

**Onderzoek naar de toepasbaarheid van de
tweelaags-spreidmachine bij de aanleg van
tweelaags-ZOAB.**

DWW-2004-010

**Afdeling Infrastructuur
Laboratorium Materialen**

Oktober 2004

1. Rapportnummer DWW-2004-010		2. Serienummer		3. Ontvanger catalogus nummer	
4. Titel en subtitel Onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaags- asfaltspreidmachine bij de aanleg van tweelaags-ZOAB			5. Datum rapport Oktober 2004		
			6. Code uitvoerende organisatie		
7. Schrijver(s) M.H. van Dijk			8. Nummer rapport uitvoerende organisatie		
9. Naam en adres opdrachtnemer Dienst Weg- en Waterbouwkunde Afdeling IL Postbus 5044 2600 GA Delft			10. Projectnaam Onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaagsasfaltspreidmachine bij de aanleg van tweelaags-ZOAB.		
			11. Contractnummer		
12. Naam en adres opdrachtgever Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde Postbus 5044 2600 GA DELFT			13. Type rapport Onderzoeksrapport		
			14. Code andere opdrachtgever		
15. Opmerkingen Verspreiding ● Ministerie V en W ja ● Derden ja					
16. Referaat Binnen het project 'onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaagsasfaltspreidmachine bij de aanleg van tweelaags-ZOAB wordt onderzoek gedaan naar de akoestische en asfalttechnologische eigenschappen van tweelaags ZOAB. Dit rapport verslaat de resultaten van de onderzoeken van het monitoringprogramma binnen het Innovatie Programma Geluid (IPG), project 2.1.3. : "Monitoring tweelaags-ZOAB" en de onderzoeken zoals opgesteld in de samenwerkingsovereenkomst DWW 1696 "samenwerkingsovereenkomst betreffende het onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaags-zeer stil asfalt met behulp van de tweelaagsspreidmachine".					
17. Trefwoorden: dubbellaags-zoab, tweelaags-ZOAB, tweelaags-spreidmachine, tweelaagsasfaltspreidmachine, warm-in-warm.			18. Distributie systeem Verkrijgbaar bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde T.a.v. Mw. M.A. Schomaker Tel.: 015 – 2518 308		
19. Classificatie	20 Classificatie deze pagina		21. Aantal blz.		22. Prijs: €
23. Acceptatie projectleider ing. M.H. van Dijk		24. Acceptatie productgroepleider P.M. Kuijper		25. Acceptatie afdelingshoofd ir. J.R.K. Smit	

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat heeft de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Het Rijk sluit iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien.

Samenvatting

Binnen het project 'onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaags-spreidmachine bij de aanleg van tweelaags-ZOAB' wordt onderzoek gedaan naar de akoestische en asfalttechnologische eigenschappen van tweelaags ZOAB.

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van het monitoringprogramma binnen het Innovatie Programma Geluid (IPG), project 2.1.3.: "Monitoring tweelaags-ZOAB" en de onderzoeken zoals opgesteld in de samenwerkingsovereenkomst DWW 1696 "samenwerkingsovereenkomst betreffende het onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaags-zeer stil asfalt met behulp van de tweelaagsspreidmachine".

Uit de metingen blijkt dat er significante verschillen zijn tussen de rijstroken en de vluchtstrook, waar warm-in-koud is gewerkt en tussen de wegvakken A en B (resp. aangelegd op 27 mei '02 (km 94,60) en op 28 mei '02 (km 95,05)).

Een verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook zegt iets over de toegepaste aanlegtechniek. Een verschil tussen de wegvakken is een maat voor de reproduceerbaarheid van de tweelaagsmachine.

Een significant verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook is geconstateerd bij:

- de laagdikte in de top laag (0/6) en de tussenlaag,
- de laagdikte in de onderlaag (11/16) voor vak B
- het bitumengehalte,
- de dichtheid,
- de verticale waterdoorlatendheid,
- de akoestische absorptie en
- het percentage holle ruimte.

Een significant verschil tussen de wegvakken A en B (resp. aangelegd op 27 mei '02 (km 94,60) en op 28 mei '02 (km 95,05)), is geconstateerd bij de laagdikte in de onderlaag (11/16).

Met de tweelaags machine werd een verbetering nagestreefd van de akoestische eigenschappen, de waterdoorlatendheid, de verdichting en de weerstand tegen rafeling. Op basis van de resultaten in dit rapport moet worden gesteld dat een verbetering van de waterdoorlatendheid en de akoestische eigenschappen niet kon worden gerealiseerd. Het SPB-niveau voldoet weliswaar, maar de akoestische absorptie is onder de maat voor een tweelaags ZOAB.

De verdichting lijkt wel beter te zijn op de stroken die met de tweelaags machine zijn aangelegd. In hoeverre dit invloed heeft op de weerstand tegen rafeling moet helaas blijken uit de praktijk.

Een verdere conclusie is het gebrek aan homogeniteit van de met de tweelaags machine aangelegde stroken. Hier is een duidelijk aanbeveling tot verbetering.

Op de A28 en A30 is een vergelijkbaar mengsel aangebracht in het kader van de IPG-zebravakken. Voor een goede vergelijking van eigenschappen wordt aanbevolen deze resultaten te vergelijken met de resultaten van het proefvak aangebracht met de tweelaagsspreidmachine.

Om de homogeniteit van het wegdek te kunnen bepalen, moet de dichtheid van de verschillende lagen van het proefstuk individueel worden beoordeeld.

Op basis van de dichtheidsmetingen kunnen geen uitspraken worden gedaan over de te verwachten verbetering in de weerstand tegen rafeling. Dit zal uit de praktijk moeten blijken.

Aanbevolen wordt onderzoek uit te voeren naar de afhankelijkheid van de vermenging van de boven- en onderlaag op de eigenschappen van tweelaags ZOAB, voornamelijk geluidsabsorptie en vervuiling.

Met de tweelaagsspreidmachine wordt een versnelling in uitvoering gerealiseerd. Aandacht moet besteed worden aan de aanvoer van materiaal, aangezien het de aanvoer van twee mengselsoorten betreft.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Probleemstelling	6
3	Uitvoering	6
4	Resultaten	9
4.1	Waterdoorlatendheid	9
4.2	Luchtdrainmetingen	9
4.3	Geluidstechnische eigenschappen	10
4.3.1	SPB metingen.....	10
4.3.2	Akoestische absorptie	10
4.4	Stroefheid	11
4.5	Laagdikte en grensvlak.....	12
4.6	Verdichting	18
4.7	Ontmenging	19
4.8	Waterdoorlatendheid	20
4.9	Geluidsabsorptie	22
5	Discussie	26
6	Conclusies en aanbevelingen.....	27
7	Bijlagen	29

1 Inleiding

Koninklijke Wegenbouw Stevin heeft in samenwerking met buitenlandse aannemers een twee-laagsspreidmachine (Kompact machine) ontwikkeld, waarmee in één arbeidsgang een laag ZOAB en een dunne deklaag van ZOAB met fijne gradering wordt aangebracht. In opdracht van de Directie Utrecht is met deze machine een proef uitgevoerd op de A27 tussen de afslag Hilversum en knooppunt Eemnes.

Dit rapport beschrijft de akoestische en asfalttechnologische eigenschappen bij aanleg zoals deze zijn gemeten volgens overeenkomst UTH 6002 'Overeenkomst voor het aanbrengen van een tweelaags Zeer Stil Asfalt (ZSA) deklaag met bijkomende werken op RW 27 HRR van km 94.600 tot km 95.530 gelegen in de dienstkring Huis ter Heide'. Het proefvak is aangelegd in twee delen. De eerste 450 meter in de nacht van 27 op 28 mei 2002 (vak A) en de tweede 450 meter in de nacht van 28 op 29 mei 2002 (vak B).

2 Probleemstelling

Momenteel is het aanbrengen van tweelaags ZOAB een kritisch proces. Dit wordt vooral veroorzaakt door het aanbrengen van een dunne toplaag op een reeds afgekoelde onderlaag. Hierdoor zal de toplaag snel afkoelen en is de verwerkingstijd beperkt. Tweelaags ZOAB is daarmee extra gevoelig voor de weersomstandigheden tijdens aanleg.

Door in één arbeidsgang de onderlaag en de deklaag aan te brengen, worden deze lagen warm-in-warm aangebracht. Hierdoor wordt de warmtecapaciteit van de gehele laag benut, waardoor de verwerkingstijd minder kritisch wordt. De verwachting is dat hierdoor winst kan worden geboekt in arbeidstijd, de periode waarin twee-laags ZOAB kan worden aangebracht, een robuustere uitvoering ontstaat en een dunnere toplaag kan worden gerealiseerd met een verbeterde textuur. Verwacht wordt dat winst geboekt wordt op de akoestische eigenschappen, de waterdoorlatendheid, de bereikte verdichting en de weerstand tegen rafeling (rafeling).

3 Uitvoering

Het proefvak is aangelegd in twee delen. De eerste 450 meter in de nacht van 27 op 28 mei 2002 (vak A) en de tweede 450 meter in de nacht van 28 op 29 mei 2002 (vak B). Het proefvak is bemonsterd op het midden van de avondproductie d.m.v. orgels boorkernen (Ø15), zowel over de vluchtstrook (waar warm-op-koud is gewerkt), als over de werkbreedte van de tweelaagsmachine. Dit is uitgevoerd zowel in de dwars- als in de lengterichting. 66 Boorkernen zijn beschikbaar voor onderzoek, zie het boorschema in bijlage A. Foto's van deze boorkernen zijn weergegeven in bijlage B.

Naast het vooronderzoek asfalt, zijn op het aangelegde proefvak geluidsemissiemetingen en bepaling van de holle ruimte, stroefheid en textuur, langsvlakheid, geluidemissie en remvertraging uitgevoerd, zie rapport DWW-2003-002.

