

e0601223-7

**Rapportage temperatuur gecorrigeerde stijfheden
van ingegoten basaltzuilen van de oostelijke
havendam van de oude veerhaven te Kruiningen**

Projectnummer : e0601223-7
Offertenummer en datum : o060654/au/adl d.d. 21 juni 2006
Titel rapport : temperatuur correctie ingegoten basalt te Kruijningen
Status rapport : Concept

Naam opdrachtgever : Rijkswaterstaat Zeeland Projectbureau Zeeweringen
Adres : Postbus 1000
Plaats : 4330 ZW MIDDELBURG
Naam contactpersoon : de heer ing. Y.M. Provoost
Datum opdracht : 19 juli 2006
Kenmerk opdracht : ZLDO35060588

Contactpersoon KOAC-NPC : ing. A.K. de Looff
Auteur(s) rapport : ir. D. van der Ven

Rapportage ir. D. van der Ven

Naam:

Handtekening:



Datum: 15 december 2006

Autorisatie ing. A.K. de Looff

Naam:

Handtekening:



Datum: 15 december 2006

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Opbouw van de bekleding	5
2.1	Boren van kernen uit de bekleding	5
2.2	Bepaling van de laagdikten.....	5
3	Valgewicht deflectiemetingen	8
3.1	Principe van de VGD-metingen	8
3.2	Uitgevoerde metingen.....	9
3.2.1	Verloop van de deflecties	9
3.3	Meting van de temperatuur.....	11
3.4	Terugrekenen van de stijfheden	11
3.4.1	Principe van het terugrekenen.....	11
3.4.2	Surface modulus.....	12
4	Interpretatie van de resultaten	15
4.1	Buiging en afschuiving.....	15
4.2	Berekening laagstijfheden volgens nieuwe methode	16
4.3	Praktisch methode voor temperatuurcorrectie ingegoten basaltbekleding	17
4.4	Buigstijfheden	17

Bijlagen

1 Inleiding

In september 2006 is de ingegoten basaltbekleding van de oostelijke oude havendam te Kruiningen gekarakteriseerd aan de hand van valgewichtdeflectiemetingen (VGD-metingen). Het idee hierachter is dat de stijfheid van de bekleding een goede parameter is om een inzicht te krijgen in de sterkte van de bekleding. Deze stijfheid van de bekleding is bepaald aan de hand van de gemeten deflectie en de bekende laagdikte van de bekleding en onderlagen. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in rapport e0501465.

In deze rapportage (e0501465) is de berekende stijfheid van de bekleding gegeven bij de heersende meettemperatuur. Aangezien de stijfheid van de ingegoten bekleding afhankelijk is van temperatuur is besloten alle stijfheden in het vervolg te corrigeren naar een temperatuur van 5°C. De keuze voor 5°C is gemaakt omdat deze gesteld is als heersende temperatuur tijdens de maatgevende storm. De methode voor de temperatuurcorrectie is opgesteld aan de hand van metingen bij verschillende temperaturen op een ingegoten basaltbekleding op de oude havendam nabij Kruiningen. De rapportage van de onderzoeken en de achterliggende denkbeelden voor de opgestelde methodiek zijn opgenomen in rapport e0601223-3.

In deze rapportage zal op basis van de voor project 0501465 uitgevoerde VGD-metingen en de nieuwe methodiek zoals aangegeven in rapport e0601223-3 de stijfheid van de ingegoten basalt opnieuw berekend worden en een correctie van de stijfheden plaatsvinden naar een temperatuur van 5°C.

De onderzochte meetraai bestaat uit het talud aan de buitenzijde (zeekant) van de oostelijke havendam van de oude veerhaven te Kruiningen (zie bijlage 1).

2 Opbouw van de bekleding

Voor de opbouw van de bekleding zijn dezelfde gegevens aangehouden als in rapport e0501465. Voor de volledigheid worden deze gegevens nogmaals weergegeven.

2.1 Boren van kernen uit de bekleding

Voor de bepaling van de laagdikte van de basaltzuilen en de indringing van de asfaltmastiek zijn 4 kernen (Ø 150 mm) geboord. Deze 4 kernen zijn geboord op naden tussen de basaltzuilen. Dit om er zeker van het zijn dat de penetratie van het asfaltmastiek bepaald kan worden.

De boorlocaties zijn vooraf uitgezet op de locaties zoals aangegeven op de tekening in bijlage 2. Er is 1 kern op het binnentalud (1), 1 kern op de kruin van de havendam (2) en 2 kernen op het buitentalud (3 en 4, zeezijde) geboord.

2.2 Bepaling van de laagdikten

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

Tabel 2.2.1: Laagdikten basaltzulen.

