

Shuttle Buggy



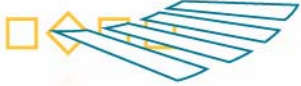
Prijsvraag Schoner, Stiller en Homogener Asphalt
Perceel 3, Homogener
Eindrapport fase B (uitvoeringsfase)

Rapportnummer DWW- 2007-09-028

Status: concept
Bedrijfsnaam: Heijmans Infrastructuur
Datum: september 2007

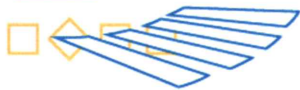
Het Innovatieprogramma Geluid beoogt de invoering van een nieuwe set maatregelen om verkeerslawaaai bij rijkswegen en spoorwegen te verminderen bij de bron. Naast het testen van nieuwe maatregelen aan voertuigen, weg en rails is het versnellen van het implementeren van de innovaties een tweede belangrijke stap van het IPG. Invoering van de nieuwe maatregelen moet leiden tot een duidelijke geluidsvermindering en een halvering van de bestaande kosten van geluidmaatregelen.



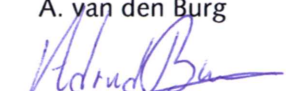
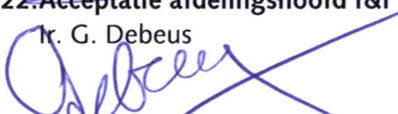
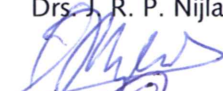
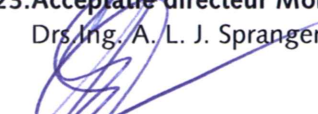


ل
ع
ب
ب
و
ل
ت



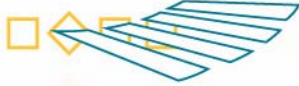


Colofon

- | | |
|---|--|
| <p>1. Rapportnummer
DWW-2007-028</p> <p>3. Ontvanger catalogus nummer
-</p> <p>5. Datum rapport
augustus 2007</p> <p>7. Schrijver(s)
ir. P.J.J.M. van Beers (Heijmans)
ir. T.T.P. van Buël (Van Kleef)</p> <p>9. Naam en adres opdrachtnemer
Dienst Verkeer en Scheepvaart
Postbus 5044
2600 GA Delft</p> <p>12. Naam en adres opdrachtgever
Rijkswaterstaat DVS
DGP & VROM</p> <p>15. Opmerkingen
verspreiding: niet van toepassing</p> <p>17. Referaat
In deze rapportage worden de onderzoeksresultaten gerapporteerd van het vergelijkend onderzoek tussen tweelaags ZOAB aangelegd met én zonder Shuttle Buggy. De inzet van een Shuttle Buggy resulteert in een verbetering van de vlakheid, geluidsreductie en weerstand tegen rafeling. Bovendien is er sprake van een homogener asfalttemperatuur en een hogere aanlegssnelheid (1,5 keer sneller dan bij de traditionele werkwijze) van de asfaltverharding omdat er altijd voldoende asfaltspecie op het werk in voorraad is en er geen wachttijden meer zijn..</p> <p>18. Aantal blz.
-</p> <p>20. Acceptatie projectleider
A. van den Burg
</p> <p>22. Acceptatie afdelingshoofd I&I
Ir. G. Debeus
</p> | <p>2. Serienummer
-</p> <p>4. Titel en ondertitel
Shuttle Buggy
eindrapport realisatiefase perceel 3</p> <p>6. Code uitvoerende organisatie
Heijmans Infrastructuur
Ingenieursbureau Van Kleef</p> <p>8. Nummer rapport uitvoerende organisatie
-</p> <p>10. Projectnaam
Prijsvraag "schoner, stiller en homogener asfalt"</p> <p>11. Contractnummer
DWW-2947</p> <p>13. Type rapport
Onderzoeksrapport</p> <p>14. Code andere opdrachtgever
-</p> <p>16. Trefwoorden
Shuttle Buggy, homogeniteit, langsvlakheid, asfalttemperatuur, levensduur, Heijmans</p> <p>19. Prijs
-</p> <p>21. Acceptatie programma manager IPG
Drs. J. R. P. Nijland
</p> <p>23. Acceptatie directeur Mobiliteit
Drs. Ing. A. L. J. Sprangers
</p> |
|---|--|

De Dienst Verkeer en Scheepvaart 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.





ل
ع
ب
ب
و
ل
ت

Voorwoord

Samenwerking tussen overheid en marktpartijen biedt kansen om innovatie te bevorderen; zo ook in de GWW sector. Met die gedachte heeft Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde begin 2006 de prijsvraag "Verbetering van wegdekken" uitgeschreven. Bij deze prijsvraag is aan marktpartijen gevraagd om complexe vraagstukken op het gebied van luchtkwaliteit, geluidsreductie en levensduur van tweelaags ZOAB op te lossen aan de hand van anticiperend onderzoek.

Ervaringen bij het programma 'Wegen naar de Toekomst' hadden toen al geleerd dat een alternatieve marktbenadering, zoals een prijsvraag vaak leidt tot verrassende oplossingen die ook in de praktijk implementeerbaar zijn.

De prijsvraag 'Verbetering van wegdekken' bestaat uit drie verschillende onderdelen, of percelen met elk een eigen onderzoeksvraag.

- Perceel 1: het voorkomen van het opwerpen van fijn stof uit ZOAB
- Perceel 2: reiniging van tweelaags ZOAB om de geluidsreductie tijdens de levens duur te behouden
- Perceel 3: het verbeteren van de homogeniteit van tweelaags ZOAB met het doel en langere levensduur te garanderen

Voor u ligt één van de drie realisatierapporten die in het kader van perceel 3 zijn opgeleverd. Ook voor de andere twee percelen zijn ieder drie rapporten afgerond. Van de dertig ingediende ideeën zijn er negen, door een onafhankelijke jury, genomineerd voor verdere uitwerking. De negen ontwikkelde ideeën zijn geschikt om in 2007 in proefprojecten te demonstreren, te monitoren en te rapporteren.

Het ontwikkel- en realisatietraject is uitgevoerd door marktpartijen en door deskundigen van de overheid getoetst op de afgesproken procedure en op de technische inhoud.

Voor perceel 3 betrof het de volgende personen:

Rijkswaterstaat DWW

Fons van Reisen
Aad van den Burg
Jan Voskuilen
Rob Hofman

Marktpartijen

Heijmans Infrastructuur

Patrick van Beers, Heijmans
Sjoerd Mangnus, Van Kleef
Gerbert van Bochove, Heijmans
Jan Hooghwerff, M+P

Rijkswaterstaat DON

Frits Wissink
Gerrit Maathuis

Combinatie SHH

Berwich Sluer BAM Wegen
Thijs Mackus BAM Infra, Multiconsult
Matthijs van Domselaar BAM Wegen
Remy van der Beemt BAM Wegen
Henny ter Huerne Universiteit Twente

Dura Vermeer Infrastructuur

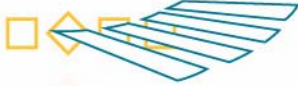
Laurens Smal
Monique den Hertog
Bas Laureijssen
Bastiaan Ruiten

Samen is een flinke stap voorwaarts gezet bij deze vorm van publiek private samenwerking op het gebied van anticiperend onderzoek. Deze werkwijze kan in de toekomst vaker ingezet worden om onderzoeksvragen te beantwoorden.

RIJKSWATERSTAAT
DIENST VERKEER EN SCHEEPVAART
DE HOOFINGEMEER-DIRECTEUR

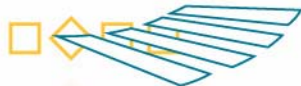


drs. G.J.A. Al



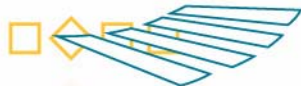
ل
ع
ب
ب
و
ل
ت





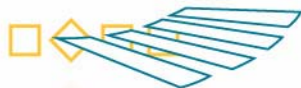
Inhoudsopgave

Voorwoord.....	5
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Aanleg proefvak.....	13
2.1 Opzet proefvak.....	13
2.2 Locatie proefvak.....	14
2.3 Vakindeling.....	14
2.4 Aan te brengen asfaltmengsels.....	15
2.5 Materieelinzet.....	15
2.6 Aanleg proefvak	16
3 Monitoring.....	17
3.1 Overzicht uitgevoerde metingen	17
3.2 Meet- en labanalysesresultaten	18
3.2.1 Snelheid van de asfaltspreidmachine	18
3.2.2 Asfalttemperatuur	18
3.2.3 Langsvlakheid.....	23
3.2.4 Laagdikte, dichtheid, holle ruimte percentage en samenstelling	24
3.2.5 Rotating Surface Abrasion Test (RSAT).....	29
3.2.6 Textuurdiepte.....	30
3.2.7 Akoestische absorptiemetingen.....	31
3.2.8 Akoestische impedantiemetingen	32
3.2.9 CPX-metingen	33
3.2.10 SPB-meting.....	36
3.3 Beschouwing & interpretatie van de onderzoeksgegevens	37
4 Beoordeling werking methode.....	40
4.1 Vooraf gekwantificeerde doelstellingen.....	40
4.2 Geschiktheid techniek voor beoogd doel.....	40
4.3 Kosteneffectiviteit op HWN-netwerkniveau	42
5 Conclusies en aanbevelingen.....	45
5.1 Conclusies.....	45
5.2 Aanbevelingen	45
Literatuur	47



Bijlagen

- A. Geplande verwerkingspatronen toplaag tweelaags ZOAB
- B. Onderzoekslocaties
- C. Snelheid van asfaltspreidmachine
- D. Infraroodfoto's
- E. Verloop asfalttemperatuur achter balk
- F. Asfalttemperatuur in vrachtwagen/hopper
- G. Langsvlakheidsmetingen (rolrei)
- H. Langsvlakheidsmetingen (viagraaf)
- I. Boorkernonderzoek
- J. Samenstellingsonderzoek
- K. RSAT onderzoek
- L. Textuurmetingen
- M. Akoestische absorptiemetingen
- N. Akoestische impedantiemetingen
- O. CPX-metingen
- P. SPB-meting
- Q. Overzichtstabel



Samenvatting

Heijmans Infrastructuur en Ingenieursbureau Van Kleef hebben gezamenlijk een idee ingediend voor het derde perceel van de prijsvraag "Schoner, stiller en homogener asfalt" [A]. In dit bewuste perceel wordt een oplossing gevraagd, die leidt tot een verbetering van de rafelingsweerstand van een tweelaags ZOAB verharding door middel van het verbeteren van de homogeniteit.

Het ingediende idee -door een onafhankelijke jury gewaardeerd met de 1^{ste} plaats- bestaat uit de inzet van een Shuttle Buggy. Dit type materieel heeft de mogelijkheid om ca. 25 ton asfalt homogeen te mengen én om de asfaltspreidmachine van een continue aanvoer te voorzien, zonder aanstoting tussen de spreidmachine en de vrachtwagen. In theorie zorgt het opmengen van het aangevoerde asfalt ervoor dat negatieve effecten van koude brokken, afdruipt en ontmenging sterk worden gereduceerd. De continue aanvoer van asfalt én het ontbreken van aanstoting tussen de spreidmachine en de vrachtwagen, zorgen in theorie voor een verbetering van de vlakheid van de asfaltverharding. Bovendien resulteert een continue aanvoer van asfalt in een toename van de gemiddelde verwerkingsnelheid, waarbij benadrukt wordt dat de fysieke snelheid van de asfaltspreidmachine niet wordt verhoogd.

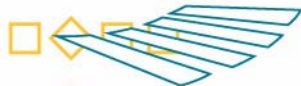
In het ontwerprapport [B] is een literatuurstudie beschreven van enkele buitenlandse onderzoeken. In deze onderzoeken is aangetoond dat de inzet van een Shuttle Buggy een positieve uitwerking heeft op de levensduur van asfaltverhardingen, waarbij opgemerkt dient te worden dat deze onderzoeken niet zijn uitgevoerd op ZOAB, laat staan op tweelaags ZOAB.

Om het effect van een Shuttle Buggy op de homogeniteit (en daarmee de duurzaamheid) van tweelaags ZOAB te kunnen onderzoeken, is op de A35 een proefvak aangelegd, bestaande uit een referentievak conform het conventionele proces (de vrachtwagens voeren hun asfalt rechtstreeks in de asfaltspreidmachine) en een proefvak conform het verbeterde proces met Shuttle Buggy (de vrachtwagens lossen hun asfalt in de Shuttle Buggy die het mengt en in de asfaltspreidmachine voert). Bij het referentievak is er bewust voor gekozen om de dagelijkse praktijk zo goed mogelijk na te bootsen. Zo zijn er korte en lange stopplaatsen ingebouwd en bovendien is de snelheid van de asfaltspreidmachine een enkele keer verhoogd.

Tijdens de aanleg is de asfaltspreidmachine uitgerust met een infraroodcamera en een GPS ontvanger. Met behulp van deze hulpmiddelen is onderzoek gedaan naar de verschillen in temperatuurverdeling van het asfalt achter de asfaltspreidmachine. Bovendien is de exacte locatie van de asfaltspreidmachine continu geregistreerd, waardoor eventuele koude en warme plekken exact in kaart zijn gebracht. De GPS-data heeft het verder mogelijk gemaakt om de snelheid van de asfaltspreidmachine exact te bepalen.

Naast deze GPS- en temperatuursmetingen tijdens aanleg zijn ook een groot aantal metingen uitgevoerd na aanleg van het proefvak, zowel in-situ als in het laboratorium. In-situ zijn langsvlakheidsmetingen, textuurmetingen, absorptiemetingen en geluidsmetingen (CPX en SPB) uitgevoerd. In het laboratorium is -naast het reguliere boorkernonderzoek- ook samenstellingsonderzoek (op boorkernen) uitgevoerd. Daarnaast is de mate van akoestische impedantie en de weerstand tegen wringende krachten bepaald.

Aan de hand van de uitgevoerde metingen kan worden geconcludeerd dat de inzet van een Shuttle Buggy bij de aanleg van tweelaags ZOAB resulteert in een betere langsvlakheid en betere geluidsreducerende eigenschappen. Naast een absolute verbetering is er ook sprake van een afname van de standaarddeviaties en daarmee van een toename van de homogeniteit.

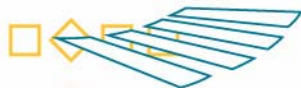


Door het opmengen van het asfalt, voordat het door de spreidmachine wordt gelegd, ontstaat er ook een homogenere temperatuur van het asfalt achter de balk. Naast de afname van de standaarddeviatie neemt de absolute waarde van het asfalt echter ook af. Er vindt temperatuurverlies plaats, wellicht door de langere weg die het asfalt moet afleggen voordat het de spreidmachine verlaat. Ondanks deze lagere temperatuur lijkt dit op voorhand geen nadelige consequenties voor de levensduur te hebben. Sterker nog: laboratorium-onderzoek op een beperkt aantal proefstukken heeft aangetoond dat de inzet van een Shuttle Buggy zelfs leidt tot een betere weerstand tegen wringende krachten. Deze waargenomen verbetering wordt gesteund door de in de ontwerpfase [B] uitgevoerde literatuurstudie. Aan de hand van deze literatuurstudie én de in dit rapport beschreven resultaten lijkt het aannemelijk om een verbetering van de levensduur te verwachten van ca. 25%.

Uit het onderzoek is verder naar voren gekomen dat discontinuïteiten in de vorm van stopplaatsen en/of snelheidsveranderingen een nadelig effect hebben op duurzaamheid, langsvlakheid, geluidsreductie of een combinatie van deze drie.

Naast de kwalitatieve voordelen heeft de Shuttle Buggy ook nog een uitvoeringstechnisch voordeel. Doordat de spreidmachines niet langer hoeven te stoppen om van vracht te wisselen kan het asfalteren met continue snelheid plaatsvinden, resulterend in een kortere uitvoeringstijd. Binnen dit proefproject is geen kortere uitvoeringstijd bereikt, maar daarvoor was de laagdikte te beperkt en het wegvak te kort. Hierbij wordt benadrukt dat het bereiken van een kortere uitvoeringstijd overigens ook geen doelstelling was binnen dit proefproject. Indien de lengte van het wegvak toeneemt en/of dikkere asfaltlagen worden aangebracht, zal er zeker sprake zijn van een kortere uitvoeringstijd.

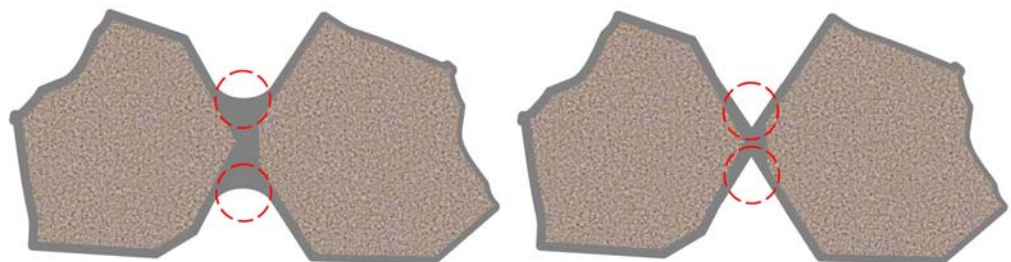
De eerder beschreven substantiële levensduurverbetering (ca. 25%), de kortere uitvoeringstijd en de afwezigheid van noemenswaardige meerkosten, maakt de inzet van een Shuttle Buggy meer dan gerechtvaardigd én kosteneffectief.



1 Inleiding

Heijmans Infrastructuur en Ingenieursbureau Van Kleef hebben gezamenlijk een idee ingediend voor het derde perceel van de prijsvraag "Schoner, stiller en homogener asfalt" [A]. In dit bewuste perceel wordt een oplossing gevraagd, die leidt tot een verbetering van de rafelingsweerstand van een tweelaags ZOAB verharding door middel van het verbeteren van de homogeniteit.

Het door de inzender ingediende idee -door een onafhankelijke jury gewaardeerd met de 1^{ste} plaats- bestaat uit de inzet van een Shuttle Buggy. Dit type materieel heeft de mogelijkheid om ca. 20 ton asfalt homogeen te mengen én om de asfaltspreidmachine van een continue aanvoer te voorzien, zonder aanstoting tussen de spreidmachine en de vrachtwagen. Het opmengen van het aangevoerde asfalt zorgt ervoor dat negatieve effecten van koude brokken, afdruipt en ontmenging sterk worden gereduceerd. Inhomogeniteit van het te verwerken asfalt (temperatuurverschillen, mate van afdruipt en ontmenging) heeft direct invloed op de samenstellings- en kwaliteitsvariaties, waarbij in ogenschouw genomen moet worden dat een mindere (lokale) kwaliteit in veel gevallen de oorzaak is voor een versnelde achteruitgang (en vervanging) van een wegdek. Zo heeft inhomogeniteit in asfalttemperatuur een negatieve invloed op de gevoeligheid voor vermoeiing. Hechtbruggen die bij een juiste temperatuur worden gevormd, zijn namelijk "ronder" van vorm en zodoende (duurzaam) sterker [E].

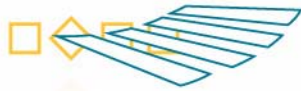


figuur 1 – Een ronde hechtbrug (links) tegenover een scherpere hechtbrug (rechts) [E]

Inhomogeniteit in vlakheid heeft direct invloed op de "impact" van de optredende belastingen (wringing en mechanische beschadigingen). De continue aanvoer van asfalt én het ontbreken van aanstoting tussen de spreidmachine en de vrachtwagen, zorgen tezamen voor een verbetering van de vlakheid van de asfaltverharding. Bovendien resulteert een continue aanvoer van asfalt in een toename van de gemiddelde verwerkingsnelheid. Hierbij dient benadrukt te worden dat de fysieke snelheid van de asfaltspreidmachine niet wordt verhoogd. Het ontbreken van stopplaatsen resulteert in deze toename van de gemiddelde verwerkingsnelheid.

In enkele buitenlandse onderzoeken is aangetoond dat de inzet van een Shuttle Buggy een positieve uitwerking heeft op de levensduur van asfaltverhardingen. Hierbij dient echter wel opgemerkt te worden dat deze onderzoeken niet zijn uitgevoerd op ZOAB, laat staan op tweelaags ZOAB.

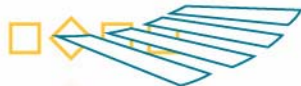
Om het effect van een Shuttle Buggy op de homogeniteit (en daarmee de duurzaamheid) van tweelaags ZOAB te kunnen onderzoeken, is in het ontwerprapport [B] een onderzoeksplan opgezet, bestaande uit de aanleg én de monitoring van het proefvak. Het rijbaanbrede proefvak van 500 m¹ lengte op de A35 is opgedeeld in twee delen: het eerste deel (referentievak) is aangebracht conform het conventionele proces



(de vrachtwagens voeren hun asfalt rechtstreeks in de asfaltspreidmachine) en het tweede deel (proefvak) is aangebracht conform het verbeterde proces met Shuttle Buggy (de vrachtwagens lossen hun asfalt in de Shuttle Buggy die het mengt en in de asfaltspreidmachine voert).

Omdat bekend is dat proefvakken doorgaans met meer zorg worden aangelegd dan reguliere wegvakken, is er bij de aanleg van de proefvakken bewust voor gekozen om de dagelijkse praktijk zo goed mogelijk na te bootsen. Zo zijn er korte en lange stopplaatsen ingebouwd en bovendien is de snelheid van de asfaltspreidmachine een enkele keer verhoogd. Deze gebruikelijke -maar ongewenste- uitvoeringstechnische onvolkomenheden zorgen op hun beurt voor een lokale mindere kwaliteit van de uiteindelijke asfaltverharding en beïnvloeden daarmee rechtstreeks het moment van onderhoud. Door de civieltechnische en akoestische kwaliteit van het conventioneel geasfalteerde deel (referentievak) te vergelijken met de kwaliteit van het verbeterde deel (proefvak) is de verbetering in homogeniteit (en duurzaamheid) van het asfalt onderzocht.

Naast de civieltechnische en akoestische eigenschappen van de uiteindelijke asfaltverhardingen is tijdens de uitvoeringsfase ook onderzoek gedaan naar de temperatuurverdeling van het asfalt achter de asfaltspreidmachine. Hiertoe is een infraroodcamera op de asfaltspreidmachine gemonteerd, waarvan de exacte positie continu is geregistreerd met behulp van een GPS ontvanger. Om de koude en warme plekken uiteindelijk ook in de foto's terug te kunnen vinden, zijn achter de asfaltspreidmachine enkele GPS ontvangers bevestigd, die in iedere foto terug zijn te vinden.



2 Aanleg proefvak

2.1 Opzet proefvak

Het doel van het proefvak is:

1. Het nabootsen van de dagelijkse praktijk conform het conventionele proces (zonder Shuttle Buggy). Hiertoe worden enkele scenario's, die in de praktijk dagelijks voorkomen, nagebootst om het effect hiervan inzichtelijk te maken. Bij het conventionele proces wordt gebruik gemaakt van aanvoer middels vrachtwagens en verwerking middels een asfaltspreidmachine.
2. Het verbeteren van het verwerkingsproces van tweelaags ZOAB, waarbij -naast de reguliere vrachtwagens en asfaltspreidmachines- ook gebruik wordt gemaakt van een Shuttle Buggy.

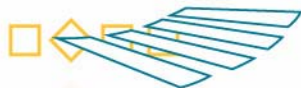
De continuïteit van het verwerkingsproces is van groot belang voor de optimalisatie van een aantal wegdekeigenschappen zoals vlakheid, textuur, geluidsreductie en weerstand tegen rafeling. Aspecten die deze eigenschappen tijdens de verwerking beïnvloeden zijn:

- continuïteit in verwerking en snelheid van de asfaltspreidmachine
- continuïteit van het walspatroon
- technische toestand asfaltspreidmachine
- de asfalttemperatuur en de spreiding van de temperatuur in het mengsel

Een aantal van deze aspecten wordt geoptimaliseerd door de inzet van de Shuttle Buggy. Door het regelen van een constante asfaltstroom naar de asfaltspreidmachines wordt zowel de verwerking als het walspatroon een continu proces met een constante snelheid, zonder vertragingen en/of stopplaatsen. Bovendien wordt de temperatuurafname en -spreiding in het asfaltmengsel tijdens dit proces beperkt, enerzijds door het continue uitvoeringsproces en anderzijds door het nogmaals opmengen van het asfaltmengsel in de Shuttle Buggy.

Om het effect van de Shuttle Buggy goed aan te kunnen tonen, zijn bij de aanleg van het referentievak bewust drie -dagelijks voorkomende- scenario's met een haperende asfaltaanvoer opgenomen. Hiervoor is gekozen omdat de lengte van het referentievak slechts 250 m¹ lang is, waardoor een natuurlijke hapering niet echt te verwachten is. Een en ander wordt versterkt door het gegeven dat bij de aanleg van proefvakken doorgaans extra aandacht aan een correcte uitvoering wordt besteed. Zodoende lijkt een natuurlijke hapering van de asfaltaanvoer vrij onwaarschijnlijk.

Om de verschillende scenario's, die in bijlage A nader worden toegelicht, uit te kunnen voeren zijn bewust enkele stops uitgevoerd. Stops komen in de praktijk dagelijks voor bij de wisseling tussen de ene en de andere asfaltvrachtwagen. Dergelijke stops zijn in het referentievak zo goed mogelijk gesimuleerd. De tijdsduur van de betreffende stop is afhankelijk van de aanwezigheid van een nieuwe asfaltvrachtwagen, maar dat er stops optreden staat vast. Een en ander kan eenvoudig worden waargenomen tijdens de uitvoering van een asfaltwerk, maar blijkt ook uit de eerste subjectieve ervaringen met de Shuttle Buggy. In deze ervaringen wordt gesproken over een verhoging van de gemiddelde snelheid van asfalteren, die varieert tussen de 30% en 50%. Omdat de fysieke snelheid van asfalteren niet is verhoogd, kan dit enkel en alleen worden verklaard door de afwezigheid van stops.



2.2 Locatie proefvak

Het proefvak is gelegen op de A35 nabij Hengelo, op de hoofdrijbaan richting Enschede, tussen km. 59.750 en km. 60.250. Het proefvak heeft een breedte van 12,50 m¹, een lengte van 500 m¹ en bestaat uit twee rijstroken, een vluchtstrook en een redresseerstrook. De werkzaamheden bestaan in hoofdlijnen uit het verwijderen van de bestaande ZOAB verharding en het aanbrengen van een nieuwe verharding van tweelaags ZOAB. Alle werkzaamheden zijn 's nachts uitgevoerd en gedurende deze werkzaamheden is continu één rijstrook voor het verkeer beschikbaar gebleven.

2.3 Vakindeling

Het proefvak is in lengterichting opgesplitst in twee delen. Het onderscheid tussen beide delen is gelegen in de toplaag tweelaags ZOAB, waardoor besloten is om de onderlaag tweelaags ZOAB -per baan van een asfaltspredmachine- in één keer over de volledige lengte (500 m¹) van het vak uit te voeren (om variaties in deze lagen zoveel mogelijk te voorkomen). De gehele onderlaag is aangebracht met een Shuttle Buggy (zie figuur 2), waarbij de rechterrijstrook en de vluchtstrook (fase 1) gestaffeld zijn aangebracht. In die situatie zijn beide asfaltspredmachines tegelijkertijd door de Shuttle Buggy gevoed.

Rijstrook 1	Shuttle Buggy	Fase 2 Spreidmachine A
Rijstrook 2	Shuttle Buggy	Fase 1 Spreidmachine A
Vluchtstrook	Shuttle Buggy	Fase 1 Spreidmachine B

→ Werkrichting

figuur 2 – Werkvolgorde aanbrengen onderlaag tweelaags ZOAB 11/16

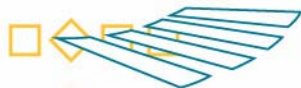
Het eerste deel van de toplaag wordt gezien als het referentievak, waarbij het tweelaags ZOAB conventioneel (zonder Shuttle Buggy) is aangebracht. In dit referentievak zijn bewust drie patronen van discontinuïteit ingebracht, die in de praktijk ook vaak voorkomen (zie bijlage A). Het tweede deel kan gezien worden als het feitelijke proefvak en is met behulp van een Shuttle Buggy aangelegd (zie figuur 3). Ook hier zijn de rechterrijstrook en de vluchtstrook (fase 3C) gestaffeld aangebracht. Beide asfaltspredmachines zijn in die fase tegelijkertijd door de Shuttle Buggy gevoed.

Rijstrook 1	Conventioneel	Fase 4a Spreidmachine A	Shuttle Buggy	Fase 4b Spreidmachine A
Rijstrook 2	Conventioneel	Fase 3b Spreidmachine A	Shuttle Buggy	Fase 3c Spreidmachine A
Vluchtstrook	Conventioneel	Fase 3a Spreidmachine A	Shuttle Buggy	Fase 3c Spreidmachine B

→ Werkrichting

figuur 3 – Werkvolgorde aanbrengen toplaag tweelaags ZOAB 4/8

De reden voor een opsplitsing van het proefvak in de lengterichting is gelegen in het feit dat het referentievak (conventionele asfalteringsmethode) en het proefvak (met Shuttle Buggy) aan dezelfde verkeersbelasting onderworpen moeten worden. Dit is alleen mogelijk als zowel het referentievak als het proefvak over een rechter- en linkerrijstrook beschikken. Indien de rechter- en linkerrijstrook op een andere wijze uitgevoerd zou zijn, zal een daadwerkelijke verlenging van de levensduur in de toekomst met onvoldoende zekerheid onderbouwd kunnen worden.



2.4 Aan te brengen asfaltmengsels

Het aangebrachte tweelaags ZOAB bestaat uit een onderlaag met een 11/16 gradering (45 mm) en een toplaag met een 4/8 gradering (25 mm). In de toplaag is gemodificeerde bitumen toegepast en cellulosevezel. Voor meer informatie wordt verwezen naar het uitgevoerde boorkern- en samenstellingsonderzoek (zie bijlagen I en J).

2.5 Materieelinzet

Er is bewust voor gekozen om veruit het grootste deel van het proefvak met één en dezelfde asfaltspreidmachine (A) uit te voeren. De achterliggende reden hiervoor is het uitsluiten van mogelijke verschillen tussen bijvoorbeeld de mate van slijtage van verschillende afwerkbalken. Alleen voor de vluchtstrook van de onderlaag (500 m¹) tweelaags ZOAB én voor de vluchtstrook van de toplaag (250 m¹) tweelaags ZOAB (proefvak - met Shuttle Buggy) is een tweede asfaltspreidmachine (B) ingezet. De inzet van een tweede asfaltspreidmachine maakt het mogelijk om gestaffeld te draaien, met als positieve eigenschap dat er geen koude naad ontstaat tussen de twee asfaltbanen. Omdat bij de toplaag van het referentievak slechts één asfaltspreidmachine is ingezet, is getracht om de nadelige effecten van de naad tussen de vluchtstrook en rechterrijstrook zo beperkt mogelijk te houden. Zodoende is besloten om asfaltspreidmachine A uit te rusten met een naadverwarmer, die ook is ingezet tijdens de asfalteringswerkzaamheden op de linkerrijstrook..

Op asfaltspreidmachine A is bovendien een GPS (Global Position System) ontvanger gemonteerd, waardoor de exacte positie (en daarmee ook de snelheid) van de spreidmachine in de tijd is gevolgd. Geplande én ongeplande stopplaatsen en snelheidsvariaties zijn op deze wijze exact geregistreerd. Bovendien is op de asfaltspreidmachine een infraroodcamera gemonteerd, met een continue focus op het gebied achter de afwerkbalk. Door op regelmatige basis foto's te maken van dit gebied, zijn temperatuurvariaties van het gelegde asfalt vastgelegd. Om deze foto's correct te kunnen interpreteren, is het buitengewoon interessant om de vastgelegde temperatuurverschillen exact te koppelen aan GPS coördinaten. Omdat de reeds gemonteerde GPS ontvanger onvoldoende houvast biedt, is besloten om extra GPS coördinaten te creëren, die op iedere foto terug te vinden moeten zijn. Dit is bewerkstelligd door de montage van twee steunpunten aan de afwerkbalk en door het gebruik van twee mobiele GPS ontvangers. De twee steunpunten bevinden zich op een vaste locatie ten opzichte van de GPS ontvanger, waardoor de GPS coördinaten van deze twee steunpunten relatief eenvoudig bepaald kunnen worden. De mobiele GPS ontvangers worden (lopend) achter de asfaltspreidmachine meebewogen en registeren hun positie continu. Door de tijd van zowel de infraroodcamera als van de GPS ontvangers vooraf gelijk te zetten, kan op deze wijze iedere locatie in de foto met een nauwkeurigheid van een paar centimeter worden bepaald. Deze exacte locaties zijn bij uitstek geschikt om verklaringen te vinden voor afwijkingen in bijvoorbeeld langsvlakheid, verdichting, holle ruimte percentage of geluidsreductie.



figuur 4 – gemonteerde infrarood camera en GPS ontvanger op spreidmachine



Ook de Shuttle Buggy heeft natuurlijk een belangrijke rol in de realisatiefase gespeeld. De gebruikte Shuttle Buggy is een Roadtec SB-2500 en heeft een capaciteit van 25 ton. Door de aanwezigheid van een zwenkarm is de Shuttle Buggy in staat om twee asfaltspreidmachines tegelijkertijd te voeden. Nadat de ene asfaltspreidmachine van voldoende asfalt is voorzien, kan de andere asfaltspreidmachine worden gevoed. Tussendoor kan de Shuttle Buggy zich zelf laten vullen door een vrachtwagen. Aan de hand van de reeds opgedane ervaringen zijn twee inzetbakken of trechters ontwikkeld, die in de hopper van iedere Heijmans spreidmachine kunnen worden geplaatst (zie figuur 5). Deze inzetbakken hebben een dubbele functie: enerzijds zorgen deze bakken ervoor dat er minder asfalt "geknoeid" wordt en anderzijds verhogen deze inzetbakken de capaciteit van de hopper (van 13 ton naar 20 ton). Een verhoging van deze capaciteit is nodig om voor de Shuttle Buggy voldoende tijd te creëren om twee asfaltspreidmachines tegelijkertijd te kunnen voeden. Daarnaast is de ontvangstbak van de Shuttle Buggy aangepast, omdat in eerste instantie niet alle Heijmans asfaltvrachtwagens hun asfalt konden kiepen.



figuur 5 – asfaltspreidmachine met inzetbak

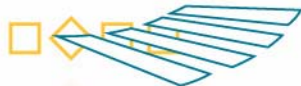
2.6 Aanleg proefvak

Omdat tijdens de werkzaamheden minimaal één rijstrook voor het verkeer beschikbaar moet blijven, zijn de werkzaamheden over drie nachten verdeeld, te weten:

- dinsdag 10 april 2007 : Frezen bestaande ZOAB verharding (50 mm) over volledige wegvak
- woensdag 11 april 2007 : Aanbrengen onderlaag tweelaags ZOAB (45 mm) op volledige wegvak
- vrijdag 13 april 2007 : Aanbrengen toplaag tweelaags ZOAB (25 mm) op volledige wegvak

Na het verwijderen van de bestaande ZOAB verharding met behulp van een fijne freesrol is gebleken dat de bestaande onderlaag nog over voldoende samenhang beschikte. Het aanbrengen van een nieuwe uitvullaag of eventuele andere herstelwerkzaamheden bleek niet nodig te zijn. Deze werkzaamheden zijn -volgens verwachting- achterwege gelaten.

Tijdens de werkzaamheden hebben zich geen technische of logistieke problemen voorgedaan, waardoor het proefvak onder ideale omstandigheden is aangelegd. Bovendien waren de weersomstandigheden goed: een hoge temperatuur (ca. 25°C), geen neerslag en nauwelijks wind. Door de hoge temperatuur ('s nachts) is besloten om de geplande stilval van asfaltaanvoer op de vluchtstrook (zie verwerkingspatroon C in bijlage A) met 10 minuten te verlengen tot ca. 30 minuten.



3 Monitoring

3.1 Overzicht uitgevoerde metingen

Om de meerwaarde van de inzet van een Shuttle Buggy op de levensduur van tweelaags ZOAB aan te kunnen tonen, ligt het voor de hand om het proefvak gedurende de gehele levensduur te monitoren. Het is echter niet wenselijk om bijvoorbeeld 10 jaar te moeten wachten, alvorens een conclusie te kunnen trekken.

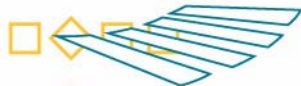
Het is dus gewenst om -vooruitlopend op het moment van einde levensduur- een indicatie te kunnen geven van de meerwaarde van de inzet van een Shuttle Buggy op de levensduur van tweelaags ZOAB. Om dit te kunnen doen, is het plan opgepakt om enkele afgeleide wegdekeigenschappen te bepalen, die de verbetering in homogeniteit kunnen aantonen. De volgende beproevingen zijn uitgevoerd:

- Snelheid van asfaltspreidmachine
- Asfalttemperatuur
- Langsvlakheid
- Laagdikte, dichtheid, holle ruimte percentage en samenstelling (boorkernonderzoek)
- Weerstand tegen wringende krachten (RSAT)
- Textuur
- Akoestische absorptie
- Akoestische impedantie
- CPX-niveau
- SPB-niveau

Een deel van deze metingen is alleen uitgevoerd op de toplaag. Dit heeft ermee te maken dat bij de aanleg van deze laag is gevarieerd in verwerkingsmethode én -snelheid. Bij de onderlaag is er bewust voor gekozen om daarin weinig te variëren, waardoor besloten is om deze onderlaag in zijn geheel met Shuttle Buggy aan te leggen. De snelheid, asfalttemperatuur, de weerstand tegen wringende krachten (RSAT) en de textuurmetingen zijn alleen op de toplaag uitgevoerd.

Het grootste deel van de metingen is uitgevoerd op zowel de onderlaag als toplaag of op een combinatie van beide lagen. Zo zijn de rolreimetingen (langsvlakheid) uitgevoerd op zowel de onderlaag als de toplaag. Voor het boorkernonderzoek en de bepaling van de akoestische impedantie is gebruik gemaakt van boorkernen van het volledige pakket tweelaags ZOAB. Bij het boorkernonderzoek zijn de toplaag en onderlaag als aparte lagen onderzocht, terwijl bij de akoestische impedantie de volledige boorkernen zijn onderzocht. Aangezien de onderlaag poreus is, levert deze onderlaag ook een bijdrage aan de mate van akoestische impedantie. Iets vergelijkbaars treedt ook op bij de akoestische absorptie, het CPX- en SPB-niveau. De resultaten van deze proeven worden ook beïnvloed door de aanwezigheid van de poreuze onderlaag. Omdat het hier veldmetingen betreft wordt de poreuze onderlaag indirect ook meegenomen in de metingen.

De bepaling van de snelheid van de asfaltspreidmachine, de asfalttemperatuur en de rolreimetingen (langsvlakheid) zijn uitgevoerd op de linkerrijstrook, de rechterrijstrook en op de vluchtstrook. De CPX-meting en de viagraafmetingen (langsvlakheid) zijn uitgevoerd op de linkerrijstrook en op de rechterrijstrook, terwijl de SPB-meting alleen is uitgevoerd op de rechterrijstrook. Alle andere beproevingen zijn hoofdzakelijk uitgevoerd op 7 specifieke locaties. Voor meer uitleg over deze specifieke locaties wordt verwezen naar paragraaf 3.2.2. Voor een overzicht van deze locaties wordt verwezen naar bijlage B.



3.2 Meet- en labanalysesresultaten

De belangrijkste resultaten van de verschillende metingen -zoals beschreven in paragraaf 3.1- worden in de volgende subparagrafen gepresenteerd, al dan niet in combinatie met een statistische analyse van de meet- en labanalysesresultaten. Voor de gedetailleerde resultaten wordt naar de verschillende bijlagen verwezen.

3.2.1 Snelheid van de asfaltspreidmachine

Snelheidsveranderingen van de asfaltspreidmachine resulteren in discontinuïteiten in de vlakheid van de uiteindelijke asfaltverharding. Bovendien vindt bij stopplaatsen doorgaans afkoeling van het in de asfaltspreidmachine aanwezige asfalt plaats. Om mogelijke effecten inzichtelijk te kunnen maken én om afwijkend gedrag te kunnen verklaren, is de positie van de asfaltspreidmachine continu geregistreerd. Hiervoor is de belangrijkste asfaltspreidmachine (A) met GPS uitgevoerd. Aan de hand van de continue registratie van de exacte positie van de asfaltspreidmachine is het ook mogelijk om de snelheid van de spreidmachine in de tijd uit te zetten. Dit is gedaan voor alle stroken, met uitzondering van de met Shuttle Buggy geasfalteerde vluchtstrook. Reden hiervoor is het feit dat dit deel van de vluchtstrook is geasfalteerd met een tweede asfaltspreidmachine (B), die niet was uitgerust met een GPS ontvanger.

Voor de resultaten van deze exercitie wordt naar bijlage C verwezen. Hieruit kan worden opgemaakt dat de gerealiseerde snelheden én de variatie daarin vrij goed overeenkomen met de vooraf geplande verwerkingspatronen (zie bijlage A). Alleen aan het einde van de met Shuttle Buggy geasfalteerde rechterraijstrook is een langzaam afnemende snelheid van de spreidmachine waar te nemen. Deze snelheidsverandering is geïnitieerd om ervoor te zorgen dat er op het einde niet teveel asfalt in de Shuttle Buggy bleef zitten.

Aan de hand van de beschikbare data kan worden geconcludeerd dat de inzet van een Shuttle Buggy binnen dit project niet tot tijdswinst heeft geleid ten opzichte van de conventionele asfalteringsmethode. Een verklaring hiervoor wordt gevormd door de beperkte lengte van het proefvak én de geringe laagdikte (en het daarmee samenhangende aantal stopplaatsen t.b.v. het wisselen van vracht). Bovendien was het bereiken van tijdswinst absoluut geen doelstelling binnen dit project. Desondanks blijft het bereiken van tijdswinst een groot bijkomend pluspunt van de Shuttle Buggy, zeker als de wegvaklengte groter is. Maar ook als de laagdikte toeneemt (bijvoorbeeld bij ZOAB 0/16) en er zodoende relatief vaak van vracht verwisseld moet worden, zal de tijdswinst aanzienlijk kunnen zijn.

3.2.2 Asfalttemperatuur

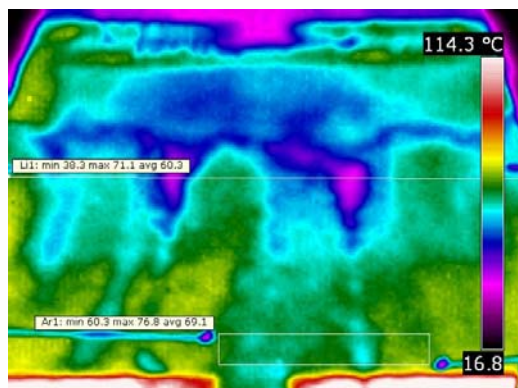
De asfalttemperatuur achter de afwerkbalk is van groot belang. De gedachte achter de Shuttle Buggy is namelijk dat deze het aangevoerde asfalt opmengt, waardoor temperatuurverschillen gereduceerd zullen worden. Er worden verschillen verwacht tussen een asfaltspreidmachine die conventioneel wordt gevoed en een asfaltspreidmachine die met een Shuttle Buggy wordt gevoed. De temperatuur achter de afwerkbalk is continu gemeten met behulp van een infraroodcamera.

Aan de hand van de gemaakte infraroodfoto's (zie bijlage D) zijn een zevental representatieve locaties bepaald, die zich kenmerken door verschillen in verwerkingsmethode, snelheid én asfalttemperatuur. Deze zeven locaties zijn aangewezen om het effect van stopplaatsen en de inzet van een Shuttle Buggy op de homogeniteit van tweelaags ZOAB aan te tonen. Bovendien zal de verkregen informatie wellicht kunnen helpen bij het verklaren van eventueel afwijkend gedrag. De volgende representatieve locaties zijn te onderscheiden:

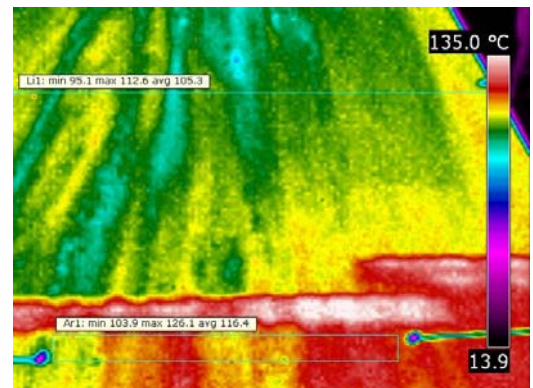


1. Referentievak (conventioneel) – vluchtstrook bij extreme stopplaats (0 m/min)
2. Referentievak (conventioneel) – linkerrijstrook bij normale stopplaats (0,5 m/min)
3. Referentievak (conventioneel) – rechterrijstrook bij normale snelheid (6 m/min)
4. Referentievak (conventioneel) – linkerrijstrook bij normale snelheid (6 m/min)
5. Referentievak (conventioneel) – linkerrijstrook bij verhoogde snelheid (13 m/min)
6. Proefvak (met Shuttle Buggy) – linkerrijstrook bij normale snelheid (6 m/min)
7. Proefvak (met Shuttle Buggy) – rechterrijstrook bij normale snelheid (6 m/min)

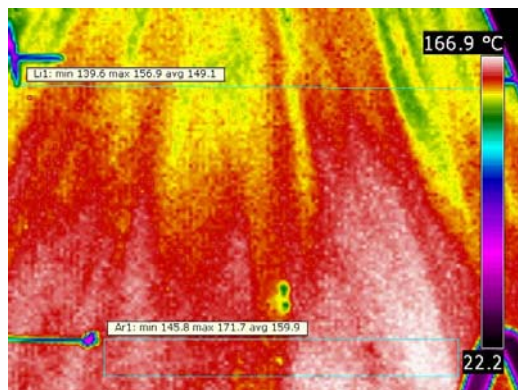
In de figuren 6 t/m 12 zijn de infraroodbeelden weergegeven van de representatieve locaties.



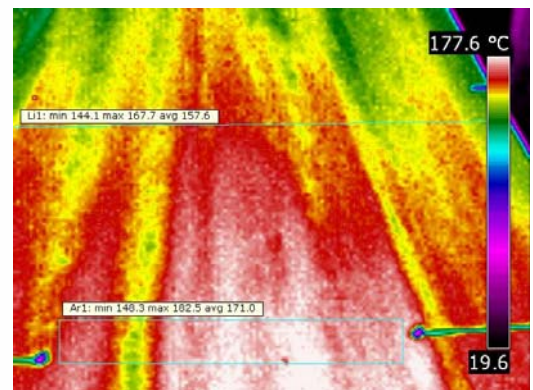
figuur 6 – locatie 1: extreme stopplaats – km 59.855 – vluchtstrook (conventioneel)



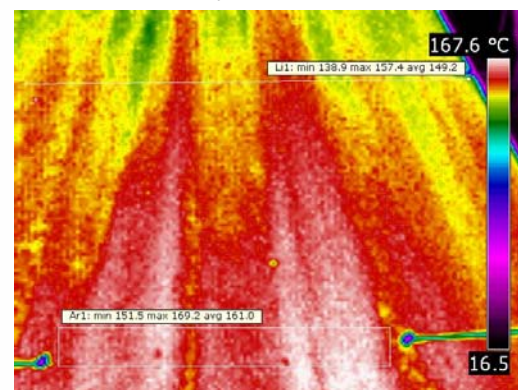
figuur 7 – locatie 2: normale stopplaats – km 59.779 – linkerrijstrook (conventioneel)



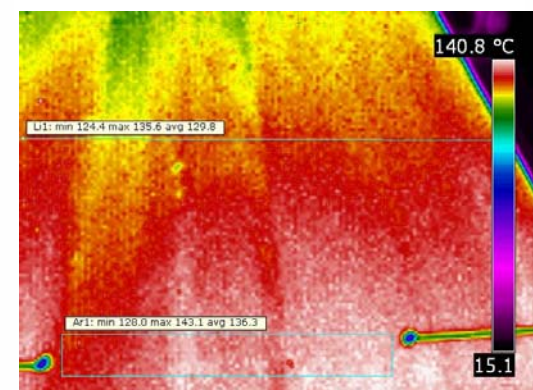
figuur 8 – locatie 3: normale snelheid – km 59.951 – rechterrijstrook (conventioneel)



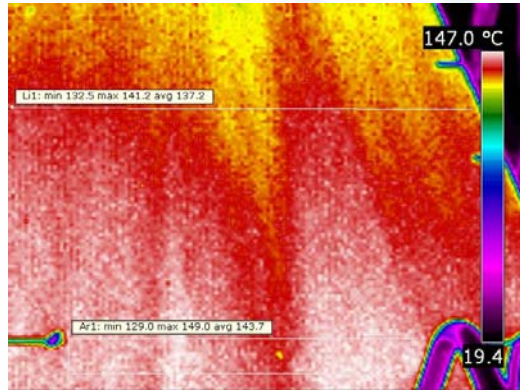
figuur 9 – locatie 4: normale snelheid – km 59.939 – linkerrijstrook (conventioneel)



figuur 10 – locatie 5: verhoogde snelheid – km 59.862 – linkerrijstrook (conventioneel)



figuur 11 – locatie 6: normale snelheid – km 60.106 – linkerrijstrook (met Shuttle Buggy)



figuur 12 – locatie 7: normale snelheid – km 60.164
– rechtersstrook (met Shuttle Buggy)

N.B. de temperatuurverdeling (schaal rechts in de figuren) geeft de onderling gemeten temperatuurverschillen weer zoals te zien zijn in de figuren. Hierbij wordt de schaal lopend van donker naar rood/wit automatisch aangepast tussen de minimum en maximum temperatuur die zich in de figuur bevindt. Hierdoor kunnen de figuren op basis van de kleuren niet onderling met elkaar worden vergeleken. Bijvoorbeeld: bij de rode kleur in figuur 8 behoort een temperatuur van ca. 160°C terwijl in figuur 11 de rode kleur behoort bij een temperatuur van ca. 140°C.

