

ASFALT MET VERLAAGDE TEMPERATUUR INVLOED OP DE PRESTATIEKENMERKEN

JOËLLE DE VISSCHER, FREDERIK VERVAECKE, ANN VANELSTRAETE
OCW

HILDE SOENEN, TINE TANGHE, PER REDELIUS
Nynas Belgium AB

Eén van de mogelijkheden om het energieverbruik en de CO₂ uitstoot in de wegenbouw te verminderen is de verlaging van de productietemperatuur van asfalt. Daarbij dienen de goede eigenschappen van klassiek warm bereid asfalt behouden te blijven. In 2006 is Nynas, in samenwerking met het OCW, een IWT-project gestart om verschillende technieken te bestuderen voor de verlaging van de productietemperatuur. Er worden 3 technieken beschouwd: gebruik van wasgemodificeerd bitumen, toevoeging van zeolieten aan het mengsel en gebruik van schuimbitumen.

L'une des possibilités pour réduire la consommation d'énergie et l'émission de CO₂ dans le domaine de la construction routière consiste à abaisser la température de production des enrobés. Il faut en plus préserver les bonnes propriétés des mélanges classiques préparés à chaud. En 2006, Nynas a lancé un projet IWT en collaboration avec le CRR pour étudier différentes techniques de réduction de la température de production. Trois techniques sont examinées: l'utilisation de bitume modifié à la paraffine, l'ajout de zéolites au mélange et l'utilisation de mousse de bitume.

1 Inleiding

Door de problematiek van klimaatverandering gaat er recentelijk veel aandacht naar de reductie van het energieverbruik en de uitstoot van CO₂ en andere schadelijke broeikasgassen. Dit is een algemene trend waaraan ook de wegenbouwsector, meer specifiek de asfaltsector, deelneemt.

Afhankelijk van het bitumen zijn voor asfaltmengsels productietemperaturen van 150 °C tot 190 °C gebruikelijk. Dergelijke productietemperaturen worden enerzijds toegepast voor een goede droging en omhulling van de aggregaten en anderzijds om een goede verwerkbaarheid en verdichtbaarheid van het asfaltmengsel op de werf te garanderen.

Er bestaan reeds technieken die het mogelijk maken om asfalt bij verlaagde temperaturen te produceren. De directe voordelen zijn aanzienlijk. Lagere meng- en verwerkingstemperaturen leiden tot een drastische daling van het energieverbruik (vaak stookolie) en verminderen de uitstoot van CO₂ en andere emissies. Ook de dampafgifte bij de

verwerking vermindert drastisch, wat de veiligheid en het comfort van de wegenwerkers ten goede komt.

Drie belangrijke technieken die voor productie bij lagere temperatuur aangewend kunnen worden zijn: toevoeging van wassen aan het bitumen, toevoeging van zeolieten aan het asfaltmengsel en gebruik van schuimbitumen. Deze technieken zouden een betere omhulling van de aggregaten en een betere verdichtbaarheid bij verlaagde temperatuur bewerkstelligen.

Hoewel deze technieken reeds in de praktijk toegepast worden, is er momenteel nog een gebrek aan kennis over de impact ervan op de prestatiekenmerken van het asfalt. Nynas en het OCW startten daarom begin 2006, met steun van het IWT, een project om deze technieken nader te onderzoeken. Daarbij is het de bedoeling de goede prestaties van klassiek warm bereid asfalt met de genoemde technieken te evenaren. Het project omvat verschillende luiken. In een eerste luik worden gepaste testmethodes en proefcondities gezocht en geoptimaliseerd om de prestaties van warm asfalt te bepalen en wordt een uitgebreid laboratorium onderzoek gevoerd naar de invloed van de verschillende technieken op de asfaltprestaties. In een tweede luik wordt de praktische haalbaarheid van de drie technieken getest, door de aanleg van kleinschalige proefvakken op het terrein van een asfaltcentrale. Deze proefvakken zijn een eerste stap in de validatie van het laboratoriumonderzoek. In een derde en laatste luik zullen de verschillende technieken getest worden in proefvakken op de openbare weg.