Kern	1		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	260	15	245
meting 2	178	11	167
meting 3	205	23	182
meting 4	230	14	216
gem.	218	16	203

Kern	2		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	210	9	201
meting 2	226	9	217
meting 3	219	5	214
meting 4	158	11	147
gem.	203	9	195

Kern	3		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	230	16	214
meting 2	217	8	209
meting 3	214	18	196
meting 4	205	8	197
gem.	217	13	204

Kern	4		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	294	7	287
meting 2	266	11	255
meting 3	283	7	276
meting 4	273	10	263
gem.	279	9	270

In tabel 2.2.2 is de penetratie van het asfaltmastiek opgenomen.

Tabel 2.2.2: Penetratie van het asfaltmastiek

Kern	1	2	3	4
meting 1	120	170		140
meting 2		180		134
meting 3		125		105
gem.	120	158	geheel	126

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

- Kern 1: ingieting = 0,59D
- Kern 2: ingieting = 0,81D
- Kern 3: ingieting = 1,0D
- Kern 4: ingieting = 0,47D

Conform de concept toetsmethode van Klein Breteler wordt deze bekleding gekwalificeerd als een goed ingegoten bekleding.

Vooraf heeft de opdrachtgever aangegeven dat het basalt aan de binnenzijde van de havendam dicht tegen elkaar is gezet waardoor de naden erg smal zijn. Hierdoor zou de mastiek niet of nauwelijks in de bekleding zijn gepenetreerd. Bij de visuele inspectie van kern 1 (binnenzijde) bleek dat slechts 1 van de 3 in de kern aanwezige naden was gevuld met asfaltmastiek. Kern 1 is tevens de boorkern met de dikste laag asfaltmastiek op de zuilen. Bij de overige kernen is in vrijwel elke voeg asfaltmastiek aanwezig. De verwachting van de opdrachtgever wordt met deze boring dus bevestigd.

In de onderstaande figuren zijn foto's van de geboorde kernen opgenomen.



Figuur 2.1: Locatie 1



Figuur 2.2: Locatie 2



Figuur 2.3: Locatie 3



Figuur 2.4: Locatie 4

De gemiddelde laagdikte van de ingegoten basaltzuilen bedraagt 229 mm.

Zoals op de foto's zichtbaar is, is de hechting van basalt-asfaltmastiek goed. De kernen kunnen aan een van de basaltzuilen opgetild worden zonder dat deze loskomen.

3 Valgewicht deflectiemetingen

Voor de VGD-metingen geldt hetzelfde als voor de laagdikte, er is hier gebruik gemaakt van de gegevens zoals die verkregen zijn voor project 0601132. Wederom is voor de volledigheid in dit hoofdstuk het principe van VGD-metingen en de omvang van de uitgevoerde metingen weergegeven zoals in rapport e0601132. De enige aanpassing die gemaakt is in de VGD-metingen is de bepaling van het lokale maximum voor de centrumgeefoon wanneer deze aan het einde van het signaal een uitschieter vertoont.

3.1 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 kernafmetingen.

In figuur 3.1 is een foto opgenomen van het valgewicht.



Figuur 3.1: valgewicht-deflectiemetingen

3.2 Uitgevoerde metingen

Voor de bepaling van de deflectie zijn 100 metingen uitgevoerd. Per meting zijn telkens 3 klappen met het valgewicht uitgevoerd. De eerste klap is een "proef klap". Deze wordt niet gebruikt voor de verdere berekeningen. In principe wordt de 3^e klap gebruikt voor de berekening van de elasticiteitsmodulus. Bij elke klap wordt een kracht (force) van 40 – 45 kN op de bekleding uitgeoefend.

Het bemonsterde vak heeft een lengte van 200 m. De metingen zijn verdeeld over 3 meetraaien. De h.o.h.-afstand van de meetpunten bedraagt 2 m. Zie de tekening van bijlage 2 voor de raaien.

Meetraai 1:

Deze bestaat uit het talud aan de binnenzijde van de havendam. Meting 1 t/m 27.

Meetraai 2:

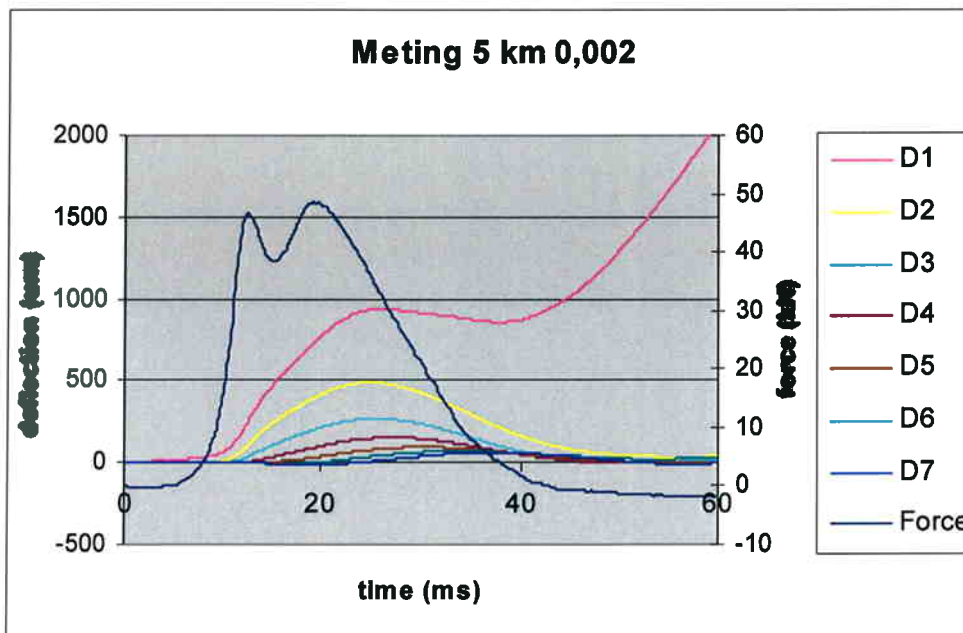
Deze bestaat uit het talud aan de buitenzijde (zeekant) van de havendam. Meting 28 t/m 80.