Ter plaatse van de zeven vakken zijn verdeeld over de breedte van de getrokken baan zeven asfaltboringen genomen. In de figuren 6 t/m 12 is een lijn getrokken ter plaatse van de locatie waar de boringen zijn genomen. Op deze lijn is de minimum-, maximum- en gemiddelde temperatuur van het asfalt weergegeven. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de waarden van de temperatuur gemeten op de lijnen in de figuren 6 t/m 12.

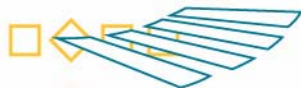
Vak	Omschrijving	Interne code	Min. T [°C]	Max. T [°C]	Max – Min [°C]	Gem. T [°C]
1	Referentievak extreme stop	0114	38,3	71,1	32,8	60,3
2	Referentievak normale stop	0375	95,1	112,6	17,5	105,3
3	Referentievak normale snelheid	0226	139,6	156,9	17,3	149,1
4	Referentievak normale snelheid	0414	144,1	167,7	23,6	157,6
5	Referentievak verhoogde snelheid	0391	138,9	157,4	18,5	149,2
6	Proefvak normale snelheid	0460	124,4	135,6	11,2	129,8
7	Proefvak normale snelheid	0318	132,5	141,2	8,7	137,2

tabel 1 – gemiddelde, minimale en maximale asfalttemperatuur op de 7 representatieve locaties

De figuren 11 en 12 vertonen een rustiger en egaler beeld van het temperatuurverloop dan de figuren 8 t/m 10. Dit duidt erop dat de inzet van de Shuttle Buggy daadwerkelijk tot een homogener temperatuurverloop leidt dan bij de conventionele vakken. Figuren 6 en 7 worden hierbij buiten beschouwing gelaten omdat het hier (uitzonderlijke) stopplaatsen betreft.

De in de tabel opgenomen waarden onderschrijven het geconstateerde homogenere temperatuurverloop bij inzet van de Shuttle Buggy ten opzichte van conventioneel. Het verschil tussen minimum en maximum temperatuur over de breedte van de aangelegde asfaltbaan is namelijk significant kleiner bij het Shuttle Buggy vak ten opzichte van het referentie vak.

Daarentegen dient wel opgemerkt te worden dat de gemiddelde temperatuur bij het proefvak (met Shuttle Buggy) ca. 17 à 20°C lager ligt dan bij het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Deze opvallende constatering was bij de fysieke aanleg nog niet bekend, met als gevolg dat het walsregime en/of de walsinzet (twee tandemwalsen) hier niet op is aangepast. Overigens is dit verlies in asfalttemperatuur wellicht te verklaren door de langere weg die het asfalt moet afleggen voordat het uiteindelijk door de asfaltspreidmachine kan worden gelegd. Allereerst wordt het asfalt in de hopper van de Shuttle Buggy gebracht, vervolgens in de

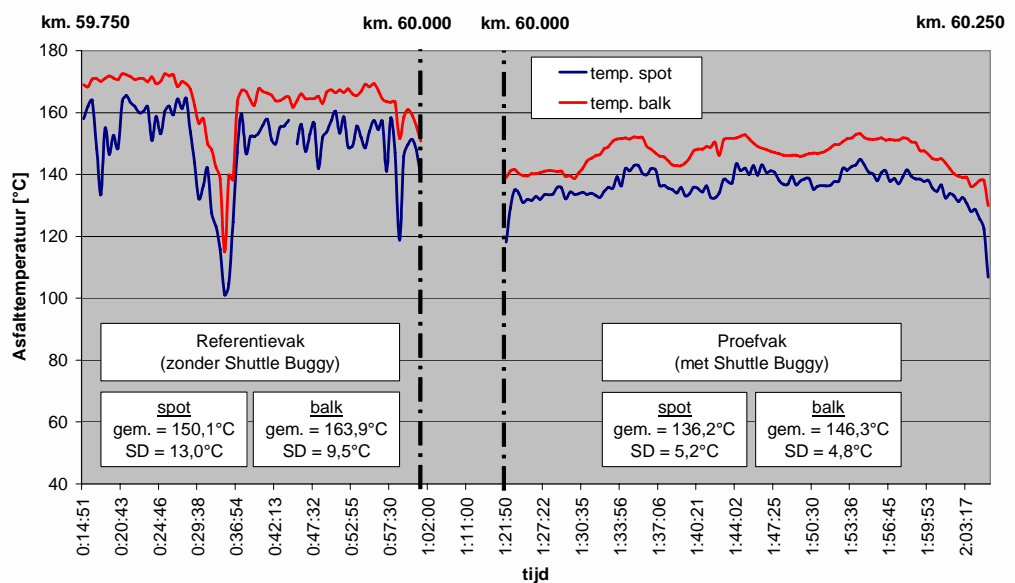


“mengkamer” gemengd en daarna middels een transportband naar de hopper van de asfaltspreidmachine getransporteerd. Een andere mogelijke verklaring lijkt op voorhand gevonden te kunnen worden in de warmteoverdracht tussen het (koude) ijzer van de Shuttle Buggy (en de inzetbakken) en het warme asfalt, zeker als in ogenschouw wordt genomen dat de Shuttle Buggy niet wordt verwarmd. Op voorhand lijkt deze laatste verklaring niet op te gaan. In dat specifieke geval wordt namelijk een afname van dit temperatuurverschil verwacht richting het einde van het Shuttle Buggy proefvak, maar dit gedrag wordt niet teruggevonden. Overigens dient hierbij wel nadrukkelijk te worden opgemerkt dat het proefvak slechts een beperkte lengte heeft, waardoor deze conclusie eigenlijk niet getrokken kan worden. Vervolgonderzoek zal aan moeten tonen of dit verlies in temperatuur ook optreedt over grotere wegvaklengtes.

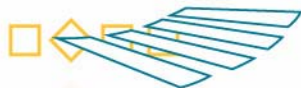
De maximumtemperatuur van het asfalt wordt gemeten direct achter de balk. Dit is de maximumtemperatuur die is weergegeven in de infraroodbeelden. De spottemperatuur wordt bepaald met behulp van een spot in het midden van het beeld van de infraroodcamera. In deze spot wordt de temperatuur weergegeven. De spot meet de temperatuur steeds op dezelfde afstand/plaats ten opzichte van de spreidmachine. De temperatuur in de spot vertoont veelal hetzelfde verloop als de lijn die de temperatuur achter de balk weergeeft. De temperatuur ligt hierbij enkele graden lager omdat de meetlocatie enkele meters achter de balk ligt. Soms is een dip in het verloop van de grafiek waar te nemen ten opzichte van het verloop van de temperatuur achter de balk. Dit duidt op “koude(re)” plekken in het aangebrachte asfalt.

In de figuren 13 en 14 is voor zowel de linker- als rechterrijstrook het verloop van de asfalttemperatuur achter de spreidmachine weergegeven, evenals de bijbehorende standaarddeviatie. Het temperatuurverschil tussen het referentievak (zonder Shuttle Buggy) en het proefvak (met Shuttle Buggy) blijkt ca. 17 à 20°C te blijven. Daarentegen neemt de standaarddeviatie van de asfalttemperatuur -gemeten direct achter de balk én in de spot- ook af. Direct achter de balk neemt de standaarddeviatie met 50 à 74% af en in de spot is de afname 52 à 60%. Bij deze substantiële afname van de standaarddeviatie dient echter wel opgemerkt te worden dat in het referentievak bewust enkele stopplaatsen zijn ingebouwd, die in de praktijk echter ook voorkomen. In bijlage E zijn deze grafieken per deelvak gerapporteerd, inclusief een eventueel aanwezige verklaring voor waargenomen temperatuurverschillen en de locaties van de 7 specifieke locaties en boorlocaties voor RSAT onderzoek (zie paragraaf 3.2.5).

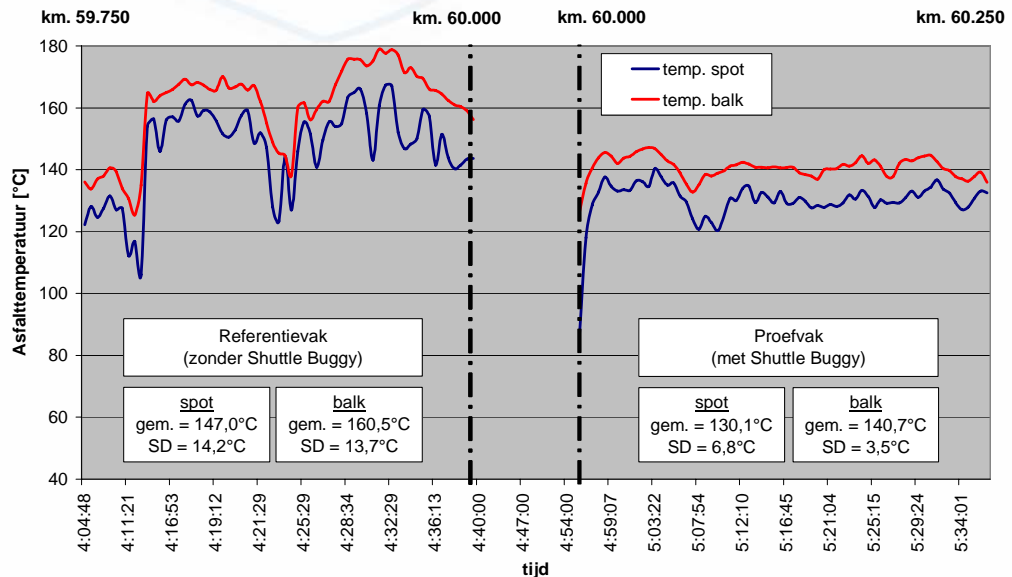
Verloop asfalttemperatuur rechterrijstrook



figuur 13 – verloop asfalttemperatuur achter spreidmachine op rechterrijstrook



Verloop asfalttemperatuur linkerrijstrook

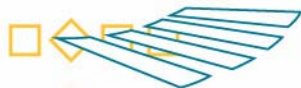


figuur 14 – verloop asfalttemperatuur achter spreidmachine op linkerrijstrook

Aan de hand van bijlage E komt verder naar voren dat het dichtklappen van de hopper -voorafgaand aan de aanvoer van nieuw asfalt en bij het naderen van het einde van een wegvak- leidt tot koude brokken in het asfalt en een daarmee samenhangende afname van de asfalttemperatuur. Bij inzet van de Shuttle Buggy wordt een bak in de hopper geplaatst, waardoor de hopper niet meer kan worden dichtgeklapt. Wellicht mede daardoor is bij het proefvak (met Shuttle Buggy) niet of nauwelijks een afname van de asfalttemperatuur geconstateerd.

In navolging van de asfalttemperatuur achter de balk is ook de temperatuur van het aangevoerde asfalt bepaald. Het meten van de temperatuur in de vrachtwagen, hopper en achter de balk middels een conventionele thermometer is uitgevoerd om extra informatie te verzamelen ten aanzien van de asfalttemperatuur. Op basis van praktische gronden is de procedure van meten -voor aanleg van het proefvak- niet expliciet vastgelegd. Vooral de temperatuur van spreidmachine A is van belang, maar vanwege het gestaffeld draaien, de beperkte werkruimte en de aanwezigheid van een Shuttle Buggy is een deel van de temperatuurmetingen nadelig beïnvloed door veiligheidseisen voor het personeel. Ter plaatse van het proefvak was het niet mogelijk om de asfalttemperatuur in de vrachtwagen te bepalen, dit als gevolg van de afscherming tussen invoerladder (Shuttle Buggy) en vrachtwagen. Ter plaatse is alleen de temperatuur in de hopper bepaald.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in bijlage F. Er zijn enkele uitbijters geconstateerd. De verklaring van deze afwijkende meetwaarden kan worden gezocht in de locatie waar de temperatuurmetingen zijn uitgevoerd. Bijvoorbeeld: meting direct na aanvoer asfalt of meting na enige tijd. Ook zijn metingen achter de afwerkbalk uitgevoerd. De hoge(re) temperaturen gemerkt als uitbijter bij de hopper zijn waarschijnlijk achter de balk gemeten waarbij het asfalt is verwarmd door de branders van de balk.



3.2.3 Langsvlakheid

De continue voortgangssnelheid van een asfaltspredmachine die door middel van een Shuttle Buggy wordt gevoed, moet ertoe leiden dat er een betere (initiële) langsvlakheid wordt bereikt. Om deze verwachting aan te kunnen tonen zijn direct na de aanleg van de tweelaags ZOAB deklaag langsvlakheidsmetingen uitgevoerd. Om eventueel afwijkend gedrag te kunnen verklaren, zijn ook langsvlakheidsmetingen uitgevoerd op de onderlaag van het tweelaags ZOAB. De langsvlakheidsmetingen zijn uitgevoerd met een (analoge) rolrei (zie bijlage G). Omdat voor de opleveringscontrole ook langsvlakheidsmetingen zijn uitgevoerd met een (digitale) viagraaf, zijn deze resultaten ook gepresenteerd (zie bijlage H).

Bij het aanbrengen van de toplaag tweelaags ZOAB is een onderscheid te maken in twee vakken:

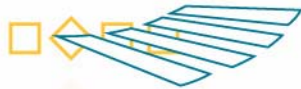
1. km. 59.750 – km. 60.000 conventioneel aanbrengen asfalt ter plaatse van de vluchtstrook, rechterrijstrook en linkerrijstrook. Lokaal bewust gestopt of met hoge snelheid gereden.
2. km. 60.000 – km. 60.250 aanbrengen asfalt met inzet Shuttle Buggy. Ter plaatse van de vluchtstrook en rechterrijstrook is gestaffeld gedraaid. Ter plaatse van de linkerrijstrook heeft de Shuttle Buggy spreidmachine A gevoed.

De rolreimetingen zijn met een analoge rolrei uitgevoerd. Door de analoge dataweergave is het praktisch niet mogelijk een onderscheid te maken in de mate van (on)vlakheid tussen de beide vakken in het gebied van 0 tot 3 mm. Bij de interpretatie van de rolreimetingen is daarom uitgegaan van de grenswaarden: overschrijding van 3 mm of 5 mm. Het aantal keren dat de norm van 3 mm of 5 mm wordt overschreden is bij beide vakken nagenoeg gelijk (zie ook bijlage G). Met andere woorden: op basis van de rolreimetingen zijn –kijkend naar het aantal overschrijdingen van 3 en 5 mm- geen significante verschillen in (on)vlakheid te onderscheiden tussen het referentievak (conventionele verwerking) en het proefvak (verwerking met Shuttle Buggy). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de verwachte verbetering van de vlakheid zich grotendeels binnen de gestelde norm van 3 en 5 mm zal bevinden. Zodoende worden er twijfels geplaatst bij de praktische hanteerbaarheid en het onderscheidend vermogen van een analoge rolreimeting in relatie tot de verwachte verbeteringen in vlakheid.

In tegenstelling tot de data van de rolreimetingen was de data van de viagraafmetingen wel digitaal beschikbaar, waardoor het wellicht mogelijk is om een verbetering van de langsvlakheid in het gebied van 0 tot 3 mm waar te nemen. Vanuit de in bijlage H gepresenteerde grafieken kan visueel al worden gesteld dat de langsvlakheid van de wegvakken die met Shuttle Buggy zijn geasfalteerd beter is dan de vakken die conventioneel zijn geasfalteerd. Om deze visuele waarneming ook kwantitatief hard te kunnen maken, is -in navolging van de rolreimetingen- het aantal keren bepaald dat de norm van 3 mm wordt overschreden, maar tevens is het aantal keren bepaald dat de norm van 1 mm en 2 mm wordt overschreden. Bovendien is de standaarddeviatie per wegvak bepaald (zie de tabellen 2 en 3).

Linkerrijstrook	Referentievak (conventioneel)		Proefvak (met Shuttle Buggy)	
	Aantal keren	%	Aantal keren	%
Aantal keren > 1 mm	8997	4,50%	4428	2,21%
Aantal keren > 2 mm	2596	1,30%	616	0,31%
Aantal keren > 3 mm	560	0,28	119	0,06%
Standaarddeviatie	1,326 mm		0,876 mm	

tabel 2 – aantal overschrijdingen langsvlakheid en standaarddeviatie (viagraafmetingen) op referentievak en proefvak - linkerrijstrook



Rechterrajstrook	Referentievak (conventioneel)		Proefvak (met Shuttle Buggy)	
	Aantal keren	Percentage	Aantal keren	Percentage
Aantal keren > 1 mm	8076	4,04%	3584	1,79%
Aantal keren > 2 mm	1619	0,81%	145	0,07%
Aantal keren > 3 mm	106	0,05%	0	0,00%
Standaarddeviatie	1,167 mm		0,742 mm	

tabel 3 – aantal overschrijdingen langsvlakheid en standaarddeviatie (viagraafmetingen) op referentievak en proefvak - rechterrajstrook

Uit deze kwantitatieve resultaten wordt duidelijk zichtbaar dat het proefvak, geasfalteerd met behulp van een Shuttle Buggy, een aanzienlijk betere langsvlakheid heeft dan het referentievak, geasfalteerd zonder Shuttle Buggy.

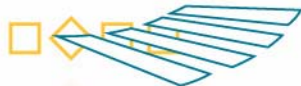
3.2.4 Laagdikte, dichtheid, holle ruimte percentage en samenstelling

Een Shuttle Buggy heeft als kenmerkende eigenschap dat het asfalt homogeen wordt gemengd alvorens deze in de spreidmachine wordt gevoerd. Dit mengen resulteert in een homogener asfalttemperatuur én uiteindelijk ook in een homogener verdichting van het asfalt. Naast de homogener asfalttemperatuur heeft het mengen nog een andere positieve eigenschap: het reduceren van ontmenging en afdruipt, twee negatieve kwaliteitsaspecten. Vanuit de CROW werkgroep "Ontmenging ZOAB" [D] is bijvoorbeeld bekend dat de samenstelling van ZOAB varieert over het volledige dwarsprofiel van één werkgang, zowel in horizontale als in verticale richting.

Om het effect van de Shuttle Buggy op de homogeniteit van het aangebrachte tweelaags ZOAB te kunnen onderzoeken is besloten om op de eerder beschreven 7 specifieke locaties boorkernen te nemen en deze in het laboratorium te laten onderzoeken. Er is gekozen voor het uitvoeren van orgelboringen (7 boorkernen Ø100 mm verdeeld over de breedte van de aangebrachte asfaltstrook, gecodeerd met de letters A 1/2 G) omdat hiermee de verdeling van de laagdikte, dichtheid, holle ruimte percentage en samenstelling over het volledige dwarsprofiel kan worden bepaald. Onderzoek op deze boorkernen maakt het mogelijk om de aspecten ontmenging en afdruipt -in heel beperkte mate- mee te nemen in het onderzoek en het al dan niet aanwezige effect van de Shuttle Buggy te kwantificeren.

Het boorkernonderzoek bestaat uit de volgende activiteiten:

- Opmeten van de laagdikten (onder- en toplaag).
- Vlak zagen van de onderzijde van de boorkernen tweelaags ZOAB, noodzakelijk omdat de kernen waren afgebroken.
- Na droging, bepaling van volume (door opmeting) en totaal droog gewicht. Hiermee is volumegewicht totaal (T) berekend.
- Nauwkeurig afzagen van de toplaag, zodanig dat deze juist van de onderlaag wordt gescheiden en geen sporen van onderlaag te zien zijn. In de onderlaag is de toplaag nog wel te zien.
- Na droging van de toplaag, bepaling van volume (door opmeting) en droog gewicht. Aan de hand hiervan is het volumegewicht van de toplaag berekend.
- Berekening dichtheid onderlaag uit de dichtheid totaal en de dichtheid van de deklaag.
- Berekening holle ruimte m.b.v. dichtheid mengsel uit vooronderzoeken.
- Bepalen samenstelling door het uitvoeren van extracties op de toplaag. Door middel van extractie is het asfalt in de verschillende componenten ontleed.



Per dwarsprofiel zijn vier boorkernen onderworpen aan het hiervoor beschreven boorkernonderzoek. De andere 3 boorkernen zijn gebruikt voor de bepaling van de akoestische impedantie (zie paragraaf 3.2.8). Het onderzoek naar de samenstelling van tweelaags ZOAB is alleen uitgevoerd op die representatieve locaties (4 stuks) waar de spreidmachine zich met een continue, normale snelheid voortbewoog. Ter plaatse van de stopplaatsen speelt afkoeling namelijk een veel grotere rol dan ontmenging. Een andere reden voor de beperkte omvang van het samenstellingsonderzoek heeft te maken met het feit dat samenstellingsonderzoek op boorkernlagen van tweelaags ZOAB zeer ongebruikelijk is en niet in overeenstemming is met de vigerende regelgeving. Samenstellingsonderzoek van tweelaags ZOAB wordt -als het verwerkingscontrole betreft- uitsluitend gedaan op monsters uit de hopper.

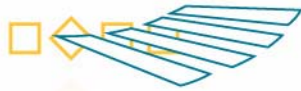
De resultaten van de onderzochte boorkernen zijn gebundeld en de gemiddelde waarden zijn terug te vinden in de tabellen 4 en 5, waarbij opgemerkt dient te worden dat de resultaten voor de onderlaag alleen gebruikt kunnen worden voor het verklaren van (met name akoestische) verschillen. De volledige onderlaag van het tweelaags ZOAB is namelijk op één en dezelfde wijze aangebracht: met Shuttle Buggy. Voor de meer gedetailleerde data wordt verwezen naar de bijlagen I en J.

			Toplaag tweelaags ZOAB – Gemiddelde van 4 waarnemingen			
Vak	Omschrijving	Interne code	Laagdikte [mm]	Holle ruimte [%]	Aandeel bitumen [%]	Aandeel steenslag [%]
1	Referentievak extreme stop	0114	24,3	29,9	-	-
2	Referentievak normale stop	0375	26,5	28,1	-	-
3	Referentievak normale snelheid	0226	24,5	24,9	5,75	85,1
4	Referentievak normale snelheid	0414	24,0	26,3	5,63	86,2
5	Referentievak verhoogde snelheid	0391	28,3	22,4	-	-
6	Proefvak normale snelheid	0460	22,0	25,3	5,80	83,0
7	Proefvak normale snelheid	0318	25,3	24,5	5,75	84,2

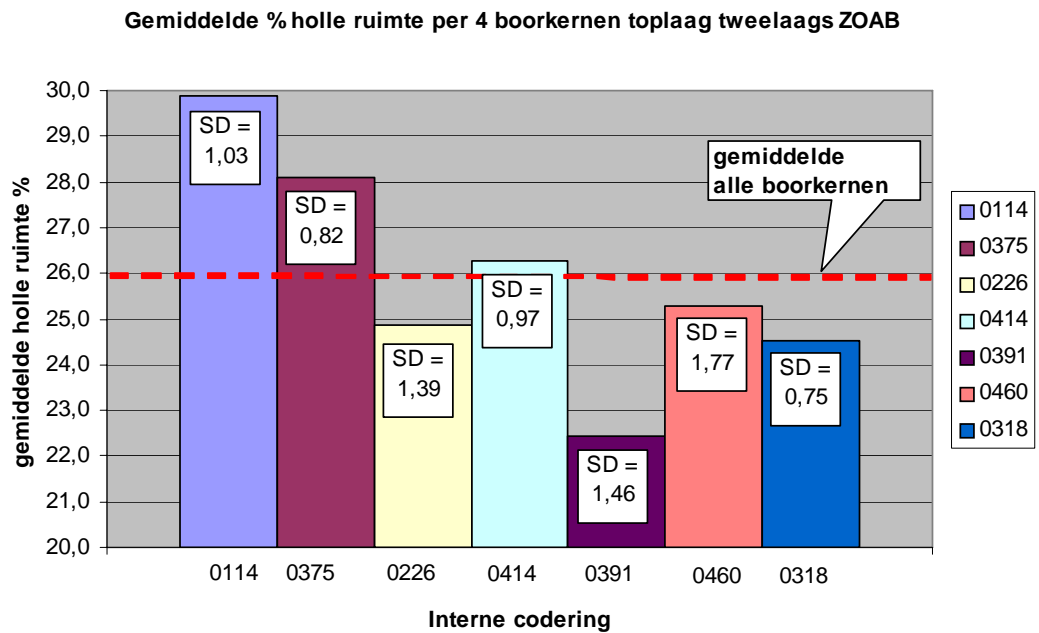
tabel 4 – gemiddelde laagdikte, holle ruimte percentage en samenstelling van toplaag tweelaags ZOAB

			Onderlaag tweelaags ZOAB – Gemiddelde van 4 waarnemingen			
Vak	Omschrijving	Interne code	Laagdikte [mm]	Holle ruimte [%]	Aandeel bitumen [%]	Aandeel steenslag [%]
1	Referentievak extreme stop	0114	48,8	25,6	-	-
2	Referentievak normale stop	0375	54,0	24,7	-	-
3	Referentievak normale snelheid	0226	51,8	29,2	-	-
4	Referentievak normale snelheid	0414	53,5	25,8	-	-
5	Referentievak verhoogde snelheid	0391	51,0	23,8	-	-
6	Proefvak normale snelheid	0460	51,0	21,9	-	-
7	Proefvak normale snelheid	0318	54,8	27,0	-	-

tabel 5 – gemiddelde laagdikte en holle ruimte percentage van onderlaag tweelaags ZOAB



De gemiddelde holle ruimte percentages van de toplaag tweelaags ZOAB (zie tabel 4) zijn in figuur 15 grafisch uiteengezet. Naast deze resultaten van de afzonderlijke locaties is ook het gemiddelde van alle boorkernen weergegeven, evenals de standaardafwijking (SD) per afzonderlijke locatie.



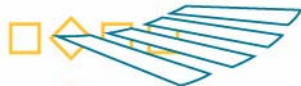
figuur 15 – holle ruimte percentages boorkernen toplaag tweelaags ZOAB

Uit deze grafiek kan worden geconcludeerd dat de toplaag tweelaags ZOAB ter plaatse van de stopplaatsen (0114 en 0375) een relatief hoog holle ruimte percentage heeft. Dit lijkt direct verklaard te kunnen worden door de (lokale) lagere asfalttemperatuur achter de balk als gevolg van afkoeling.

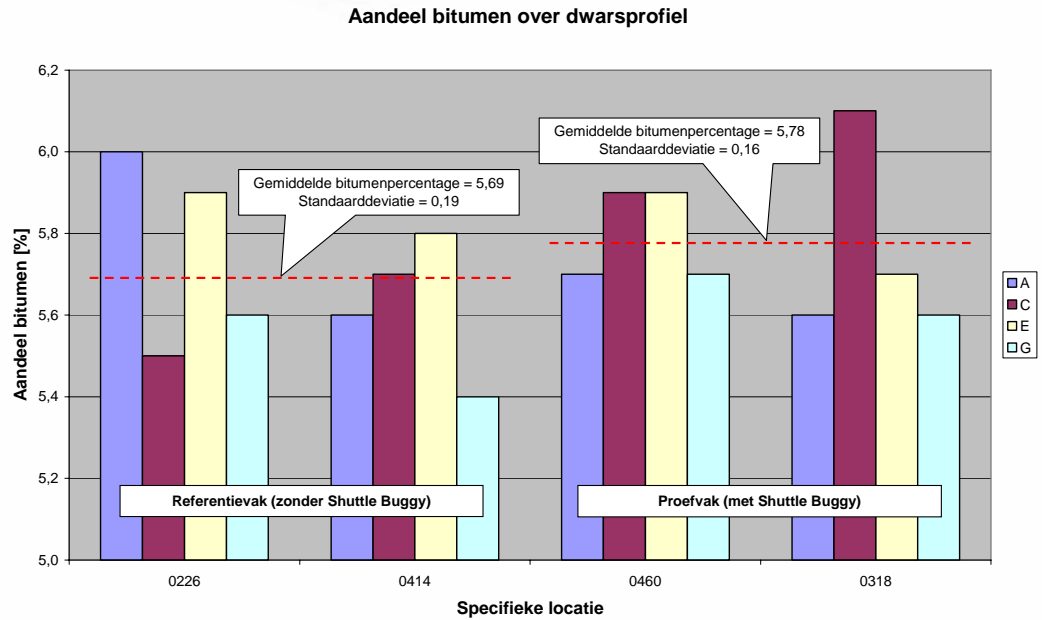
Opvallend is ook het lage holle ruimte percentage bij de conventionele verwerking met verhoogde snelheid (0391). Een sluitende verklaring hiervoor kan niet worden gegeven, maar wellicht heeft dit te maken met de temperatuur van het asfalt tijdens de verdichting. Uit de infraroodbeelden kan worden geconcludeerd dat de temperatuur van het asfalt achter de balk bij een hogere snelheid niet substantieel hoger is, maar daarentegen komt het asfalt -door de hogere snelheid van de spreidmachine- wel eerder binnen het werkgebied van de walsen. Het vermoeden bestaat dan ook dat het asfalt bij een hogere temperatuur wordt verdicht, wat van invloed is op de mate van verdichting (en het daarmee samenhangende holle ruimte percentage).

Tussen de continue verwerking op het referentievak (0226 en 0414) en de continue verwerking op het proefvak (0460 en 0318) zijn de verschillen -op het oog- niet erg substantieel. De gemiddelde holle ruimte percentages bij het proefvak (0460 en 0318) liggen dicht bij elkaar dan bij het referentievak (0226 en 0414), maar gezien de berekende standaarddeviaties lijkt een harde conclusie hieromtrent niet verantwoord.

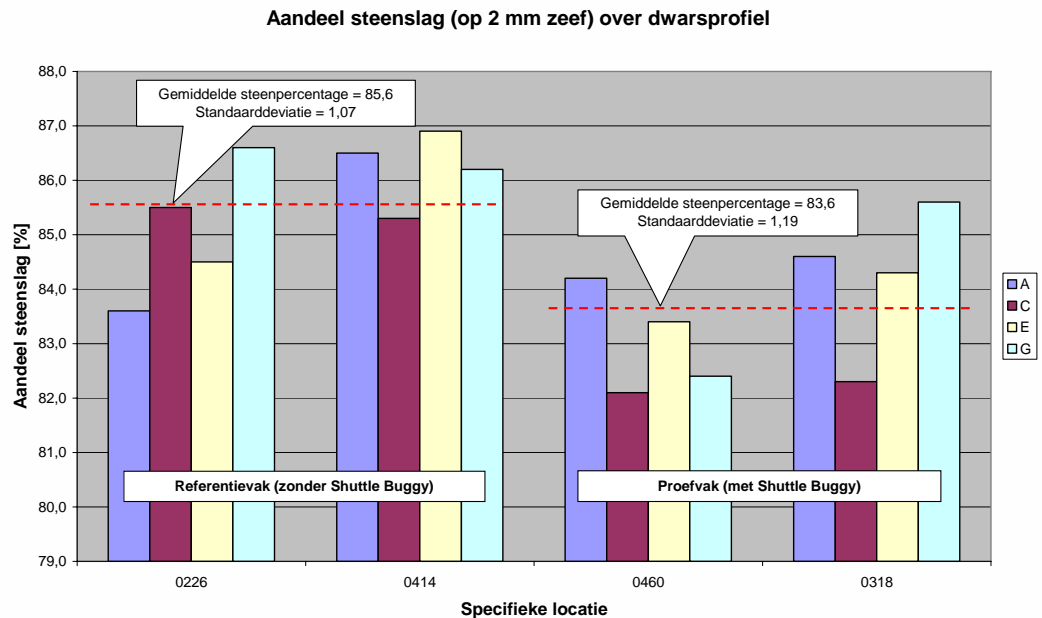
Naast de laagdikte, dichtheid en holle ruimte percentage is -zoals al eerder aangegeven- ook gekeken naar de samenstelling van de toplaag tweelaags ZOAB. Dit onderzoek is alleen uitgevoerd op die representatieve locaties (4 stuks) waar de spreidmachine zich met een continue, normale snelheid voortbewoog. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het uitvoeren van samenstellingsonderzoek op boorkernlagen van tweelaags ZOAB zeer ongebruikelijk is en niet in overeenstemming is met de vigerende regelgeving. Samenstellingsonderzoek van tweelaags ZOAB wordt -als het verwerkingscontrole betreft- uitsluitend gedaan op monsters uit de



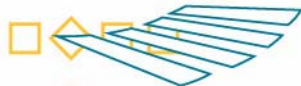
hopper. In de figuren 16 en 17 is het bitumen- respectievelijk steenaandeel (> 2 mm) over het dwarsprofiel weergegeven.



figuur 16 – bitumenaandeel over het dwarsprofiel van toplaag tweelaags ZOAB op 4 specifieke locaties



figuur 17 – steenaandeel over het dwarsprofiel van toplaag tweelaags ZOAB op 4 specifieke locaties



Aan de hand van de figuur 16 kan voorzichtig worden geconcludeerd dat de boorkernen uit het proefvak (met Shuttle Buggy) iets meer bitumen in de onderzochte toplaag hebben zitten in vergelijking tot de boorkernen uit het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Ondanks de zeer beperkte omvang van dit onderzoek en de twijfels omtrent de betrouwbaarheid van de gehanteerde onderzoeksmethode lijkt het er toch op dat het opmengen van het asfalt, voordat het in de spreidmachine wordt gevoerd, enig positief effect heeft op de bitumenverdeling over de toplaag tweelaags ZOAB. Overigens dient bij deze constatering nog wel de temperatuur van het asfalt serieus in ogenschouw genomen te worden. Het door de Shuttle Buggy opgemengde asfalt is namelijk ca. 17 à 20°C kouder dan het asfalt zonder Shuttle Buggy en van asfalt (lees: bitumen) is bekend dat de mate van afdruipt ook afhankelijk is van de temperatuur. Bovendien is er vanzelfsprekend ook sprake van enige spreiding binnen de productie van een asfaltmengsel. Kortom: een harde conclusie kan hier niet aan verbonden worden, maar desondanks lijkt het homogeen opmengen van asfalt wel effect te hebben op de hoeveelheid bitumen bovenin het mengsel. Omdat een toename van de hoeveelheid bitumen bovenin een asfaltmengsel vanuit het oogpunt van duurzaamheid (lees: weerstand tegen rafeling) is gewenst, lijkt deze voorzichtige conclusie toch zeker het vermelden waard. De aanwezigheid van relatief meer bitumen bovenin het asfaltmengsel verklaart wellicht ook de betere weerstand van het proefvak (met Shuttle Buggy) tegen rafeling (zie RSAT proef: paragraaf 3.2.5), al dient hierbij de kanttekening te worden geplaatst dat het beperkte verschil in hoeveelheid bitumen een ondergeschikte parameter is voor de significant betere weerstand tegen wringende krachten. Naast de meerwaarde ten aanzien van duurzaamheid verklaart het hogere bitumenpercentage wellicht ook de betere geluidsreductie tussen 800 en 1000 Hz (zie CPX-metingen; paragraaf 3.2.9).

Aan de hand van de figuren 16 en 17 kan wellicht ook een uitspraak worden gedaan over het effect van een Shuttle Buggy op de mate van ontmenging. Vanuit de CROW werkgroep "Ontmenging ZOAB" [D] is bekend dat de samenstelling van ZOAB varieert over het volledige dwarsprofiel van één werkgang. Door afdruipt en ontmenging, ontstaan tijdens opslag en transport van het geproduceerde asfalt, zal grove steenslag meer naar de zijkant van de werkbreedte verschuiven evenals steenslag die minder goed omhuld is. In het midden van de werkbreedte wordt zodoende meer fijne steenslag en/of meer steenslag met relatief veel bitumen verwacht en aan de uiteinden van de werkbreedte wordt juist meer grove steenslag en/of meer steenslag met relatief weinig bitumen verwacht. Aan de hand van de figuren 16 en 17 kan niet worden geconcludeerd of de Shuttle Buggy een meerwaarde heeft op de mate van ontmenging, al dient hierbij evengoed opgemerkt te worden dat het uitgevoerde onderzoek wel erg beperkt van omvang is, nog even afgezien van de twijfels over de betrouwbaarheid van de gehanteerde onderzoeksmethode. Het valt wel op dat het gemiddelde steenpercentage van de toplaag tweelaags ZOAB bij inzet van een Shuttle Buggy ca. 2% lager ligt in vergelijking tot de conventionele verwerking (zonder Shuttle Buggy). Een duidelijke verklaring voor deze constatering kan niet worden gegeven, al dient hierbij te worden opgemerkt dat bij het boren van de kernen en het horizontaal door midden zagen van de boorkernen, relatief veel steentjes worden "geraakt". Verbrijzeling van het asfalt in de "mengkamer" van de Shuttle Buggy lijkt ook geen reële optie te zijn, omdat de optredende krachten in de "mengkamer" beperkt zijn, zeker in vergelijking tot de krachten die optreden in de asfaltinstallatie. Omdat in een asfaltinstallatie ook geen verbrijzeling plaatsvindt, wordt deze mogelijke verklaring niet als realistisch beschouwd.

N.B.

Binnen dit boorkernonderzoek is de temperatuur van het te verdichten asfalt de belangrijkste variabele. Desondanks zijn er echter ook andere parameters, die de eindkwaliteit beïnvloeden, waarbij gedacht kan worden aan variaties in zowel de mengselsamenstelling als de verdichtingsenergie. Variaties in het mengsel zijn in beperkte mate meegenomen in het onderzoek, maar variaties in de verdichting niet. Zowel het referentievak als het proefvak zijn regulier verdicht met twee statische tandemwalsen. Het aantal walsgangen is niet geregistreerd.

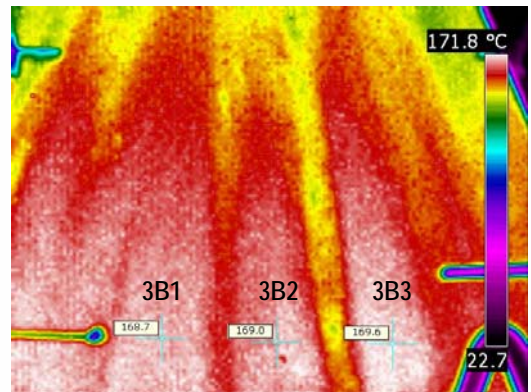


3.2.5 Rotating Surface Abrasion Test (RSAT)

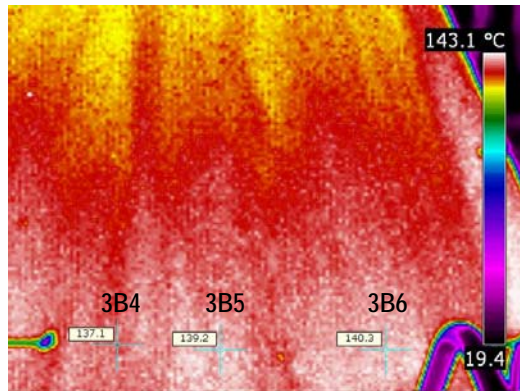
Om een indicatie te kunnen geven van het effect van een Shuttle Buggy op de levensduur van tweelaags ZOAB, is het idee opgepakt om RSAT proeven uit te voeren op boorkernen uit het proefvak met Shuttle Buggy (codering: "ideale" boorkernen) en boorkernen uit proefvak zonder Shuttle Buggy (codering: "normale" boorkernen). Voor de volledigheid zijn ook boorkernen genomen op een extreme locatie: een korte stopplaats in het referentievak (codering: "extreme" boorkernen).

Om de verschillende uitvoeringssituaties met elkaar te kunnen vergelijken zijn de volgende boorkernen (Ø150 mm) onderzocht:

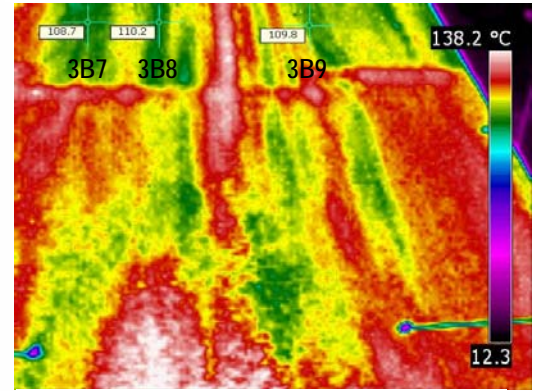
- drie "normale" boorkernen (zie figuur 18) (snelheid van 6 m/min – rechterijstrook – km. 59.811 – zonder Shuttle Buggy)
- drie "ideale" boorkernen (zie figuur 19) (snelheid van 6 m/min – rechterijstrook – km. 60.090 – met Shuttle Buggy)
- drie "slechte" boorkernen (zie figuur 20) (korte stopplaats – linkerijstrook – km. 59.894 – zonder Shuttle Buggy)



figuur 18 – locatie "normale" boorkernen: normale snelheid – km. 59.811 rechterijstrook (conventioneel)



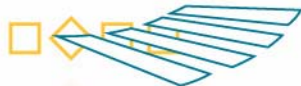
figuur 19 – locatie "ideale" boorkernen: normale snelheid – km. 60.090 rechterijstrook (Shuttle Buggy)



figuur 20 – locatie "slechte" boorkernen: op stopplaats – km. 59.894 linkerijstrook (conventioneel)

De resultaten van het onderzoek zijn in tabel 6 gepresenteerd. Voor de gedetailleerde data wordt verwezen naar bijlage K.

Uit deze resultaten kan worden geconstateerd dat de proef een goed onderscheidend vermogen lijkt te hebben. Zo is naar voren gekomen dat het asfalt ter plaatse van de stopplaats een beduidend minder goede weerstand vertoont tegen wringende krachten. Ook is er een duidelijk verschil waar te nemen in weerstand tegen wringende krachten tussen het referentievak (zonder Shuttle Buggy) en het proefvak (met Shuttle Buggy), in het voordeel van het proefvak (met Shuttle Buggy).



Plaat-nr.	Boorkernen	Interne code	Omschrijving	Vervorming [in mm]	Steenverlies [in gram]
1	3B1, 3B2 en 3B3	0181	"normale" boorkernen (6 mm/min conventionele verwerking)	0,83	12,87
2	3B4, 3B5 en 3B6	0283	"ideale" boorkernen (6 m/min verwerking met Shuttle Buggy)	0,76	5,95
3	3B7, 3B8 en 3B9	0399	"slechte" boorkernen (stopplaats bij conventionele verwerking)	1,17	23,36

tabel 6 – resultaten RSAT onderzoek op 3 specifieke locaties

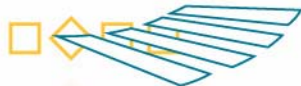
Deze conclusie kan als enigszins verrassend worden gezien, omdat in beide gevallen op "warme" plekken is geboord en omdat de asfalttemperatuur achter de balk bij het conventionele vak substantieel hoger is in vergelijking tot het vak met Shuttle Buggy. In theorie resulteert een hogere temperatuur van het asfalt op het moment van verdichting namelijk tot een rondere (en duurzamere) vorm van de hechtbruggen. Daarentegen heeft een hogere temperatuur wellicht een nadelig effect op de mate van afdruipt, waardoor relatief minder bitumen bovenin het asfaltmengsel blijft zitten. Dit laatste verklaart wellicht ook de voorzichtige constatering uit het samenstellingsonderzoek (zie paragraaf 3.2.4) dat het m.b.v. de Shuttle Buggy opgemengde asfaltmengsel iets meer bitumen bovenin (de toplaag tweelaags ZOAB) lijkt te bevatten. Vanuit het oogpunt van duurzaamheid (lees: weerstand tegen wringende krachten) mag van een iets hoger bitumenpercentage een (beperkte) meerwaarde worden verwacht. Afgaand op de proefresultaten blijkt het gehanteerde temperatuurtraject netto positief uit te pakken op de duurzaamheid van de met behulp van Shuttle Buggy aangebrachte verharding van tweelaags ZOAB.

3.2.6 Textuurdiepte

Vanuit een inventarisatie van in het verleden aangelegde ZEBRA vakken is gebleken dat deze vakken (tweelaags ZOAB) een bepaalde mate van inhomogeniteit in gemeten textuur vertonen. In hoeverre deze textuurverschillen verklaard kunnen worden door temperatuurverschillen, het aantal walsgangen en/of stopplaatsen is niet bekend, maar er lijkt een bepaalde tendens aanwezig te zijn. Vanuit de praktijk is bovendien bekend dat de textuur van een verharding door bijvoorbeeld een koude balk (of bij koude asfaltplekken) doorgaans enigszins wordt opengetrokken. Het ligt in de lijn der verwachting dat dit een effect heeft op de gemeten textuurdiepte.

Vak	Omschrijving	Interne code	MPD [mm]	RMS [mm]
1	Referentievak (zonder Shuttle Buggy) extreme stop	0114	2,10	1,86
2	Referentievak (zonder Shuttle Buggy) normale stop	0375	1,70	1,61
3	Referentievak (zonder Shuttle Buggy) normale snelheid	0226	1,68	1,60
4	Referentievak (zonder Shuttle Buggy) normale snelheid	0414	1,81	1,70
5	Referentievak (zonder Shuttle Buggy) verhoogde snelheid	0391	1,62	1,57
6	Proefvak (met Shuttle Buggy) normale snelheid	0460	1,75	1,68
7	Proefvak (met Shuttle Buggy) normale snelheid	0318	1,71	1,54

tabel 7 – resultaten textuurmetingen op 7 specifieke locaties



Vanuit dit oogpunt is besloten om de textuurdiepte te bepalen op de eerder beschreven 7 dwarsprofielen, voorafgaand aan het nemen van de orgelboringen. Vanwege de hoge mate van nauwkeurigheid is als meetmethode voor de 3D-textuurmethode gekozen. Bij deze methode wordt het wegdek gescand met een laserhoogtemeter. Op deze wijze wordt over een lengte van 2,80 m en een breedte van 0,20 m het textuurprofiel bepaald. Omdat de metingen in dit specifieke geval dwars op de rijrichting zijn uitgevoerd, is het wellicht beter om de begrippen lengte en breedte om te draaien. Per locatie zijn -met een tussenafstand van 1 cm- 20 sporen getrokken.

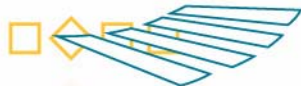
In tabel 7 zijn de gemeten MPD en RMS waarden gerapporteerd. Voor de meer gedetailleerde meetdata wordt verwezen naar bijlage L. Alleen ter plaatse van de extreme stopplaats (vluchtstrook) is een beduidend hogere MPD en RMS waarde gevonden. Door de substantiële afkoeling van het asfalt, voorafgaand aan het afwalsen, is de toplaag ter plaatse minder goed verdicht, resulterend in een open textuur én een hoger holle ruimtepercentage. Op alle andere locaties liggen de MPD en RMS waarden in dezelfde orde grootte. Hierbij dient overigens opgemerkt te worden dat grote verschillen ook niet verwacht mogen worden, daar de textuurdiepte grotendeels wordt bepaald door de gradering van de gebruikte steenslag. Aangezien deze niet varieert zijn grote verschillen vanzelfsprekend ook niet te verwachten.

