



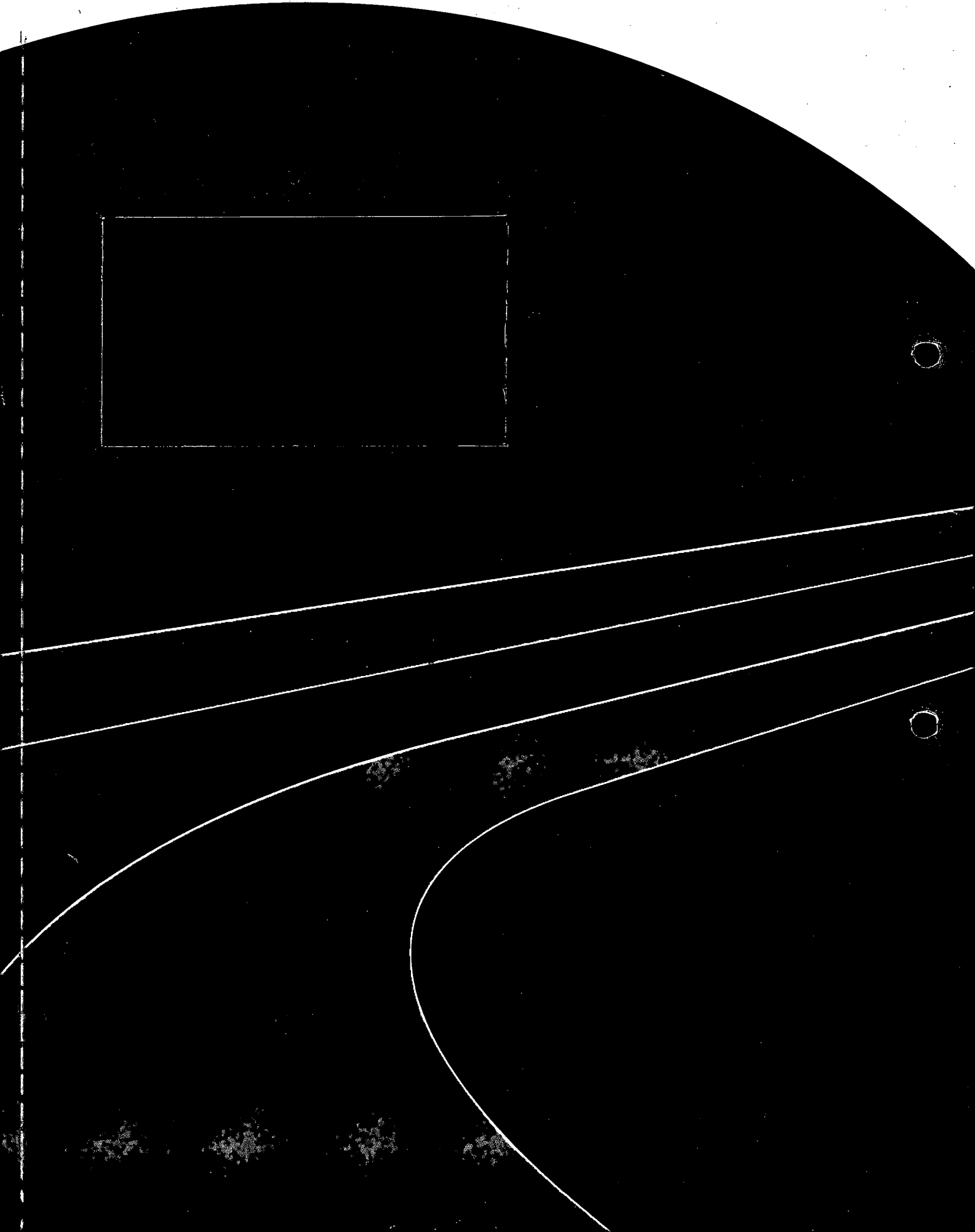
013171 2008 PZDT-R-08204 ken

Rapport valgewicht-deflectiemetingen op de met gie



KOAC-NPC

fundament onder mobiliteit





e0800451

Valgewicht-deflectiemetingen op de met
gietasfalt ingegoten basaltglooing nabij
Wilhelminadorp

Projectnummer : e0800451
Offertenummer en datum : o080142/ov/maw d.d. 27 februari 2008
Titel rapport : Valgewicht-deflectiemetingen op de met gietasfalt ingegoten
basaltglooiing nabij Wilhelminadorp
Status rapport : definitief

Naam opdrachtgever : Rijkswaterstaat Zeeland
Adres : Postbus 1000
Plaats : 4330 ZW MIDDELBURG
Naam contactpersoon : de heer [REDACTED] t
Datum opdracht : 18 maart 2008
Contractnummer : ZLDO35080126
Bestelnummer : 4500115646

Contactpersoon KOAC-NPC : [REDACTED]
Auteur(s) rapport : [REDACTED]

Rapportage**Autorisatie**

Naam: [REDACTED]

Handtekening:

Handtekening: [REDACTED]

Datum:

2 juni 2008

Datum:

2 juni 2008

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC-NPC mag het rapport (of certificaat) niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
2	Valgewicht-deflectiemetingen.....	6
2.1	Principe van de VGD-metingen.....	6
2.2	Uitgevoerde metingen	7
2.3	Meting van de temperatuur	7
3	Opbouw van de bekleding.....	8
3.1	Boren van kernen uit de bekleding.....	8
3.2	Bepaling van de laagdikten	8
3.3	Bepaling van de indringing van het asfaltmestiek.....	9
4	Bitumeneigenschappen.....	10
4.1	Inleiding	10
4.2	Bitumengehalte	10
4.3	Penetratie	10
4.4	Verwekingspunt.....	11
4.5	Penetratie-index	11
5	Verwerking VGD-resultaten.....	12
5.1	Verloop van de deflecties	12
5.2	Terugrekenen van de stijfheden.....	13
6	Interpretatie van de resultaten.....	18
6.1	Berekening laagstijfheden volgens nieuwe methode.....	18
6.2	Terugrekenen individuele stijfheden per locatie.....	18
6.3	Buiging en afschuiving	19
7	Temperatuurcorrectie	21
7.1	Bepaling bitumen stijfheid	21
7.2	Bepalingmestiek stijfheid.....	21
7.3	Temperatuurcorrectie teruggerekende stijfheden	22
8	Presentatie resultaten.....	24
9	Conclusie	25
9.1	Kernen.....	25
9.2	Stijfheden	25

Bijlage

- 1 Locatie van het meetvak
- 2 Meetplan
- 3 Boorplan
- 4 Foto's van de kernen
- 5 Beproevingcertificaat V08.0545
- 6 Deflectiekrommen
- 7 Selectie van de secties
- 8 Berekend laagstijfheden (niet gecorrigeerd)
- 9 Gecorrigeerde laagstijfheden

1 Inleiding

In dit onderzoek is de ingegoten basaltbekleding nabij Wilhelminadorp gekarakteriseerd aan de hand van valgewicht-deflectiemetingen (VGD-metingen). Het idee hierachter is dat de stijfheid van de bekleding een goede parameter is om een inzicht te krijgen van de sterkte van de bekleding.

Voor bepalen van de stijfheid van de bekleding is gebruik van een temperatuurscorrectie. Het model voor deze temperatuurscorrectie is beschreven in KOAC-NPC rapport e0601223-3.

De VGD-metingen zijn uitgevoerd op de met gietasfalt ingegoten basaltzuilen nabij Wilhelminadorp. In bijlage 1 is de ligging van het meetvak aangegeven.

2 Valgewicht-deflectiemetingen

2.1 Principe van de VGD-metingen

Bij VGD-metingen wordt op bepaalde afstanden van het valgewicht de snelheid gemeten met snelheidsopnemers (gefoons). De snelheid wordt rekenkundig geïntegreerd van snelheid naar verplaatsing. Met deze verplaatsingen en de afstanden tot het valgewicht waarop de verplaatsingen zijn gemeten is de vorm van de deflectiekromme bekend. De vervormingen in de deflectiekrommen zeggen indirect iets over de stijfheid van de bekleding en de ondergrond. De stijfheid of elasticiteitsmodulus is gelijk aan de verhouding tussen de opgelegde kracht en de vervorming. De deflectiekromme kan met behulp van dit principe worden teruggerekend naar een stijfheid voor die locatie. Voor het terugrekenen van stijfheden is gebruik gemaakt van het computerprogramma ELMOD5. Vereiste is wel dat de laagdikte bekend is, in dit geval uit de kernboringen. In figuur 2.1 is een foto opgenomen van het valgewicht.



Figuur 2.1: valgewicht-deflectiemetingen

Het meetplan (n080244) is opgenomen in bijlage 2.

2.2 Uitgevoerde metingen

Voor de bepaling van de deflectie zijn 74 metingen uitgevoerd. Per meting zijn telkens 3 klappen met het valgewicht uitgevoerd. Veelal vertoont de eerste meting een onregelmatig beeld omdat het apparaat zich nog moet "zetten". De berekeningen worden in principe met de resultaten van de 3^e klap (meting). In de gevallen waarbij de derde meting een onregelmatig beeld geeft en de eerste of tweede meting niet, zijn de resultaten van een van deze metingen gebruikt om de stijfheden terug te rekenen. Bij elke klap wordt een kracht (force) van ca. 50 kN op de bekleding uitgeoefend.

Het onderzochte vak heeft een lengte van 150 m. De metingen zijn uitgevoerd in 1 raai. De meetraai is voorafgaand aan de metingen uitgezet. De h.o.h.-afstand van de meetpunten bedraagt circa 2 m.

2.3 Meting van de temperatuur

Tijdens de metingen is de temperatuur in een boorgat gemeten. Deze bedroeg 11 °C. De oppervlaktetemperatuur is elk meetpunt geregistreerd. Het vastleggen van de temperatuur is van belang omdat deze de stijfheid van de asfaltmastiek sterk beïnvloedt.

3 Opbouw van de bekleding

3.1 Boren van kernen uit de bekleding

Voor de opbouw van de bekleding en de indringing van de asfaltmastiek zijn drie kernen (Ø 150 mm) geboord. Deze drie kernen zijn zo goed mogelijk geboord op naden tussen de basaltzuilen. Dit om er zeker van het zijn dat de indringing van het asfaltmastiek bepaald kan worden. De boorlocatie zijn vooraf uitgezet zoals is aangegeven in het boorplan (n080245) dat is opgenomen in bijlage 3. De boringen zijn uitgevoerd door KOAC-NPC.

3.2 Bepaling van de laagdikten

In tabel 3.1 zijn de laagdikten van de drie geboorde kernen opgenomen. De laagdikten zijn op 4 plaatsen met behulp van een liniaal opgemeten.

Tabel 3.1: Laagdikten basaltzuilen

Kern	1			
	In boorgat [mm]	Totaal [mm]	Asfaltmastiek [mm]	basalt [mm]
meting 1	250 mm tot 310 mm	283	7	276
meting 2		229	23	206
meting 3		284	4	280
meting 4		284	4	280
Gemiddelde		270	10	261

Kern	2			
	In boorgat [mm]	Totaal [mm]	Asfaltmastiek [mm]	basalt [mm]
meting 1	250 mm	245	11	234
meting 2		240	15	225
meting 3		230	9	221
meting 4		225	16	209
Gemiddelde		235	13	222

Kern	3			
	In boorgat [mm]	Totaal [mm]	Asfaltmastiek [mm]	basalt [mm]
meting 1	200 mm tot 220 mm	187	4	183
meting 2		190	9	181
meting 3		205	13	192
meting 4		160	12	148
Gemiddelde		186	10	176

Kern	1 t/m 3		
	Totaal [mm]	Asfaltmastiek [mm]	basalt [mm]
Gemiddelde	230	11	220
Standaard deviatie	42	2	42

Foto's van de kernen zijn opgenomen in bijlage 4.

3.3 Bepaling van de indringing van het asfaltmastiek

In tabel 3.2 is de indringing van de asfaltmastiek opgenomen.

Tabel 3.2: Indringing van de asfaltmastiek

Kern	1	2	3
meting 1	55	63	55
meting 2	80		55
meting 3	105		47
Gemiddelde [mm]	80	63	52

Als de indringing wordt uitgedrukt als percentage van de kernlengte wordt dit:

- Kern 1: ingieting = 0,31D
- Kern 2: ingieting = 0,28D
- Kern 3: ingieting = 0,30D

Conform de toetsmethode van Klein Breteler worden bekledingen als volgt beoordeeld:

- Goed 40 a 60% ingieting en tenminste 100 mm diep tussen de zuilen
- Oppervlakkig 20 a 30% ingieting

De onderzochte meetraai wordt gekwalificeerd als een "oppervlakkig" ingegoten bekleding.

De gemiddelde laagdikte van de ingegoten basaltzuilen bedraagt 220 mm. Voor de laagdikte van de filterlaag (onder de gezette en ingegoten basaltzuilen) is een aanname gedaan van 200 mm.

4 Bitumeneigenschappen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden alle resultaten weergegeven van de volgende onderzoeksonderdelen:

- Bitumengehalte
- Penetratie
- Verwekingspunt
- Penetratie-index

Het asfaltrapport V08.0545 is opgenomen in bijlage 5.

De bitumeneigenschappen zijn bepaald na terugwinning van het bitumen uit de asfaltmastiek. De resultaten worden gebruikt om de trendlijnen van de mastiek stijfheid (S_{Mast}) en bitumen stijfheid (S_{Bit}) op te stellen. Deze trendlijnen worden gebruikt om de stijfheden te corrigeren naar 5 °C.

4.2 Bitumengehalte

Het bitumengehalte is conform proef 65.2 van de RAW bepaald. In tabel 2.1 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 2.1: Resultaten bitumen gehalte

Kern 1	16,6
Kern 2	16,2
Kern 3	15,4
Gemiddelde [%^M/M]	16,1
Standaard deviatie [%^M/M]	0,6

4.3 Penetratie

De penetratie is conform NEN-EN 1426 bepaald. In tabel 2.2 zijn de resultaten weergegeven. De penetratie is bepaald bij 25,0 °C.

Tabel 2.2: Resultaten penetratie

Kern 1	39,0
Kern 2	39,0
Kern 3	43,0
Gemiddelde [0,1 mm]	40,3
Standaard deviatie [0,1 mm]	2,3

4.4 Verwekingspunt

Het verwekingspunt (temperatuur Ring & Kogel) is conform NEN-EN 1427 bepaald. In tabel 2.3 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 2.3: Resultaten verwekingspunt

Kern 1	56,0
Kern 2	56,0
Kern 3	54,8
Gemiddelde [°C]	55,6
Standaard deviatie [°C]	0,7

4.5 Penetratie-index

Uit de penetratie en het verwekingspunt is de penetratie-index berekend conform NEN-EN 12591 annex B. In tabel 2.4 zijn de resultaten weergegeven.

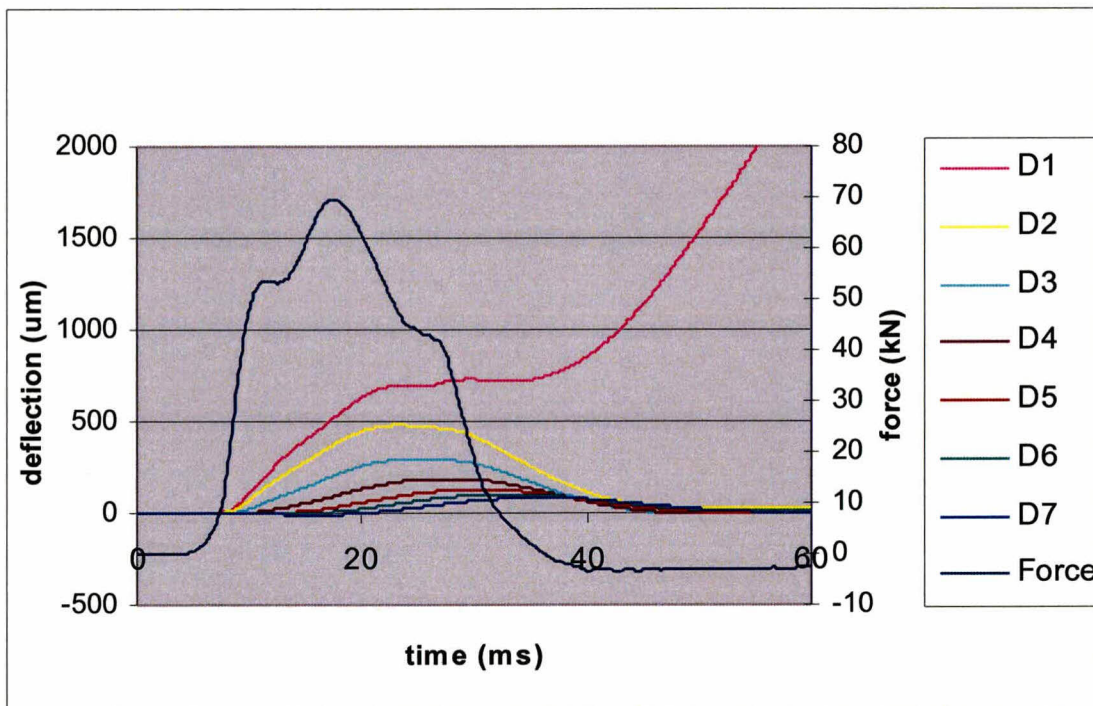
Tabel 2.4: Resultaten penetratie-index

Kern 1	- 0,4
Kern 2	- 0,4
Kern 3	- 0,4
Gemiddelde [-]	- 0,4
Standaard deviatie [-]	0,0