Meetraai 3:

Deze bestaat uit het talud aan de buitenzijde (zeekant) van de havendam. Deze ligt 3 m lager op het talud als meetraai 2. Meting 81 t/m 100.

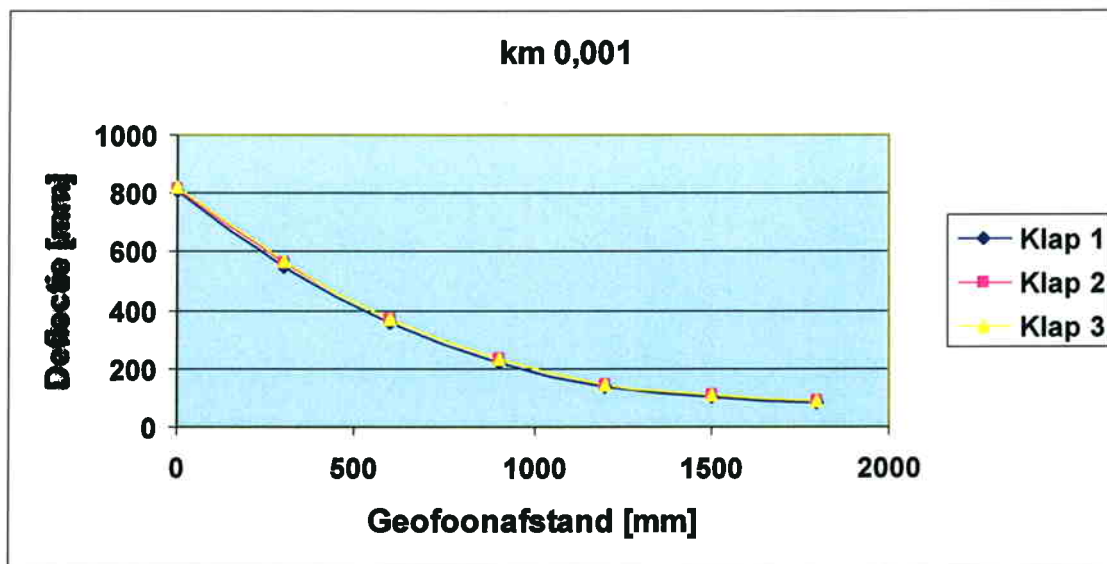
3.2.1 Verloop van de deflecties

Wanneer het verloop van de deflectie in de tijd wordt bekeken valt op 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. De precieze oorzaak van deze opslingers is nog niet bekend en er zal dan ook naar gekeken moeten worden hoe dit in de toekomst voorkomen kan worden.



Figuur 3.2: Grafische weergave van de deflectiegolven.

In figuur 3.3 zijn de maximale deflecties (toppen van de curven, zie figuur 3.2) van een meting uitgezet. Deze maximale deflecties zijn gebruikt bij de bepaling van de deflectiekrommen. Indien de centrumdeflectie een opslinger vertoont is voor het berekenen van de stijfheden het lokale maximum (rond de 30 ms) aangehouden.



Figuur 3.3: Deflectiekromme meting 3 km 0,001.

In bijlage 3 is een overzicht gegeven van alle gemeten deflectieprofielen.

3.3 Meting van de temperatuur

Op een nabijgelegen locatie is een gat geboord in de asfaltmastiek. Hierin is bij aanvang van de metingen de temperatuur van de asfaltmastiek vastgesteld. Deze bedroeg 5,4 °C. Deze temperatuur komt overeen met de temperatuur van een maatgevende storm, 5 °C.

Het bepalen van de temperatuur is van belang omdat deze de stijfheid sterk beïnvloedt. Bij lage temperaturen, zoals tijdens deze metingen, zal het asfaltmastiek een hogere stijfheid hebben. De bekleding reageert dan meer als een plaat.

