

09 JAN 2007

e0601223-5

Rapportage temperatuur gecorrigeerde stijfheden
van ingegoten basaltzuilen van de glooiing van
de oud Noord-Bevelandpolder nabij Colijnsplaat

PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN	ACTIE	INFO
DATUM ONTVANGST		
PROJECTMANAGER		
MANAGER PROJECTBEHEERSING		
SECRETARIAAT		
TECHNISCH MANAGER		o
OMGEVINGSMANAGER		
PROJECTSECRETARIS		
CONTRACTMANAGER		
TECHNIEK Disciplineider Ontwerp		
TECHNIEK Disciplineider Kennis		o
TECHNIEK Adviseur Toetsingen		o
ARCHIEF nr. P20T-R-07007		o
CIRCULATE MAP		



011757 2007 PZDT-R-07007 ken
duurRapportage temperatuur gecorrigeerde stijfhede

Projectnummer : e0601223-5
Offertenummer en datum : o060654/au/adl d.d. 21 juni 2006
Titel rapport : temperatuur correctie ingegoten basalt te Vlissingen *Colijnspant*
Status rapport : Concept

Naam opdrachtgever : Rijkswaterstaat Zeeland Projectbureau Zeeweringen
Adres : Postbus 1000
Plaats : 4330 ZW MIDDELBURG
Naam contactpersoon : de [REDACTED]
Datum opdracht : 19 juli 2006
Kenmerk opdracht : ZLDO35060588

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

Rapportage

Naam:

Handtekening:

Datum:

14-12-2006

Autorisatie

Naam:

Handtekening:

Datum:

14-12-2006

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	10
3.1	Principe van de VGD-metingen	10
3.2	Uitgevoerde metingen.....	11
3.2.1	Verloop van de defecties	11
3.3	Meting van de temperatuur.....	12
3.4	Terugrekenen van de stijfheden	13
3.4.1	Principe van het terugrekenen.....	13
3.4.2	Surface modulus.....	14
4	Interpretatie van de resultaten	17
4.1	Buiging en afschuiving.....	17
4.2	Berekening laagstijfheden volgens nieuwe methode	17
4.3	Praktisch methode voor temperatuurcorrectie ingegoten basaltbekleding	18
4.4	Stijfheden	19

Bijlagen

1 Inleiding

In mei 2006 is de ingegoten basaltbekleding aan van de glooiing van de Oud-Bevelandpolder nabij Colijnsplaat 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 e0601132.

In deze rapportage (e0601132) 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.

In deze rapportage zal op basis van de voor project 0601132 uitgevoerde VGD-metingen en de nieuwe methodiek zoals aangegeven in rapport e0601223 de stijfheid van de ingegoten basalt opnieuw berekend worden en een correctie van de stijfheden plaatsvinden naar een temperatuur van 5°C.

Het onderzochte vak bevindt zich op de glooiing van de Oud Noord-Bevelandpolder nabij de haven van Colijnsplaat (zie bijlage 1).

2 Opbouw van de bekleding

Voor de opbouw van de bekleding zijn dezelfde gegevens aangehouden als in rapport e0601132. 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 10 kernen (Ø 150 mm) geboord. Deze 10 kernen zijn zo goed mogelijk geboord op naden tussen de basaltzuilen. Dit om er zeker van het zijn dat de penetratie van het asfaltmastiek bepaald kan worden. Er zijn twee locaties in de getijzone geboord. De boorlocaties zijn vooraf uitgezet op de locaties zoals aangegeven in het boorplan.

2.2 Bepaling van de laagdikten

In onderstaande tabel zijn de laagdikten van de 10 geboorde kernen opgenomen. De laagdikte is op 4 plaatsen met behulp van een liniaal opgemeten.