5 Verwerking VGD-resultaten

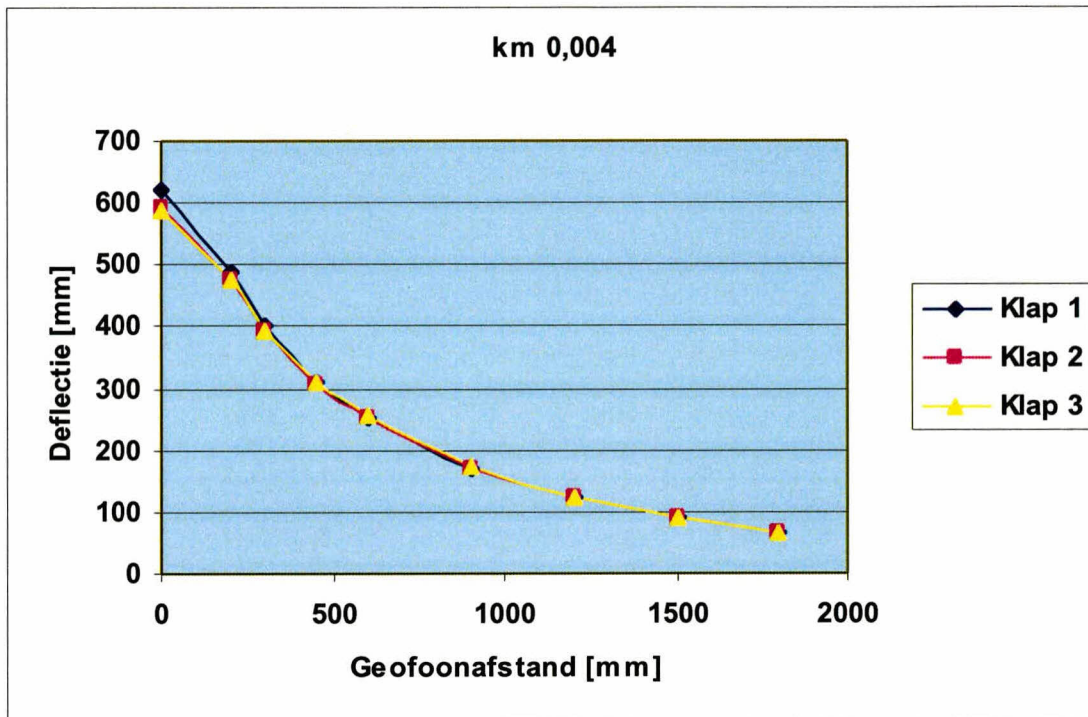
5.1 Verloop van de deflecties

Wanneer het verloop van de deflectie in de tijd wordt bekeken kan het voorkomen dat bij verscheidene meetpunten de centrumdeflectie eerst een lokaal maximum bereikt (tussen de 20 en 35 ms) en daarna wegloopt. De eerste piek valt samen met de pieken van de andere geofoons en treedt op ten gevolge van de aangebrachte kracht. Waarschijnlijk door de scheefstand van het apparaat in combinatie met het onregelmatige oppervlak vindt daarna een verstoring plaats in de meting van de centrumdeflectie. Deze opslingering aan het einde van het signaal wordt dan ook buiten beschouwing gelaten bij de interpretatie van de metingen. Deze verstoring bij de centrumdeflectie treedt niet bij alle metingen op. Om het werkelijke maximum te gebruiken bij het terugrekenen van de stijfheden zijn alle data gefilterd. Op deze manier wordt de database opgeschoond en alleen het "lokale maximum" gebruikt in verdere berekeningen.



Figuur 5.1: Grafische weergave van de deflectiegolven waarbij het probleem optreedt.

In figuur 5.2 zijn de maximale deflecties (toppen van de curven, zie figuur 5.1) van een meting uitgezet. Deze maximale deflecties zijn gebruikt bij de bepaling van de deflectiekrommen. Indien de centrumdeflectie een opslingering vertoont is voor het berekenen van de stijfheden het lokale maximum (rond de 30 ms) aangehouden.



Figuur 5.2: Deflectiekromme meting 3 km 0,004.

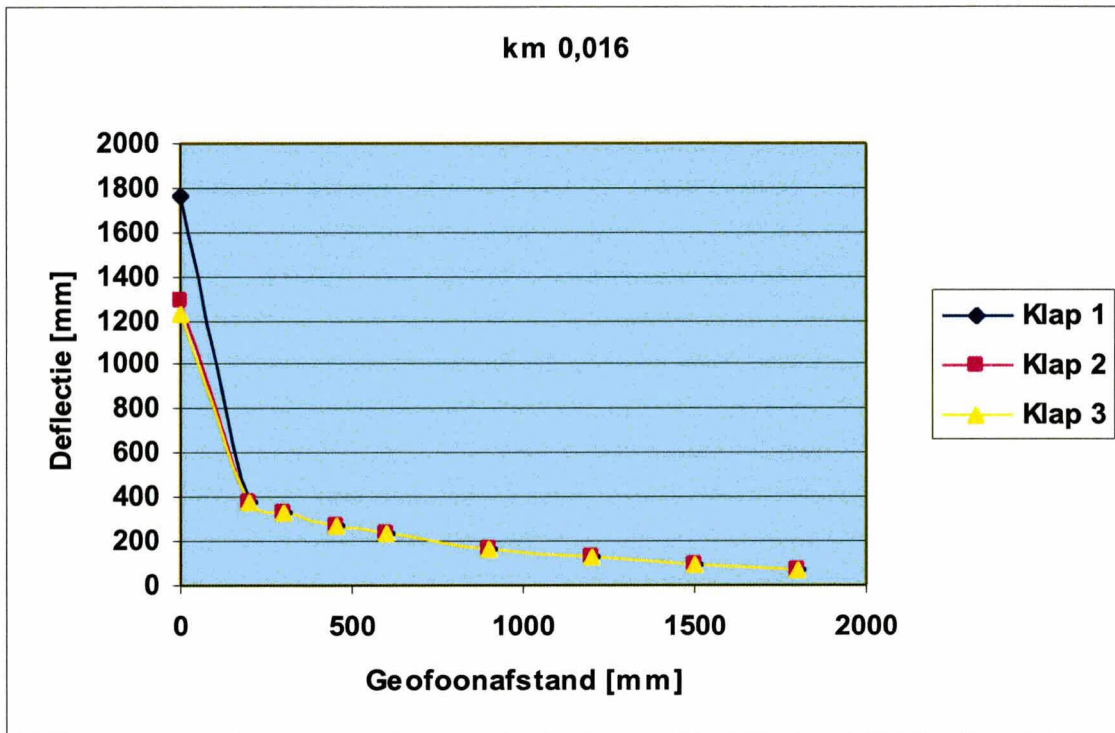
In bijlage 6 zijn alle deflectiekrommen opgenomen.

5.2 Terugrekenen van de stijfheden

5.2.1 Principe van het terugrekenen

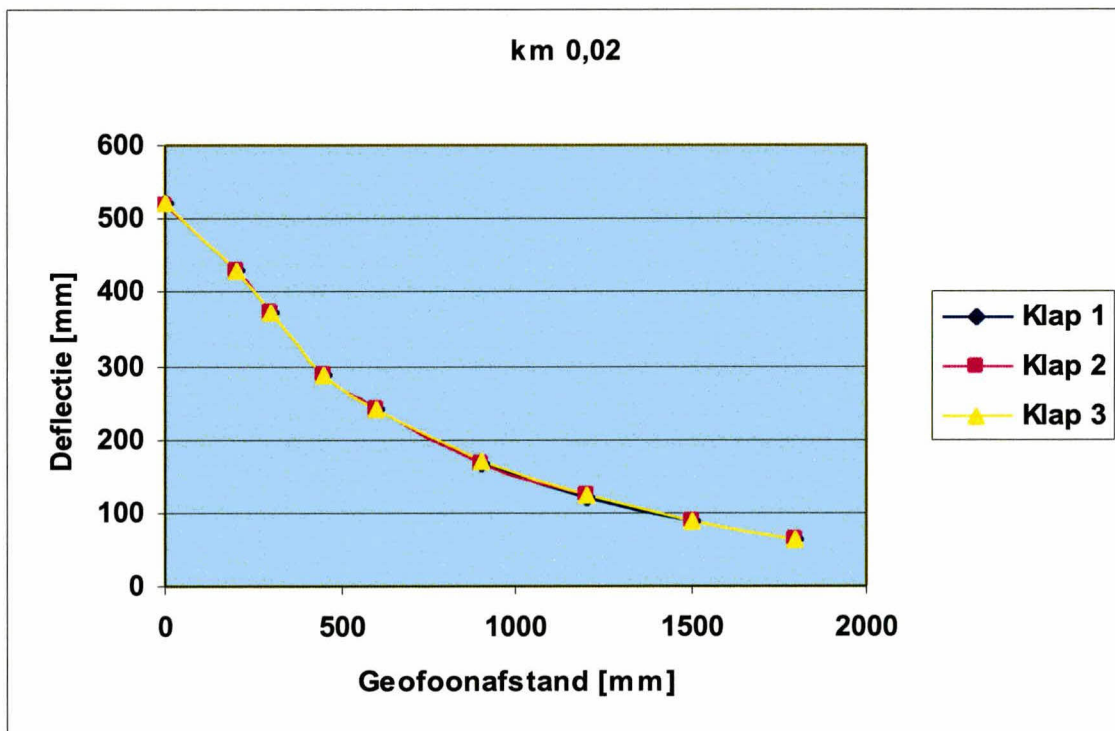
Voor de evaluatie van de metingen zijn ten eerste de ruwe meetdata van de deflectiemetingen bekeken. Meetdata met meetfouten zijn verwijderd. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door geofoons die geen of slecht contact hebben met de bekleding. De deflecties van de bekleding zijn uitgezet tegen de afstand van de geofoons tot het lastcentrum. Hierbij zijn duidelijk twee vormen waar te nemen.

Ten eerste zijn er meetpunten die een zeer grote centrumdeflectie (afschuiving) hebben waarna de deflectie van de volgende geofoons direct sterk teruglopen (zie meting in figuur 5.3).



Figuur 5.3: Deflectiekromme waarbij afschuiving in een voeg optreedt

Ten tweede zijn er meetpunten waarbij de deflecties geleidelijker teruglopen (zie figuur 5.4).



Figuur 5.4: Deflectiekromme indien "buiging" dominant is

Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in samenhang van de bekleding. Uit de figuren 5.3 en 5.4 wordt direct een goed inzicht gekregen in de samenhang van de bekleding. Indien sprake is van plaatwerking tussen de elementen zal de teruggerekende stijfheid van de bovenlaag (van ingegoten basalt) een goede indicatie geven van de mate van samenhang. Algemeen kan er vanuit gegaan worden dat naarmate de stijfheid van de ingegoten basaltbekleding hoger is, de onderlinge samenhang van de zuilen beter is, en de bekleding minder gevoelig is voor verlies van zuilen t.g.v. overdruk onder de bekleding.

Het terugrekenen van de stijfheid van de lagen gebeurt op basis van het concept van Boussinesq. Het bepalen van de stijfheid is een iteratief proces. Voor de lagen wordt een aanvangswaarde ingevoerd waarna het programma stijfheden berekend totdat het verschil tussen het gemeten en berekende deflectieprofiel binnen acceptabele grenzen ligt.

5.2.2 Surface modulus

Een belangrijk begrip, dat ter ondersteuning van de stijfheidsberekeningen wordt gehanteerd, is de surface modulus. De surface moduli geven een indicatie over het stijfheidsverloop in de verhardingsconstructie en worden met behulp van de formules van Boussinesq berekend uit de gemeten deflecties. Uit een gemeten deflectie op een bepaalde afstand kan een E-waarde voor zo'n model berekend worden die op dezelfde afstand, dezelfde deflectie zou geven. Deze E-waarde wordt surface modulus genoemd.

De surface modulus geeft een indruk van het stijfheidsverloop in de ondergrond en verharding en maakt het mogelijk om het voorkomen van stijvere of juist minder stijve lagen te herkennen.

Voor de berekening van de surface moduli wordt gebruik gemaakt van de formules van Boussinesq:

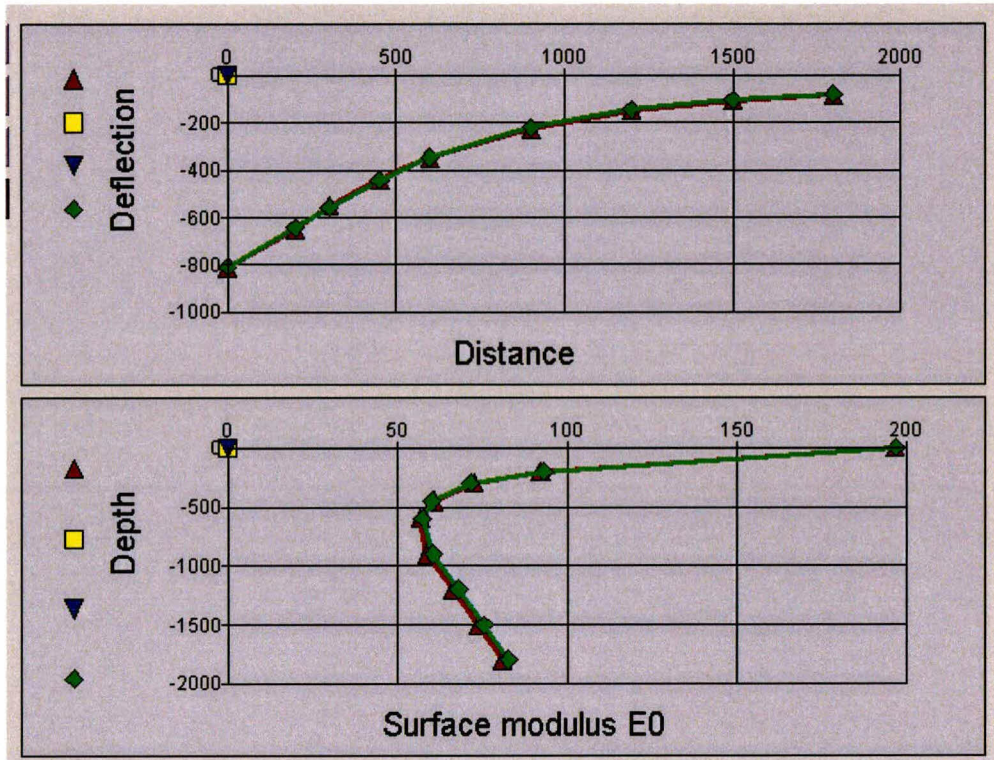
$$E_0(r) = \frac{(1-\nu^2)\sigma_0 \cdot a^2}{r \cdot \delta(r)}$$

waarin:

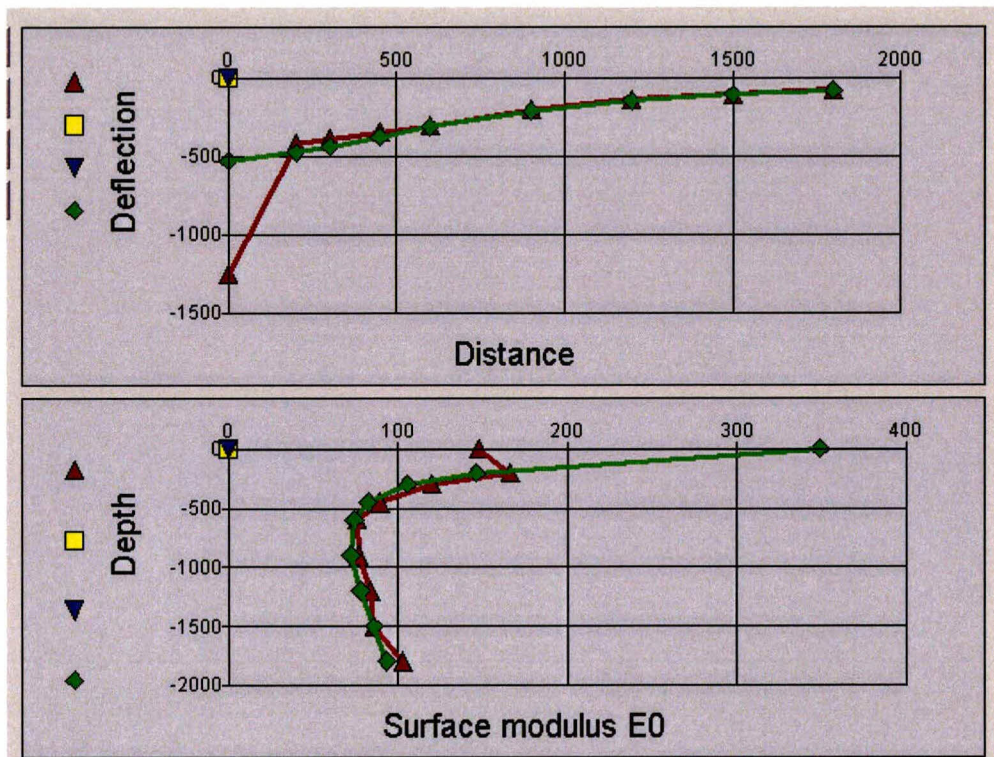
$E_0(r)$	= surface modulus equivalente diepte r [MPa];
ν	= Poissonfactor [-];
σ_0	= belasting onder de plaat [N/mm ²];
a	= straal van de plaat [mm];
r	= afstand geofon tot het plaatmidden [mm];
$\delta(r)$	= deflectie op afstand r van het plaatmidden [μ m].

De formules beschrijven de relatie tussen de deflectie en de elasticiteitsmodulus van een oneindige 'halfruimte'.

In de figuren 5.6 en 5.7 zijn 2 voorbeelden gegeven van een deflectieprofiel en het verloop van de surface modulus. De gemeten waarden zijn in het rood aangegeven, de berekende waarden in het groen.