3.2.7 Akoestische absorptiemetingen

Omdat het de verwachting is dat de inzet van een Shuttle Buggy een homogener beeld laat zien in de mate van verdichting en holle ruimte percentage zal dit wellicht ook terug te vinden zijn in de mate van akoestische absorptie. Om een mogelijke verbetering in homogeniteit aan te kunnen tonen, zijn absorptiemetingen uitgevoerd volgens zowel de spotmethode als de vrije-veldmethode. De absorptiemetingen zijn uitgevoerd op de eerder beschreven 7 dwarsprofielen, voorafgaand aan het nemen van de orgelboringen. De spotmethode is uitgevoerd in 3 raaien: in beide rijsporen én tussen de rijsporen in. De vrije-veldmethode is uitgevoerd in 2 raaien: in het rechterrijspoor en tussen de rijsporen in.

Vak	Omschrijving	Interne code	Vrije-veldmethode α_{max} [-]		Spotmethode α_{max} [-]		
			tussen rijsporen	rechterrijspoor	linkerrijspoor	tussen rijsporen	rechterrijspoor
1	Referentievak extreme stop	0114	0,96	0,99	0,76	0,69	0,78
2	Referentievak normale stop	0375	0,90	0,94	0,65	0,65	0,58
3	Referentievak normale snelheid	0226	0,88	0,84	0,59	0,58	0,47
4	Referentievak normale snelheid	0414	0,95	0,93	0,50	0,56	0,52
5	Referentievak verhoogde snelheid	0391	0,86	0,77	0,42	0,45	0,54
6	Proefvak normale snelheid	0460	0,86	0,87	0,67	0,65	0,47
7	Proefvak normale snelheid	0318	0,92	0,88	0,56	0,55	0,54

tabel 8 – resultaten absorptiemetingen (vrije-veldmethode en spotmethode) op 7 specifieke locaties



Bij het uitwerken van de meetdata is gebleken dat de spreiding in de resultaten vrij klein is. Zodoende zijn de metingen opnieuw uitgewerkt in 1/12^{de} octaafbanden in plaats van de standaard 1/3^{de} octaafbanden. Hierdoor worden meer details zichtbaar (zie ook bijlage M). In tabel 8 zijn de resultaten van de absorptiemetingen weergegeven. Het meeste onderscheidende vermogen kan worden gevonden bij de spotmethode, omdat bij die methode de omgevingsinvloeden bijna volledig worden weggenomen.

Aan de hand van de meetwaarden kan worden geconcludeerd dat er geen noemenswaardig verschil is tussen de akoestische absorptie van het referentievak (conventionele verwerking) en het proefvak (verwerking met Shuttle Buggy). Daarentegen kan wel worden geconcludeerd dat de akoestische absorptie op locatie 1 (extreme stopplaats op de vluchtstrook) hoger is dan op de andere locaties. Evenals bij de textuurmetingen (paragraaf 3.2.6) kan dit worden verklaard door de mindere verdichting ter plaatse en het daarmee samenhangende hogere holle ruimte percentage. Ter plaatse van locatie 5 (verhoogde snelheid met conventionele verwerking) zijn de laagste absorptiewaarden gevonden. Ook hier kan een link worden gelegd met het in paragraaf 3.2.4 bepaalde holle ruimte percentage. Ter plaatse van deze locatie heeft de toplaag van het tweelaags ZOAB gemiddeld namelijk het laagste holle ruimte percentage.

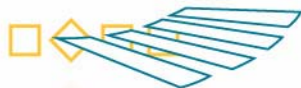
3.2.8 Akoestische impedantiemetingen

De mate van geluidsabsorptie kan worden bepaald door de akoestische impedantie te bepalen. In een impedantiebuis worden boorkernen geplaatst, waarvan de drukmaxima en drukminima worden gemeten aan de hand van opgelegde (zuivere) tonen. Deze methode is vastgelegd in ISO standaard 10534-1/2, "Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes". Op de eerder beschreven 7 dwarsprofielen zijn per dwarsprofiel 3 boorkernen genomen, waarvan de akoestische impedantie is bepaald. Per dwarsprofiel is één boorkern genomen uit het rechterrijspoor, één boorkern uit het linkerrijspoor en één boorkern midden tussen beide rijsporen in.

In tabel 9 zijn de absorptiecoëfficiënten weergegeven, die zijn bepaald middels de akoestische impedantiebuis. Voor de meer gedetailleerde meetdata wordt verwezen naar bijlage N. Alleen ter plaatse van het referentievak (conventionele verwerking) met verhoogde snelheid is een lagere absorptiecoëfficiënt waargenomen. Een mogelijke verklaring hiervoor kan -in navolging van de akoestische absorptiemetingen- gevonden worden in de bepaalde holle ruimte percentages. Ter plaatse van deze locatie heeft de toplaag van het tweelaags ZOAB gemiddeld namelijk het laagste holle ruimte percentage. Naast de verschillen in absorptiecoëfficiënt zijn ook kleine verschillen waar te nemen in de frequentie van de eerste absorptiepiek. Deze verschillen zijn echter te klein om daar een conclusie aan te verbinden. Bovendien wordt de frequentie van de absorptiepiek grotendeels bepaald door de effectieve laagdikte, die op zijn beurt weer wordt bepaald door de variërende laagdikte en het variërende holle ruimte percentage.

Vak	Omschrijving	Interne code	Gemiddelde absorptiecoëfficiënt [-]	Standaarddeviatie [-]
1	Referentievak extreme stop	0114	0,92	0,005
2	Referentievak normale stop	0375	0,89	0,046
3	Referentievak normale snelheid	0226	0,82	0,038
4	Referentievak normale snelheid	0414	0,90	0,033
5	Referentievak verhoogde snelheid	0391	0,76	0,057
6	Proefvak normale snelheid	0460	0,93	0,012
7	Proefvak normale snelheid	0318	0,89	0,037

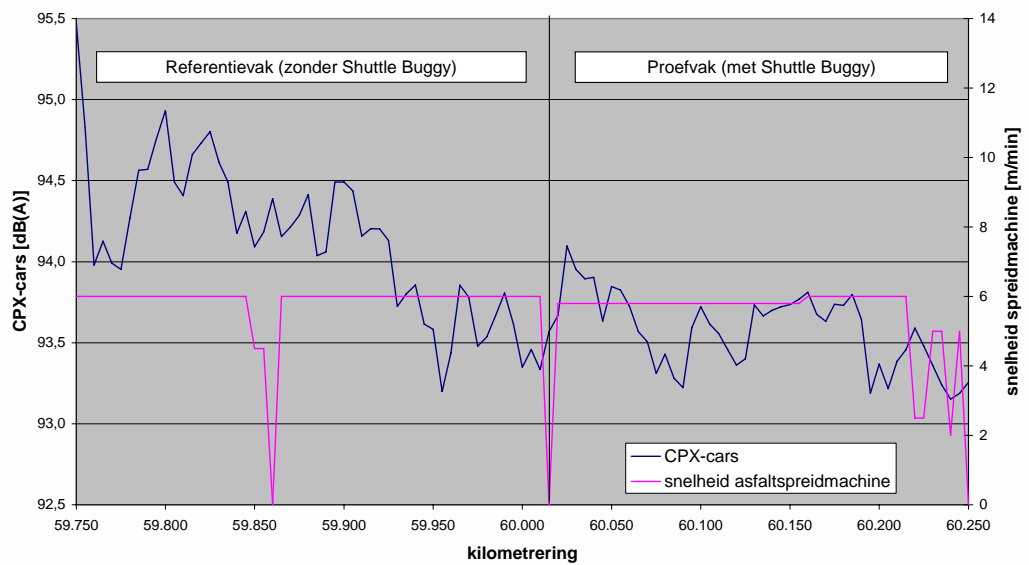
tabel 9 – resultaten akoestische impedantiemetingen op 7 specifieke locaties



3.2.9 CPX-metingen

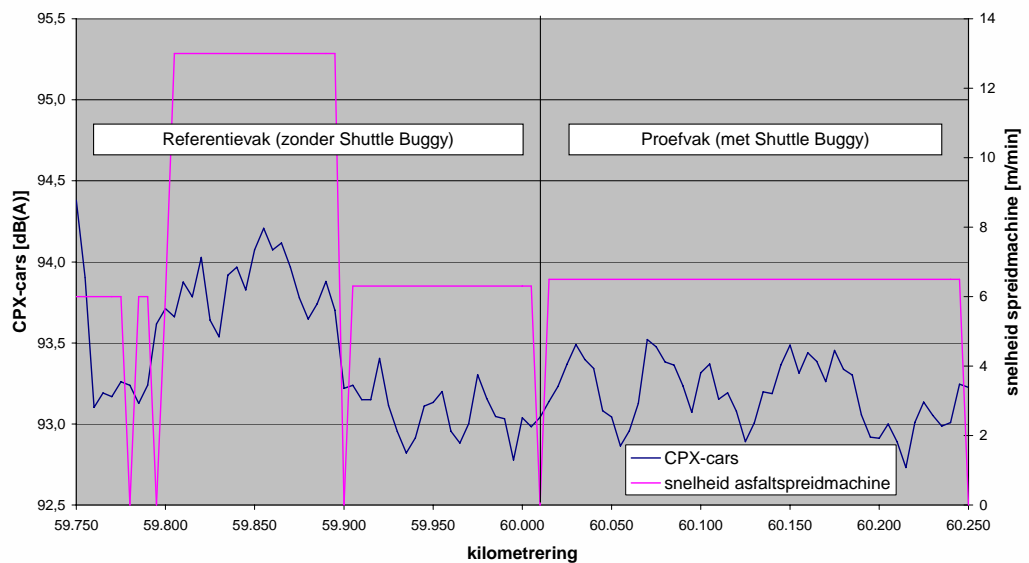
Om de geluidsreducerende eigenschappen over de volledige lengte van het beschikbaar gestelde wegvak in kaart te kunnen brengen, is besloten om CPX-metingen (met hoge resolutie) uit te voeren in het rechterrijspoor van beide rijstroken. Op de vluchtstrook zijn geen CPX-metingen uitgevoerd. De CPX-methode heeft als grote voordeel dat de geluidseigenschappen van een weg als functie van de afstand worden bepaald. De akoestische verschillen tussen de beide uitvoeringsmethodes (250 m¹ conventioneel en 250 m¹ met Shuttle Buggy) zijn op deze wijze bepaald. Voor de meetdata wordt verwezen naar bijlage O.

A35 - rechterrijstrook



figuur 21 – CPX-niveaus op rechterrijstrook A35 (voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h)

A35 - linkerrijstrook



figuur 22 – CPX-niveaus op linkerrijstrook A35 (voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h)



In de figuren 21 en 22 zijn de gemeten CPX-niveaus grafisch weergegeven. In deze figuren is tevens de snelheid van de asfaltspreidmachine en de bijbehorende verwerkingsmethode weergegeven. Uit figuur 22 komt duidelijk naar voren dat een verhoging van de snelheid van de asfaltspreidmachine (naar 13 m/min) nadelige consequenties heeft voor het opgewekte geluidsniveau. Ter plaatse van deze snelheidsverhoging is het CPX-niveau 0,5 à 1 dB(A) hoger in vergelijking tot het conventionele deel bij 6 m/min. Ook hier kan als mogelijke verklaring het bepaalde holle ruimte percentage worden genoemd. Ter plaatse van deze locatie heeft de toplaag van het tweelaags ZOAB gemiddeld namelijk het laagste holle ruimte percentage.

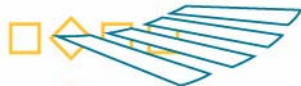
Uit de figuren 21 en 22 en uit tabel 10 kan tevens worden afgeleid dat de geluidsniveaus op de rechterrijstrook hoger zijn dan op de linkerrijstrook. Als mogelijke verklaring voor het waargenomen verschil kan wellicht worden verwezen naar het verschil in verkeersbelasting. De CPX-metingen zijn namelijk 7½ week na aanleg uitgevoerd en in die tussenliggende periode heeft de rechterrijstrook enerzijds meer en anderzijds zwaarder verkeer te verduren gehad in vergelijking tot de linkerrijstrook. Zo is het niet ondenkbeeldig dat de bitumenhuid op de rechterrijstrook meer afgesleten zal zijn dan op de linkerrijstrook. Of deze theoretische beschouwing ook daadwerkelijk van toepassing is en de waargenomen uitwerking op de geluidsniveaus zal hebben, valt onvoldoende hard te maken. Overigens dient -voor de volledigheid- ook te worden opgemerkt dat het waargenomen verschil in geluidsniveaus past binnen de meetonnauwkeurigheid van de gebruikte meetmethode.

Omdat op de rechterrijstrook relatief weinig variaties (lees: stopplaatsen en snelheidsverhogingen) zijn aangebracht tussen het vak met Shuttle Buggy (proefvak) en zonder Shuttle Buggy (referentievak) lijkt deze rijstrook bij uitstek geschikt om de geluidsniveaus (CPX-niveaus) en de mate van homogeniteit hierin te bepalen. Op het oog laat figuur 21 al zien dat het CPX-niveau op het proefvak (met Shuttle Buggy) lager én constanter van niveau lijkt te zijn. Met andere woorden: het proefvak (met Shuttle Buggy) heeft een hogere geluidsreductie en vertoont minder (positieve en negatieve) uitschieters. In tabel 10 zijn de gemiddelde CPX-niveaus en de bijbehorende standaarddeviatie weergegeven voor de betreffende rechterrijstrook. Voor de volledigheid is ook de linkerrijstrook van het proefvak (met Shuttle Buggy) meegenomen. Op dit traject zijn namelijk ook geen stopplaatsen en snelheidsverhogingen toegepast.

Rijstrook	Omschrijving	Kilometrerings	Gemiddeld CPX-niveau [dB(A)]	Standaarddeviatie [dB(A)]
Rechterrijstrook	Referentievak (zonder Shuttle Buggy)	59.775 – 59.975	94,2	0,40
Rechterrijstrook	Proefvak (met Shuttle Buggy)	60.050 – 60.200	93,6	0,19
Linkerrijstrook	Proefvak (met Shuttle Buggy)	60.050 – 60.225	93,2	0,21

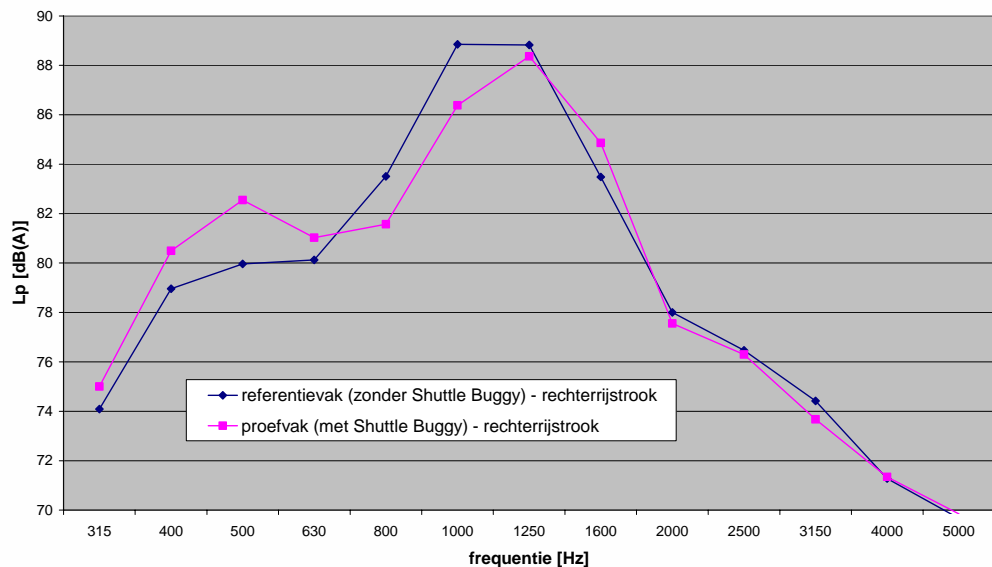
tabel 10 – Gemiddelde CPX-niveaus én standaarddeviatie, onderverdeeld naar referentievak en proefvak (voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h)

Naast de gemiddelde CPX-niveaus is het ook interessant om de meetdata spectraal te bekijken. Indien de meetdata uit de CPX-metingen spectraal wordt bekeken, zoals weergegeven in figuur 23, wordt zichtbaar dat het referentievak (zonder Shuttle Buggy) een significant betere geluidsreductie laat zien tussen 400 en 630 Hz, terwijl het proefvak (met Shuttle Buggy) een significant betere geluidsreductie laat zien tussen 800 en 1000 Hz. Van de geluidsreductie tussen 400 en 630 Hz is bekend dat deze grotendeels textuurgerelateerd is, terwijl de frequenties tussen 800 en 1000 Hz meer absorptiegerelateerd is. Voor een mogelijke verklaring voor deze opvallende verschillen wordt nogmaals naar figuren 16 en 17 verwezen. De inzet van een Shuttle



Buggy lijkt te resulteren in een lager steenpercentage en in meer bitumen bovenin de toplaag tweelaags ZOAB. Het lagere steenpercentage lijkt mogelijke consequenties te kunnen hebben voor de textuurdiepte en de daaruit voortvloeiende textuurgerelateerde geluidsreductie. Een consequentie van meer bitumen bovenin de toplaag tweelaags ZOAB lijkt het feit dat er waarschijnlijk minder bitumen onderin de toplaag aanwezig zal zijn of in het grensvlak tussen toplaag en onderlaag. Wellicht zijn de poriën van de onderlaag tweelaags ZOAB -door het relatief lagere bitumengehalte onderin het mengsel- beter toegankelijk, met als gevolg dat de absorberende eigenschappen van het totale pakket van tweelaags ZOAB beter zullen zijn.

Spectrale CPX-niveaus

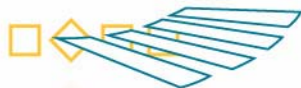


figuur 23 – spectrale CPX-niveaus op rechterrajstrook A35 (voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h)

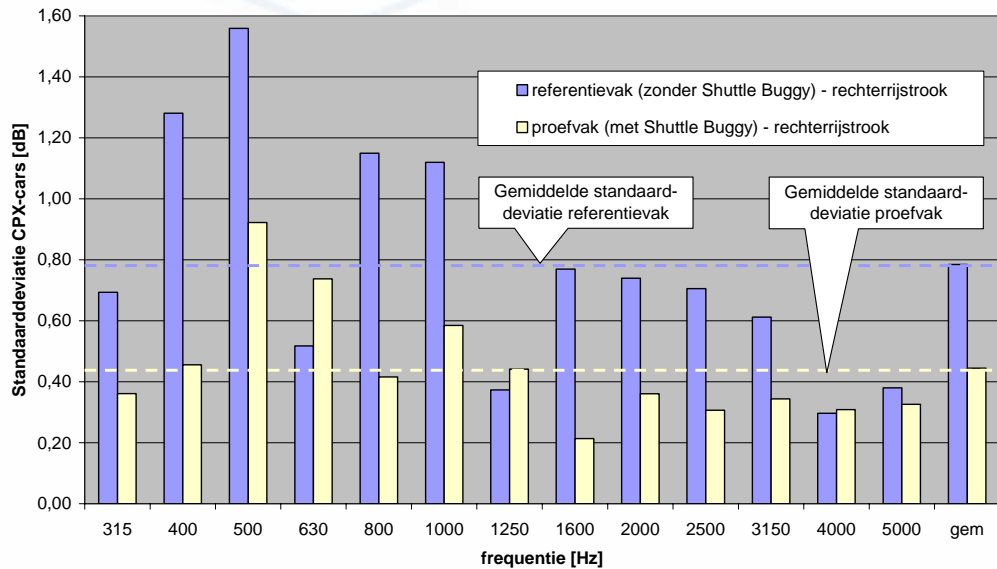
Omdat rond de 1000 Hz doorgaans een piek zit, die zwaar meetelt bij de berekening van het gewogen CPX-niveau, resulteert dit in een lager CPX-niveau voor het proefvak (met Shuttle Buggy) in vergelijking tot het referentievak (zonder Shuttle Buggy), zoals te zien in tabel 10.

De spectrale analyse kan ook worden gebruikt om inzicht te krijgen in de spreiding van beide verwerkingsmethodes (op de rechterrajstrook). In figuur 24 is per frequentie de standaarddeviatie weergegeven voor zowel het referentievak (zonder Shuttle Buggy) als het proefvak (met Shuttle Buggy). Bovendien is de gemiddelde standaarddeviatie over het gehele frequentiegebied weergegeven voor zowel het referentievak (zonder Shuttle Buggy) als het proefvak (met Shuttle Buggy).

Aan de hand van de berekende gemiddelde standaarddeviaties over het gehele frequentiegebied wordt duidelijk dat het proefvak (met Shuttle Buggy) een significant lagere spreiding laat zien dan het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Het proefvak (met Shuttle Buggy) heeft namelijk een gemiddelde standaarddeviatie van 0,44 terwijl het referentievak (zonder Shuttle Buggy) een gemiddelde standaarddeviatie van 0,78 heeft. Deze substantieel lagere gemiddelde standaarddeviatie duidt op een significante verbetering van de homogeniteit van de asfaltverharding, aangelegd met Shuttle Buggy.



Standaarddeviatie spectrale CPX-niveaus



figuur 24 – Standaarddeviatie spectrale CPX-niveaus op rechterrajstrook A35 (voor lichte motorvoertuigen bij 80 km/h)

3.2.10 SPB-meting

Voor de volledigheid is ook een SPB-meting meegenomen in het onderzoek. De SPB-meting is uitgevoerd op één locatie: op de rechterrajstrook van het proefvak (met Shuttle Buggy) ter plaatse van km 60.081. In tabel 11 zijn de bepaalde SPB-niveaus weergegeven. Voor de gedetailleerde meetdata wordt verwezen naar bijlage P. Uit tabel 11 kan worden afgeleid dat op die specifieke locatie de geluidsreductie voor lichte motorvoertuigen enigszins aan de lage kant is, terwijl de geluidsreductie voor zware motorvoertuigen juist aan de hoge kant is.

	SPB-niveau [dB(A)]	Geluidsreductie [dB(A)]	CROW publ. 200 [dB(A)]
Lichte motorvoertuigen (110 km/h)	74,5	4,8	5,8
Zware motorvoertuigen (80 km/h)	77,7	7,1	6,2

tabel 11 - SPB-niveaus en bijbehorende geluidsreductie op rechterrajstrook proefvak (met Shuttle Buggy)

De uitgevoerde SPB-meting maakt het bovendien mogelijk om de vertaalslag te maken van gemeten CPX-niveaus naar daadwerkelijke geluidsreductie (lees: SPB-niveaus). Deze exercitie is uitgevoerd voor lichte motorvoertuigen (voor zware motorvoertuigen is de betrouwbaarheid te laag) en de resultaten hiervan zijn verzameld in tabel 12. Aan de hand van deze tabel kan worden geconcludeerd dat de inzet van een Shuttle Buggy resulteert in een 0,4 à 0,8 dB(A) hogere geluidsreductie.



Rijstrook	Omschrijving	Kilometrerings	Gemiddeld CPX-niveau [dB(A)]	Geluidsreductie SPB-niveau [dB(A)]
Rechterrijstrook	Referentievak (zonder Shuttle Buggy)	59.775 – 59.975	94,2	4,6
Rechterrijstrook	Proefvak (met Shuttle Buggy)	60.050 – 60.200	93,6	5,0
Linkerrijstrook	Proefvak (met Shuttle Buggy)	60.050 – 60.225	93,2	5,4

tabel 12 – Gemiddelde CPX-niveaus (bij 80 km/h) én berekende geluidsreductie op SPB-niveau (bij 110 km/h), onderverdeeld naar referentievak en proefvak (voor lichte motorvoertuigen)

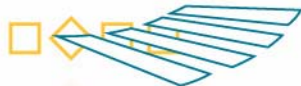
3.3 Beschouwing & interpretatie van de onderzoeksgegevens

In paragraaf 3.2 zijn de meet- en labanalysesresultaten van de verschillende metingen gerapporteerd. Indien mogelijk zijn de resultaten ook onderworpen aan een statistische analyse om inzicht te krijgen in de mate van spreiding tussen de verschillende resultaten. De belangrijkste bevindingen worden hieronder samengevat.

1. Door de inzet van een Shuttle Buggy wordt het aangevoerde asfalt eerst nog een keer goed gemengd alvorens het in de asfaltspreidmachine wordt gevoerd. De infraroodfoto's hebben overduidelijk aangetoond dat de inzet van een Shuttle Buggy daadwerkelijk tot een homogener temperatuurverloop leidt. Door deze homogenere temperatuur zal het asfalt bij een gelijkmatigere temperatuur worden verdicht. Bovendien wordt de aanwezigheid van koude asfaltbrokken, die verantwoordelijk kunnen zijn voor het voortijdig vervangen van een asfaltverharding, voorkomen. Omdat de levensduur van een asfaltverharding wordt bepaald door de zwakste schakel, zal deze homogenere asfalttemperatuur direct tot een verbetering van de levensduur leiden.
2. De inzet van de Shuttle Buggy blijkt echter ook zijn uitwerking te hebben op de absolute temperatuur van het asfalt achter de balk. De gemiddelde temperatuur van het met Shuttle Buggy geasfalteerde proefvak ligt ca. 17 à 20°C lager dan bij het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Dit verlies in asfalttemperatuur is wellicht te verklaren door de langere weg die het asfalt moet afleggen voordat het uiteindelijk door de asfaltspreidmachine kan worden gelegd. Allereerst wordt het asfalt in de hopper van de Shuttle Buggy gebracht, vervolgens in de "mengkamer" gemengd en daarna in de hopper van de asfaltspreidmachine gevoerd. Warmteverlies door contact tussen het (koude) ijzer van de Shuttle Buggy (en de inzetbakken) en het warme asfalt zal in min of meerdere mate ook plaatsvinden, al is de omvang van deze warmteoverdracht niet eenduidig vast te stellen. De lengte van het proefvak is te beperkt om hier een duidelijke uitspraak over te kunnen doen. Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat uit een nadere beschouwing van alle homogeniteitsparameters blijkt dat deze lagere temperatuur geen afbreuk doet aan de voordelen van de betere homogeniteit.

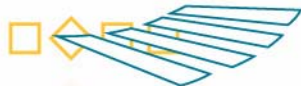


3. Om de dagelijkse praktijk goed na te kunnen bootsen zijn in het referentievak (zonder Shuttle Buggy) bewust enkele stopplaatsen ingebouwd. Boorkernonderzoek op deze specifieke stopplaatsen heeft aangetoond dat de toplaag tweelaags ZOAB ter plaatse een relatief hoog holle ruimte percentage heeft en dus minder goed is verdicht. Een logische verklaring hiervoor is de waargenomen lagere asfalttemperatuur achter de balk als gevolg van afkoeling. Het beeld van de mindere verdichting wordt versterkt door de grotere textuurdiepte (lees: MPD en RMS waarde) en de hogere akoestische absorptie.
4. De vlakheidsmetingen hebben aangetoond dat de het proefvak (met Shuttle Buggy) een significant betere langsvlakheid heeft dan het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Aangezien de beide vakken met dezelfde asfaltspreidmachine zijn aangebracht en er geen noemenswaardige verschillen in laagdikte zijn, kan deze verbetering van de langsvlakheid enkel en alleen worden toegeschreven aan de verbeterde uitvoeringsmethode (lees: de inzet van een Shuttle Buggy). Door de continue voortgangssnelheid van de spreidmachine en de afwezigheid van aanstoting tussen vrachtwagen en spreidmachine blijkt de langsvlakheid van een asfaltverharding significant te verbeteren. Omdat de langsvlakheid direct invloed heeft op de wijze waarop een voertuig zich over de weg voortbeweegt en het daarmee samenhangende krachtenspel op het wegdek, zal de bereikte verbetering in langsvlakheid ook direct tot een verbetering van levensduur leiden [B].
5. Aan de hand van de resultaten van het uitgevoerde samenstellingsonderzoek kan de voorzichtige conclusie worden getrokken dat de inzet van een Shuttle Buggy invloed heeft op de mengsel-samenstelling van de uiteindelijke asfaltverharding. Zo resulteert de inzet van een Shuttle Buggy in een iets hoger bitumenpercentage in de toplaag van het tweelaags ZOAB. Een voor de hand liggende verklaring hiervoor lijkt de extra menging te zijn. Zo resulteert het homogeen mengen van het asfalt wellicht in meer bitumen bovenin het asfalt (in vergelijking tot de conventionele methode zonder opmengen), al dient de lagere asfalttemperatuur (17 à 20°C lager door inzet Shuttle Buggy) hierbij ook in ogenschouw genomen te worden. Daarnaast is in het samenstellingsonderzoek een iets lagere steenpercentage gevonden in de toplaag van het tweelaags ZOAB, verwerkt met Shuttle Buggy. Een duidelijke verklaring hiervoor kan niet worden gegeven. Overigens wordt benadrukt dat deze constatering en én mogelijke verklaringen met grote voorzichtigheid betracht dienen te worden, daar de gebruikte onderzoeksmethode (samenstellingsonderzoek op boorkernen tweelaags ZOAB) zeer ongebruikelijk is en niet in overeenstemming is met de vigerende regelgeving. Bovendien is het uitgevoerde onderzoek zeer beperkt van omvang.
6. Op boorkernen uit zowel het referentievak (zonder Shuttle Buggy) als het proefvak (met Shuttle Buggy) is duurzaamheidsonderzoek uitgevoerd aan de hand van RSAT onderzoek. De resultaten van deze proef geven een indicatie voor de weerstand tegen wringende krachten van een asfaltmengsel. Uit deze laboratoriumproef blijkt de theorie en praktijk in deze overeen te komen. De boorkernen uit het proefvak (met Shuttle Buggy) vertonen namelijk een significant betere weerstand tegen wringende krachten dan de boorkernen uit het referentievak (zonder Shuttle Buggy). De veronderstelling dat een betere homogeniteit tot een betere duurzaamheid leidt, wordt overtuigend bevestigd door de RSAT resultaten. Aan de hand van het uitgevoerde samenstellingsonderzoek bestaat de verleiding om de aanwezigheid van relatief meer bitumen bovenin het asfaltmengsel als mogelijke verklaring aan te wijzen. Echter, het waargenomen verschil in bitumenpercentage is zo beperkt dat dit slechts als een ondergeschikte parameter voor de significant betere weerstand tegen wringende krachten wordt gezien.



7. Gedurende één vracht is de snelheid van de asfaltspredmachine (bij de conventionele verwerkingsmethode) opgevoerd van ca. 6 naar ca. 13 m/min. Door deze hogere snelheid is het de verwachting dat het oppervlak van de asfaltverharding enigszins wordt opengetrokken, maar deze verwachting wordt niet ondersteund door de gemeten textuurdiepte. Daarentegen vertonen de CPX-metingen overduidelijk een toename in het geluidsniveau, welke verklaard kan worden door het lagere holle ruimte percentage ter plaatse. Dit lagere holle ruimte percentage wordt wellicht veroorzaakt door de temperatuur van het asfalt tijdens de verdichting. Vanuit de infraroodbeelden is geconcludeerd dat de temperatuur van het asfalt achter de balk bij een hogere snelheid niet substantieel hoger is, maar daarentegen komt het asfalt -door de hogere snelheid van de asfaltspredmachine- wel eerder binnen het werkgebied van de walsen. Het vermoeden bestaat dan ook dat het asfalt bij een hogere temperatuur wordt verdicht, wat een gunstig effect heeft op de mate van verdichting (en het daarmee samenhangende holle ruimte percentage). De hogere CPX-niveaus zijn overigens ook in lijn met de resultaten van de uitgevoerde absorptiemetingen. Ter plaatse van de hogere snelheid van de asfaltspredmachine zijn namelijk de laagste absorptiewaarden gevonden en deze lage absorptiewaarden kunnen ook worden toegeschreven aan de in het boorkernonderzoek bepaalde (lokale) lagere holle ruimte percentages van de toplaag tweelaags ZOAB.

8. De CPX-metingen hebben aangetoond dat het geluidsniveau op het proefvak (met Shuttle Buggy) constanter van niveau lijkt te zijn in vergelijking tot het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Bovendien blijkt het CPX-niveau op het proefvak (met Shuttle Buggy) ca. 0,5 à 1 dB(A) lager te liggen dan op het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Met andere woorden: het tweelaags ZOAB (toplaag), dat is verwerkt met Shuttle Buggy, heeft betere geluidsreducerende eigenschappen dan het op de conventionele wijze verwerkte tweelaags ZOAB (toplaag). Indien deze geluidsreductie spectraal wordt bekeken valt op dat het proefvak (met Shuttle Buggy) -in vergelijking met het referentievak (zonder Shuttle Buggy)- een significant lagere gemiddelde standaarddeviatie heeft over het gehele frequentiegebied. Deze substantieel lagere gemiddelde standaarddeviatie duidt op een significante verbetering van de homogeniteit van de asfaltverharding, aangelegd met Shuttle Buggy. Als mogelijke verklaring wordt genoemd het hogere bitumenpercentage bovenin de toplaag en het daarmee samenhangende lagere bitumenpercentage onderin de toplaag of in het grensvlak tussen toplaag en onderlaag. Wellicht zijn de poriën van de onderlaag tweelaags ZOAB -door het relatief lagere bitumengehalte onderin het mengsel- beter toegankelijk, resulterend in betere absorberende eigenschappen van de gecombineerde laag tweelaags ZOAB.



4 Beoordeling werking methode

4.1 Vooraf gekwantificeerde doelstellingen

In het ontwerprapport [B] zijn een aantal gekwantificeerde doelstellingen geformuleerd. In deze doelstellingen wordt consequent een vergelijking gemaakt tussen de wegdekeigenschappen van het referentievak (zonder Shuttle Buggy) en van het proefvak (met Shuttle Buggy). Omdat de in het proefvak gerealiseerde resultaten worden vergeleken met de destijds geformuleerde kwantitatieve doelstellingen, worden de destijds geformuleerde doelstellingen nogmaals opgesomd:

- In vergelijking tot het referentievak (zonder Shuttle Buggy) wordt voor het proefvak (met Shuttle Buggy) een **minimaal 10% lagere standaarddeviatie** verwacht voor de parameters **variatie in asfalttemperatuur** achter de afwerkbalk én **langsvlakheid**.
- In vergelijking tot het referentievak (zonder Shuttle Buggy) wordt voor het proefvak (met Shuttle Buggy) een **minimaal 10% lagere standaarddeviatie** verwacht voor de parameters **textuurdiepte** én **CPX-niveau** tussen 315 en 630 Hz.

Bij deze kwantitatieve benadering dient opgemerkt te worden dat de genoemde 10% een enigszins discutabele doelstelling is. Deze is namelijk niet gestaafd op gegevens van andere vakken tweelaags ZOAB. Zo zijn bij de ZEBRA vakken de vlakheid en de temperatuurvariatie niet in detail bepaald. Daarnaast is de in het ontwerprapport [B] beschreven theorie over textuurdiepte en CPX-niveau gebaseerd op tweelaags ZOAB met een 2/6 gradering voor de toplaag. Het is niet bekend of deze theorie ook opgaat voor tweelaags ZOAB met een 4/8 gradering voor de toplaag.

4.2 Geschiktheid techniek voor beoogd doel

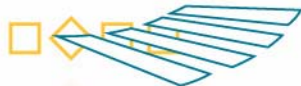
Aan de hand van de resultaten van de uitgevoerde metingen is bepaald of aan de hiervoor geformuleerde doelstellingen is voldaan. De bevindingen worden hieronder samengevat. Voor de details wordt verwezen naar de verschillende subparagrafen.

Asfalttemperatuur achter de balk

Voor de beoordeling van de asfalttemperatuur achter de balk wordt gebruik gemaakt van de infraroodfoto's en het daaruit bepaalde verloop van de asfalttemperatuur (zie subparagraaf 3.2.2). De figuren 13 en 14 en de tabel 13 laten duidelijk zien dat het asfalt aangebracht met Shuttle Buggy ca. 17 à 20°C minder warm is dan het conventioneel aangebrachte asfalt (zonder Shuttle Buggy). Daarentegen neemt de standaarddeviatie van de asfalttemperatuur substantieel af, variërend tussen 50 en 74%.

Rijstrook	Referentievak (zonder Shuttle Buggy)		Proefvak (met Shuttle Buggy)		Gemiddelde temperatuur	Standaard- deviatie
	Gemiddelde temp. [°C]	Standaard- deviatie [°C]	Gemiddelde temp. [°C]	Standaard- deviatie [°C]		
Linkerrijstrook	160,5	13,7	140,7	3,5	-12%	-74%
Rechterrijstrook	163,9	9,5	146,3	4,8	-11%	-50%

tabel 13 – Gemiddelde asfalttemperatuur en standaarddeviatie van referentievak en proefvak



Langsvlakheid

Voor de beoordeling van de langsvlakheid wordt gebruik gemaakt van de resultaten van de viagraafmetingen (zie subparagraaf 3.2.3). In deze subparagraaf is o.a. de standaarddeviatie bepaald voor achtereenvolgens het referentievak (zonder Shuttle Buggy) en het proefvak (met Shuttle Buggy) op de linker- en rechterrijstrook. De resultaten (zie tabel 14 en bijlage H) tonen overduidelijk aan dat de langsvlakheid aanzienlijk verbetert als gevolg van de inzet van een Shuttle Buggy. De standaarddeviatie neemt gemiddeld ca. 35% af.

Rijstrook	Standaarddeviatie [mm]		
	Referentievak (zonder Shuttle Buggy)	Proefvak (met Shuttle Buggy)	
Linkerrijstrook	1,326	0,876	-34%
Rechterrijstrook	1,167	0,742	-36%

tabel 14 – Standaarddeviaties in langsvlakheid van referentievak en proefvak

Textuurdiepte

In tegenstelling tot de asfalttemperatuur achter de balk en de langsvlakheid kan de verbetering van de textuurdiepte niet goed worden beoordeeld. De plannen om de textuurdiepte over de gehele lengte van het wegvak te bepalen zijn -als gevolg van de verwachte kleine verschillen- vervangen door stationaire 3D-metingen op een zevental specifieke locaties. De 3D-metingen hebben namelijk een groter onderscheidend vermogen dan de metingen die rijdend worden uitgevoerd.

In subparagraaf 3.2.6 wordt beschreven dat de gemeten MPD en RMS waarden op de specifieke locaties - met uitzondering van de extreme stopplaats- weinig variëren. De variaties tussen de textuurdieptes op zowel het referentievak als het proefvak zijn dusdanig klein dat deze niet aan de inzet van de Shuttle Buggy kan worden toegeschreven, zeker niet als rekening wordt gehouden met eventuele meeton nauwkeurigheden.

CPX-niveau

Voor de beoordeling van het CPX-niveau wordt gebruik gemaakt van de in subparagraaf 3.2.9 beschreven bevindingen. Indien de absolute CPX-niveaus van het referentievak (zonder Shuttle Buggy) en het proefvak (met Shuttle Buggy) met elkaar worden vergeleken, dan valt op dat het proefvak maar liefst een 0,5 à 1,0 dB(A) betere geluidsreductie vertoont dan het referentievak. Ook de standaarddeviatie van het proefvak is lager dan die van het referentievak. In tabel 15 zijn de gemiddelde CPX-niveaus en de standaarddeviaties weergegeven.

Rijstrook	Referentievak (zonder Shuttle Buggy)		Proefvak (met Shuttle Buggy)		Gemiddelde CPX-niveau [dB(A)]	Standaard- deviatie
	Gemiddelde CPX-niveau [dB(A)]	Standaard- deviatie [dB(A)]	Gemiddelde CPX-niveau [dB(A)]	Standaard- deviatie [dB(A)]		
Linkerrijstrook	-	-	93,2	0,21	-1,0*	-48%*
Rechterrijstrook	94,2	0,40	93,6	0,19	-0,6	-53%

tabel 15 – Gemiddeld CPX-niveau en standaarddeviatie van referentievak en proefvak

* Het gemiddelde CPX-niveau en de standaarddeviatie van het proefvak op de linkerrijstrook zijn noodgedwongen vergeleken met de resultaten van het referentievak op de rechterrijstrook. Op de linkerrijstrook zijn bij de aanleg namelijk twee stopplaatsen ingebouwd en een groot deel van dit wegvak is met een hogere snelheid aangebracht.



Indien de CPX-meetdata spectraal wordt bekeken (zie figuur 23), valt op dat het referentievak (zonder Shuttle Buggy) een significant betere geluidsreductie laat zien tussen 400 en 630 Hz, terwijl het proefvak (met Shuttle Buggy) een significant betere geluidsreductie laat zien tussen 800 en 1000 Hz. Met name het geluidsreducerende effect tussen de 400 en 630 Hz is opvallend, daar het juist de verwachting was dat de inzet van een Shuttle Buggy tot een betere homogeniteit zou leiden, die "zichtbaar" gemaakt kan worden door naar dit textuurgerelateerde frequentiegebied te kijken. De doorwerking van deze spectrale verschillen op de totale geluidsreductie leidt tot het eerder beschreven positieve effect van de Shuttle Buggy van ca. 0,5 à 1,0 dB(A).

De gemiddelde spectrale standaarddeviatie van het proefvak (met Shuttle Buggy) is substantieel lager dan die van het referentievak (zonder Shuttle Buggy). Het proefvak heeft over het gehele frequentiespectrum een gemiddelde standaarddeviatie van 0,44 dB(A), terwijl de gemiddelde standaarddeviatie van het referentievak 0,78 dB(A) is: een afname van 44%. Indien op het frequentiegebied tussen 315 en 630 Hz wordt ingezoomd, zoals beschreven in de kwantitatieve doelstelling, blijkt de gemiddelde spectrale standaarddeviatie van het proefvak 0,62 dB(A) te zijn tegenover 1,01 dB(A) voor het referentievak: een afname van 39%.

Conclusie

Aan de hand van de hiervoor wegdekeigenschappen en hun prestaties ten opzichte van de gekwantificeerde doelstellingen kan worden geconcludeerd dat de doelstellingen ruimschoots zijn bereikt. Sterker nog: de waargenomen prestaties hebben de gekwantificeerde doelstellingen zelfs overtroffen.

4.3 Kosteneffectiviteit op HWN-netwerkniveau

Levensduur

Eén van de belangrijkste conclusies uit het onderhavige onderzoek is de meerwaarde die een Shuttle Buggy heeft op de homogeniteit van de aangelegde asfaltverharding. Of de bereikte verbetering van homogeniteit uiteindelijk ook zal resulteren in een verbetering van de levensduur van de asfaltverharding zal de tijd moeten leren, maar er zijn voldoende argumenten om dit te verwachten.

In het ontwerprapport [B] is een Amerikaans onderzoek beschreven waarin het effect van de initiële vlakheid op de levensduur is bepaald. Een verbetering van de vlakheid van 25% resulteert in een minimale toename van de levensduur van 9%, terwijl een verbetering van 50% resulteert in een minimale toename van de levensduur van 15%. Ondanks het feit dat dit onderzoek is uitgevoerd op dichte deklaagmengsels kan deze lijn ook minimaal van toepassing worden geacht voor open deklaagmengsels, zoals (tweelaags) ZOAB. Reden hiervoor is het feit dat de dynamische krachten, die ten gevolge van de aanwezige onvlakheden door het verkeer worden geproduceerd, even groot zullen zijn, maar waarschijnlijk meer schade zullen aanrichten. Open deklaagmengsels zijn namelijk minder duurzaam dan dichte deklaagmengsels. Bovendien is rafeling het maatgevende schademechanisme voor open deklaagmengsels; een schademechanisme dat direct wordt aangesproken door de optredende mechanische verkeersbelasting. Indien het Amerikaanse onderzoek ook voor open deklaagmengsels van toepassing wordt verklaard resulteert de bereikte verbetering van de langsvlakheid van 35% (standaarddeviatie) op grond van dit aspect in een minimale toename van de levensduur van ca. 12%.

Naast de langsvlakheid van de asfaltverharding heeft de (homogeniteit in) temperatuur van het asfalt ook een belangrijk effect op de levensduur van de uiteindelijke asfaltverharding. Verschillen in temperatuur resulteren in verschillen in verdichting en uiteindelijk tot verschillen in levensduur. In het ontwerprapport [B] zijn enkele



buitenlandse onderzoeken beschreven, die een relatie aantonen tussen aanwezige temperatuurverschillen bij aanleg, de verdichting én de uiteindelijke levensduur. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen dat koude plekken -voor onderlaagmengsels- direct leiden tot een hoger holle ruimte percentage en een kortere levensduur. Voor onderlaagmengsels met een gemiddeld holle ruimte percentage van 7% geldt dat voor iedere procent meer holle ruimte een 10% kortere levensduur mag worden verwacht. Bij een toename van meer dan 2% holle ruimte, die wordt bereikt bij temperatuurverschillen van meer dan 14°C, betekent dit dus een afname van de levensduur van maar liefst 20%. Deze relatie is bepaald voor onderlaagmengsels, maar voor steenskeletmengsels mag eigenlijk een nog grotere invloed worden verwacht, als gevolg van de relatief grotere invloed van verdichting op het eindresultaat. Uitgaande van deze wetenschap én de in dit onderzoek bereikte verbetering van de homogeniteit van de asfalttemperatuur achter de balk van ca. 50 à 75% (standaarddeviatie) mag ook een verbetering van de levensduur worden verwacht. Het feit dat het asfalt, bij inzet van een Shuttle Buggy, met een ca. 17 à 20°C lagere temperatuur wordt verdicht lijkt deze verwachte toename in eerste instantie tegen te spreken, maar de onderzochte boorkernen laten geen substantieel verschil in verdichting zien. Bovendien lijkt de lagere temperatuur bij verdichten geen nadelige invloed te hebben op de vorm van de hechtbruggen en de daarmee samenhangende weerstand tegen rafeling. Sterker nog: het uitgevoerde RSAT onderzoek laat voor het met Shuttle Buggy verwerkte tweelaags ZOAB juist een duidelijke toename van de weerstand tegen wringende krachten zien. De RSAT proef laat voor extreem koude plekken (zonder Shuttle Buggy, op een reguliere stopplaats) 4x zoveel schade en voor de conventionele verwerking (zonder Shuttle Buggy, normale snelheid) 2x zoveel schade zien in vergelijking tot de verbeterde verwerking (met Shuttle Buggy, normale snelheid). Ter plaatse van een stopplaats zou op grond hiervan minstens een verdubbeling van de levensduur verwacht mogen worden. Over een geheel wegvak genomen zal dit echter minder zijn, temeer daar de RSAT proef geen effecten van veroudering meeneemt. Een voorzichtige aanname is daarom dat het vak aangebracht met Shuttle Buggy op grond van dit aspect ca. 15% langer meegaat. Kortom: het lijkt realistisch om -als gevolg van de verbeterde homogeniteit in asfalttemperatuur én het uitblijven van koude plekken- een significante toename van de levensduur te verwachten.

Geluidsreductie

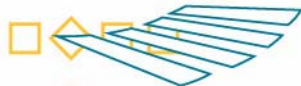
Naast deze verbeteringen in levensduur heeft de inzet van een Shuttle Buggy nog twee grote voordelen. Uit het onderhavige onderzoek is namelijk gebleken dat tweelaags ZOAB dat is aangebracht met Shuttle Buggy een ca. 0,5 à 1,0 dB(A) grotere geluidsreductie vertoont heeft dan tweelaags ZOAB dat conventioneel is aangebracht (zonder Shuttle Buggy).

Snelheid van asfalteren

Daarnaast heeft de Shuttle Buggy de positieve eigenschap dat de spreidmachines, die door de Shuttle Buggy worden gevoed, zich continue kunnen blijven voortbewegen. Ze hoeven niet meer te stoppen voor de wisseling van vracht. Door deze continue voortgangssnelheid neemt de totale snelheid van asfalteren toe. In het onderhavige onderzoek is een snelheidsverbetering overigens niet bereikt, maar dat was binnen het huidige onderzoek ook absoluut geen doelstelling. Bovendien is het maar de vraag of er echte tijdswinst kan worden geboekt op een wegvak van slechts 250 m¹ in combinatie met de geringe laagdikte (en het daarmee samenhangende beperkte aantal wisselingen van vracht). Bij een grotere wegvaklengte en een grotere laagdikte (bijvoorbeeld bij ZOAB 0/16) zal er relatief vaker van vracht gewisseld moeten worden en zal de tijdswinst ook aanzienlijk kunnen zijn.

