

NL-LAB: onderzoek naar de voorspellende waarde van proef 62: de data

Ir. B.W. Sluer
Boskalis Nederland BV

André Bakker
Boskalis Nederland BV

Hans Verkuil
Boskalis Nederland BV

Samenvatting

Sinds 2008 werken we in Nederland met functionele eigenschappen voor asfalt beton. Hierbij wordt niet zo zeer op het “recept” van het asfalt gestuurd, als wel op de eigenschappen ervan die van belang zijn voor het gedrag in de weg. Het idee hierbij is dat, als je de relevante asfalteigenschappen voor goed gedrag in de weg vastlegt in plaats van een omschrijving van hoeveel van wat er in het mengsel moet worden toegepast, dit meer ruimte biedt voor innovatie en optimalisatie. De schakel tussen de gebruikte functionele eigenschappen en het gedrag in de weg is hierbij cruciaal. Sinds 2008 blijken de trends in eigenschappen op een aantal punten af te wijken van de verwachtingen vooraf. Dit roept vragen op: waren de verwachtingen verkeerd? Zit er iets fout in de opzet van het systeem of de relatie tussen functionele eigenschap en gedrag in de weg? Of meten we nu zoveel meer en beter dat we andere dingen zien? In het NL-LAB onderzoek wordt het antwoord op deze vragen gezocht. Er wordt gekeken naar de functionele eigenschappen van AC mengsels die op verschillende manieren geproduceerd zijn: gemengd en verdicht in het lab (I), gemengd bij de molen en verdicht in het lab (II) en gemengd in de molen en verdicht in de weg (III). Dit geeft inzicht in de invloed van de wijze van produceren op de functionele eigenschappen. Daarnaast worden de eigenschappen van het bitumen in de verschillende stappen gevolgd en wordt er op vast tijdstippen na aanleg opnieuw naar het materiaal uit de weg gekeken om het verloop van de eigenschappen in de tijd te volgen. Tenslotte wordt er natuurlijk gekeken naar het gedrag van het materiaal in de weg. In deze bijdrage wordt de opzet van het project besproken en wordt een doorkijkje gegeven naar de eerste resultaten.

Inleiding

Deze paper is onlosmakelijk verbonden met de paper ‘ NL-LAB: onderzoek naar de voorspellende waarde van proef 62’ [1] en kan als zodanig beschouwd als een informatief document, waarin bij wijze van voorbeeld de data die in het project FEC2.0 wordt verzameld wordt gepresenteerd. Dat is ook de reden dat titel en samenvatting van deze paper gelijk zijn aan hoofdpaper met dezelfde titel.

In deze paper is alle relevante data van het onderzoek dat Boskalis Nederland en Ooms Civiel (in het vervolg Boskalis/Ooms) in 2012 in het kader van het project FEC2.0 hebben uitgevoerd, beschreven. Hiermee wordt een indruk gegeven van de informatie die in dit project op gestructureerde wijze wordt verzameld om uiteindelijk tot conclusies te kunnen komen over de betrouwbaarheid van de resultaten van een laboratorium typeonderzoek ten opzichte van het praktijkgedrag van asfalt in de weg.

Vanwege het doel van het onderzoek zijn alle geregistreerde resultaten van het onderzoek waarheidsgetrouw gerapporteerd. Op geconstateerde afwijkingen die tijdens de registraties in het proces zijn waargenomen en mogelijk structureel van aard hadden kunnen zijn is uiteraard gereageerd en zijn corrigerende acties uitgevoerd.

Dit artikel is grotendeels gebaseerd op de inhoud van het achtergrondrapport van Boskalis/MNO bij het in 2012 uitgevoerd FEC2.0 onderzoek [2].

Aanpak

Uitgangspunt van het FEC2.0 onderzoek is om proeven uit te voeren op laboratorium vervaardigde proefstukken (beperkte Type Test) in aanvulling op de bestaande Type Test van het mengsel (om zekerheid te hebben dat dezelfde lading bouwstoffen wordt gebruikt als in het werk), met molengemengd materiaal vervaardigde proefstukken en met proefstukken uit de weg. Vervolgens moet het gedrag in de weg gemonitord worden.

Door Boskalis/Ooms is voor het onderzoek gekozen voor een onderlaag (APRR mengselcode 251) van steenslagasfaltbeton. Rekening houdend met de diversiteit aan apparatuur voor mengen en verdichten van asfalt voor typeonderzoeken in Nederland is door Boskalis/Ooms voorgesteld om in het onderzoek uit te gaan van ‘halve’ typeonderzoeken, om zo een aantal belangrijke variabelen in het onderzoek te kunnen beschouwen en inzicht te krijgen in de invloed van materieelkeuze en laboratoriumprocedures op de asfalteigenschappen.