Figuur 3.6: deflectieprofiel en surface modulus, gemeten (rood) en berekend (groen)



Figuur 3.7: deflectieprofiel en surface modulus, gemeten (rood) en berekend (groen)

Om tot een beter resultaat te komen is een tussenlaag ingevoerd met een dikte van 200 mm. In figuur 5.6 geeft het berekende deflectieprofiel een goede benadering van het gemeten deflectieprofiel. Zoals te zien is in figuur 5.7 wordt het gemeten deflectieprofiel niet goed benaderd indien er sprake is van afschuiving in de voegen. Het toch berekenen van de elasticiteitsmoduli resulteert in dit geval in een lage waarde. Hoewel dit geen betrouwbare waarde is voor de buigstijfheid van de toplaag, kan er op deze manier wel eenvoudig onderscheid worden gemaakt tussen metingen waarbij afschuiving is opgetreden (elasticiteitsmodulus < 500 MPa) en metingen waarbij de bekleding volledig als buiglijger fungeert (indicatie: elasticiteitsmodulus > 4.000 MPa). Daarnaast is er een gebied te onderscheiden waarin zowel afschuiving in de voegen als buiging optreden.

6 Interpretatie van de resultaten

6.1 Berekening laagstijfheden volgens nieuwe methode

Na een nadere analyse van de beschikbare data is de volgende methode voor de berekening en beoordeling van de laagstijfheden opgesteld:

1. data analyse van de VGD-metingen en verwijderen van de foutmetingen;
2. bepalen van het percentage bruikbare metingen;
3. terugrekenen van de individuele laagstijfheden per locatie;
 - a. bij stijfheden van kleiner dan 50 MPa voor de filterlaag worden de berekeningen opnieuw gemaakt met de volgende uitgangspunten:
 - i. stijfheid ingegoten basaltlaag is zonder beperkingen;
 - ii. stijfheid van de filterlaag ligt tussen de 100 en 250 MPa;
 - iii. stijfheid van de ondergrond ligt tussen de 10 en 100 MPa.
4. opsplitsen van de stijfheden per locatie naar:
 - a. locaties waar de bekleding reageert als een buiglijger ($E_1 > E_2$)
 - b. locaties waar de bekleding centrumdeflectie vertoont ($E_1 < E_2$)
5. bepalen van het percentage metingen met centrumdeflecties;
6. bepalen van de gemiddeld gemeten stijfheid van alleen de punten waar de bekleding reageert als buiglijger ($E_1 > E_2$).

6.2 Terugrekenen individuele stijfheden per locatie

Van alle locaties is met behulp van ELMOD 5.1.7 de laagstijfheid van elke individuele locatie berekend. Na het terugrekenen bleek dat er veel locaties zijn waar de stijfheid van de filterlaag < 50 MPa is. Van deze locaties dienen de stijfheden opnieuw worden uitgerekend, maar nu met restricties aan de tussenlaagstijfheid en ondergrond (3. a). Echter na een grondige analyse van de data (controle deflectiekromme en surface moduli) zijn wij van oordeel dat dit maar voor een aantal locatie geldt. De stijfheden berekend met de restricties zijn alleen gebruikt voor de locaties 0,028, 0,036, 0,040, 0,044, 0,046 en 0,058. Van alle overige locaties is geen reden om aan te nemen dat de waarden niet kloppen. De data, de deflectiekrommen, de deflectieprofielen en de surface moduli geven van deze locaties geen aanleiding aan te nemen dat de resultaten niet kloppen.

Op basis van de gemeten deflecties zijn drie secties binnen het vak te onderscheiden. De selectie is gedaan aan de hand van de richtingscoëfficiënt van de accumulated difference van de deflecties:

Sectie 1: km 0,000 tot km 0,075

Sectie 2: km 0,075 tot km 0,118

Sectie 3: km 0,118 tot km 0,148

In bijlage 7 is de selectie van de secties opgenomen.

In bijlage 8 zijn alle berekende laagstijfheden opgenomen.

In tabel 6.1 zijn de gemiddelde (niet gecorrigeerde) stijfheden opgenomen.

Tabel 6.1: Niet gecorrigeerde stijfheden

	Gemiddelde stijfheid [MPa]	Standaard deviatie [MPa]
Totaal	1618	1061
Sectie 1	2205	1109
Sectie 2	958	270
Sectie 3	759	120

De gemiddelde stijfheid per sectie neemt af richting het einde van het meetvak. Een lage stijfheid geeft aanleiding aan te nemen dat de samenhang van de zuilen en mastiek niet goed is. Een conclusie die hieruit volgt is dat de kwaliteit van de bekleding ook afneemt in de richting van het einde van het meetvak.

6.3 Buiging en afschuiving

Voor de interpretatie van de resultaten is onderscheid gemaakt tussen:

- Onbruikbare metingen;
- Metingen waarbij (volledige) afschuiving is opgetreden;
- Metingen waarbij de bekleding als buiglijger heeft gefungeerd.

In tabellen 6.2 t/m 6.5 is aangegeven om welke aantallen het gaat.

Tabel 6.2: Gegevens bruikbare metingen (totaal)

	Aantal	Percentage
Aantal uitgevoerde metingen	73	
Aantal metingen vervallen	4 (1, 35, 41 en 59)	5,5%
Aantal metingen met afschuiving	11 (8, 9, 26, 48, 50, 63, 67, 68, 72, 73 en 74)	15,1%
Aantal metingen met buiging	58	79,4%
Bijzonderheden	Van meting 2, 27, 33 en 63 is klap 2 gebruikt	

Het volgende valt op:

- 94,5% van de metingen levert bruikbare data op.
- Bij 115,1% van de metingen treedt afschuiving op in de voegen bij de opgelegde belasting. Dit zijn locaties die tijdens een storm naar verwachting eerder zullen bezwijken dan locaties waar de bekleding als buiglijger fungeert.

Tabel 6.3: Gegevens bruikbare metingen sectie 1

	Aantal	Percentage
Aantal uitgevoerde metingen	37	
Aantal metingen vervallen	2	5,4%
Aantal metingen met afschuiving	3	8,1%
Aantal metingen met buiging	32	86,5%

Tabel 6.4: Gegevens bruikbare metingen sectie 2

	Aantal	Percentage
Aantal uitgevoerde metingen	22	
Aantal metingen vervallen	2	9,1%
Aantal metingen met afschuiving	2	9,1%
Aantal metingen met buiging	18	81,8%

Tabel 6.5: Gegevens bruikbare metingen sectie 3

	Aantal	Percentage
Aantal uitgevoerde metingen	14	
Aantal metingen vervallen	0	0%
Aantal metingen met afschuiving	6	42,9%
Aantal metingen met buiging	8	57,1%

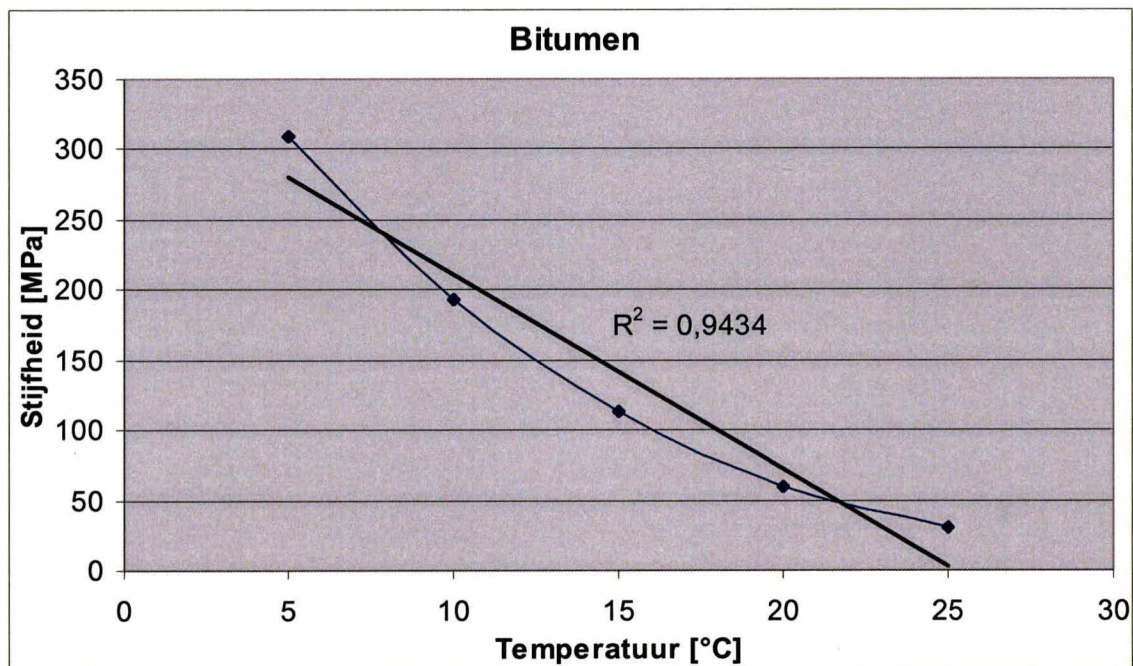
Het aantal locaties met afschuiving zegt iets over de kwaliteit van de bekleding. Ook afschuiving geeft aan dat de samenhang van de bekleding niet goed is. Het aantal locaties met afschuiving neemt toe richting het einde van het meetvak. Een conclusie die hieruit volgt is dat de kwaliteit van de bekleding ook afneemt in de richting van het einde van het meetvak.

7 Temperatuurcorrectie

Voor de temperatuurcorrectie moet de stijfheid van de bitumen (S_{Bit}) en de stijfheid van het mastiek (S_{mast}) worden bepaald. De stijfheden van de bitumen en de mastiek worden berekend met behulp van de nomogrammen van Van Der Poel (bitumen) en de nomogrammen van Bonnaure (mastiek). Hiervoor is het programma BANDS2 gebruikt.

7.1 Bepaling bitumen stijfheid

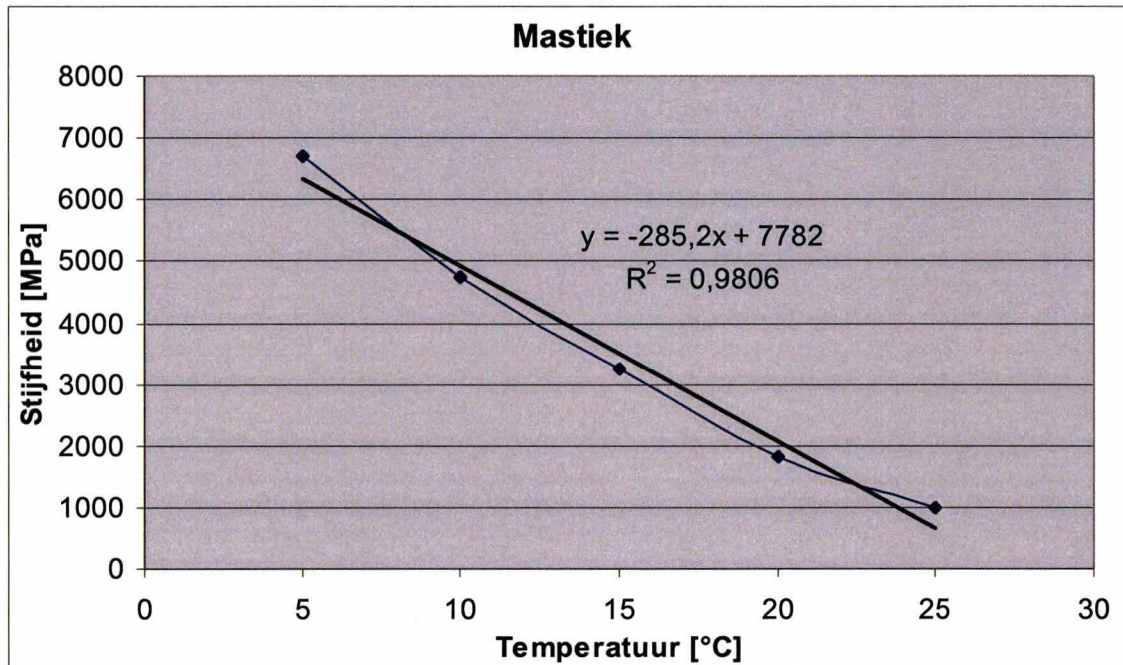
De stijfheid van de bitumen wordt bepaald aan de hand van het verwerkingspunt en de penetratie. De stijfheid wordt bij 5 temperaturen bepaald. In figuur 7.1 is het resultaat van de bitumen stijfheid weergegeven.



Figuur 7.1: Bitumen stijfheid.

7.2 Bepaling mastiek stijfheid

De stijfheid van de mastiek wordt bepaald aan de hand van de penetratie-index, het volumepercentage bitumen, het volumepercentage aggregaat en de bitumenstijfheid. De stijfheid wordt bij 5 temperaturen bepaald. In figuur 7.2 is het resultaat van de mastiekstijfheid weergegeven.

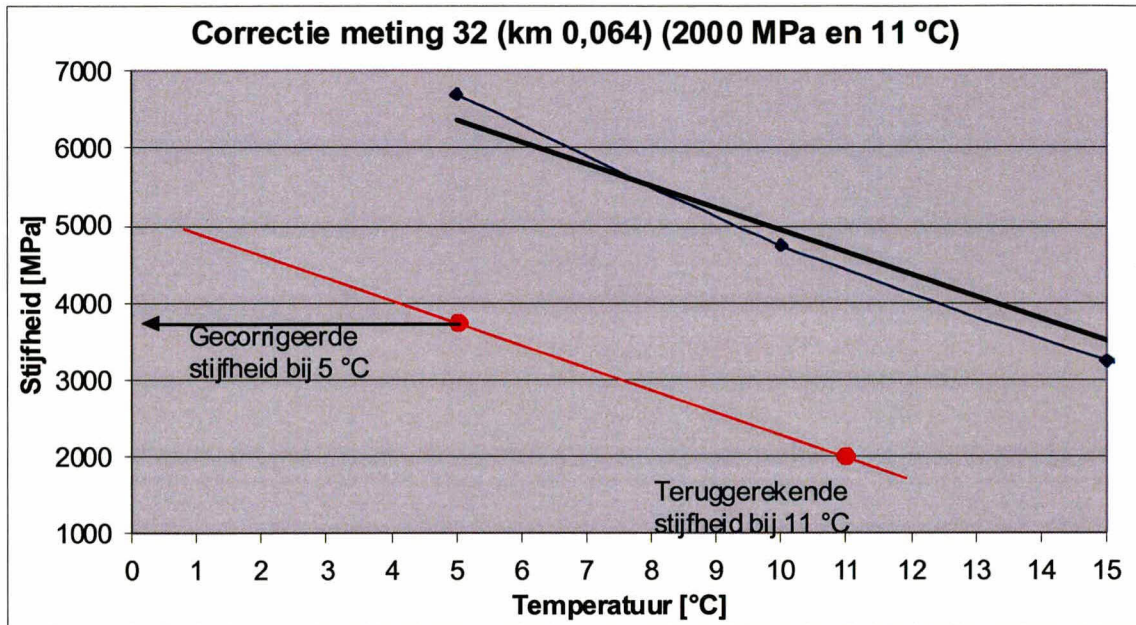


Figuur 7.2: Mastiek stijfheid.

7.3 Temperatuurcorrectie teruggerekende stijfheden

Omdat alleen de mastiek gevoelig is voor temperatuursverschillen wordt de trendlijn van de mastiekstijfheid gebruikt om de teruggerekende stijfheden te corrigeren. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de richtingscoëfficiënt.

De mastiektemperatuur tijdens de metingen was 11 °C. De teruggerekende stijfheden worden dus gecorrigeerd van 11 °C naar 5 °C. In figuur 7.3 is een voorbeeld van de correctie weergegeven.



Figuur 7.3: Voorbeeld van een temperatuurcorrectie naar 5 °C.

De te corrigeren stijfheid "schuift" over de trendlijn van de mastiek stijfheid naar de 5 °C. Deze exercitie is uitgevoerd voor alle teruggerekende stijfheden. In tabel 7.1 zijn de resultaten van de temperatuurcorrectie opgenomen.

