

11 JUL 2000

Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen

Postbus 114  
4460 AC GOES

Onderwerp  
Toezenden rapporten

PROJECTBUREAU ZEEWERINGEN	ACTIE	INFO
PROJECTLEIDER		X
SECRETARISSE		
PROJECTSECRETARIS		X
WERKER FINANCIËN		X
WERKER KWALITEIT	bjl	X
TEAMLEIDER ONTWERP	bal	X
HOOFD UITVOERING		
COORDINATOR / PESTEKSCHRIJVER		
	bjl	X
	bal	X
ARCHIEF	P201-R-00100	X
CIRCULATIE MAP		

Postbus 69  
2600 AB Delft  
Stieltjesweg 2  
2628 CK Delft  
Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
info@geodelft.nl  
www.geodelft.nl

Datum  
2000-07-10  
Uw kenmerk  
350013 en 350014  
Ons kenmerk  
CO-388710/72

ken

Hierbij zenden wij u 5 exemplaren van de definitieve rapporten:

- Geavanceerd toetsen steenzettingen Zeeland, getijmeting Kruispolder (bonnr. 350013)
- Geavanceerde toetsing van de Biezelingsche HAM (bonnr. 350014)

Wij vertrouwen er op u hiermede van dienst te zijn geweest.

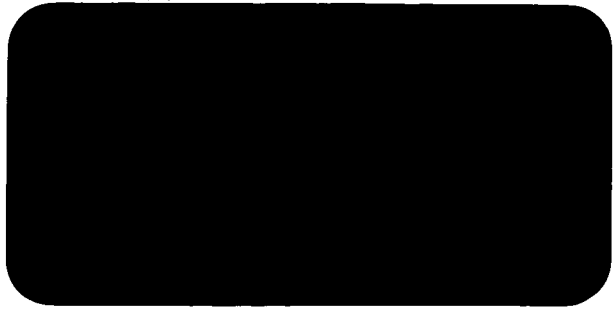
Hoogachtend,

Senior adviseur



