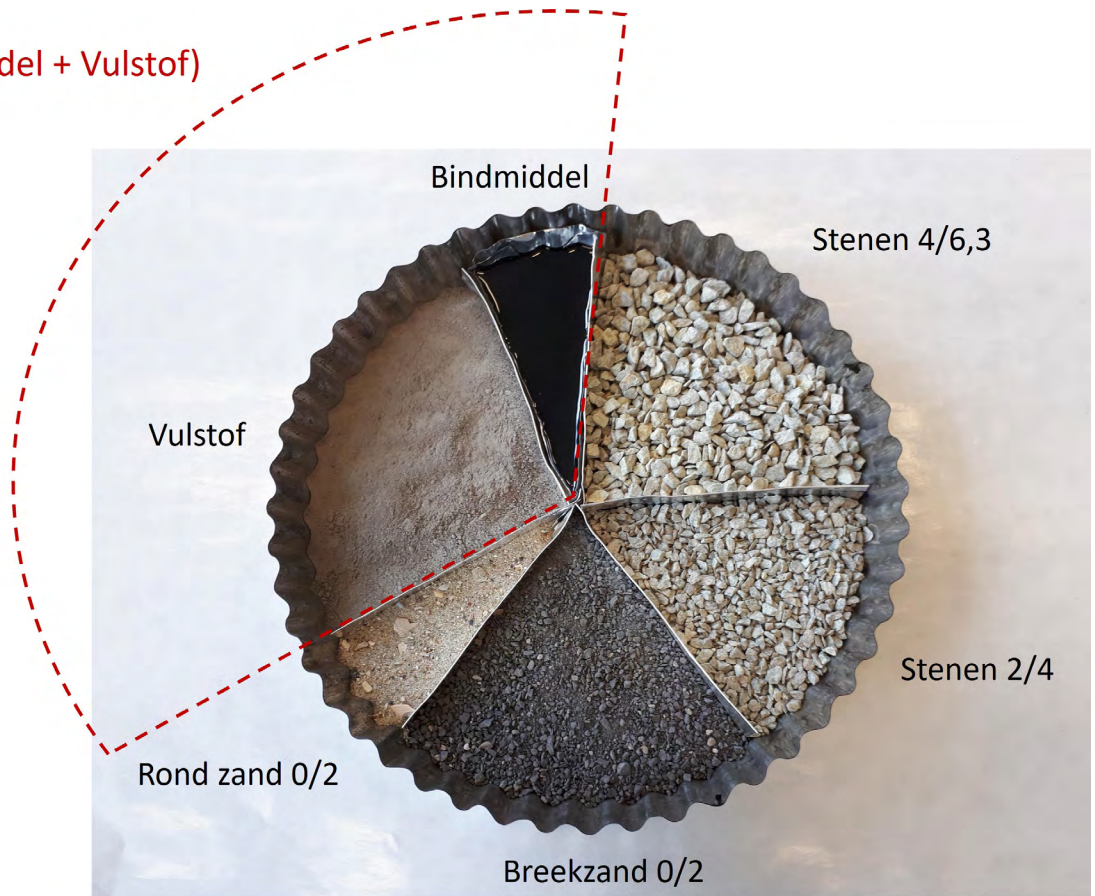
Motivatie en doelen van het project

Tijdens dit twee jaar durende project werd prenormatief onderzoek uitgevoerd naar twee verschillende aspecten van gietasfalt.

De eerste opdracht van dit project bestaat erin een aantal **fingerprintingmethodes te ontwikkelen voor bitumineuze bindmiddelen**, die een **verband** kunnen leggen **tussen de verwerkbaarheid van het asfaltmengsel en het bitumineuze bindmiddel**.

Gietasfalt bevat veel meer bindmiddel (bitumen + eventuele additieven) dan andere asfaltmengsels en wordt vervaardigd bij hogere temperaturen (in België vaak bij 230 °C). Daarnaast bevat gietasfalt een hoog percentage vulstof, dat samen met het bindmiddel de mastiek vormt (zie Figuur 1). Daarom wordt het onderzoek naar de nieuwe fingerprintingmethodes op drie verschillende niveaus verricht: het bitumineuze bindmiddel, de mastiek (bindmiddel + vulstof) en het gietasfaltmengsel.

Mastiek (Bindmiddel + Vulstof)



Figuur 1 – Voorbeeld van de samenstelling van een gietasfaltmengsel 0/6

Het project bestudeerde de verwerkbaarheid, die werd gemeten op het niveau van het gietasfalt en de resultaten die werden afgeleid van de bovengenoemde subniveaus. De onderzochte subniveaus (bindmiddel en mastiek) zijn valabele kandidaten voor snelle en kostenefficiënte proeven.