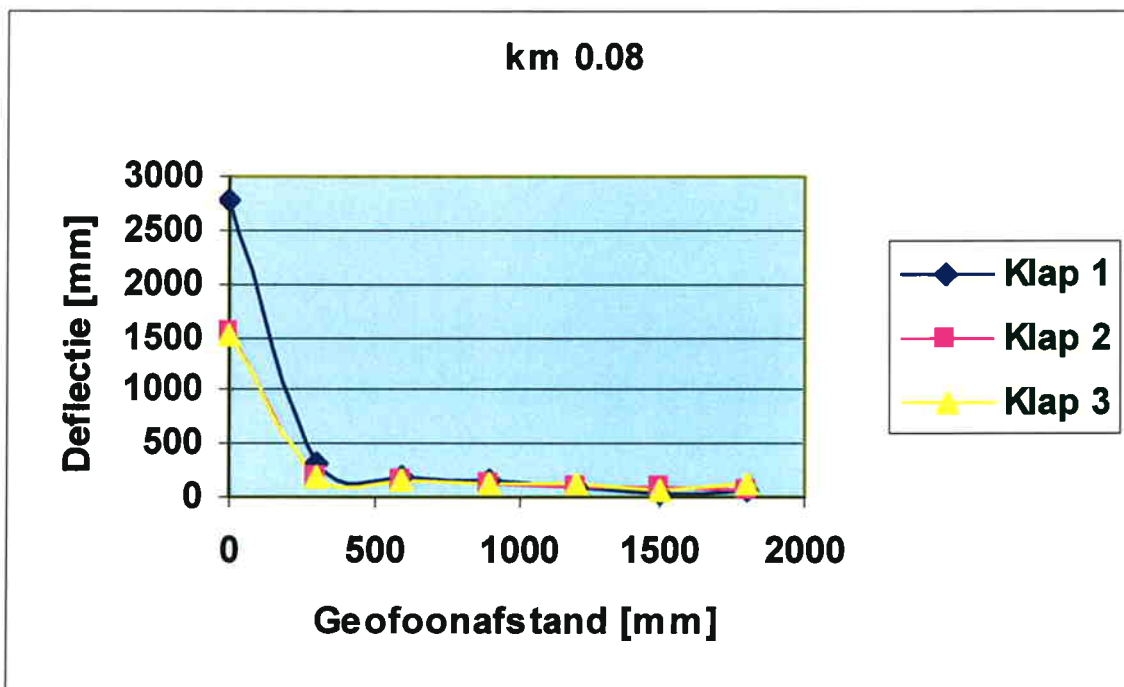
Indien de elasticiteitsmodulus als criterium wordt gebruikt in de veiligheidsbeoordeling, moet de gemeten stijfheid worden genormeerd naar 1 temperatuur, bijvoorbeeld 5 graden Celsius. Om de stijfheid te kunnen corrigeren voor de temperatuur moet de relatie tussen temperatuur en stijfheid worden bepaald.

3.4 Terugrekenen van de stijfheden

3.4.1 Principe van het terugrekenen

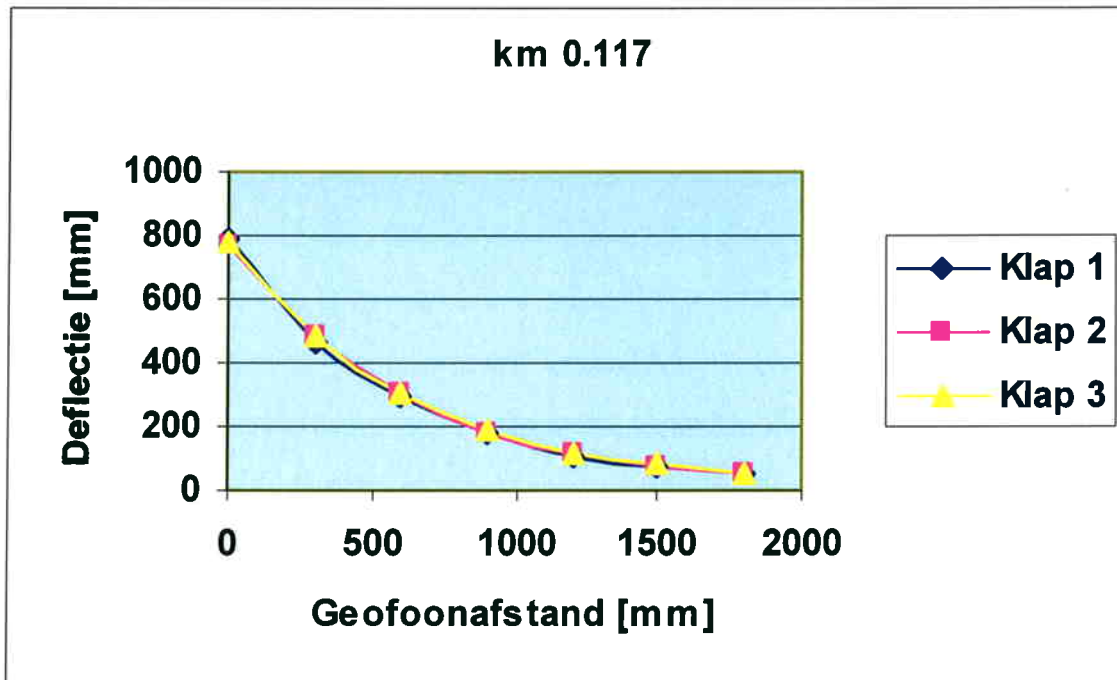
Voor de evaluatie van de metingen zijn ten eerste de ruwe meetdata van de deflectiemetingen bekeken. Meetdata met meetfouten zijn verwijderd. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door geofoons die geen of slecht contact hebben met de bekleding. De defecties van de bekleding zijn uitgezet tegen de afstand 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 3.4).