Meerkosten

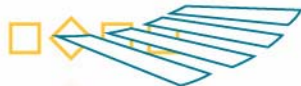
De inzet van een Shuttle Buggy brengt bij voldoende grote wegvakken geen noemenswaardige meerkosten met zich mee. Enerzijds resulteert de Shuttle Buggy in de inzet van extra materieel. Transport, afschrijving en bemanning van dit extra stuk materieel werken kostprijsverhogend. Anderzijds resulteert de inzet van een Shuttle Buggy in een hogere productiesnelheid. De extra kosten als gevolg van de inzet van een de Shuttle Buggy kunnen bij voldoende grote wegvakken -in grote lijnen- worden weggestreept tegen de besparing in



uitvoeringskosten door de kortere uitvoeringstijd. Bij korte wegvakken en nachtwerk (lees: een beperkt aantal werkbare uren) brengt de inzet van een Shuttle Buggy wel meerkosten met zich mee, al gaat dat wel gepaard met een verwachte langere levensduur. De eventuele meerkosten lijken zodoende goed gerechtvaardigd te kunnen worden.

Conclusie

Uitgaande van de buitenlandse onderzoeken en de in dit onderhavige onderzoek bereikte resultaten lijkt de inzet van een Shuttle Buggy te leiden tot een toename van de civieltechnische levensduur van maar liefst ca. 25%. Als hierbij de verbetering van de geluidsreducerende eigenschappen en de potentiële snellere uitvoeringstijd worden opgeteld kan niet anders worden geconcludeerd dat de Shuttle Buggy een buitengewoon positieve bijdrage kan leveren aan de kwaliteit en beschikbaarheid van het Nederlandse wegennet. En het feit dat er -bij voldoende grote wegvakken- geen noemenswaardige meerkosten aan de inzet van een Shuttle Buggy zijn verbonden, maakt de Shuttle Buggy nog idealer. Er kan niet anders worden geconcludeerd dan dat de Shuttle Buggy een buitengewoon hoge kosteneffectiviteit heeft, helemaal op het Nederlandse hoofdwegennet waar beschikbaarheid en geluidsreductie een steeds grotere rol spelen.



5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Aan de hand van de uitgevoerde metingen kan worden geconcludeerd dat de inzet van een Shuttle Buggy bij de aanleg van tweelaags ZOAB resulteert in een betere langsvlakheid en betere geluidsreducerende eigenschappen. Naast een absolute verbetering is er ook sprake van een afname van de standaarddeviaties en daarmee van een toename van de homogeniteit.

Door het opmengen van het asfalt, voordat het door de spreidmachine wordt gelegd, ontstaat er ook een homogenere temperatuur van het asfalt achter de balk. Naast de afname van de standaarddeviatie neemt de absolute waarde van de asfalttemperatuur echter ook af. Er vindt temperatuurverlies plaats, wellicht door de langere weg die het asfalt moet afleggen voordat het de spreidmachine verlaat. Ondanks deze lagere temperatuur blijkt dit op voorhand geen nadelige consequenties voor de levensduur te hebben. Laboratoriumonderzoek heeft aangetoond dat de inzet van een Shuttle Buggy zelfs leidt tot een betere weerstand tegen wringende krachten. Deze waargenomen verbetering wordt gesteund door de in de ontwerpfase [B] uitgevoerde literatuurstudie. Aan de hand van deze literatuurstudie én de in dit rapport beschreven resultaten lijkt het aannemelijk om een verbetering van de levensduur te verwachten van ca. 25%.

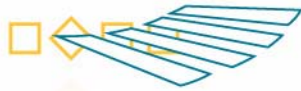
Uit het onderzoek is verder naar voren gekomen dat discontinuïteiten in de vorm van stopplaatsen en/of snelheidsveranderingen een nadelig effect hebben op duurzaamheid, langsvlakheid, geluidsreductie of een combinatie van deze drie.

Naast de kwalitatieve voordelen heeft de Shuttle Buggy ook nog een uitvoeringstechnisch voordeel. Doordat de spreidmachines niet langer hoeven te stoppen om van vracht te wisselen kan het asfalteren met continue snelheid plaatsvinden, resulterend in een kortere uitvoeringstijd. Binnen dit proefproject is geen kortere uitvoeringstijd bereikt, maar daarvoor was de laagdikte te beperkt en het wegvak te kort. Hierbij wordt benadrukt dat het bereiken van een kortere uitvoeringstijd overigens ook absoluut geen doelstelling was binnen dit proefproject. Indien de lengte van het wegvak toeneemt en/of dikkere onderlaagmengsels worden aangebracht, zal er zeker sprake zijn van een kortere uitvoeringstijd.

De eerder beschreven substantiële levensduurverbetering (ca. 25%) en de kortere uitvoeringstijd maakt de inzet van een Shuttle Buggy meer dan gerechtvaardigd én kosteneffectief.

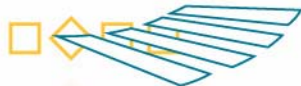
5.2 Aanbevelingen

In het huidige onderzoek is aan de hand van initiële eigenschappen een uitspraak gedaan over de homogeniteit en daarmee van de levensduur van de verharding. Omdat theorie (lees: laboratoriumonderzoek en literatuurstudies) en praktijk doorgaans niet altijd op één lijn zitten, verdient het aanbeveling om het huidige proefvak op de A35 te blijven monitoren. Het uiteindelijke doel van de inzet van een Shuttle Buggy is namelijk tweeledig: een homogenere (lees: betere) eindkwaliteit en een kortere uitvoeringstijd. Om de betere eindkwaliteit daadwerkelijk in de praktijk aan te kunnen tonen is het van groot belang om het proefvak periodiek te blijven monitoren, waarbij het ontstaan van rafeling op voorhand als belangrijkste schademechanisme wordt gezien.



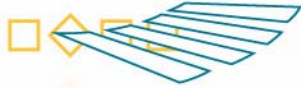
Om de meerwaarde van een Shuttle Buggy ten aanzien van de kortere uitvoeringstijd aan te kunnen tonen verdient het aanbeveling om een proefvak aan te leggen met een grotere lengte en/of met toepassing van grotere laagdiktes (bijvoorbeeld bij ZOAB 0/16). Voor een eerlijke vergelijking moet de hierdoor te bereiken tijdswinst worden afgezet tegen de totale uitvoeringstijd, dus inclusief verkeersafzettingen, frezen en markeren.

Omdat de inzet van een Shuttle Buggy binnen dit project leidt tot een onverwachte afname van de asfalttemperatuur achter de balk, verdient deze waarneming en de daarmee samenhangende gevolgen nader onderzoek. Wellicht is het een optie om de Shuttle Buggy beter te isoleren of om de "mengkamer" of de "invoer" van de Shuttle Buggy te verwarmen. Naast deze materieeltechnische aanpassingen kan wellicht ook worden volstaan met een aanpassing van de walsinzet en walsregime. Hierbij dient overigens benadrukt te worden dat er vooralsnog geen enkele reden is om te twijfelen aan de eindkwaliteit van het aangelegde asfalt. Sterker nog: ondanks de lagere asfalttemperatuur vertoont het tweelaags ZOAB, aangelegd met Shuttle Buggy, een betere duurzaamheid tegen wringende krachten (lees: rafeling).



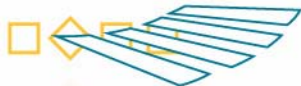
Literatuur

- [A] Van Beers, P.J.J.M. (Heijmans), Inzending ideefase perceel 3, Verbetering homogeniteit door inzet Shuttle Buggy, 2006.
- [B] Van Beers, P.J.J.M. (Heijmans), Mangnus, S. (Van Kleef), Eindrapport ontwerpfase perceel 3, rapport DWW-2006-084, 2006
- [C] Hol, F. (KOAC-NPC), Resultaten viagraafmetingen op RW35 (proefvak 1), mei 2007.
- [D] Ganzeveld, K.F.M. (Ganzeveld Advies), Bakker, H.C. (Adviesbureau Bakker), Ontmenging ZOAB ontrafeld, Eindrapport CROW werkgroep Ontmenging ZOAB (B23), CROW, rapport 04-02, 2004.
- [E] Eijssen, M.L.J., Klarenaar, W.H.M. (Intron), Zwart Mozaïek, Evaluatie van bestaande kennis en kennisleemten als basis voor de levensduurverbetering van 2-laags ZOAB, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, 2006.



Bijlage A Geplande verwerkingspatronen toplaag
tweelaags ZOAB per rijstrook





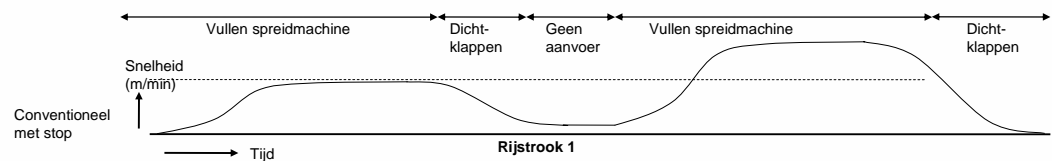
Conventionele asfaltverwerking

Locatie: A35 (Hengelo – Enschede) tussen km. 59.750 en km. 60.000

Verwerkingspatroon A: het patroon met een sterk wisselende aanvoer van asfalt waarbij op het ene moment nauwelijks asfalt aanwezig is en op een ander moment een grote bulk aan asfalt op het project aanwezig is.

Er wordt verwerkt met een constante snelheid van 6 m/min. Bij het wisselen van de vrachtwagens valt de snelheid terug van 6 m/min naar 0,5 m/min. Omdat er een grote bulk asfalt op het project aanwezig is, versnelt de verwerking naar ca. 12 m/min. Het walsspatroon wordt hierop aangepast door op eerste gedeelte een normale walssnelheid aan te houden en op het tweede gedeelte aanzienlijk sneller te rijden. Dit verwerkingspatroon wordt op de redresseerstrook en de linkerrijstrook uitgevoerd.

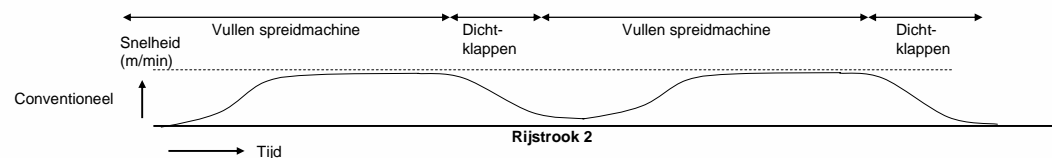
Verwerkingspatroon A (redresseerstrook en linkerrijstrook)

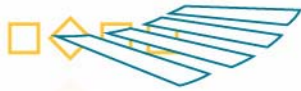


Verwerkingspatroon B: het patroon met een normale asfaltaanvoer en een normaal verwerkingspatroon.

Er wordt verwerkt met een constante snelheid van 6 m/min. Bij het wisselen van de vrachtwagens valt de snelheid terug van 6 m/min naar 0,5 m/min, waarna de verwerking weer versnelt naar 6 m/min. Het walsspatroon wordt hierop aangepast door op die gedeelten langzamer te rijden en meer van baan te wisselen. Dit verwerkingspatroon wordt op de rechterrijstrook (R2) uitgevoerd.

Verwerkingspatroon B (rechterrijstrook)

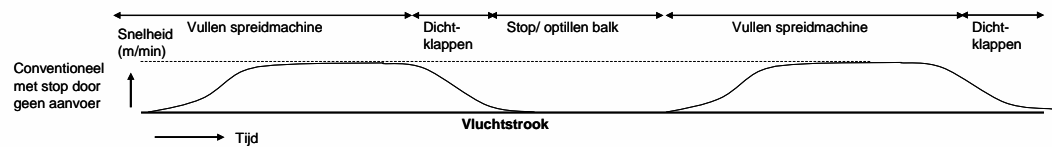


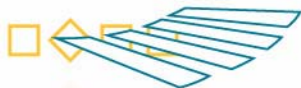


Verwerkingspatroon C: het patroon met een zeer slechte aanvoer van asfalt en een stilvallende asfaltverwerking.

Er wordt verwerkt met een constante snelheid van 6 m/min. Op een zeker moment is er geen asfaltaanvoer en wordt de snelheid bij het laatste gedeelte van de vracht ernstig afgezwakt. De voor de spreidmachine staande vrachtwagen is leeg en vertrekt. Men probeert tijd te rekken door zeer langzaam te gaan rijden, waarna men uiteindelijk stil valt omdat er nog steeds geen asfaltaanvoer is over een periode van ca. 20 min. Eindelijk arriveert het asfalt en start de asfaltverwerking zonder de balk op te nemen. Men gaat terug naar de normale verwerkingssnelheid van 6 m/min. Het walspatroon is hier niet of nauwelijks op aan te passen en de walsen zullen dus bepaalde perioden van het warme asfalt af moeten. Dit verwerkingspatroon wordt op de vluchtstrook (VS) uitgevoerd en een tweetal keren herhaald.

Verwerkingspatroon C (vluchtstrook)





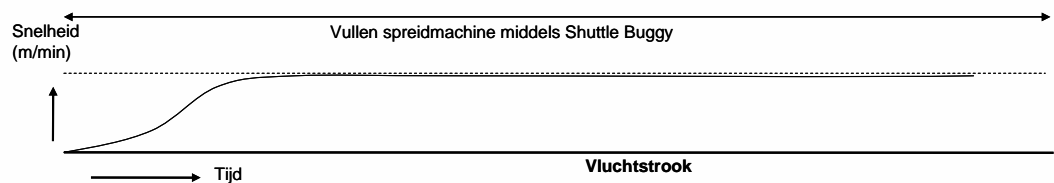
Asfaltverwerking met Shuttle Buggy

Locatie: A35 (Hengelo – Enschede) tussen km. 60.000 en km. 60.250

Verwerkingspatroon D: continue verwerking, één rijstrook breed

Verwerkingspatroon waarbij gebruikt wordt gemaakt van de Shuttle Buggy met één asfaltspreidmachine (spreidmachine A) voor de redresseerstrook en de linkerrijstrook. De verwerking vindt plaats met een continue verwerkingssnelheid van 6 m/min., wat ook geldt voor het walspatroon. Het asfaltmengsel is gelijkmatig van temperatuur door het continue proces en het opmengen in de Shuttle Buggy.

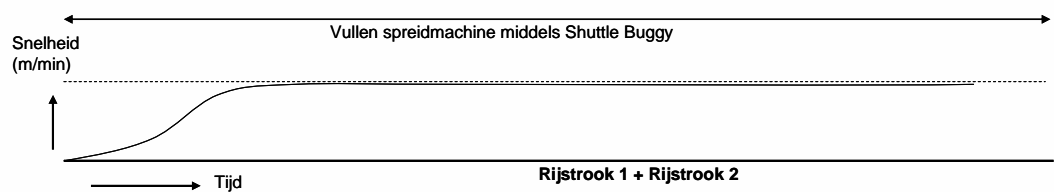
Verwerkingspatroon D (redresseerstrook en linkerrijstrook)

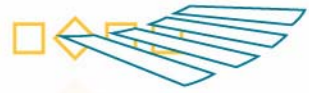


Verwerkingspatroon E: continue verwerking, twee rijstroken breed (gestaffeld)

Verwerkingspatroon waarbij gebruikt wordt gemaakt van de Shuttle Buggy met twee asfaltspreidmachines (spreidmachine A en B) voor de rechterrijstrook en vluchtstrook. De verwerking vindt plaats met een continue verwerkingssnelheid van 6 m/min., wat ook geldt voor het walspatroon. Het asfaltmengsel is gelijkmatig van temperatuur door het continue proces en het opmengen in de Shuttle Buggy.

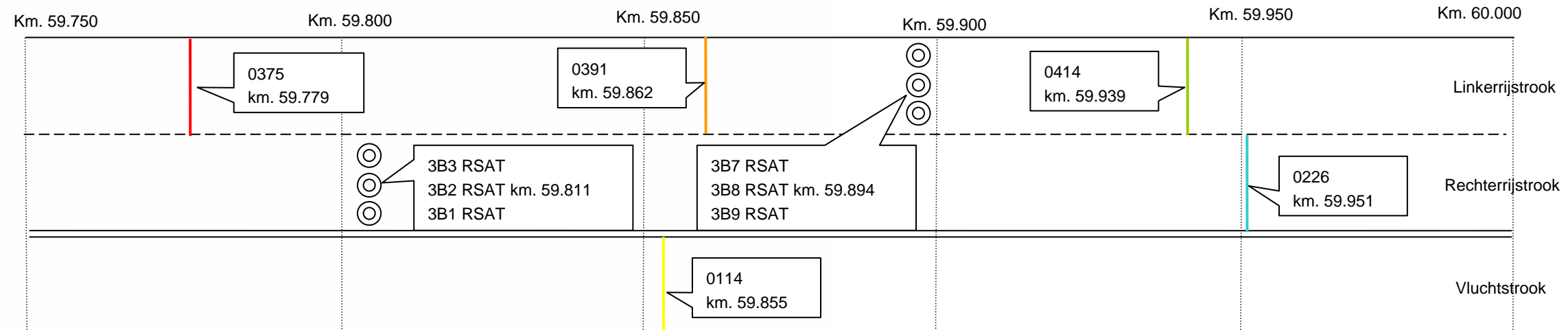
Verwerkingspatroon E (rechterrijstrook en vluchtstrook)





Bijlage B Onderzoekslocaties

Referentievak (zonder Shuttle Buggy)



0375 km. 59.779

Korte stop linkerrijstrook conventioneel

7 boorkernen in orgelboring
 CPX meting linkerrijstrook
 Textuurmeting over dwarsprofiel
 Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Akoestische impedantie op 3 boorkernen

0391 km. 59.862

Hoge snelheid linkerrijstrook conventioneel

7 boorkernen in orgelboring
 CPX meting linkerrijstrook
 Textuurmeting over dwarsprofiel
 Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Akoestische impedantie op 3 boorkernen

0414 km. 59.939

Normale snelheid linkerrijstrook conventioneel

7 boorkernen in orgelboring
 CPX meting linkerrijstrook
 Textuurmeting over dwarsprofiel
 Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Akoestische impedantie op 3 boorkernen

0114 km. 59.855

Lange stop vluchtstrook conventioneel

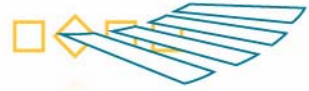
7 boorkernen in orgelboring
 Textuurmeting over dwarsprofiel
 Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Spotmethode, linker rijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Akoestische impedantie op 3 boorkernen

0226 km. 59.951

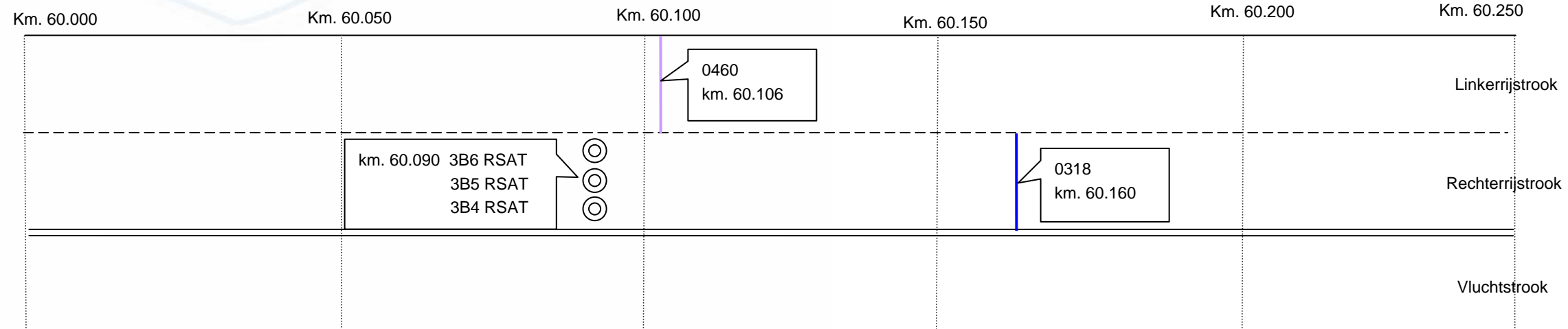
Normale snelheid rechterrijstrook conventioneel

7 boorkernen in orgelboring
 CPX meting rechterrijstrook
 Textuurmeting over dwarsprofiel
 Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
 Akoestische impedantie op 3 boorkernen





Proefvak (met Shuttle Buggy)



0460 km. 60.106

Linkerrijstrook Shuttle Buggy

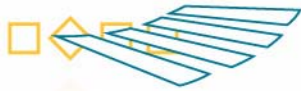
- 7 boorkernen in orgelboring
- CPX meting linkerrijstrook
- Textuurmeting over dwarsprofiel
- Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
- Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
- Akoestische impedantie op 3 boorkernen

0318 km. 60.160

Rechterrijstrook Shuttle Buggy

- 7 boorkernen in orgelboring
- CPX meting rechterrijstrook
- Textuurmeting over dwarsprofiel
- Vrije veldmethode, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
- Spotmethode, linkerrijspoor, tussen rijsporen in, rechterrijspoor
- Akoestische impedantie op 3 boorkernen

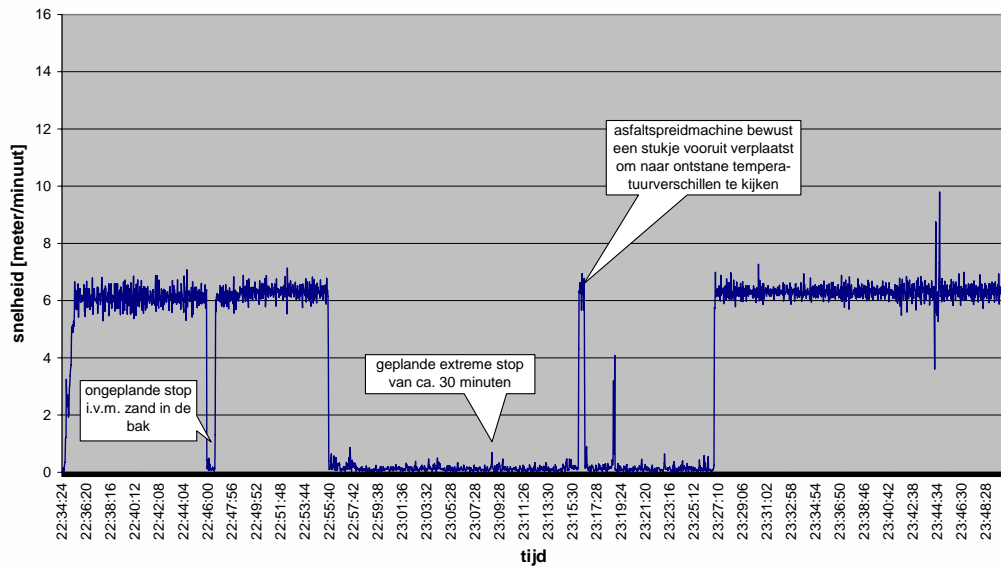




Bijlage C Snelheid van asfaltspreidmachine

Vluchtstrook conventioneel

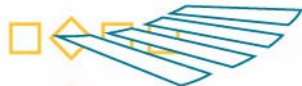
Snelheid spreidmachine vluchtstrook conventioneel



Vluchtstrook met Shuttle Buggy

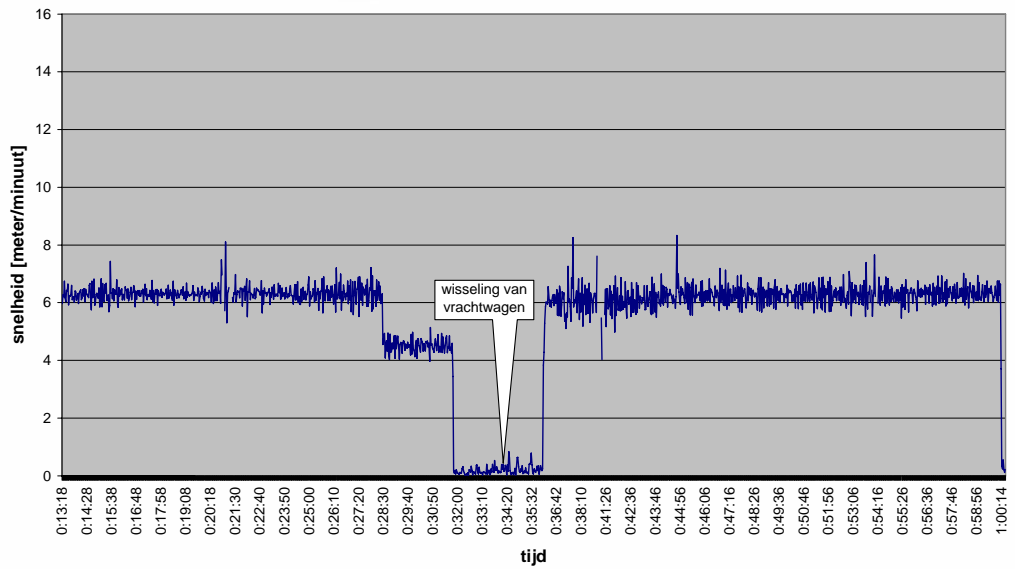
Ter plaatse van de vluchtstrook is het Shuttle Buggy proefvak gedraaid met een tweede asfaltspreidmachine (B). Omdat op deze asfaltspreidmachine geen GPS ontvanger is gemonteerd, is de exacte locatie én de daaruit af te leiden snelheid van de spreidmachine niet bepaald.





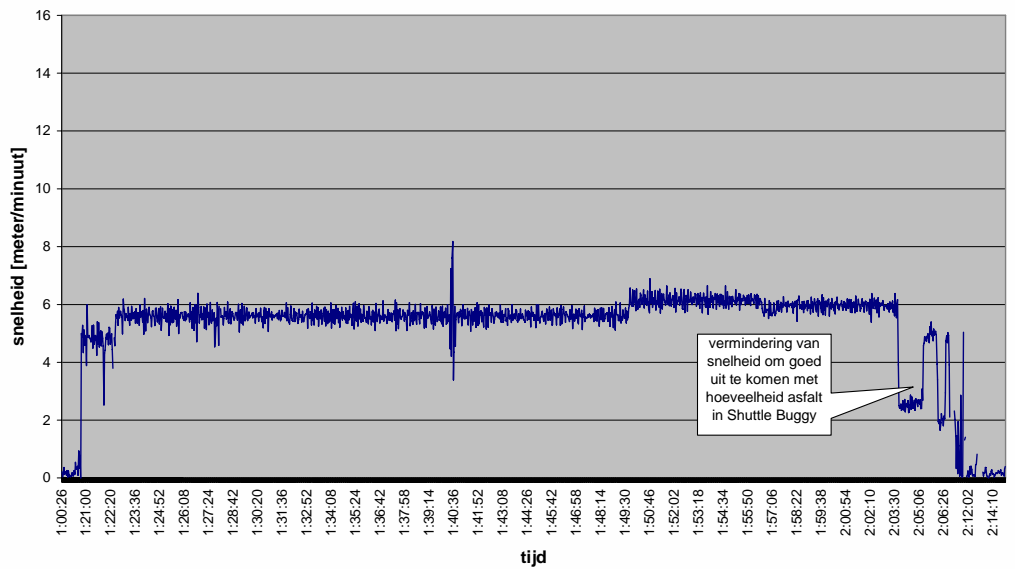
Rechterijstrook conventioneel

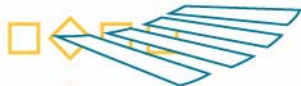
Snelheid spreidmachine rechterijstrook conventioneel



Rechterijstrook met Shuttle Buggy

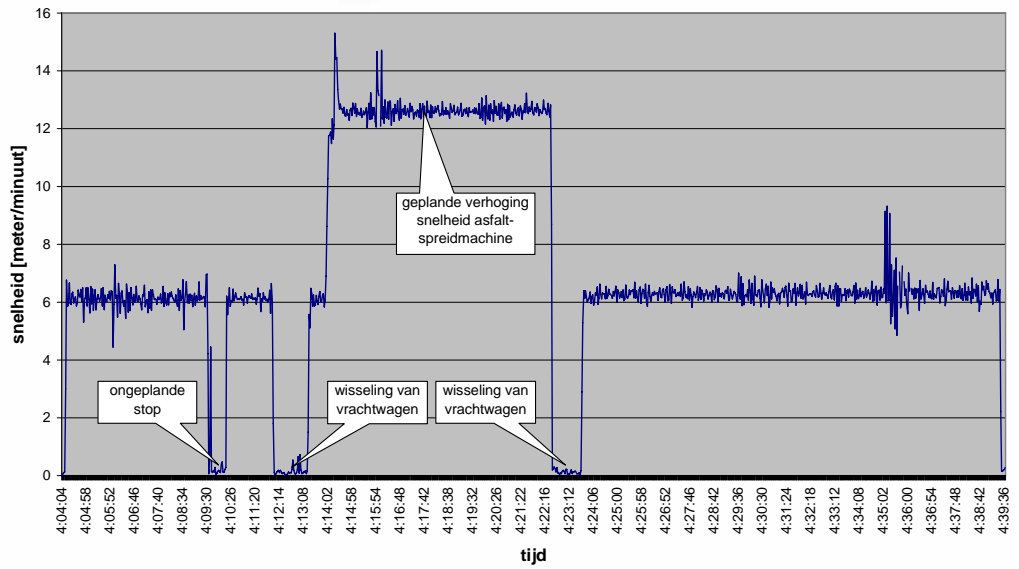
Snelheid spreidmachine rechterijstrook Shuttle Buggy





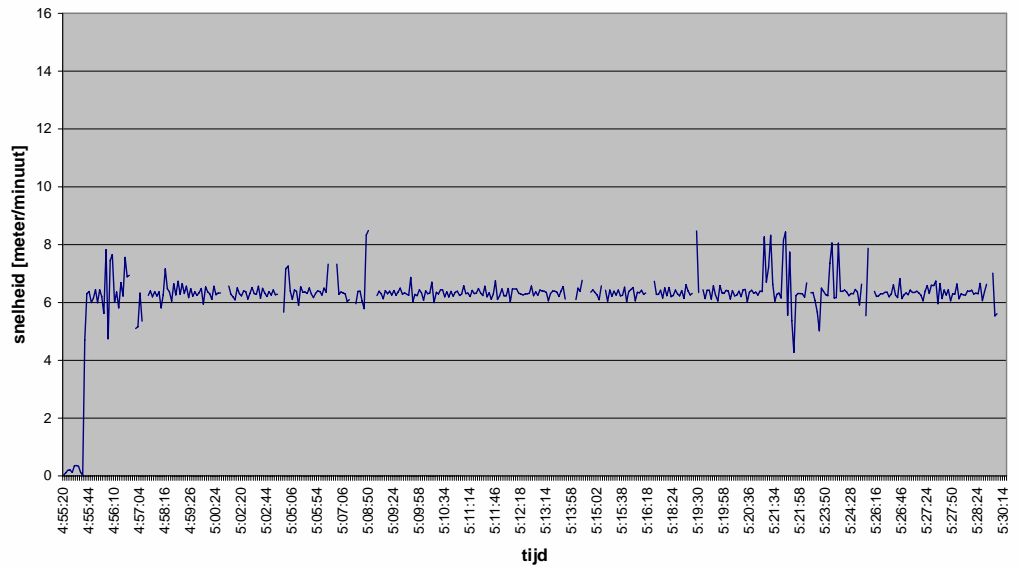
Linkerrijstrook conventioneel

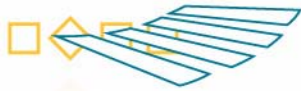
Snelheid spreidmachine linkerrijstrook conventioneel



Linkerrijstrook met Shuttle Buggy

Snelheid spreidmachine linkerrijstrook Shuttle Buggy

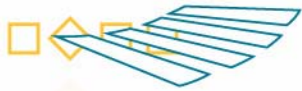




Bijlage D Infraroodfoto's

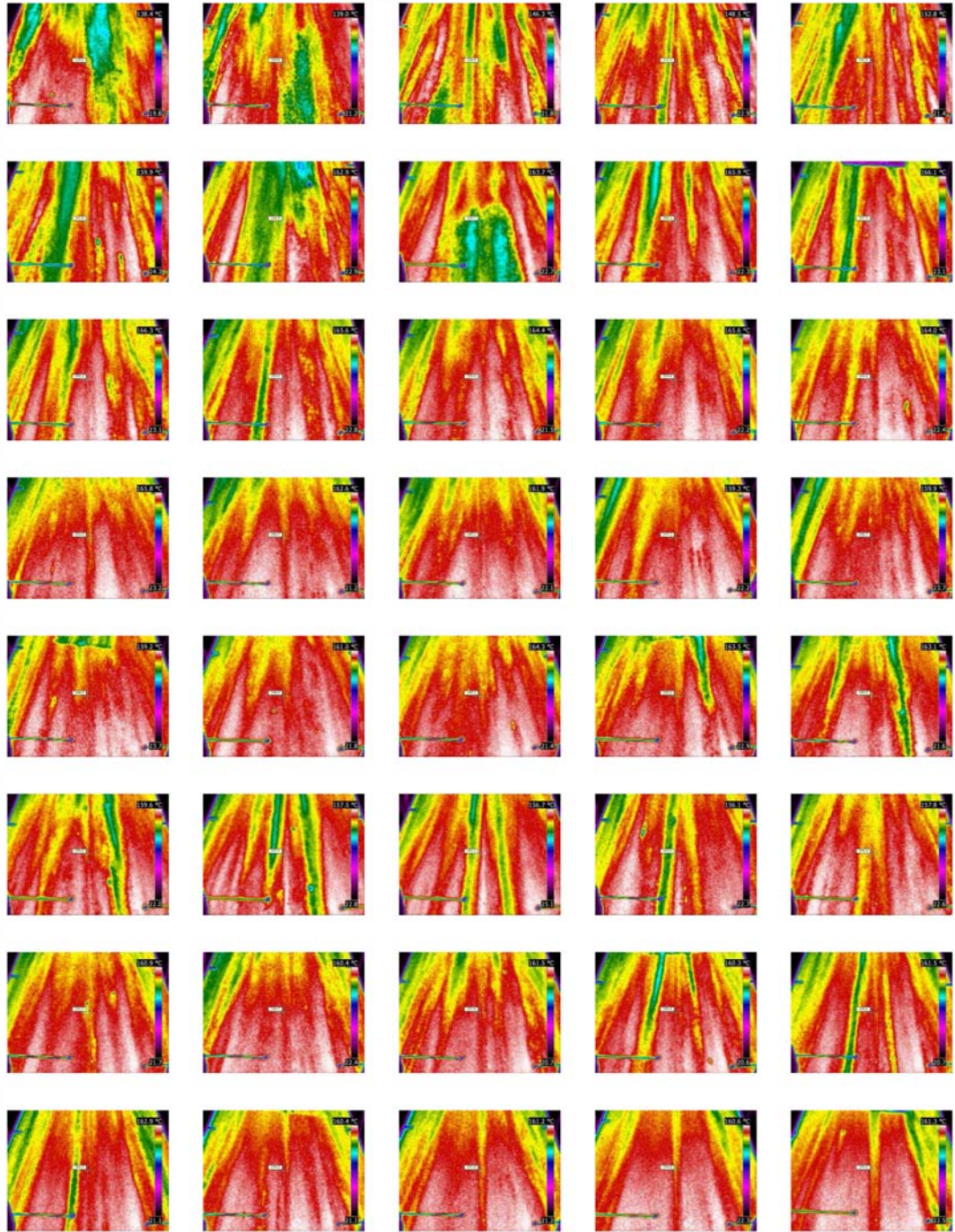
Op de volgende pagina's wordt een overzicht gegeven van de gemaakte infraroodfoto's, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar de verschillende wegvakken en toegepaste verwerkingspatronen (zoals beschreven in bijlage A).

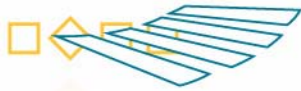




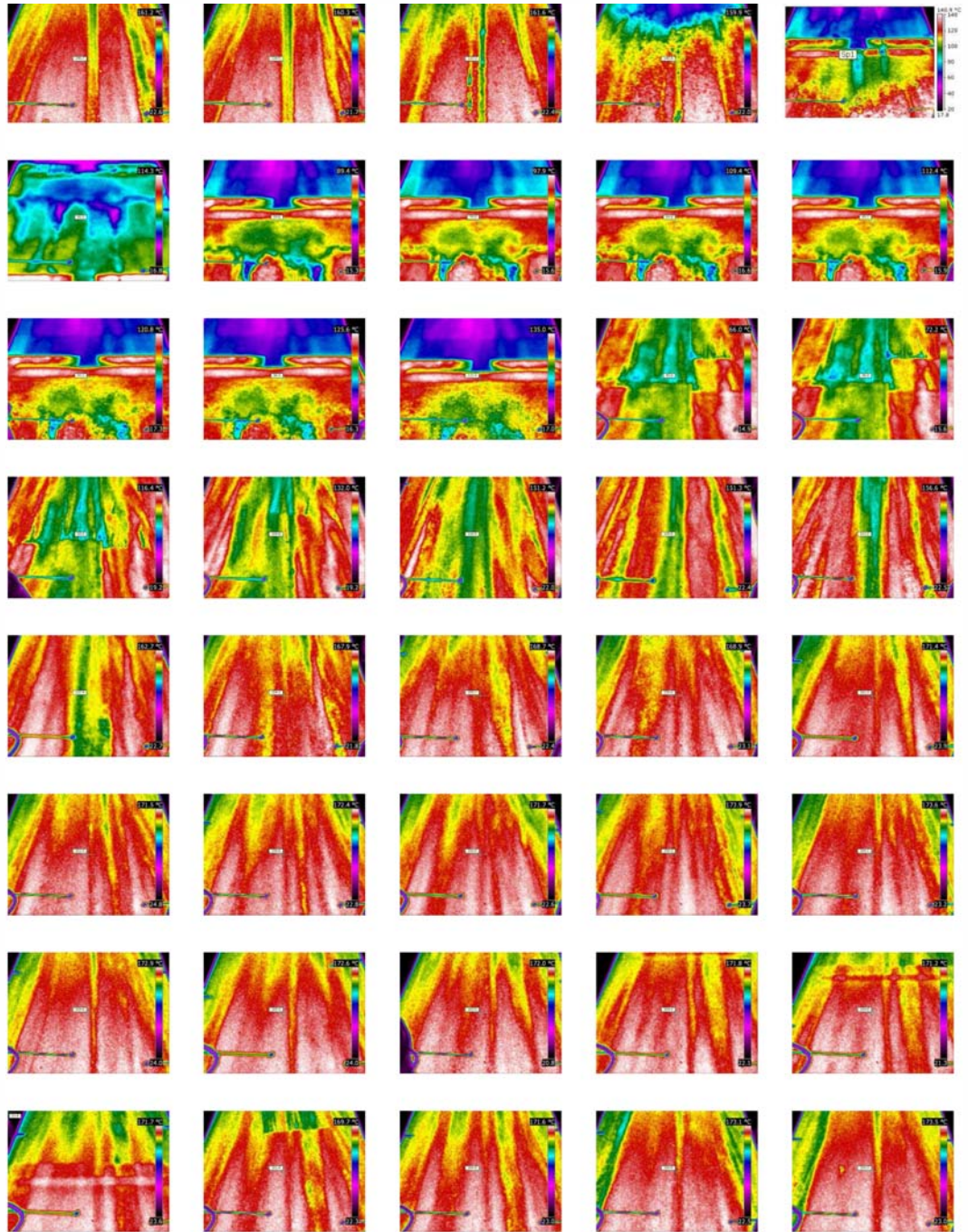
Vluchtstrook conventioneel

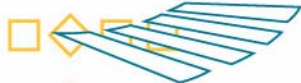
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



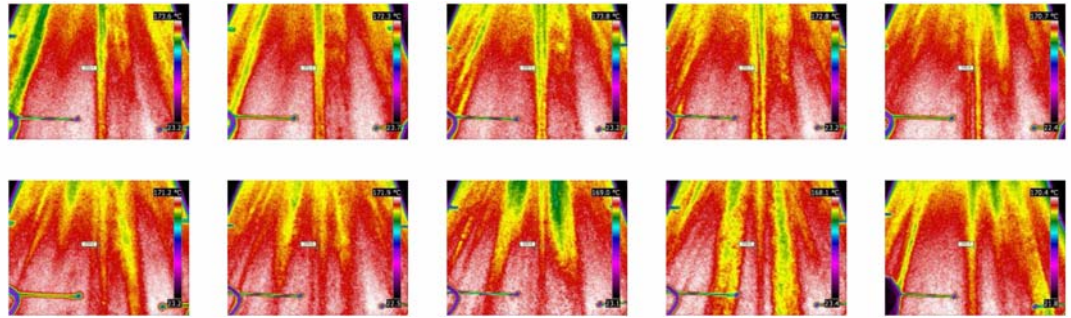


Vluchtstrook conventioneel (vervolg)



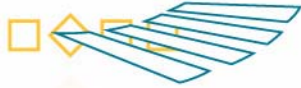


Vluchtstrook conventioneel (vervolg)

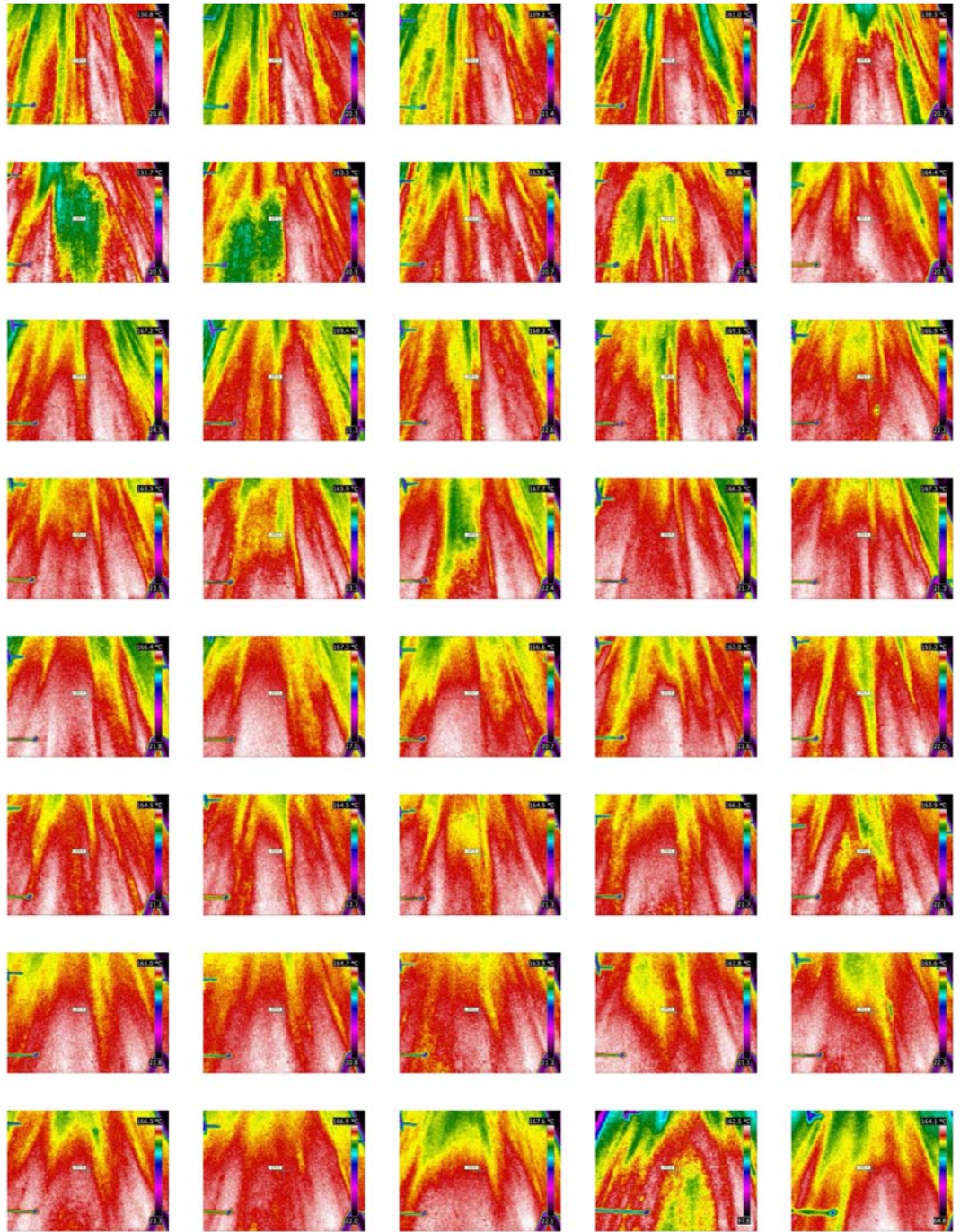


t
r
o
p
e
r



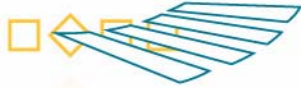


Rechterrijstrook conventioneel

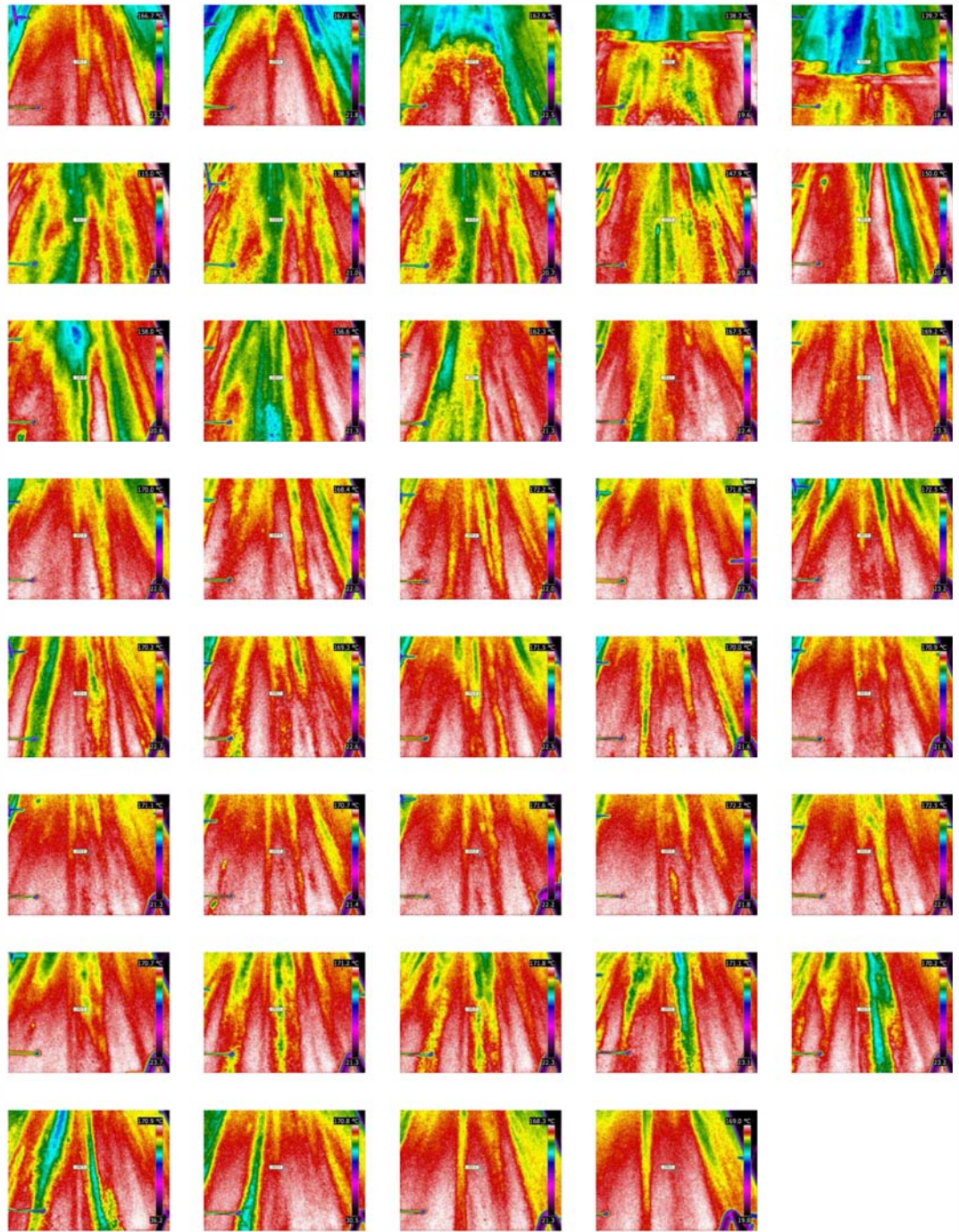


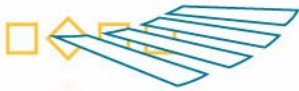
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10