Het doel van deze fingerprintingmethode is een preselectie te kunnen maken van geschikte bindmiddelen, die nodig zijn om asfaltmengsels te verkrijgen die gemakkelijk te verwerken zijn. Deze preselectie is vooral interessant in het kader van een zeer dynamische markt voor bitumineuze bindmiddelen en additieven die in volle ontwikkeling is, onder andere door de toenemende aanwezigheid van biologische bindmiddelen met een lagere CO₂-voetafdruk dan klassieke bindmiddelen, of additieven die worden gebruikt in asfaltmengsels die bij lagere temperaturen worden geproduceerd. De fingerprintingmethode zou de wegenbouwsector de mogelijkheid bieden bindmiddelen en additieven te testen en te selecteren voor zijn asfaltmengsels, zonder tijdrovende en dure verwerkbaarheidsproeven te hoeven uitvoeren op de asfaltmengsels.

De **bepaling van de vervormingsweerstand van het gietasfalt met de indeukingsproef** volgens de norm EN 12697-20 is een belangrijke proef die in België wordt toegepast voor initiële typeproeven (*initial type testing*) en voor productiecontrole in de fabriek (*factory production control*). De nauwkeurigheid van de indeukingsproef die wordt aangegeven in de Europese norm, uitgedrukt door de herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid van de proef, is echter vrij laag in vergelijking met andere beproevingsmethoden op asfaltmengsels.

Het doel van het tweede deel van dit project is te evalueren **of de Zwitserse benadering een geschikte methode is om de indeuking van gietasfalt te meten** en te zien of deze benadering in de toekomst de genormaliseerde beproevingsmethode zou kunnen vervangen of aanvullen.

Proeven

De volgende proeven werden uitgevoerd op de verschillende niveaus van een asfaltmengsel.

Proeven op de bitumineuze bindmiddelen

- **Naaldpenetratie en verwekingstemperatuur:** de naaldpenetratie volgens de norm NBN EN 1426 (NBN, 2024) en de verwekingstemperatuur volgens de norm NBN EN 1427 (NBN, 2015) zijn standaard eigenschappen die worden gebruikt voor de specificatie van bitumina volgens de norm NBN EN 12591 (NBN, 2009).
- **Viscositeit:** bepaling van het vloeigedrag volgens de norm NBN EN 13302 (NBN, 2018) bij verschillende temperaturen die overeenkomen met de productie, de verwerking of de aanleg en de verdichting van asfaltmengsels.
- **Zuurindex:** bepaling van de hoeveelheid kaliumhydroxide die nodig is om vrije zuren in het bitumen te neutraliseren volgens de technische specificatie CEN/TS 17482 (CEN, 2020).
- **Reologische eigenschappen:** aan de hand van reologische metingen met de dynamische afschuifreometer (DSR - *dynamic shear rheometer*) kan het reologische gedrag van bitumineuze bindmiddelen in kaart worden gebracht. De stijfheidsmodulus G^* en de bijbehorende fasehoek δ worden bepaald overeenkomstig de norm NBN EN 14770 (NBN, 2023) over een gegeven temperatuur- en frequentiebereik.
- **Fourier-transformatie-infraroodspectroscopie (FT-IR):** via deze methode kan een stof worden gekarakteriseerd op basis van de intensiteit van de absorptiebanden van infrarood licht naargelang de frequentie. De metingen werden op twee manieren verricht: via transmissie (besproken in dit artikel) en in reflectie (hier niet besproken).

Viscositeitsproef op mastieken

Een zeer belangrijke factor waarmee geen rekening wordt gehouden tijdens de proeven op het bitumen, is het verstijvende effect van de vulstof op de viscositeit. Gietasfalt is een type asfalt waarbij ongeveer 40% tot 45% van het volume uit bindmiddel en vulstof (= mastiek) bestaat, terwijl bij andere asfalttypes de mastiek ongeveer 18% van het totale volume van het asfalt uitmaakt. Daarom werd er in dit project een proefprotocol ontwikkeld om de viscositeit van de mastiek te meten met behulp van het coaxiale cilindersysteem (CC) op een dynamische afschuifreometer. Het doel van dit protocol is zowel het viscositeitseffect van het basisbitumen/-bindmiddel als het verstijvende effect van de betreffende vulstof te kunnen meenemen. Het proefprotocol dat in dit project werd ontwikkeld, bevat instructies voor de vervaardiging van de mastieken, de voorbereiding van de proefmonsters en voor de uitvoering van de proef zelf. De meting van de viscositeit van de mastiek bestaat uit vier blokken:

- Blok 1: thermische stabilisatie gedurende 10 minuten
- Blok 2: voorproef/stabilisatiefase bij een afschuifsnellheid van $\dot{\gamma} = 1 \text{ s}^{-1}$
- Blok 3: meting van de viscositeit bij een afschuifsnellheid van $\dot{\gamma} = 1 \text{ s}^{-1}$
- Blok 4: afschuifsnellheidsanalyse $\dot{\gamma}$ tussen 1 s^{-1} en 10 s^{-1} om te onderzoeken in welke mate de afschuifsnellheid afhankelijk is van de viscositeit

Verwerkbaarheidsproef op het gietasfaltmengsel

- Tijdens de verwerkbaarheidsproef wordt de mengweerstand (het koppel) gemeten tijdens de afkoeling van het gietasfalt (zie Figuur 2).
- Bij OCW wordt de proef meestal uitgevoerd tussen de productietemperatuur van het gietasfalt van 230°C en 180°C . Aan de hand van deze proef kan het temperatuurbereik worden bepaald waarbinnen het gietasfalt op de bouwplaats kan worden aangebracht.