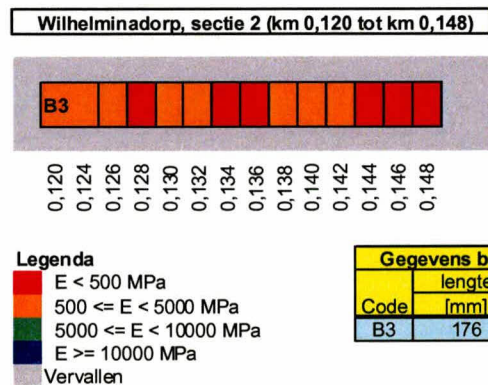
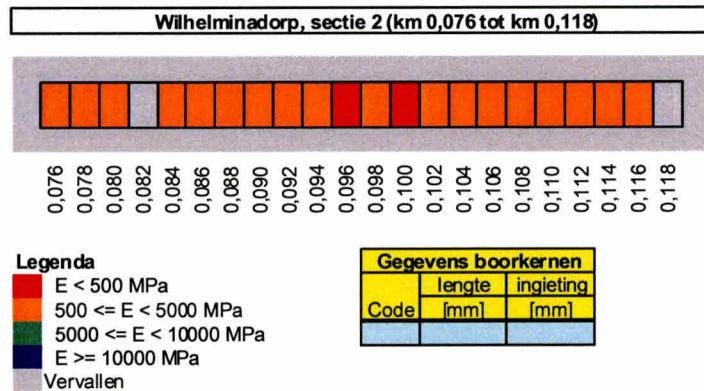
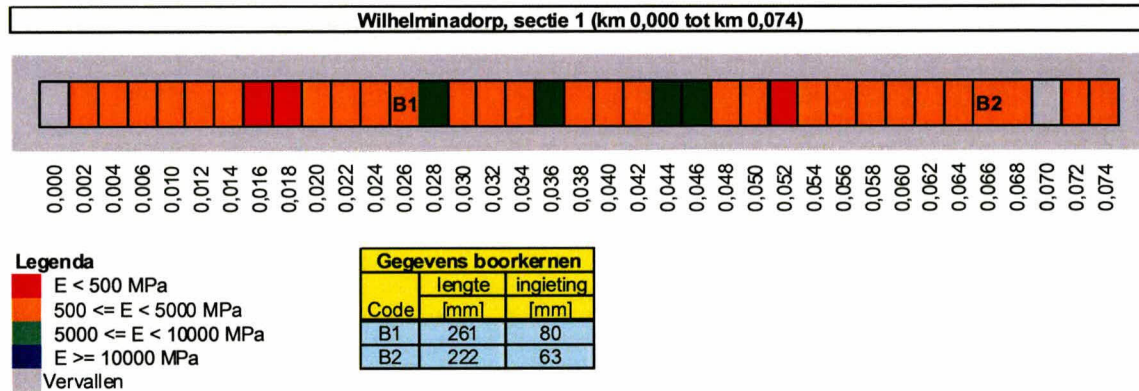
Tabel 7.1: Gecorrigeerde stijfheden

	E1_{gem} [MPa]	E1_{gecor 5 °C} [MPa]	Standaard deviatie [MPa]
Totaal	1618	3300	1061
Sectie 1	2205	3916	1109
Sectie 2	958	2669	270
Sectie 3	759	2470	120

In bijlage 9 zijn alle gecorrigeerde laagstijfheden opgenomen.

8 Presentatie resultaten

In onderstaande grafieken is een overzicht gemaakt van de meetlocaties. Deze zijn uitgezet als functie van de ligging (km) tegen de stijfheid. Hierbij is de stijfheid in 4 klassen ingedeeld.



9 Conclusie

9.1 Kernen

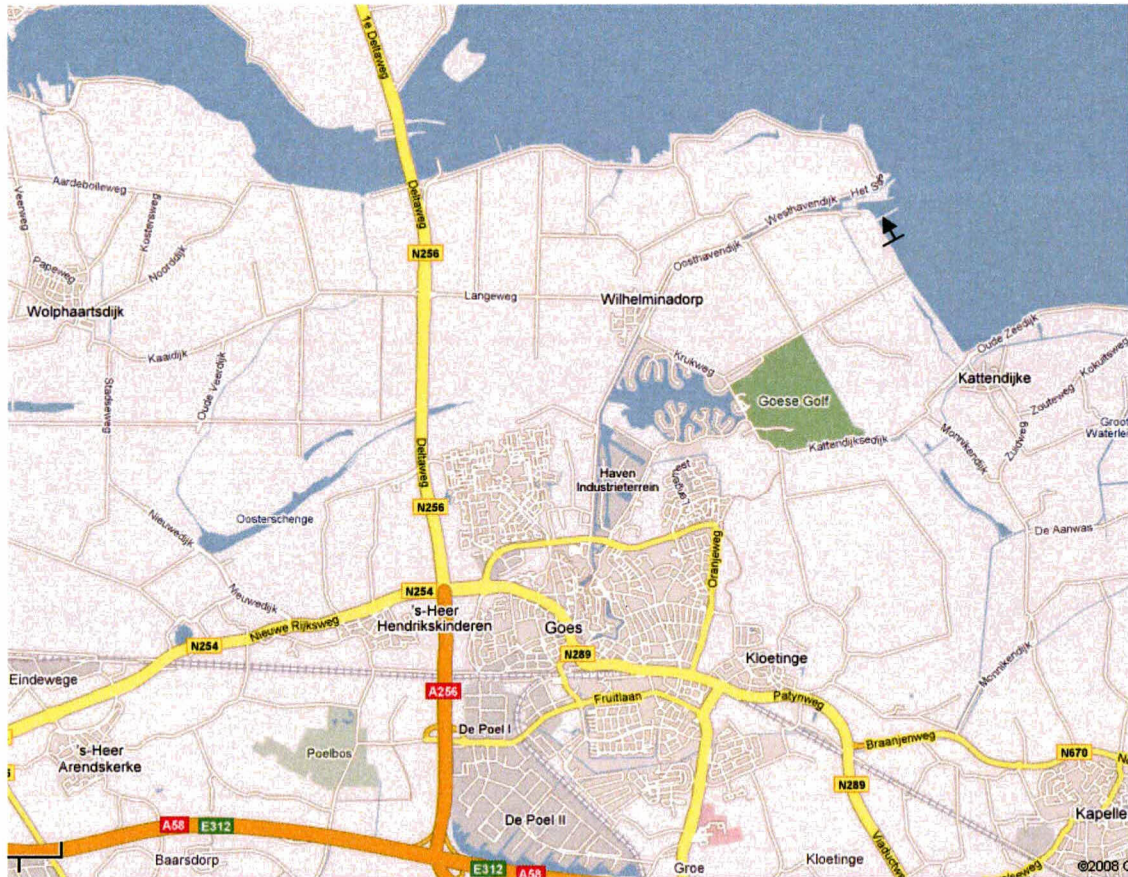
De geboorde kernen hebben zeer wisselende hoogten. De indringing van het mastiek is gering en wordt daarom beoordeeld als "oppervlakkig ingegoten". De kernen hebben, mogelijk door de geringe ingieting, weinig samenhang waardoor de kernen in losse zuiltjes uiteenvallen. Verder is tijdens het boren geconstateerd dat er in het boorgat zand en schelpen aanwezig zijn.

9.2 Stijfheden

Op het totaal aantal van 74 metingen is het aantal locaties met afschuiving met 11 stuks relatief hoog. De teruggerekende en gecorrigeerde stijfheden zijn laag. Er zijn maar 4 locaties met een stijfheid > 5000 MPa.

Bijlage 1

Locatie van meetvak



Bijlage 2

Meetplan

NOTITIE

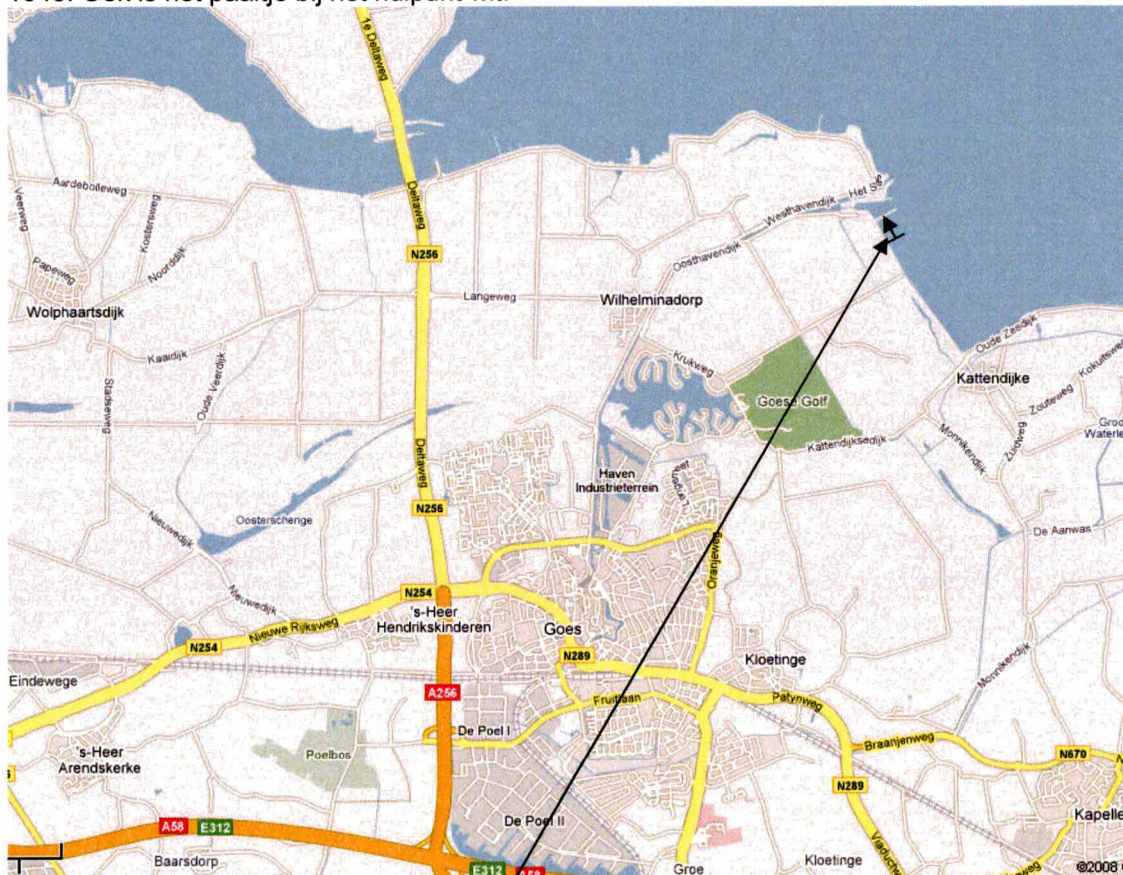
Onderwerp : Meetplan ingegoten basalt te Wilhelminadorp
 Projectnummer : 0800451
 Aan : RWS Zeeland, Projectbureau Zeeweringen
 KOAC-NPC, PG Metingen
 Van : ██████████ s
 Datum : 1 april 2008
 Referentie : n080244/ov/maw

Hierbij een beschrijving van de VGD-werkzaamheden.

Locatie metingen is Wilhelminadorp

Op de onderstaande tekening is globaal het nulpunt aangegeven.

Deze is tevens op de basaltglooiing terug te vinden (|→) met witte verf. Tussen dijkpaal 1642 - 1643. Ook is het paaltje bij het nulpunt wit.



Er wordt 1 meetraai van 152 m gemeten.

Bereikbaarheid locatie

Locaties zijn zonder slagbomen te bereiken.

Let wel op dat je op het talud niet kunt keren.

Je kunt het talud benaderen vanaf Wilhelminadorp of vanaf Kattendijke. In beide gevallen over een fietspad. Er zal wel een bord staan met verbod in te rijden. Dit bord kun je negeren.



Let wel: Om het nulpunt op het talud te bereiken moet je op ter hoogte van de trap het talud op. Vanaf dat moment staan er paaltjes op het talud waardoor het niet mogelijk is om het talud op en af te kunnen. Dit kan pas weer aan het einde van het meetvak.

Metingen

Metingen worden uitgevoerd met een plaatdiameter van 300 mm en geofoonafstanden (9 stuks) van 0, 150, 300, 450, 600, 900, 1200, 1500 en 1800 mm.

Metingen worden 2 m h.o.h. uitgevoerd en drie klappen per locatie.

De kracht bedraagt 50 KN.

Temperatuurregistratie

De temperatuur dient op plaatsen te worden gemeten:

Asfalttemperatuur in een boorgat (diepte 12 cm) in het gietasfalt en de oppervlaktetemperatuur op de volgende momenten:

- Begin meetraai en einde meetraai
- Vervolgens elke 2 uur na een voorgaande temperatuurmeting.

Datum en tijdstip

De metingen worden op 2 april 2008.

Contactpersonen

KOAC-NPC: [REDACTED]

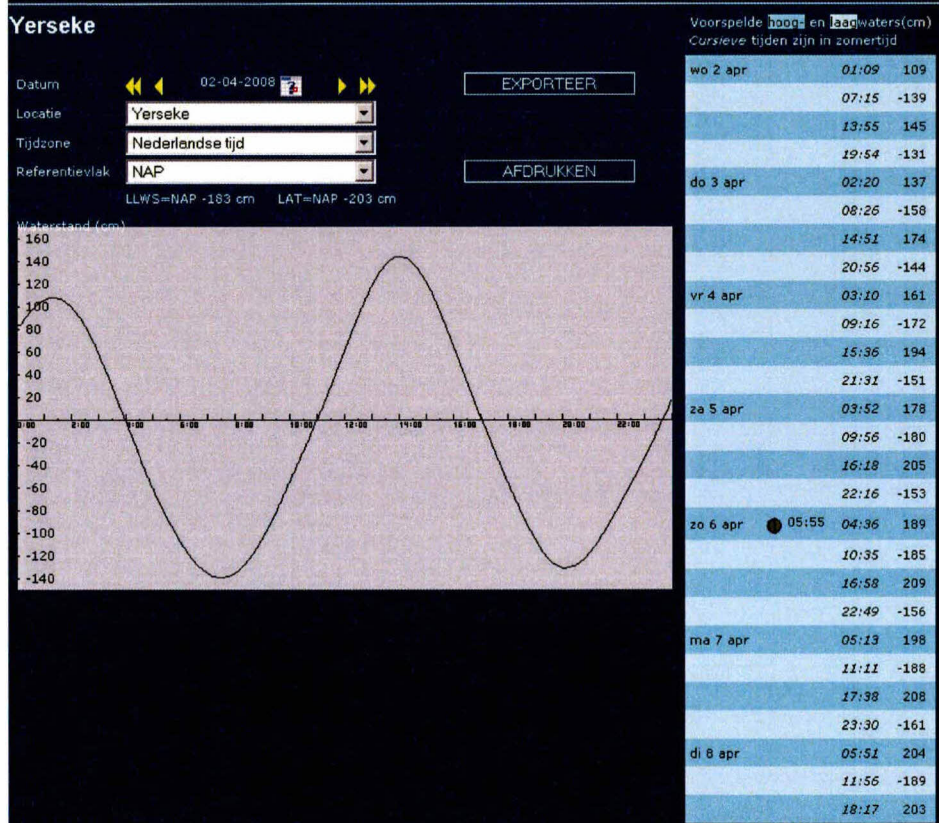
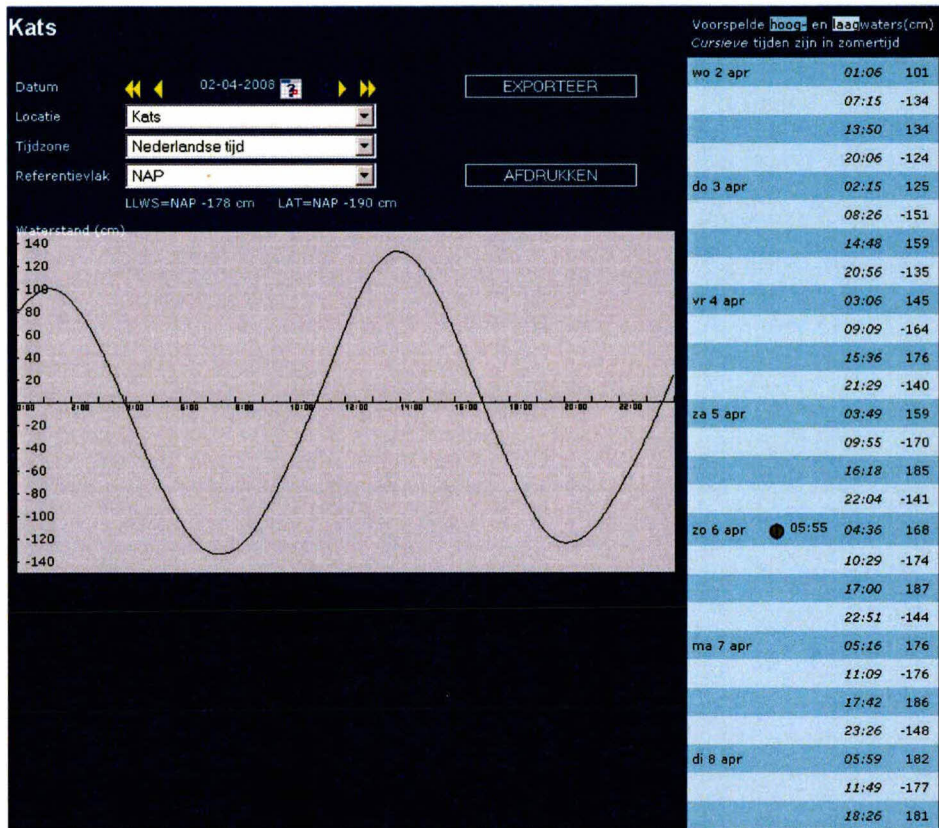
KOAC-NPC: [REDACTED]

RWS: de heer [REDACTED]

RWS: de heer [REDACTED]

Met vriendelijke groet,

[REDACTED] S



Bijlage 3

Boorplan

NOTITIE

Onderwerp : Boorplan ingegoten basalt te Wilhelminadorp
 Projectnummer : 0800451
 Aan : RWS Zeeland, Projectbureau Zeeweringe
 KOAC-NPC Vught
 Van : ██████████ S
 Datum : 1 april 2008
 Referentie : n080245/ov/maw

Hierbij een beschrijving van de boorwerkzaamheden.

Locatie boringen is Wilhelminadorp

Op de onderstaande tekening is globaal het nulpunt aangegeven.

Deze is tevens op de basaltglooiing terug te vinden (→) met witte verf. Tussen dijkpaal 1642 - 1643. Ook is het paaltje bij het nulpunt wit.



Het vak is 152 m lang.

Bereikbaarheid locatie

Locaties zijn zonder slagbomen te bereiken.

Let wel op dat je op het talud niet kunt keren.

Je kunt het talud benaderen vanaf Wilhelminadorp of vanaf Kattendijke. In beide gevallen over een fietspad. Er zal mogelijk wel een bord staan met verbod in te rijden. Dit bord kun je negeren.



Let wel: Om het nulpunt op het talud te bereiken moet je op ter hoogte van de trap het talud op. Vanaf dat moment staan er paaltjes op het talud waardoor het niet mogelijk is om het talud op en af te kunnen. Dit kan pas weer aan het einde van het meetvak.