Een halve typetest bestaat uit:

- 9 x bepaling stijfheid
- 9 x bepaling vermoeiing (3 rekniveaus en drie herhalingen)
- 4 x bepaling vervormingsweerstand (triaxiaal)
- 4 x watergevoeligheid.

Uiteindelijk is door Boskalis/Ooms de proefstukvervaardiging als volgt uitgevoerd:

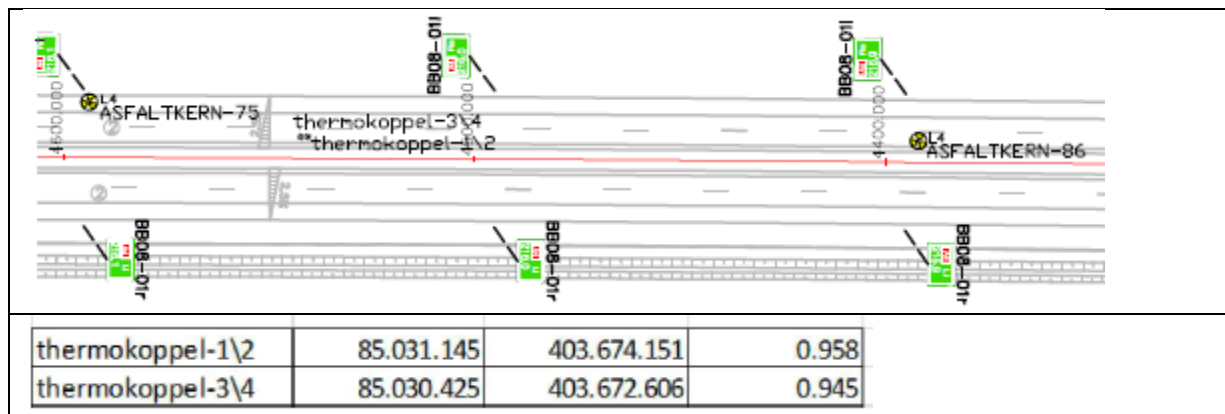
Boskalis	Ooms
Laboratoriumgemengd met Bear menger	Laboratoriumgemengd met Freundl-menger
Laboratorium verdicht met miniwals	Laboratorium verdicht met plaatverdichter
Molengemengd verdicht met miniwals	Molengemengd verdicht met plaatverdichter
Platen gezaagd uit het werk	Platen gezaagd uit het werk

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode september 2012-februari 2013.

Locatie proefvak en opbouw verharding

Het onderzoek is uitgevoerd in het project A4 Steenberg, dat wordt uitgevoerd door de combinatie Boskalis Nederland/Ooms Civiel.

Het proefvak is gelegen op de westelijke hoofdrijbaan (1HRR) in de linkerrijstrook (1 R-R) van de A4, circa 500 m ten zuiden van de aansluiting Dinteloord. In figuur 1 zijn de exacte GPS-coördinaten van het proefvak gegeven (locatie thermokoppels).



Figuur 1: GPS-coördinaten locatie proefvak

De verharding van de hoofdrijbaan ter plaatse van het proefvak is als volgt opgebouwd:

50 mm ZOAB+

65 mm AC22 bind 40/60 APRR mengsel 251

80 mm AC22 base 40/60 APRR mengsel 251

70 mm AC22 base APRR mengsel 938

Voor het onderzoek is materiaal uit de tweede (grijs gemarkeerde) onderlaag gebruikt.

Beschrijving voorbereiding en uitvoering proefvak

Voor het gehele onderzoek is ruim vier weken vóór productie van de asfaltspecie in de asfaltcentrale een gedetailleerd draaiboek opgezet. De ervaring leert dat er uiteindelijk op de dag dat het allemaal moet gebeuren altijd wel onvoorziene omstandigheden zijn, met name als juist details niet helder genoeg zijn afgesproken. Het is dan belangrijk dat een ieder zijn rol en taak kent, zodat in rust met de onvoorziene omstandigheden kan worden omgegaan. In de weken tot aan de uitvoering van het laboratoriumonderzoek is het draaiboek regelmatig geactualiseerd en met het vaste onderzoeksteam gecommuniceerd.

Er is bewust voor gekozen om eerst het proefvak te realiseren voor het verkrijgen van proefplaten uit het werk en bij die gelegenheid is uiteraard ook van de geproduceerde asfaltspecie materiaal gebruikt voor het vervaardigen van de platen van molengemengd materiaal. Alle bouwstoffen die gebruikt zijn bij de productie van de asfaltspecie op 2 oktober 2012, met name het asfaltgranulaat en het mineraalaggregaat, zijn bemonsterd voor het vervaardigen van de platen voor het laboratorium typeonderzoek. Op deze manier is volledig verzekerd dat alle onderzoeken met dezelfde materialen zijn uitgevoerd. Dit heeft wel als consequentie dat het laboratorium typeonderzoek, ook mede vanwege de kerstvakantie 2012, pas vier maanden later kon worden afgerond dan de dag waarop het molengemengd materiaal is geproduceerd. Belangrijk is dat in alle onderzoeken de proefstukken in de periode van 6-8 weken na productie van de specie zijn beproefd.