Figuur 2 - Verwerkbaarheidsmeter van OCW

De verwerkbaarheid werd gemeten op basis van een proefmethode beschreven in de Duitse verordening “Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA)” (FGSV, 2021). Deze methode werd door OCW aangepast en aangevuld tijdens eerdere onderzoeksprojecten en onlangs heeft OCW een normontwerp voor deze proef ingediend bij het Europees Comité voor Normalisatie.

Voor de verwerkbaarheidsproeven worden de gietasfaltmengsels vervaardigd met de bindmiddelen en vulstoffen die in de vorige stadia reeds zijn geanalyseerd. Hierdoor kunnen directe conclusies worden getrokken tussen de afzonderlijke bestanddelen (bindmiddelen en vulstof) en hun invloed op het complete gietasfaltmengsel.

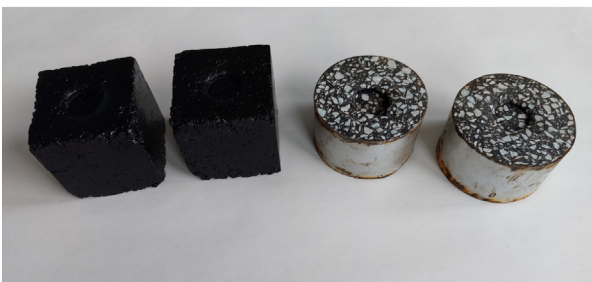
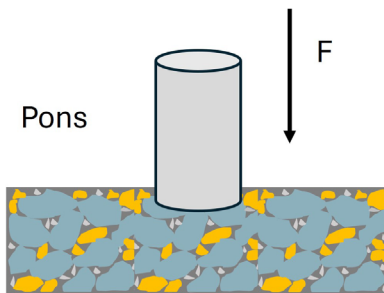
Twee soorten indeukingsproeven op gietasfaltmengsels

De weerstand tegen blijvende vervorming is een van de belangrijkste eigenschappen van gietasfalt, samen met de verwerkbaarheid. Deze eigenschap wordt bepaald via een proces in twee stappen. De statische indeuking wordt gemeten overeenkomstig de norm NBN EN 12697-20 voor alle gietasfaltmengsels. Vervolgens wordt de dynamische indeuking nog bepaald volgens de norm NBN EN 12697-25 (NBN, 2016) voor meer resistente gietasfaltmengsels met een statische indeuking van maximaal 2,5 mm. In Zwitserland is een nieuwe methode ontwikkeld voor de statische indeuking, die gebaseerd is op de norm NBN EN 12697-20, maar waarmee gietasfalt in een kortere tijd kan worden beproefd. De kortere duur van de proef met de nieuwe Zwitserse methode werd op verschillende manieren verkregen:

- toepassing van hogere belastingen tijdens de proef;
- uitvoering van de proef bij een hogere temperatuur;
- type proefstukken: de Europese norm gebruikt kubusvormige proefstukken, terwijl de nieuwe Zwitserse methode met cilindrische proefstukken werkt;
- voorbereiding van de proefstukken: de Europese methode schrijft voor dat in het laboratorium kubussen worden klaargemaakt door het in bulk gegoten gietasfalt van de bouwplaats te verwarmen. De Zwitserse methode daarentegen vraagt dat cilindervormige metalen bussen worden gevuld met asfalt dat reeds op de bouwplaats is gegoten. Vervolgens worden de proefstukken in het laboratorium verzaagd zodat vlakke, evenwijdige oppervlakken worden verkregen. Tijdens de indeukingsproef volgens de Zwitserse methode blijft het gietasfalt in de metalen bussen zitten.

Figuur 3 geeft een overzicht van de verschillende meetomstandigheden van de indeukingsproef, met enkele foto's van de verschillende soorten proefstukken.

Indeuking – Proefmethodes



	EN 12697-20 	Zwitserse methode 
Temperatuur [°C]	40	55
Belasting [N]	525	650
Proefstuk	Kubus	Cilinder
Duur [min]	30	15
Voorbereiding van het proefstuk	Labo	Bouwplaats
Tijds winst		Het proefstuk blijft in de metalen bus

Figuur 3 – Meting van statische indeuking: vergelijking van de Europese met de Zwitserse methode. Links: kubusvormige proefstukken van de Europese methode en cilindrische proefstukken van de Zwitserse methode.