Figuur 3.4: Deflectiekromme waarbij afschuiving in een voeg optreedt

Ten tweede zijn er meetpunten waarbij de deflecties geleidelijker teruglopen (zie figuur 3.5).



Figuur 3.5: Deflectiekromme indien "buiging" dominant is

Dit verschil wordt veroorzaakt door het verschil in samenhang van de bekleding. Uit de figuren 3.4 en 3.5 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.

3.4.2 Surface modulus

Een belangrijk begrip, dat ter ondersteuning van de stijfheidberekeningen wordt gehanteerd, is de surface modulus. De surface moduli geven een indicatie over het stijfheidverloop 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 stijfheidverloop 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:

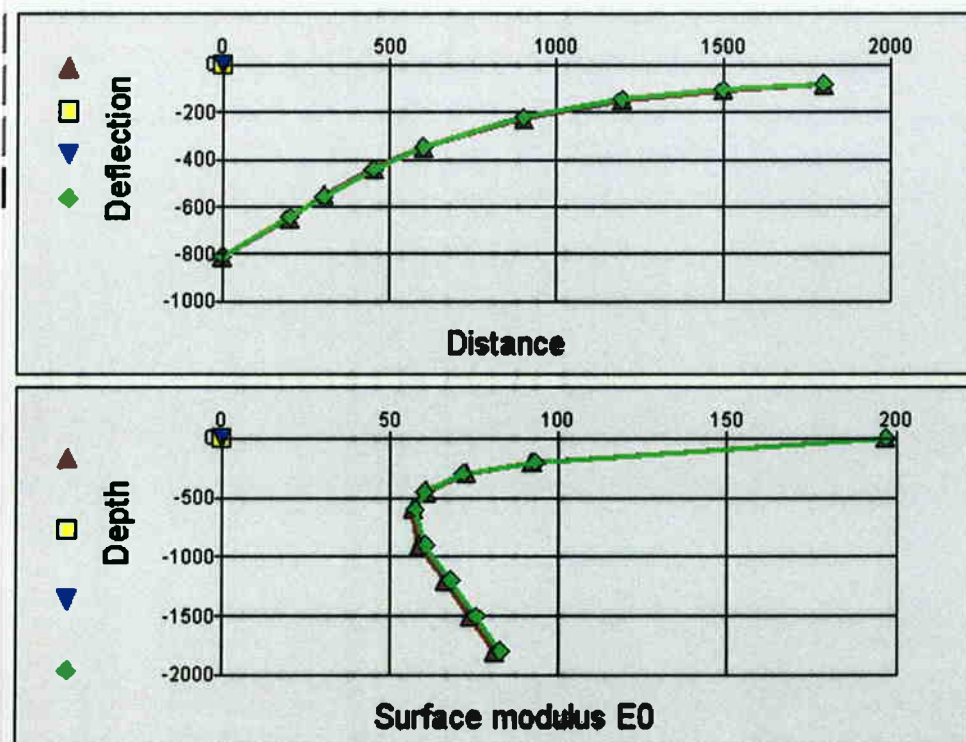
$$E_0(r) = \frac{(1-\nu^2)\sigma_0 \cdot a^2}{r \cdot \delta(r)}$$

waarin:

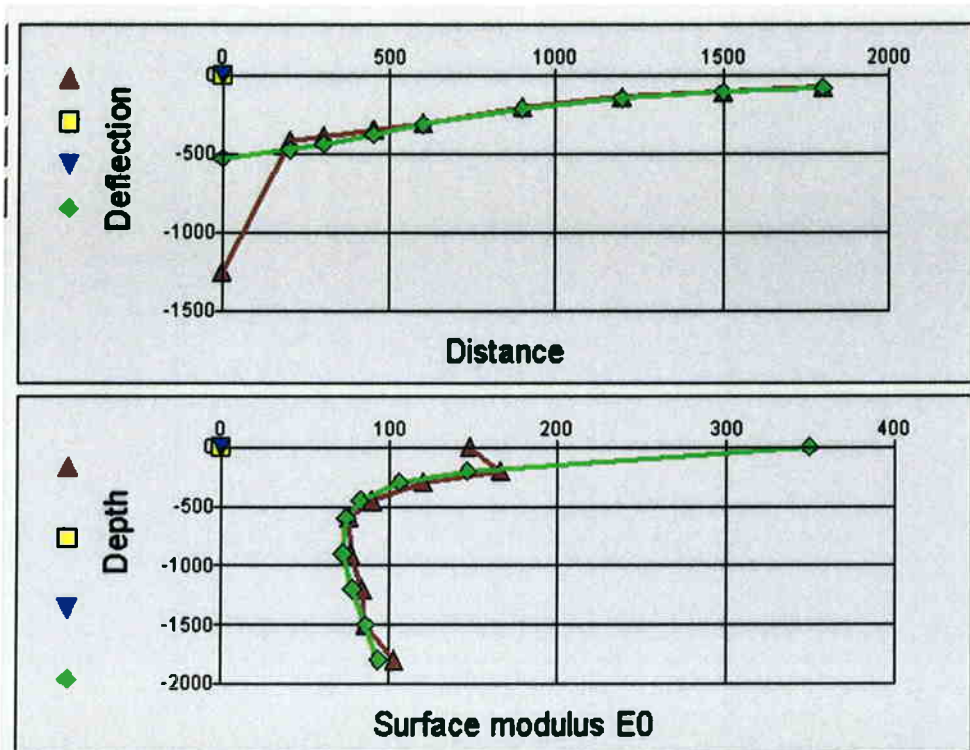
- $E_0(r)$ = surface modulus equivalente diepte r [MPa];
- ν = Poissonfactor [-];
- σ_0 = belasting onder de plaat [N/mm²];
- a = straal van de plaat [mm];
- r = afstand gefoon tot het plaatmidden [mm];
- $\delta(r)$ = deflectie op afstand r van het plaatmidden [μ m].

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

In de figuren 3.6 en 3.7 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 3.6 geeft het berekende deflectieprofiel een goede benadering van het gemeten deflectieprofiel. Zoals te zien is in figuur 3.7 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.

Zie bijlage 3 voor alle teruggerekende stijfheden.

4 Interpretatie van de resultaten

4.1 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 de tabellen 4.1 t/m 4.3 is aangegeven om welke aantallen het gaat. In tabel 4.4 zijn de gegevens voor alle metingen samengevat.

Tabel 4.1: Gegevens meetraai 1

	Aantal	percentage
Aantal uitgevoerde metingen	27	
Aantal gebruikte metingen	20	74,1%
Aantal metingen met afschuiving	2 (11 en 19)	10,0 %
Bijzonderheden	Bij meting 8 en 23 is klap 2 i.p.v. 3 gebruikt	

Tabel 4.2: Gegevens meetraai 2

	Aantal	percentage
Aantal uitgevoerde metingen	53	
Aantal gebruikte metingen	45	84,9%
Aantal metingen met afschuiving	4 (54, 58, 61 en 75)	8,9%
Bijzonderheden	Bij meting 73 is klap 2 i.p.v. 3 gebruikt	

Tabel 4.3: Gegevens meetraai 3

	Aantal	percentage
Aantal uitgevoerde metingen	20	
Aantal gebruikte metingen	17	85,0%
Aantal metingen met afschuiving	1 (85)	5,9%
Bijzonderheden		

Tabel 4.4: Totale gegevens

	Aantal	percentage
Aantal uitgevoerde metingen	100	
Aantal gebruikte metingen	82	82,0%
Aantal metingen met afschuiving	7	8,5%

Het volgende valt op:

- 82% van de metingen levert bruikbare data op. Op het binnentalud is het percentage onbruikbare metingen groter. Dit is te wijten aan het steilere talud en aan de hoeveelheid losliggend materiaal op het talud.

- Bij 8,5% 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.
- Op het binnentalud komt afschuiving het meeste voor. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat de asfaltmastiek hier minder diep in de bekleding is gepenetreerd.
- Op de onderraai van het buitentalud vindt minder vaak afschuiving plaats dan op het boventalud. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat de normaalkracht in de bekleding op het ondertalud hoger is dan op het boventalud.

4.2 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 ($E_1 > E_2$).