De gang van zaken op 2 oktober is opgetekend en hier summier beschreven. Omstreeks 14:00 uur in de middag was het proefvak gerealiseerd en waren alle proefplaten van molengemengd materiaal (ook van het in een hotbox naar Ooms getransporteerd materiaal) gereed.

Het asfalt dat in het proefvak is verwerkt is om circa 9:00 uur geproduceerd en om 13:00 uur verwerkt. De eerste proefplaat is rond 9.30 uur gemaakt, vlak nadat de hotbox naar Ooms is vertrokken. Of hierdoor verschillen in eigenschappen ontstaan is de vraag, maar het is wel goed vastgelegd voor het geval er wel onverwachte resultaten gevonden worden.

In het proefvak ging het plaatsen van de thermokoppels maar net goed voor wat betreft de positie van de machine. De proefplaten zijn in de directe omgeving van deze koppels gezaagd. De met wat los asfalt vastgelegde thermokoppeldraadjes zouden wel eens in de weg kunnen liggen. Een volgende keer moeten de thermokoppels een beetje verder uit elkaar en meer naar de rand van de verharding worden geplaatst, ruim buiten het gebied waar er monsters moeten worden genomen.

De asfaltploeg was consciëntieus en behulpzaam. Ook de technologie op het werk was goed geregeld.

Toegepast verdichtingsmaterieel

De verdichting van het asfalt in het proefvak is uitgevoerd met twee tandemwalsen (HAMM DV70) en een drierol (HAMM HW90).



HAMM DV70



HAMM HW90

Weersomstandigheden 01/10-05/10

De weersomstandigheden van de week waarin het proefvak is gerealiseerd zijn in tabel 1 opgenomen. De uitvoering van het proefvak zelf was op 2 oktober.

Tabel 1: Weersomstandigheden 01/10-05/10 2012

Dag	Temperatuur [°C]					Neerslag [mm]	Wind [km/h]			Dominante windrichting
	Gemiddeld	Hoogste	Tijd	Laagste	Tijd		Gemiddeld	Hoogste	Tijd	
1-okt	14,1	18,4	14:50	11,2	8:10	0,6	9,5	35,4	14:36	ZZW
2-okt	14,7	17,7	14:45	12,8	8:15	0,0	8,5	33,8	2:00	ZZW
3-okt	13,1	14,8	1:30	11,1	23:50	13,4	11,5	43,5	10:09	ZZW
4-okt	12,1	15,3	15:40	10,1	8:40	5,0	7,9	38,6	13:18	ZZW
5-okt	13,1	15,7	16:05	10,7	3:05	9,2	10,6	56,3	11:22	WZW

Mengselkeuze en samenstelling

Zoals eerder reeds gesteld is gekozen voor een onderlaag steenslagasfaltbeton 50% PR, APRR code 251. De doelsamenstelling van het mengsel is in figuur 2 opgenomen en het mengselrecept van de asfaltcentrale in figuur 3.

Bouwstoffen	% "IN"	Mengselsamenstelling (door zeef)		(op zeef)
Steen:		Zeef:		
Noorse Graniet 8/16	8,7	C22.4	99,2	0,8
Noorse Graniet 16/22	9,1	C16		
ECO-grind 8/16	9,6	C11.2	78,0	22,0
Morene 5/8	2,6	C8		
		C5.6		
Zand:		2 mm	43,0	57,0
ECO-zand	17,3	63 µm	6,0	94
Vulstof:		Vulstof		6,0
Eigen vulstof	0,6	Bitumenpercentage "in"		4,3
Asfaltgranulaat:				4,5
Tussenlaagfrees	50,3	Zandpunt:		
Bitumen:		2,0 mm – 500 µm	41	41
70/100	1,8	500 µm – 180 µm	40	40
Totaal	100,0	180 µm – 63 µm	19	19

Figuur 2: Doelsamenstelling mengsel APRR251

Bouwstoffen	% "IN"	Mengselsamenstelling (door zeef)		(op zeef)
Steen:		Zeef:		
Noorse Graniet 8/16	7,2	C22.4	99,2	0,8
Noorse Graniet 16/22	9,6	C16		
ECO-grind 8/16	10,0	C11.2	78,0	22,0
		C8		
		C5.6		
Zand:		2 mm	43,0	57,0
ECO-zand	20,3	63 µm	6,0	94
Vulstof:		Vulstof		6,0
Eigen vulstof	1,0	Bitumenpercentage "in"		4,3
Asfaltgranulaat:				4,5
Breekasfalt 0/20	25,0	Zandpunt:		
PA-frees	25,0	2,0 mm – 500 µm	41	41
Bitumen:		500 µm – 180 µm	40	40
70/100	1,9	180 µm – 63 µm	19	19
Totaal	100,0			

Figuur 3: Mengselrecept asfaltcentrale APRR

De gegevens van het toegepaste asfaltgranulaat zijn beschreven in figuur 4 en figuur 5 toont te molenregistratie van de asfaltcentrale ten tijde van de productie van het mengsel voor het werk op 02 oktober 2012.