2 Beschrijving van de technieken

2.1 Toevoeging van was aan het bitumen

Als bepaalde wassen toegevoegd worden aan bitumen, smelten ze boven een bepaalde temperatuur en kristalliseren ze onder een bepaalde kristallisatietemperatuur. In gesmolten toestand verandert het was slechts weinig aan de rheologische eigenschappen van het bitumen. Onder het kristallisatiepunt heeft het was echter een duidelijk verstijvend effect. Daardoor is het mogelijk om een zachter basisbitumen te gebruiken, waardoor men de omhulling en verwerkbaarheid bevordert en bijgevolg de productie- en verdichtingstemperaturen kan verlagen. Bij de gewone gebruikstemperaturen zal men dan toch nog een voldoende stijf bitumen hebben als gevolg van de kristallisatie van het was. Het is dus van essentieel belang dat de kristallisatietemperatuur gelegen is tussen de hoogste gebruikstemperatuur ($> 60\text{ °C}$) en de gewenste verdichtingstemperatuur ($< 150\text{ °C}$).

2.2 Toevoeging van zeolieten

Zeolieten zijn aluminium silicaten, die als bijzondere eigenschap hebben dat zij een grote hoeveelheid water kunnen opsluiten in hun kristalstructuur. Als een zeoliet toegevoegd wordt aan een warm mengsel ($> 100\text{ °C}$), wordt het water geleidelijk vrijgegeven onder de vorm van waterdamp, die een licht schuimend effect heeft op het bitumen. Dit opschuimen zorgt enerzijds voor een betere omhulling van de aggregaten en anderzijds bevordert het schuim

de verwerkbaarheid van het mengsel. De totale hoeveelheid water die hierdoor in het mengsel wordt gebracht is zeer beperkt, omdat slechts kleine hoeveelheden zeoliet ($\pm 0.3\%$ op de massa van het mengsel) voldoende zijn om het gewenste effect te bereiken.

2.3 Gebruik van schuimbitumen

Een derde techniek bestaat erin om het bitumen vooraf op te schuimen en vervolgens zo snel mogelijk toe te voegen aan het mengsel aggregaten. Het schuim zou ook hier zorgen voor een betere omhulling van de aggregaten en een betere verwerkbaarheid bij lagere temperatuur. Het bitumen wordt opgeschuimd door het toevoegen van water en lucht op hoge druk aan warm bitumen, in een daarvoor speciaal ontworpen schuimeenheid.

Het grote verschil tussen deze techniek en de twee voorgaande technieken is dat de productie- en verdichtingstemperaturen lager zijn dan $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dit impliceert dat de aggregaten niet volledig gedroogd zijn, wat eigenlijk ook in zekere mate de bedoeling is, omdat een kleine hoeveelheid (ideaal $1.5\text{ à }3\%$) water in het aggregaat nodig zou zijn voor de verwerkbaarheid. Een gevolg is echter dat er een residuele hoeveelheid water in het asfaltmengsel overblijft na verdichting. Dit residuele vocht zal slechts langzaam uit het asfalt verdwijnen, waardoor de eigenschappen van het asfaltmengsel nog zullen evolueren in de tijd. Bovendien is het gekend dat vocht een negatieve impact heeft op de adhesie tussen aggregaten en bitumen in het asfaltmengsel. Om dit effect te verminderen is het belangrijk adhesieverbeteraars toe te voegen.