Geanalyseerde materialen en mengsels

In het kader van het project werden verschillende bindmiddelen getest (zie tabel 1).

20/30 wegenbitumen
35/50 wegenbitumen A (paraffinisch)
35/50 wegenbitumen B (paraffinisch)
35/50 C wegenbitumen (naftenisch)
Polymeergemodificeerd bitumen (PMB) 10/40-65
Polymeergemodificeerd bitumen (PMB) 45/80-50
35/50 wegenbitumen A + was
35/50 wegenbitumen A + ethyleenvinylacetaatcopolymeer (EVA)
35/50 wegenbitumen A + zuurteregelaar 1
35/50 wegenbitumen A + zuurteregelaar 2
35/50 wegenbitumen A + zuurteregelaar 3
35/50 wegenbitumen B + zuurteregelaar 4
35/50 wegenbitumen B + zuurteregelaar 5

Tabel 1 - Geanalyseerde bindmiddelen in het FORECAST-project

Dit zijn bitumina van verschillende kwaliteiten en oorsprong, verschillende polymeergemodificeerde bitumina en bitumina waaraan in het OCW-laboratorium was, ethyleenvinylacetaatcopolymeer en verschillende zuurteregelaars zijn toegevoegd. Het gebruik van verschillende bindmiddelen in dit project heeft tot doel verschillende soorten gietasfaltmengsels te maken voor de specifieke behoeften van dit project (bv. mengsels die bestand zijn tegen blijvende vervorming of zeer goed verwerkbaar mengsels). De zuurteregelaars worden gebruikt om de zuurgraad van het bitumen te verhogen, wat kan leiden tot een betere verwerkbaarheid van het gietasfaltmengsel en waardoor de productietemperatuur van het mengsel kan worden verlaagd.

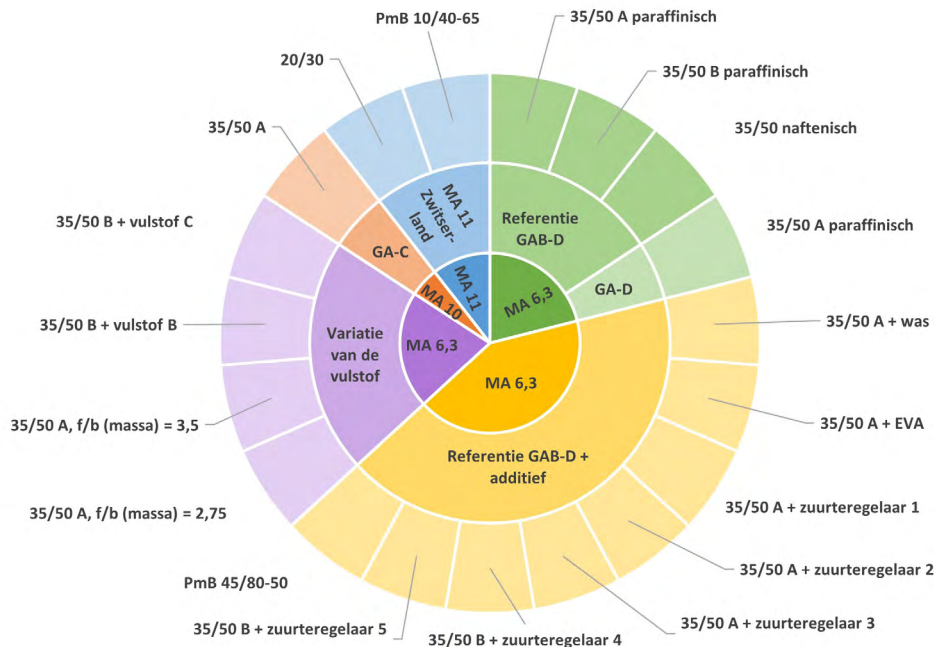
Met behulp van de bindmiddelen in tabel 1 werden een aantal mastieken vervaardigd (zie tabel 2). Deze mastieken zijn gebaseerd op de referentiemastiek M1 en de geanalyseerde varianten houden rekening met verschillende bitumina, een polymeerbitumen, bitumina met additieven en de variatie van de gebruikte vulstof en variaties in de verhouding vulstof/bitumen.