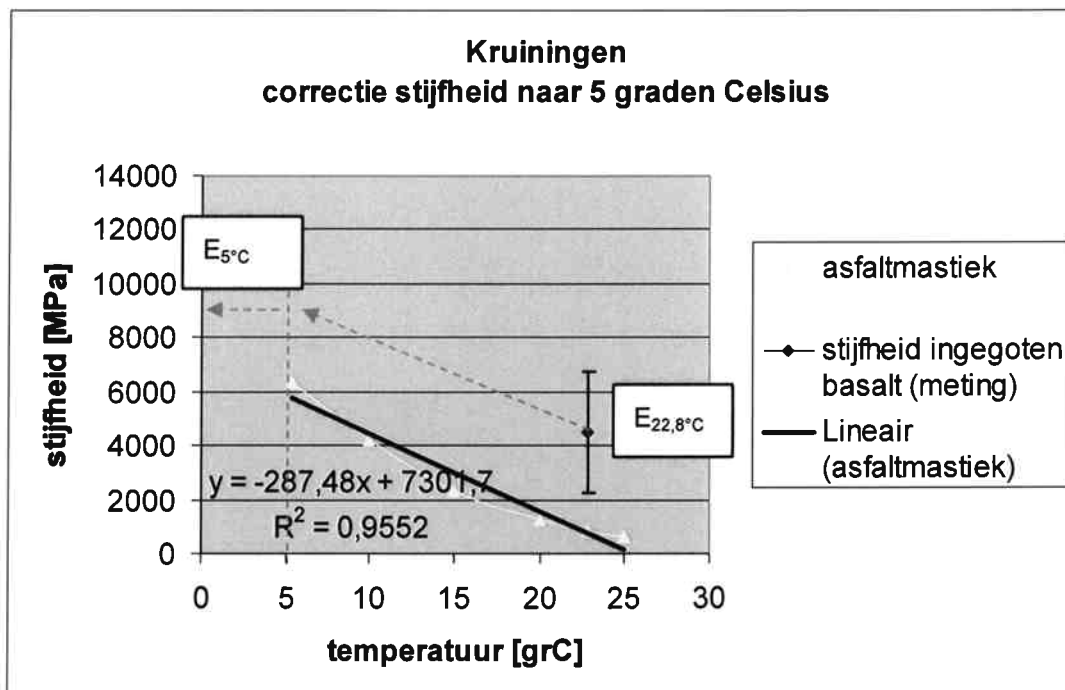
Hiermee zijn de twee parameters bepaald die inzicht geven in de kwaliteit van de ingieting en daarmee de kwaliteit en sterkte van de bekleding. Ten eerste geeft het percentage locaties met centrumdeflectie aan welk deel van de bekleding zich niet gedraagt als buiglijger. Op deze locatie werkt de mastiek niet samen met de basaltzuilen en heeft dus lokaal geen versterking van de bekleding plaatsgevonden door ingieting. Ten tweede wordt de gemiddelde stijfheid van de bekleding bepaald voor alle locaties waar de bekleding zich wel gedraagt als buiglijger. Hier werkt de mastiek wel samen met de basaltzuilen en levert dus een versterking ten opzichte van een niet ingegoten bekleding. De gemiddeld teruggerekende stijfheid van deze locaties zal afhankelijk zijn van de hoogte van de basaltzuilen, de diepte van de ingieting en de hechting tussen de mastiek en de zuil. Een hogere stijfheid zal samen gaan met een goede (diepe) ingieting en goede hechting tussen mastiek en basaltzuil.

Op deze locaties (gedrag als buiglijger) zal de laagstijfheid van de bekleding als geheel (basaltzuilen en mastiek) afhankelijk zijn van de temperatuur. Des te hoger de temperatuur des te lager de teruggerekende stijfheid (bij zelfde ingieting en effectiviteit van de hechting basalt en mastiek). Deze locaties komen dus in aanmerking voor een correctie van de stijfheid naar temperatuur waarmee metingen bij verschillende temperaturen met elkaar vergeleken kunnen worden.

4.3 Praktisch methode voor temperatuurcorrectie ingegoten basaltbekleding

De methode voor de temperatuurcorrectie wordt nu als volgt:

1. Bepalen van de gemiddelde stijfheden van de ingegoten bekleding (zoals aangegeven in paragraaf 4.2).
2. Bepalen van de mengseleigenschappen van de bitumen, te weten:
 - a. Verwekingspunt ring en kogel;
 - b. Penetratie bij 25°C.
 - c. Bepalen van de stijfheid van de bitumen bij 5, 10, 15, 20 en 25°C met de nomogrammen van Van der Poel.
3. Bepalen van de samenstelling van de mastiek:
 - a. Percentage [v/v] bitumen;
 - b. Percentage [v/v] aggregaat.
 - c. Bepaling van de stijfheid van de Mastiek bij 5, 10, 15, 20 en 25°C met de nomogrammen van Bonnaure.
4. Bepalen van de (richtingscoëfficiënt van de) trendlijn (lineair) van het verloop van de mastiekstijfheid versus de temperatuur.
5. Correctie van de gemiddeld gemeten stijfheid bij de meettemperatuur naar een verwachte stijfheid van de ingegoten basaltbekleding bij 5°C. (vb. zie figuur 4.5)

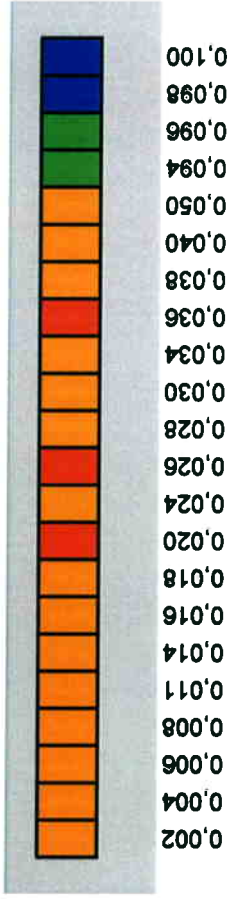


Figuur 4.5: correctie gemeten stijfheid naar temperatuur van 5°C

4.4 Buigstijfheden

In de onderstaande tabellen zijn de statistische gegevens opgenomen van de locaties welke als buiglijger reageren. In bijlage 2 zijn de voor temperatuur gecorrigeerde stijfheden per meetpunt weergegeven.