Tabel 2.2.1: Laagdikten basaltzuilen

Kern	C1		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	285	6	279
meting 2	260	1	259
meting 3	300	5	295
meting 4	280		280
gem.	281	4	278

Kern	C2		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	295	13	282
meting 2	310	21	289
meting 3	270	15	255
meting 4	295	10	285
gem.	293	15	278

Kern	C3		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	160	4	156
meting 2	325	9	316
meting 3	335	13	322
meting 4	295	18	277
gem.	279	11	268

Kern	C4		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	240	28	212
meting 2	270	8	262
meting 3	265	3	262
meting 4	275	11	264
gem.	263	13	260

Kern	C5		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	226	15	211
meting 2	285	22	263
meting 3	280	15	265
meting 4	280	5	275
gem.	268	14	254

Kern	C6		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	300	2	298
meting 2	265	2	263
meting 3	225	2	223
meting 4	280	2	278
gem.	268	2	266

Kern	C7		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	330	18	312
meting 2	310	10	300
meting 3	290	2	288
meting 4			
gem.	310	10	300

Kern	C8		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	334	20	314
meting 2	334	13	321
meting 3	290	15	275
meting 4	280	10	270
gem.	310	15	295

Kern	C9 (getijzone)		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	270	11	259
meting 2	255	8	247
meting 3	270		270
meting 4		30	
gem.	265	16	259

Kern	C10 (getijzone)		
	totaal	asfaltmastiek	basalt
meting 1	245	10	235
meting 2		10	
meting 3		0	
meting 4		20	
gem.	245	10	235

* Basalt gedeeltelijk afgebroken. De opgegeven laagdikte is niet de werkelijke hoogte.

In tabel 2.2.2 zijn de penetratie van het asfaltmastiek opgenomen.

Tabel 2.2.2: Penetratie van het asfaltmastiek

Kern	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
meting 1	165	135	160	75	135		115	140	30	100
meting 2	140	130	165	75	85		105	120	50	100
meting 3			160				80		35	
gem.	153	133	162	75	110		100	130	38	100

Kern K6 is niet op een voeg geboord.

In tabel 2.2.3: Penetratie uitgedrukt als percentage van de kernlengte

Kern	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Gem. penetratie (mm)	153	133	162	75	100		100	130	38	100
Laagdikte (mm)	281	293	279	263	268		310	310	265	245
ingieting	0,54D	0,45D	0,50D	0,29D	0,37D		0,32D	0,42D	0,14D	0,41D

Conform de concept toetsmethode van Klein Breteler worden bekledingen als volgt beoordeeld:
 Tenminste 40 a 60% ingieting en bovendien tenminste 100 mm diep tussen de zuilen → goed
 20 a 30% ingieting → oppervlakkig ingegoten.

Deze meetraai wordt geclassificeerd als oppervlakkig - goed ingegoten. Dit is gebeurd op basis van de gemiddelden voor de toetsingswaarde (0,38D) en de penetratiediepte. De penetratie is gemiddeld 111 mm.

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



Figuur 2.1: Locatie C1



Figuur 2.2: Locatie C2



Figuur 2.3: Locatie C3



Figuur 2.4: Locatie C4



Figuur 2.5: Locatie C5



Figuur 2.6: Locatie C6



Figuur 2.7: Locatie C7



Figuur 2.8: Locatie C8



Figuur 2.9: Locatie C9



Figuur 2.10: Locatie C10

De gemiddelde laagdikte, uitgaande van gehele zuilen, bedraagt 278 mm
De hechting van diverse zuilen laat te wensen over.