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van het monitoringprogramma binnen het Innovatie Programma Geluid (IPG), project 2.1.3.: "Monitoring tweelaags-ZOAB", zie tabel 1, en de onderzoeken zoals opgesteld in de samenwerkingsovereenkomst DWW 1696 "samenwerkingsovereenkomst betreffende het onderzoek naar de toepasbaarheid van de tweelaags-zeer stil asfalt met behulp van de tweelaagsspreidmachine", zie tabel 2.

Tabel 1

Proef	Uitvoering	Overeenkomst
Waterdoorlatendheid	Meting van de waterdoorlatendheid met behulp van het toestel van Becker elke 50 m op de rechterijstrook, in en tussen het rijspoor uitgevoerd door DWW.	IPG Project 2.1.3
Luchtdrainmetingen	Meting van de luchtdoorlatendheid met behulp van de luchtdrainmeter, elke 50 m op de rechterijstrook, in en tussen het rijspoor uitgevoerd door DWW.	IPG Project 2.1.3
Geluidstechnische eigenschappen.	In situ uitvoeren van SPB metingen en meten van akoestische absorptie α uitgevoerd door M+P.	IPG Project 2.1.3
Stroefheid	Volgens proef 150 van de Standaard RAW Bepalingen 2000 uitgevoerd door de DWW.	IPG Project 2.1.3

Tabel 2

Proef	Uitvoering	Vaststellen/ resultaat	Overeenkomst
Laagdikte	Dikte toplaag, dikte onderlaag, dikte overgangsgebied, dikte totale laag Metingen volgens proef 152 van de Standaard RAW Bepalingen 2000.	Metingen op alle kernen, d.w.z. 66 kernen in totaal. Uitzetten gegevens over dwarsprofiel geeft zicht op homogeniteit van het wegdek.	DWW 1696
Grensvlak	Visuele inspectie van menging top- en onderlaag.		
Verdichting	Vaststellen van de dichtheidsverdeling/ -uniformiteit in de deklaag en tussenlaag via nucleaire meting op de rollenbank uitgevoerd bij LCPC in Nantes [F].	Metingen worden uitgevoerd op 8 kernen evenredig verdeeld over de kernen geboord ter hoogte van het midden van de twee avondproductie, d.w.z. op totaal 16 kernen. Uitzetten gegevens over dwarsprofiel geeft zicht op homogeniteit van het wegdek.	DWW 1696
Ontmenging	Zeefkromme samenstelling	Beide metingen uit te voeren op de kernen van de verdichtingmeting, d.w.z 16 kernen in totaal. Uitzetten gegevens over dwarsprofiel geeft zicht op homogeniteit van het wegdek.	DWW 1696
	Soxhlet methode volgens Standaard RAW Bepalingen 2000 proef 65.1		

Proef	Uitvoering	Vaststellen/ resultaat	Overeenkomst
Waterdoorlatendheid	Meting van de waterdoorlatendheid volgens prEN 12697 deel 19 Beproevingmethoden voor warm bereid asfalt: 'Doorlatendheid van proefstukken'.	Aantal te meten kernen wordt bepaald naar de geconstateerde homogeniteit uit de visuele inspectie van de menging top- en onderlaag, maar is maximaal één kern per rijspoor, uit elke boorsectie, d.w.z. 15 kernen per avondproductie= 30 kernen in totaal. Uitzetten gegevens over dwarsprofiel geeft zicht op homogeniteit van het wegdek.	DWW 1696
Geluidsabsorptie	Door kernen \varnothing 100 mm te boren uit de kernen \varnothing 150 mm.	Aantal te meten kernen wordt bepaald naar de geconstateerde homogeniteit uit de visuele inspectie van de menging top- en onderlaag, maar is maximaal één kern per rijspoor, uit elke boorsectie, d.w.z. 15 kernen per avondproductie= 30 kernen in totaal. Uitzetten gegevens over dwarsprofiel geeft zicht op homogeniteit van het wegdek.	DWW 1696

4 Resultaten

Naast het vooronderzoek asfalt, zijn op het aangelegde proefvak geluidsemissiemetingen en bepaling van de holle ruimte, stroefheid en textuur, langsvlakheid, geluidemissie en remvertraging uitgevoerd, zie rapport DWW-2003-002.

4.1 Waterdoorlatendheid

De resultaten van het onderzoek naar de waterdoorlatendheid zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Becker metingen: 24-11-2003, temperatuur 6 °C, nat na regen

Km	Midden vluchtstrook [s]	2 RR, rechterspoor [s]	2 RR, tussen sporen [s]
94.615	>200	>200	>200
94.765	>200	108	124
94.915	112	57	82
95.065	125	58	70
95.215	70	49	50
95.365	72	53	43

Voor tweelaags ZOAB wordt een waterdoorlatendheid verwacht kleiner dan 20 s. Uit de metingen blijkt dat zowel op de vluchtstrook (conventioneel aangelegd) als op de rechter rijstrook (tweelaags machine) de waarden hoog zijn voor tweelaags ZOAB. Daarnaast is er een groot verloop in de waarden over de lengterichting van het vak.

4.2 Luchtdrainmetingen

De resultaten van de luchtdrainmetingen zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Luchtdrain metingen: 28-10-2003, temperatuur -3 °C, bij droog vriezend weer.

Km	Midden vluchtstrook [mbar]	2 RR, rechterspoor [mbar]	2 RR, tussen sporen [mbar]
94.615	555	304	592
94.765	176	83	93
94.915	32	90	73
95.065	59	94	62
95.215	20	61	56
95.365	26	57	36

Voor tweelaags ZOAB worden de luchtdrainmetingen verwacht kleiner dan 30 mbar. Uit de resultaten blijkt dat zowel op de vluchtstrook (conventioneel aangelegd) als op de rechter rijstrook (tweelaags machine) de waarden hoog zijn voor tweelaags ZOAB, hoewel een aantal metingen op de vluchtstrook hier duidelijk lagere waarden laat zien dan de metingen op de rechter rijstrook.

4.3 Geluidstechnische eigenschappen

4.3.1 SPB metingen

De resultaten van het onderzoek naar de geluidstechnische eigenschappen van het twee-laags ZOAB voor lichte motorvoertuigen zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5

Wegvak	Lichte motorvoertuigen				Zware motorvoertuigen
	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h	80 km/h
A27 HRR d.d. 07-2002	-	71,7	72,9	-	-
A27 1 HRR d.d. 11-2003	71,7	72,8	73,9	74,8	79,3
Referentie	76,5	78,0	79,3	80,6	84,8
2-laags ZOAB	71,3	72,5	73,6	74,7	78,6

De geluidsreductie ten opzichte van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen bij 110 km/h bedraagt 5,4 dB(A) en voor zware voertuigen bij 80 km/h 5,6 dB(A). In juli 2002 is kort na aanleg van het wegvak ook een SPB-meting uitgevoerd. De gemeten geluidsreductie was toen 6,4 dB(A) voor lichte motorvoertuigen bij 110km/h. Dat betekent dat in zestien maanden tijd de geluidsreductie voor de lichte motorvoertuigen met 1,0 dB(A) is afgenomen.

De geluidstechnische eigenschappen van dit wegvak zijn nog steeds goed te noemen.

Op basis van de SPB-metingen mag worden geconcludeerd dat het wegdek voldoet aan het type "tweelaags ZOAB".

4.3.2 Akoestische absorptie

De resultaten van de absorptiemetingen zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6

Locatie [km]	linkerrijspoor		tussen rijsporen		rechterrijspoor	
	α_{\max}	$f_{\alpha_{\max}}$	α_{\max}	$f_{\alpha_{\max}}$	α_{\max}	$f_{\alpha_{\max}}$
94,765	0,19	520	0,24	520	0,24	520
94,915	0,25	520	0,31	520	0,35	520
95,065	0,19	520	0,25	520	0,25	520
95,215	0,31	520	0,30	520	0,33	520
95,365	0,27	520	0,27	520	0,32	520

De frequenties van de eerste absorptiemaxima ($f_{\alpha_{\max}}$) in het linkerrijspoor, tussen de rijsporen en in het rechterrijspoor liggen gemiddeld bij 520 Hz. De bijhorende waarden voor de absorptiecoëfficiënten (α_{\max}) zijn respectievelijk 0,24, 0,27 en 0,30/ De resultaten laten zien dat de absorptie van dit wegdek gering is.

4.4 Stroefheid

De resultaten van het onderzoek naar de stroefheid met het 86% vertraagd wiel (70 km/h) d.d. 13 November 2003 zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7

Wegvak (van km.- tot km.)	Stroefheid [f]
94,600- 94,700	0,55
94,700- 94,800	0,54
94,800- 94,900	0,54
94,900- 95,000	0,55
95,000- 95,100	0,53
95,100- 95,200	0,55
95,200- 95,300	0,55
95,300- 95,400	0,55
95,400- 95,500	0,55
95,500- 95,600	0,53

Voor open deklagen die niet worden afgestrooid, zoals (tweelaags-)ZOAB, kan de aannemer de aanvangsstroefheid niet beïnvloeden. Uit het verleden is bekend dat standaard ZOAB altijd een voldoende stroefheidsniveau heeft bij oplevering. Om die reden worden er voor ZOAB geen opleveringseisen gesteld. Voor tweelaags-ZOAB is de stroefheid niet bekend. RWS heeft derhalve gesteld dat de stroefheid niet slechter mag zijn dan 0,40 en dit als opleveringseis in het bestek meegenomen.

4.5 Laagdikte en grensvlak

Zie het boorschema in bijlage A. Foto's van deze boorkernen zijn weergegeven in bijlage B.