Mastiek	Vulstof	% holle ruimte in de vulstof	Bindmiddel	Verhouding vulstof/ bindmiddel in massa	Beschrijving
M1	A	33	35/50 A	3,26	Mastiek met bitumen A
M2	A	33	35/50 B	3,26	Mastiek met bitumen B
M3	A	33	35/50 C	3,26	Mastiek met bitumen C
M4	A	33	35/50 A + was	3,16	Mastiek met was
M5	A	33	35/50 A + EVA	3,01	Mastiek met EVA
M6	A	33	35/50 A + Zuur 1	3,22	Mastiek met zuurteregelaar 1
M7	A	33	35/50 A + Zuur 3	3,23	Mastiek met zuurteregelaar 3
M8	A	33	35/50 B + Zuur 4	3,16	Mastiek met zuurteregelaar 4
M9	A	33	PMB 45/80-50	2,75	Mastiek met polymeergemodificeerd bitumen
M10	A	33	35/50 A	2,75	Bitumenmastiek A en v/b=2,75
M11	A	33	35/50 A	3,50	Bitumenmastiek A en v/b=3,50
M12	B	32	35/50 B	3,26	Mastiek met vulstof B
M13	C	41	35/50 B	3,26	Mastiek met vulstof C

Tabel 2 – Geanalyseerde mastieken in het FORECAST-project

In een volgende fase werden gietasfaltmengsels met de eerdergenoemde bindmiddelen en vulstoffen ontworpen en vervaardigd om hun verwerkbaarheid te meten. Hierbij moet worden opgemerkt dat de verhouding vulstof/bindmiddel in deze gietasfaltmengsels overeenkomt met de bijbehorende mastieken, zodat de drie verschillende niveaus kunnen worden vergeleken. Een overzicht van deze mengsels is te vinden in Figuur 4.

Gietasfaltmengsels



Figuur 4 – Geanalyseerde gietasfaltmengsels in het FORECAST-project. De binnenste cirkel geeft de korrelgrootte van het mengsel aan, de middelste cirkel geeft informatie over het type mengsel en in de buitenste cirkel staan de gebruikte bindmiddelen.

Het referentiemengsel is een gietasfalt als beschermingslaag voor de afdichting met een korrelgrootte van 0/6,3 volgens het standaardbestek van het Vlaamse Gewest SB 250 (Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen en Verkeer, 2025). Er werden veel varianten van dit mengsel getest, zoals een GA-D volgens het SB 250 met minder bindmiddel, varianten met additieven of een variatie van de verhouding vulstof/bindmiddel of het type vulstof. Daarnaast werden een GA-C-mengsel met een korrelgrootte 0/10 volgens het SB 250 en twee mengsels met een korrelgrootte 0/11 volgens de Zwitserse standaardbestekken ontworpen en getest.

Resultaten

Resultaten van de studie over de fingerprintingmethode voor de verwerkbaarheid

De meetresultaten van de proeven op de drie verschillende niveaus (bindmiddel - mastiek - gietasfaltmengsel) leveren een grote hoeveelheid gegevens op. Per type gietasfaltmengsel werden er meer dan 3.000 meetresultaten verzameld, waarvan de meeste afkomstig zijn van de meting van de infraroodspectra binnen een breed golfgetalbereik. Daarnaast bevat de database ook informatie over de samenstelling van de materialen, zoals de verhouding vulstof/bindmiddel in een mastiek.

Voor een directe vergelijking van de resultaten moeten altijd dezelfde bindmiddelen en vulstoffen worden gekozen in de verschillende niveaus en moet altijd dezelfde verhouding vulstof/bindmiddel worden gebruikt in de mastiek en het bijbehorende gietasfaltmengsel om de niveaus volledig te kunnen vergelijken. Van de 19 gietasfaltmengsels die in Figuur 4 zijn beschreven, konden sommige eigenschappen uiteindelijk niet worden gemeten (tijdens de verwerkbaarheidsproef werd bijvoorbeeld de koppelgrens van het meetinstrument bereikt omdat sommige soorten mengsels zeer stijf zijn), waardoor meetgegevens ontbraken. Bijgevolg waren 12 gevallen van mastiekontwerp compleet en werden deze dus gebruikt in de analyse.

Het analyseren van de meetgegevens en eigenschappen van de materialen, mastieken en gietasfaltmengsels heeft tot doel een verband te vinden met de verwerkbaarheid van het gietasfalt. Aan het begin van de analyse van deze grote dataset werden pieken gedetecteerd in de FT-IR-spectra. Vervolgens werden de gegevens geanalyseerd met behulp van de Pearson correlatiecoëfficiënt en een multivariabele analyse (principale-componentenanalyse en hiërarchische clustering) om de dimensionaliteit van de gegevens te verminderen.

Pearson correlatiecoëfficiënt

Uit de analyse bleek dat er een aantal variabelen zijn waartussen er goede correlaties bestaan:

- Positieve correlatie tussen de verwerkbaarheid (koppel) van het gietasfalt bij 200 °C en de viscositeit van de mastiek bij een temperatuur van 200 °C en een afschuifsnelheid van $\dot{\gamma} = 10 \text{ s}^{-1}$.
- Positieve correlatie tussen de viscositeit van het bindmiddel bij 200 °C en de viscositeit van de mastiek bij 200 °C en een afschuifsnelheid van $\dot{\gamma} = 1 \text{ s}^{-1}$.
- Positieve correlatie tussen de zuurgraad en de FT-IR-absorptie bij ongeveer 1700 cm^{-1} (voor niet-verouderde bindmiddelen).
- Positieve correlatie tussen de viscositeit van het bindmiddel en van de mastiek (beide bij 200 °C) en de FT-IR-absorptie bij 1739 cm^{-1} en bij 1242 cm^{-1} (de aanwezigheid van het EVA leidt tot een toename van de viscositeit).
- Positieve correlatie tussen de viscositeit van het bindmiddel en van de mastiek ($\dot{\gamma} = 1 \text{ s}^{-1}$) (beide bij 200 °C) en de FT-IR-absorptie bij ongeveer 1023 cm^{-1} door de vinylacetaateenheden van het EVA-copolymeer.
- Negatieve correlatie tussen de verwerkbaarheid (koppel) van het gietasfalt bij 200 °C en de FT-IR-absorptie bij ongeveer 994 cm^{-1} (aanwezigheid van alkenen, =C-H-buiging buiten het vlak in het bitumen).

Multivariabele analyse

De principale-componentenanalyse toonde aan dat één van deze componenten goed de verwerkbaarheid weergeeft op het niveau van het gietasfalmengsel. Deze component wordt positief beïnvloed door de waarde van het koppel die verkregen wordt via de verwerkbaarheidsproef bij 200 °C en door de viscositeit van de mastiek bij 200 °C en bij een afschuifsnelheid van 10 s^{-1} . Bovendien wordt hij negatief beïnvloed door de FT-IR-absorptie bij 994 cm^{-1} .

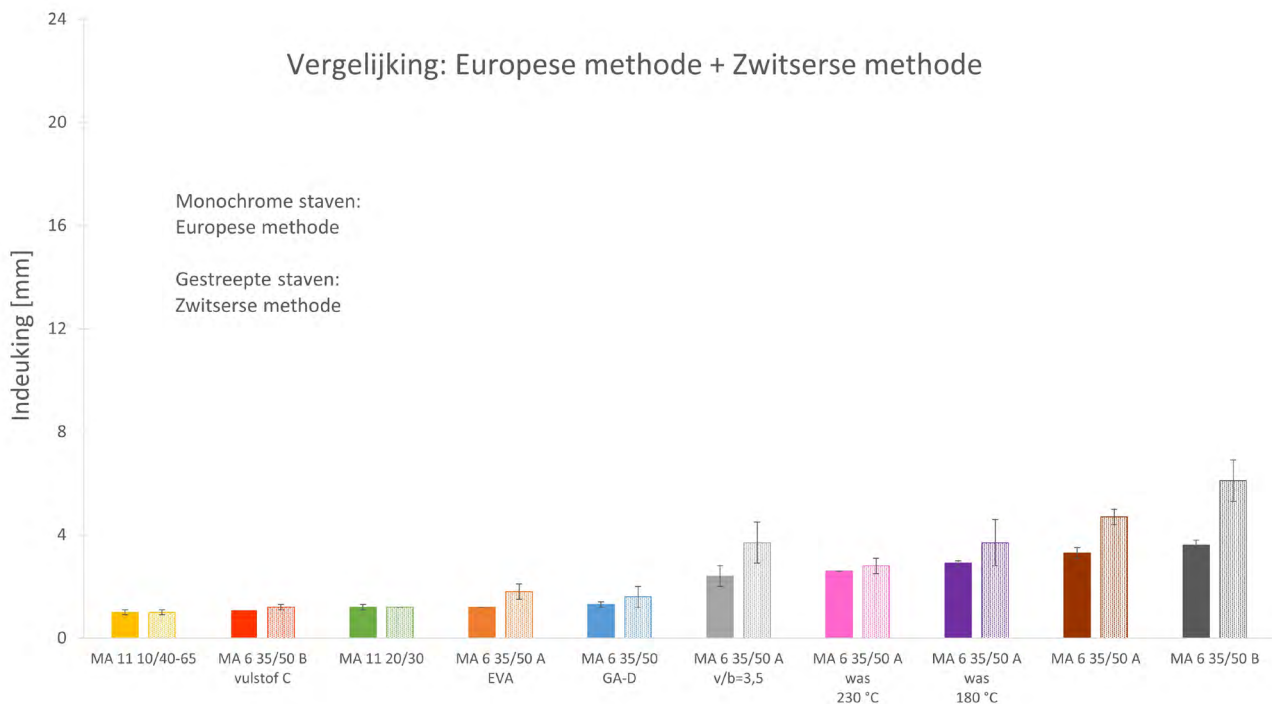
Conclusies voor de fingerprintingmethode

De resultaten toonden aan dat de viscositeit van de mastiek bij 200 °C en een afschuifsnelheid van 10 s^{-1} reeds een eerste indicatie kan geven van de verwerkbaarheid van het gietasfalmengsel. Het kan verstandig zijn een eerste preselectie van geschikte bindmiddelen en vulstoffen te maken alvorens een compleet gietasfalmengsel te vervaardigen en te testen. Niettemin is het belangrijk altijd preselectieproeven uit te voeren op de mastiek met de bindmiddelen en vulstoffen en de verhouding vulstof/bindmiddel die men later wil gebruiken voor de productie van het complete gietasfalmengsel.