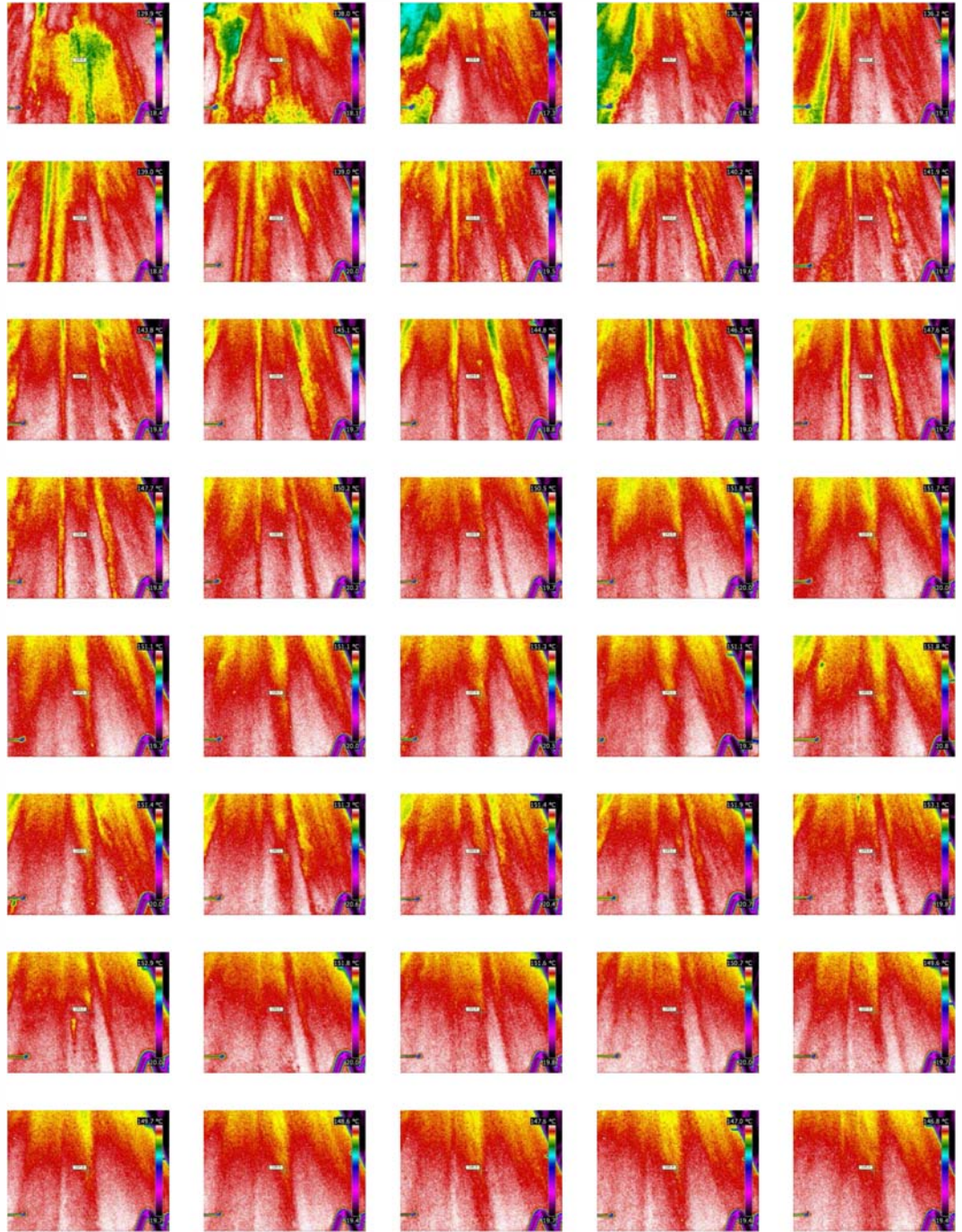
Rechterrijstrook conventioneel (vervolg)

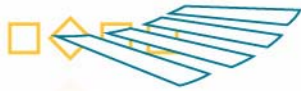




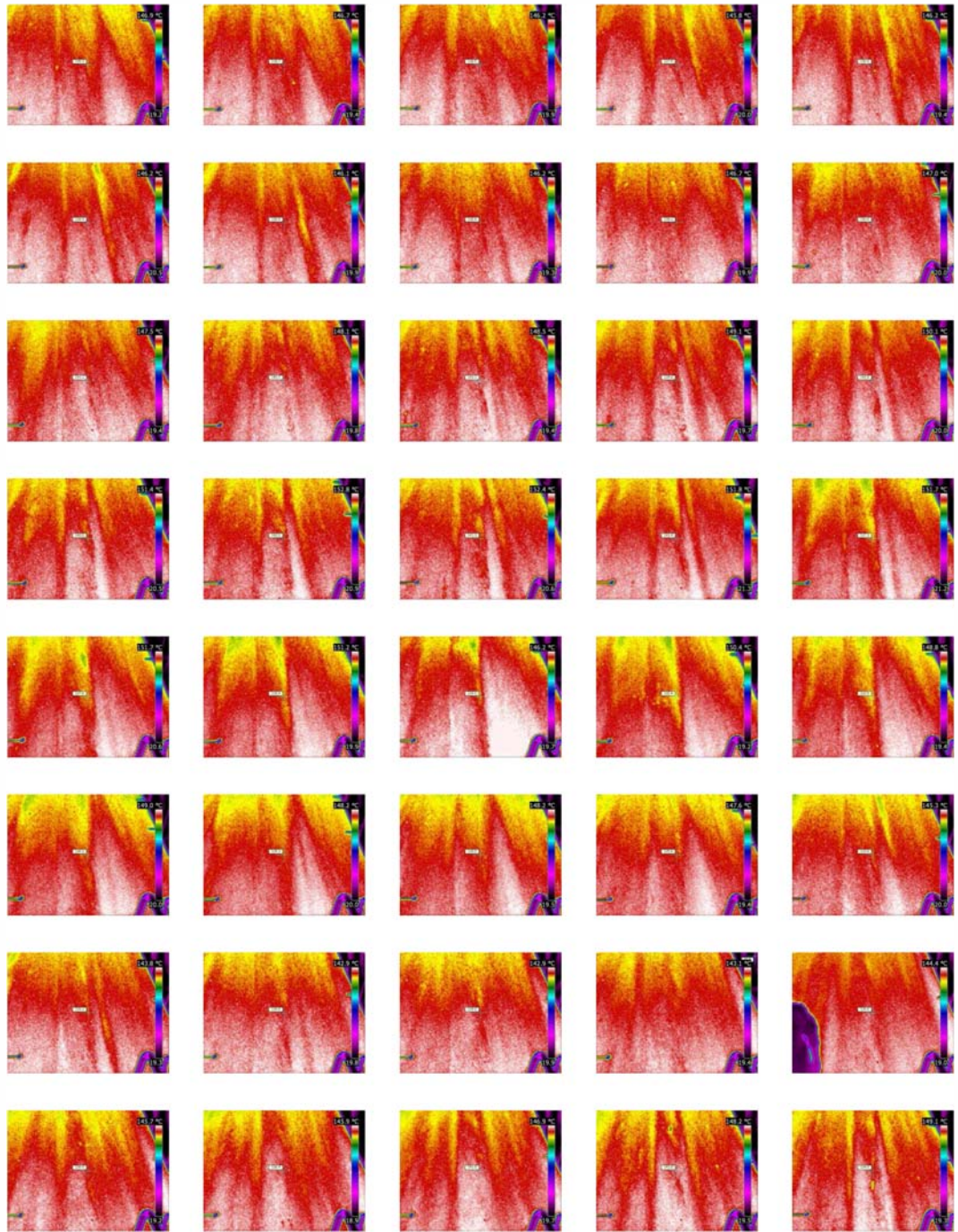
Rechterrijstrook Shuttle Buggy

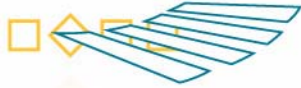
1
2
3
4
5
6
7
8
9



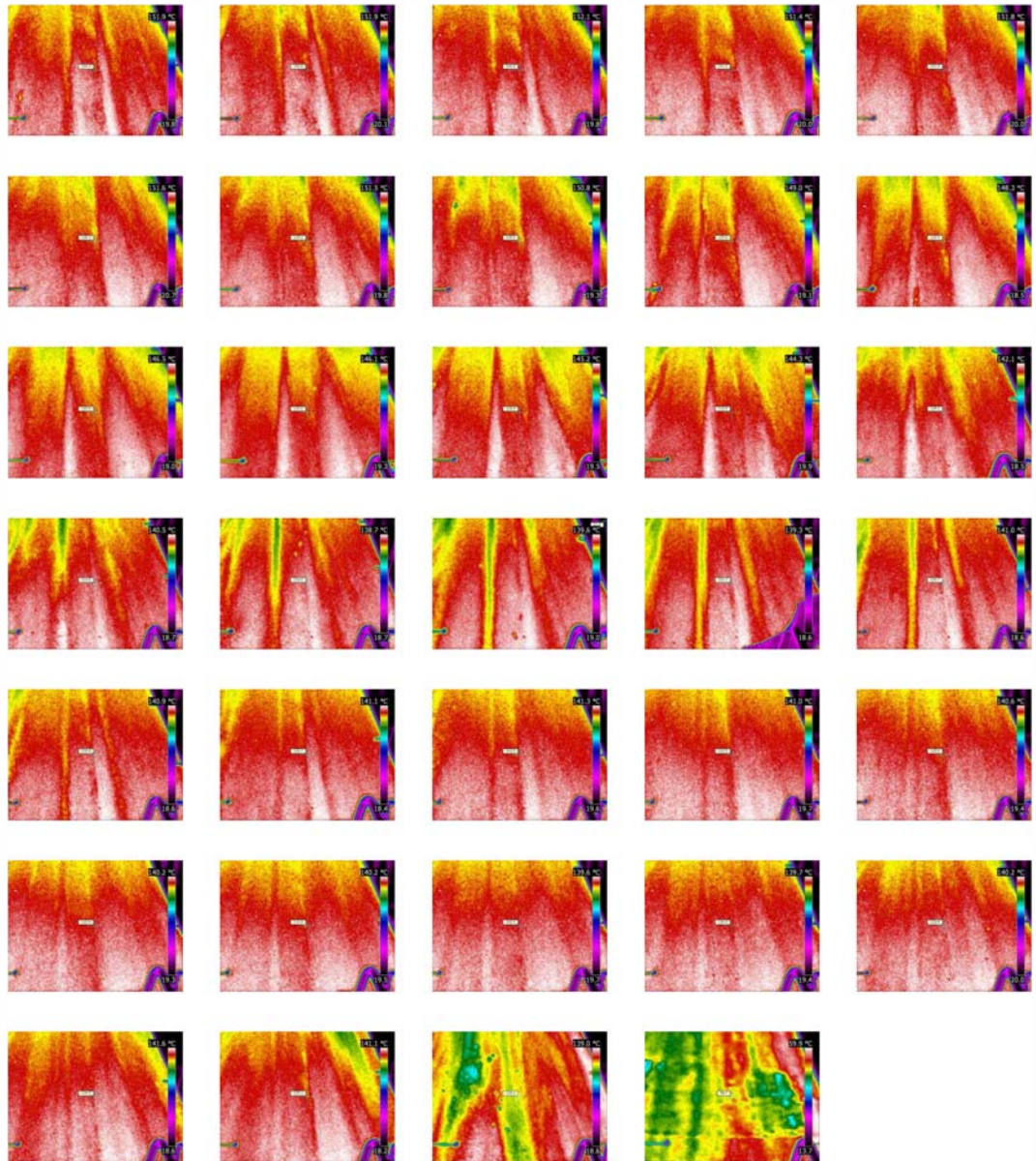


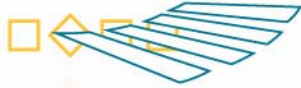
Rechterrijstrook Shuttle Buggy (vervolg)



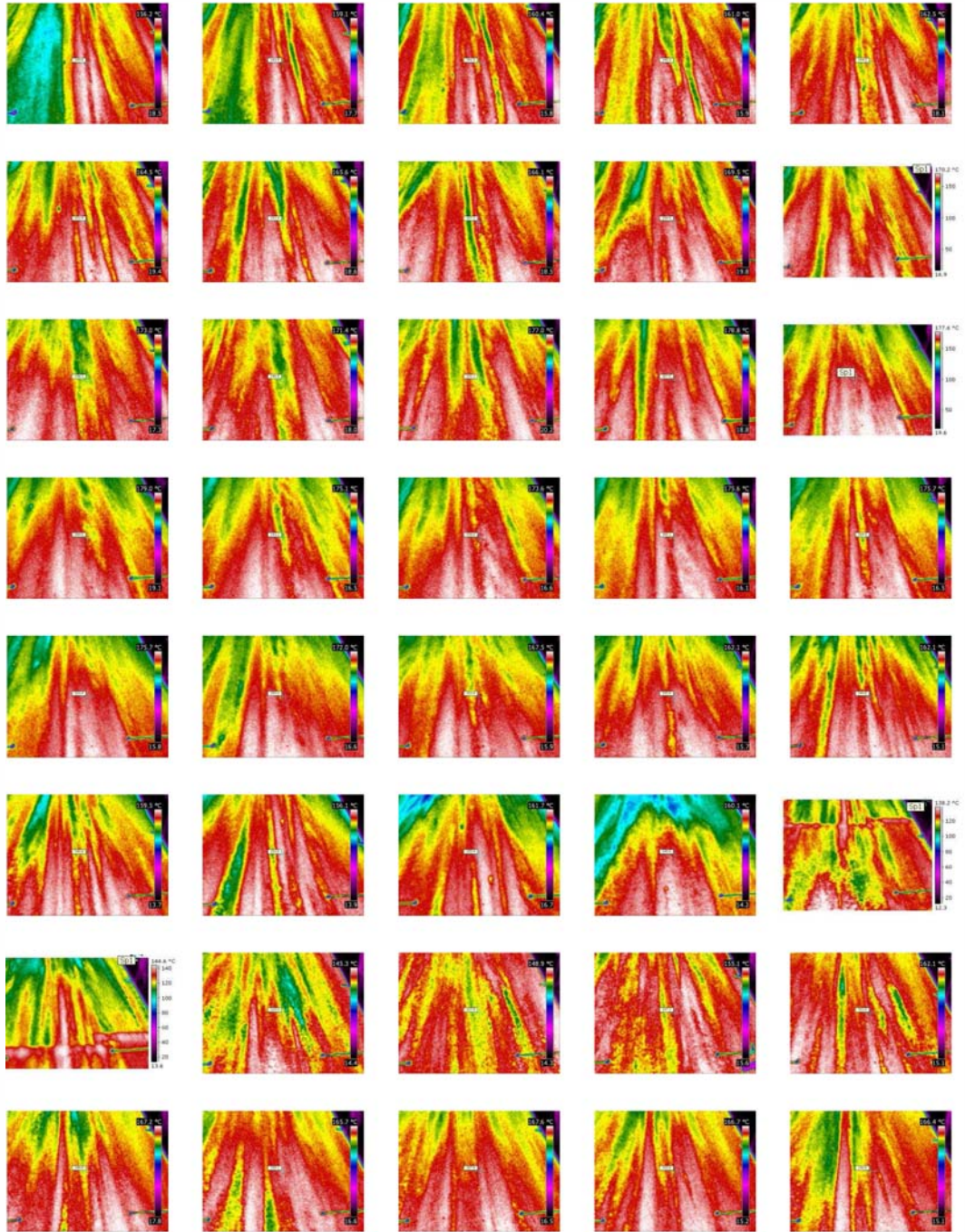


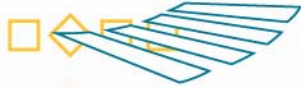
Rechterrijstrook Shuttle Buggy (vervolg)



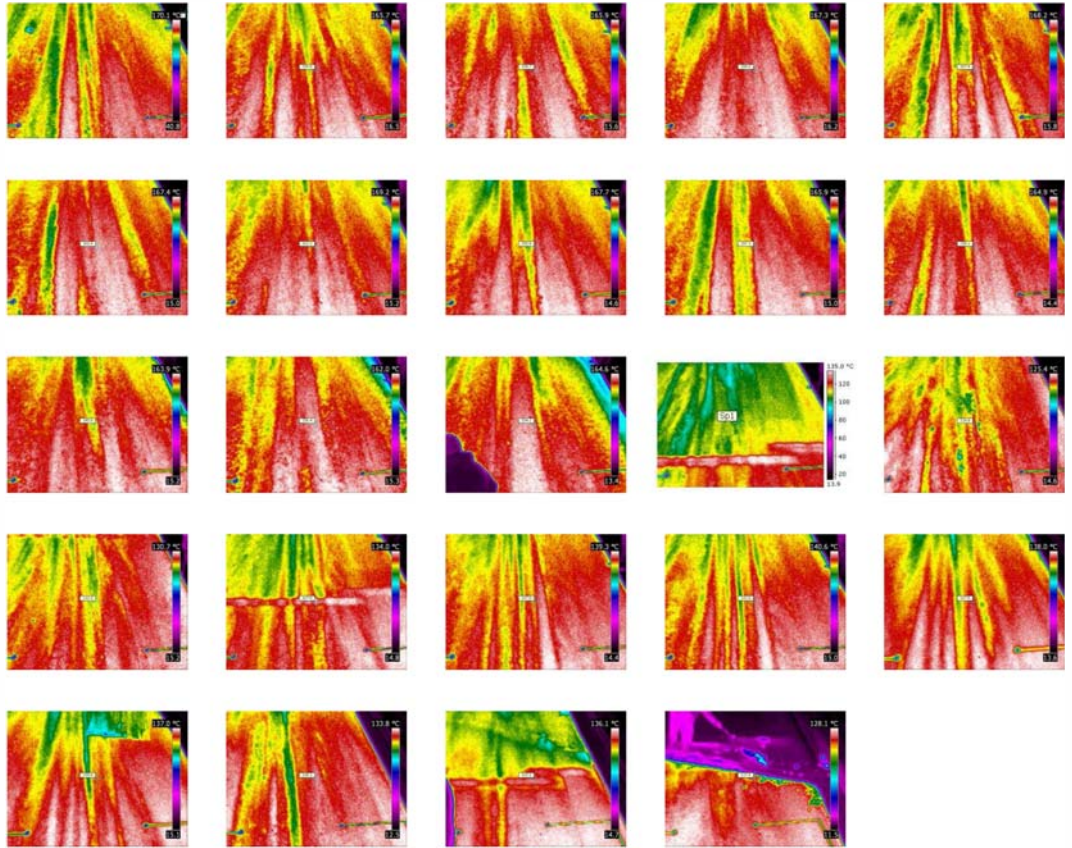


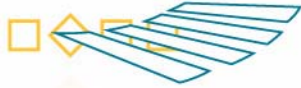
Linkerrijstroom conventioneel



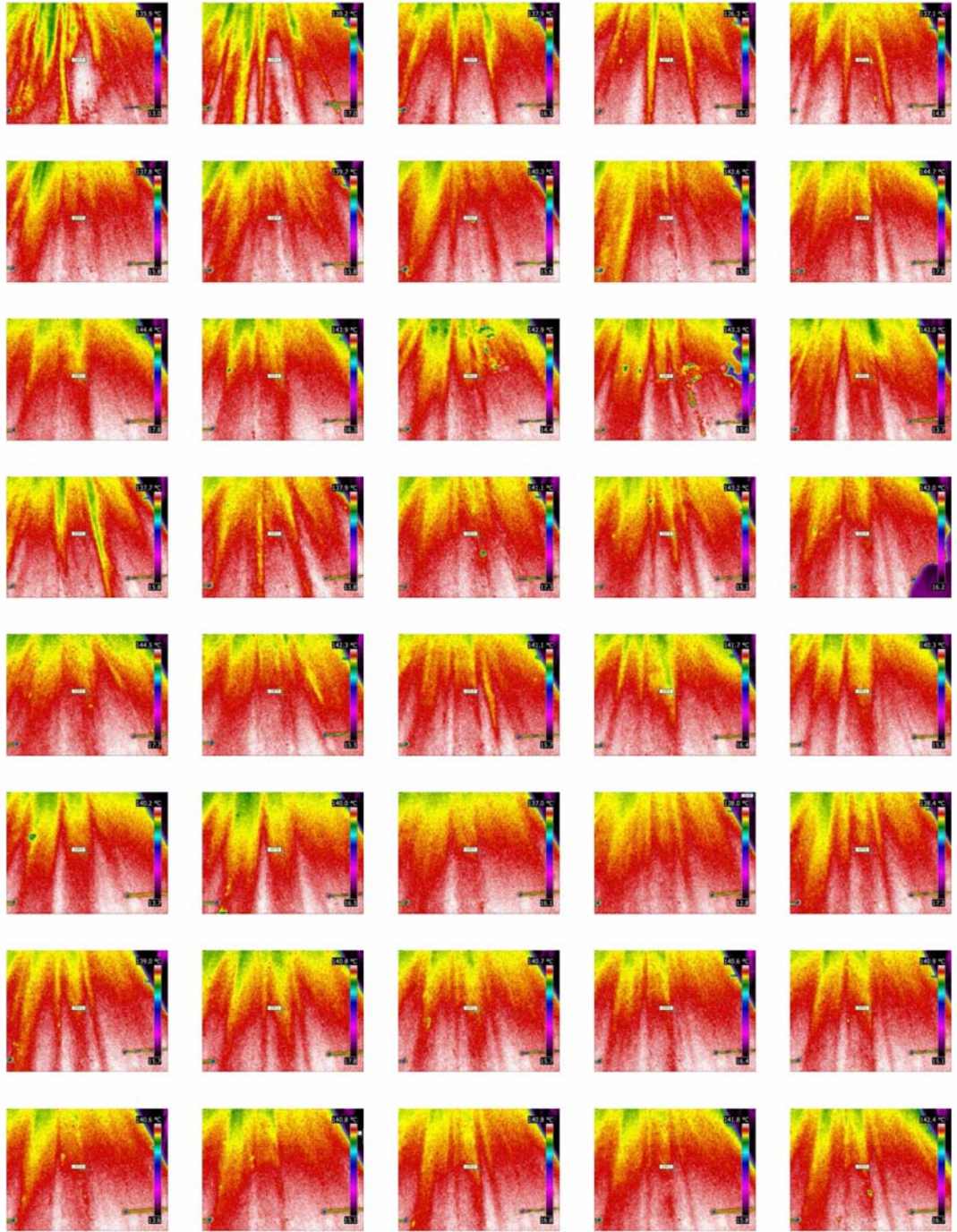


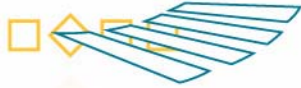
Linkerrijstrook conventioneel (vervolg)



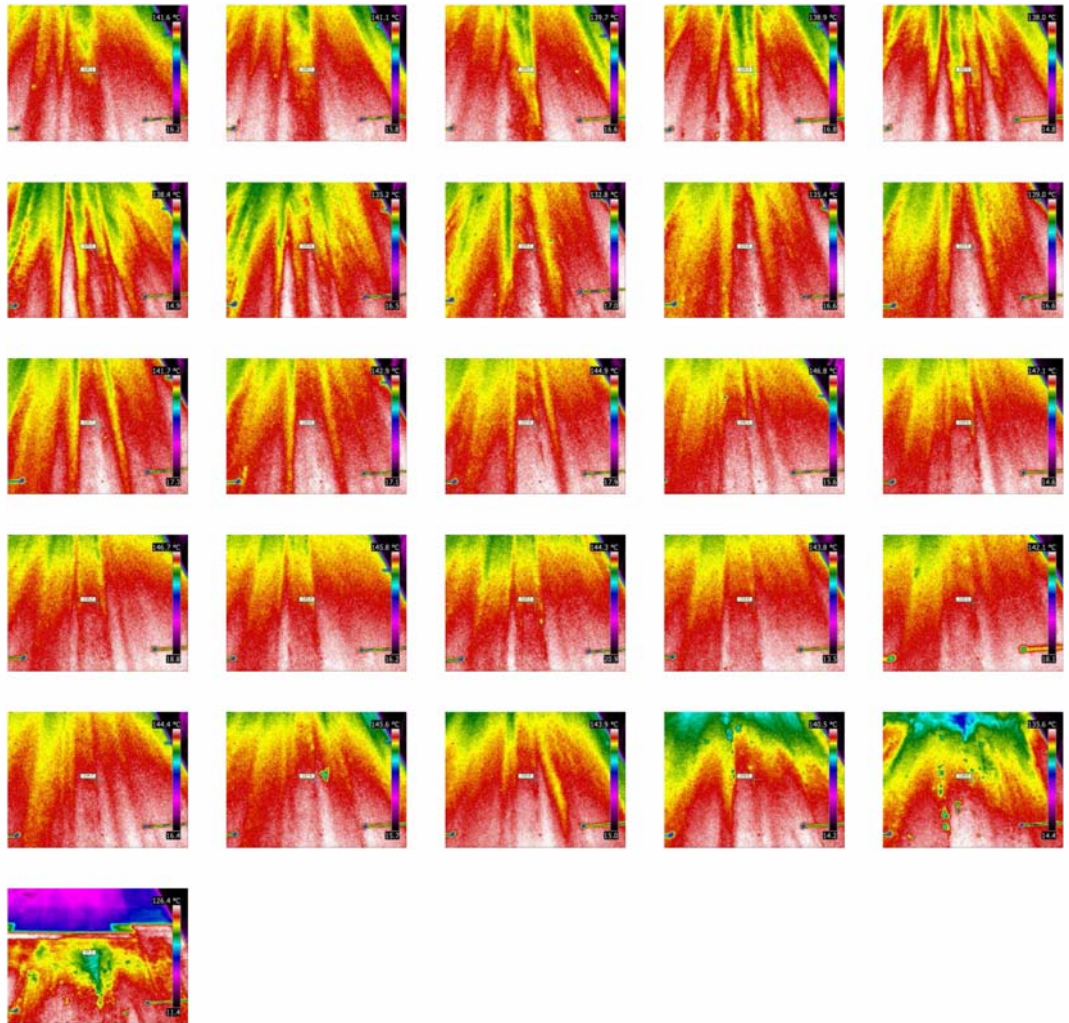


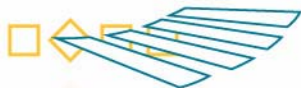
Linkerrijstrook Shuttle Buggy





Linkerrijstrook Shuttle Buggy (vervolg)





Bijlage E Verloop asfalttemperatuur achter balk

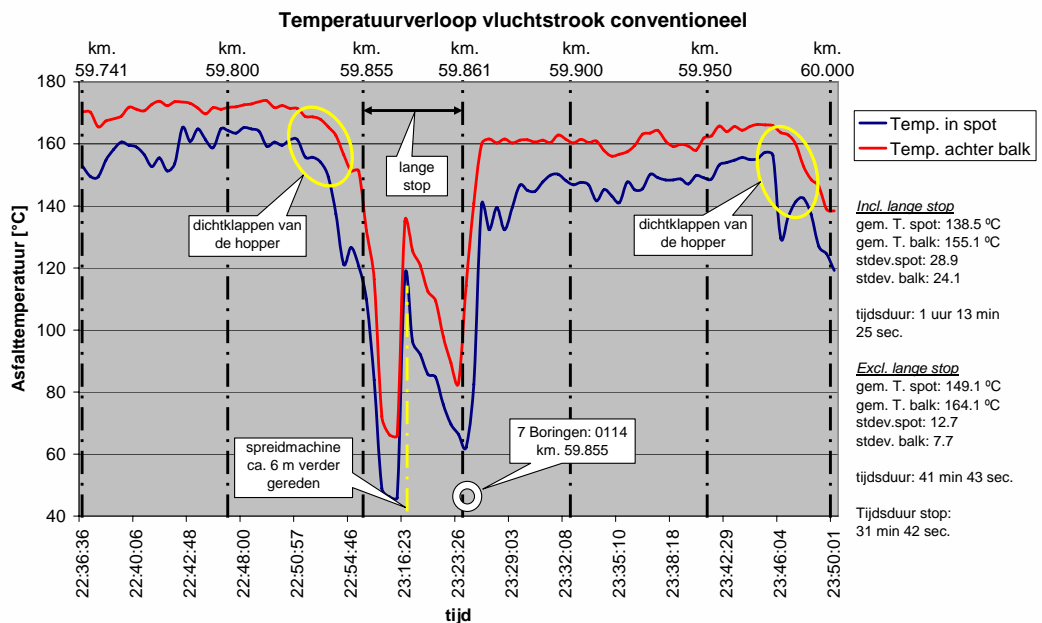
Algemeen

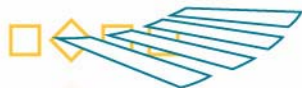
Aan de hand van de infraroodbeelden is het verloop van de asfalttemperatuur achter de afwerkbalk grafisch in beeld gebracht. Per deelvak is dit temperatuurverloop weergegeven, inclusief een eventueel aanwezige verklaring voor waargenomen temperatuurverschillen en de locaties van de 7 specifieke locaties en boorlocaties voor RSAT onderzoek.

De maximumtemperatuur van het asfalt wordt gemeten direct achter de balk. Dit is de maximumtemperatuur die is weergegeven in de infraroodbeelden. De spottemperatuur wordt bepaald met behulp van een spot in het midden van het camerabeeld van de infraroodcamera. In deze spot wordt de temperatuur weergegeven. De spot meet de temperatuur steeds op dezelfde afstand/plaats ten opzichte van de spreidmachine. De temperatuur in de spot vertoont veelal hetzelfde verloop als de lijn die de temperatuur achter de balk weergeeft. De temperatuur ligt hierbij enkele graden lager omdat de meetlocatie enkele meters achter de balk ligt. Soms is een dip in het verloop van de grafiek waar te nemen ten opzichte van het verloop van de temperatuur achter de balk. Dit duidt op "koude(re)" plekken in het aangebrachte asfalt.

Temperatuurverloop vluchtstrook conventioneel - referentievak (zonder Shuttle Buggy)

Het temperatuurverloop vertoont een redelijk constant beeld. De lange stop is duidelijk waarneembaar door de grote daling in temperatuur ter plaatse van km. 59.855. Na 20 minuten stilstand is de asfaltspreidmachine enkele meters verder gereden waardoor het asfalt in beeld komt waarop de branders gedurende de stilstand hebben gestaan. De asfalttemperatuur vertoont op deze locatie een toename t.o.v. omliggende asfalt, wat erop duidt dat de branders het asfalt warm houden. De temperatuur van het asfalt stijgt niet tot boven de asfalttemperatuur van het asfalt bij aanvoer waardoor kan worden geconcludeerd dat de branders het asfalt niet verhitten, maar 'slechts' warmhouden. Aan het einde van het vak is een daling van de temperatuur waar te nemen, waarschijnlijk ten gevolge van het dichtklappen van de hopper.

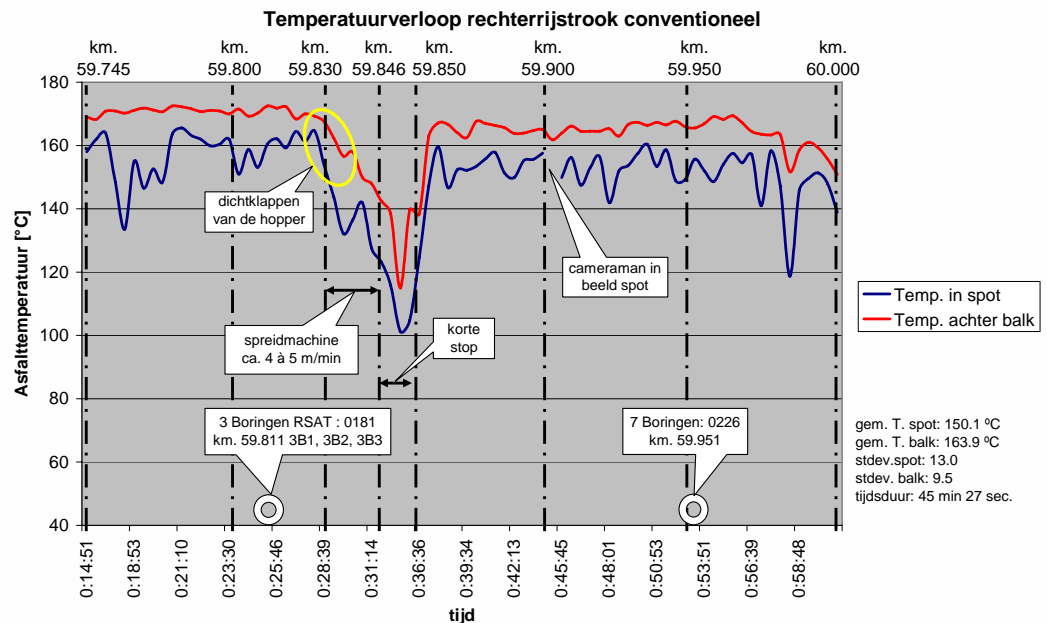




	<i>Inclusief lange stop</i>	<i>Exclusief lange stop</i>
Gemiddelde temperatuur in spot	138,5°C	149,1°C
Gemiddelde temperatuur achter balk	155,1°C	164,1°C
Standaarddeviatie temperatuur in spot	28,9	12,7
Standaarddeviatie temperatuur achter balk	24,1	7,7
Tijdsduur asfalteren ca. 250 m	1:13:25 u/min/sec	41:43 min/sec

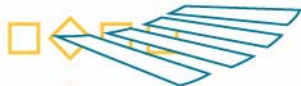
Temperatuurverloop rechterijstrook conventioneel - referentievak (zonder Shuttle Buggy)

Het temperatuur verloop vertoont een redelijk constant beeld. Een korte stop is duidelijk waarneembaar door de daling in temperatuur ter plaatse van km. 59.846. Voorafgaand aan de korte stop heeft de asfalspreidmachine een lagere snelheid (4 à 5 m/min i.p.v. 6 m/min). Hier is ook een afname in de temperatuur waarneembaar. Dit is tevens het einde van een vracht. Hier is de hopper dichtgeklapt en zijn koudere brokken uit de hopper door de asfalspreidmachine gegaan. Na km. 59.846 loopt de temperatuur op ten gevolge van het nieuw aangevoerde asfalt. Aan het einde van het vak is een daling van de temperatuur waar te nemen waarschijnlijk ten gevolge van het dichtklappen van de hopper.



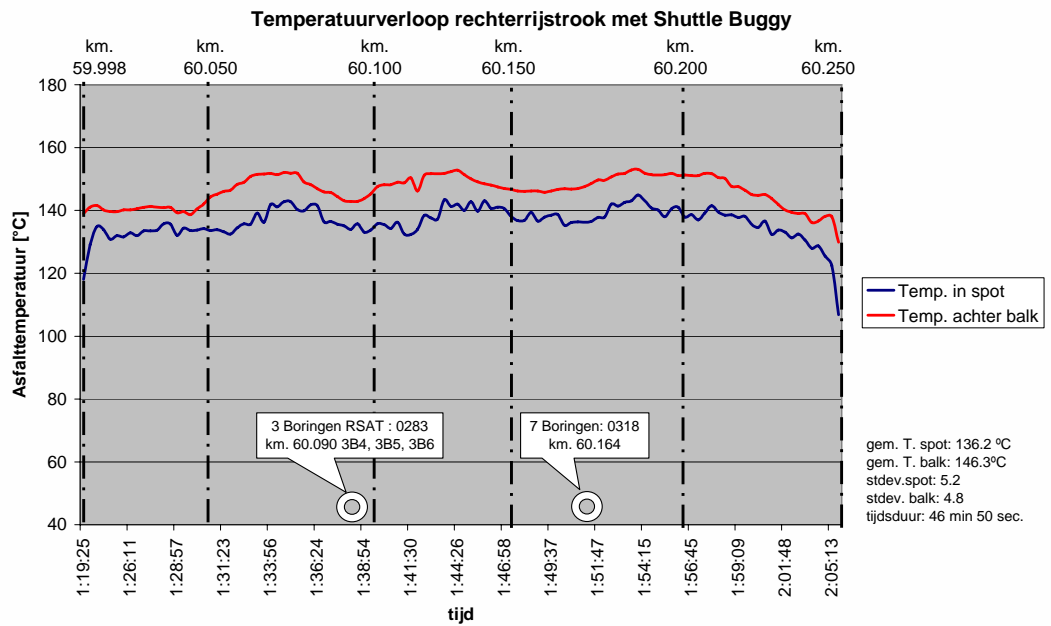
Gemiddelde temperatuur in spot	150,1°C
Gemiddelde temperatuur achter balk	163,9°C
Standaarddeviatie temperatuur in spot	13,0
Standaarddeviatie temperatuur achter balk	9,5
Tijdsduur asfalteren ca. 250 m	45:27 min/sec





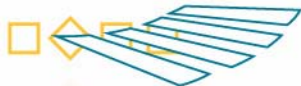
Temperatuurverloop rechtterijstrook proefvak (met Shuttle Buggy)

Het temperatuur verloop vertoont een constant beeld. De asfalttemperatuur is over de gehele lengte van het proefvak laag te noemen. Het temperatuur verloop is echter zeer homogeen. Aan het eind van het vak is een afname van de temperatuur waarneembaar. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het leegmaken van de hopper waarin het asfalt relatief lang is opgeslagen. Het leegmaken van de hopper was noodzakelijk omdat de bak uit de hopper moest worden verwijderd en ter plaatse van de linker rijstrook weer conventioneel moest worden geasfalteerd.



Gemiddelde temperatuur in spot	135,4°C
Gemiddelde temperatuur achter balk	145,6°C
Standaarddeviatie temperatuur in spot	9,7
Standaarddeviatie temperatuur achter balk	9,7
Tijdsduur asfalteren ca. 250 m	46:50 min/sec





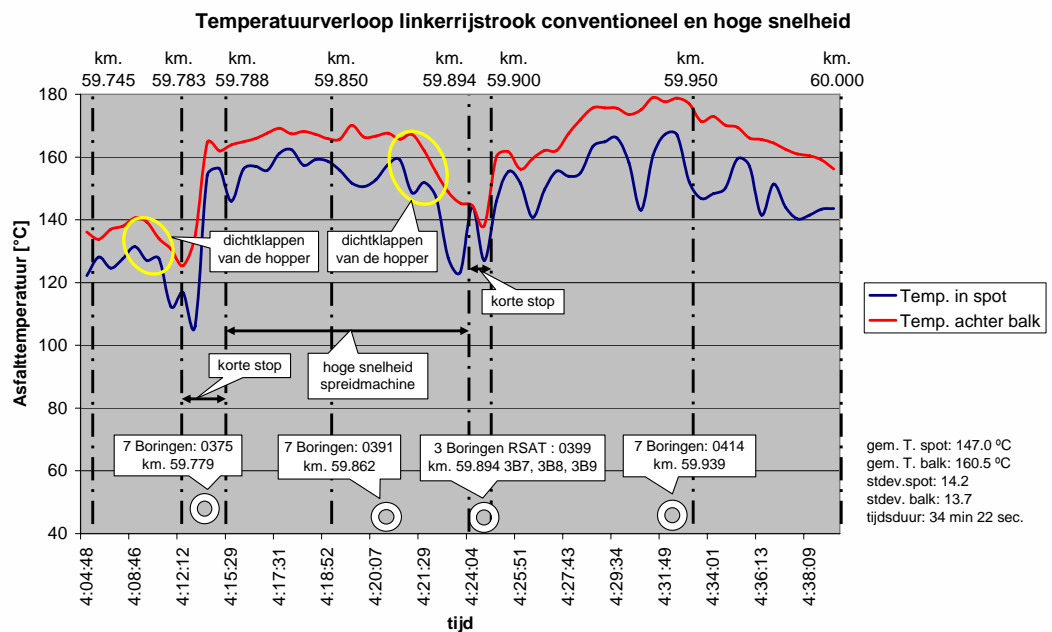
Temperatuurverloop linkerrijstrook conventioneel – referentievak (zonder Shuttle Buggy)

Het temperatuurverloop vertoont een grillig beeld. De asfalttemperatuur is over een lengte van ca. 30 m vanaf het begin van het vak laag te noemen. Op deze locatie is een deel van de asfaltvracht aangebracht die onderdeel uit maakt van de vracht die aan het einde van het proefvak (met Shuttle Buggy) is gedraaid. Het ombouwen van de asfaltspreidmachine, politiestop, omzetten verkeersmaatregelen evenals de aansluiting op het bestaande asfalt ter plaatse van het viaduct heeft tot een periode van 2 uur geleid waarin het asfalt is afgekoeld.

Vervolgens is over een lengte van ca. 120 m met hoge snelheid geasfalteerd: ca. 13 m/min. Dit heeft geen significante invloed op het temperatuurverloop met uitzondering van het eind van de vracht waar de temperatuur daalt, wederom ten gevolge van het dichtklappen van de hopper. Dit is echter een beeld dat zich overal voordoet bij de conventionele asfalteermethode.

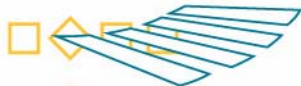
De laatste vracht vertoont een toename in temperatuur van km. 59.900 tot ca. km. 59.945 waarna de temperatuur naar het einde van het vak toe weer daalt. Hier is geen eenduidige verklaring voor.

Op tijdstip 4:31 uur is ter plaatse van de spot een "koudere" plek geconstateerd. Aan het einde van het vak is een daling van de temperatuur waar te nemen waarschijnlijk ten gevolge van het dichtklappen van de hopper.



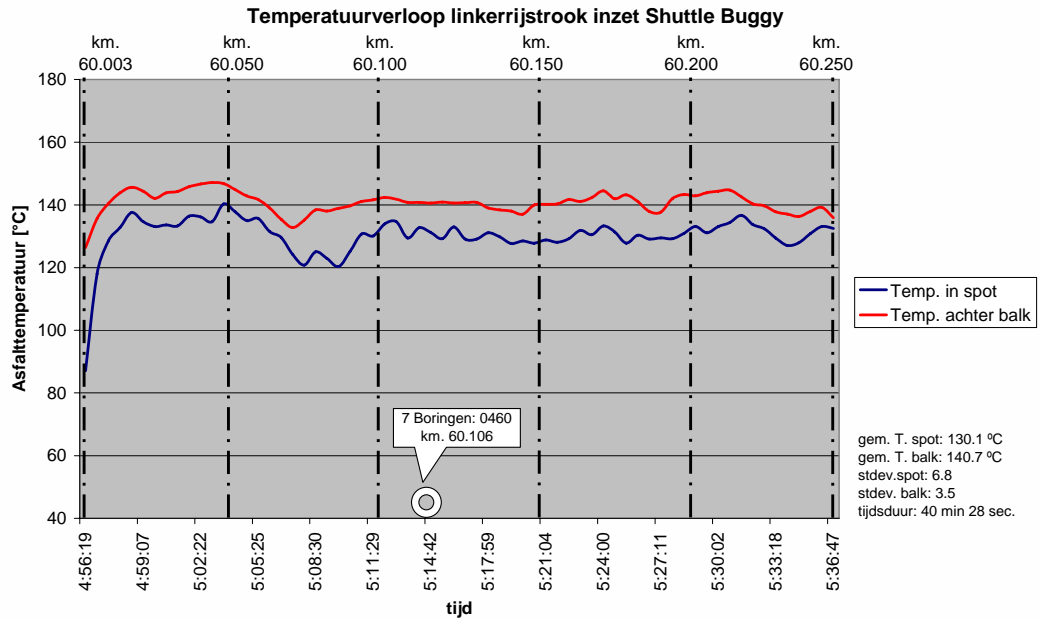
Gemiddelde temperatuur in spot	147,0°C
Gemiddelde temperatuur achter balk	160,5°C
Standaarddeviatie temperatuur in spot	14,2
Standaarddeviatie temperatuur achter balk	13,2
Tijdsduur asfalteren ca. 250 m	34:22 min/sec





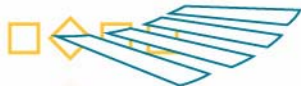
Temperatuurverloop linkerrijstrook proefvak (met Shuttle Buggy)

Het temperatuurverloop vertoont een constant beeld. De asfalttemperatuur is over de gehele lengte van het proefvak laag te noemen. Het temperatuurverloop is echter zeer homogeen. De standaardafwijking (zie onderstaande tabel) is laag. In het bijzonder de standaardafwijking van de asfalttemperatuur achter de balk is laag en duidt op een goede homogeniteit in asfalttemperatuur.



Gemiddelde temperatuur in spot	130,1°C
Gemiddelde temperatuur achter balk	140,7°C
Standaarddeviatie temperatuur in spot	6,8
Standaarddeviatie temperatuur achter balk	3,5
Tijdsduur asfalteren ca. 250 m	40:28 min/sec





Bijlage F Asfalttemperatuur in vrachtwagen/hopper

Algemeen

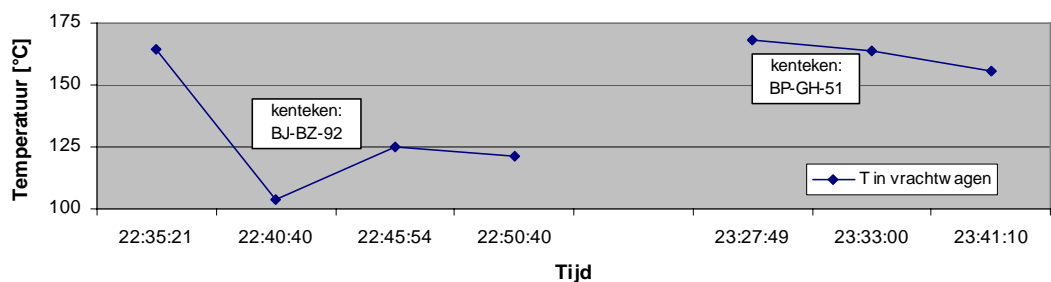
De temperatuur van het aangevoerde asfalt is ook bepaald in de vrachtwagen, hopper en achter de balk. Op basis van praktische gronden is de procedure van meten -voor aanleg van het proefvak- niet expliciet vastgelegd. Vooral de temperatuur van spreidmachine A is van belang, maar vanwege het gestaffeld draaien, de beperkte werkruimte en de aanwezigheid van een Shuttle Buggy is een deel van de temperatuurmetingen nadelig beïnvloed door veiligheidseisen voor het personeel. Ter plaatse van het proefvak was het zodoende überhaupt niet mogelijk om de asfalttemperatuur in de vrachtwagen te bepalen, dit als gevolg van de afscherming tussen invoerladder (Shuttle Buggy) en vrachtwagen. Ter plaatse kon alleen de temperatuur in de hopper worden bepaald.

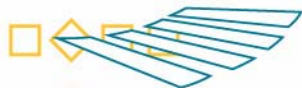
Temperatuur asfalt gemeten tijdens aanleg toplaag t.p.v. vluchtstrook conventioneel

Tijd	Vrachtwagen	Hopper	T [°C]
22:35:21	BJ-BZ-92		164,6
22:37:39		X	119,4
22:40:40	BJ-BZ-92		103,9*
22:43:00		X	136,4
22:45:54	BJ-BZ-92		125,0
22:47:37		X	122,7
22:48:48		X	107,7
22:50:40	BJ-BZ-92		121,2
22:55:00		X	165,0*
23:20:00		X	120,0
23:25:00		X	115,0
23:27:49	BP-GH-51		168,0
23:30:00		X	120,2
23:33:00	BP-GH-51		163,8
23:36:47		X	147,4
23:41:10	BP-GH-51		155,7
23:44:00		X	144,7

* uitbijter: temperatuur gemeten op afwijkende locatie

Temperatuur asfalt in vrachtwagen tpv vluchtstrook conventioneel



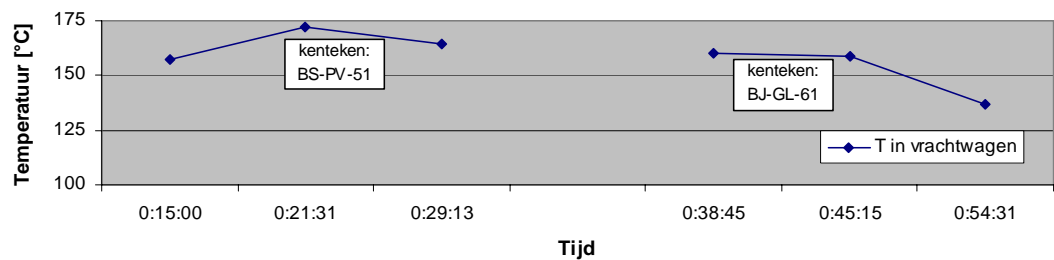


Temperatuur asfalt gemeten tijdens aanleg toplaag t.p.v. rechterrajstrook conventioneel

Tijd	Vrachtwagen	Hopper	T [°C]
0:15:00	BS-PV-51		157,3
0:17:50		X	153,1
0:21:31	BS-PV-51		172,0
0:25:35		X	168,7
0:29:13	BS-PV-51		164,5
0:31:30		X	173,5
0:38:45	BJ-GL-61		160,1
0:40:53		X	154,5
0:45:15	BJ-GL-61		158,7
0:47:27		X	174,7*
0:54:31	BJ-GL-61		136,7
0:56:45		X	166,7*

* uitbijter: temperatuur gemeten op afwijkende locatie

Temperatuur asfalt in vrachtwagen tpv rechterrajstrook conventioneel

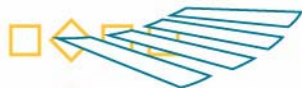


Temperatuur asfalt gemeten tijdens aanleg toplaag t.p.v. vluchstrook met inzet Shuttle Buggy

Tijd	Hopper	T [°C]
1:25:50	X	143,7
1:35:10	X	149,7
1:40:05	X	150,3
1:49:35	X	152,7
2:03:57	X	150,5

N.B. de temperatuurmetingen zijn om veiligheidsredenen verricht aan de zijde van de vluchstrook in de hopper van de spreidmachine. Deze spreidmachine was niet voorzien van GPS apparatuur en is aangemerkt als spreidmachine B.