De resultaten van het onderzoek naar de laagdikte en grensvlak zijn weergegeven in tabel 8. De laagdikte is het gemiddelde van vier metingen. De som van de 0/6 laag, vermenging en de 11/16 laag vormt de totale laagdikte van het dubbellaags ZOAB pakket.

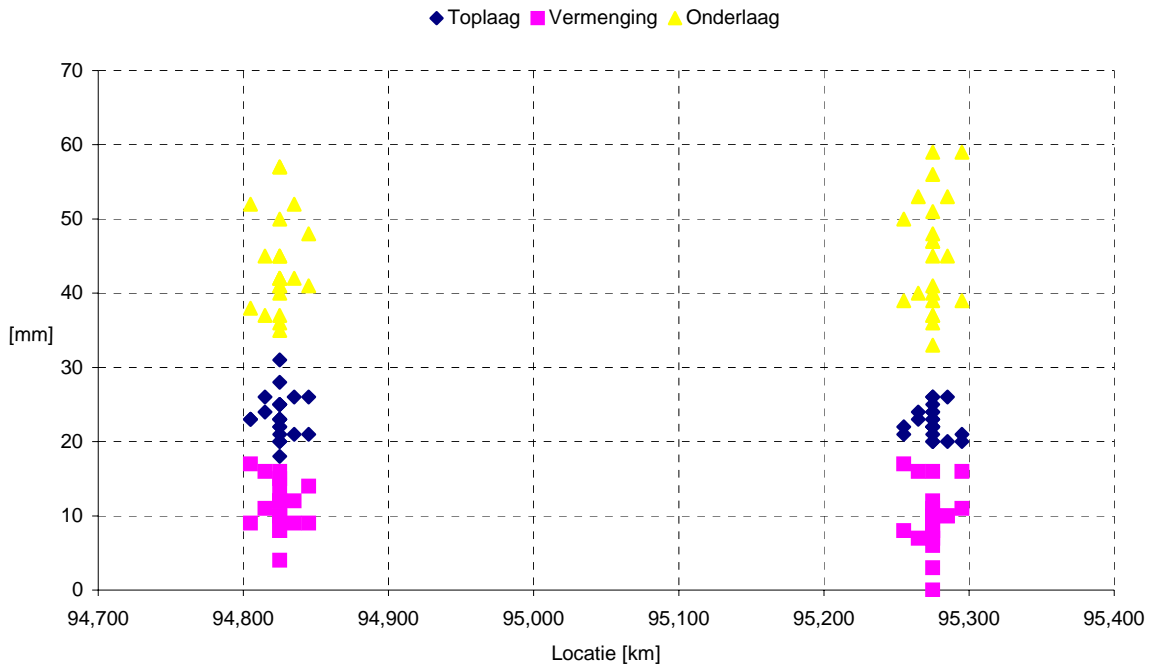
In grafiek 1 zijn de resultaten als functie van de locatie weergegeven. Grafiek 2 geeft de resultaten als functie van de locatie voor de vluchtstrook (waar warm op koud is gewerkt) weer. In tabel 9, 10 en 11 zijn de gemiddelden en standaard deviatie bepaald gecombineerd per vak en rijstrook. In grafiek 3, 4 en 5 zijn deze waarden per vak en rijstrook uitgezet.

Tabel 8

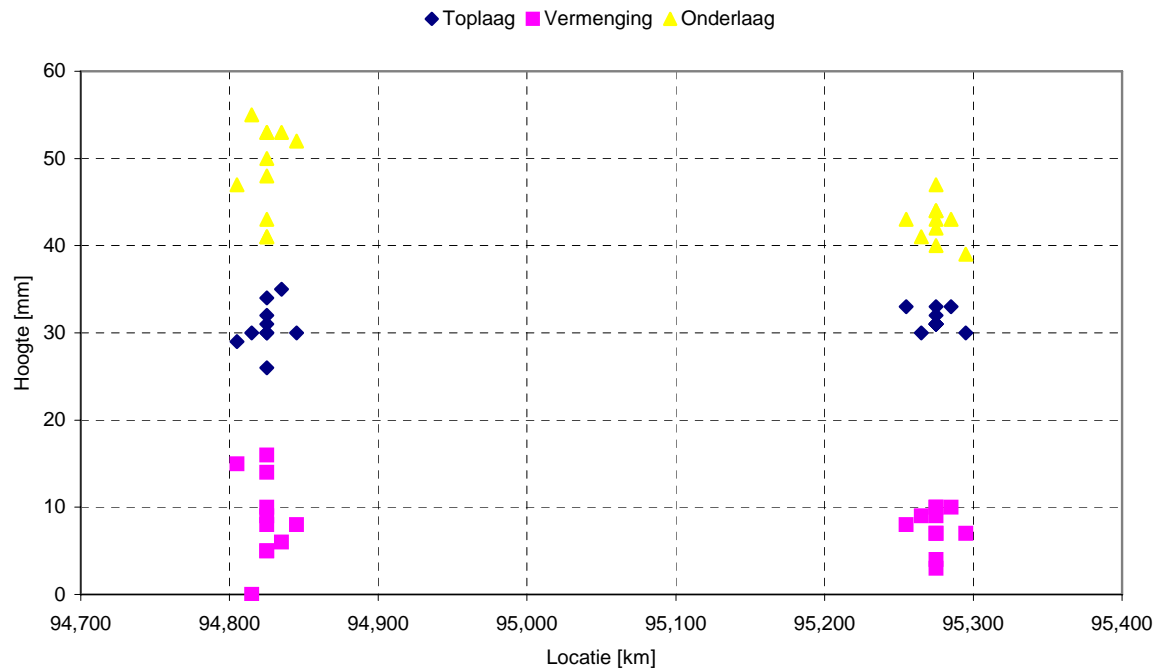
Monsternummer	0/6 Laag [mm]	Vermenging [mm]	11/16 Laag [mm]	Opmerkingen
02022TWE001	26	7	47	
02022TWE002	20	10	51	
02022TWE003	23	7	53	
02022TWE004	26	8	40	
02022TWE005	24	6	45	
02022TWE006	24	16	37	
02022TWE007	23	12	36	
02022TWE008	22	8	50	
02022TWE009	22	11	37	
02022TWE010	30	10	41	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE011	22	3	56	
02022TWE012	21	16	39	
02022TWE013	24	16	40	
02022TWE014	26	10	45	
02022TWE015	20	10	47	
02022TWE016	21	17	39	
02022TWE017	22	8	39	
02022TWE018	32	8	43	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE019	23	7	33	
02022TWE020	20	11	59	
02022TWE021	21	--	59	
02022TWE022	33	7	39	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE023	30	10	43	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE024	20	10	53	
02022TWE025	33	3	47	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE026	31	4	44	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE027	31	7	43	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE028	22	8	48	
02022TWE029	25	10	41	
02022TWE030	33	7	44	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE031	31	9	42	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE032	31	10	40	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE033	31	9	41	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE034	26	9	41	

Monsternummer	0/6 Laag [mm]	Vermenging [mm]	11/16 Laag [mm]	Opmerkingen
02022TWE035	31	16	41**	** in de laag afgebroken
02022TWE036	24	16	37	
02022TWE037	25	10	41	
02022TWE038	26	11	45	
02022TWE039	18	12	50**	**in de laag afgebroken
02022TWE040	23	9	52**	**in de laag afgebroken
02022TWE041	30	15	47**	** los gelaten van de onderliggende laag Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE042	29	16	41	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE043	23	17	38	
02022TWE044	23	12	40	
02022TWE045	21	14	48	
02022TWE046	26	14	41	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE047	30	10	43**	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE048	32	--	55**	**in de laag afgebroken Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE049	26	12	42	
02022TWE050	30	8	52	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE051	28	10	37	
02022TWE052	21	9	52	
02022TWE053	30	8	48	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE054	31	9	50	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE055	23	12	42	
02022TWE056	22	8	57**	** los gelaten van de onderliggende laag
02022TWE057	30	5	53**	** los gelaten van de onderliggende laag Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE058	21	14	42	
02022TWE059	22	4	45**	** los gelaten van de onderliggende laag
02022TWE060	25	10	36**	** los gelaten van de onderliggende laag
02022TWE061	20	12	57	
02022TWE062	20	15	45	
02022TWE063	34	6	53**	** los gelaten van de onderliggende laag Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE064	35	5	53	Vluchtstrook, warm-op-koud
02022TWE065	25	10	35	
02022TWE066	23	8	42	

Grafiek 1 warm-in-warm



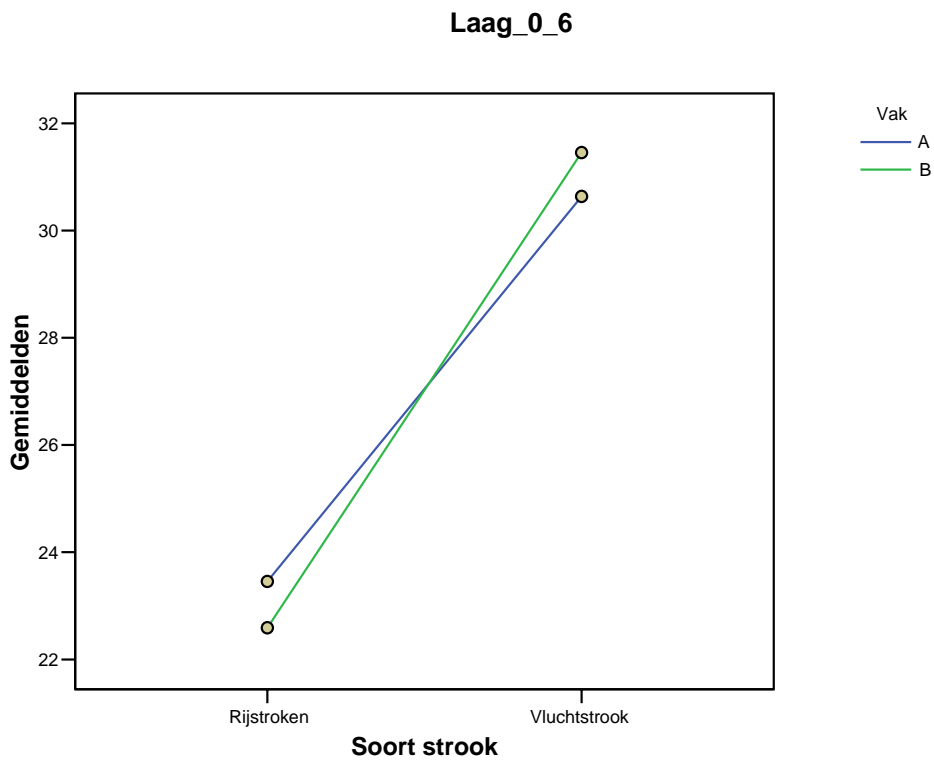
Grafiek 2 vluchtstrook



Tabel 9 Afhankelijke Variabele: Laag_0/6

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	23.45	2.940	22
	Vluchtstrook	30.64	2.420	11
	Total	25.85	4.395	33
B	Rijstroken	22.59	1.992	22
	Vluchtstrook	31.45	1.128	11
	Total	25.55	4.583	33
Total	Rijstroken	23.02	2.520	44
	Vluchtstrook	31.05	1.889	22
	Total	25.70	4.458	66