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

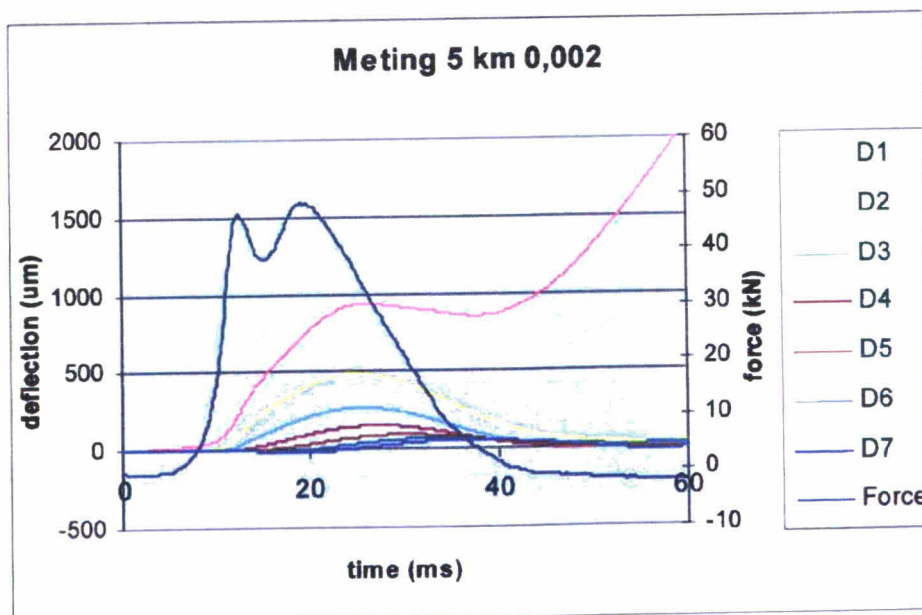
3.2 Uitgevoerde metingen

Voor de bepaling van de deflectie is h.o.h. iedere 2 m een meting uitgevoerd. Per meetlocatie worden 3 metingen verricht. Veelal vertoont de eerste meting een onregelmatig beeld omdat het apparaat zich nog moet zetten. De berekeningen worden uitgevoerd met de resultaten van de derde meting, de tweede meting wordt als controle gebruikt. In gevallen waarbij de derde meting een onregelmatig beeld geeft en de eerste of de tweede meting niet, zijn de resultaten van de 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.

De onderzochte bekleding heeft een totale lengte van 550 m en ligt nabij de haven van Colijnsplaat.

3.2.1 Verloop van de deflecties

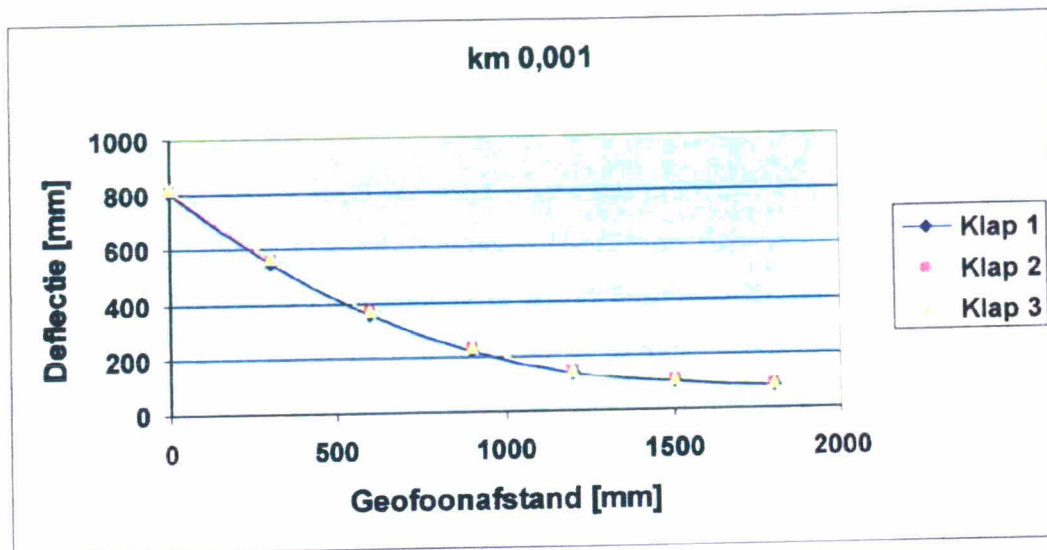
Wanneer het verloop van de deflectie in de tijd wordt bekeken valt op dat bij verscheidene meetpunten de centrumdeflectie eerst een lokaal maximum bereikt (tussen de 20 en 35 ms) en daarna wegloopt. De eerste piek valt samen met de pieken van de andere geofoons en treedt op ten gevolge van de aangebrachte 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

Tijdens de metingen is op verschillende tijdstippen de temperatuur gemeten. Dit is voor de oppervlaktetemperatuur op elke meetlocatie gebeurd. Op diverse tijdstippen is ook de temperatuur in boorgaten (12 cm diep) gemeten, zou dat ook de temperatuur van het asfaltmestiek vastgesteld kan worden. Deze in tabel 3.1 zijn de gemiddelde per meetraai opgenomen. De gemeten temperaturen zijn opgenomen in de tabellen van bijlage 3.

In tabel 3.1 zijn de gemeten temperaturen opgenomen.