Boren van de kernen

Er worden 3 kernen van rond 150 mm geboord.

De kernen dienen op de uitgezette boorlocaties (op een "kruispunt" van naden) geboord te worden. De kernen dienen zo goed mogelijk op voegen geboord te worden.

De boorlocaties staan reeds op het talud (1 t/m 3) en liggen op de volgende afstanden van het nulpunt:

Boring 1: 26 m

Boring 2: 67 m

Boring 3: 120 m

Dichten van de boorgaten

De boorgaten van rond 150 mm worden gevuld met beton en bovenin snelcement.

Afleveradres

De kernen dienen te worden afgegeven bij KOAC-NPC Vught.

Datum en tijdstip

De metingen worden op 7 april 2008.

Contactpersonen

KOAC-NPC: [REDACTED]

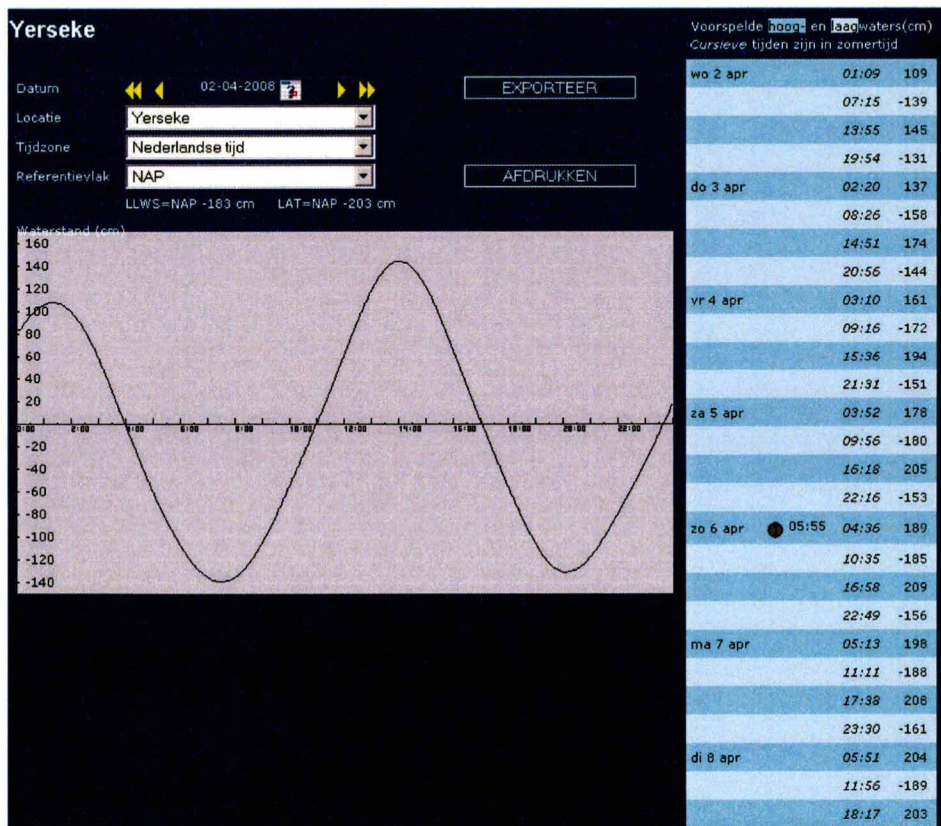
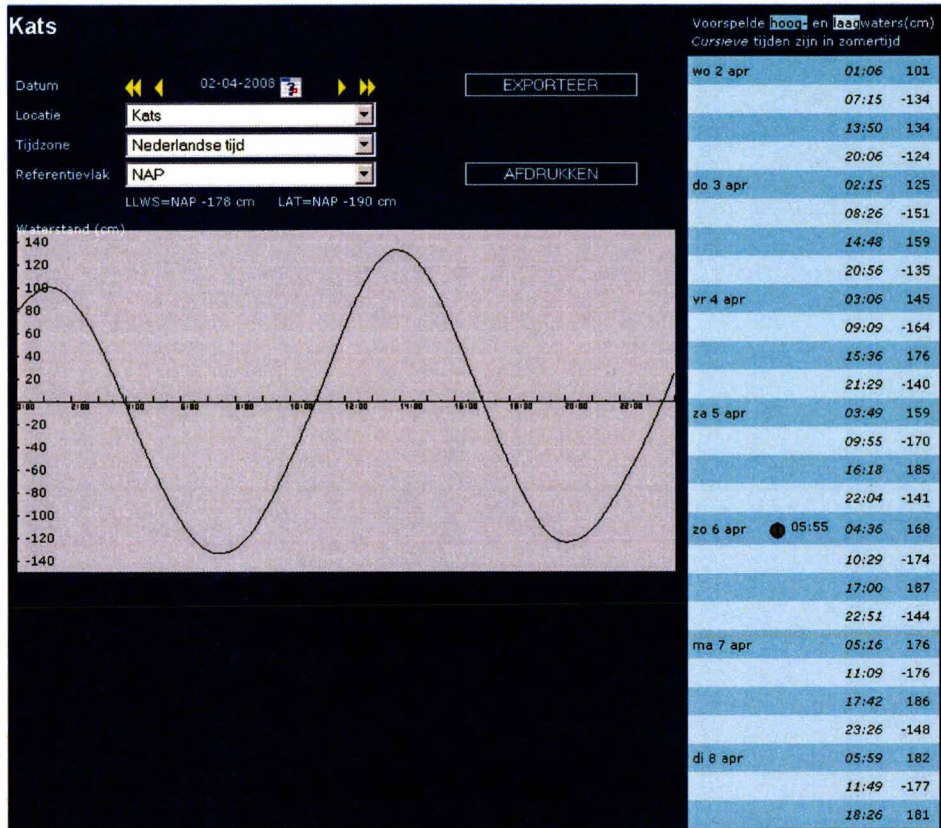
KOAC-NPC: [REDACTED]

RWS: de heer [REDACTED]

RWS: de heer [REDACTED]

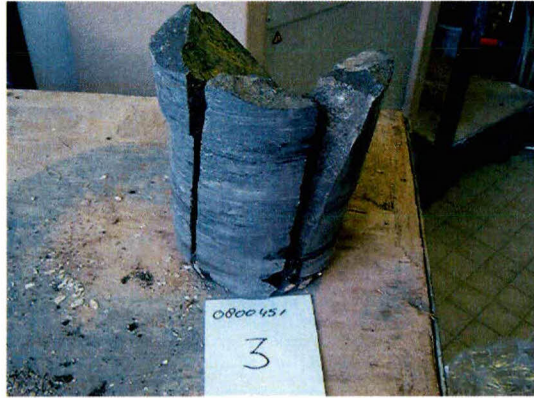
Met vriendelijke groet,

[REDACTED] S



Bijlage 4

Foto's van de kernen



Bijlage 5

Beproevingcertificaat V08.0545.

KOAC-NPC
Productgroep Advies Vught
t.a.v. de [REDACTED]
Esscheweg 105
5262 TV VUGHTDatum : 21 mei 2008
Referentie : Iv08.0545/kv/pvo
Projectnummer : 080045102
Opdracht : V08.0545

Beproevingscertificaat bindmiddelen

Opdrachtgever : KOAC-NPC, Productgroep Advies Vught
Ontvangstdatum : 11 april 2008
Begin onderzoek : 11 april 2008
Einde onderzoek : 19 mei 2008
Projectleider : [REDACTED]
Aantal bladen : 2
Aantal bijlagen : 1

Volgens opgave opdrachtgever

Werk : Dijktraject Wilhelminadorp - Oostbevelandpolder
Codering monster(s) : 1 t/m 3

De in deze rapportage vermelde resultaten zijn alleen van toepassing op de onderzochte monsters, tenzij anders vermeld. De meetonzekerheid van de beproeving is beschikbaar op aanvraag, voor zover van toepassing. Zonder schriftelijke toestemming van KOAC-NPC mag het rapport of certificaat niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

1 Monsterneming

De monsterneming is uitgevoerd door KOAC·NPC op door de opdrachtgever aangewezen plekken.

2 Gehanteerde onderzoeksmethoden of normen

Bij de uitvoering van het onderzoek is gebruik gemaakt van de volgende norm of proefomschrijving:

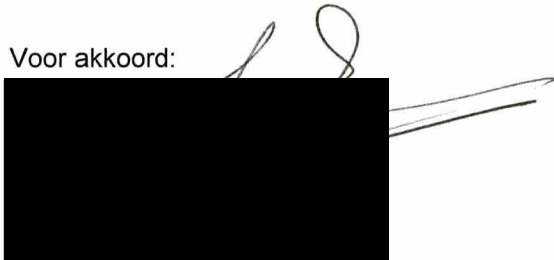
NEN 3971	Terugwinning van bitumen uit asfalt ten behoeve van kwalitatief onderzoek
NEN-EN 1426	Bepaling van de penetratie
NEN-EN 1427	Bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode
NEN-EN 12591-B	Specificaties voor penetratiebitumen, berekening van de penetratie index
RAW 65.2	Gehalte aan bitumen van warm bereid asfalt, (decanteer)

KOAC·NPC productgroep Laboratorium Vught is RvA geaccrediteerd conform NEN-EN-ISO/IEC 17025 onder L009 voor de met (Q) gemerkte verrichtingen.

3 Resultaten van het onderzoek

In bijlage 1 worden de resultaten van het onderzoek samengevat.

Voor akkoord:



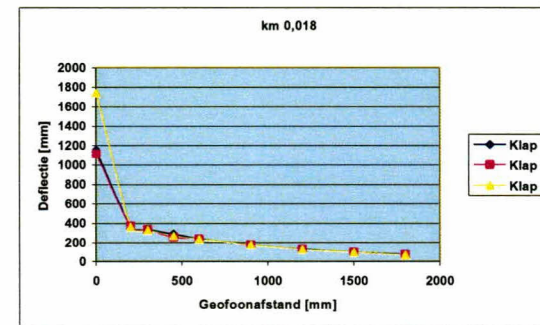
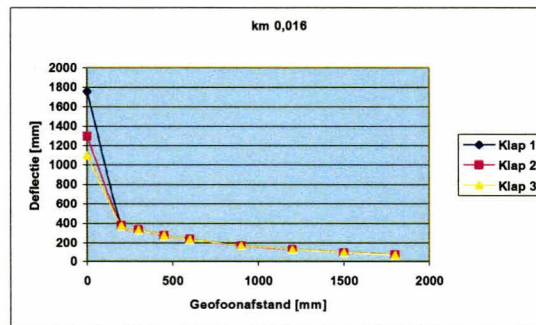
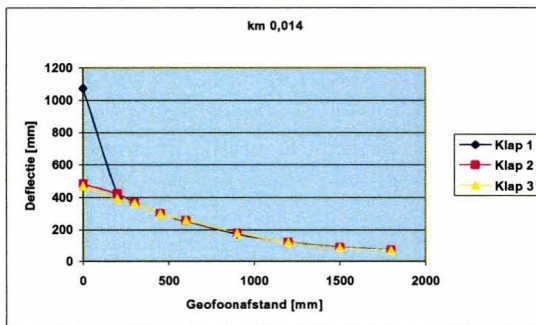
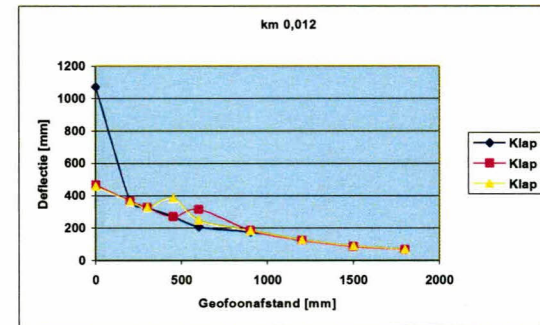
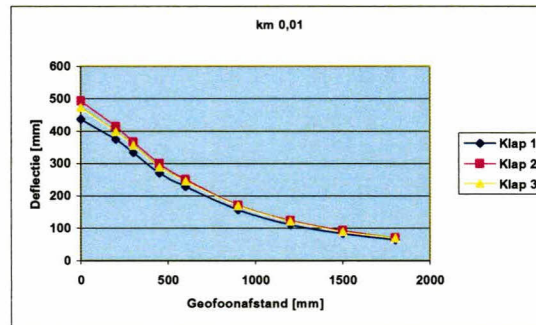
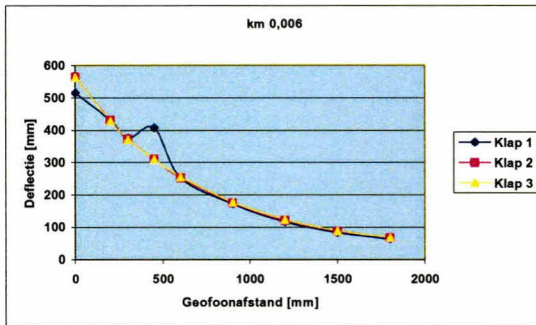
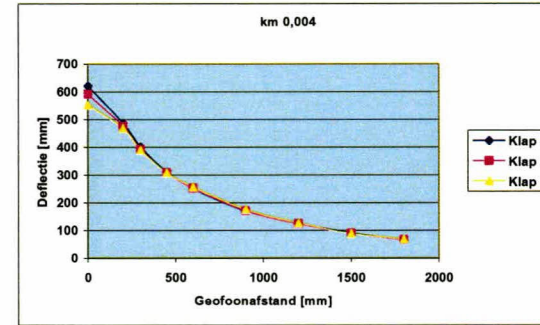
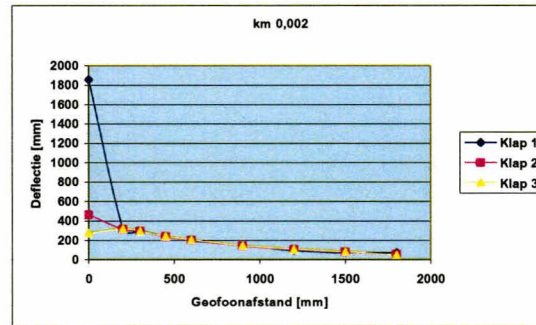
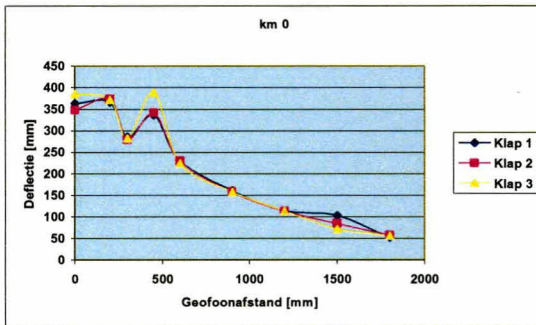
manager front-office

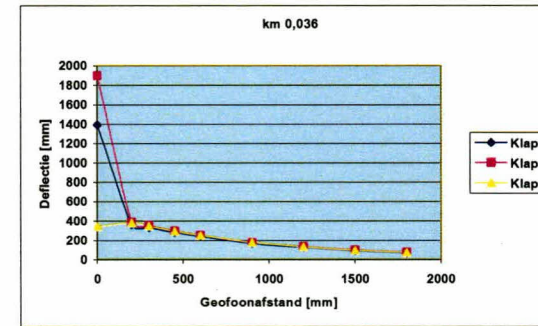
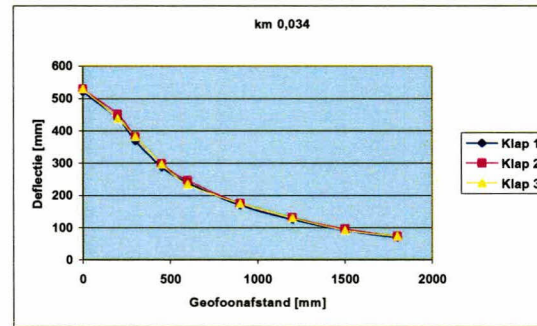
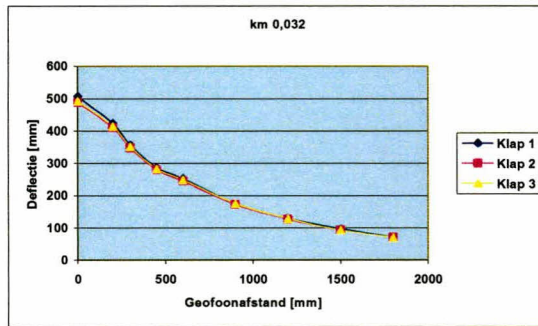
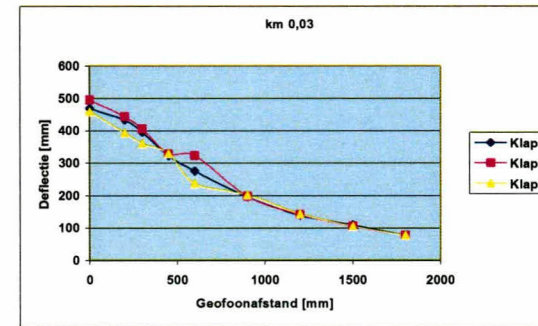
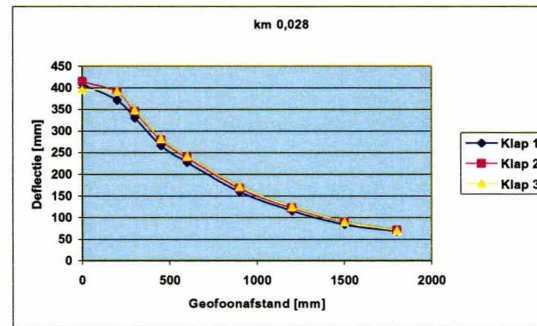
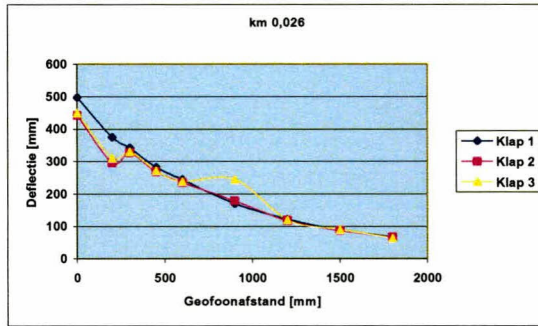
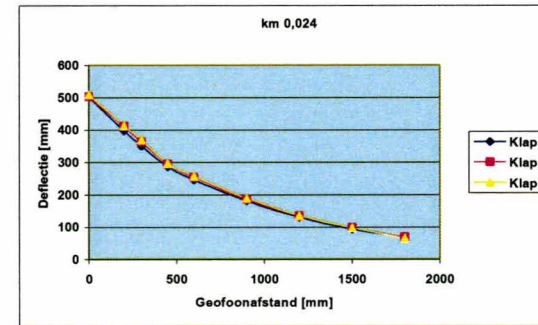
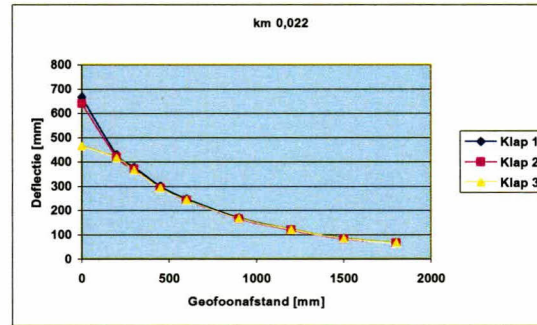
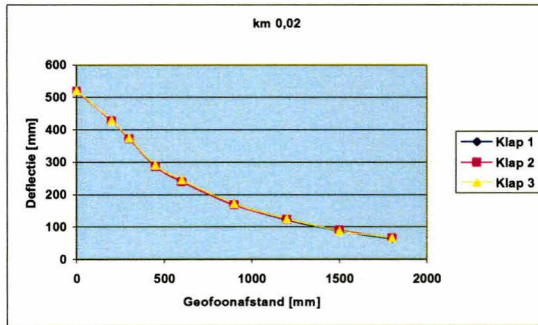
bijlage 1: Resultaten