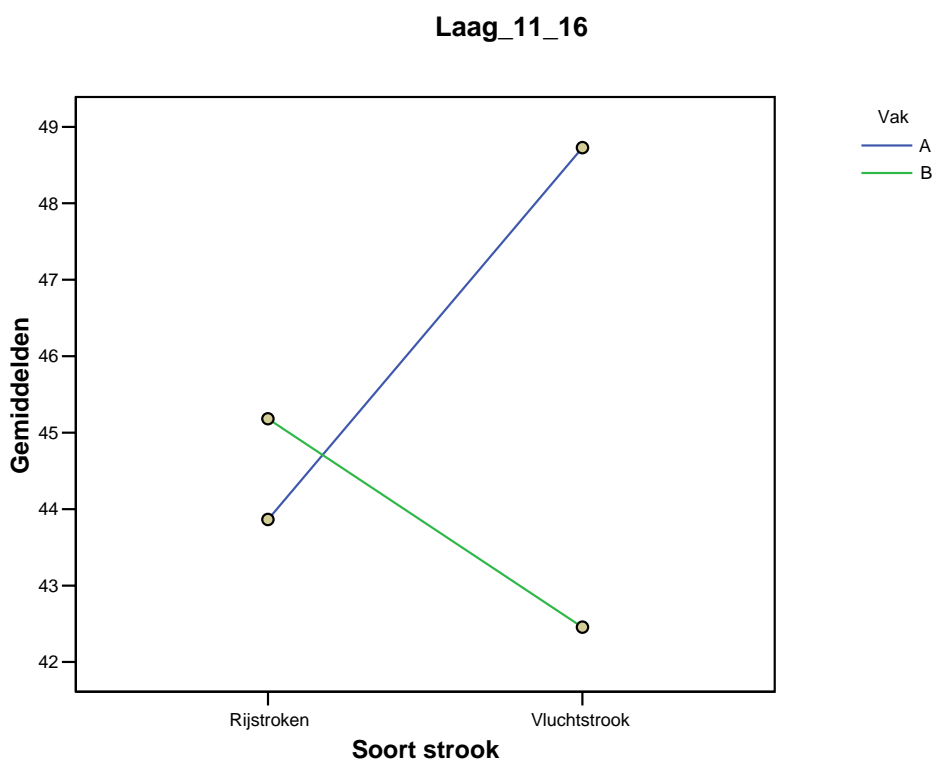
Grafiek 3



Tabel 10 Afhankelijke Variabele: Laag_11/16

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	43.86	6.394	22
	Vluchtstrook	48.73	5.120	11
	Totaal	45.48	6.360	33
B	Rijstroken	45.18	7.701	22
	Vluchtstrook	42.45	2.207	11
	Totaal	44.27	6.492	33
Totaal	Rijstroken	44.52	7.026	44
	Vluchtstrook	45.59	5.011	22
	Totaal	44.88	6.406	66

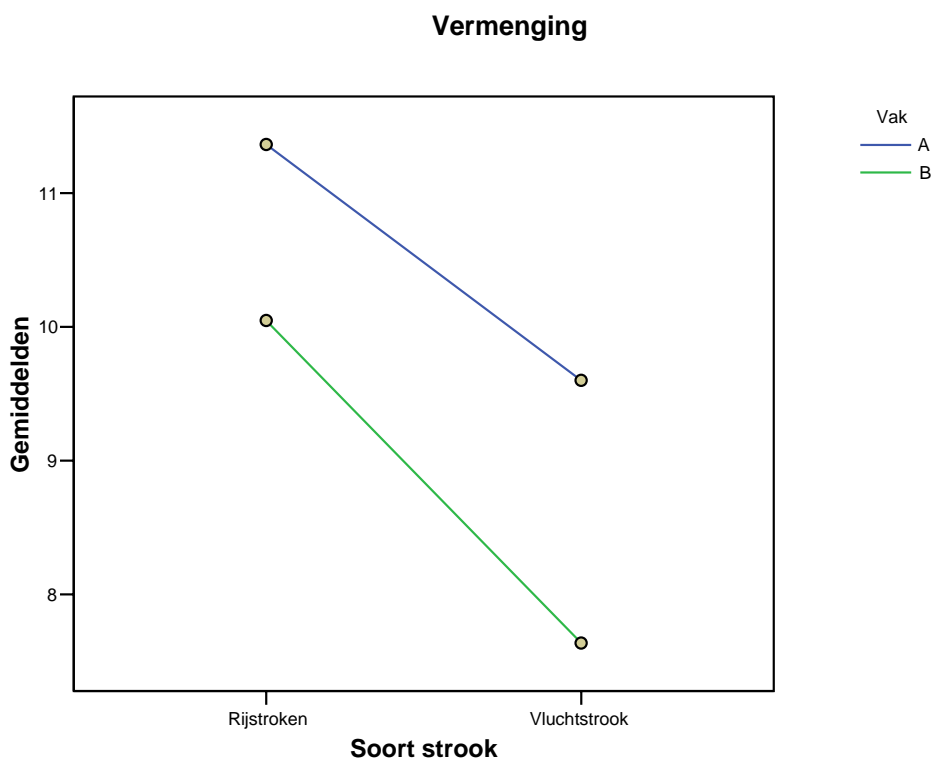
Grafiek 4



Tabel 11 Afhankelijke Variabele: Vermenging

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	11.36	3.125	22
	Vluchtstrook	9.60	4.088	10
	Totaal	10.81	3.487	32
B	Rijstroken	10.05	3.681	21
	Vluchtstrook	7.64	2.378	11
	Totaal	9.22	3.452	32
Total	Rijstroken	10.72	3.432	43
	Vluchtstrook	8.57	3.370	21
	Totaal	10.02	3.534	64

Grafiek 5



Uit de statistische analyses blijkt dat:

- voor de toplaag (0/6) geldt dat de laagdikte in de rijstroken significant dunner is dan de laagdikte in de vluchtstrook, maar er is geen significant verschil tussen de vakken.
- voor de onderlaag (11/16) geldt dat de interactie (soort strook x vak) significant is, dit houdt in dat het verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook afhankelijk is van het vak. Dit is een indicatie voor de reproduceerbaarheid.
 Voor vak B is de onderlaag (11/16) in de rijstroken significant dikker dan in de vluchtstrook. Gemiddeld over beide vakken is er geen significant verschil tussen de rijstroken en vluchtstrook.
- voor de vermenginglaag geldt dat de laag in de rijstroken significant dikker is dan de laag in de vluchtstrook, maar er is geen significant verschil tussen de vakken.

4.6 Verdichting

De resultaten van het onderzoek naar de verdichting zijn weergegeven in tabel 12. De metingen zijn gemiddelden over maximaal 8 cm proefstukhoogte. De volledige resultaten zijn bijgevoegd in bijlage C. Foto's van deze boorkernen zijn weergegeven in bijlage B.

Tabel 12

Monsternummer	Dichtheid proefstuk [g/cm ³]	St. dev. Dichtheid proefstuk	Holle ruimte [%]	St. dev. [%]
02022TWE005	2,020	0,104	19,154	4,140
02022TWE011	2,140	0,161	17,699	3,595
02022TWE015	2,117	0,226	19,464	6,903
02022TWE017	2,125	0,230	17,887	7,398
02022TWE019	2,009	0,113	19,665	4,501
02022TWE025 ^{*)}	1,897	0,089	24,100	3,574
02022TWE026 ^{*)}	2,054	0,237	22,933	5,173
02022TWE032 ^{*)}	2,027	0,102	18,925	4,081
02022TWE035	2,041	0,101	18,345	4,022
02022TWE042 ^{*)}	1,924	0,072	23,024	2,892
02022TWE047 ^{*)}	2,047	0,092	18,116	3,681
02022TWE051	2,005	0,104	19,788	4,155
02022TWE053 ^{*)}	1,903	0,076	23,899	3,021
02022TWE059	1,992	0,225	20,317	10,210 ^{**)}
02022TWE062	2,061	0,099	17,570	3,966
02022TWE065	2,015	0,112	19,834	4,462

^{*)} vluchtstrook

^{**)} Hoge st.dev. wordt veroorzaakt doordat boven in een HR van 70% en 40% is gemeten

Statistische analyse van de dichtheden geeft aan dat de rijstroken significant verschillen van de vluchtstrook. De standaarddeviatie is maat voor de homogeniteit toplaag-tussenlaag-onderlaag, hieruit is af te leiden dat de vluchtstrook homogener is dan de rijstroken.