	Gemiddelde oppervlaktetemperatuur (°C)	Gemiddelde temperatuur van de asfaltmestiek (°C)
Meetraai 1	28.0	20.2

Het bepalen van de temperatuur is van belang omdat deze de stijfheid sterk beïnvloedt. Bij lage temperaturen zal het asfaltmestiek een hogere stijfheid hebben. De bekleding reageert dan meer als een plaat. Bij hogere temperaturen, zoals bij deze metingen, zal het asfaltmestiek een viskeuzer gedrag vertonen. Er zullen dan meer locaties met "afschuiving" teruggevonden worden.

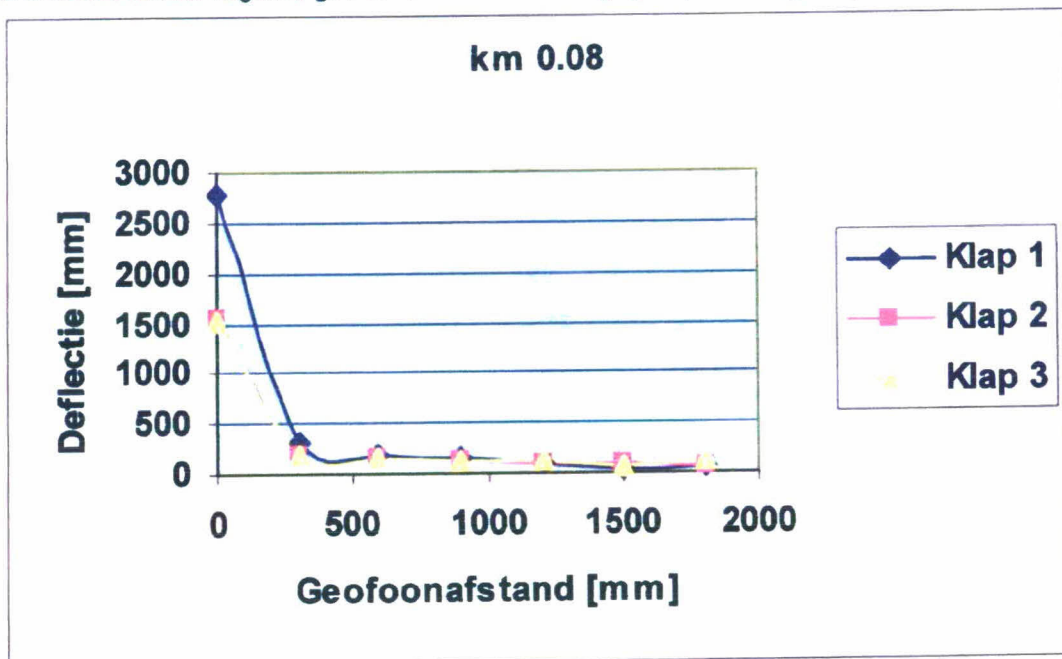
Indien de elasticiteitsmodulus als criterium wordt gebruikt in de veiligheidsbeoordeling, moet de gemeten stijfheid worden genormeerd naar 1 temperatuur, bijvoorbeeld 5 graden Celsius. Om de stijfheid te kunnen corrigeren voor de temperatuur moet de relatie tussen temperatuur en stijfheid worden bepaald.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