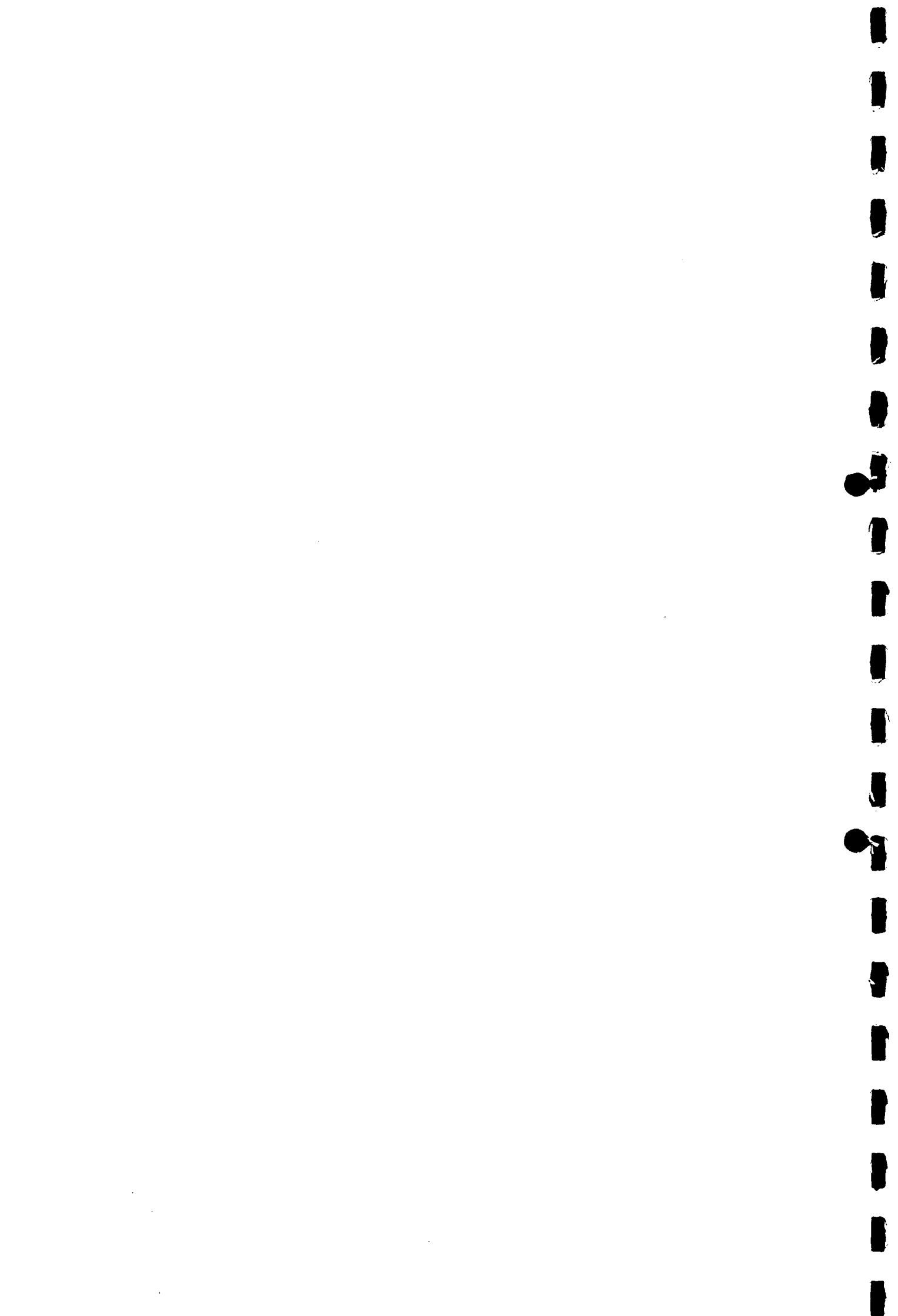
004861 2000 PZDT-P-00180 ken

Definitieve rapport geavanceerd toetsen steenzettin





**Geavanceerde toetsing van de  
Biezelingsche Ham  
definitief  
CO-388710/68 versie  
juli 2000**



**Geavanceerde toetsing van de  
Biezelingsche Ham**

definitief

CO-388710/68

juli 2000

N:\std\user\st1z\avanc\biezelingse\eindrappor

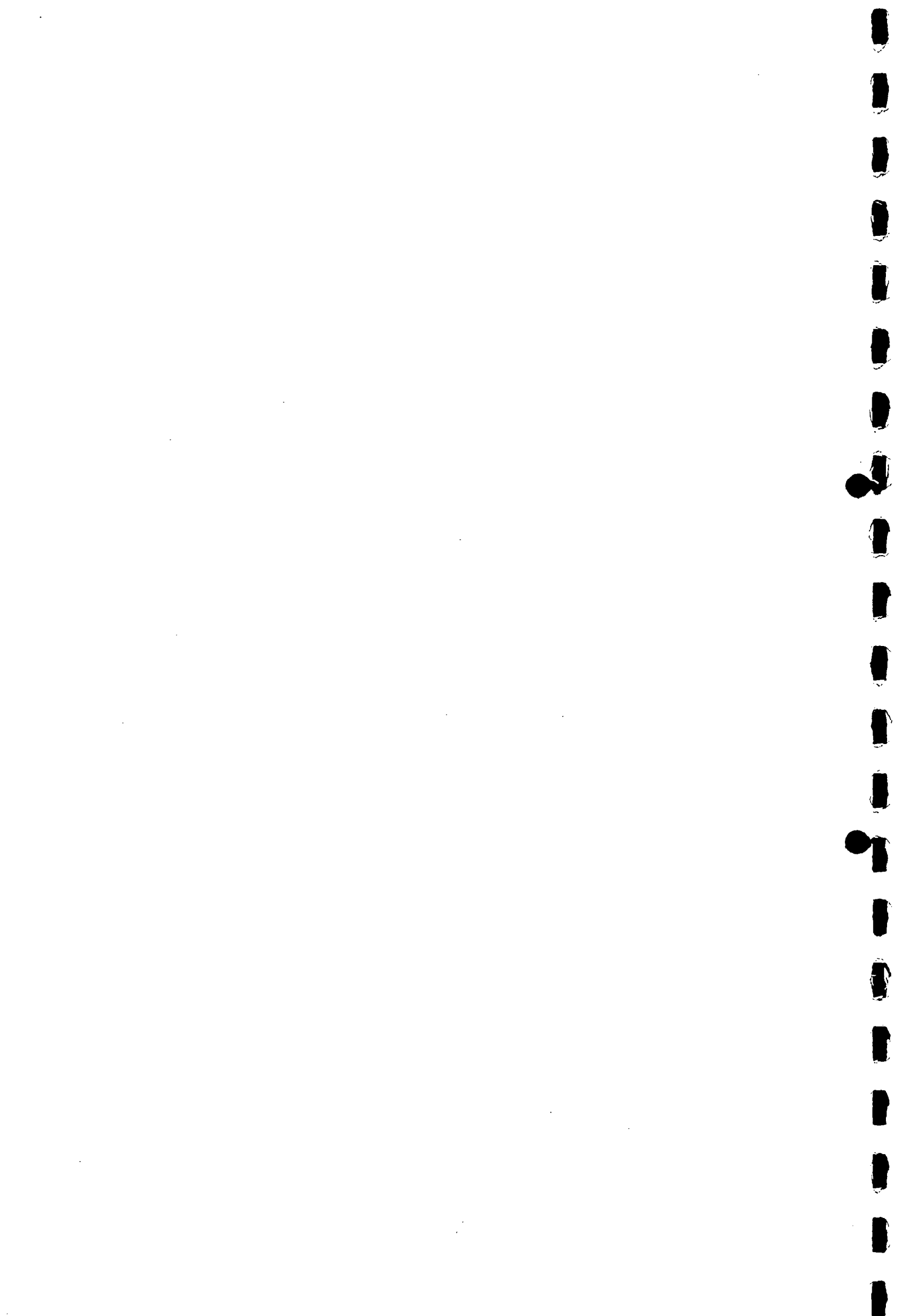
Opgesteld in opdracht van:  
RIJSWATERSTAAT, PROJECTBUREAU  
ZEEWERINGEN  
POSTBUS 114  
4460 AC GOES