4.7 Ontmenging

De resultaten van het onderzoek naar de ontmenging zijn weergegeven in bijlage D. In bijlage D1 staan de resultaten van de zeefkromme samenstelling en bijlage D2 het bitumengehalte. In tabel 13 wordt de samenvatting van de gemiddelde bitumengehalten en de standaarddeviaties weergegeven.

De 16 tal asfaltcilinders bestaand uit twee lagen ZOAB werden gezaagd en vervolgens werden de boven- en onderliggende lagen van nieuwe codes voorzien, t.w. "B" voor bovenlaag (de 0/6) en "O" voor onderlaag (11/16). Foto's van deze boorkernen zijn weergegeven in bijlage B.

De extracties duurden gemiddeld drie dagen omdat de hulzen regelmatig verstopt raakten. De zeefproef gaf ook de problemen (63 µm zeef sloeg dicht).

Tabel 13

	Bitumengehalte [%]	Standaard deviatie
Bovenlaag	6,43	0,17
Bovenlaag vluchtstrook	6,50	0,34
Onderlaag	4,24	0,14
Onderlaag vluchtstrook	4,20	0,56

Uit de statistische analyse blijkt dat de variatie in de vluchtstrook significant groter is dan de variatie in de rijstroken. Het gemiddelde in de bovenlaag is significant groter dan het gemiddelde in de onderlaag. Er is geen interactie, d.w.z. dat het verschil in bitumengehalte tussen boven- en onderlaag niet afhangt van de strook.

4.8 Waterdoorlatendheid

De resultaten van de waterdoorlatendheid metingen conform pr-EN 12697-19 zijn weergegeven in tabel 14. In tabel 14 zijn de gemiddelden en standaard deviatie bepaald gecombineerd per vak en rijstrook. In grafiek 6 zijn deze waarden per vak en rijstrook uitgezet.

Tabel 14

Boorkernnummer (02022TWE###)	Horizontale waterdoorlatendheid m/s	Verticale waterdoorlatendheid m/s
002	4,36* 10 ⁻⁴	4,33* 10 ⁻⁴
003	7,23* 10 ⁻⁴	5,08* 10 ⁻⁴
007	7,29* 10 ⁻⁴	7,12* 10 ⁻⁴
008	7,51* 10 ⁻⁴	5,71* 10 ⁻⁴
012	8,41* 10 ⁻⁴	3,02* 10 ⁻⁴
013	8,93* 10 ⁻⁴	5,18* 10 ⁻⁴
014	7,34* 10 ⁻⁴	3,11* 10 ⁻⁴
016	8,04* 10 ⁻⁴	3,31* 10 ⁻⁴
018**)	8,62* 10 ⁻⁴	8,47* 10 ⁻⁴
020	10,8* 10 ⁻⁴	3,66* 10 ⁻⁴
023**)	6,15* 10 ⁻⁴	6,41* 10 ⁻⁴
024	9,26* 10 ⁻⁴	4,40* 10 ⁻⁴
028	8,92* 10 ⁻⁴	8,17* 10 ⁻⁴
029	7,99* 10 ⁻⁴	5,73* 10 ⁻⁴
031**)	5,95* 10 ⁻⁴	5,15* 10 ⁻⁴
034	8,25* 10 ⁻⁴	4,52* 10 ⁻⁴
036	9,15* 10 ⁻⁴	4,21* 10 ⁻⁴
037	4,03* 10 ⁻⁴	2,59* 10 ⁻⁴
038	6,19* 10 ⁻⁴	3,99* 10 ⁻⁴
040*)	5,01* 10 ⁻⁴	2,87* 10 ⁻⁴
043	6,67* 10 ⁻⁴	4,01* 10 ⁻⁴
045	6,91* 10 ⁻⁴	3,52* 10 ⁻⁴
046*)**)	3,24* 10 ⁻⁴	4,70* 10 ⁻⁴
048*)**)	7,34* 10 ⁻⁴	10,2* 10 ⁻⁴
049	9,31* 10 ⁻⁴	3,21* 10 ⁻⁴
050*)**)	8,10* 10 ⁻⁴	10,4* 10 ⁻⁴
052*)	7,44* 10 ⁻⁴	5,78* 10 ⁻⁴
056*)	9,13* 10 ⁻⁴	5,32* 10 ⁻⁴
061	6,69* 10 ⁻⁴	3,87* 10 ⁻⁴
066	5,95* 10 ⁻⁴	4,07* 10 ⁻⁴

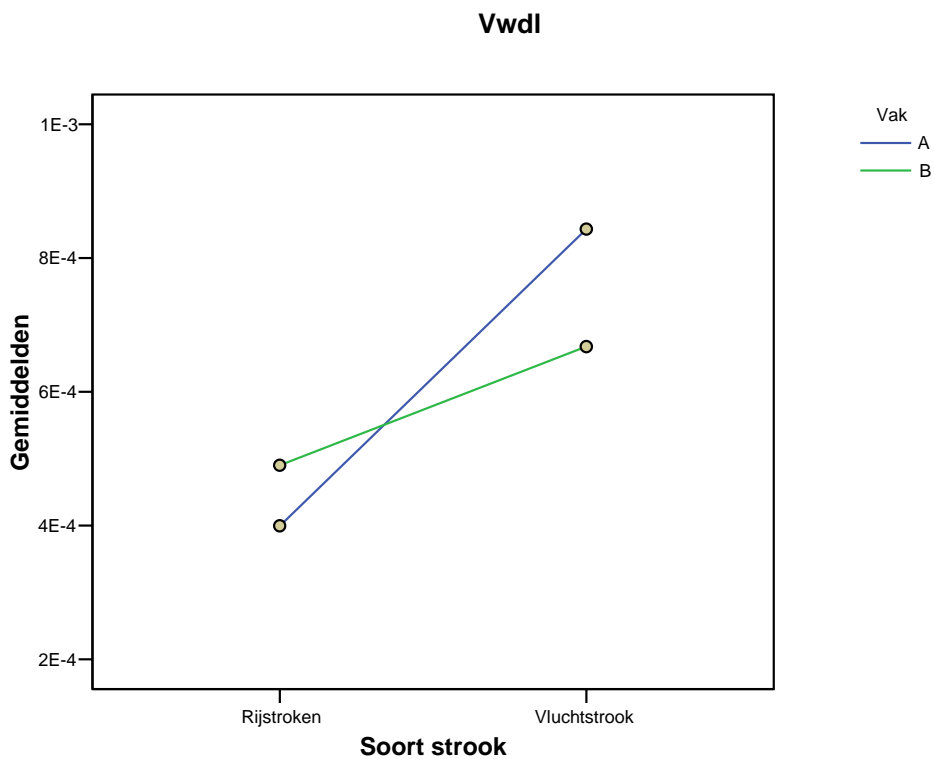
*)De kernen van deze monsters hadden geen laag meer zitten onder de dubbele laag ZOAB. Van deze kernen is de horizontale waterdoorlatendheid bepaald met een metalen plaatje onder de onderste laag ZOAB gelijmd.

*) Vluchtstrook

Tabel 15 Verticale waterdoorlatendheid

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	.00040	.00009	12
	Vluchtstrook	.00084	.00032	3
	Totaal	.00049	.00024	15
B	Rijstroken	.00049	.00016	12
	Vluchtstrook	.00067	.00017	3
	Totaal	.00053	.00017	15
Totaal	Rijstroken	.00044	.00014	24
	Vluchtstrook	.00076	.00025	6
	Totaal	.00051	.00020	30

Grafiek 6 Verticale waterdoorlatendheid.



Uit statistische analyse van de resultaten voor de horizontale waterdoorlatendheid blijkt dat er geen significant verschil is tussen de rijstroken en vluchtstrook als ook tussen de vakken. De resultaten voor de verticale waterdoorlatendheid laten zien dat de rijstroken significant slechter presteren dan de vluchtstrook.

4.9 Geluidsabsorptie

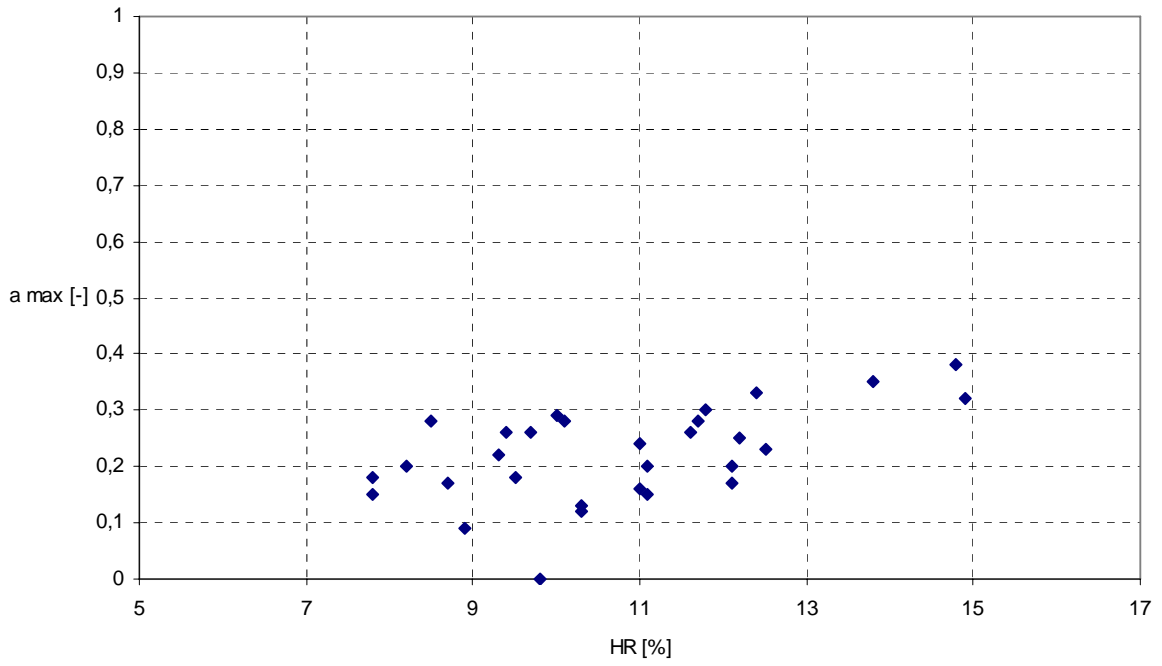
De resultaten van het onderzoek naar de geluidsabsorptie met de impedantiebus op de boorkernen en het percentage holle ruimte zijn weergegeven in tabel 16. De volledige resultaten zijn bijgevoegd in bijlage E. In grafiek 7 is de α_{\max} weergegeven als functie van het percentage toegankelijke holle ruimte. In tabel 17 en 18 zijn de gemiddelden en standaard deviatie bepaald gecombineerd per vak en rijstrook. In grafiek 8 en 9 zijn deze waarden per vak en rijstrook uitgezet.