3.4 Terugrekenen van de stijfheden

3.4.1 Principe van het terugrekenen

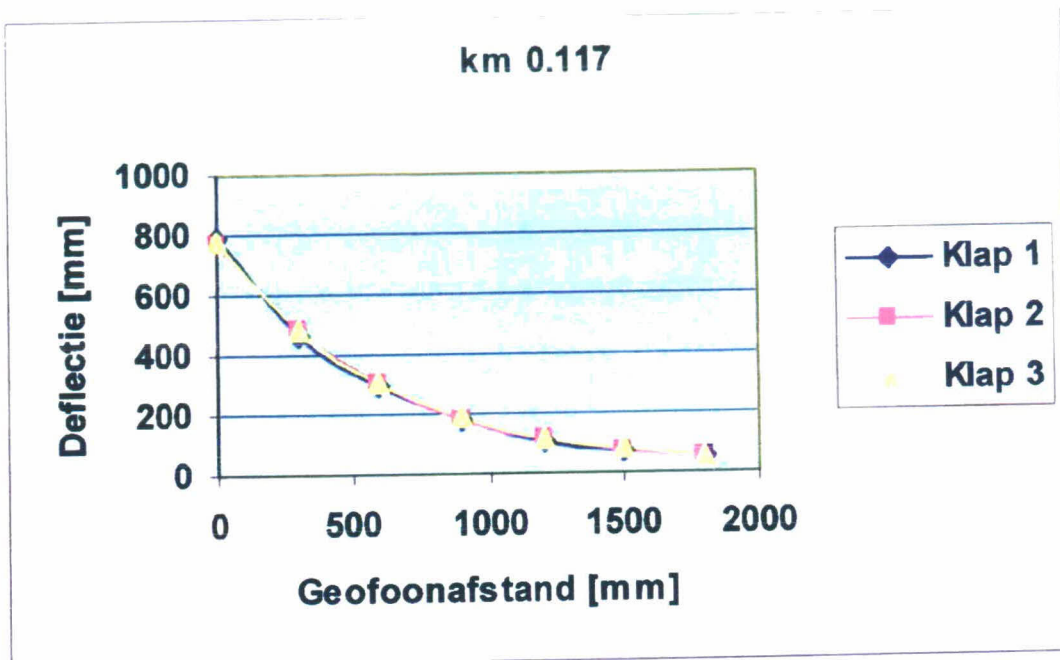
Voor de evaluatie van de metingen zijn ten eerste de ruwe meetdata van de deflectiemetingen bekeken. Meetdata met meetfouten zijn verwijderd. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door geofoons die geen of slecht contact hebben met de bekleding. De deflecties van de bekleding zijn uitgezet tegen de afstand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

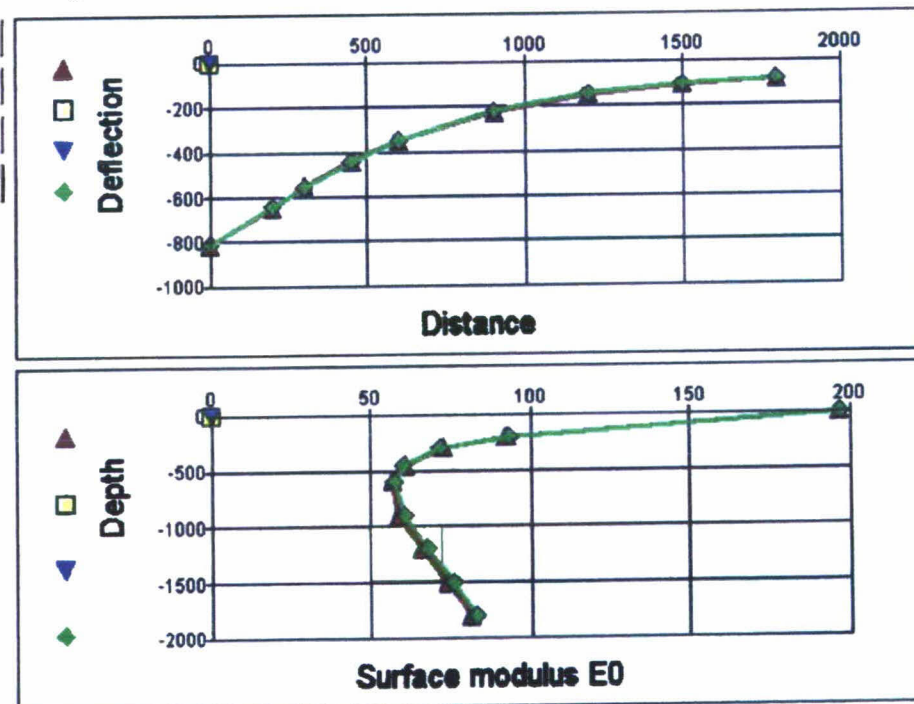
$$E_0(r) = \frac{(1-\nu^2)\sigma_0 a^2}{r \cdot \delta(r)}$$

waarin:

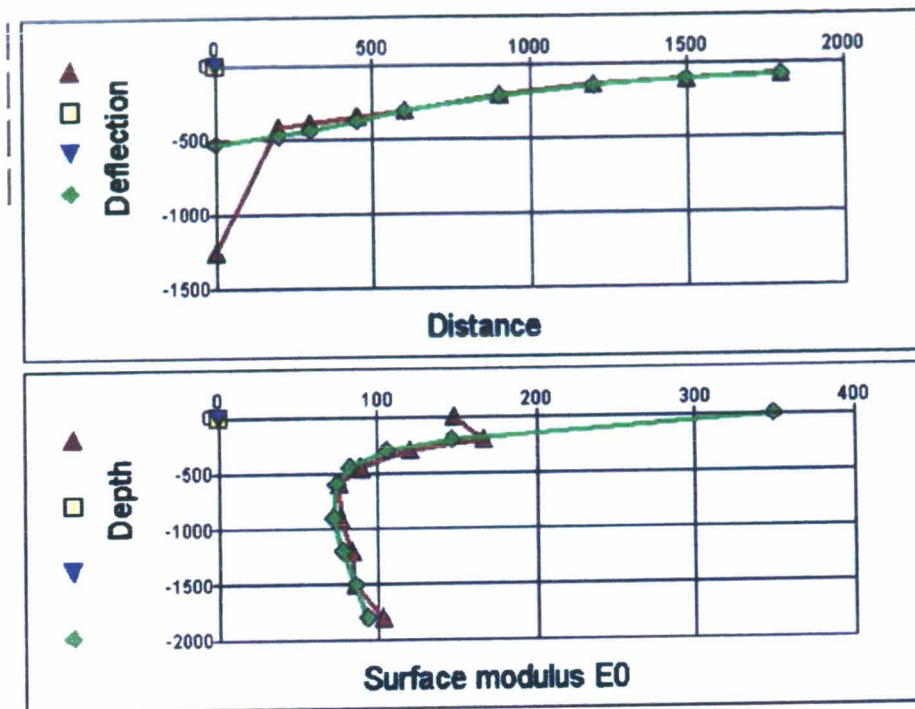
- $E_0(r)$ = surface modulus equivalente diepte r [MPa];
- ν = Poissonfactor [-];
- σ_0 = belasting onder de plaat [N/mm²];
- a = straal van de plaat [mm];
- r = afstand geofon tot het plaatmidden [mm];
- $\delta(r)$ = deflectie op afstand r van het plaatmidden [μ m].

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

In de figuren 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 4 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 tabel 4.1 zijn de gegevens voor alle metingen samengevat.

Tabel 4.1: Totale gegevens

	Aantal	percentage
Aantal uitgevoerde metingen	256	
Aantal gebruikte metingen	246	96.1
Aantal metingen met afschuiving	90	36.6

Het volgende valt op:

- 96% van de metingen levert bruikbare data op..
- Bij 36.6% 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.

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

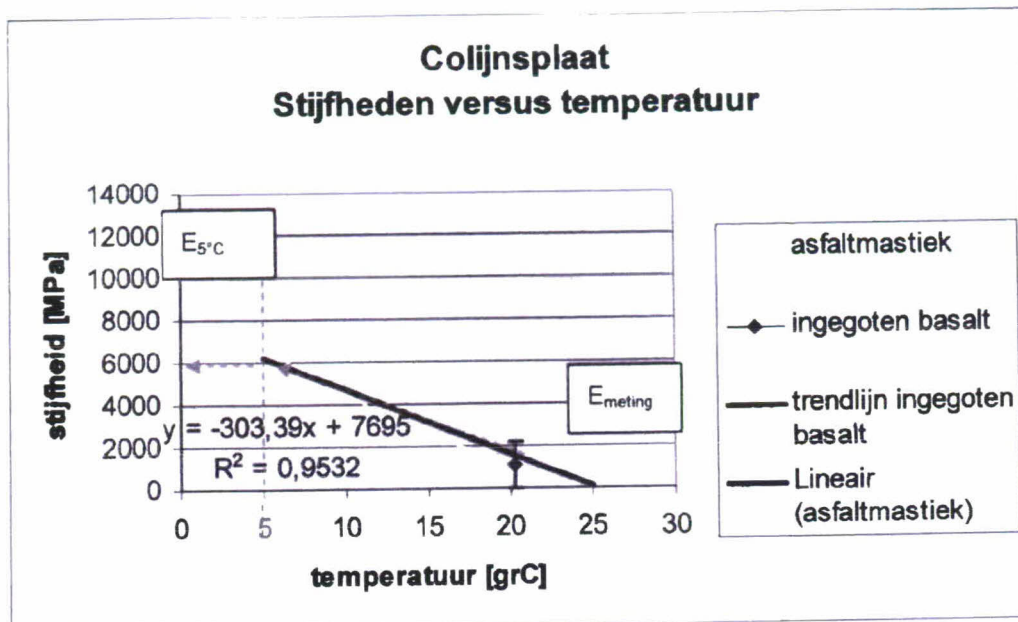
centrumdeflectie aan welk deel van de bekleding zich niet gedraagt als buiglijger. Op deze locatie werkt de mastiek niet samen met de basaltzuilen en heeft dus lokaal geen versterking van de bekleding plaatsgevonden door ingieting. Ten tweede wordt de gemiddelde stijfheid van de bekleding bepaald voor 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)