AFDELING GRONDCONSTRUCTIES



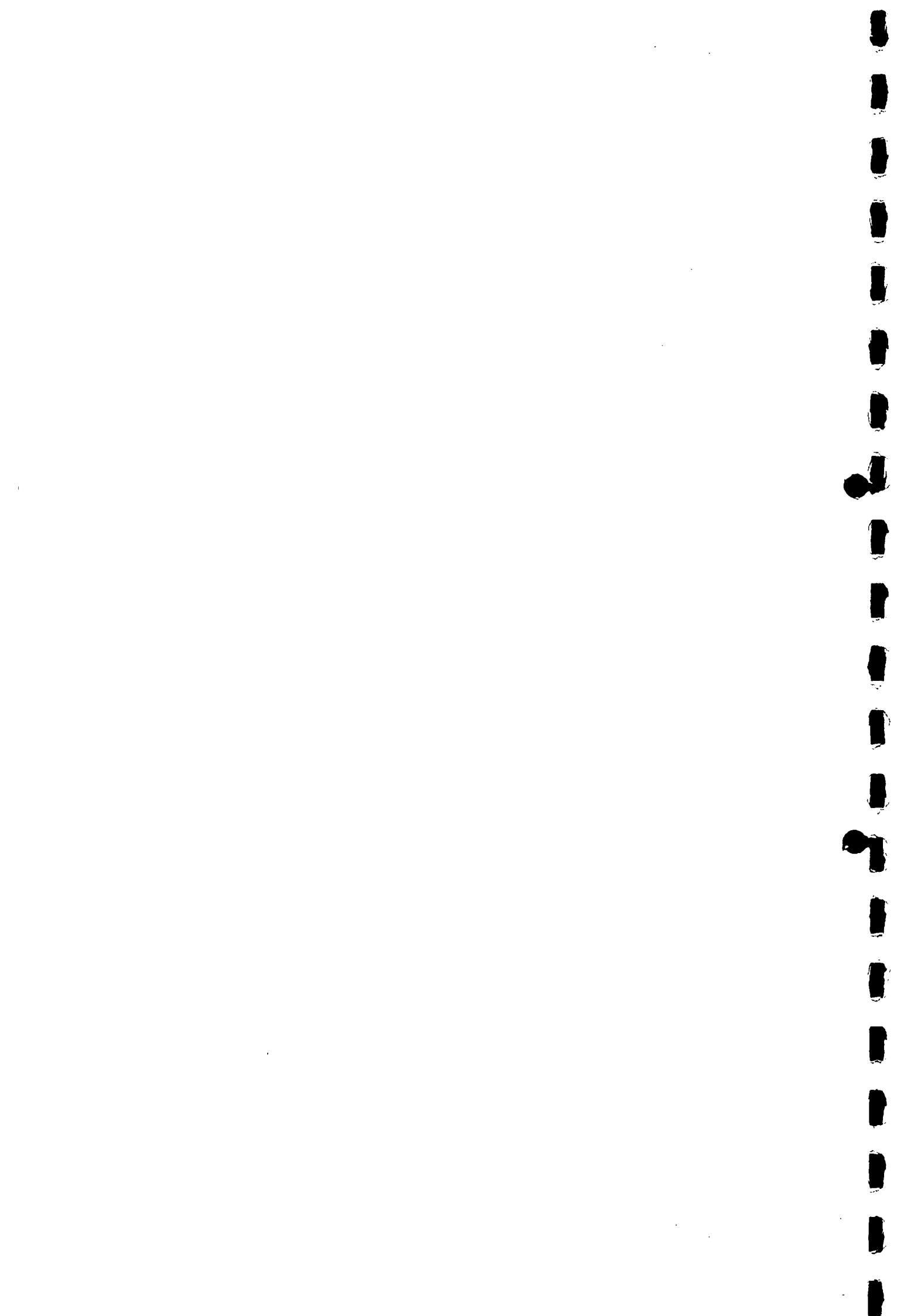
**GeoDelft**  
Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT  
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
Postbank 234342  
Bank MeesPierson NV  
Rek nr 25 92 35 911