3 Laboratoriumstudie

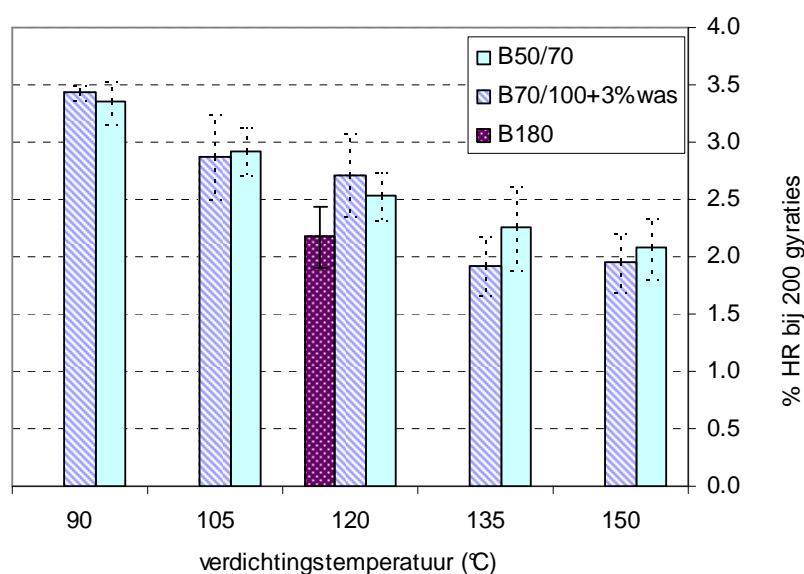
Er werd uitgegaan van het standpunt dat de prestaties van de asfaltmengsels geproduceerd bij verlaagde temperatuur, vergelijkbaar moeten zijn met de prestaties van een overeenkomstig warm bereid referentiemengsel. Als referentiemengsel werd gekozen voor een klassiek AB-4C mengsel, dat in België normaal gebruikt wordt voor toplagen van bouwklasse B4. Het bitumen is een gewoon wegenbitumen B50/70. Dit referentiemengsel wordt in het laboratorium gemengd bij $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ en ver dicht bij $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Het warme referentiemengsel en de halfwarme varianten ervan werden onderzocht voor de volgende belangrijke prestatiekenmerken:

- Verdichtbaarheid met de gyratorverdichter (NBN EN 12697-32)
- Weerstand tegen spoorvorming met de wielspoorproef bij $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (NBN EN 12697-22)
- Watergevoeligheid met de indirecte trekproef vóór en na waterconditionering (NBN EN 12697-23 en NBN 12697-12)
- Weerstand tegen scheurvorming bij lage temperatuur met de TSRST-proef (Thermal Stress Restrained Specimen Test) (prEN 12697-46)

3.1 Toevoeging van was aan het bitumen

Binnen dit project werd een uitgebreide reeks wassen in combinatie met verschillende bitumina beproefd (ref.1). Op basis van de kristallisatietemperatuur en de kristallisatiegraad bleken er slechts een aantal producten in aanmerking te komen. Voor het vervolg van de laboratoriumstudie werd uiteindelijk gekozen voor een basisbitumen B70/100, waaraan 3 m-% van een geselecteerde was werd toegevoegd. Aan de hand van viscositeitsmetingen op het was-gemodificeerd bitumen en op het referentiebitumen bitumen B50/70, kon voorspeld worden dat er een temperatuursreductie van ongeveer 15 °C mogelijk zou zijn. Deze voorspelling is gebaseerd op het principe dat de viscositeit van het was-gemodificeerd bitumen bij de verlaagde temperatuur gelijk moet zijn aan de viscositeit van het referentiebitumen B50/70 bij gewone productietemperatuur. Bijgevolg werd beslist het mengsel met het was-gemodificeerde bitumen te mengen bij 145 °C en te verdichten bij 135 °C, d.w.z. bij temperaturen die 15 °C lager zijn dan deze van het warme referentiemengsel. Om de verdichtbaarheid te bestuderen werd de gyratorproef uitgevoerd bij verschillende verdichtingstemperaturen (en overeenkomstig verlaagde mengtemperaturen). Figuur 1 toont de evolutie van de holle ruimte in functie van de verdichtingstemperatuur. Voor het referentiemengsel met het bitumen B50/70 ziet men zoals verwacht een graduele toename van de holle ruimte naarmate de verdichtingstemperatuur lager wordt. Het mengsel met het was-gemodificeerd bitumen (B70/100+3% was) vertoont, in vergelijking met het referentiemengsel, een lagere holle ruimte bij 135 °C en 150 °C, wat wijst op een betere verdichtbaarheid. Bij 135 °C is de holle ruimte vergelijkbaar met de holle ruimte van het referentiemengsel verdicht bij 150 °C. Bij 120 °C en lager neemt de holle ruimte duidelijk toe t.o.v. het referentiemengsel verdicht bij 150 °C en wordt geen positief effect meer vastgesteld op de verdichtbaarheid door het gebruik van wassen. Deze proeven bevestigen dus de mogelijke temperatuursreductie van 15 °C, die eerder werd voorspeld op basis van de viscositeitsproeven op de bindmiddelen.