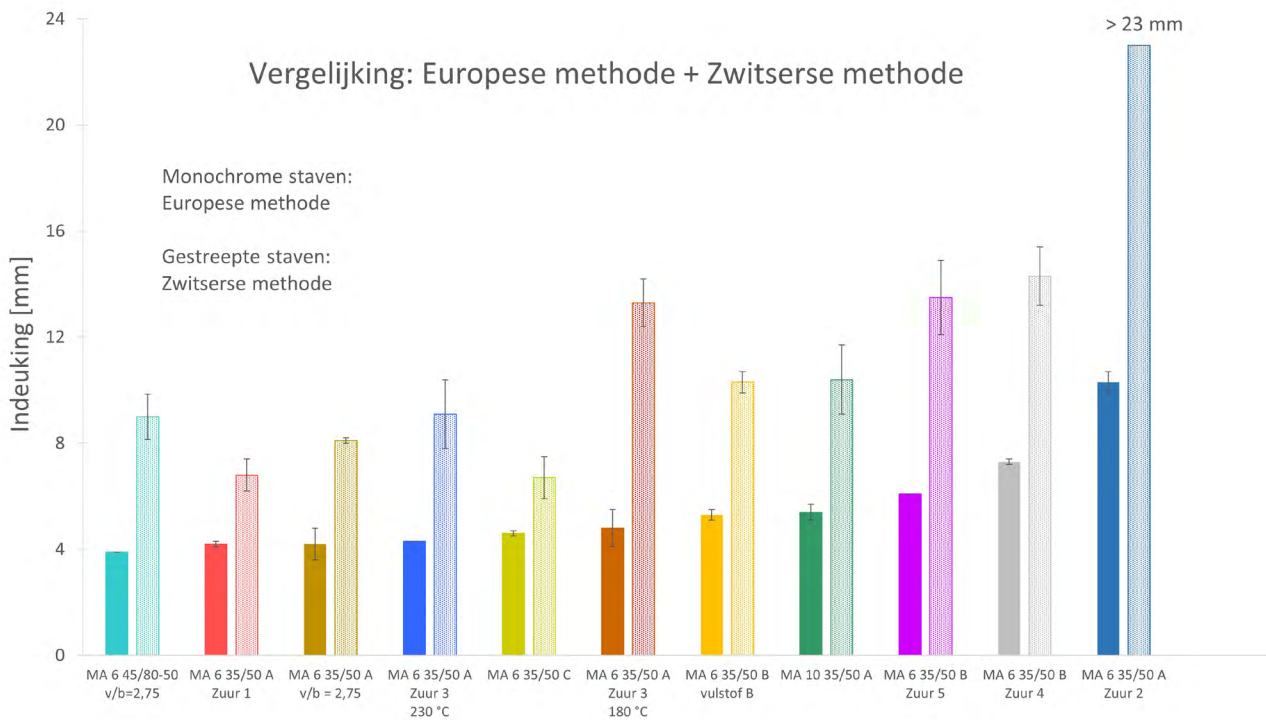
Resultaten van de vergelijking van beide methoden voor de indeukingsproef

Om de twee methoden voor de indeukingsproef te vergelijken werden 21 gietasfalmengsels met beide methoden beproefd. Dit gebeurde meermaals per mengsel en proefmethode. Het betrof hier de 19 gietasfalmengsels in Figuur 4. Bovendien werden twee van deze mengsels (het mengsel met was en het mengsel met zuurteregelaar 3) vervaardigd bij twee verschillende productietemperaturen (230 °C en 180 °C).

De resultaten van deze vergelijking worden voorgesteld in de Figuren 5a en 5b.



Figuur 5a – Resultaten van de vergelijking van beide methoden voor de indeukingsproef. Monochrome staven: Europese methode; gestreepte staven: Zwitserse methode. De grafiek toont de resultaten van de eerste 10 mengsels.



Figuur 5b – Resultaten van de vergelijking van beide methoden voor de indeukingsproef. Monochrome staven: Europese methode; gestreepte staven: Zwitserse methode. De grafiek toont de resultaten van de andere 11 mengsels.

Een vergelijking van de nieuwe Zwitserse methode voor de indeukingsproef met de genormaliseerde methode bracht de volgende punten aan het licht:

Rangschikking (ranking van de mengsels volgens de indrukdiepte)

De rangschikking van de mengsels die met beide methoden werden getest, blijft in grote lijnen hetzelfde. We zien een paar kleine verschillen die te maken hebben met de thermische gevoeligheid van de bindmiddelen. De rangschikking is logisch en komt overeen met de samenstelling van de mengsels.