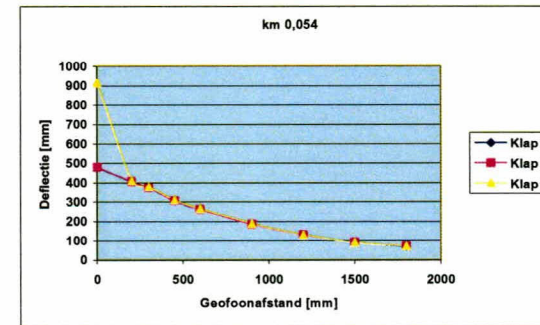
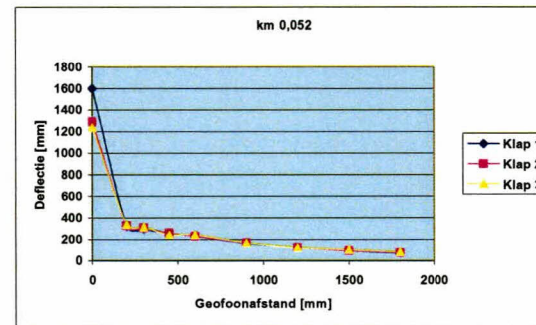
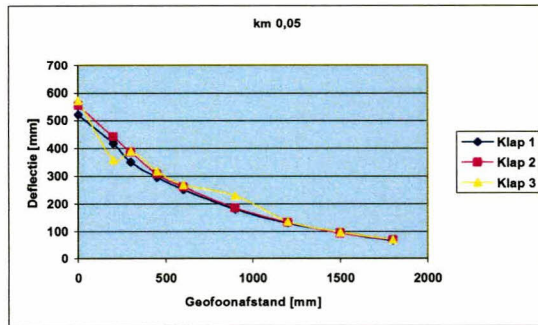
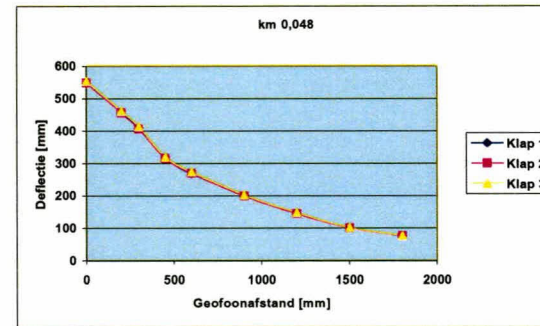
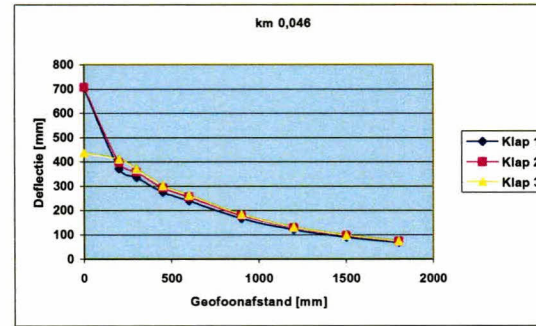
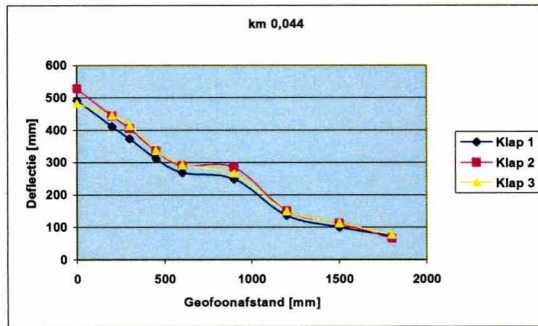
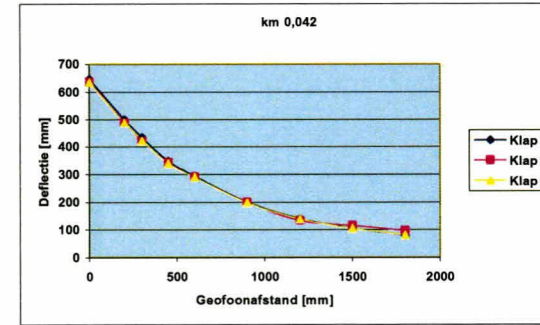
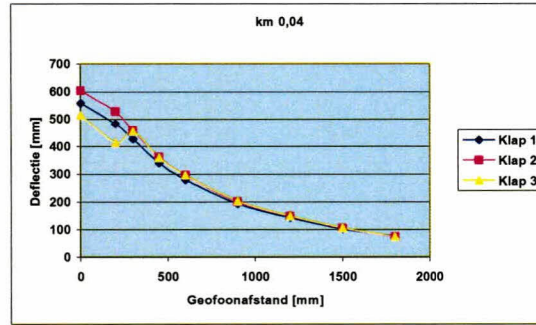
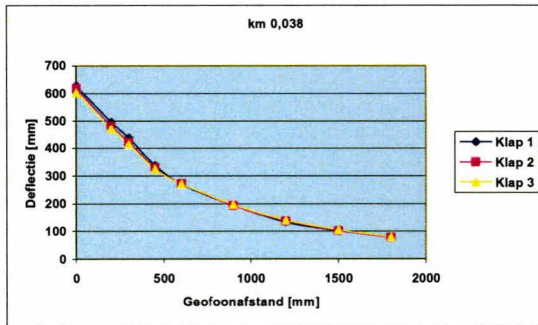
	1	2	3	Eenheid
(Q) NEN 3971				
Terugwinning van bitumen uit asfalt ten behoeve van kwalitatief onderzoek				
Asrest	0.0	0.0	0.2	%
(Q) RAW 65.2				
Gehalte aan bitumen van warm bereid asfalt (decanteer)				
Bitumengehalte	16.6	16.2	15.4	
(Q) NEN-EN 1426				
Bepaling van de penetratie				
Penetratie in 0,1 mm	39	39	43	
Temperatuur bij bep. penetratie	25.0	25.0	25.0	°C
(Q) NEN-EN 1427				
Bepaling van het verwekingspunt - Ring- en kogelmethode				
Verwekingspunt in °C	56.0	56.0	54.8	°C
(Q) NEN-EN 12591-B				
Specificaties voor penetratiebitumen, berekening van de penetratie index				
Penetratie-index	-0.4	-0.4	-0.4	

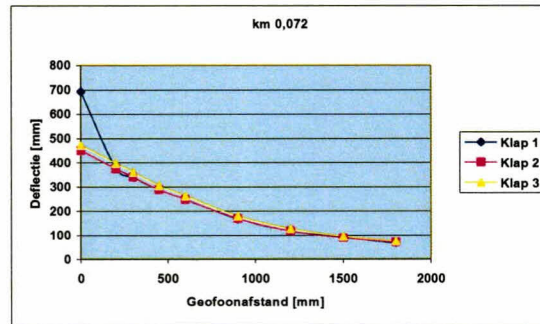
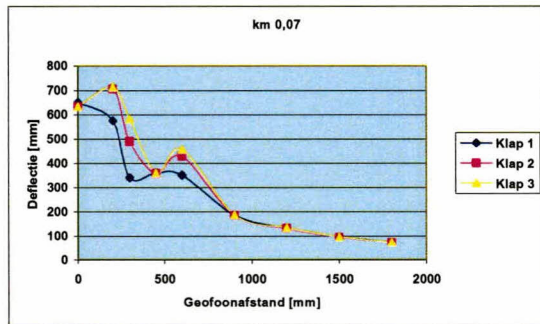
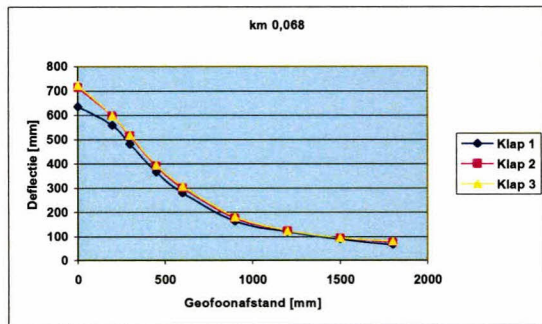
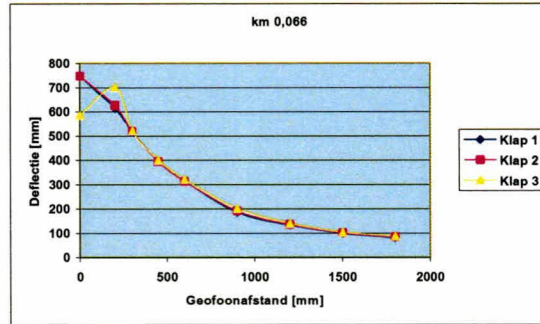
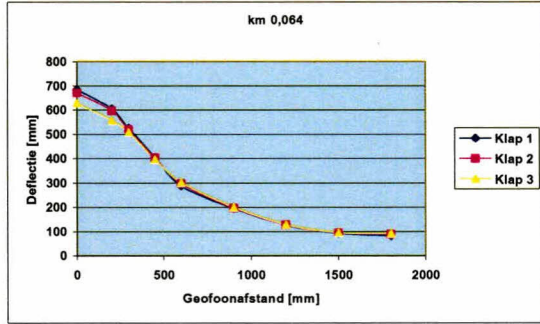
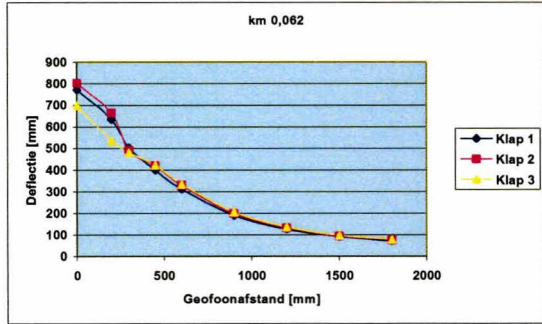
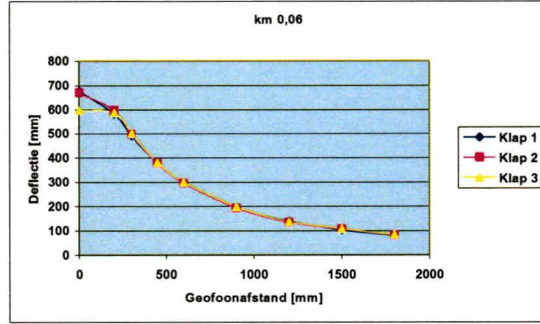
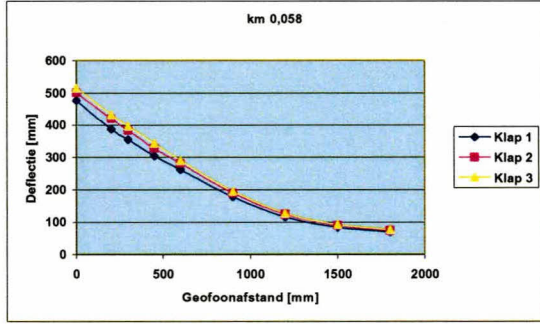
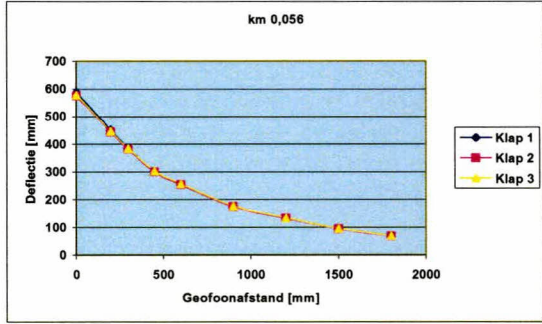
Bijlage 6

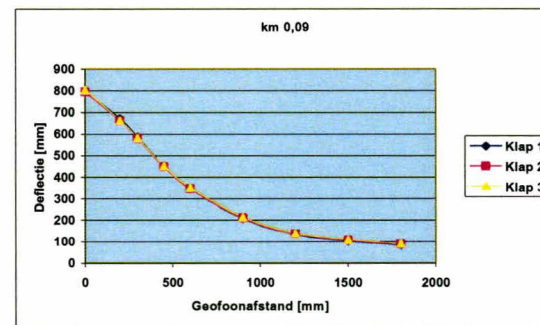
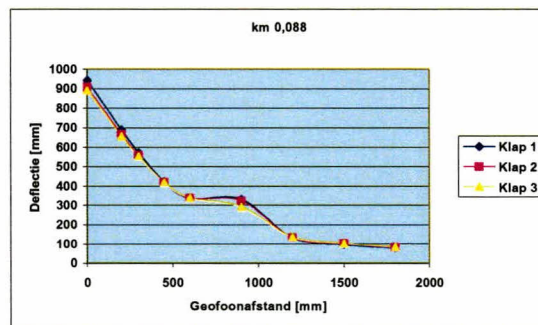
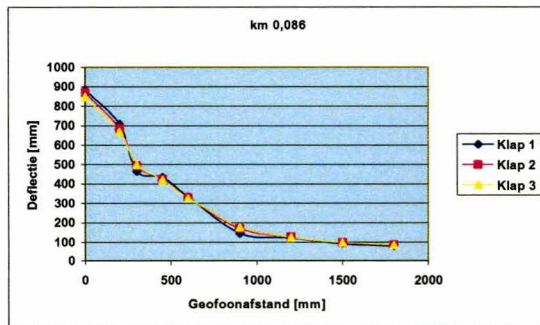
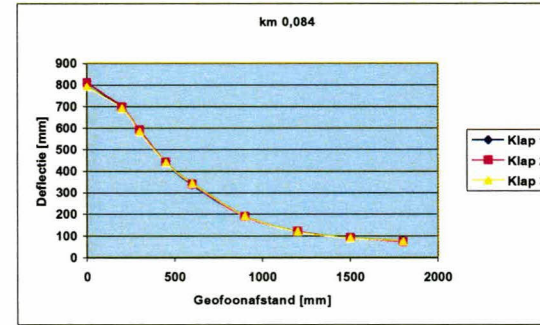
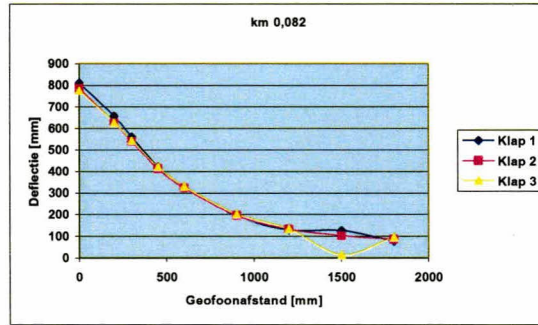
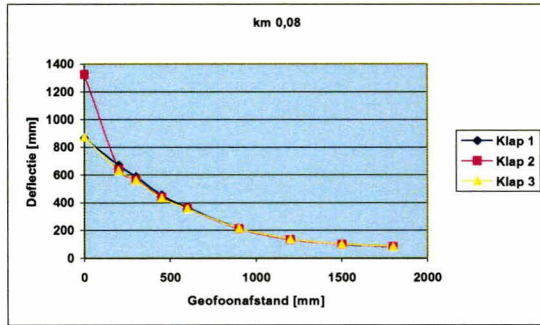
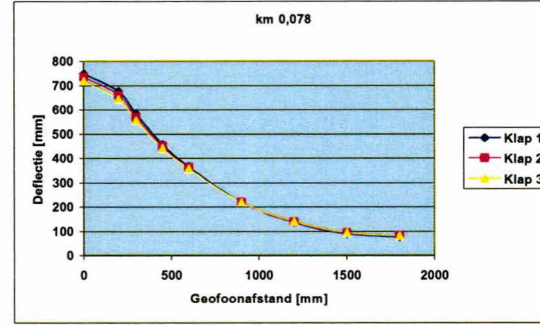
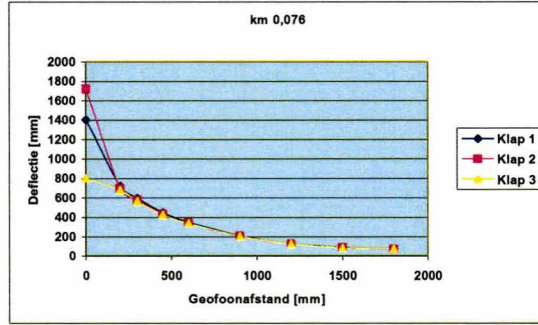
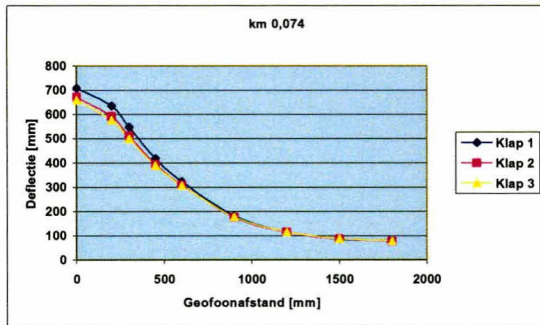
Deflectiekromme