Figuur 1: Holle ruimte in functie van de verdichtingstemperatuur (gyratorverdichter), met was-gemodificeerd bitumen

Tabel 1 geeft een samenvatting van de resultaten van de andere belangrijke prestatiekenmerken. De watergevoeligheid wordt weergegeven door de zogenaamde ITS-R waarde; dit is de verhouding van de treksterkte bepaald met de indirecte trekproef volgens EN12697-23 vóór en na conditionering in water volgens EN12697-12. De weerstand tegen lage temperatuur scheurvorming wordt bepaald met de TSRST-proef, waarbij een proefstuk dat aan de uiteinden is ingeklemd, geleidelijk wordt afgekoeld tot breuk optreedt. De breukspanning σ_{crack} en breuktemperatuur T_{crack} worden hierbij bepaald.

De onderzochte prestaties voldoen nog zonder probleem aan de eisen voor een toplaag AB-4C van bouwklasse B4. Bovendien ziet men slechts weinig verschil met de prestaties van het warme referentiemengsel. Het halfwarme mengsel lijkt zelfs iets beter te presteren voor alle kenmerken, doch de verschillen zijn gering, rekening houdend met de meetonzekerheden.

		Referentie warm asfalt met B50/70)	Halfwarm asfalt met B70/100+3% was
Verdichtingstemperatuur		150 °C	135 °C
Spoordiepte bij 30000 cycli (bij 50 °C)		6.0 %	5.7 %
Watergevoeligheid (bij 15 °C)	Holle ruimte*	4.4 %	4.6 %
	ITS-R	88 %	91 %
Scheurgevoeligheid bij lage temperatuur	σ_{crack}	5.2 MPa	5.6 MPa
	T_{crack}	-24.4 °C	-25.9 °C

Tabel 1: Prestatiekenmerken van het halfwarm asfalt met was-gemodificeerd bitumen

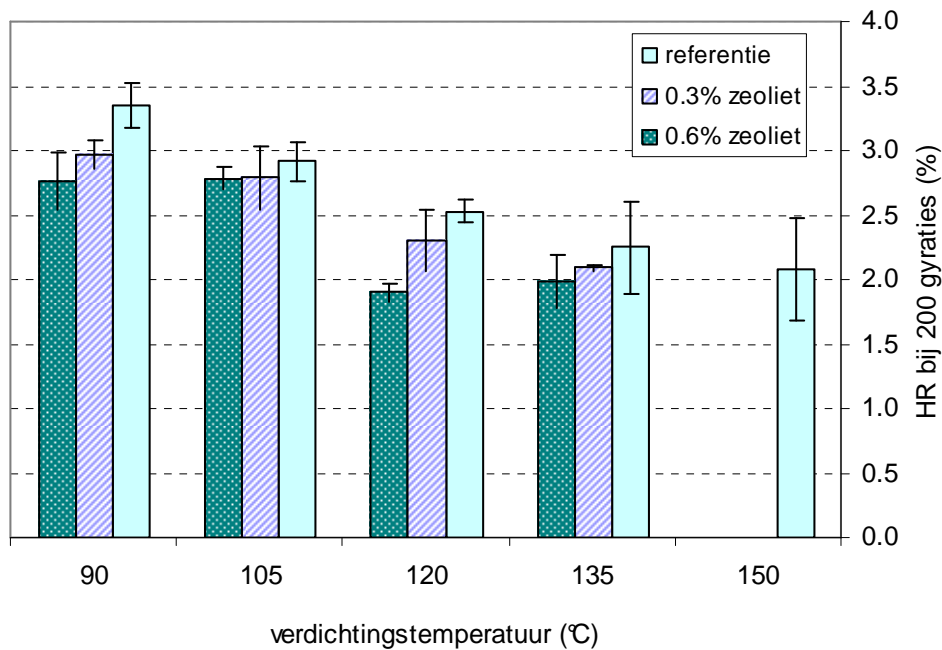
*: proefstukken gemaakt met de gyratorverdichter (25 gyraties)

3.2 Asfalt met verlaagde temperatuur door toevoeging van zeolieten

Binnen dit project werden een aantal natuurlijke en synthetische zeolieten onderzocht voor wat betreft hun korrelverdeling en watergehalte. De hoeveelheid water die een zeoliet kan bevatten en vrijgeven verschilt van soort tot soort en varieert van 5 % tot maximaal 20 %. De snelheid waarmee het water wordt vrijgegeven hangt mede af van de korrelgrootte. Details zijn te vinden in (ref. 2).