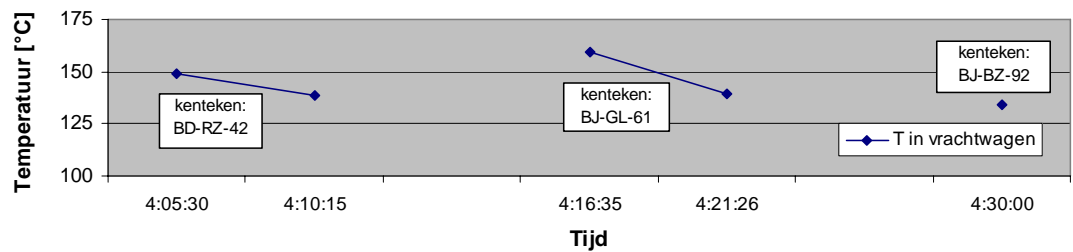


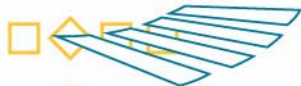
Temperatuur asfalt gemeten tijdens aanleg toplaag t.p.v. linkerrijstrook conventioneel én inzet Shuttle Buggy

Tijd	Vrachtwagen	Hopper	T [°C]
4:01:46		X	144,0
4:05:30	BD-RZ-42		149,2
4:10:15	BD-RZ-42		138,3
4:13:26		X	125,4
4:16:35	BJ-GL-61		159,3
4:19:05		X	171,6*
4:21:26	BJ-GL-61		139,3
4:23:50		X	134,5
4:30:00	BJ-BZ-92		133,9
???		X	182,9*
Inzet Shuttle Buggy			
4:59:27		X	140,1
5:12:40		X	148,3

* uitbijter: temperatuur gemeten op afwijkende locatie

Temperatuur asfalt in vrachtwagen t.p.v. linkerrijstrook conventioneel





Bijlage G Langsvlakheidsmetingen (rolrei)

Hieronder worden de resultaten van de langsvlakheidsmetingen gepresenteerd, die zijn bepaald met behulp van een rolrei.

vluchtstrook onderlaag Tweelaags ZOAB met inzet Shuttle Buggy			vluchtstrook toplaag Tweelaags ZOAB		
> 3mm	> 5 mm	onvlakheid	> 3mm	> 5 mm	onvlakheid
km. 59.760					
km. 59.761					
km. 59.778					
km. 59.805					
km. 59.808					
km. 59.822					
km. 59.850			km. 59.850		
			km. 59.904		
km. 59.925					zonder shuttle buggy
				km 60.003	met shuttle buggy
			km 60.004		<i>aanzet</i>
			km 60.008		
	km. 60.018				
km. 60.026					
km. 60.027					
km. 60.034					
	km. 60.041				
km. 60.067					
km. 60.149					
km. 60.151					
km. 60.155					
	km. 60.174				
	km. 60.190				
	km. 60.214				
km. 60.237					
	km. 60.239	<i>einde werk</i>		km 60.251	<i>einde werk</i>
	km. 60.242	<i>einde werk</i>		km 60.256	<i>einde werk</i>

Voornamelijk ter plaatse van de onderlaag tweelaags ZOAB zijn onvlakheden gemeten met behulp van de rolrei. Bij het aanbrengen van de onderlaag tweelaags ZOAB is de Shuttle Buggy ingezet. Echter, de onderlaag is aangebracht op een ondergrond die is gefreesd. Hierdoor is een ruw en onvlak oppervlak aanwezig waarop de onderlaag tweelaags ZOAB is aangebracht.

Onvlakheden in de toplaag tweelaags ZOAB zijn nauwelijks aanwezig zoals is te zien in de rechterkolommen. De aanwezige onvlakheden treden op aan het begin en einde van de vakken. Op deze locaties wordt het nieuwe asfalt aangebracht tegen het reeds aangebrachte asfalt waardoor een (dag)las ontstaat. Onvlakheden ter plaatse van lassen worden vaak geconstateerd.

Ter plaatse van km. 59.850 is een onvlakheid waar te nemen in de toplaag tweelaags ZOAB. Op deze locatie is echter ook een onvlakheid in de onderlaag tweelaags ZOAB aanwezig wat een mogelijke verklaring is van de gemeten onvlakheid in de toplaag.





rechter rijstrook onderlaag Tweelaags ZOAB met inzet Shuttle Buggy			rechter rijstrook toplaag Tweelaags ZOAB		
> 3mm	> 5 mm	onvlakheid	> 3mm	> 5 mm	onvlakheid
			km. 59.752		<i>aanzet</i>
			km. 59.772		<i>aanzet</i>
	km. 59.847				
	km. 59.848				
km. 59.850					
km. 59.875					
				km. 59.880	
km. 59.990					
			km. 59.991		
			km. 59.994		
			km. 59.997	<i>einde vak</i>	
	km. 59.998				zonder shuttle buggy
			km. 60.005	<i>aanzet</i>	met shuttle buggy
km. 60.008					
km. 60.018					
	km. 60.019				
			km. 60.069		
				km. 60.070	
	km. 60.209	<i>einde werk</i>			
	km. 60.211	<i>einde werk</i>			
			km. 60.253	<i>einde werk</i>	
			km. 60.256	<i>einde werk</i>	

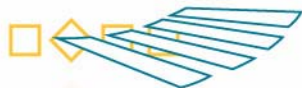
Ter plaatse van de onderlaag tweelaags ZOAB zijn enkele onvlakheden gemeten met behulp van de rolrei. Bij het aanbrengen van de onderlaag tweelaags ZOAB is de Shuttle Buggy ingezet. Echter, de onderlaag is aangebracht op een ondergrond die is gefreesd. Hierdoor is een ruw en onvlak oppervlak aanwezig waarop de onderlaag tweelaags ZOAB is aangebracht.

Onvlakheden in de toplaag tweelaags ZOAB zijn meer aanwezig in vergelijking met de vluchtstrook. Zoals is te zien in de rechterkolommen. De aanwezige onvlakheden treden met name op aan het begin en einde van de vakken. Op deze locaties wordt het nieuwe asfalt aangebracht tegen het reeds aangebrachte asfalt waardoor een (dag)las ontstaat. Onvlakheden ter plaatse van lassen worden vaak geconstateerd.

Ter plaatse van km. 59.875 – 59.880 is een onvlakheid waar te nemen in de toplaag tweelaags ZOAB. Op deze locatie is echter ook een onvlakheid in de onderlaag tweelaags ZOAB aanwezig wat een mogelijke verklaring is van de gemeten onvlakheid in de toplaag.

Ter plaatse van km. 59.990 – 59.998 zijn onvlakheden waar te nemen in de toplaag tweelaags ZOAB. Op deze locatie zijn echter ook onvlakheden in de onderlaag tweelaags ZOAB aanwezig wat een mogelijke verklaring is van de gemeten onvlakheid in de toplaag.





linker rijstrook onderlaag Tweelaags ZOAB met inzet Shuttle Buggy			linker rijstrook toplaag Tweelaags ZOAB		
> 3mm	> 5 mm	onvlakheid	> 3mm	> 5 mm	onvlakheid
			km. 59.753	<i>aanzet</i>	
km. 59.757					
km. 59.759					
km. 59.773					
km. 59.776					
km. 59.783					
km. 59.785					
km. 59.791					
km. 59.796					
km. 59.798					
km. 59.801					
km. 59.808					
km. 59.905					
	km. 59.925				
km. 59.948					
km. 59.951					
	km. 59.982				
			km. 59.996	<i>einde vak</i>	zonder shuttle buggy
km. 60.033					met shuttle buggy
	km. 60.068				
km. 60.069					
km. 60.071					
km. 60.096					
km. 60.154					
km. 60.174					
km. 60.180					
	km. 60.187				

Voornamelijk ter plaatse van de onderlaag tweelaags ZOAB zijn onvlakheden gemeten met behulp van de rolrei. Bij het aanbrengen van de onderlaag tweelaags ZOAB is de Shuttle Buggy ingezet. Echter, de onderlaag is aangebracht op een ondergrond die is gefreesd. Hierdoor is een ruw en onvlak oppervlak aanwezig waarop de onderlaag tweelaags ZOAB is aangebracht.

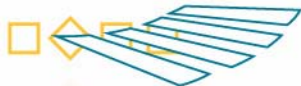
Onvlakheden in de toplaag tweelaags ZOAB zijn nauwelijks aanwezig zoals is te zien in de rechterkolommen.

Bij het aanbrengen van de toplaag tweelaags ZOAB is een onderscheid te maken in twee vakken:

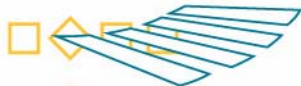
1. km. 59.750 – km. 60.000 conventioneel aanbrengen asfalt ter plaatse van de vluchtstrook, rechterrijstrook en linkerrijstrook. Lokaal bewust gestopt of met hoge snelheid gereden.
2. km. 60.000 – km. 60.250 aanbrengen asfalt met inzet Shuttle Buggy. Ter plaatse van de vluchtstrook en rechterrijstrook is gestaffeld gedraaid. Ter plaatse van de linkerrijstrook heeft de Shuttle Buggy spreidmachine A gevoed.

De rolreimetingen zijn met een analoge rolrei uitgevoerd. Door de analoge dataweergave is het praktisch niet mogelijk een onderscheid te maken in de mate van (on)vlakheid tussen de beide vakken in het gebied van 0 tot 3 mm. Bij de interpretatie van de rolreimetingen is daarom uitgegaan van de grenswaarden: overschrijding van 3 mm of 5 mm. Het aantal keren dat de norm van 3 mm of 5 mm wordt overschreden is bij beide vakken nagenoeg gelijk.





Op basis van de rolrei metingen zijn geen significante verschillen in (on)vlakheid te onderscheiden tussen het conventionele vak en het Shuttle Buggy vak. Hierbij wordt opgemerkt dat een analoge rolreimeting niet geschikt is bevonden binnen het project Shuttle Buggy vanwege het beperkte onderscheidend vermogen wat ontstaat ten gevolge van de analoge dataweergave.

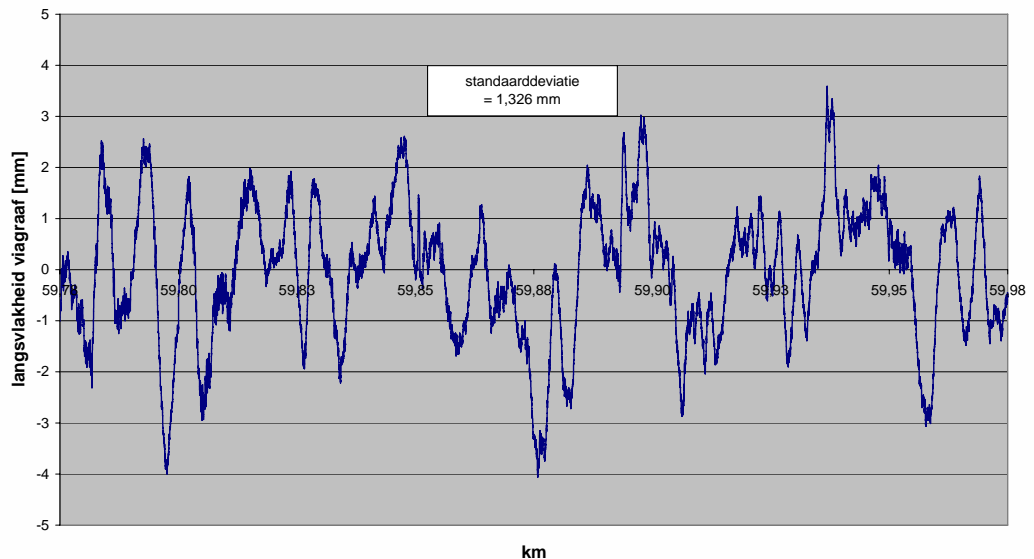


Bijlage H Langsvlakheidsmetingen (viagraaf)

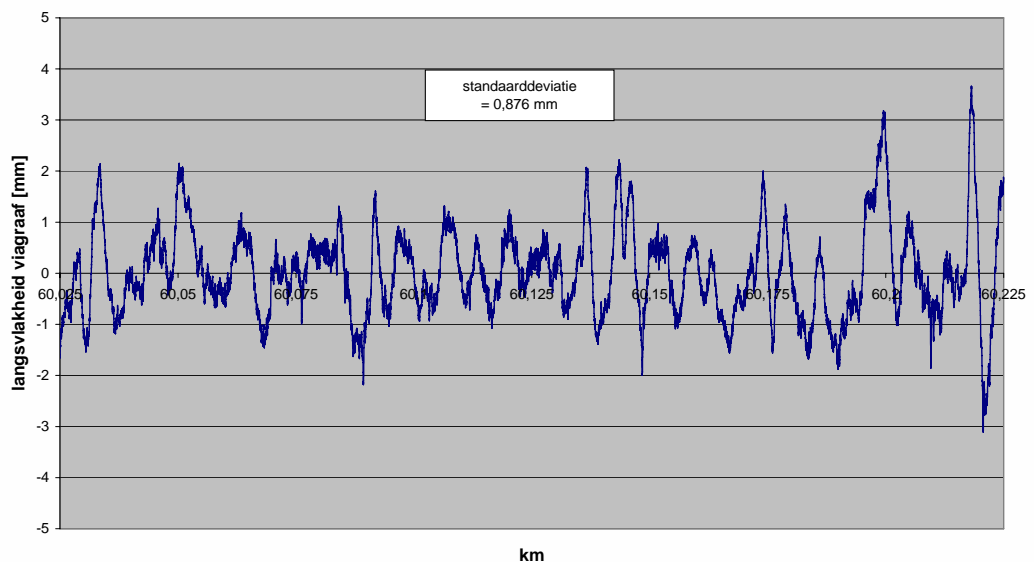
Hieronder worden de resultaten van de langsvlakheidsmetingen gepresenteerd, die zijn bepaald met behulp van een viagraaf. Doordat deze meetdata -in vergelijking tot de metingen met de rolrei (bijlage G)- digitaal beschikbaar waren [C], zijn deze aanzienlijk beter bruikbaar voor een onderlinge vergelijking tussen het referenievak (conventionele verwerking) en het proefvak (verwerking met Shuttle Buggy). Om randeffecten te voorkomen, zijn per wegvak de eerste en laatste 25 meter niet in beschouwing genomen.

Linkerrijstrook

Langsvlakheid viagraaf - linkerrijstrook (conventionele verwerking)



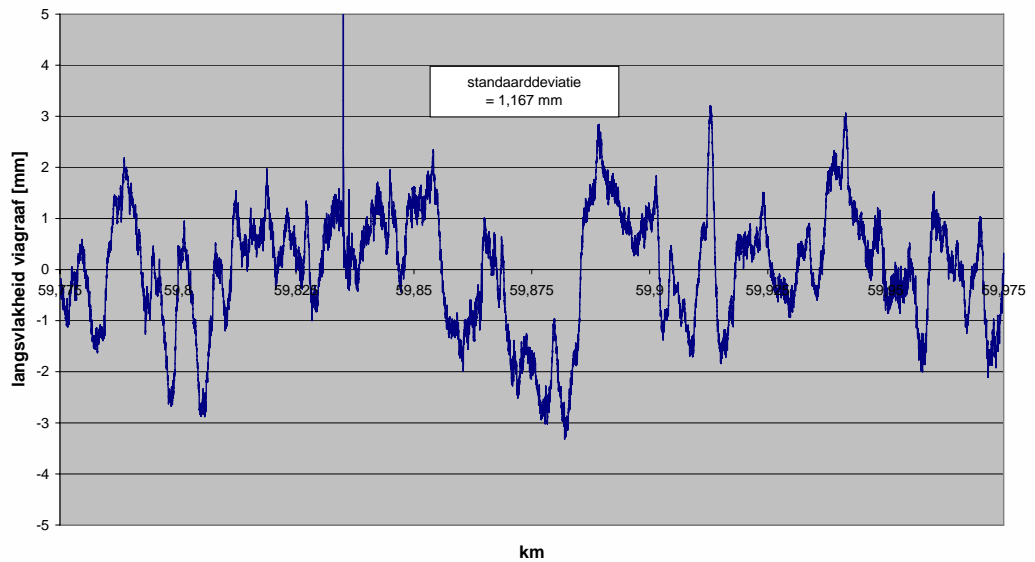
Langsvlakheid viagraaf - linkerrijstrook (verwerking met Shuttle Buggy)



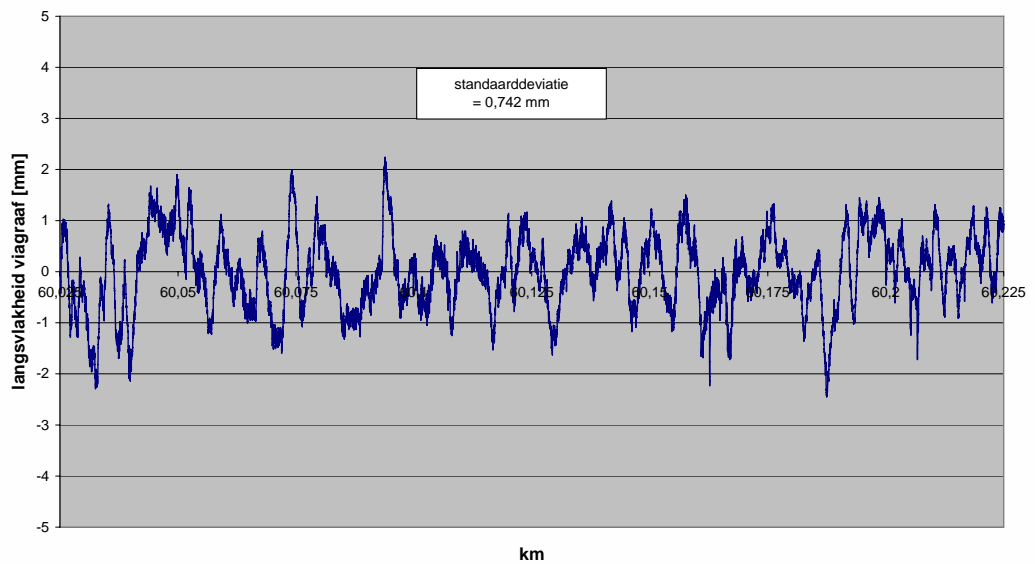


Rechterrijstrook

Langsvlakheid viagraaf - rechterrijstrook (conventioneleverwerking)

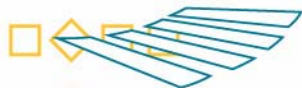


Langsvlakheid viagraaf - rechterrijstrook (verwerking met Shuttle Buggy)



Visueel kan worden gesteld dat de vlakheid van de wegvakken die met Shuttle Buggy zijn geasfalteerd beter is dan de vakken die conventioneel zijn geasfalteerd. Om deze visuele waarneming ook kwantitatief hard te kunnen maken, is bepaald hoe vaak de absolute waarden van het gemiddelde van de 8 loopwielen van de viagraaf boven een bepaalde norm komt. Als norm zijn de waarden 1, 2 en 3 mm gehanteerd. Omdat voor beide proefvakken een lengte van 200 m¹ is beschouwd zijn op beide vakken ongeveer evenveel samples genomen (ca. 200.000 stuks), waardoor de resultaten goed met elkaar vergelijkbaar zijn.





Linkerrijstrook

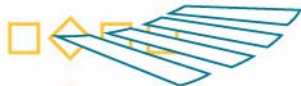
	Referentievak (conventioneel)		Proefvak (met Shuttle Buggy)	
Aantal samples	199996		199986	
Aantal keren > 1 mm	8997	4,50%	4428	2,21%
Aantal keren > 2 mm	2596	1,30%	616	0,31%
Aantal keren > 3 mm	560	0,28%	119	0,06%
Standaarddeviatie	1,326 mm		0,876 mm	

Rechterrijstrook

	Referentievak (conventioneel)		Proefvak (met Shuttle Buggy)	
Aantal samples	199989		199999	
Aantal keren > 1 mm	8076	4,04%	3584	1,79%
Aantal keren > 2 mm	1619	0,81%	145	0,07%
Aantal keren > 3 mm	106	0,05%	0	0,00%
Standaarddeviatie	1,167 mm		0,742 mm	

Uit deze kwantitatieve resultaten wordt duidelijk zichtbaar dat de langsvlakheid van het proefvak, geasfalteerd m.b.v. Shuttle Buggy, een aanzienlijk betere langsvlakheid heeft dan het referentievak, geasfalteerd zonder Shuttle Buggy.





Bijlage I Boorkernonderzoek

Op de volgende pagina's worden de resultaten van het uitgevoerde boorkernonderzoek gerapporteerd. Deze resultaten hebben betrekking op de 7 specifieke locaties, waar orgelboringen zijn genomen. In bijgevoegde meetbladen kan de laagdikte, dichtheid proefstuk en holle ruimte percentage worden afgelezen voor achtereenvolgens de verschillende boorkernen en verschillende lagen.



In opdracht van : HI Business Services
 Werk : Proefvak A 35
 Werknummer : Niet vermeld
 Besteknummer : Niet vermeld
 Aannemer : Niet vermeld
 Opdrachtgever : Niet vermeld
 Directie : Niet vermeld
 Asfaltcentrale : Niet vermeld

Boordatum :

Betreft : Boorkernonderzoek
 : Onderzoek conform proef 57, 66 t/m 69 en 152 (Standaard RAW 2005).

Kern	0375A	0375A	375A	0375C	0375C	0375C	0375E	0375E
Laag	1	2	T	1	2	T	1	2
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	52	27		53	24		56	29

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1944	1793	1882	1942	1770	1879	1885	1828
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2555	2500		2555	2500		2555	2500
Holle ruimte (% V/V)	23,9	28,3		24,0	29,2		26,2	26,9

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0375E	0375G	0375G	0375G	0114A	0114A	0114A	0114C
Laag	T	1	2	T	1	2	T	1
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)		55	26		51	27		46

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1860	1930	1799	1879	1924	1792	1875	1904
Dh. Mengsel (kg/m ³)		2555	2500		2555	2500		2555
Holle ruimte (% V/V)		24,5	28,0		24,7	28,3		25,5

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Opmerking :

Rosmalen, 20-jun-07

Urving Henriquez / Peter Jansen
 Technoloog

* Van deze boorkernlaag is de samenstelling bepaald:

** Van deze boorkernlaag is de dichtheid na herslaan bepaald.

In opdracht van : HI Business Services
 Werk : Proefvak A 35
 Werknummer : Niet vermeld
 Besteknummer : Niet vermeld
 Aannemer : Niet vermeld
 Opdrachtgever : Niet vermeld
 Directie : Niet vermeld
 Asfaltcentrale : Niet vermeld

Boordatum :

Betreft : Boorkernonderzoek
 : Onderzoek conform proef 57, 66 t/m 69 en 152 (Standaard RAW 2005).

Kern	0114C	0114C	0114E	0114E	0114E	0114G	0114G	0114G
Laag	2	T	1	2	T	1	2	T
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	23		49	22		49	25	

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1761	1854	1910	1731	1848	1867	1729	1814
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2500		2555	2500		2555	2500	
Holle ruimte (% V/V)	29,6		25,2	30,8		26,9	30,8	

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0391A	0391A	0391A	0391C	0391C	0391C	0391E	0391E
Laag	1	2	T	1	2	T	1	2
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	54	31		52	27		51	27

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1910	1918	1913	1960	1999	1974	1956	1934
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2555	2500		2555	2500		2555	2500
Holle ruimte (% V/V)	25,2	23,3		23,3	20,0		23,4	22,6

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0391E	0391G	0391G	0391G
Laag	T	1	2	T
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)		47	28	

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1947	1956	1905	1934
Dh. Mengsel (kg/m ³)		2555	2500	
Holle ruimte (% V/V)		23,4	23,8	

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

In opdracht van : HI Business Services
 Werk : Proefvak A 35
 Werknummer : Niet vermeld
 Besteknummer : Niet vermeld
 Aannemer : Niet vermeld
 Opdrachtgever : Niet vermeld
 Directie : Niet vermeld
 Asfaltcentrale : Niet vermeld

Boordatum :

Betreft : Boorkernonderzoek
 : Onderzoek conform proef 57, 66 t/m 69 en 152 (Standaard RAW 2005).

Kern	0414A	0414A*	0414A	0414C	0414C*	0414C	0414E	0414E*
Laag	1	2	T	1	2	T	1	2
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	57	27		52	21		55	22

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1912	1826	1854	1892	1857	1903	1896	1814
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2555	2500		2555	2500		2555	2500
Holle ruimte (% V/V)	25,2	27,0		25,9	25,7		25,8	27,4

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0414E	0414G	0414G*	0414G	0226A	0226A*	0226A	0226C
Laag	T	1	2	T	1	2	T	1
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)		50	26		53	24		49

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1883	1882	1874	1897	1902	1830	1888	1718
Dh. Mengsel (kg/m ³)		2555	2500		2555	2500		2555
Holle ruimte (% V/V)		26,3	25,0		25,6	26,8		32,8

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Opmerking :

Rosmalen, 20-jun-07

Urving Henriquez / Peter Jansen
 Technoloog

* Van deze boorkernlaag is de samenstelling bepaald: L07.03500-L07.03511

** Van deze boorkernlaag is de dichtheid na herslaan bepaald.

vervolg

In opdracht van : HI Business Services
 Werk : Proefvak A 35
 Werknummer : Niet vermeld
 Besteknummer : Niet vermeld
 Aannemer : Niet vermeld
 Opdrachtgever : Niet vermeld
 Directie : Niet vermeld
 Asfaltcentrale : Niet vermeld

Boordatum :

Betreft : Boorkernonderzoek
 : Onderzoek conform proef 57, 66 t/m 69 en 152 (Standaard RAW 2005).

Kern	0226C*	0226C	0226E	0226E*	0226E	0226G	0226G*	0226G
Laag	2	T	1	2	T	1	2	T
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	23		51	25		54	26	

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1928	1967	1832	1885	1937	1786	1872	1961
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2500		2555	2500		2555	2500	
Holle ruimte (% V/V)	22,9		28,3	24,6		30,1	25,1	

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0460A	0460A*	0460A	0460C	0460C*	0460C	0460E	0460E*
Laag	1	2	T	1	2	T	1	2
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	54	24		51	19		49	21

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1994	1800	1826	2030	1891	1881	2013	1861
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2555	2500		2555	2500		2555	2500
Holle ruimte (% V/V)	22,0	28,0		20,5	24,4		21,2	25,6

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0460E	0460G	0460G*	0460G
Laag	T	1	2	T
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)		50	24	

Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1889	1945	1921	1935
Dh. Mengsel (kg/m ³)		2555	2500	
Holle ruimte (% V/V)		23,9	23,2	

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

In opdracht van : HI Business Services
 Werk : Proefvak A 35
 Werknummer : Niet vermeld
 Besteknummer : Niet vermeld
 Aannemer : Niet vermeld
 Opdrachtgever : Niet vermeld
 Directie : Niet vermeld
 Asfaltcentrale : Niet vermeld

Boordatum :

Betreft : Boorkernonderzoek
 : Onderzoek conform proef 57, 66 t/m 69 en 152 (Standaard RAW 2005).

Kern	0318A	0318A*	0318A	0318C	0318C*	0318C	0318E	0318E*
Laag	1	2	T	1	2	T	1	2
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)	56	24		58	24		54	26
Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1897	1857	1857	1873	1891	1902	1839	1890
Dh. Mengsel (kg/m ³)	2555	2500		2555	2500		2555	2500
Holle ruimte (% V/V)	25,8	25,7		26,7	24,4		28,0	24,4

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

Kern	0318E	0318G	0318G*	0318G
Laag	T	1	2	T
Mengselsoort	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY	TWINLAY
Dikte (mm)		51	27	
Dh. Proefstuk (kg/m ³)	1904	1857	1910	1899
Dh. Mengsel (kg/m ³)		2555	2500	
Holle ruimte (% V/V)		27,3	23,6	

Referentiedichtheid (kg/m³)
 Verdichtingsgraad (%)

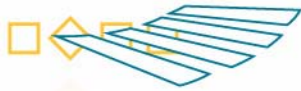
Opmerking :

Rosmalen, 20-jun-07

Urving Henriquez / Peter Jansen
 Technoloog

* Van deze boorkernlaag is de samenstelling bepaald: L07.03512-L07.03515

** Van deze boorkernlaag is de dichtheid na herslaan bepaald.



Bijlage J Samenstellingsonderzoek

Op de volgende pagina's worden de resultaten van het uitgevoerde samenstellingsonderzoek gerapporteerd. Het onderzoek naar de samenstelling van tweelaags ZOAB is alleen uitgevoerd op 4 representatieve locaties waar de spreidmachine zich met een continue, normale snelheid voortbewoog. Hierbij wordt benadrukt dat het uitvoeren van samenstellingsonderzoek op boorkernlagen van tweelaags ZOAB zeer ongebruikelijk is en niet in overeenstemming is met de vigerende regelgeving. Samenstellingsonderzoek van tweelaags ZOAB wordt -als het verwerkingscontrole betreft- uitsluitend gedaan op monsters uit de hopper.



HIAO Competence Centre Wegbouwkunde
Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Rapp.nr. L07.03515

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort	ACH Doetinchem Twinlay 4/8
Werknummer		Mengselcode	80500-0
Locatie	Van de weg	Monsteraanduiding	Kern 0318G Laag 2
Aannemer	Niet vermeld	Volgens eis	RWS
Opdrachtgever	Niet vermeld	Verwerkt op	
Directie	Niet vermeld	Genomen op	
		Ontvangen op	21-06-2007
			07 2005

Analyse	Eisen bestek	Minimaal	Maximaal	Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
				C 11.2	0.0			Veel te laag
		3.1	11.1	C 8	3.7			
		58.1	70.1	C 5.6	50.6			
				C 4				
	Graukwarsiet	82.3	90.3	2 mm	85.6		85.6	
				500 µm	90.3			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	91.9		94.0	
				63 µm	94.0			
	Vulstof	4.8	7.8			6.0	6.0	
	Bitumen	5.5	6.5			5.6	5.6	
	Geanalyseerd	381.8 g.					105.6	
Zanddriehoek				500 µm		55.4		
				180 µm		19.8		
	Zand 100%			63 µm		24.8		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03514

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0318E Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			lets te laag Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	2.3			
				C 5.6	48.9			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	84.3		84.3	
				500 µm	88.9			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	90.7			
				63 µm	93.2		93.2	
	Vulstof	4.8	7.8			6.8	6.8	
	Bitumen	5.5	6.5			5.7	5.7	
	Geanalyseerd 368.0 g.						105.7	
Zanddriehoek				500 µm		52.2		
				180 µm		19.4		
	Zand 100%			63 µm		28.4		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03513

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0318C Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	3.3			
				C 5.6	40.7			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	82.3		82.3	
				500 µm	86.7			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	88.7		92.4	
				63 µm	92.4			
	Vulstof	4.8	7.8			7.6	7.6	
	Bitumen	5.5	6.5			6.1	6.1	
	Geanalyseerd	336.0 g.					106.1	
Zanddriehoek				500 µm		44.0		
				180 µm		19.5		
	Zand 100%			63 µm		36.5		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03512

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0318A Laag 2
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			
		58.1	70.1	C 8	3.9			
				C 5.6	53.2			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	84.6		84.6	
				500 µm	89.4			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	91.3			
				63 µm	94.4		94.4	
	Vulstof	4.8	7.8			5.6	5.6	
							100.0	
	Bitumen	5.5	6.5			5.6	5.6	
							105.6	
	Geanalyseerd 335.5 g.							
Zanddriehoek				500 µm		48.9		
				180 µm		19.2		
				63 µm		31.9		
	Zand 100%						100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03511

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort	ACH Doetinchem Twinlay 4/8
Werknummer		Mengselcode	80500-0
Locatie	Van de weg	Monsteraanduiding	Kern 0460G Laag 2
Aannemer	Niet vermeld	Volgens eis	RWS
Opdrachtgever	Niet vermeld	Verwerkt op	
Directie	Niet vermeld	Genomen op	
		Ontvangen op	21-06-2007
			07 2005

Analyse	Eisen bestek	Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
				C 11.2	0.0			
		3.1	11.1	C 8	0.8			
		58.1	70.1	C 5.6	43.0			
				C 4				
	Graukwartziet	82.3	90.3	2 mm	82.4		82.4	
				500 µm	85.9			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	87.9		93.1	
				63 µm	93.1			
	Vulstof	4.8	7.8			6.9	6.9	
	Bitumen	5.5	6.5			5.7	5.7	
	Geanalyseerd	348.3 g.					105.7	
Zanddriehoek				500 µm		32.8		
				180 µm		18.1		
	Zand 100%			63 µm		49.1	100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03510

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0460E Laag 2
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatie	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	4.4			
				C 5.6	48.9			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	83.4		83.4	
				500 µm	87.5			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	89.7			
				63 µm	94.7		94.7	
	Vulstof	4.8	7.8			5.3	5.3	
	Bitumen	5.5	6.5			5.9	5.9	
	Geanalyseerd	309.3 g.					105.9	
Zanddriehoek				500 µm		36.3		
				180 µm		19.6		
	Zand 100%			63 µm		44.1		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03509

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0460C Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

	Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
	Minimaal	Maximaal					
Analyse							
			C 11.2	0.0			
		3.1	C 8	3.1			
		58.1	C 5.6	44.3			
			C 4				
	Graukwartsiet	82.3	2 mm	82.1		82.1	Veel te laag lets te laag
			500 µm	85.8			
	Zand	92.2	180 µm	87.7			
			63 µm	92.2		92.2	
	Vulstof	4.8			7.8	7.8	
	Bitumen	5.5			5.9	5.9	
	Geanalyseerd	278.1 g.				105.9	
Zanddriehoek			500 µm		37.1		
			180 µm		18.6		
	Zand 100%		63 µm		44.3		
						100.0	
Boorkern	Dikte					mm	
	Dichtheid mengsel					kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk					kg/m ³	
	Holle ruimte					% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB					%	
Bitumen	Penetratie					1/10 mm	
	Verwekingspunt					°C	
	Penetratie-index						
	Bitumenmodificatie					Ja	
	Cellulosevezel					Ja	

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03508

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0460A Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Te laag Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	0.9			
				C 5.6	51.5			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	84.2	84.2		
				500 µm	87.5			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	89.5			
				63 µm	93.7			
	Vulstof	4.8	7.8			6.3	6.3	
	Bitumen	5.5	6.5			5.7	5.7	
	Geanalyseerd	322.8 g.					105.7	
Zanddriehoek				500 µm		34.9		
				180 µm		20.9		
	Zand 100%			63 µm		44.2		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03507

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0226G Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	3.1			
				C 5.6	51.7			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	86.6		86.6	
				500 µm	91.0			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	92.4		94.3	
				63 µm	94.3			
	Vulstof	4.8	7.8			5.7	5.7	
	Bitumen	5.5	6.5			5.6	5.6	
	Geanalyseerd	359.4 g.					105.6	
Zanddriehoek				500 µm		57.4		
	Zand 100%			180 µm		17.9		
				63 µm		24.7		
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03506

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0226E Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	3.2			
				C 5.6	50.8			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	84.5		84.5	
				500 µm	88.2			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	90.0		93.4	
				63 µm	93.4			
	Vulstof	4.8	7.8			6.6	6.6	
	Bitumen	5.5	6.5			5.9	5.9	
	Geanalyseerd	352.0 g					105.9	
Zanddriehoek				500 µm		40.8		
				180 µm		20.4		
	Zand 100%			63 µm		38.8		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03505

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0226C Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	3.9			
				C 5.6	46.0			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	85.5		85.5	
				500 µm	89.0			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	90.3		92.7	
				63 µm	92.7			
	Vulstof	4.8	7.8			7.3	7.3	
	Bitumen	5.5	6.5			5.5	5.5	
	Geanalyseerd	323.9 g.					105.5	
Zanddriehoek				500 µm		48.7		
				180 µm		18.6		
	Zand 100%			63 µm		32.7		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03504

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0226A Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			lets te laag Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	2.4			
				C 5.6	46.3			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	83.6		83.6	
				500 µm	87.5			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	89.2		93.3	
				63 µm	93.3			
	Vulstof	4.8	7.8			6.7	6.7	
	Bitumen	5.5	6.5			6.0	6.0	
	Geanalyseerd	338.0 g.					106.0	
Zanddriehoek				500 µm		40.0		
				180 µm		17.7		
	Zand 100%			63 µm		42.3	100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03503

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0414G Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumu- latief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse								
	Graukwartsiet	3.1	11.1	C 11.2	0.0			lets te laag Veel te laag
		58.1	70.1	C 8	2.2			
				C 5.6	50.1			
				C 4				
		82.3	90.3	2 mm	86.2		86.2	
				500 µm	90.1			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	91.5		93.2	
				63 µm	93.2			
	Vulstof	4.8	7.8			6.8	6.8	
							100.0	
	Bitumen	5.5	6.5			5.4	5.4	lets te laag
							105.4	
	Geanalyseerd 338.9 g.							
Zanddriehoek				500 µm		54.8		
				180 µm		20.4		
	Zand 100%			63 µm		24.8		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03502

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0414E Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse				C 11.2	0.0			Veel te laag
		3.1	11.1	C 8	3.5			
		58.1	70.1	C 5.6	49.8			
	Graukwartsiet	82.3	90.3	C 4				
				2 mm	86.9		86.9	
				500 µm	91.4			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	92.9		94.6	
				63 µm	94.6			
	Vulstof	4.8	7.8			5.4	5.4	
	Bitumen	5.5	6.5			5.8	5.8	
	Geanalyseerd	299.4 g.					105.8	
Zanddriehoek				500 µm		58.5		
				180 µm		19.4		
	Zand 100%			63 µm		22.1		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde

Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Rapp.nr. L07.03501

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort Mengselcode	ACH Doetinchem Twinlay 4/8 80500-0
Werknummer		Monsteraanduiding	Kern 0414C Laag 2 07
Locatie	Van de weg	Volgens eis	RWS 2005
Aannemer	Niet vermeld	Verwerkt op	
Opdrachtgever	Niet vermeld	Genomen op	
Directie	Niet vermeld	Ontvangen op	21-06-2007

		Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
		Minimaal	Maximaal					
Analyse				C 11.2	0.0			Veel te laag
		3.1	11.1	C 8	3.1			
		58.1	70.1	C 5.6	46.5			
				C 4				
	Graukwartsiet	82.3	90.3	2 mm	85.3		85.3	
				500 µm	89.6			
	Zand	92.2	95.2	180 µm	90.9		92.6	
				63 µm	92.6			
	Vulstof	4.8	7.8			7.4	7.4	
	Bitumen	5.5	6.5			5.7	5.7	
	Geanalyseerd	312.6 g.					105.7	
Zanddriehoek				500 µm		58.8		
				180 µm		18.5		
	Zand 100%			63 µm		22.7		
							100.0	
Boorkern	Dikte						mm	
	Dichtheid mengsel						kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk						kg/m ³	
	Holle ruimte						% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB						%	
Bitumen	Penetratie						1/10 mm	
	Verwekingspunt						°C	
	Penetratie-index							
	Bitumenmodificatie					Ja		
	Cellulosevezel					Ja		

HIAO Competence Centre Wegbouwkunde
Afdeling Onderzoek en Kwaliteit

Rapp.nr. L07.03500

Graafsebaan 3 5248 JR Rosmalen

Form. 0703SF04
Datum 01-09-2003

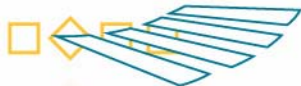
ONDERZOEK ASFALTMENGSEL

Ten behoeve van Werk	HI Business Services Proefvak A 35	Asfaltcentrale Mengselsoort	ACH Doetinchem Twinlay 4/8
Werknummer		Mengselcode	80500-0
Locatie	Van de weg	Monsteraanduiding	Kern 0414A Laag 2 07
Aannemer	Niet vermeld	Volgens eis	RWS 2005
Opdrachtgever	Niet vermeld	Verwerkt op	
Directie	Niet vermeld	Genomen op	
		Ontvangen op	21-06-2007

	Eisen bestek		Zeef	% Cumulatief	% Per fractie	Totaal	Opmerking
	Minimaal	Maximaal					
Analyse							
			C 11.2	0.0			
		3.1	C 8	3.3			
		58.1	C 5.6	49.3			
			C 4				
	Graukwartsiet	82.3	2 mm	86.5		86.5	
			500 µm	90.5			
	Zand	92.2	180 µm	91.7		93.6	
			63 µm	93.6			
	Vulstof	4.8			6.4	6.4	
						100.0	
	Bitumen	5.5			5.6	5.6	
						105.6	
	Geanalyseerd 389.2 g.						
Zanddriehoek			500 µm		55.8		
			180 µm		17.9		
	Zand 100%		63 µm		26.3		
						100.0	
Boorkern	Dikte					mm	
	Dichtheid mengsel					kg/m ³	
	Dichtheid proefstuk					kg/m ³	
	Holle ruimte					% v/v	
	Verdichtingsgraad ZOAB					%	
Bitumen	Penetratie					1/10 mm	
	Verwekingspunt					°C	
	Penetratie-index						
	Bitumenmodificatie					Ja	
	Cellulosevezel					Ja	

Rosmalen, 27-06-2007

Felix de Groot,
Technoloog.



Bijlage K RSAT onderzoek

Op de volgende pagina's zijn de resultaten gepresenteerd van het uitgevoerde Rotating Surface Abrasion Test (RSAT) onderzoek op boorkernen. Deze proefopstelling geeft een indicatie van de weerstand van de onderzochte boorkernen tegen wringende krachten. Het beproeven van boorkernen (i.p.v. grotere asfaltplaten) is nog enigszins experimenteel, maar voor een vergelijkenderwijs onderzoek tussen de verschillende boorkernen kan deze proef zeker worden ingezet.



Snelheid asfaltspreadmachine 6 m/min - rechthoekstrook - hm. 59.811



R.S.A.T. proef

Datum: mei-07

Plaat nr. 1. samengesteld uit boorkernen: 3B1, 3B2 en 3B3

Project: RSAT onderzoek op boorkernen proefvak A35

Projectnummer Ingenieursbureau Van Kleef : 1.506.585.B

Boorkernen

Plaat nr : 1	3 B 1	3 B 2	3 B 3
--------------	-------	-------	-------

3 boorkernen Ø 150 mm in een mal van 50 mm.

multiplex met middelpunt van 30 mm.

3 boorkernen met reomix ingegoten in 50 mm multiplex

Vervorming

DAL voor	DAL na	kern nr.
54,86	55,98	3B1 rand
54,78	55,54	3B1 midden
55,27	56,25	3B2 rand
55,28	55,92	3B2 midden
55,15	55,93	3B3 rand
55,02	55,71	3B3 midden
55,06	55,89	

{Dal is t.o.v. oorspronkelijk niveau}



Schade verlies in grammen	12,9 gram
Vervorming indrukking van oorspronkelijk niveau in mm.	0,83
Wringtijd	24 Uur

Parameters

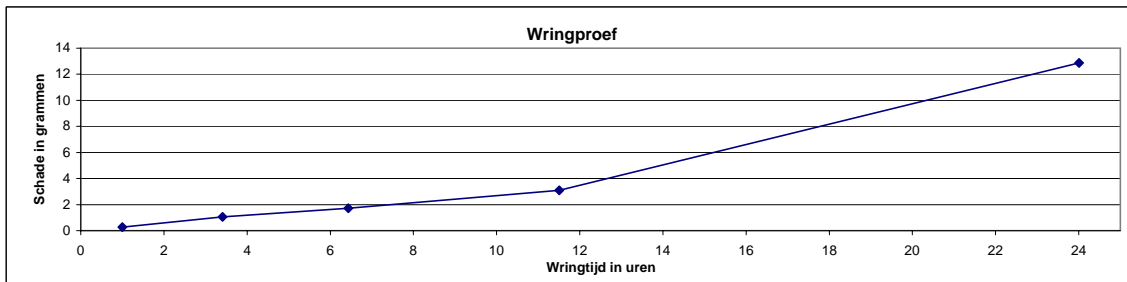
Het proefstuk	Een 8 kant multiplexplaat van 5 cm. dik.
Contactdruk van het wiel.	0.6 Nmm ²
Druk van het asfalt opsluitplaatje	0.6 Nm
Afzuiging van het proefstuk	Aan
Temperatuur Koelcel	20 gr.C.
Opmerking proefstuk	Proefstuk op rubber onderplaat van 3 mm. dik. Opgesloten door staalplaatjes 0,6 N
Wiel overgangen	3607 per / uur over het totale proefstuk. 60,1 x per / minuut
Het proefstuk	3607 bewegingen per uur resulteert in 960 belastingen over de zelfde plaats

Wringbestendigheidproef

Wring schade 1 uur inlopen zonder belasting, gram schade, niet verder meegeteld.
Staat van de band 32 mm.

Start en stop tijden	Temp. opper. asfalt gr. C.	Wringtijd in uren	Totaal aantal Bewegingen	Datum 16 / 21 / 22 Mei / 2007	Grammen
16-mei	22,9	1	3600	Schade visueel	steenverlies
	23,2	3,4	12300	O	0,28
				1 plekje	1,05
21-mei	23,6	6,4	23200	enkele plekjes	1,71
	24,7	11,5	41500	" " vervolg in de nacht	3,10
22-mei	24,6	24,0	86600	" "	12,87

Stop na: 24 uur



Vervorming in mm: **0,83**

Snelheid asfaltspreidmachine 6 m/min - rechthoekstrook - hm. 60.090 - met Shuttle Buggy



R.S.A.T. proef Datum: mei-07
 Plaat nr. 2. samengesteld uit boorkernen: 3B4, 3B5 en 3B6
 Project: RSAT onderzoek op boorkernen proefvak A35
 Projectnummer Ingenieursbureau Van Kleef : 1.506.585.B

Boorkernen

Plaat nr : 2	3 B 4	3 B 5	3 B 6
--------------	-------	-------	-------

3 boorkernen Ø 150 mm in een mal van 50 mm.

multiplex met middelpunt van 30 mm.