Herhaalbaarheid van de twee indeukingsproeven

De Europese methode geeft betere resultaten wat de variatiecoëfficiënt betreft. De maximale variatiecoëfficiënt bij de Europese methode bedraagt 16%, terwijl dit bij de Zwitserse methode 23% is.

Onderscheid tussen gietasfaltmengsels die bestand zijn tegen blijvende vervorming

Geen van beide methodes is in staat onderscheid te maken tussen gietasfaltmengsels die zeer goed bestand zijn tegen blijvende vervorming (geringe indeuking).

Voordelen van de Zwitserse methode/aandachtspunten

Een van de voordelen van de Zwitserse methode is dat de proefstukken gemakkelijker kunnen worden klaargemaakt op de bouwplaats. Het gietasfalt wordt rechtstreeks in cilindrische metalen vormen gegoten en vervolgens ook in deze vormen getest. De enige ingreep tussen de monstername en de meting is het zagen van de cilindrische proefstukken om de vereiste hoogte te verkrijgen. Dit is een tijdsbesparing in vergelijking met de Europese methode, waarbij het in bulk gegoten gietasfalt op de bouwplaats moet worden bemonsterd en vervolgens in het laboratorium moet worden opgewarmd om de proefkubussen te maken. Een ander voordeel is de kortere duur van de proef.

De nadelen van deze methode ten opzichte van de laboratoriumbeproeving zijn de hogere belastingen. Voor toestellen met slechts één belastingskolom is het extra gewicht van 125 N vaak inbegrepen in de accessoires van het toestel. Voor een toestel met twee belastingskolommen, zoals het toestel van OCW waarmee twee proefstukken tegelijk kunnen worden gemeten, is er maar één extra gewicht van 125 N inbegrepen in de accessoires. Omdat het in dat geval niet mogelijk is twee proefstukken tegelijk te meten, kan er ook geen tijdsbesparing worden behaald tijdens de meting. Er moet dus een tweede gewicht van 125N worden aangekocht om van de tijdsbesparing te profiteren.

Hierbij moet ook worden opgemerkt dat het zagen van de proefstukken in het laboratorium heel zorgvuldig moet gebeuren om vlakke en evenwijdige oppervlakken te verkrijgen. Daarom heeft OCW zaaginstructies uitgewerkt.

Conclusies voor de nieuwe methode voor de indeukingsproef

De Zwitserse methode is interessant en verdient om in de toekomst verder te worden uitgewerkt en verbeterd. De nadruk zou moeten liggen op het verbeteren van de nauwkeurigheid van de proef. Daarnaast moeten er extra eisen worden toegevoegd voor het meten van mengsels die minder bestand zijn tegen vervorming.

Referenties

Bureau voor Normalisatie (2009). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Eisen voor wegenbitumen (NBN EN 12591).

Bureau voor Normalisatie (2015). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: bepaling van het verwekingspunt: Ring- en kogelmethode (NBN EN 1427).

Bureau voor Normalisatie (2016). Asfaltmengsels: beproevingsmethoden. Deel 25: Cyclische drukproef (NBN EN 12697-25).

Bureau voor Normalisatie (2018). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de dynamische viscositeit van bitumineuze bindmiddelen met gebruik van een rotatieviscositeitsmeter (NBN EN 13302).

Bureau voor Normalisatie (2020). Asfaltmengsels: Beproevingmethoden. Deel 20: Indeukingsproef op kubusvormige of Marshallproefstukken (NBN EN 12697-20).

Bureau voor Normalisatie (2023). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van complexe schuifmodulus en fasehoek - Dynamic Shear Rheometer (DSR) (NBN EN 14770).

Bureau voor Normalisatie (2024). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de naaldpenetratie (NBN EN 1426).

Europees Comité voor Normalisatie (2020). Bitumen en bitumineuze bindmiddelen: Bepaling van de zuurwaarde van een bitumen: Potentiometrische methode (CEN/TS 17482).

Merkblatt für Temperaturabsenkung von Asphalt (M TA), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Keulen, Duitsland (2021)

Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen en Verkeer. (2025). Standaardbestek 250 voor de wegenbouw (Versie 5.0). <https://www.vlaanderen.be/departement-mobiliteit-en-openbare-werken/standaardbestekken/standaardbestek-250>

Auteur

Annette Gail

+32 2 766 03 29

a.gail@brrc.be



Dankbetuiging

Dit project was mogelijk dankzij de financiële steun van het Bureau voor Normalisatie NBN (overeenkomst CCN/NBN/PN2023A62 en CCN/NBN/PN2023B62).

De auteur dankt de collega's van OCW die hebben meegewerkt aan dit project: João Crucho, David De Santos Martinez, Alexandra Destrée, Bruno Evrard, Joeri Feremans, Alexandros Margaritis, Philippe Peaureaux, Nathalie Piérard, Safae Razzouk, Jan Saerens, Els Schelkens, Ann Vanelstraete en Stefan Vansteenkiste.