Om de verdichtbaarheid van het asfaltmengsel te onderzoeken werd ook hier de gyratorverdichter gebruikt bij verschillende verdichtingstemperaturen. Figuur 2 toont de resultaten voor het referentiemengsel (zonder toevoeging van zeoliet) en twee mengsels met respectievelijk 0.3 % en 0.6 % zeoliet op de massa van het mengsel. In deze grafiek ziet men dat door toevoeging van zeolieten de verdichtbaarheid van het asfaltmengsel verbetert, zodat bij een verdichtingstemperatuur van 120 °C eenzelfde holle ruimte kan worden bereikt als voor het referentiemengsel bij 150 °C. Bij nog lagere temperatuur is er geen verschil meer in holle ruimte tussen het referentiemengsel en de mengsels met zeolieten. Bovendien merkt men op dat het gebruik van 0.6 % zeoliet geen voordeel biedt ten opzichte van 0.3 %, omdat dit geen verdere temperatuursverlaging meer toelaat. Voor de verdere prestatieproeven werd

dan ook een verdichtingstemperatuur van 120 °C aangehouden, wat een temperatuursverlaging van 30 °C betekent.



Figuur 2: Holle ruimte in functie van de verdichtingstemperatuur (gyratorverdichter), met zeoliet

De resultaten van de verdere prestatieproeven op het mengsel met 0.3 % zeoliet zijn gegeven in tabel 2. Men ziet opnieuw dat er weinig of geen verschillen zijn met de respectievelijke prestaties van het warm bereide referentiemengsel.

		Referentie warm asfalt	Halfwarm asfalt met 0.3 % zeoliet
Verdichtingstemperatuur		150 °C	120 °C
Spoordiepte bij 30000 cycli (bij 50 °C)		6.0 %	5.7 %
Watergevoeligheid (bij 15 °C)	Holle ruimte*	4.4 %	5.2 %
	ITS-R	88 %	87 %
Scheurgevoeligheid bij lage temperatuur	σ_{crack}	5.2 MPa	5.0 MPa
	T_{crack}	-24.4 °C	-22.0 °C

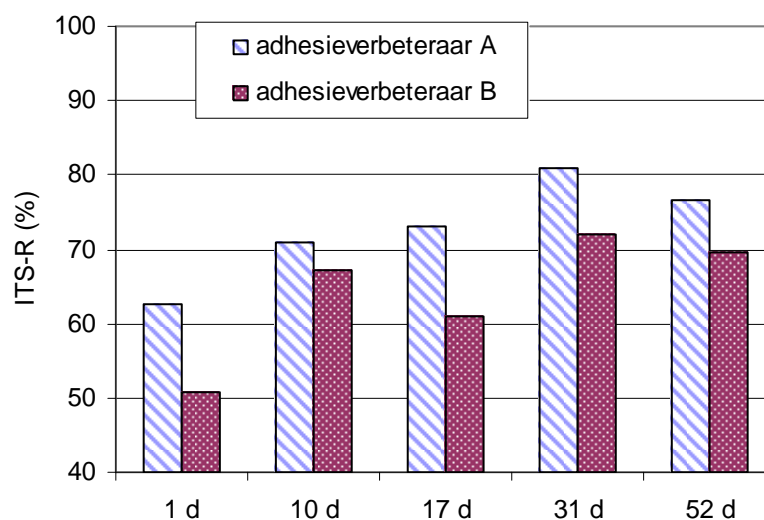
Tabel 2: Prestatiekenmerken van het halfwarm asfalt met zeoliet

*: proefstukken gemaakt met de gyratorverdichter (25 gyraties)