3 boorkernen met reomix ingegoten in 50 mm multiplex

Vervorming

DAL voor	DAL na	kern nr.
56,12	57,29	3B4 rand
56,19	56,46	3B4 midden
55,78	56,96	3B5 rand
55,56	56,21	3B5 midden
55,31	56,18	3B6 rand
54,94	55,37	3B6 midden
55,65	56,41	



Schade verlies in grammen	5,95 gram
Vervorming indrukking van oorspronkelijk niveau in mm.	0,76
Wringtijd	24 Uur

{Dal is t.o.v. oorspronkelijk niveau}

Parameters

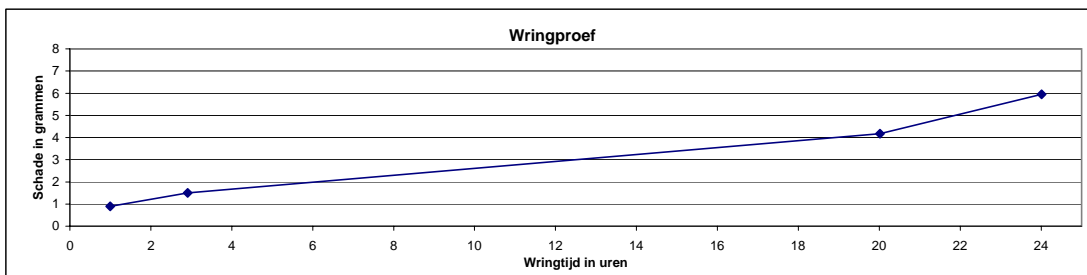
Het proefstuk	Een 8 kant multiplexplaat van 5 cm. dik.
Contactdruk van het wiel.	0.6 Nmm ²
Druk van het asfalt opsluitplaatje	0.6 Nm
Afzuiging van het proefstuk	Aan
Temperatuur Koelcel	20 gr.C.
Opmerking proefstuk	Proefstuk op rubber onderplaat van 3 mm. dik. Opgesloten door staalplaatjes 0,6 N
Wiel overgangen	3607 per / uur over het totale proefstuk. 60,1 x per / minuut
Het proefstuk	3607 bewegingen per uur resulteert in 960 belastingen over de zelfde plaats

Wringbestendigheidspreef

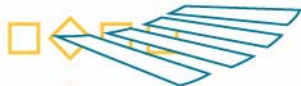
Wringshade 1 uur inlopen zonder belasting, gram shade , niet verder meegeteld.
 Staat van de band 32 mm.

Start en stop tijden	Temp.opper. asfalt gr. C.	Wringtijd in uren	Totaal aantal Bewegingen	Datum 22 / 23 Mei / 2007	Grammen Schade visueel
22-mei	24,2	1	3600	O	0,90
"	24,1	2,9	10500	1 plekje	1,50
23-mei	24,1	20,0	72200	enkele plekjes	4,18
"	23,6	24	86600	" "	5,95

Stop na: 24 uur



Vervorming in mm: **0,76**



Bijlage L Textuurmetingen

Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de textuurmetingen gepresenteerd. De textuur -ofwel oppervlakteruwheid- is bepaald met behulp van 3D-textuurmetingen (ISO 13473).

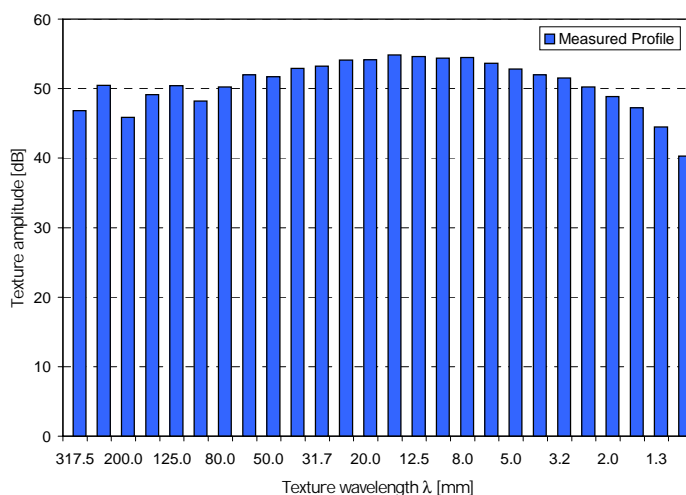


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0114
BNS position 1 HR R 1V- R
Surface type tweelaags ZOAB

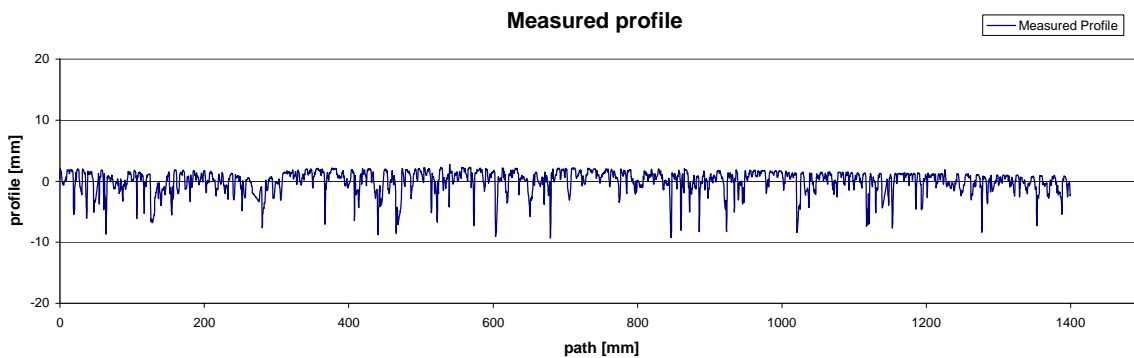
1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

Spectrum Profile		
λ [mm]	a_λ [μm]	L_{tx} [dB]
317.5	219	46.8
250.0	333	50.5
200.0	196	45.9
158.7	286	49.1
125.0	331	50.4
100.0	258	48.2
80.0	325	50.2
62.5	397	52.0
50.0	385	51.7
40.0	441	52.9
31.7	460	53.3
25.0	507	54.1
20.0	511	54.2
15.9	552	54.8
12.5	539	54.6
10.0	525	54.4
8.0	530	54.5
6.3	482	53.7
5.0	438	52.8
4.0	398	52.0
3.2	377	51.5
2.5	325	50.2
2.0	277	48.8
1.6	230	47.2
1.3	167	44.5
1.0	103	40.3



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	2.10
<i>RMS</i> [mm]	1.86
<i>ETD</i> [mm]	1.88
λ_{max}	15.9
$L_{tx}(\lambda_{max})$	54.8

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

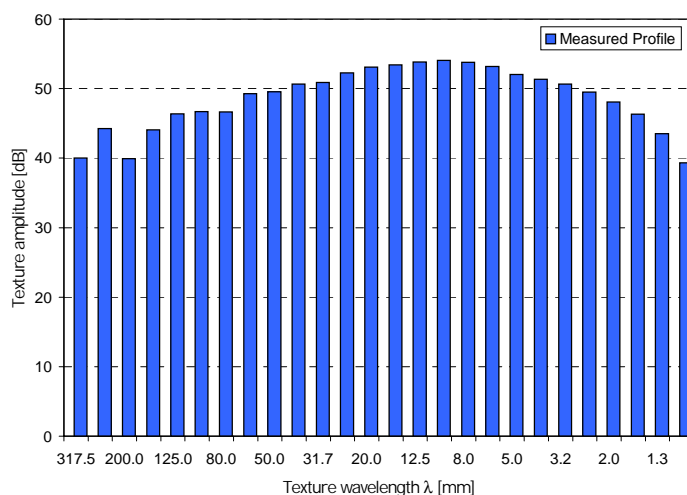


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0375
BNS position 1 HR R 1R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

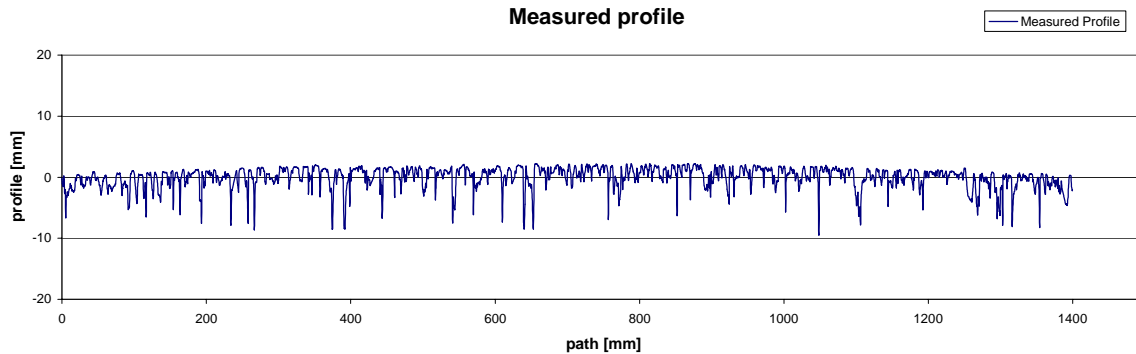
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_λ [μ m]	L_{tx} [dB]
317.5	100	40.0
250.0	164	44.3
200.0	99	39.9
158.7	160	44.1
125.0	208	46.4
100.0	216	46.7
80.0	215	46.6
62.5	291	49.3
50.0	300	49.5
40.0	341	50.6
31.7	350	50.9
25.0	410	52.3
20.0	452	53.1
15.9	469	53.4
12.5	491	53.8
10.0	504	54.1
8.0	488	53.8
6.3	456	53.2
5.0	399	52.0
4.0	369	51.3
3.2	340	50.6
2.5	298	49.5
2.0	253	48.1
1.6	208	46.3
1.3	150	43.5
1.0	92	39.3



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.70
<i>RMS</i> [mm]	1.61
<i>ETD</i> [mm]	1.56
λ_{max}	10.0
$L_{tx}(\lambda_{max})$	54.1

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile

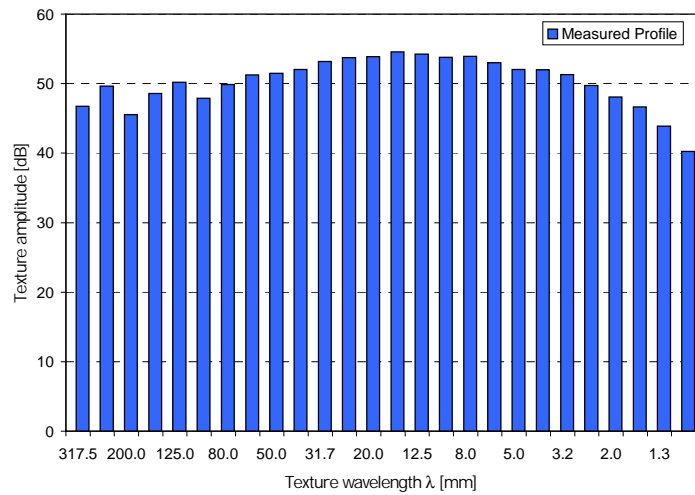


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0226
BNS position 1 HR R 2R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

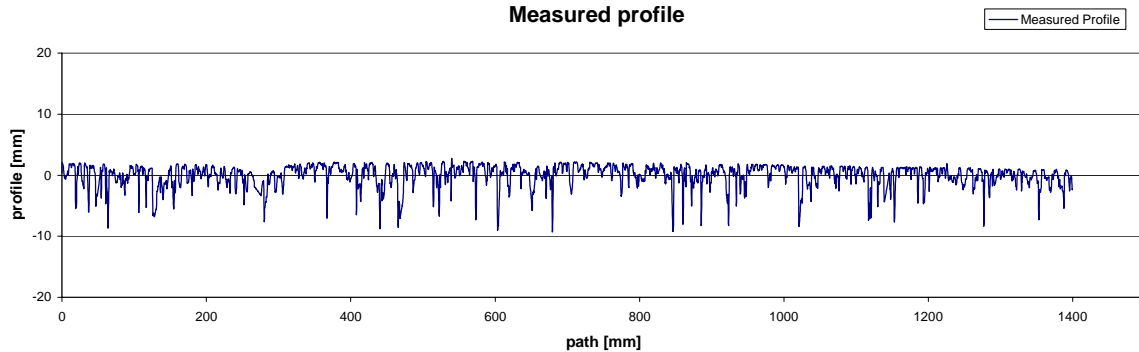
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_{λ} [μ m]	L_{tx} [dB]
317.5	217	46.7
250.0	303	49.6
200.0	189	45.5
158.7	269	48.6
125.0	323	50.2
100.0	249	47.9
80.0	312	49.9
62.5	365	51.2
50.0	375	51.5
40.0	399	52.0
31.7	457	53.2
25.0	487	53.7
20.0	494	53.9
15.9	536	54.6
12.5	515	54.2
10.0	489	53.8
8.0	497	53.9
6.3	447	53.0
5.0	399	52.0
4.0	397	52.0
3.2	366	51.3
2.5	306	49.7
2.0	253	48.1
1.6	215	46.6
1.3	156	43.9
1.0	103	40.3



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.68
<i>RMS</i> [mm]	1.60
<i>ETD</i> [mm]	1.54
λ_{max}	15.9
$L_{tx}(\lambda_{max})$	54.6

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile

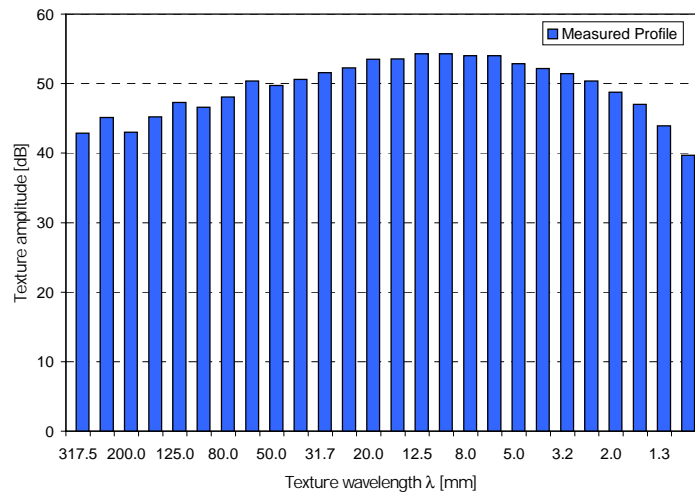


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0414
BNS position 1 HR R 1R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

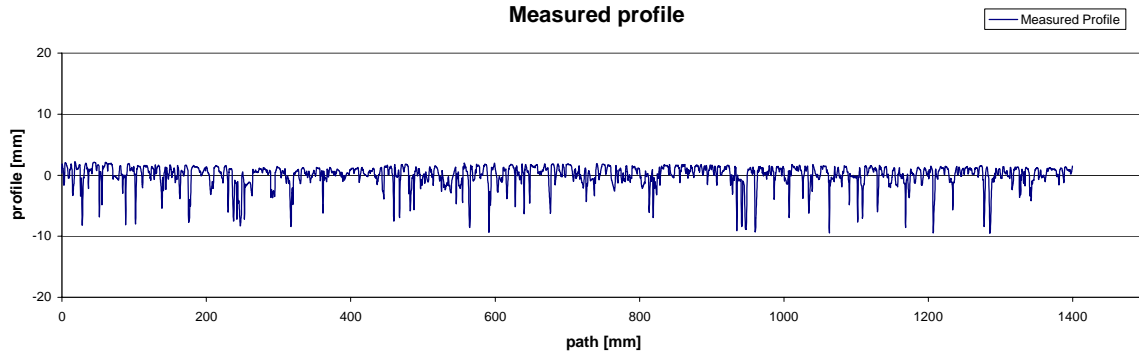
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_{λ} [μm]	L_{tx} [dB]
317.5	139	42.9
250.0	181	45.1
200.0	141	43.0
158.7	182	45.2
125.0	232	47.3
100.0	214	46.6
80.0	253	48.1
62.5	331	50.4
50.0	306	49.7
40.0	339	50.6
31.7	378	51.6
25.0	411	52.3
20.0	473	53.5
15.9	477	53.6
12.5	518	54.3
10.0	518	54.3
8.0	503	54.0
6.3	502	54.0
5.0	439	52.8
4.0	407	52.2
3.2	374	51.5
2.5	331	50.4
2.0	274	48.8
1.6	224	47.0
1.3	157	43.9
1.0	96	39.7



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.81
<i>RMS</i> [mm]	1.70
<i>ETD</i> [mm]	1.65
λ_{max}	12.5
$L_{tx}(\lambda_{max})$	54.3

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile

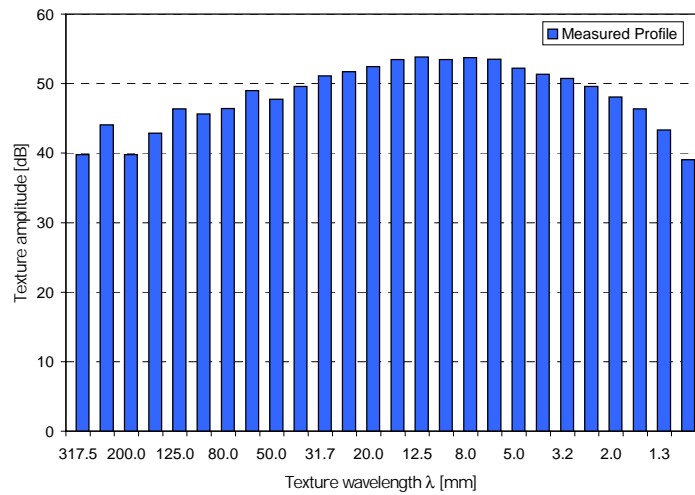


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0391
BNS position 1 HR R 1R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

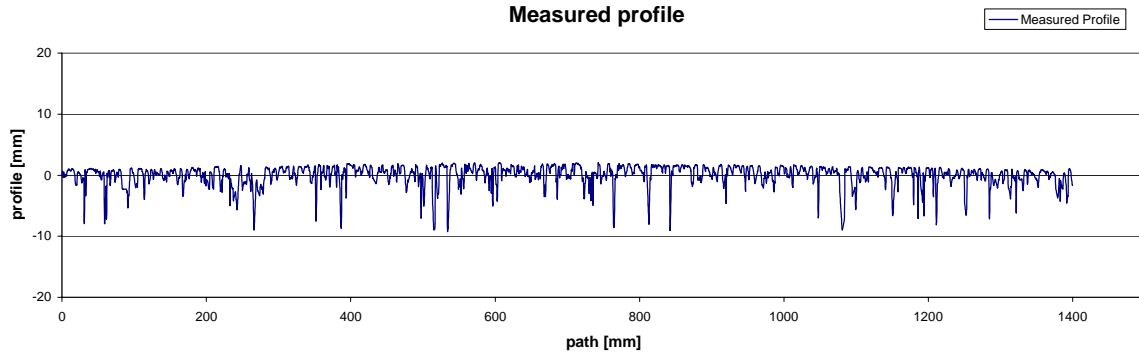
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_λ [μ m]	L_{tx} [dB]
317.5	98	39.8
250.0	159	44.0
200.0	98	39.8
158.7	139	42.9
125.0	208	46.3
100.0	192	45.7
80.0	209	46.4
62.5	281	49.0
50.0	244	47.7
40.0	302	49.6
31.7	360	51.1
25.0	385	51.7
20.0	418	52.4
15.9	470	53.4
12.5	490	53.8
10.0	470	53.4
8.0	486	53.7
6.3	473	53.5
5.0	407	52.2
4.0	370	51.4
3.2	344	50.7
2.5	302	49.6
2.0	253	48.1
1.6	208	46.4
1.3	147	43.3
1.0	90	39.1



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.62
<i>RMS</i> [mm]	1.57
<i>ETD</i> [mm]	1.50
λ_{max}	12.5
$L_{tx}(\lambda_{max})$	53.8

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile

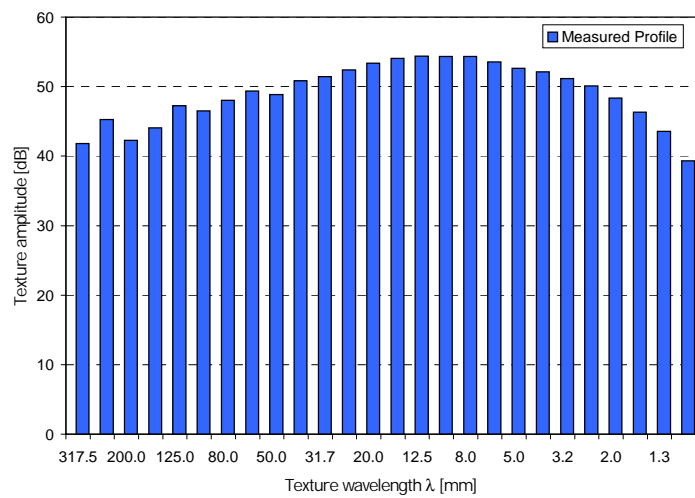


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0460
BNS position 1 HR R 1R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

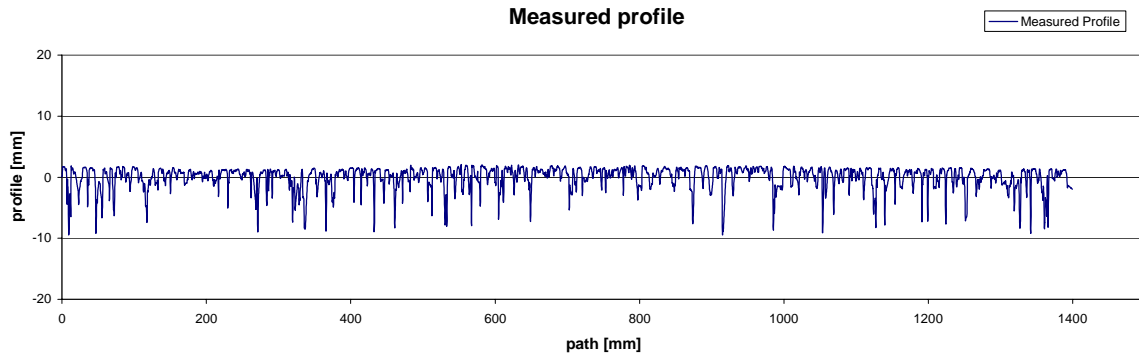
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_λ [μm]	L_{tx} [dB]
317.5	123	41.8
250.0	183	45.3
200.0	130	42.3
158.7	159	44.0
125.0	231	47.3
100.0	212	46.5
80.0	252	48.0
62.5	293	49.3
50.0	278	48.9
40.0	348	50.8
31.7	374	51.5
25.0	416	52.4
20.0	467	53.4
15.9	506	54.1
12.5	525	54.4
10.0	520	54.3
8.0	520	54.3
6.3	477	53.6
5.0	427	52.6
4.0	403	52.1
3.2	361	51.2
2.5	321	50.1
2.0	261	48.3
1.6	208	46.3
1.3	151	43.6
1.0	92	39.3



Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.75
<i>RMS</i> [mm]	1.68
<i>ETD</i> [mm]	1.60
λ_{max}	12.5
$L_{tx}(\lambda_{max})$	54.4

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile

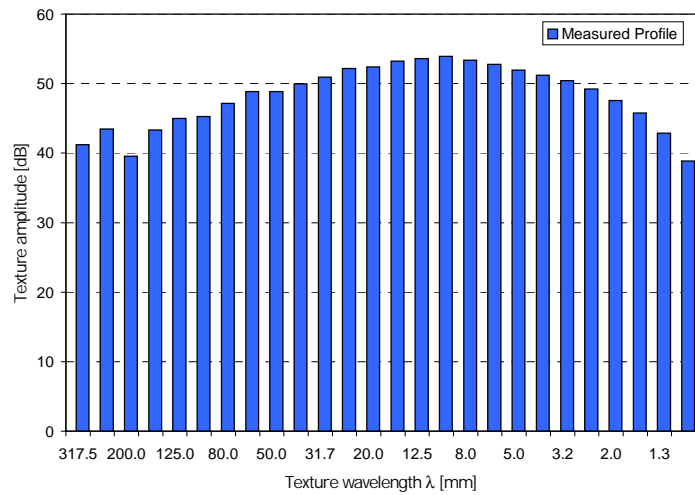


Texture

Location A35, Hengelo, Proefvak Heijmans
Date 27/04/2007
Wheel track 0318
BNS position 1 HR R 2R- R
Surface type tweelaags ZOAB

1/3-OCTAVE SPECTRUM OF SURFACE TEXTURE

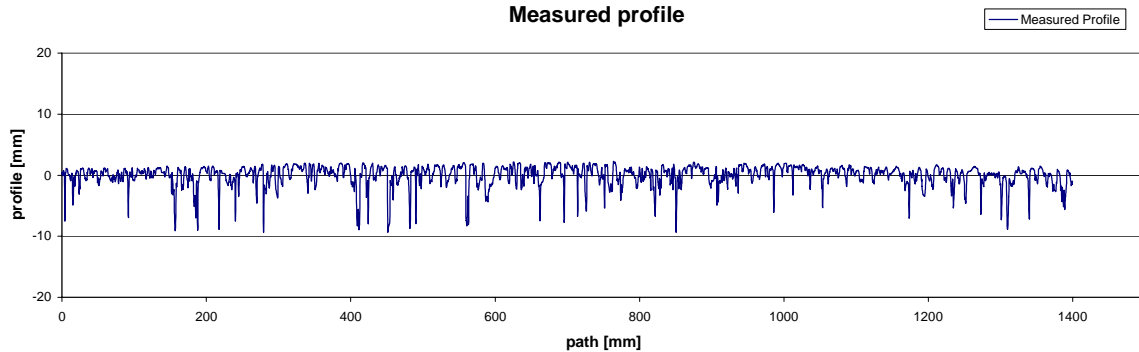
Spectrum Profile		
λ [mm]	a_λ [μm]	L_{tx} [dB]
317.5	115	41.2
250.0	149	43.5
200.0	95	39.6
158.7	146	43.3
125.0	177	45.0
100.0	183	45.3
80.0	228	47.2
62.5	278	48.9
50.0	278	48.9
40.0	314	49.9
31.7	351	50.9
25.0	406	52.2
20.0	418	52.4
15.9	458	53.2
12.5	477	53.6
10.0	496	53.9
8.0	465	53.4
6.3	436	52.8
5.0	395	51.9
4.0	362	51.2
3.2	332	50.4
2.5	289	49.2
2.0	239	47.6
1.6	194	45.8
1.3	139	42.9
1.0	88	38.9

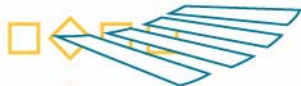


Texture parameter	Profile
<i>MPD</i> [mm]	1.71
<i>RMS</i> [mm]	1.54
<i>ETD</i> [mm]	1.57
λ_{max}	10.0
$L_{tx}(\lambda_{max})$	53.9

Samplelength [mm] 0.20
Measurement length [mm] 1500

Measured profile





Bijlage M Akoestische absorptiemetingen

Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de akoestische absorptiemetingen gepresenteerd. De akoestische absorptie is bepaald volgens de spotmethode (ISO 13472-2) én vrije veldmethode (ISO 13472-1).

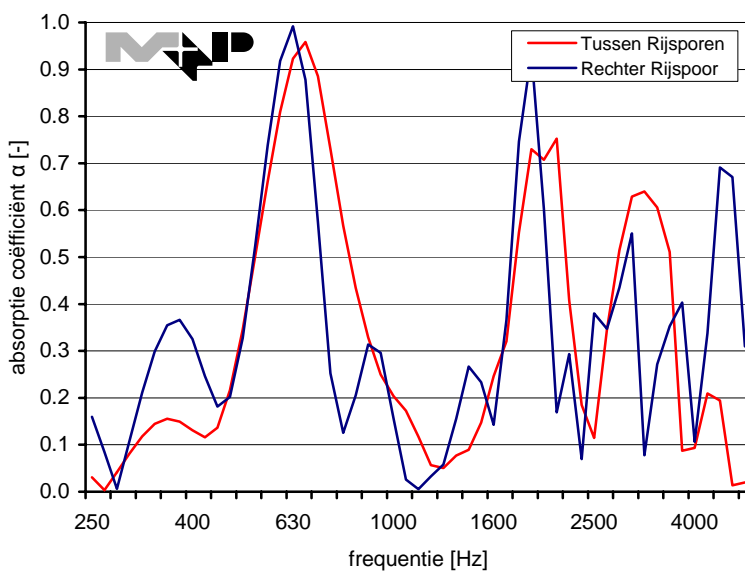


Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 1V- R	Datum	27/04/2007	
Km.	59,850	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	20	20
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0114			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

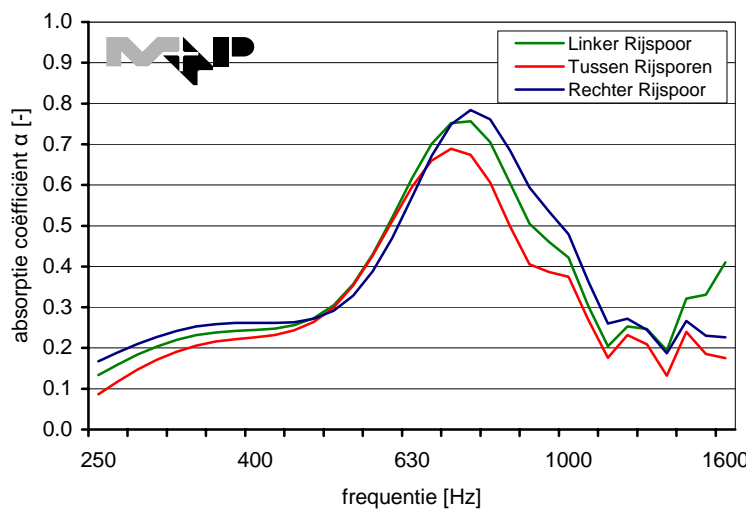


0114 (1 HR R 1V- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.96	670
rechter rijspoor	0.99	630

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0114 (1 HR R 1V- R)

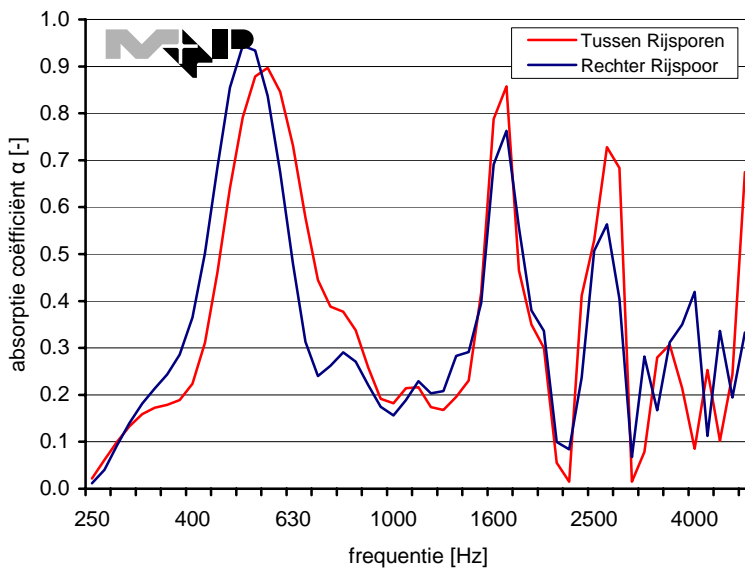
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.76	750
tussen rijsporen	0.69	710
rechter rijspoor	0.78	750

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 1R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	59,780	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	12	12
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0375			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

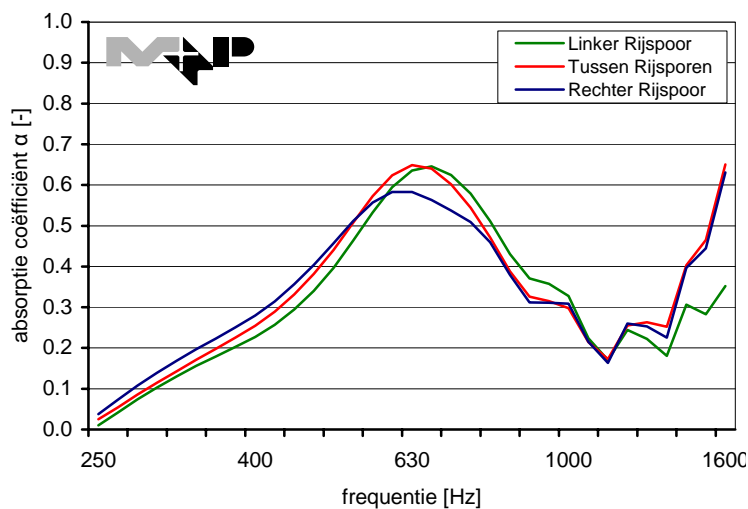


0375 (1 HR R 1R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.90	560
rechter rijspoor	0.94	500

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0375 (1 HR R 1R- R)

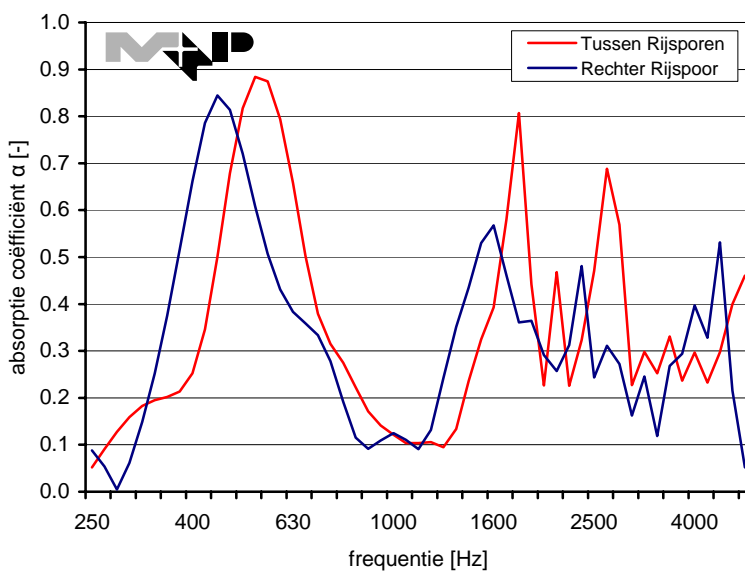
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.65	670
tussen rijsporen	0.65	630
rechter rijspoor	0.58	630

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 2R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	59,950	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	20	20
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0226			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

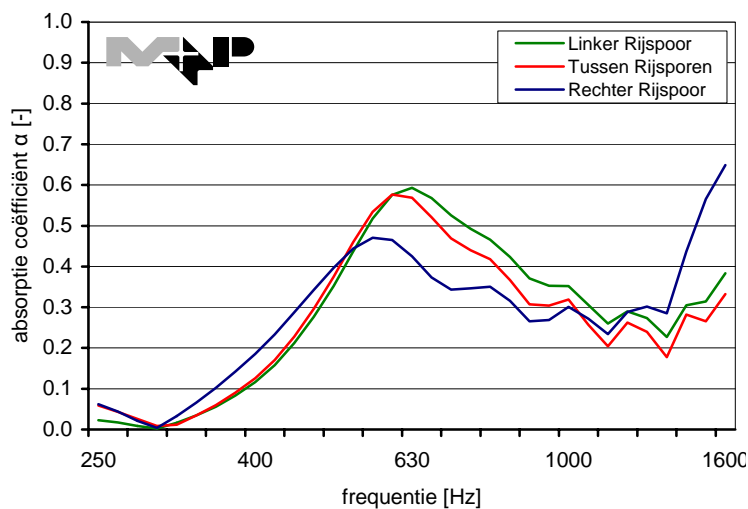


0226 (1 HR R 2R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.88	530
rechter rijspoor	0.84	450

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0226 (1 HR R 2R- R)

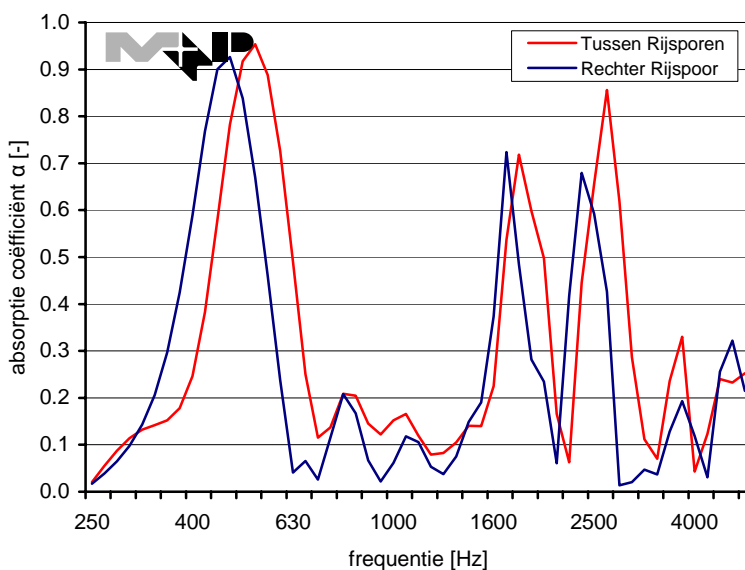
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.59	630
tussen rijsporen	0.58	600
rechter rijspoor	0.47	560

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 1R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	59,930	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	12	12
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0414			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

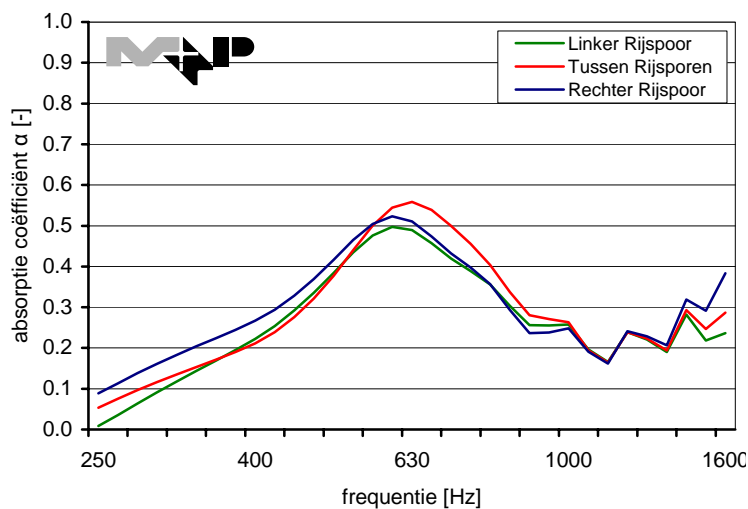


0414 (1 HR R 1R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.95	530
rechter rijspoor	0.93	475

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0414 (1 HR R 1R- R)

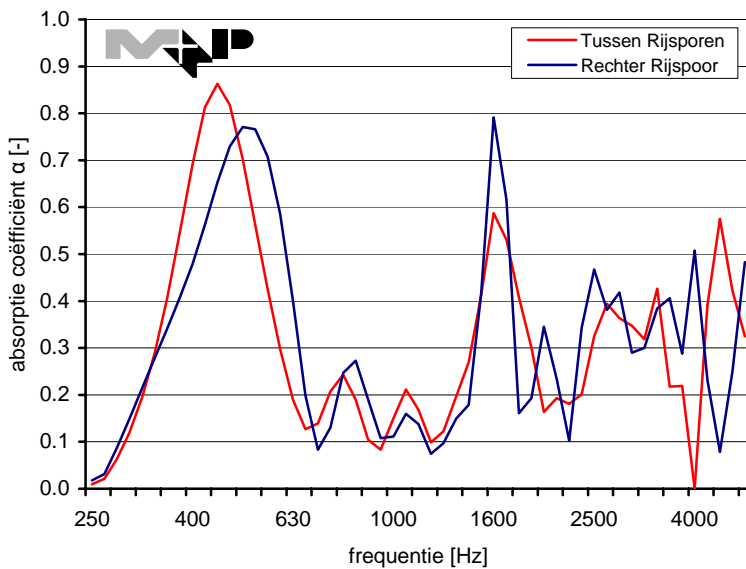
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.50	600
tussen rijsporen	0.56	630
rechter rijspoor	0.52	600

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 1R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	59,860	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	12	12
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0391			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

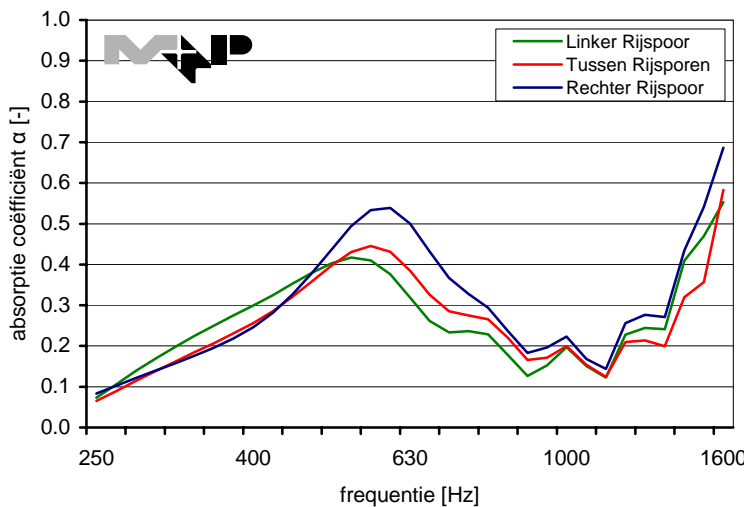


0391 (1 HR R 1R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.86	450
rechter rijspoor	0.77	500

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0391 (1 HR R 1R- R)

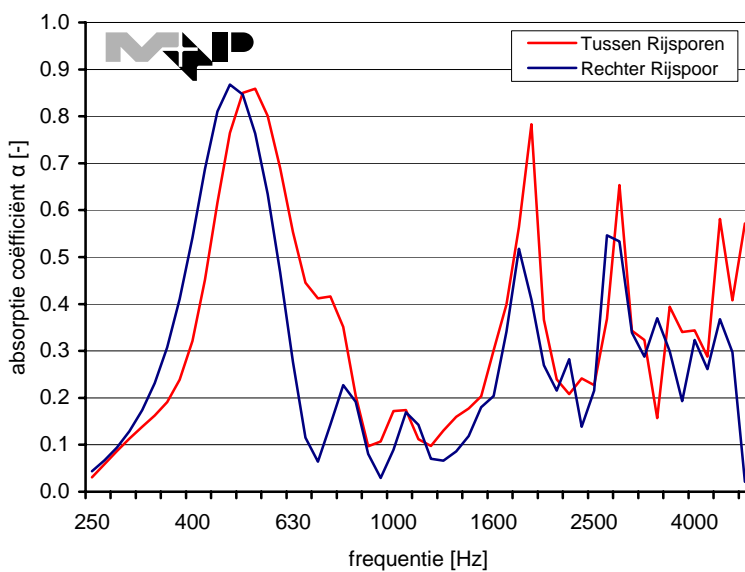
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.42	530
tussen rijsporen	0.45	560
rechter rijspoor	0.54	600

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 1R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	60,110	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	12	12
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0460			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

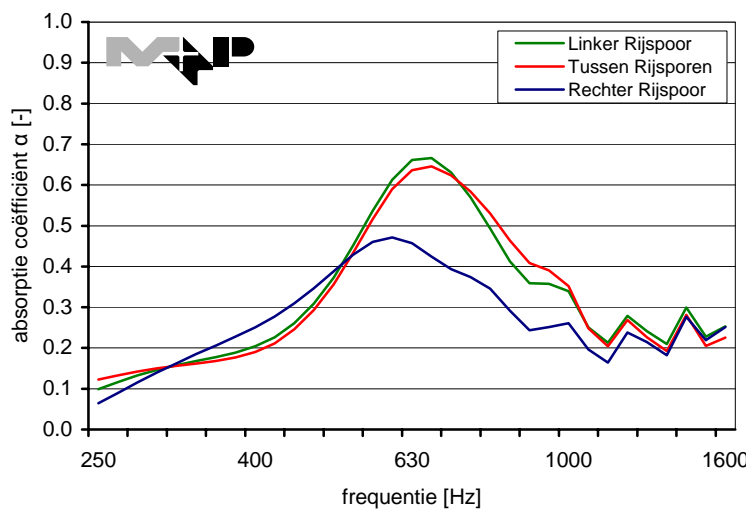


0460 (1 HR R 1R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.86	530
rechter rijspoor	0.87	475

Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0460 (1 HR R 1R- R)

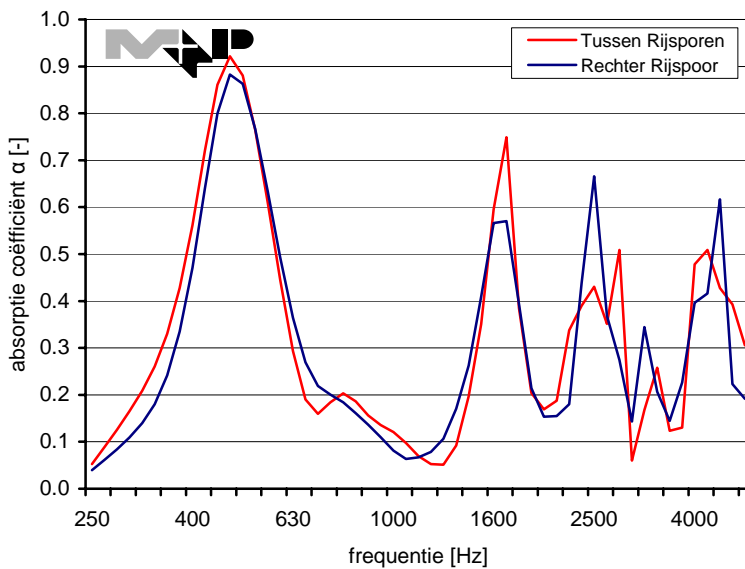
positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.67	670
tussen rijsporen	0.65	670
rechter rijspoor	0.47	600

Akoestische Absorptie

Locatie	A35, Hengelo 1 HR R 2R- R	Datum	27/04/2007	
Km.	60,160	Temperatuur lucht [°C]	ESM	Spot
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	20	20
Wegdek	tweelaags ZOAB	Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1	
Proefvak	Heijmans			
Raai	0318			

Extended surface method (ESM) ISO 13472-1

1/12 octaafbanden

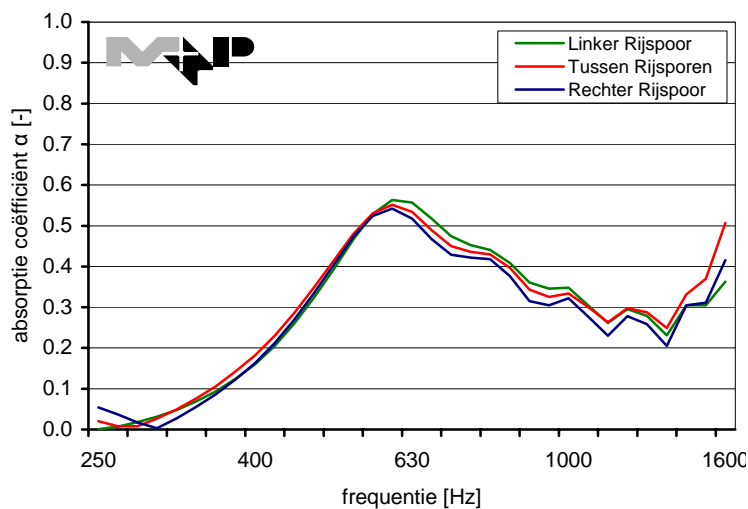


0318 (1 HR R 2R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
tussen rijsporen	0.92	475
rechter rijspoor	0.88	475

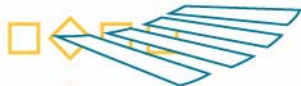
Spot method (ISO 13472-2)

1/12 octaafbanden



0318 (1 HR R 2R- R)

positie	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
linker rijspoor	0.56	600
tussen rijsporen	0.55	600
rechter rijspoor	0.54	600



Bijlage N Akoestische impedantiemetingen

Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de akoestische impedantiemetingen gepresenteerd. De akoestische impedantie is bepaald door boorkernen in een daarvoor geschikte impedantiebus te plaatsen (ISO 10534-2).