Figuur 6 toont de samenstelling na extractie (referentiesamenstelling) en in figuur zijn de resultaten van de drie monsters van de productiecontrole in de asfaltcentrale en twee boorkernen van de verwerkingscontrole beschreven.

Figuur 8 toont tenslotte het mengselrecept dat voor het laboratorium typeonderzoek is gehanteerd.

Gegevens asfaltgranulaat FEC2.0 2okt2012									
PA FREES					Breek 0/20				
		1	2	gemiddeld			1	2	gemiddeld
		2487	2490	2489			2468	2461	2465
		Penetratie 20					Penetratie 24		
		Ring en kogel 63,0					Ring en kogel 62,6		
Zeef	% cum.			Door	Zeef	% cum.			Door
C 22,4				100	C 22,4				100,0
C 16		2,3	2,3	97,7	C 16	2,5	1,2	1,9	98,2
C 11,2	17,6	18,9	18,3	81,8	C 11,2	11,2	10,0	10,6	89,4
C 8	43,5	44,8	44,2	55,9	C 8	21,1	20,2	20,7	79,4
C 5,6	59,3	60,0	59,7	40,4	C 5,6	32,1	31,1	31,6	68,4
C 4	66,4	66,9	66,7	33,4	C 4	40,6	40,2	40,4	59,6
2 mm	72,2	72,3	72,3	27,8	2 mm	52,9	53,7	53,3	46,7
500 µm	81,5	81,5	81,5	18,5	500 µm	70,1	71,0	70,6	29,5
180 µm	87,9	87,6	87,8	12,3	180 µm	82,8	83,0	82,9	17,1
63 µm	92,2	92,2	92,2	7,8	63 µm	89,8	90,0	89,9	10,1
< 63 µm	7,8	7,8	7,8		< 63 µm	10,2	10,0	10,1	
bitumen	5,2	5,2	5,2	4,95	bitumen	5,9	5,8	5,9	5,5

	Pen	% m/m in	Aandeel PR	% m/m in	Aandeel bitumen
PEN PR_1	20	4,95	0,50	2,475	0,47
PEN PR_2	24	5,54	0,50	2,77	0,53
PEN PR_MIX	22,0			5,245	1,00

Figuur 4: Gegevens asfaltgranulaat

Soort	Voordosering					Mineraal			PR asfalt				
	D1	D2	D3	D4	D5	Nat	Droog	%	A1	A2	Nat	Droog	%
	2	3	10	11	13	t/h	t/h		3	4	t/h	t/h	
9:04:55	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	130	128	42,4	25,2	25,7	170	165,4	54,8
9:05:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	130	130	42,9	25,2	25,6	169,4	164,8	54,4
9:06:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	134	134	43,9	25,3	25,7	167,8	163,2	53,4
9:07:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	134	134	43,8	25,3	25,7	168	163,6	53,5
9:08:55	9	8,9	7,3	8,5	9,8	134	134	43,7	25,4	25,7	168,6	164	53,5
9:09:55	9	8,9	7,2	8,5	9,8	136	136	44,1	25,3	25,6	168,6	164	53,2
9:10:55	9,1	8,9	7,4	8,5	9,8	136	136	44	25,3	25,8	169	164,4	53,2
9:11:55	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	136	136	44,2	25,4	25,8	168	163,6	53,1
9:12:55	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	136	136	44	25,3	25,7	167,6	163,2	52,8
9:13:55	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	136	134	43,8	25,3	25,7	168	163,4	53,4
9:14:55	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	136	136	44,3	25,3	25,7	167	162,6	52,9
9:15:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	136	136	44	25,3	25,7	169	164,4	53,2
9:16:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	136	134	43,8	25,3	25,7	168,4	163,8	53,5
9:17:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	134	134	43,6	25,4	25,7	167,8	163,4	53,2
9:18:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	136	136	44	25,3	25,7	168,6	164,2	53,1
9:19:55	9,1	8,9	7,2	8,5	9,8	136	136	43,8	25,3	25,7	170,4	165,8	53,3
Gem.	9,1	8,9	7,3	8,5	9,8	135	134	43,8	25,3	25,7	168,5	164,0	53,4