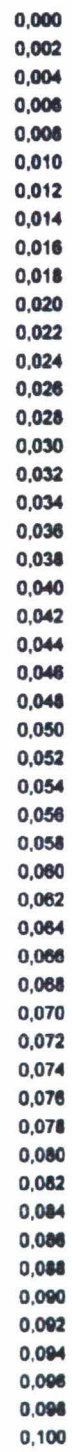
Figuur 4.5: correctie gemeten stijfheid naar temperatuur van 5°C

4.4 Stijfheden

In de 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. In bijlage 2 zijn de gecorrigeerde toplaagstijfheden per meetpunt weergegeven.

Collinsplaat

Meetraai 1



Legenda
 E < 500 MPa
 500 <= E < 5000 MPa
 5000 <= E < 10000 MPa
 E >= 10000 MPa
 Geen data beschikbaar

Gegevens boorkernen			
Code	lengte (mm)	ingelijng (mm)	
B1			
B2			

Meetraai 1



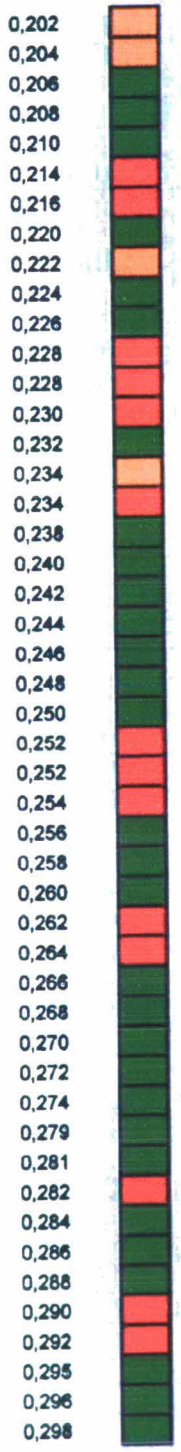
Legenda
 E < 500 MPa
 500 <= E < 5000 MPa
 5000 <= E < 10000 MPa
 E >= 10000 MPa
 Geen data beschikbaar

Gegevens boorkernen			
Code	lengte (mm)	ingelijng (mm)	
B1			
B2			

Collinsplaat

Collinsplaat

Meetraai 1



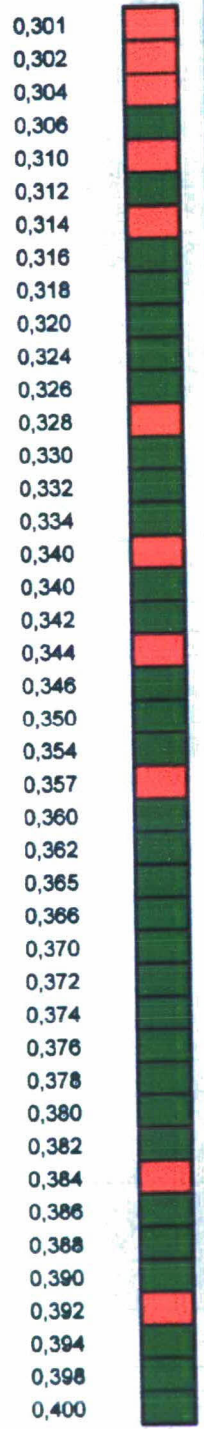
Legenda

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

Gegevens boorkernen			
Code	lengte [mm]	ingletting [mm]	ingletting [mm]
B1			
B2			

Collinsplaat

Meetraai 1



Legenda

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

Gegevens boorkernen			
Code	lengte [mm]	ingletting [mm]	ingletting [mm]
B1			
B2			

Colijnsplaat

Meetraai 1



0,402 0,405 0,407 0,410 0,414 0,416 0,418 0,420 0,422 0,424 0,428 0,431 0,432 0,434 0,437 0,439 0,441 0,444 0,447 0,450 0,452 0,454 0,456 0,458 0,460 0,468 0,476 0,478 0,480 0,482 0,484 0,489 0,492 0,495 0,498 0,500