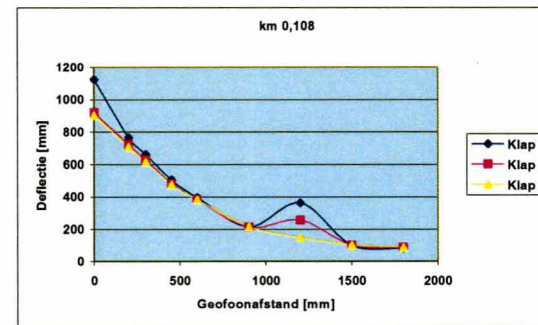
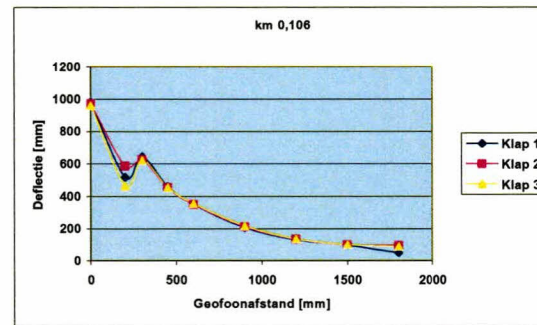
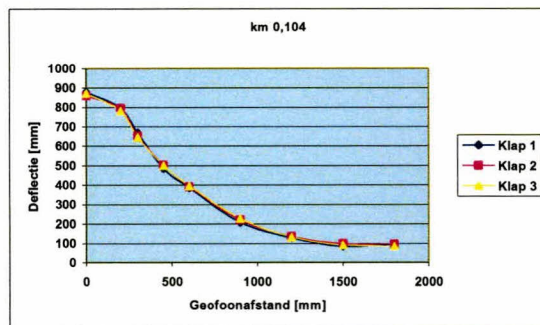
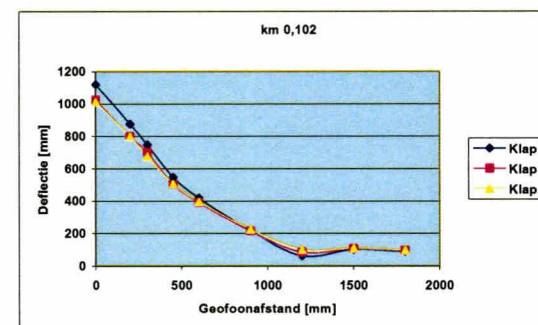
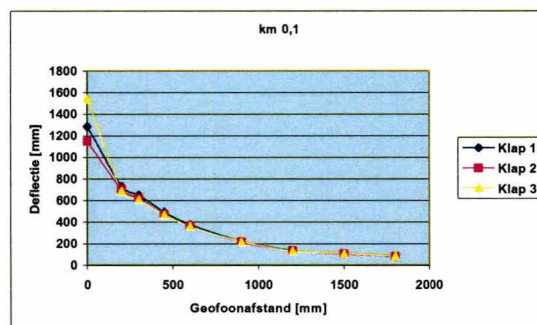
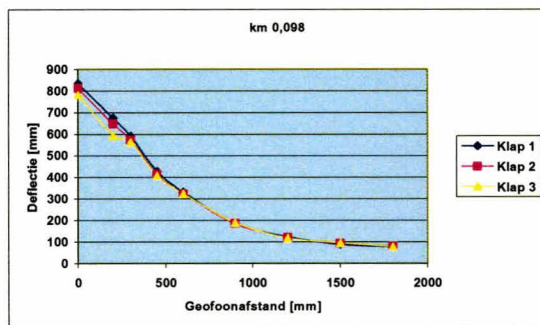
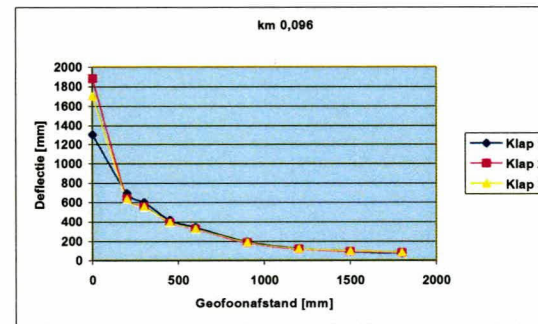
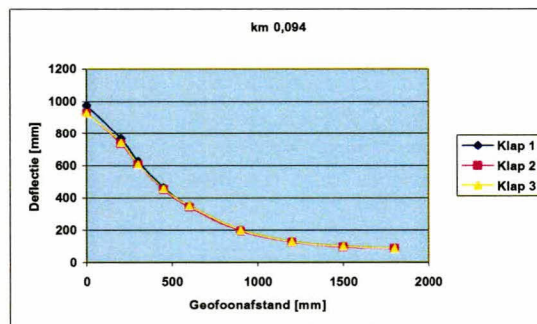
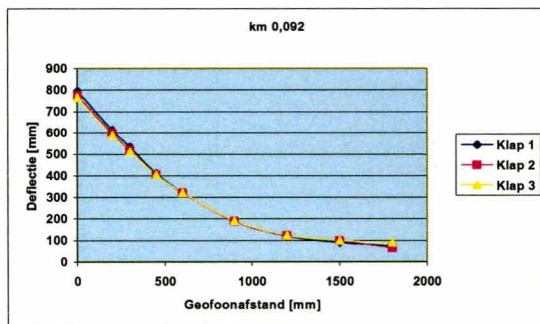


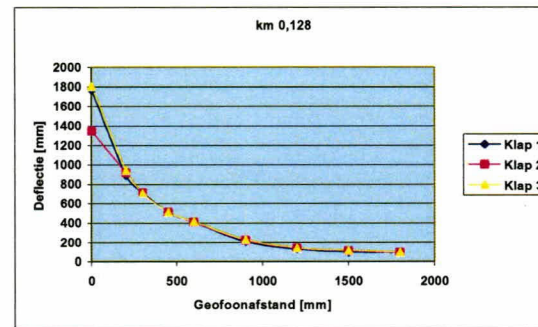
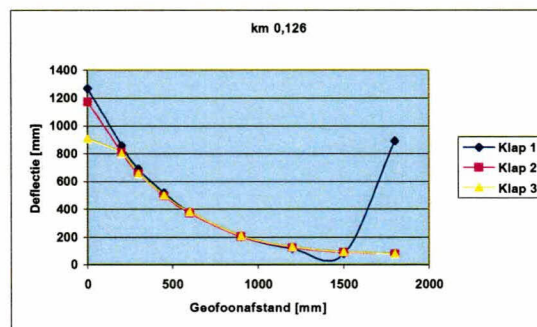
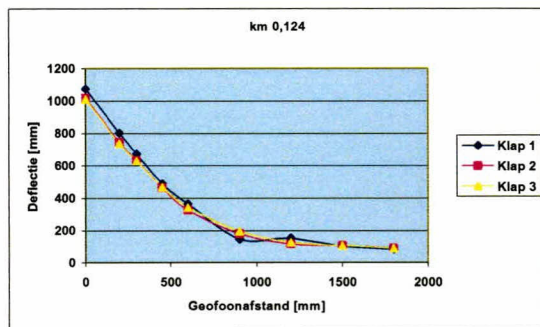
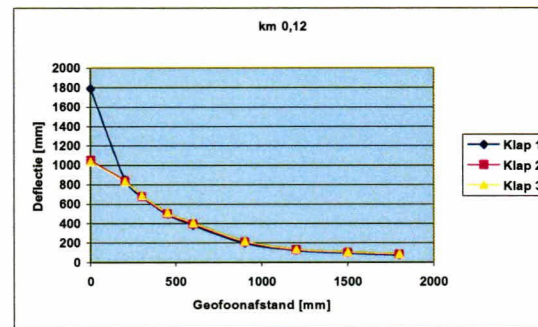
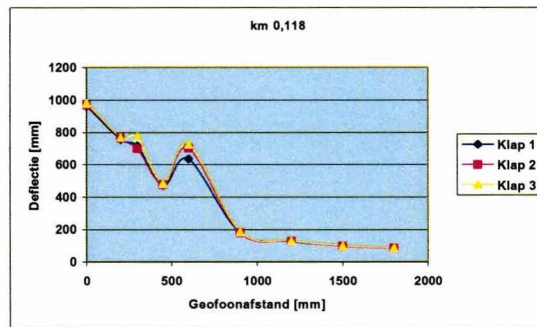
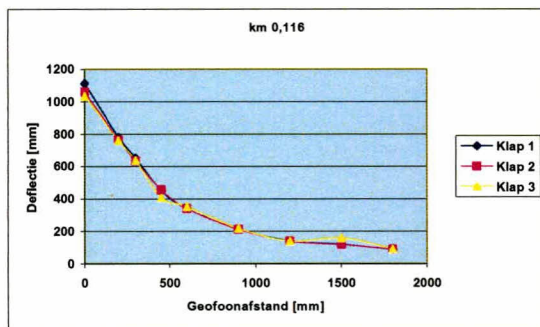
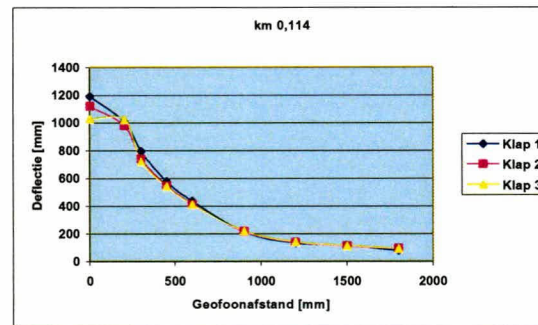
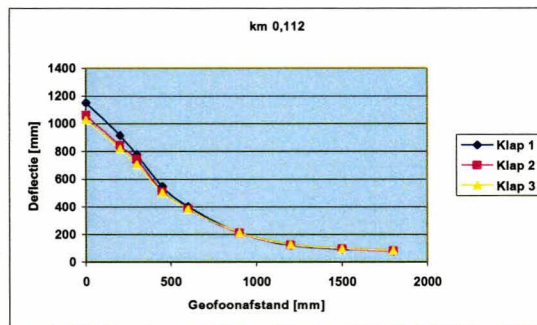
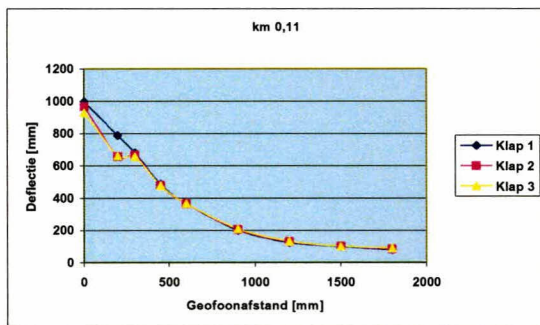


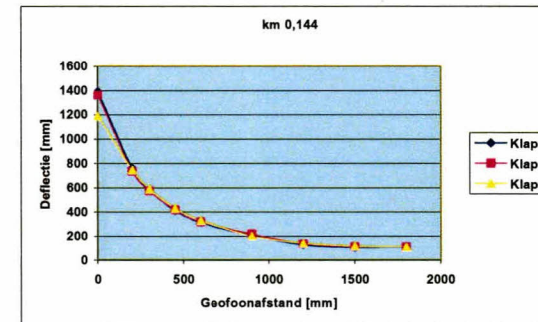
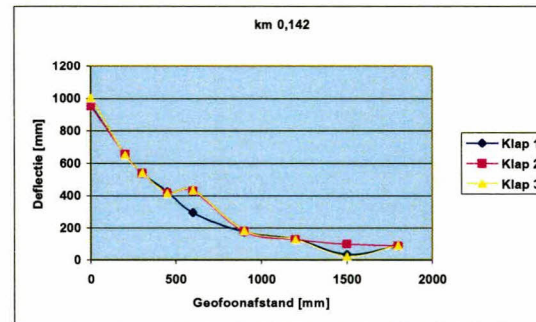
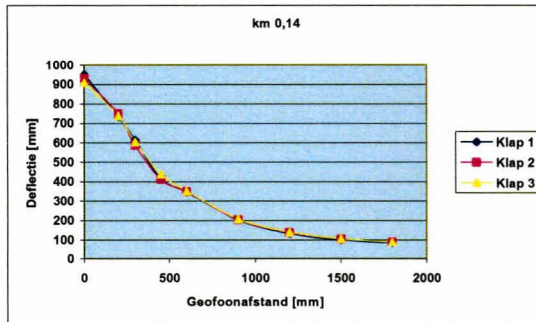
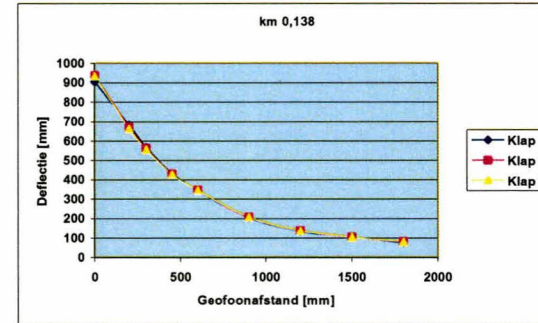
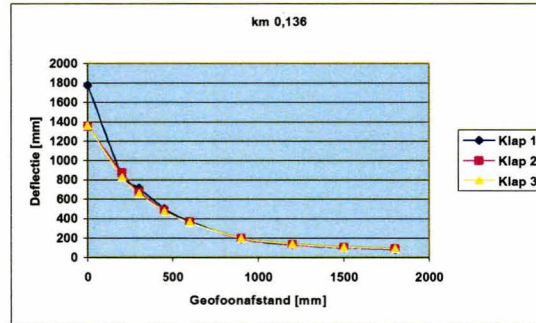
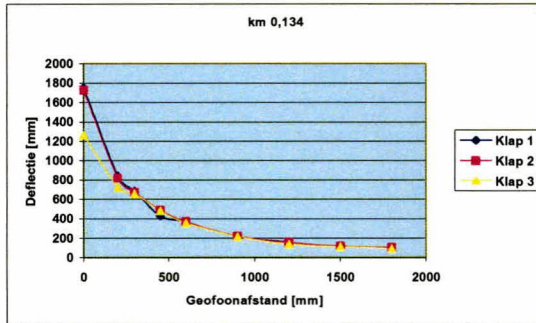
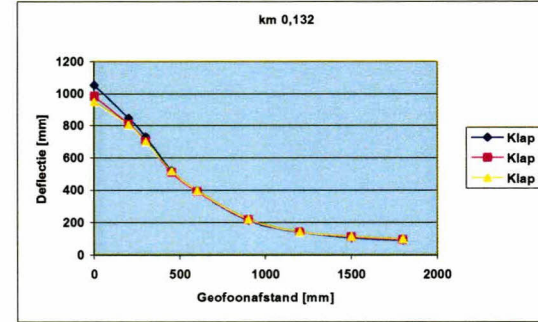
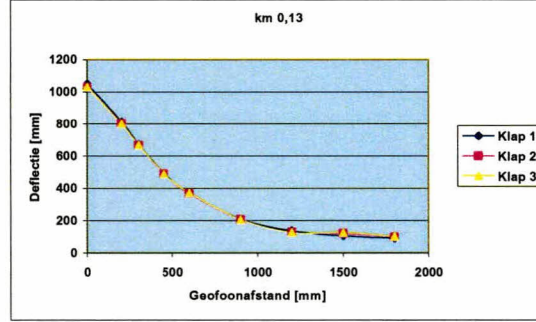
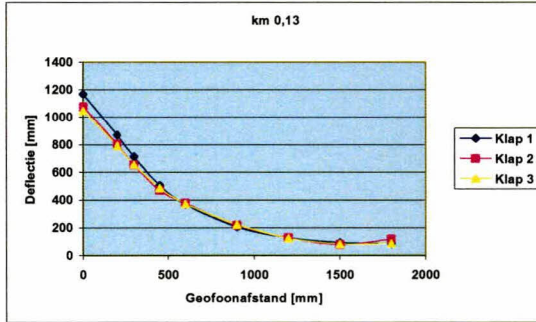