Deze resultaten bevestigen het beeld verkregen uit de α -in situ metingen (4.3.2).

Tabel 16

Monsternummer	α_{\max}	$f_{\alpha_{\max}}$ [Hz]	% HR
02022TWE002	0,23	234	12,5
02022TWE003	0,26	258	9,4
02022TWE007	0,29	258	10,0
02022TWE008	0,26	258	11,6
02022TWE012	0,16	258	11,0
02022TWE013	0,20	234	11,1
02022TWE014	0,13	340	10,3
02022TWE016	0,18	258	7,8
02022TWE018	0,33	281	12,4
02022TWE020	0,20	234	8,2
02022TWE023	0,35	281	13,8
02022TWE024	0,20	234	12,1
02022TWE028	0,28	281	11,7
02022TWE029	0,31	293	9,8
02022TWE031	0,25	281	12,2
02022TWE034	0,26	234	9,7
02022TWE036	0,15	258	7,8
02022TWE037	0,12	340	10,3
02022TWE038	0,18	211	9,5
02022TWE040	0,09	340	8,9
02022TWE043	0,30	258	11,8
02022TWE045	0,24	281	11,0
02022TWE046	0,17	211	12,1
02022TWE048	0,32	234	14,9
02022TWE049	0,28	258	8,5
02022TWE050	0,38	223	14,8
02022TWE052	0,17	211	8,7
02022TWE056	0,15	211	11,1
02022TWE061	0,22	340	9,3
02022TWE066	0,28	258	10,1

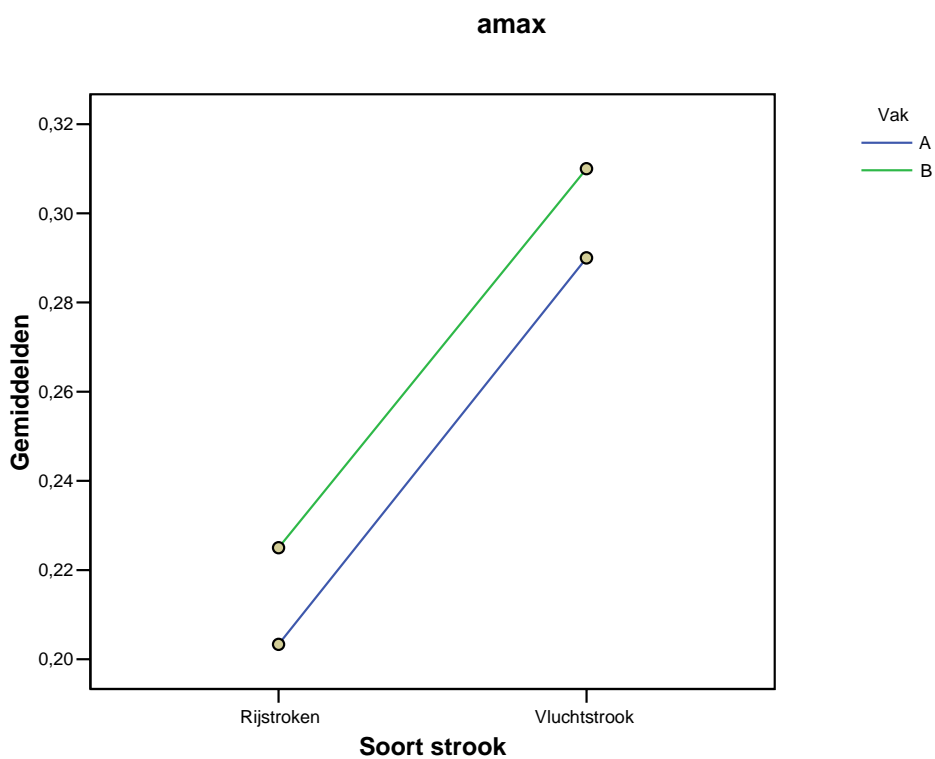
Grafiek 7



Tabel 17

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	.2033	.06946	12
	Vluchtstrook	.2900	.10817	3
	Totaal	.2207	.08216	15
B	Rijstroken	.2250	.05568	12
	Vluchtstrook	.3100	.05292	3
	Totaal	.2420	.06383	15
Totaal	Rijstroken	.2142	.06255	24
	Vluchtstrook	.3000	.07694	6
	Totaal	.2313	.07310	30

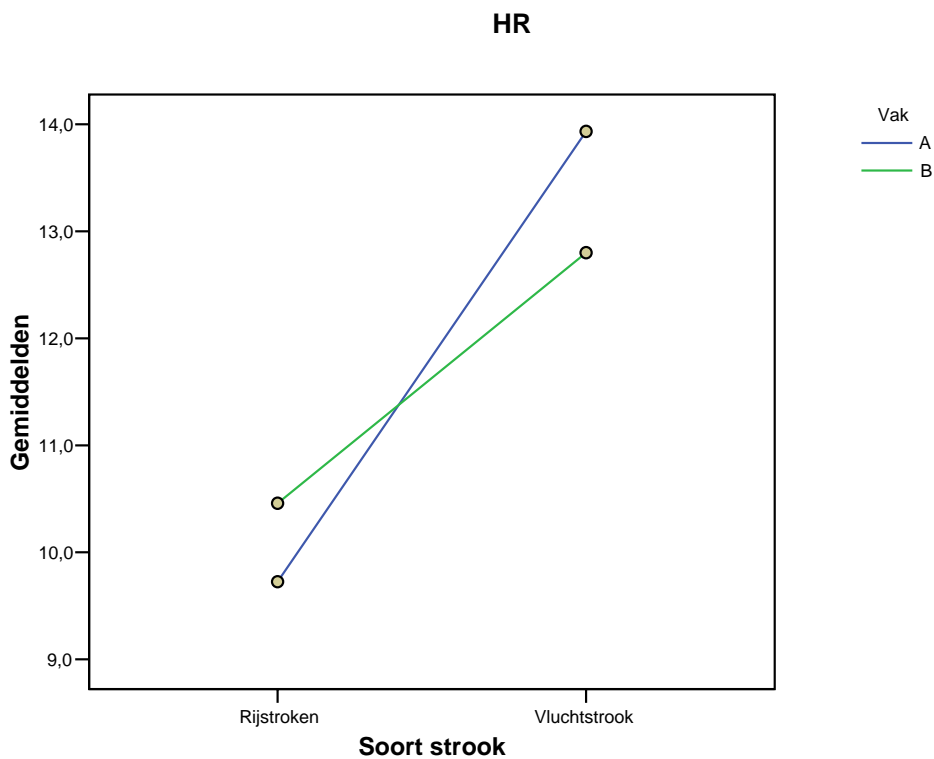
Grafiek 8



Tabel 18

Vak	Soort strook	Mean	Std. Deviation	N
A	Rijstroken	9.725	1.1856	12
	Vluchtstrook	13.933	1.5885	3
	Totaal	10.567	2.1215	15
B	Rijstroken	10.458	1.4884	12
	Vluchtstrook	12.800	.8718	3
	Totaal	10.927	1.6701	15
Totaal	Rijstroken	10.092	1.3682	24
	Vluchtstrook	13.367	1.3033	6
	Totaal	10.747	1.8849	30

Grafiek 9



Uit statistische analyse van de resultaten blijkt:

- Er is een significant verschil tussen rijstroken en vluchtstrook. De α_{\max} in de rijstroken is significant lager dan in de vluchtstrook.
- Er is een significant verschil tussen rijstroken en vluchtstrook. De holle ruimte in de rijstroken is significant lager dan in de vluchtstrook.

5 Discussie

Uit de metingen blijkt dat de geluidsreductie en stroefheid gelijkwaardig zijn ten opzichte van de conventionele aanlegmethode van tweelaags ZOAB.

Uit de geluidsabsorptiemetingen blijkt een lage maximale absorptie coëfficiënt. Een lage maximale absorptie coëfficiënt kan wijzen op een geringe effectieve laagdikte, oftewel, de interface laag zit dicht, waardoor de onderlaag functioneel niet bijdraagt aan de geluidstechnische eigenschappen. Ook de geluidsabsorptiemetingen op de kernen laten een significant verschil tussen rijstroken en vluchtstrook zien, waarbij de α_{\max} en het percentage holle ruimte lager zijn dan op de vluchtstrook.