Legenda

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

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

Colijnsplaat

Meetraai 1



0,502 0,504 0,510 0,512 0,516 0,518 0,520 0,522 0,524 0,528 0,530 0,536 0,538 0,540 0,544 0,546 0,548 0,550

Legenda

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

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

Bijlage 1

Overzicht meetlocaties te Colijnsplaat



Bijlage 2

Stijfheden per meetpunt

Chainage [km]	meetraal 1 E ₁ [MPa]
0	149
0,002	4708
0,004	4462
0,006	4580
0,008	4798
0,01	4682
0,012	4895
0,014	5229
0,016	5215
0,018	5070
0,02	5228
0,022	1.262
0,024	5311
0,026	5270
0,028	6620
0,03	7893
0,032	6620
0,034	5778
0,036	5911
0,038	5270
0,04	6389
0,042	6547
0,044	6590
0,046	101
0,048	5303
0,05	5346
0,052	5251
0,054	5726
0,056	75
0,058	5861
0,06	5389
0,062	6231
0,064	5231
0,066	5214
0,068	5799
0,07	5254
0,072	5000
0,074	96
0,076	5479
0,078	98
0,08	97
0,082	86
0,084	5135
0,086	4703
0,088	5390
0,09	74
0,092	5303
0,094	6270
0,096	4731
0,098	5536
0,1	5965

Chainage [km]	meetraai 1 E ₁ [MPa]
0,102	5747
0,104	168
0,106	4548
0,108	5389
0,11	5844
0,112	6018
0,114	5524
0,116	111
0,118	5694
0,12	911
0,12	78
0,122	91
0,124	5413
0,126	108
0,128	4735
0,13	4928
0,132	5346
0,134	5657
0,136	4730
0,138	5270
0,14	5536
0,142	4895
0,144	5276
0,146	4682
0,148	4659
0,15	5025
0,152	82
0,154	5233
0,156	4798
0,158	4857
0,16	83
0,162	4065
0,164	4895
0,166	4519
0,168	4505
0,17	4563
0,173	4672
0,174	5128
0,176	4735
0,178	74
0,181	5470
0,182	71
0,184	6112
0,187	84
0,19	5470
0,192	5254
0,194	97
0,196	4855
0,198	4778
0,2	4609

Chainage [km]	meetraai 1
	E ₁ [MPa]
0,202	4546
0,204	667
0,208	5725
0,208	5328
0,21	5409
0,214	107
0,216	126
0,22	6611
0,222	1.548
0,224	7611
0,226	6434
0,228	92
0,228	56
0,23	134
0,232	9371
0,234	1.052
0,234	131
0,238	7536
0,24	7148
0,242	6500
0,244	6755
0,246	6023
0,248	6343
0,25	6775
0,252	189
0,252	87
0,254	154
0,256	6413
0,258	6921
0,26	6746
0,262	130
0,264	175
0,266	9623
0,268	6981
0,27	6892
0,272	7148
0,274	7279
0,279	6518
0,281	6069
0,282	155
0,284	6201
0,286	6090
0,288	6478
0,29	86
0,292	101
0,295	6636
0,296	6357
0,298	6301

Chainage [km]	meetraai 1 E ₁ [MPa]
0,301	178
0,302	104
0,304	139
0,306	5.775
0,31	459
0,312	6.097
0,314	77
0,316	5.845
0,318	5.867
0,32	5.974
0,324	6.028
0,326	6.777
0,328	66
0,33	6.371
0,332	6.921
0,334	6.592
0,34	217
0,34	5.528
0,342	5.848
0,344	119
0,346	5.846
0,35	5.845
0,354	6.047
0,357	117
0,36	5.757
0,362	5.968
0,365	5.586
0,366	5.989
0,37	5.921
0,372	5.883
0,374	6.084
0,376	5.883
0,378	5.722
0,38	6.062
0,382	5.824
0,384	137
0,386	5.708
0,388	5.634
0,39	5.790
0,392	146
0,394	5.214
0,398	6.282
0,4	5.577