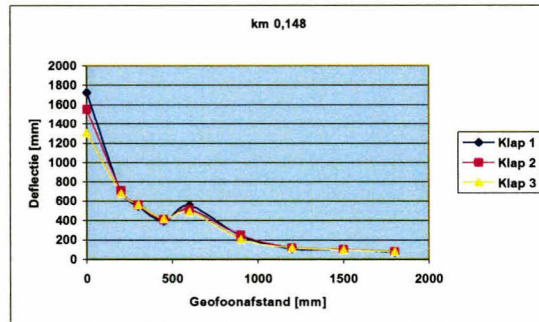
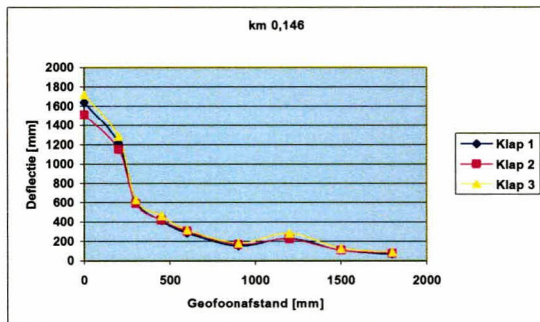






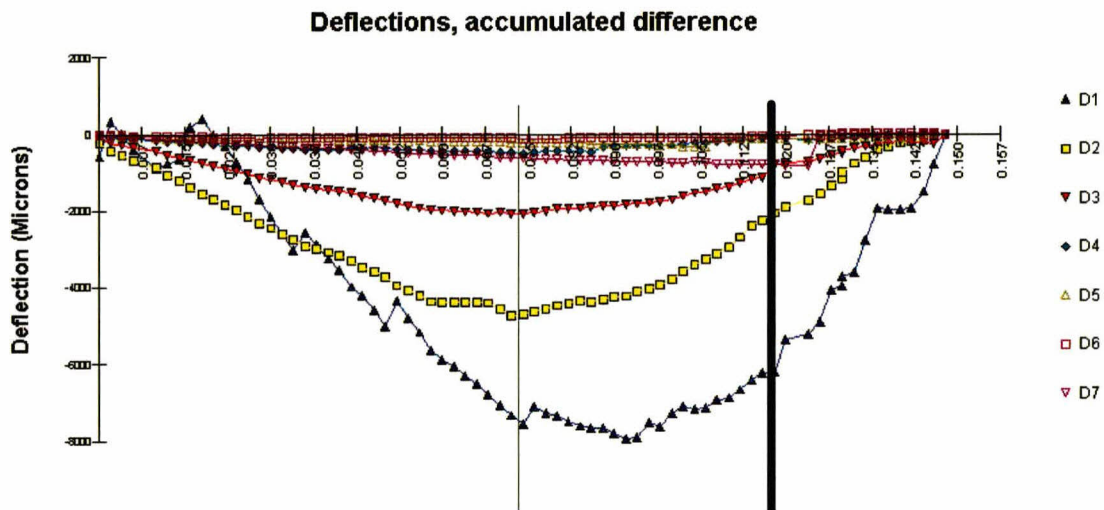
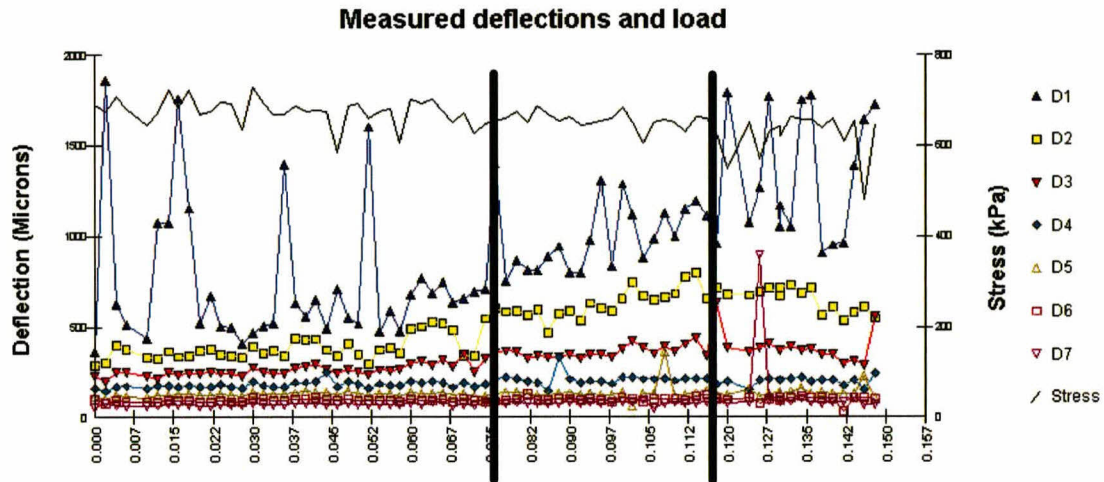






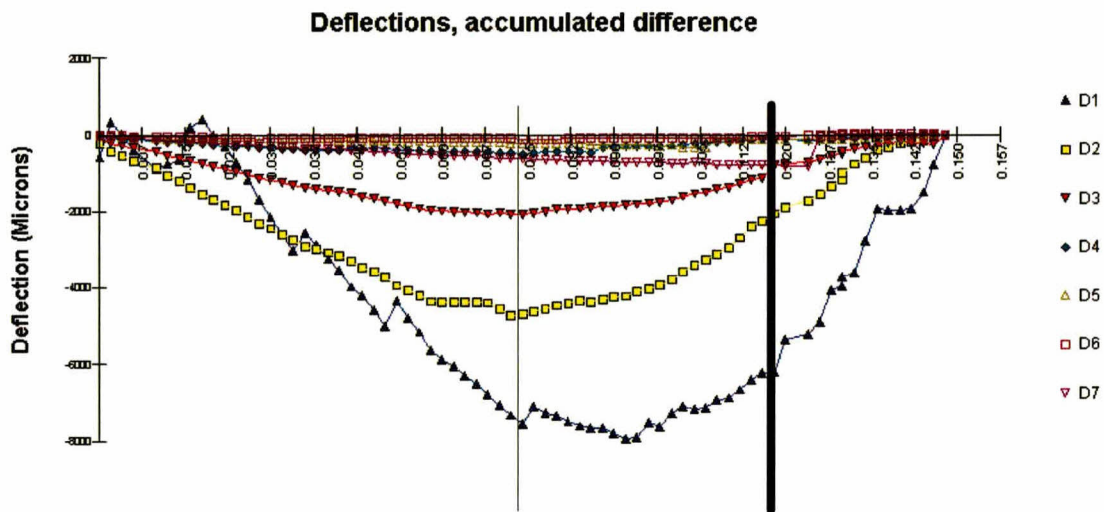
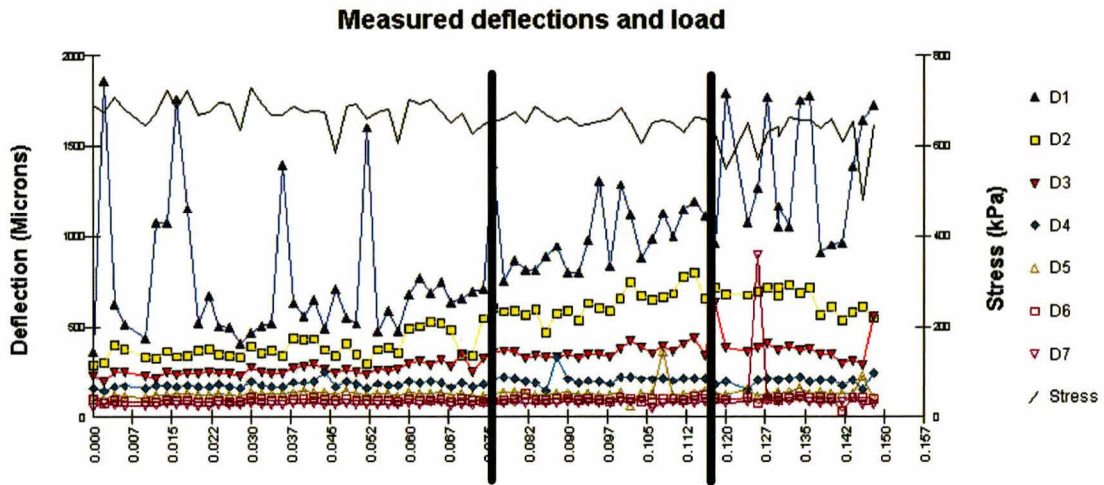
Bijlage 7

Selectie van de secties



Bijlage 7

Selectie van de secties



Bijlage 8

Berekend laagstijfheden (niet gecorrigeerd)

Meting	Klap	H1 [mm]	H2 [mm]	km	T _{mastiek} [°C]	T _{opp} [°C]	E1 [MPa]	E2 [MPa]	E3 [MPa]	RMS	Method
1				0,000	Vervallen						
2	2	220	200	0,002	11	9,2	1096	498	109	6	met
3	3	220	200	0,004	11	9,7	1758	103	96	8	met
4	3	220	200	0,006	11	9,2	1197	241	94	10	met
5	3	220	200	0,010	11	9,7	2620	104	98	6	met
6	3	220	200	0,012	11	9,7	1694	410	87	12	met
7	3	220	200	0,014	11	9,7	3028	94	95	7	met
8	3	220	200	0,016	11	9,7	Afschuiving				
9	3	220	200	0,018	11	9,7	Afschuiving				
10	3	220	200	0,020	11	9,7	1977	79	98	8	met
11	3	220	200	0,022	11	9,7	2926	59	101	5	met
12	3	220	200	0,024	11	9,8	2078	135	89	11	met
13	3	220	200	0,026	11	9,8	1658	596	80	28	met
14	3	220	200	0,028	11	9,8	3957	100	90	9	met
15	3	220	200	0,030	11	9,8	2821	190	89	11	met
16	3	220	200	0,032	11	9,8	1867	193	93	8	met
17	3	220	200	0,034	11	10,3	1649	129	93	6	met
18	3	220	200	0,036	11	10,3	6445	100	84	18	met
19	3	220	200	0,038	11	10,3	1224	194	84	7	met
20	3	220	200	0,040	11	10,3	2545	100	76	18	met
21	3	220	200	0,042	11	10,3	1077	182	80	9	met
22	3	220	200	0,044	11	10,3	3694	100	70	24	met
23	3	220	200	0,046	11	10,3	3422	100	82	8	met
24	3	220	200	0,048	11	10,3	1910	112	82	9	met
25	3	220	200	0,050	11	10,3	1145	337	79	19	met
26	3	220	200	0,052	11	10,3	Afschuiving				
27	2	220	200	0,054	11	10,4	2881	71	90	8	met
28	3	220	200	0,056	11	10,4	1166	199	88	8	met
29	3	220	200	0,058	11	10,4	2251	100	81	13	met
30	3	220	200	0,060	11	10,4	2193	37	87	11	met
31	3	220	200	0,062	11	10,4	1507	49	83	16	met
32	3	220	200	0,064	11	10,4	2000	34	91	11	met
33	2	220	200	0,066	11	10,4	1133	47	83	5	met
34	3	220	200	0,068	11	10,4	1353	31	98	3	met
35				0,070	Vervallen						
36	3	220	200	0,072	11	10,4	2685	99	87	8	met
37	3	220	200	0,074	11	10,4	1597	21	102	6	met

Einde sectie 1

Meting	Klap	H1 [mm]	H2 [mm]	km	T _{mastiek} [°C]	T _{opp} [°C]	E1 [MPa]	E2 [MPa]	E3 [MPa]	RMS	Method
38	3	220	200	0,076	11	10,4	1148	19	91	7	met
39	3	220	200	0,078	11	10,4	1664	12	100	4	met
40	3	220	200	0,080	11	10,5	918	36	81	16	met
41				0,082	Vervallen						
42	3	220	200	0,084	11	10,5	1237	17	103	7	met
43	3	220	200	0,086	11	10,5	682	80	82	18	met
44	3	220	200	0,088	11	10,5	654	105	67	32	met
45	3	220	200	0,090	11	10,5	1218	26	81	4	met
46	3	220	200	0,092	11	10,5	1072	46	83	11	met
47	3	220	200	0,094	11	10,5	782	25	80	7	met
48	3	220	200	0,096	11	10,5	Afschuiving				
49	3	220	200	0,098	11	11,0	1178	22	96	5	met
50	2	220	200	0,100	11	11,1	Afschuiving				
51	3	220	200	0,102	11	11,1	773	15	85	19	met
52	3	220	200	0,104	11	11,1	1110	10	100	8	met
53	3	220	200	0,106	11	11,1	782	25	80	8	met
54	3	220	200	0,108	11	11,1	976	21	80	11	met
55	3	220	200	0,110	11	11,6	910	18	86	6	met
56	3	220	200	0,112	11	11,1	720	15	83	7	met
57	3	220	200	0,114	11	11,1	816	14	83	8	met
58	3	220	200	0,116	11	11,2	596	42	72	15	met
59				0,118	Vervallen						

Einde sectie 2

60	3	220	200	0,120	11	11,2	773	17	83	11	met
61	3	220	200	0,124	11	11,2	633	31	80	6	met
62	3	220	200	0,126	11	11,2	869	10	91	7	met
63	2	220	200	0,128	11	11,2	Afschuiving				
64	3	220	200	0,130	11	18,6	663	21	79	21	met
66	3	220	200	0,132	11	11,2	950	16	82	10	met
67	3	220	200	0,134	11	10,7	Afschuiving				
68	3	220	200	0,136	11	10,7	Afschuiving				
69	3	220	200	0,138	11	9,7	636	54	76	16	met
70	3	220	200	0,140	11	11,3	847	28	80	6	met
71	3	220	200	0,142	11	10,2	703	10	133	57	met
72	3	220	200	0,144	11	11,3	Afschuiving				
73	3	220	200	0,146	11	11,3	Afschuiving				
74	3	220	200	0,148	11	10,3	Afschuiving				

Bijlage 9

Gecorrigeerde laagstijfheden

Meting	Klap	H1 [mm]	H2 [mm]	km	T _{mastiek} [°C]	E1 _{5°C} [MPa]	E1 [MPa]
1				0,000		Vervallen	
2	2	220	200	0,002	11	2807	1096
3	3	220	200	0,004	11	3469	1758
4	3	220	200	0,006	11	2909	1197
5	3	220	200	0,010	11	4331	2620
6	3	220	200	0,012	11	3406	1694
7	3	220	200	0,014	11	4739	3028
8	3	220	200	0,016	11	Afschuiving	
9	3	220	200	0,018	11	Afschuiving	
10	3	220	200	0,020	11	3689	1977
11	3	220	200	0,022	11	4637	2926
12	3	220	200	0,024	11	3789	2078
13	3	220	200	0,026	11	3369	1658
14	3	220	200	0,028	11	5668	3957
15	3	220	200	0,030	11	4533	2821
16	3	220	200	0,032	11	3579	1867
17	3	220	200	0,034	11	3360	1649
18	3	220	200	0,036	11	8157	6445
19	3	220	200	0,038	11	2935	1224
20	3	220	200	0,040	11	4257	2545
21	3	220	200	0,042	11	2788	1077
22	3	220	200	0,044	11	5405	3694
23	3	220	200	0,046	11	5134	3422
24	3	220	200	0,048	11	3622	1910
25	3	220	200	0,050	11	2856	1145
26	3	220	200	0,052	11	Afschuiving	
27	2	220	200	0,054	11	4592	2881
28	3	220	200	0,056	11	2878	1166
29	3	220	200	0,058	11	3962	2251
30	3	220	200	0,060	11	3904	2193
31	3	220	200	0,062	11	3218	1507
32	3	220	200	0,064	11	3711	2000
33	2	220	200	0,066	11	2844	1133
34	3	220	200	0,068	11	3065	1353
35				0,070		Vervallen	
36	3	220	200	0,072	11	4397	2685
37	3	220	200	0,074	11	3308	1597

Einde sectie 1

Meting	Klap	H1 [mm]	H2 [mm]	km	T _{mastiek} [°C]	E1 _{5 °C} [MPa]	E1 [MPa]
38	3	220	200	0,076	11	2859	1148
39	3	220	200	0,078	11	3375	1664
40	3	220	200	0,080	11	2629	918
41				0,082	Vervallen		
42	3	220	200	0,084	11	2948	1237
43	3	220	200	0,086	11	2394	682
44	3	220	200	0,088	11	2366	654
45	3	220	200	0,090	11	2929	1218
46	3	220	200	0,092	11	2783	1072
47	3	220	200	0,094	11	2493	782
48	3	220	200	0,096	11	Afschuiving	
49	3	220	200	0,098	11	2889	1178
50	2	220	200	0,100	11	Afschuiving	
51	3	220	200	0,102	11	2484	773
52	3	220	200	0,104	11	2821	1110
53	3	220	200	0,106	11	2493	782
54	3	220	200	0,108	11	2687	976
55	3	220	200	0,110	11	2621	910
56	3	220	200	0,112	11	2432	720
57	3	220	200	0,114	11	2528	816
58	3	220	200	0,116	11	2308	596
59				0,118	Vervallen		

Einde sectie 2

60	3	220	200	0,120	11	2484	773
61	3	220	200	0,124	11	2344	633
62	3	220	200	0,126	11	2580	869
63	2	220	200	0,128	11	Afschuiving	
64	3	220	200	0,130	11	2374	663
66	3	220	200	0,132	11	2661	950
67	3	220	200	0,134	11	Afschuiving	
68	3	220	200	0,136	11	Afschuiving	
69	3	220	200	0,138	11	2347	636
70	3	220	200	0,140	11	2559	847
71	3	220	200	0,142	11	2414	703
72	3	220	200	0,144	11	Afschuiving	
73	3	220	200	0,146	11	Afschuiving	
74	3	220	200	0,148	11	Afschuiving	