Soort	Vulstof		Bitumen		Totaal	Temperatuur		Charge
	Droog	%	t/h	Totaal	t/h	B2	Mat.	Total
	t/h		70/100	%	t/h	°C	°C	kg
9:04:55	2,8	0,9	5,4	1,8	301,6	157	152	5027
9:05:55	3	1	5,4	1,8	303,2	157	154	5053
9:06:55	2,6	0,9	5,6	1,8	305,4	157	155	5090
9:07:55	2,6	0,9	5,6	1,8	305,8	157	159	5097
9:08:55	2,8	0,9	5,6	1,8	306,4	157	162	5107
9:09:55	2,8	0,9	5,6	1,8	308,4	157	164	5140
9:10:55	2,8	0,9	5,8	1,9	309	157	165	5150
9:11:55	2,8	0,9	5,6	1,8	308	157	166	5133
9:12:55	4	1,3	5,8	1,9	309	157	167	5150
9:13:55	2,8	0,9	5,8	1,9	306	157	169	5100
9:14:55	2,8	0,9	5,8	1,9	307,2	157	170	5120
9:15:55	2,6	0,8	5,8	1,9	308,8	157	170	5147
9:16:55	2,8	0,9	5,6	1,8	306,2	157	169	5103
9:17:55	4	1,3	5,6	1,8	307	157	169	5117
9:18:55	3	1	5,8	1,9	309	157	169	5150
9:19:55	3,2	1	5,8	1,9	310,8	157	169	5180
Gem.	3,0	1,0	5,7	1,8	307,0	157	164	5117

Figuur 5: Molenregistratie APRR

Referentiesamenstelling (door zeef)			(op zeef)	
Zeef:				
C22.4	99,2		0,8	
C16				
C11.2	78,0		22,0	
C8				
C5.6				
2 mm	44,0		56,0	
63 µm	6,3		93,7	
Vulstof	6,3		5,7	
Bitumenpercentage "in"	4,3	"op"	4,5	

Figuur 6: Referentiesamenstelling werk (samenstelling na extractie)

ZEEFANALYSE productiecontrole						ZEEFANALYSE verwerkingscontrole			
Monster	APRR 12-1228	APRR 12-1231	APRR 12-1233	APRR 12-1234	APRR gemiddeld	Boorkern	BK 77-4	BK 83-4	Boorkern gemiddeld
door zeef:	% (m/m)					door zeef:	% (m/m)		
C 22,4	100,0	100,0	100,0	98,4	99,6	C 22,4	98,8	98,4	98,6
C 16	88,6	91,5	93,0	90,4	90,9	C 16	88,9	87,9	88,4
C 11,2	75,0	77,0	77,1	80,9	77,5	C 11,2	72,9	71,4	72,2
C 8	60,1	63,0	62,5	66,7	63,1	C 8	56,3	55,6	56,0
C 5,6	51,9	55,0	54,0	57,0	54,5	C 5,6	49,0	46,9	48,0
C 4						C 4			
2 mm	40,4	41,4	40,1	42,2	41,0	2 mm	39,6	35,7	37,7
500 µm	25,1	25,7	24,4	26,1	25,3	500 µm	25,5	22,6	24,1
180 µm	10,8	10,3	10,1	10,5	10,4	180 µm	9,6	9,7	9,7
63 µm	6,3	6,2	6,0	5,9	6,1	63 µm	5,9	6,0	6,0
Vulstof	6,3	6,2	6,0	5,9	6,1	Vulstof	5,9	6,0	6,0
Totaal mineraal	95,77	95,40	95,77	95,61	95,64	Totaal mineraal	96,0	95,9	96,0
Bitumen (in)	4,23	4,60	4,23	4,39	4,36	Bitumen (in)	4,0	4,1	4,1

Figuur 7: Resultaten productie- (asfaltcentrale) en verwerkingscontrole (boorkernen)

Bouwstoffen	% "IN"	Mengselsamenstelling (door zeef)	(op zeef)
Steen:		Zeef:	
Noorse Graniet 8/16	10,0	C22.4	99,4
Noorse Graniet 16/22	4,3	C16	
ECO-grind 8/16	9,6	C11.2	78,0
		C8	
		C5.6	
Zand:		2 mm	43,0
ECO-zand	21,6	63 µm	94,0
		Vulstof	6,0
Vulstof:		Bitumenpercentage "in"	4,3
Eigen vulstof	2,3	Zandpunt:	
		2,0 mm – 500 µm	40
Asfaltgranulaat:		500 µm – 180 µm	42
Breekasfalt 0/20	25,4	180 µm – 63 µm	18
PA-frees	25,2		
Bitumen:			
70/100	1,6		
Totaal	100,0		

Figuur 8: Mengselrecept laboratoriumonderzoek

Referentiedichtheid

De referentiedichtheid van het mengsel is 2370 kg/m³.

Naar aanleiding van de bevindingen tijdens de uitvoering van het FEC2.0 onderzoek is nog eens kritisch gekeken naar de streef-/referentiedichtheid van het mengsel. De resultaten hiervan zijn in de volgende paragraaf beschreven. Deze bevindingen zijn aanleiding geweest om de procedure voor de bepaling van de streef-/referentiedichtheid van een asfaltmengsel via de workshop 'Functionele eigenschappen asfalt' van 12 maart 2013 op de agenda voor nader onderzoek te plaatsen.