3.3 Gebruik van schuimbitumen

Terwijl de twee voorgaande technieken eenvoudig toe te passen zijn in het laboratorium, is dit veel minder het geval voor de techniek met schuimbitumen. Een afzonderlijke

schuimeenheid is nodig om het schuimbitumen te produceren en in de juiste dosering in de menger te spuiten. Dit vereist een minimale productie van ongeveer 30 kg asfalt per keer. Voor deze techniek werd vooral de watergevoeligheid als een kritisch kenmerk beschouwd, omwille van het hoge vochtgehalte. Daarbij speelt nog een bijkomende parameter een rol, namelijk de evolutie van het resterende vocht na verdichting, waardoor ook de kenmerken van het mengsel evolueren in functie van de tijd. Om dit te kunnen opvolgen, werden de hoeveelheden van 30 kg mengsel aangemaakt om deze tot gyratorkernen te verdichten voor de uitvoering watergevoelighedsproeven na verschillende rijpingsperiodes. De proefkernen werden tijdens de rijping bewaard bij een constante temperatuur van 15 °C en een constante relatieve luchtvochtigheid van 50 %. Deze proevenreeksen werden uitgevoerd voor twee verschillende adhesieverbeteraars. De adhesieverbeteraars werden toegevoegd à rato van 1 %, ter vervanging van 1 % van de aanvoervulstof. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3 in functie van het aantal dagen rijping. In het begin is de ITS-R waarde vrij laag in vergelijking met het referentiemengsel, waarvoor een ITS-R waarde van 88 % werd gemeten. Men ziet echter een graduele toename van de ITS-R waarde tot 70 - 80 % na ongeveer een maand. Daarmee voldoet het mengsel aan het voorschrift voor watergevoeligheid voor een toplaag volgens SB250 (versie 2.1). In de grafiek ziet men bovendien een licht verschil afhankelijk van het type adhesieverberaar. Dit verschil is waarschijnlijk niet significant, maar wordt veroorzaakt door een klein verschil in bitumengehalte. Het bitumengehalte is namelijk moeilijk exact te doseren met de schuimeenheid in het laboratorium. Hier werd dan ook vastgesteld dat het mengsel met adhesieverbeteraar B wat minder bindmiddel bevatte en bijgevolg ook meer holle ruimte, wat zich manifesteert in een hogere watergevoeligheid (dus lagere ITS-R waarde).



Figuur 3: Evolutie van ITS-R in functie van de rijpingstijd (in dagen) van mengsels met schuimbitumen en twee types adhesieverbeteraar

4 Eerste proefvakexperimenten

Een eerste reeks van 3 kleinschalige proefvakken werd in het voorjaar van 2008 aangelegd op het terrein van een asfaltcentrale. Het gaat hier om drie varianten van een mengsel voor toplagen type AB-4C, gelijkaardig aan het mengsel aangewend in de laboratoriumstudie:

- vak 1: klassiek warm bereid mengsel, geproduceerd bij 160 °C en verdicht bij 150 °C;
- vak 2: mengsel met 0.3 % zeolieten, geproduceerd bij 130 °C en verdicht bij 120 °C;
- vak 3: mengsel met was-gemodificeerd bitumen (B70/100+3% was), eveneens geproduceerd bij 130 °C en verdicht bij 120 °C.

Merk op dat in de laboratoriumstudie de temperatuursreductie voor het halfwarm asfalt met het was-gemodificeerd bitumen slechts 15 °C bedroeg. De goede resultaten in het laboratorium hebben er echter toe aangezet om op de proefvakken een grotere temperatuursreductie van 30 °C toe te passen, dezelfde als voor het proefvak met het zeoliet. Alle proefvakken hebben een lengte van ongeveer 30 m en bevinden zich in elkaars verlengde op de oprijlaan van de asfaltcentrale, waardoor ze bloot gesteld worden aan eenzelfde vrij zware verkeersbelasting.

Zowel tijdens de productie als tijdens de aanleg en verdichting werd de temperatuur nauwgezet gecontroleerd. Verder werd tijdens de verdichting ook de dichtheid gemeten in functie van de tijd, het aantal walsovergangen en de temperatuur. Figuur 4 (a) toont een steeksonde en een thermokoppel, figuur 4 (b) toont de twee gamma-densitometers waarmee de dichtheid werd gemeten tijdens het verdichtingsproces.