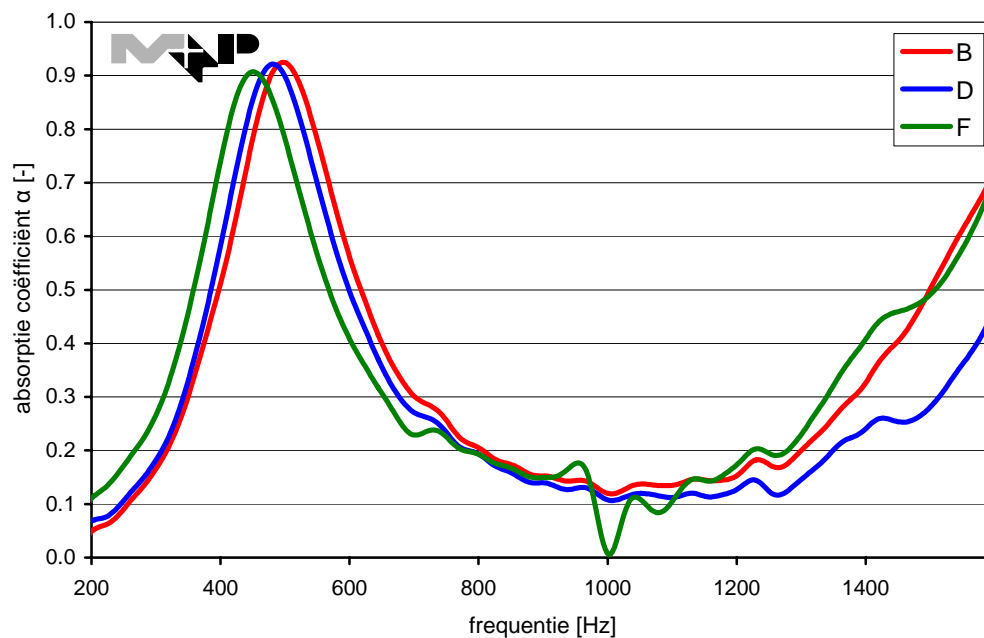


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0114	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.92	498
D	0.92	480
F	0.91	451

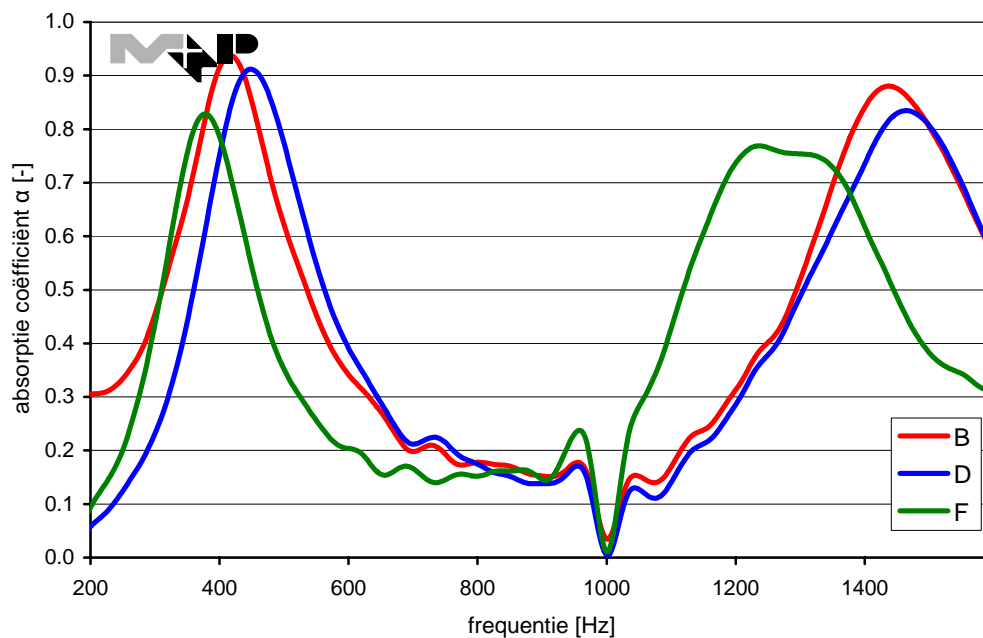


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0375	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.94	416
D	0.91	448
F	0.83	378

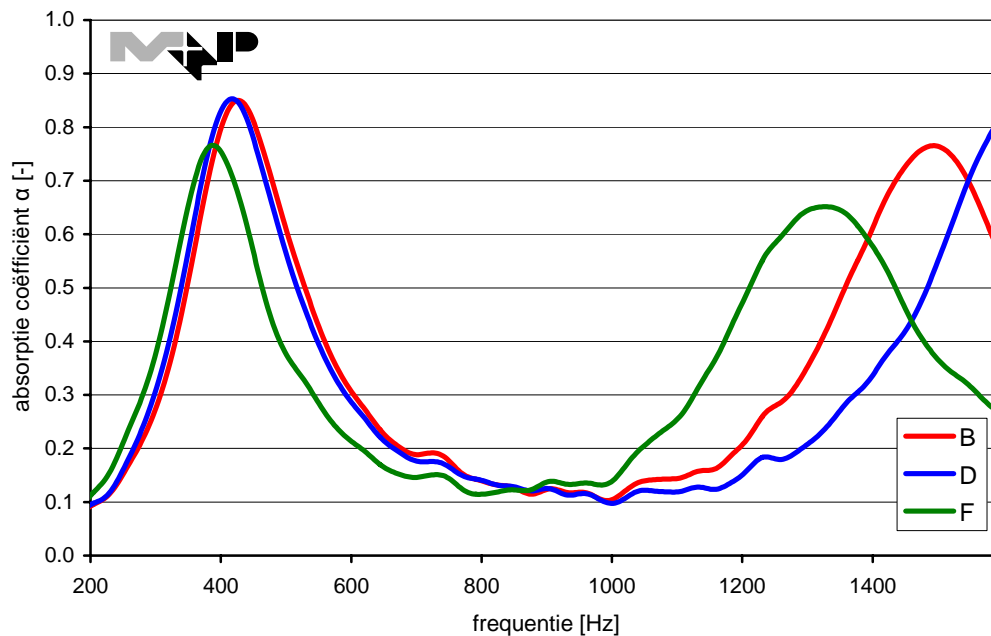


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0226	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.85	428
D	0.85	416
F	0.77	387

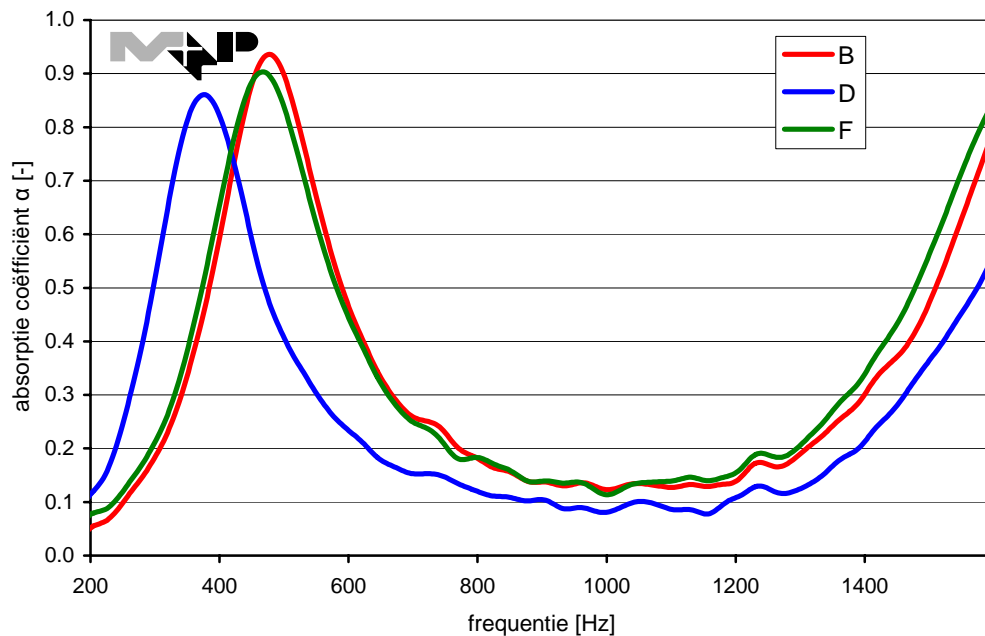


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0414	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.94	478
D	0.86	375
F	0.90	466

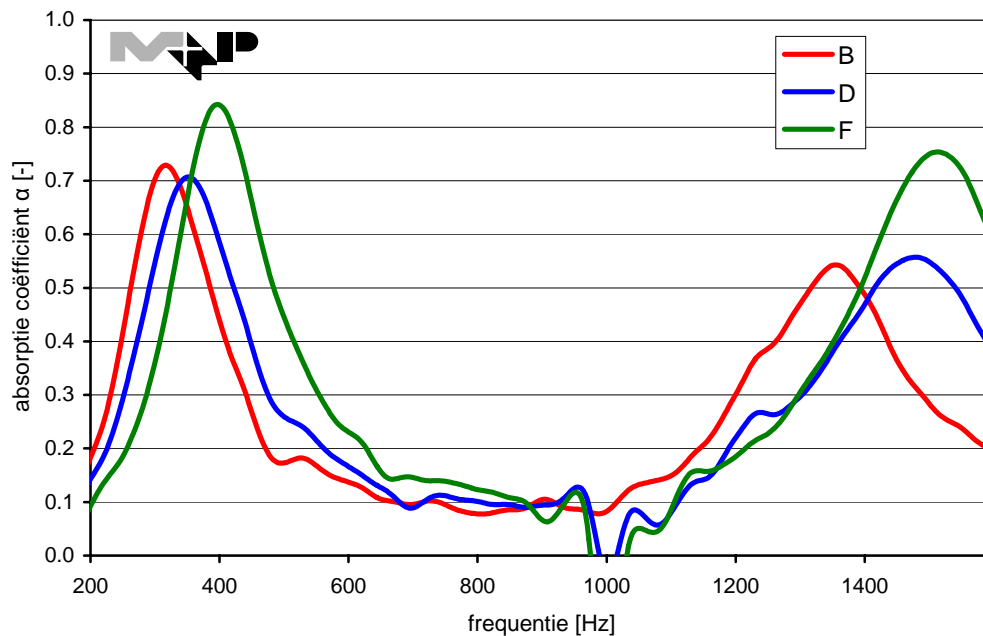


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0391	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.73	316
D	0.71	352
F	0.84	396

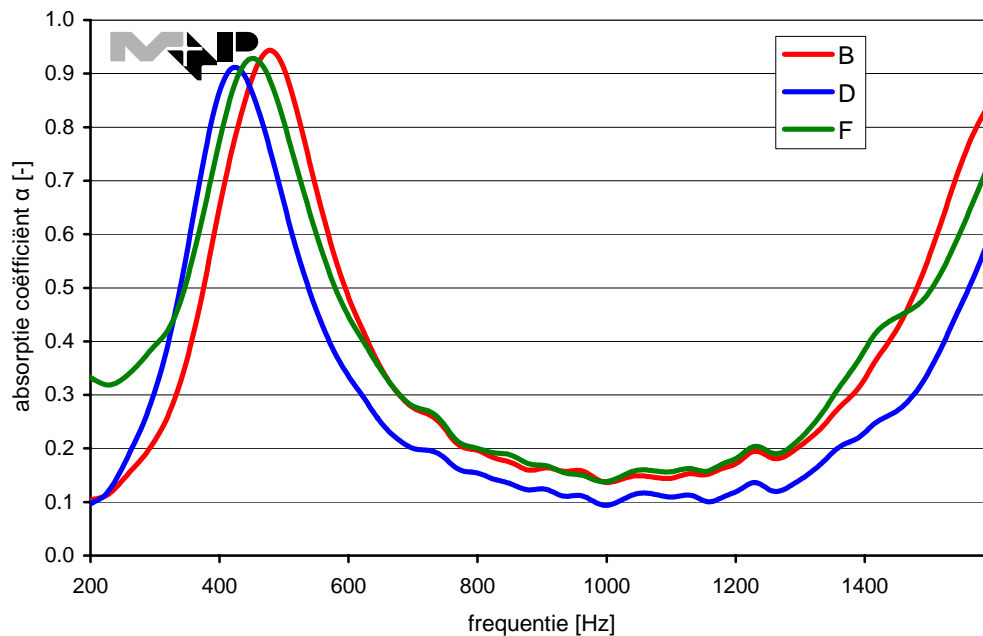


Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0460	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.94	478
D	0.91	425
F	0.93	451

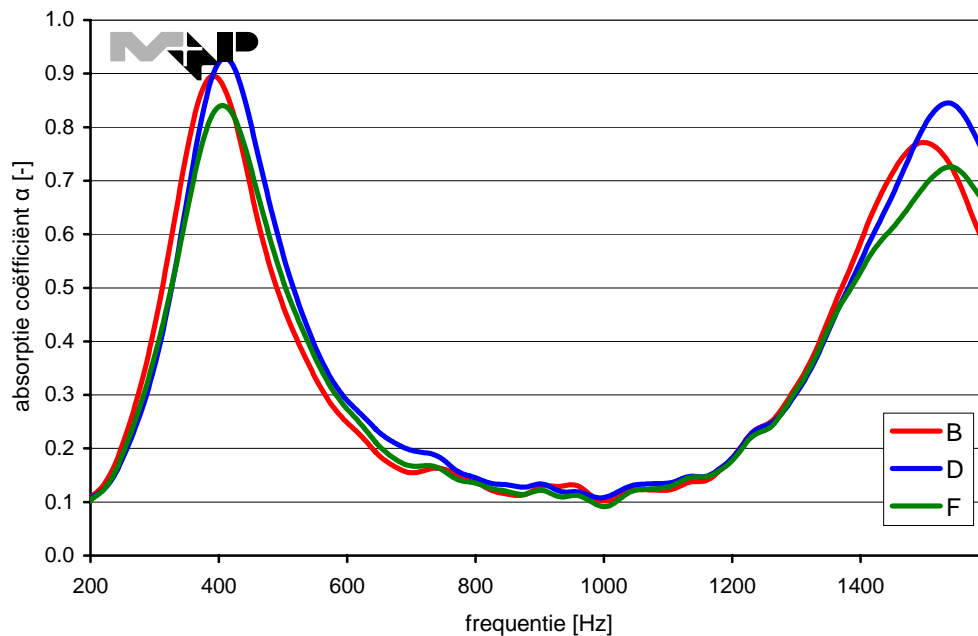


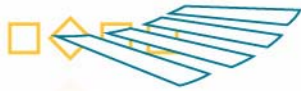
Akoestische Absorptie

Proefstuk	Boorkernen A35 Hengelo Proefvak Heijmans	Datum	12/07/2007
Codering	0318	Temperatuur lucht [°C]	22
		Luchtdruk [hPa]	1008
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

Absorptie volgens 2-microfoon methode: ISO 10534-2

1 ^e maximum	α_{max} [-]	$f(\alpha_{max})$ [Hz]
B	0.90	393
D	0.93	410
F	0.84	404





Bijlage O CPX-metingen

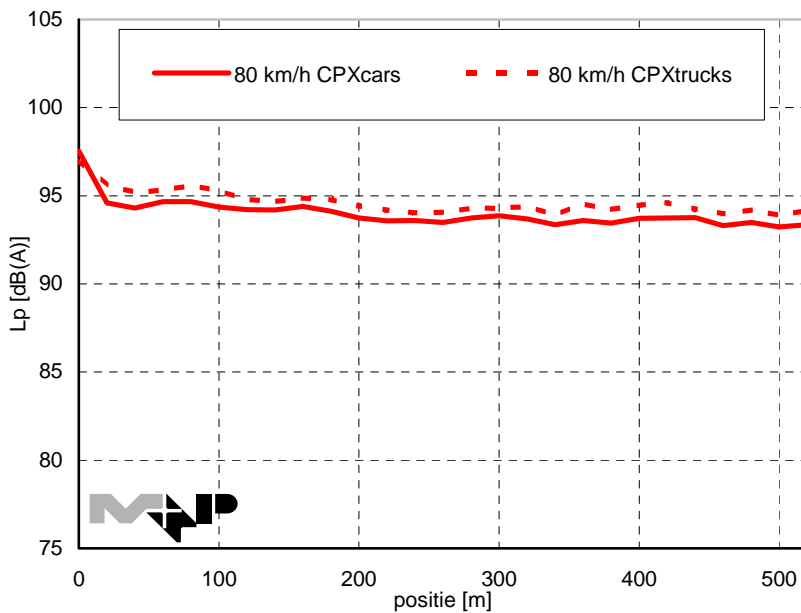
Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de Close-Proximity (CPX) metingen gepresenteerd. Bij deze methode beweegt een speciaal ontworpen aanhanger met microfoons én voorgeschreven referentiebanden over het wegdek (ISO/CD 11891-2).



Close Proximity (investigatory) (inner microfoonposities)

Locatie	A35, Hengelo Proefvak Heijmans (1 HR R 2R-R)	Datum	05-06-2007
Lengte wegvak	520 m	Temperatuur lucht [°C]	24
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	31
Wegdek	tweelaags ZOAB		
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

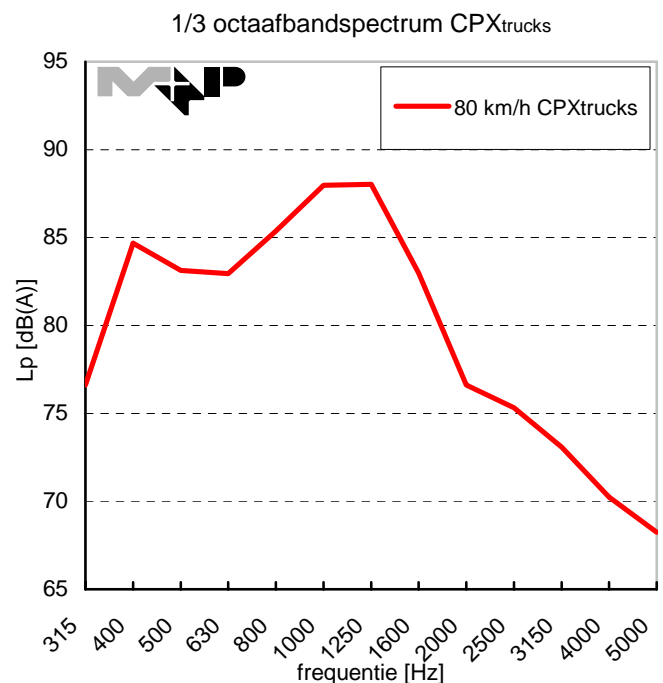
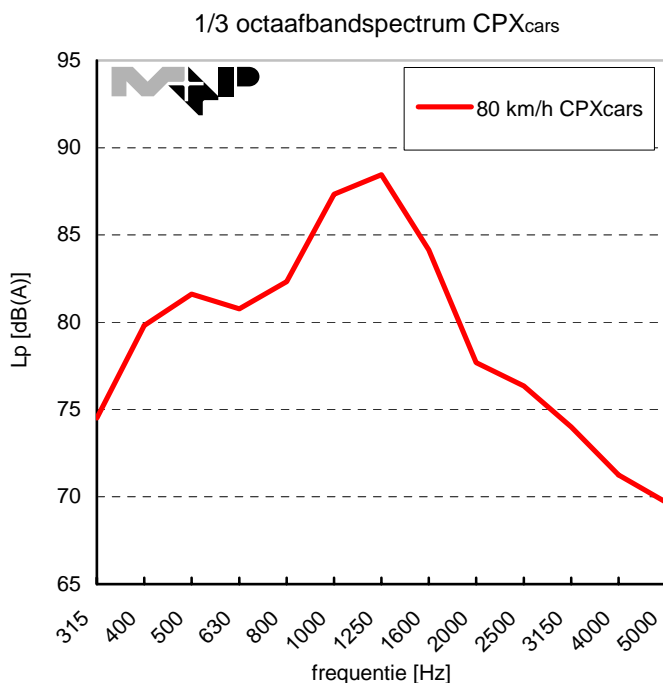
CPX-waarden



band A : Avon ZV1
band B : Avon Enviro CR322
band C : Avon Turbogrip CR65
band D : Dunlop SP Arctic

v [km/h]	50	80	110
<i>CPX_{cars}</i> [dB(A)]	-	93.9	-
stand. dev	-	0.4	-
<i>CPX_{trucks}</i> [dB(A)]	-	94.5	-
stand. dev	-	0.5	-
<i>CPXI</i> [dB(A)]	-	94.0	-
stand. dev	-	0.5	-

Frequentie-analyse



Acoustics-Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise- Part 2: The close-proximity method

(inner microfoonposities)

Metingen uitgevoerd door ir. H.F. Reinink / ir. A.A.A. Peeters
Metingen uitgewerkt door ing. W.J. van der Heijden
 M+P - raadgevende ingenieurs
 Wolfskamerweg 47
 NL-5262 ES Vught
 Tel +31-73-6589050
 Fax +31-73-6589051

Gegevens-analyse CPX-uitwerken.xlt [versie 4.02]
Gemeten wegdektype tweelaags ZOAB

Apparatuur

Type trailer M+P two-wheeled trailer towed by car
Calibratie trailer Report M+P.XTRAIL.07.01.2 April 27th 2007
PAK Mobil PAK Mobil Mk. II
Microfoons Microtech Gefell MK 250 no. 4880
 Microtech Gefell MK 250 no. 5075
 Microtech Gefell MK 250 no. 6402
 Microtech Gefell MK 250 no. 6409
Voorversterkers Microtech Gefell MV 210 no. 0323
 Microtech Gefell MV 210 no. 0324
 Microtech Gefell MV 210 no. 0325
 Microtech Gefell MV 210 no. 0326
Calibrator RION NC-74 no. 50641215



band A : Avon ZV1
 band B : Avon Enviro CR322
 band C : Avon Turbogrip CR65
 band D : Dunlop SP Arctic

Gegevens-analyse

	band A	band B	band C	band D	v_{ref} [km/h]
Snelheid	-	-	-	-	
Standaard deviatie	-	-	-	-	50 km/h
Aantal runs	0	0	0	0	
Snelheid	81.3	80.9	80.7	80.8	
Standaard deviatie	0.4	0.4	0.3	0.4	80 km/h
Aantal runs	1	1	1	1	
Snelheid	-	-	-	-	
Standaard deviatie	-	-	-	-	110 km/h
Aantal runs	0	0	0	0	

Snelheidsconstante B 25
Temperatuurcorrectie 0,20 dB(A) (wel toegepast in rapport)

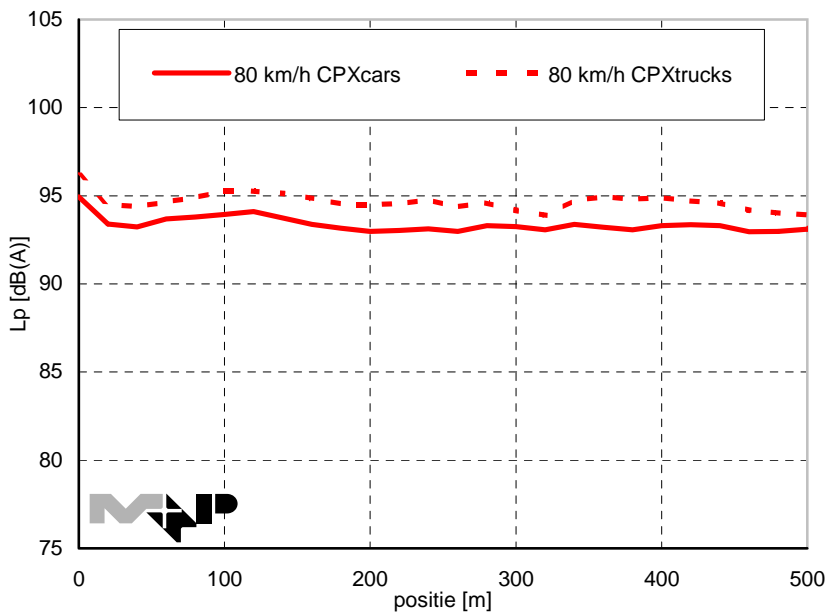
	50 km/h	80 km/h	110 km/h
Geschat SPB-niveau	-	-	-
Geschatte geluidreductie	-	-	-

Opmerkingen CPX-SPB relatie vastgelegd op 05-03-2007

Close Proximity (investigatory) (inner microfoonposities)

Locatie	A35, Hengelo Proefvak Heijmans (1 HR R 1R-R)	Datum	05-06-2007
Lengte wegvak	520 m	Temperatuur lucht [°C]	24
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	31
Wegdek	tweelaags ZOAB		
Rapportnummer	M+P.WHE.06.04C.1		

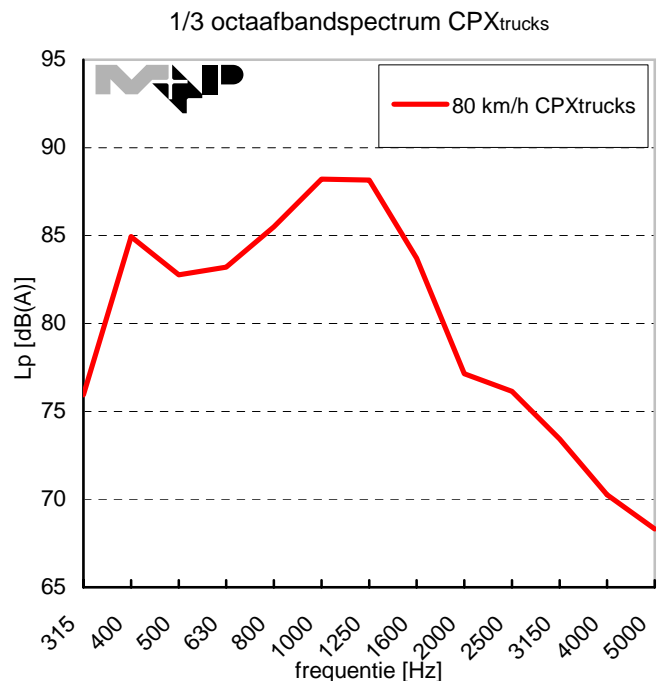
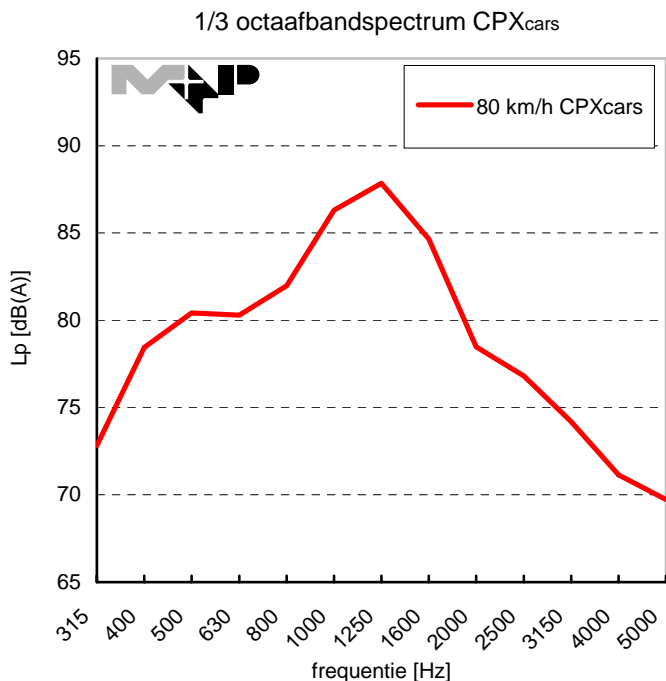
CPX-waarden



band A : Avon ZV1
band B : Avon Enviro CR322
band C : Avon Turbogrip CR65
band D : Dunlop SP Arctic

v [km/h]	50	80	110
CPX _{cars} [dB(A)]	-	93.3	-
stand. dev	-	0.4	-
CPX _{trucks} [dB(A)]	-	94.6	-
stand. dev	-	0.4	-
CPXI [dB(A)]	-	93.6	-
stand. dev	-	0.4	-

Frequentie-analyse



ISO/CD 11819-2

Metingen uitgevoerd door	ir. H.F. Reinink / ir. A.A.A. Peeters
Metingen uitgewerkt door	ing. W.J. van der Heijden
	M+P - raadgevende ingenieurs
	Wolfskamerweg 47
	NL-5262 ES Vught
	Tel +31-73-6589050
	Fax +31-73-6589051
Gegevens-analyse	CPX-uitwerken.xlt [versie 4.02]
Gemeten wegdektype	tweelaags ZOAB

Apparatuur

Type trailer	M+P two-wheeled trailer towed by car
Calibratie trailer	Report M+P.XTRAIL.07.01.2 April 27th 2007
PAK Mobil	PAK Mobil Mk. II
Microfoons	Microtech Gefell MK 250 no. 4880 Microtech Gefell MK 250 no. 5075 Microtech Gefell MK 250 no. 6402 Microtech Gefell MK 250 no. 6409
Voorversterkers	Microtech Gefell MV 210 no. 0323 Microtech Gefell MV 210 no. 0324 Microtech Gefell MV 210 no. 0325 Microtech Gefell MV 210 no. 0326
Calibrator	RION NC-74 no. 50641215



band A	: Avon ZV1
band B	: Avon Enviro CR322
band C	: Avon Turbogrip CR65
band D	: Dunlop SP Arctic

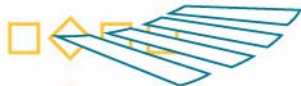
Gegevens-analyse

	band A	band B	band C	band D	v_{ref} [km/h]
Snelheid	-	-	-	-	
Standaard deviatie	-	-	-	-	50 km/h
Aantal runs	0	0	0	0	
Snelheid	81.0	80.9	81.6	80.8	
Standaard deviatie	0.5	0.4	0.2	0.3	80 km/h
Aantal runs	1	1	1	1	
Snelheid	-	-	-	-	
Standaard deviatie	-	-	-	-	110 km/h
Aantal runs	0	0	0	0	

Snelheidsconstante B	25
Temperatuurcorrectie	0,20 dB(A) (wel toegepast in rapport)

	50 km/h	80 km/h	110 km/h
Geschat SPB-niveau	-	-	-
Geschatte geluidreductie	-	-	-

Opmerkingen	CPX-SPB relatie vastgelegd op 05-03-2007
--------------------	--



Bijlage P SPB-meting

Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de Statistical Pass-by (SPB) meting gepresenteerd. Bij deze methode wordt een microfoon op een bepaalde afstand van de rijbaan geplaatst en wordt van iedere voertuigpassage het geluid en de voertuigsnelheid geregistreerd. Het resultaat is een geluidsniveau per voertuigcategorie als functie van de snelheid. Deze methode maakt het bovendien mogelijk om de berekende CPX-geluidsniveaus om te rekenen naar die van het referentiewegdek (ISO 11819-1).

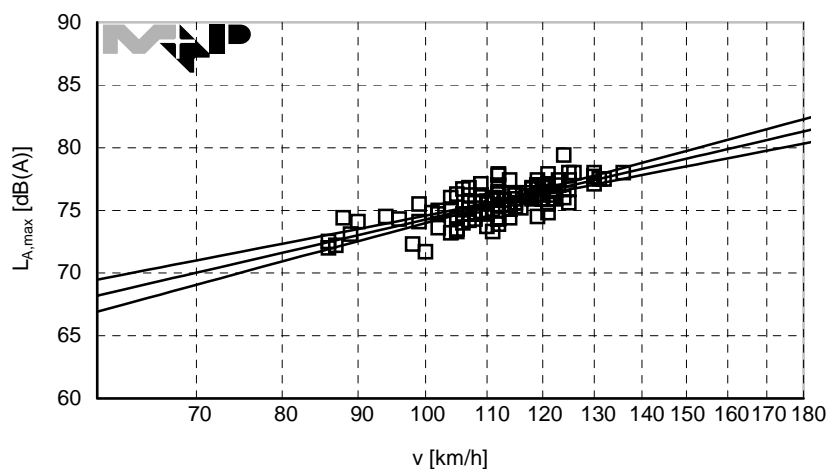


Statistical Pass-By

Locatie	A35, Hengelo proefvak SSH	Datum	16-07-2007
Km.	km 60.081	Temperatuur lucht [°C]	27
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	39
Wegdek	tweelaags ZOAB	Voertuigcategorie	Lichte motorvoertuigen
		Meethoogte	1,2 meter

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



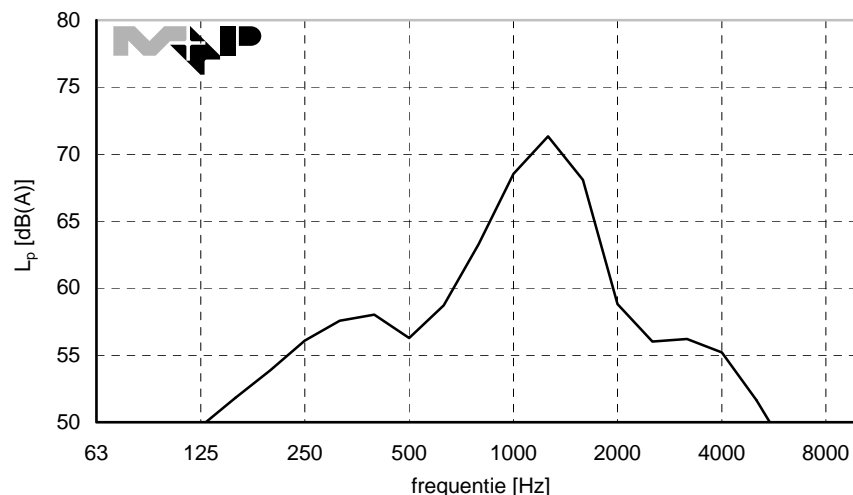
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
60	68.2	1.3
70	70.0	1.0
80	71.6	0.7
90	73.0	0.5
100	74.3	0.3
110	75.4	0.2
120	76.5	0.2
130	77.4	0.4
140	78.3	0.5

Trendlijn: $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$

Constante a	71.6	Aantal metingen	112
Richtingscoëfficiënt b	27.5	Gemiddelde snelheid [km/h]	112.2
Correlatiecoëfficiënt R	0.7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	10.0
Residu [dB(A)]	1.0	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	75.6
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.5

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 110 km/h



Octaafbandspectrum bij 110 km/h

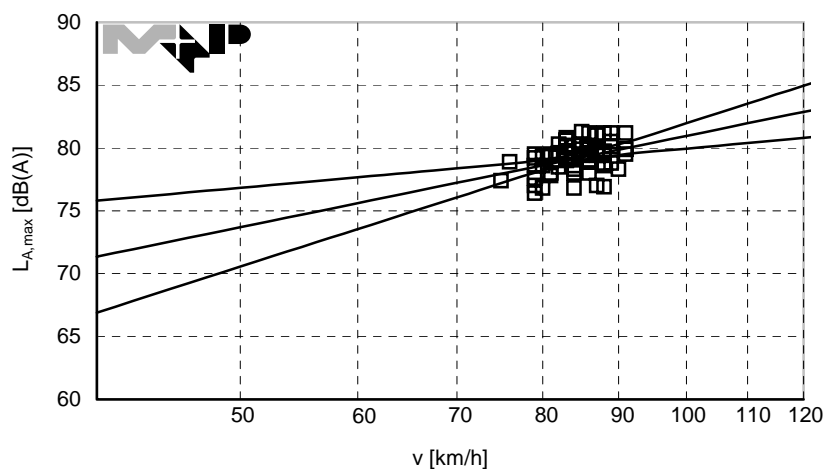
f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	46.2
125	54.9
250	60.9
500	62.6
1000	73.6
2000	68.8
4000	59.5
8000	50.6
tot	75.4

Statistical Pass-By

Locatie	A35, Hengelo proefvak SSH	Datum	16-07-2007
Km.	km 60.081	Temperatuur lucht [°C]	27
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	39
Wegdek	tweelaags ZOAB	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	1,2 meter

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



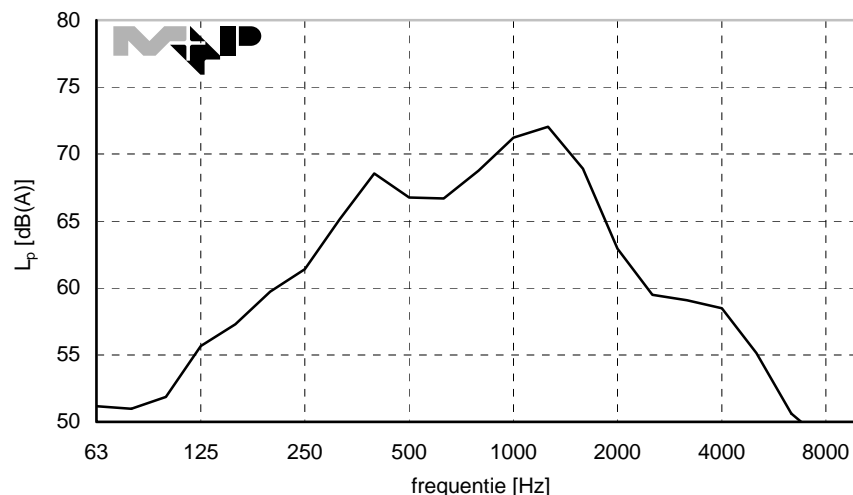
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	71.4	4.5
50	73.7	3.1
60	75.6	2.1
70	77.2	1.2
80	78.6	0.4
90	79.9	0.4
100	81.0	1.0
110	82.0	1.6
120	82.9	2.1

Trendlijn: $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$

Constante a	77.2	Aantal metingen	67
Richtingscoëfficiënt b	24.1	Gemiddelde snelheid [km/h]	84.7
Correlatiecoëfficiënt R	0.4	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	3.8
Residu [dB(A)]	1.1	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	79.2
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.2

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h



Octaafbandspectrum bij 80 km/h

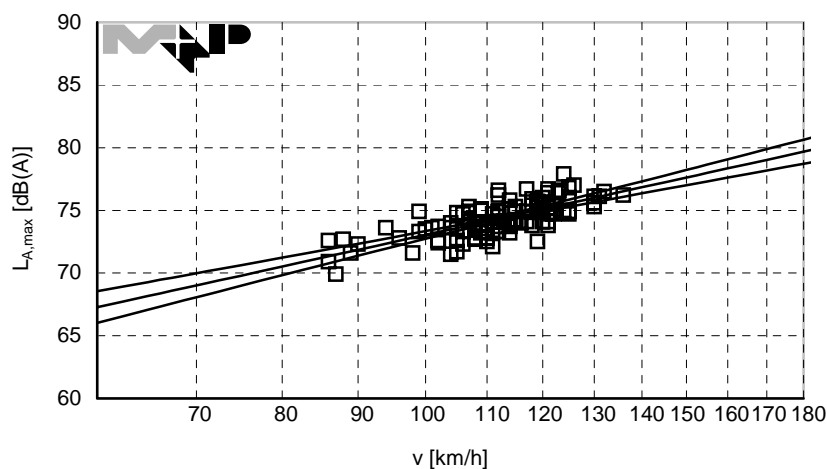
f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	54.3
125	60.2
250	67.5
500	72.2
1000	75.7
2000	70.3
4000	62.7
8000	53.3
tot	78.6

Statistical Pass-By

Locatie	A35, Hengelo proefvak SSH	Datum	16-07-2007
Km.	km 60.081	Temperatuur lucht [°C]	27
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	39
Wegdek	tweelaags ZOAB	Voertuigcategorie	Lichte motorvoertuigen
		Meethoogte	5 meter

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



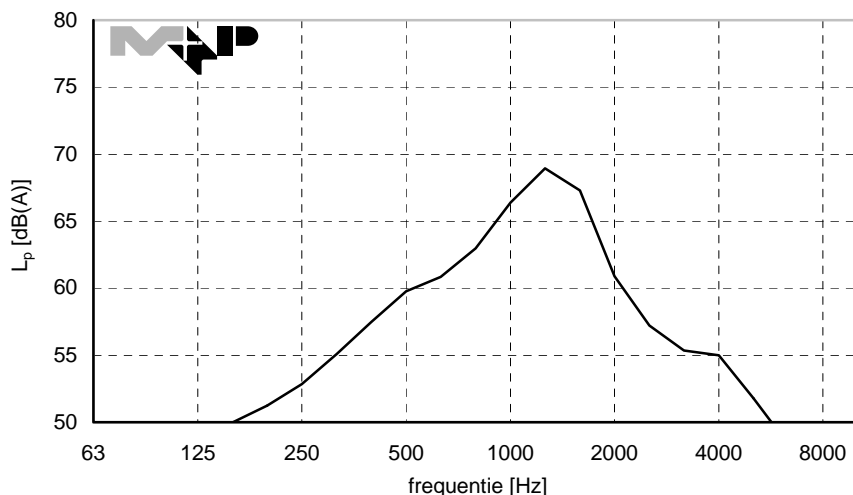
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
60	67.3	1.3
70	69.0	1.0
80	70.5	0.7
90	71.9	0.5
100	73.0	0.3
110	74.1	0.2
120	75.1	0.2
130	76.0	0.3
140	76.8	0.5

Trendlijn: $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$

Constante a	70.5	Aantal metingen	112
Richtingscoëfficiënt b	26.0	Gemiddelde snelheid [km/h]	112.2
Correlatiecoëfficiënt R	0.7	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	10.0
Residu [dB(A)]	1.0	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	74.3
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	80	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.4

Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 110 km/h



Octaafbandspectrum bij 110 km/h

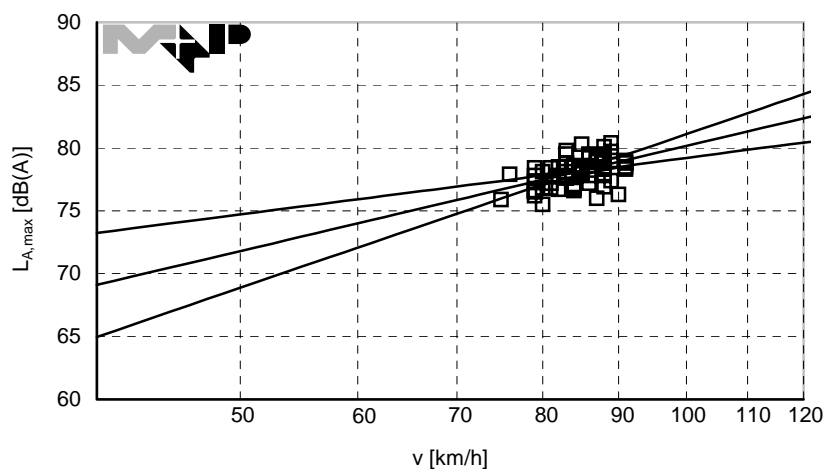
f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	45.6
125	53.4
250	58.1
500	64.4
1000	71.5
2000	68.5
4000	59.1
8000	51.0
tot	74.1

Statistical Pass-By

Locatie	A35, Hengelo proefvak SSH	Datum	16-07-2007
Km.	km 60.081	Temperatuur lucht [°C]	27
Richting	Enschede	Temperatuur wegdek [°C]	39
Wegdek	tweelaags ZOAB	Voertuigcategorie	Zware motorvoertuigen
		Meethoogte	5 meter

Regressie-analyse

Trendlijn en 95% betrouwbaarheidsinterval



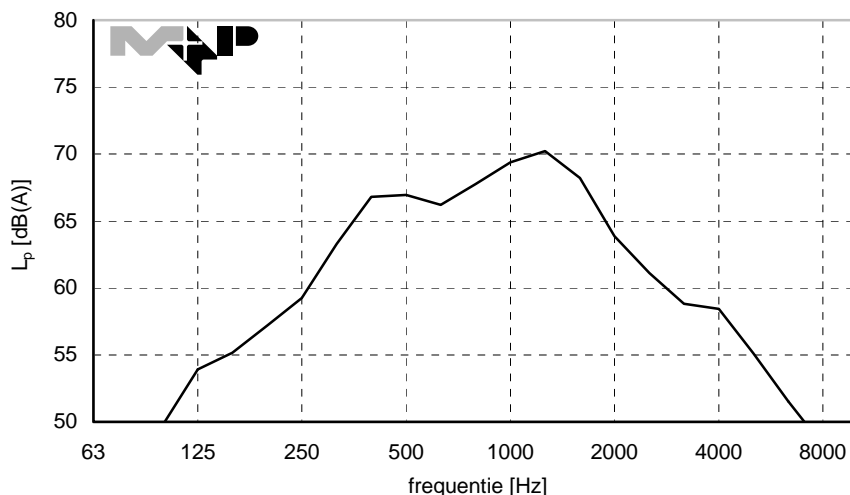
v [km/h]	$L_{A,max}$ [dB(A)]	95%CI [dB(A)]
40	69.1	4.1
50	71.8	2.9
60	74.0	1.9
70	75.9	1.1
80	77.5	0.4
90	78.9	0.4
100	80.2	0.9
110	81.3	1.5
120	82.4	1.9

Trendlijn: $L_{A,max} = a + b * \log(v/v_0)$

Constante a	75.9	Aantal metingen	67
Richtingscoëfficiënt b	27.8	Gemiddelde snelheid [km/h]	84.7
Correlatiecoëfficiënt R	0.5	Standaarddeviatie snelheid [km/h]	3.8
Residu [dB(A)]	1.0	Gemiddelde $L_{A,max}$ [dB(A)]	78.1
Referentiesnelheid v_0 [km/h]	70	Standaarddeviatie $L_{A,max}$ [dB(A)]	1.1

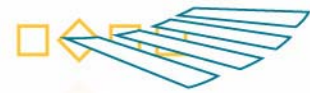
Frequentie-analyse

1/3 octaafbandspectrum bij 80 km/h

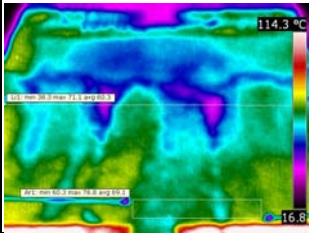
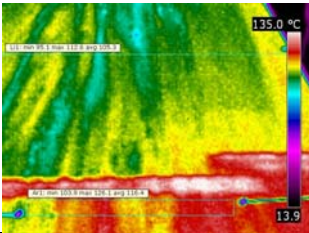
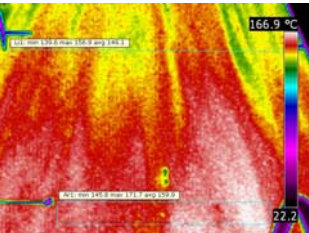
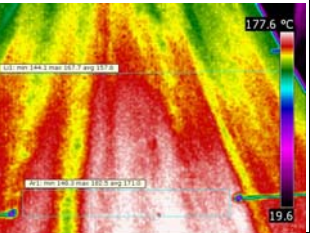
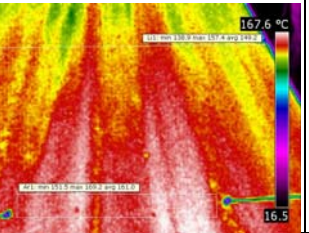
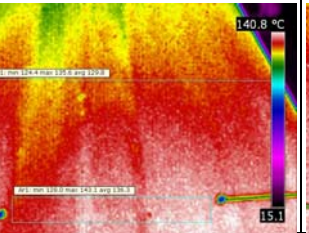
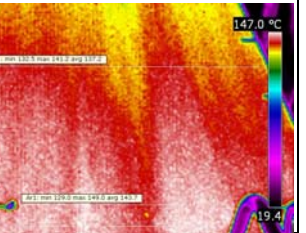


Octaafbandspectrum bij 80 km/h

f [Hz]	L_p [dB(A)]
63	51.6
125	58.3
250	65.4
500	71.4
1000	74.0
2000	70.1
4000	62.5
8000	53.7
tot	77.5



Bijlage Q Overzichtstabel

Representatieve locatie	1	2	3	4	5	6	7
Verwerkingsmethode	conventioneel	conventioneel	conventioneel	conventioneel	conventioneel	met Shuttle Buggy	met Shuttle Buggy
Rijstrook	vluchstrook	linkerrijstrook	rechterrijstrook	linkerrijstrook	linkerrijstrook	linkerrijstrook	rechterrijstrook
Kilometrering	59.855	59.779	59.951	59.939	59.862	60.106	60.164
Interne codering	0114	0375	0226	0414	0391	0460	0318
Snelheid [meter/ minuut]	0 (gedurende 30 minuten)	0 – 0,5 (gedurende 1 minuut)	6	6	13	6	6
Foto							
Gem. asfalttemperatuur [°C]	60,3	105,3	149,1	157,6	149,2	129,8	137,2
MPD [mm]	2,1	1,7	1,68	1,81	1,62	1,75	1,71
RMS [mm]	1,86	1,61	1,54	1,7	1,57	1,68	1,54
Vrije veldmethode – α_{max} [-]	-	-	-	-	-	-	-
Tussen rijsporen in	0,96	0,9	0,88	0,95	0,86	0,86	0,92
In rechterrijspoor	0,99	0,94	0,84	0,93	0,77	0,87	0,88
Spotmethode – α_{max} [-]	-	-	-	-	-	-	-
In linkerrijspoor	0,76	0,65	0,59	0,5	0,42	0,67	0,56
Tussen rijsporen in	0,69	0,65	0,58	0,56	0,45	0,65	0,55
In rechterrijspoor	0,78	0,58	0,47	0,52	0,54	0,47	0,54
Akoestische impedantie [-]	0,92	0,89	0,82	0,90	0,76	0,93	0,89
Gem. laagdikte toplaag [mm]	24,3	26,5	24,5	24,0	28,3	22,0	25,3
Gem. laagdikte onderlaag [mm]	48,8	54,0	51,8	53,5	51,0	51,0	54,8
Gem. holle ruimte toplaag [%]	29,9	28,1	24,9	26,3	22,4	25,3	24,5
Gem. holle ruimte onderlaag [%]	25,6	24,7	29,2	25,8	23,8	21,9	27,0
Gem. aandeel bitumen [%]	-	-	5,75	5,63	-	5,80	5,75
Gem. aandeel steenslag [%]	-	-	85,1	86,2	-	83,0	84,2