Verdichting platen met de miniwals

Het is bekend dat de dichtheid van een proefplaat/proefstuk in afgekoelde toestand hoger is dan de dichtheid bij productietemperatuur van de specie. Om tot een gewenste dichtheid van een proefplaat in afgekoelde toestand te komen moet er momenteel enigszins creatief worden gehandeld bij mengsels waarvoor de benodigde ‘correctie’ bij de vervaardiging van proefplaten niet bekend is.

Voor het vervaardigen van proefplaten van molengemengd materiaal met een dichtheid (in afgekoelde toestand) van 2388 kg/m^3 zijn twee proefplaten vervaardigd met een dichtheid (in warme toestand) van 2300 respectievelijk 2350 kg/m^3 . Deze ‘warme’ dichtheid is vooraf bepaald op basis van het volume van de mal van de proefplaat en de massa van de specie. Het was de bedoeling om op basis van deze twee vooraf bepaalde warme dichtheden de warme dichtheid waarop gestuurd moet worden om een dichtheid in afgekoelde toestand te bepalen te interpoleren.



Figuur 9: Opstelling plaatverdichting met miniwals(HAMM HD10)

Tabel 2: Onderzoek ‘warme’ streefdichtheid asfaltplaten

	Testplaat 1 [kg/m^3]	Testplaat 2 [kg/m^3]	Keuze [kg/m^3]	Opmerking
In te wegen dichtheid	2300	2350	2290	beoogde streefdichtheid (warm)
Streefdichtheid	2393	2417	2388	verkregen dichtheid (geboord/ gezaagd)

Uit de resultaten van de proef, zoals weergegeven in tabel 2, blijkt dat om een ‘afgekoelde’ dichtheid van 2388 kg/m^3 (streefdichtheid) te verkrijgen de keuze van de twee ‘warme’ dichtheden waartussen geïnterpoleerd moest worden ontoereikend was. Om de gewenste streefdichtheid te verkrijgen moest worden geëxtrapoleerd naar een ‘warme’ dichtheid van 2290 kg/m^3 .

Verdichting met de plaatverdichter na transport met de hotbox

In het laboratorium van Ooms zijn proefplaten vervaardigd met een plaatverdichter. Hiervoor is de asfaltspecie direct na productie in een hotbox geladen voor transport van Rotterdam naar Schagen (circa 100 km, twee uur reistijd).

In de hotbox is circa 6 ton vervoerd. Bij aankomst in Schagen is de eerste m^3 uit de hotbox gedraaid, waarna circa 200 kg voor het vervaardigen van de proefplaten uit de partij is gehaald. Op deze wijze is zeker gesteld dat er geen sprake is van verlies van kwaliteit in de specie die voor het onderzoek is gebruikt.

Asfalt uit het werk

In de volgende subparagrafen zijn alle relevante gegevens van de verwerking van het asfalt in het proefvak en het zagen en boren van de monsters beschreven.



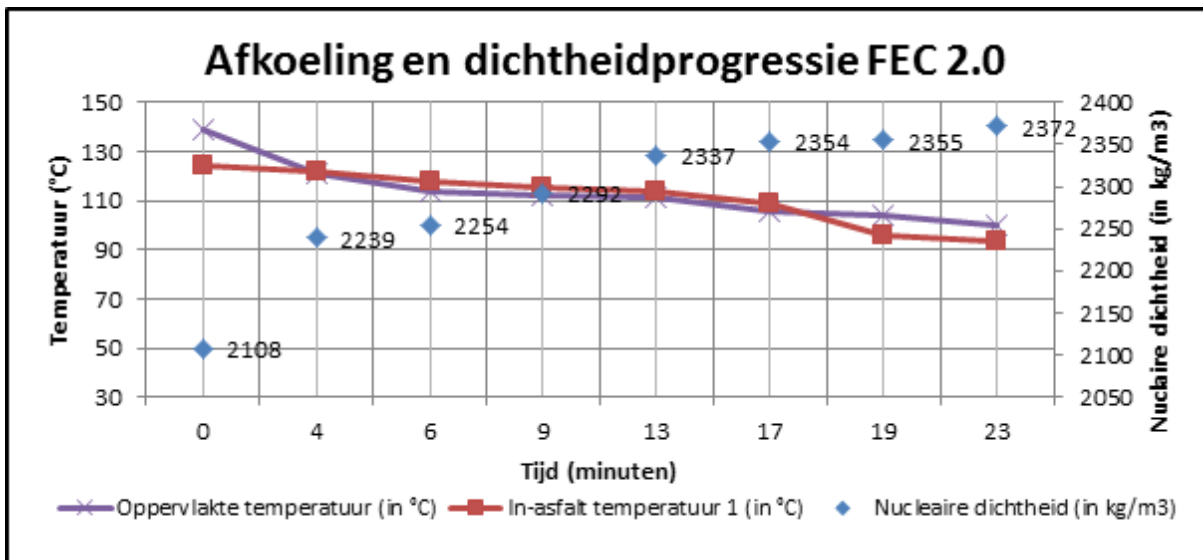
Figuur 10: Thermokoppel vóór aanbrengen van het te beproeven mengsel