Uit de laagdikte en grensvlak metingen blijkt dat er voor de top laag (0/6) en tussenlaag een significant verschil is tussen de rijstroken en de vluchtstrook, waarbij de rijstrook dunner is dan de vluchtstrook. Voor de onderlaag (11/16) is er een significante interactie vastgesteld, dit houdt in dat het verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook afhankelijk is van het wegvak. Dit is een indicatie voor de reproduceerbaarheid, waarmee gesteld kan worden dat er een significant verschil is in de wegvakken A en B (resp. aangelegd op 27 mei '02 (km 94,60) en op 28 mei '02 (km 95,05)).

De standaarddeviaties uit de laagdikte metingen zijn een maat voor de homogeniteit, hieruit blijkt een variatie in de vermenging van de boven en onderlaag en daarmee een variatie in de homogeniteit van het wegdek. Er is echter geen ervaring welke vermenging te verwachten is bij deze aanlegmethoden, noch is bekend welke vermenging acceptabel is in verband met de invloed van deze tussenlaag op de eigenschappen van tweelaags ZOAB.

De resultaten voor het bitumengehalte geven aan dat de variatie op de vluchtstrook significant groter is dan de variatie in de rijstroken. Daarmee is het bitumengehalte in de rijstroken homogener dan op de vluchtstrook.

De resultaten voor de waterdoorlatendheid geven zowel voor de metingen op het wegvak als op de kernen een inhomogeen beeld.

De metingen op de kernen laten een significant verschil zien tussen de rijstroken en de vluchtstrook voor de verticale waterdoorlatendheid, waarbij de rijstroken slechter presteren dan de vluchtstrook. Ook is er een significante interactie, dat wil zeggen dat het verschil in verticale waterdoorlatendheid afhangt van het wegvak. De interactie is een maat voor de reproduceerbaarheid, waarmee gesteld kan worden dat er een significant verschil is in het wegvak aangelegd op 27 mei '02 (km 94) en op 28 mei '02 (km 95).

6 Conclusies en aanbevelingen

Uit de metingen blijkt dat er significante verschillen zijn tussen de rijstroken en de vluchtstrook, waar warm-in-koud is gewerkt en tussen de wegvakken A en B (resp. aangelegd op 27 mei '02 (km 94,60) en op 28 mei '02 (km 95,05)).

Een verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook zegt iets over de toegepaste aanlegtechniek. Een verschil tussen de wegvakken is een maat voor de reproduceerbaarheid van de tweelaagsmachine.

Een significant verschil tussen de rijstroken en de vluchtstrook is geconstateerd bij:

- de laagdikte in de top laag (0/6) en de tussenlaag,
- de laagdikte in de onderlaag (11/16) voor vak B
- het bitumengehalte,
- de dichtheid,
- de verticale waterdoorlatendheid,
- de akoestische absorptie en
- het percentage holle ruimte.

Een significant verschil tussen de wegvakken A en B (resp. aangelegd op 27 mei '02 (km 94,60) en op 28 mei '02 (km 95,05)), is geconstateerd bij de laagdikte in de onderlaag (11/16).

Met de tweelaags machine werd een verbetering nagestreefd van de akoestische eigenschappen, de waterdoorlatendheid, de verdichting en de weerstand tegen rafeling. Op basis van de resultaten in dit rapport moet worden gesteld dat een verbetering van de waterdoorlatendheid en de akoestische eigenschappen niet kon worden gerealiseerd. Het SPB-niveau voldoet weliswaar, maar de akoestische absorptie is onder de maat voor een tweelaags ZOAB.

De verdichting lijkt wel beter te zijn op de stroken die met de tweelaags machine zijn aangelegd. In hoeverre dit invloed heeft op de weerstand tegen rafeling moet helaas blijken uit de praktijk.

Een verdere conclusie is het gebrek aan homogeniteit van de met de tweelaags machine aangelegde stroken. Hier is een duidelijke aanbeveling tot verbetering.

Op de A28 en A30 is een vergelijkbaar mengsel aangebracht in het kader van de IPG-zebravakken. Voor een goede vergelijking van eigenschappen wordt aanbevolen deze resultaten te vergelijken met de resultaten van het proefvak aangebracht met de tweelaagsspreidmachine.

Om de homogeniteit van het wegdek te kunnen bepalen, moet de dichtheid van de verschillende lagen van het proefstuk individueel worden beoordeeld.

Op basis van de dichtheidsmetingen kunnen geen uitspraken worden gedaan over de te verwachten verbetering in de weerstand tegen rafeling. Dit zal uit de praktijk moeten blijken.

Aanbevolen wordt onderzoek uit te voeren naar de afhankelijkheid van de vermenging van de boven- en onderlaag op de eigenschappen van tweelaags ZOAB, voornamelijk geluidsabsorptie en vervuiling.

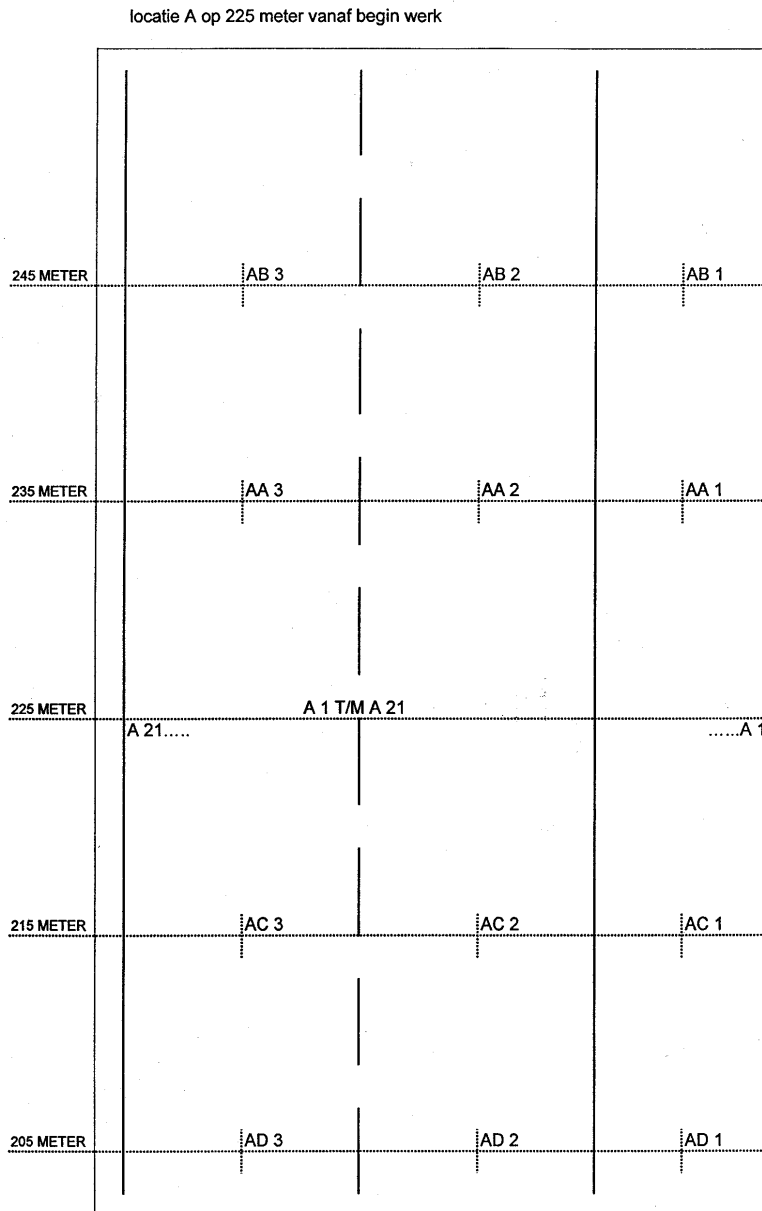
Met de tweelaagsspreidmachine wordt een versnelling in uitvoering gerealiseerd. Aandacht moet besteed worden aan de aanvoer van materiaal, aangezien het de aanvoer van twee mengselsoorten betreft.

7 Bijlagen

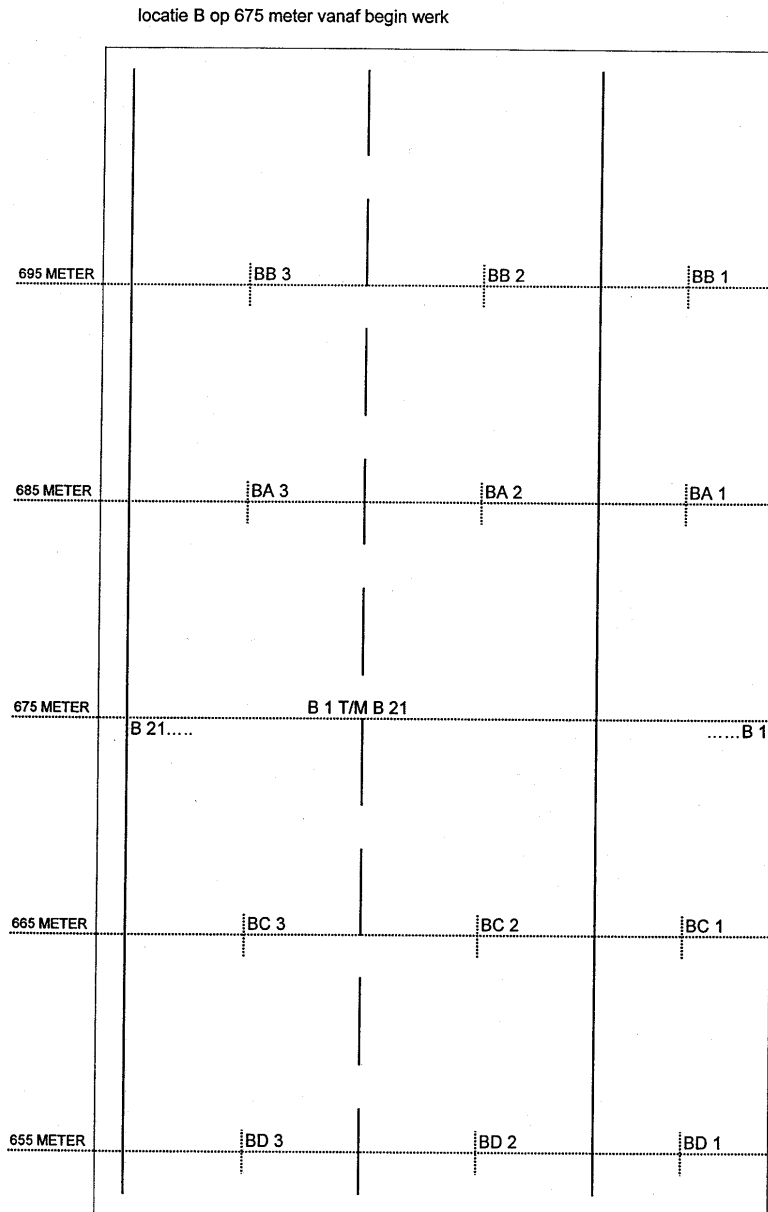
- Bijlage A** 1: Boorschema
 2: Monsternummers en locatie
- Bijlage B** Foto's boorkernen voor laagdikte & grensvlak (§4.5), dichtheid (§4.6) en otmenging (§4.7).
- Bijlage C** Onderzoek naar de verdichting
- Bijlage D** 1: Resultaten zeefkromme samenstelling
 2: Resultaten bitumengehalte
- Bijlage E** Geluidsabsorptie metingen op boorkernen