Figuur 4: Foto's tijdens de aanleg van de proefvakken met halfwarm asfalt

De proefvakken werden met succes aangelegd. Er waren geen noemenswaardige problemen, noch bij de productie van het asfalt met verlaagde temperatuur noch bij de verdichting. Beide halfwarme varianten konden op dezelfde wijze en met hetzelfde materieel

verdicht worden als het warme referentiemengsel. Nadien werden ook de verschillende prestatiekenmerken, zoals gevoeligheid voor spoorvorming, watergevoeligheid en stijfheid, onderzocht op kernen genomen uit de proefvakken. De proefresultaten bevestigden de resultaten van de laboratoriumstudie (ref. 4).

Een proefvak met de techniek van het schuimbitumen is voorzien in het voorjaar van 2009. Deze techniek heeft vertraging ten opzichte van de twee andere technieken, omdat Nynas opteerde voor de ontwikkeling van een mobiele schuimbitumen eenheid, die het voordeel heeft dat zij kan aangesloten worden op een bestaande asfaltcentrale ongeacht het type.

Steunend op de positieve resultaten en de opgedane ervaring met de kleinere proefvakken op de asfaltcentrale, zullen in de nabije toekomst proefvakken op de openbare weg worden aangelegd. De grotere productiehoeveelheden, de langere afstanden en wachttijden en het meer realistisch walsproces met langere tussentijden zijn bijkomende factoren die een belangrijke impact kunnen hebben op de uiteindelijke prestaties van het halfwarme asfalt. Dergelijke proefvakken zijn voorzien in een derde luik van het project.

5 Conclusies

In het laboratoriumonderzoek werd aangetoond dat het mogelijk is om de productie- en verdichtingstemperatuur van asfalt te verlagen, met behoud van de goede prestatiekenmerken van het asfalt. De eerste proefvakexperimenten hebben aangetoond dat dit kan worden doorgetrokken naar de praktijk.

Drie technieken werden bestudeerd: toevoeging van was aan het bitumen, toevoeging van zeolieten aan het mengsel en gebruik van schuimbitumen.

De eerste twee technieken laten temperatuursreducties toe van ongeveer 30 °C. Hun implementatie vereist geen grote aanpassingen aan het productieproces. De laboratoriumstudie en de eerste kleinschalige proefvakken hebben aangetoond dat gelijkwaardige prestaties worden bekomen als voor het overeenkomstig warm bereide mengsel. De derde techniek met het gebruik van schuimbitumen laat nog veel lagere productietemperaturen toe (beneden 100 °C). Het is echter ook de techniek die de meeste complicaties met zich meebrengt: de noodzakelijke schuimeenheid die moet kunnen aangesloten worden op de asfaltcentrale en het hogere vochtgehalte, wat een hogere watergevoeligheid inhoudt en waardoor de kenmerken na verdichting nog verder evolueren.

Dankbetuigingen

De auteurs danken A. Fondu, P. Vanelven, M. Auber, B. Duerinckx, J. Feremans, E. Schelkens, K. Denolf, G. Glorie en C. De Backer van het OCW en S. Heyrman van Nynas voor de uitvoering van de laboratoriumproeven en de metingen op de proefvakken. Zij danken NV Aswebo voor de uitvoering van de proefvakken op hun asfaltcentrale. Dank ook aan IWT Vlaanderen voor financiële steun aan dit project (IWT 050406).

Referenties

1. H. Soenen, T. Tanghe, P. Redelius, J. De Visscher, F. Vervaecke, A. Vanelstraete, *A laboratory study on the use of waxes to reduce paving temperatures*, 4th Eurasphalt en Eurobitime Congress, Copenhagen, Danmark, 2008.
2. J. De Visscher, F. Vervaecke, A. Vanelstraete, H. Soenen, T. Tanghe, P. Redelius, *Asphalt production at reduced temperatures and the impact on asphalt performance*, International Conference on Asphalt Pavements, Zürich, Switzerland, 2008.
3. H. Soenen, T. Tanghe, P. Redelius, J. De Visscher, F. Vervaecke, A. Vanelstraete, *Foam mixes – Internal report IWT-050406*, 2008.
4. F. Vervaecke, J. De Visscher, A. Vanelstraete, G. Glorie, C. De Backere, K. Denolf, H. Soenen, T. Tanghe, P. Redelius, *Internal test sections I – Internal report IWT-050406*, 2008.