In tabel 3 zijn de volledige resultaten van de monitoring van de verwerking van het asfalt in het proefvak weergegeven. De belangrijkste gegevens van de verwerking van het asfalt (temperatuur- en dichtheidverloop uitgezet tegen de tijd) zijn tevens grafisch weergegeven.

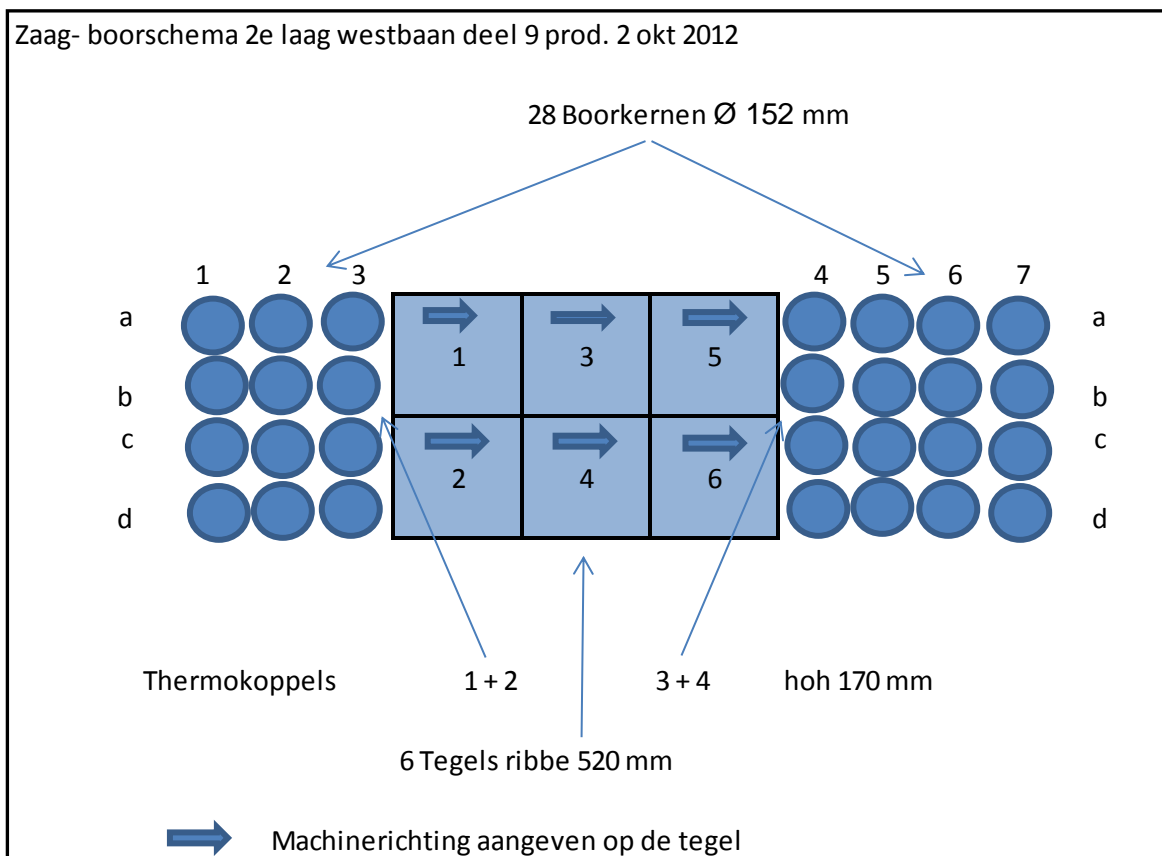
Tabel 3: Resultaten monitoring verwerking asfalt

Tijd [minuten]	Buiten temperatuur [°C]	In-asfalt temperatuur [°C]	Oppervlak temperatuur [°C]	Nucleaire dichtheid [kg/m ³]	Walsovergangen [stuks]	Walstype	Verdichting ref. 2370 kg/m ³
0	17	124	139	2108	1	Spreidmachine	89 %
4	17	122	121	2239	2	Tandem statisch	94 %
6	17	118	114	2254	3	Tandem statisch	95 %
9	17	115	112	2292	4	Tandem statisch	97 %
13	17	114	111	2337	5	Tandem statisch	99 %
17	17	109	106	2354	6	Drierol	99 %
19	17	96	104	2355	7	Drierol	99 %
23	17	93	100	2372	8	Drierol	100 %

In figuur 11 is deze informatie ook grafisch weergegeven en figuur 11 toont het boor- en zaagplan voor het nemen van de proefstukken uit de weg.