Bijlage A1 Boorschema

Locatie A: De rechthoekstrook is vooraf diepgefreest en er is een STAB inlay van 40 mm aangebracht.



Locatie B: Over de gehele oppervlakte is diepgefreest en een 50 mm STAB inlay aangebracht.



Bijlage A2 **Monsternummers en locatie**

Boorkern	IL Nummer	Locatie [km]	Positie [mm]	Boorkern	IL Nummer	Locatie [km]	Positie [mm]
A1	02022TWE053	94,825	250	B1	02022TWE02 5	95,275	250
A2	02022TWE054	94,825	750	B2	02022TWE03 0	95,275	750
A3	02022TWE057	94,825	1250	B3	02022TWE02 7	95,275	1250
A4	02022TWE042	94,825	1850	B4	02022TWE02 6	95,275	1750
A5	02022TWE064	94,825	2250	B5	02022TWE03 1	95,275	2250
A6	02022TWE046	94,825	2750	B6	02022TWE01 0	95,275	2750
A7	02022TWE047	94,825	3250	B7	02022TWE03 2	95,275	3250
A8	02022TWE044	94,825	3750	B8	02022TWE02 9	95,275	3750
A9	02022TWE037	94,825	4250	B9	02022TWE00 4	95,275	4250
A10	02022TWE051	94,825	4750	B10	02022TWE00 5	95,275	4750
A11	02022TWE055	94,825	5250	B11	02022TWE00 6	95,275	5250
A12	02022TWE062	94,825	5750	B12	02022TWE01 1	95,275	5750
A13	02022TWE058	94,825	6250	B13	02022TWE00 2	95,275	6250
A14	02022TWE056	94,825	6750	B14	02022TWE00 1	95,275	6750
A15	02022TWE035	94,825	7250	B15	02022TWE01 9	95,275	7250
A16	02022TWE039	94,825	7750	B16	02022TWE02 1	95,275	7750
A17	02022TWE061	94,825	8250	B17	02022TWE02 8	95,275	8250
A18	02022TWE059	94,825	8750	B18	02022TWE01 5	95,275	8750
A19	02022TWE060	94,825	9250	B19	02022TWE00 7	95,275	9250
A20	02022TWE066	94,825	9750	B20	02022TWE00 9	95,275	9750
A21	02022TWE065	94,825	10250	B21	02022TWE01 7	95,275	10250
AA1	02022TWE063	94,835	1250	BA1	02022TWE02 3	95,285	1250
AA2	02022TWE049	94,835	4500	BA2	02022TWE01 4	95,285	4500
AA3	02022TWE052	94,835	8500	BA3	02022TWE02 4	95,285	8500
AB1	02022TWE050	94,845	1250	BB1	02022TWE02 2	95,295	1250
AB2	02022TWE034	94,845	4500	BB2	02022TWE01 2	95,295	4500

Rapportnummer DWW-2004-010C

AB3	02022TWE045	94,845	8500	BB3	02022TWE02 0	95,295	8500
AC1	02022TWE048	94,815	1250	BC1	02022TWE03 3	95,265	1250
AC2	02022TWE036	94,815	4500	BC2	02022TWE01 3	95,265	4500
AC3	02022TWE038	94,815	8500	BC3	02022TWE00 3	95,265	8500
AD1	02022TWE041	94,805	1250	BD1	02022TWE01 8	95,255	1250
AD2	02022TWE043	94,805	4500	BD2	02022TWE01 6	95,255	4500
AD3	02022TWE040	94,805	8500	BD3	02022TWE00 8	95,255	8500

Groen: vluchtstrook, warm-op-koud

Zwart: rijstrook, warm-in-warm

Bijlage B Foto's boorkernen voor laagdikte & grensvlak (§4.5), dichtheid (§4.6) en ontmenging (§4.7).

Bijlage C Onderzoek naar de verdichting

Bijlage D1 Resultaten zeefkromme samenstelling

mon- sternr	op C 16	op C 11,2	op C 8	op C 5,6	op 2 mm	op 500 µm	op 180 µm	op 63 µm	door 63 µm	opmerking
005 B	0	0	0,4	0,9	77,2	88,8	91,1	92,8	7,2	
011 B	0	0	1,2	2,6	78,7	89,5	91,8	93,6	6,4	
015 B	0	0	0,3	1,7	76,7	88,2	90,4	91,8	8,2	
017 B	0	0	0	0,4	75,5	87,4	89,9	91,5	8,5	
019 B	0	1,5	3,5	5,3	78,1	88,4	90,4	92,1	7,9	
025 B	0	0	0,2	7,6	77,6	89,0	91,2	93,0	7,0	Vluchtstrook
026 B	0	0	0,2	0,5	76,5	88,2	90,5	91,8	8,2	Vluchtstrook
032 B	0	0	1,4	3,3	76,3	87,9	90,4	92,0	8,0	
035 B	0	0	1,1	2,8	79,9	89,5	91,4	92,8	7,2	
042 B	0	0	0	0	78,1	89,0	91,1	92,5	7,5	Vluchtstrook
047 B	0	0	0	0,1	78,2	89,3	91,3	92,6	7,4	
051 B	0	0	0	0,7	78,7	89,5	91,6	92,8	7,2	
053 B	0	0	0	0,2	78,9	89,3	92,0	93,1	6,9	Vluchtstrook
059 B	0	0	0	0,5	77,3	88,5	90,6	91,9	8,1	
062 B	0	0	0	0,8	79,1	89,3	91,2	92,3	7,7	
065 B	0	0	1,4	3,1	79,9	89,6	91,5	92,7	7,3	
005 O	2,8	48,8	73,2	78,1	81,8	85,9	87,9	89,7	10,3	
011 O	2,1	48,0	75,4	78,9	82,6	86,4	88,4	90,1	9,9	
015 O	0,8	48,7	56,8	80,1	83,2	87,2	89,3	91,0	9,0	
017 O	0	41,9	71,6	76,1	80,5	85,0	87,4	89,2	10,8	
019 O	7,9	60,4	80,1	82,7	85,3	88,8	90,8	92,6	7,4	
025 O	2,2	52,0	73,2	76,9	80,3	84,7	87,4	89,5	10,5	Vluchtstrook
026 O	0,8	38,1	69,2	74,5	78,1	81,8	84,1	85,9	14,1	Vluchtstrook
032 O	7,9	57,4	78,2	81,8	84,9	88,7	90,8	92,9	7,1	
035 O	2,2	53,2	76,4	80,8	83,8	87,5	89,6	90,6	9,4	
042 O	11,0	70,0	82,7	85,4	87,6	92,1	94,4	97,4	2,6	Vluchtstrook
047 O	1,4	57,6	78,1	81,7	84,5	88,2	90,5	92,4	7,6	
051 O	3,9	58,4	79,6	83,5	86,1	89,7	92,1	93,9	6,1	
053 O	4,9	42,3	81,6	84,2	85,8	89,5	91,5	93,3	6,7	Vluchtstrook
059 O	2,5	58,5	77,9	81,2	84,1	87,5	89,6	91,6	8,4	
062 O	0	41,9	70,1	74,5	77,5	80,9	83,4	85,1	14,9	
065 O	6,6	45,8	73,0	76,9	80,4	83,9	86,1	88,1	11,9	

Bijlage D2 Resultaten bitumengehalte

Monsternr.	Bitumengehalte [%]	opmerkingen	Monsternr.	Bitumengehalte [%]	Opmerking
005 B	6,2		005 O	4,2	
011 B	6,3		011 O	4,2	
015 B	6,3		015 O	4,1	
017 B	6,5		017 O	4,5	
019 B	6,6	Olie in bit.	019 O	4,2	
025 B	6,3		025 O	4,8	Vluchtstrook
026 B	6,4		026 O	----	Vluchtstrook Kookvertr.
032 B	6,8	Olie in bit.	032 O	4,3	
035 B	6,5	Olie in bit.	035 O	4,4	
042 B	7,0	Olie in bit.	042 O	4,1	Vluchtstrook
047 B	6,2		047 O	4,1	
051 B	6,4		051 O	4,1	
053 B	6,3		053 O	3,7	Vluchtstrook
059 B	6,4		059 O	4,4	
062 B	6,5		062 O	4,3	
065 B	6,5		065 O	4,1	

Bijlage E Geluidsabsorptie metingen op boorkernen