Colijnsplaat



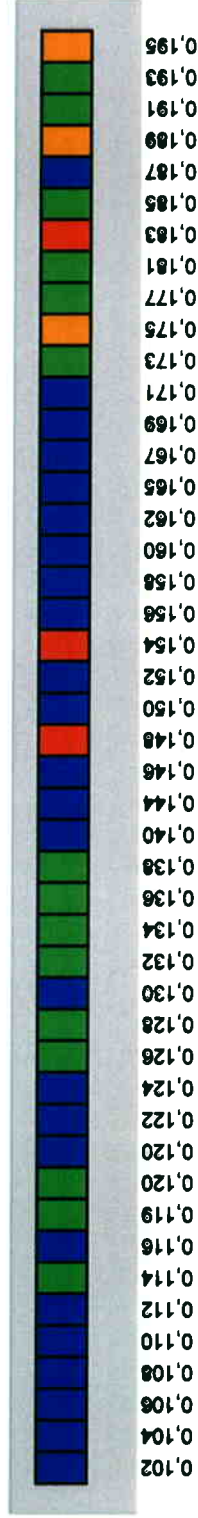
Meetraai 1

Legenda

- E < 500 MPa
- 500 ≤ E < 5000 MPa
- 5000 ≤ E < 10000 MPa
- E ≥ 10000 MPa
- Geen data beschikbaar

Gegevens boorkernen	
Code	lengte ; ingieting [mm]
B1	-----
B2	-----

Colijnsplaat



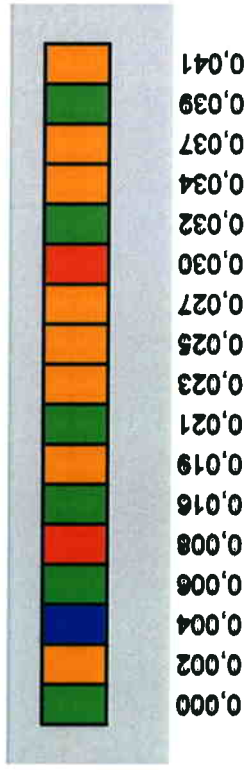
Meetraai 1

Legenda

- E < 500 MPa
- 500 ≤ E < 5000 MPa
- 5000 ≤ E < 10000 MPa
- E ≥ 10000 MPa
- Geen data beschikbaar

Gegevens boorkernen	
Code	lengte ; ingieting [mm]
B1	-----
B2	-----

Kruiningen



Meetraai 2

Legenda

- E < 500 MPa
- 500 ≤ E < 5000 MPa
- 5000 ≤ E < 10000 MPa
- E ≥ 10000 MPa
- Geen data beschikbaar

Gegevens boorkernen	
Code	lengte ; ingieting [mm] ; [mm]
B1	
B2	

Bijlage 1

Ligging oostelijke havendam van de veerhaven te Kruijningen



Bijlage 2

Gecorrigeerde stijfheden per meetpunt

Chainage [km]	meetraai 1 E ₁ [MPa]
0,002	1033
0,004	1643
0,006	1109
0,008	1055
0,011	1555
0,014	2271
0,016	637
0,018	3059
0,02	50
0,024	3128
0,026	50
0,028	1550
0,03	3816
0,034	2744
0,036	50
0,038	2342
0,04	1573
0,05	1070
0,094	5223
0,096	9108
0,098	12675
0,1	13948

Chainage [km]	meetraai 1 E ₁ [MPa]
0,102	12384
0,104	13220
0,106	11792
0,108	14506
0,11	17420
0,112	11225
0,114	6041
0,116	10125
0,119	8672
0,12	5508
0,12	10996
0,122	11646
0,124	13948
0,126	7208
0,128	5467
0,13	10495
0,132	7364
0,134	9004
0,136	6127
0,138	7911
0,14	15648
0,144	15269
0,146	16109
0,148	50
0,15	11223
0,152	11877
0,154	50
0,156	16795
0,158	19019
0,16	14279
0,162	15971
0,165	14960
0,167	21320
0,169	15712
0,171	10208
0,173	5636
0,175	2770
0,177	8578
0,181	8049
0,183	50
0,185	9012
0,187	14598
0,189	3795
0,191	5646
0,193	6736
0,195	4609

Chainage [km]	meetraai 2 E ₁ [MPa]
0	7125
0,002	4426
0,004	14279
0,006	7213
0,008	50
0,016	5563
0,019	4246
0,021	5957
0,023	3725
0,025	3204
0,027	4412
0,03	50
0,032	7542
0,034	4472
0,037	4032
0,039	5191
0,041	4673