Figuur 11: Afkoeling en dichtheidprogressie tijdens verwerking van het asfalt



Figuur 12: Boor- en zaagplan materiaal uit het werk

Resultaten onderzoek

De proefstukken zijn na bereiding geconditioneerd opgeslagen en evenals de proefstukken van het molengemengd materiaal en het materiaal uit het werk in de periode 6-8 weken na productie beproefd.

In tabel 4 zijn alle resultaten van het door Boskalis/Ooms uitgevoerde onderzoek samengevat.

Tabel 4: Resultaten FEC2.0 onderzoek Boskalis/Ooms 2012

Omschrijving	Productie	Verdichting	Dichtheid	Stijfheid	ϵ_6	k_2	ITS	ITSR	f_c	h_{asfalt}	Uitgevoerd
Mengsel 251-1	TT	TT	2355	8402	102,6	-5,968	-	86	0,1	312	NOAP
Typetest	Lab	NOAP	2393	10002	69,1	-4,059	2,51	78	0,4	459	NOAP
Molengemengd	Molen	wals	2398	9592	108,3	-6,997	2,61	87	0,2	223	NOAP
Werk	Molen	werk	2417	9850	106,9	-5,315	3,02	106	0,2	260	NOAP
Typetest	Lab	plaatverd.	2378	9397	91	-5,163	2,33	96	0,1	309	Ooms
Molengemengd	Molen	plaatverd.	2383	8611	96,9	-5,798	2,62	93	0,1	278	Ooms
Werk	Molen	werk	2418	9781	110,8	-4,968	2,60	93	0,2	276	Ooms

Legenda:

TT	= vigerend typeonderzoek	k_2	= helling vermoeiingslijn [-]
Productie	= productiewijze specie	ITS	= indirecte treksterkte [MPa]
Verdichting	= wijze van verdichten specie	ITSR	= watergevoeligheid [%]
Dichtheid	= dichtheid proefstukken [kg/m^3]	f_c	= vervormingsweerstand [-]
Stijfheid	= mengselstijfheid [MPa]	h_{asf}	= berekende asfaltdikte [mm]
ϵ_6	= rek bij 1 000 000 lastherhalingen	Uitgevoerd	= uitvoerend laboratorium

Conclusies en aanbevelingen

Hoewel deze paper slechts bedoeld is om een indruk te geven van de data die worden verzameld in het kader van FEC2.0 en de analyses en conclusies in een later stadium op basis van alle onderzoeken in CROW-verband worden getrokken, worden hier toch enkele punten genoemd die ook voor de volgende onderzoeken in FEC2.0 verband relevant zijn:

- De bepaling van de streefdichtheid voor een mengsel vereist de ontwikkeling van een standaard protocol om van een ‘warme’ streefdichtheid te komen tot een juiste streefdichtheid na afkoelen van het mengsel
- Uit de resultaten in tabel 4 blijkt bij het vergelijken van de resultaten van de laboratoriumtypeonderzoeken met de resultaten van onderzoek op molengemengd materiaal dat de beide toegepaste laboratoriummengers en/of mengprocedures verbetering behoeven. Uit de resultaten van een nieuw project van Boskalis in 2013, waarbij de laboratoriummenger van ARP Engineering uit Ter Aar is gebruikt, kan worden geconcludeerd dat laboratoriumgemengde specie niet onder hoeft te doen voor molengemengde specie.
- Uit de resultaten van tabel 4 blijkt bij het vergelijken van de resultaten van het onderzoek op molengemengd materiaal met de resultaten van onderzoek op platen uit het werk dat met zowel een miniwals als een plaatverdichter in het laboratorium een voldoende verdichtingsresultaat kan worden bereikt.
- Het is voor de juiste interpretaties van de onderzoeken in FEC2.0 verband absoluut noodzakelijk dat er alle aandacht aan wordt besteed dat per onderzoek de bouwstoffen volkomen gelijk worden gehouden. Bijzondere aandacht vragen in dit verband de bindmiddelproducent, de samenstelling van de vulstof en de eigenschappen van het asfaltgranulaat. De normen laten nu voor wat betreft deze eigenschappen nog te veel ruimte te komen tot ‘identieke’ mengsels die toch grote verschillen in eigenschappen kunnen vertonen.

Geraadpleegde bronnen

1. Erkens, S. en anderen; NL-LAB: onderzoek naar de voorspellende waarde van proef 62, CROW-Infradagen, Arnhem, juni 2014
2. Sluer, B.W.; FEC2.0-Mengsel APRR251, onderzoeksrapport Boskalis/Ooms, Nieuw-Vennep, maart 2013