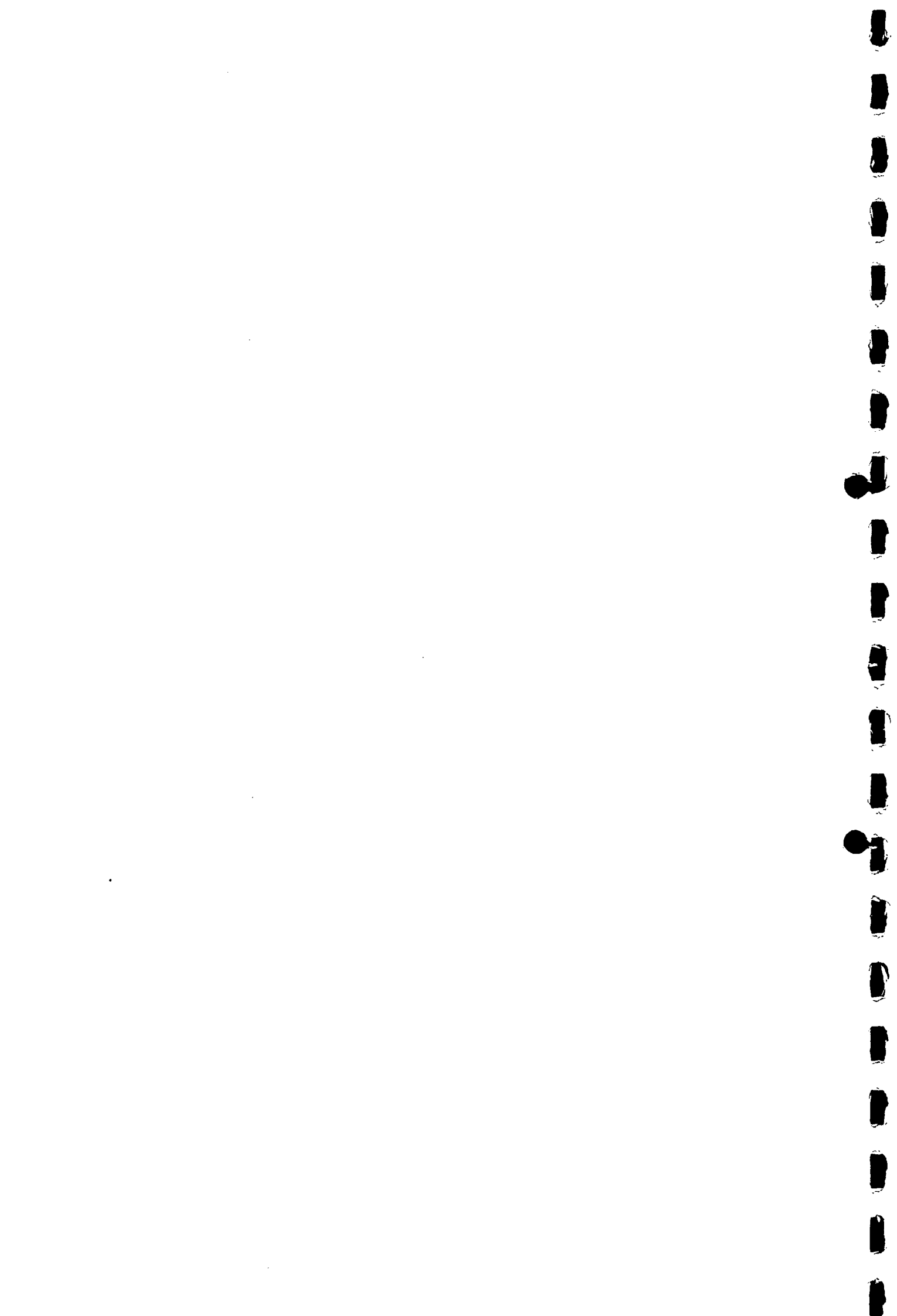


rapportnr: CO-388710/68		datum rapport: juli 2000			
titel en subtitel: Geavanceerde toetsing van de Biezelingsche Ham		behandelende afdeling: Grondconstructies			
		projectnaam:			
[REDACTED]					
naam en adres opdrachtgever: Rijswaterstaat, Projectbureau Zeeeringen Postbus 114 4460 AC GOES		referentie opdrachtgever: bon 350014			
		verzenden in: 5-voud			
		type rapport: definitief			
<p>samenvatting rapport:</p> <p>In dit rapport worden de bevindingen ten aanzien van de geavanceerde toetsing van de steenzettingen op de waterkeringen langs de Biezelingsche Ham weergegeven. Er wordt een beschrijving gegeven van de vooraf bekende gegevens en er wordt een impressie gegeven van de ervaringen tijdens het locatiebezoek. Het rapport besluit met de eindscore van de getoetste bekledingen.</p>					
opmerkingen:					
trefwoorden: steenzetting, geavanceerde toetsing		verspreiding:			
opgeslagen op: onder titel: N:\std\user\st1z\avanc\biezelingsche\ eindrapport.doc				aantal blz.: 9	
versie:	datum:	opgesteld door:	paraaf:	gecontroleerd door:	paraaf:
1	Juli 2000	Std	[REDACTED]	MKB (WL)	[REDACTED]



## INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
2	Algemene beschrijving op basis van ter beschikking gestelde gegevens	3
3	Locatiebezoek	5
3.1	Vak 1: Granietblokken	5
3.2	Vak 2: Granietblokken	5
3.3	Basalt naast vak 2, bekledingnummer 33903 en 33905	6
4	Conclusies	7
4.1	Vak 1: Granietblokken	7
4.2	Vak 2: Granietblokken	7
4.3	Naast vak 2: Basalt	8
4.4	Resumé	9



## 1 Inleiding

Door Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, is aan GeoDelft en WL Delft Hydraulics opdracht verleend om Fase 1 van een geavanceerde toetsing van de bekleding op de dijk aan de Westerschelde langs de Biezelingsche Ham uit te voeren. Deze Fase 1 van de geavanceerde toetsing heeft bestaan uit:

- het bestuderen van de door Rijkswaterstaat en de beheerder ter beschikking gestelde stukken
- het ten behoeve van het locatiebezoek aangeven of, en zo ja waar, er gaten in de bekleding gemaakt dienen te worden
- het uitvoeren van een locatiebezoek
- het opstellen van een notitie met de bevindingen en de voorlopige conclusies
- het Projectbureau Zeeweringen, de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, en de beheerder, het Waterschap de Zeeuwse Eilanden, hebben hun commentaar op de notitie kenbaar gemaakt.

In de notitie met de voorlopige conclusies werden eindscores voor de getoetste bekledingen voorgesteld. Deze zijn na overleg met Rijkswaterstaat en de beheerder definitief vastgesteld.

Dit rapport doet verslag van de bevindingen bij het bestuderen van de gegevens en het locatiebezoek. Tevens zijn de eindconclusies vermeld en toegelicht.



## 2 Algemene beschrijving op basis van ter beschikking gestelde gegevens

Het beschouwde dijkvak ligt ten zuidoosten van 's Gravenpolder aan de Westerschelde (zie bijlage 1). Langs het gehele traject is een hooggelegen voorland aanwezig op circa +0,5 à +1,5 m boven NAP. Dit komt omdat het dijkvak langs een inham van de Westerschelde is gesitueerd. Voor een overzicht van de aanwezige bekledingen wordt verwezen naar bijlage 2.

Er worden twee vakken beschouwd. Vak 1 (zie bijlage 3) is ongeveer 40 meter lang en ligt bij het uitwateringsgemaal ter plaatse van dp 330. De bekledingnummers zijn 32901 en 32902. Het enige verschil tussen beide bekledingen is dat bekleding 32902 onder stortsteen en slik is verdwenen. Het betreft een bekleding van granietblokken op puin.

Vak 2 is ongeveer 150 meter lang en ligt ter plaatse van dp 338/339. Hier bevinden zich bekledingnummers 33801, 33802, 33804, 33806, 33807, 33808 en 33809 (zie bijlage 4). De bekledingen 33802, 33807, 33808 en 33809 bevinden zich onderaan het talud en zijn inmiddels onder het zand van het slik verdwenen. Ook deze bekledingen bestaan uit granietblokken.

Naast vak 2 ligt een strook basalt (bekledingnummers 33903 en 33905). Deze zijn bij het locatiebezoek meegenomen. Onder de basalt zit een strook Vilvoordse steen. De Vilvoordse steen en bekleding 33905 zijn onder stortsteen en slik verborgen.

Uit de toetstabellen die door Rijkswaterstaat zijn aangeleverd kunnen de volgende gegevens worden gehaald:

Bekledingnr	M.W. [m+NAP]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	ξ <sub>op</sub> [-]	H <sub>s</sub> /ΔD [-]	F [-]	g/t [-]	t/o [-]	Score ANAMOS	Score Toplaag
32901	4,33	1,13	5,53	1,62	3,69	5,09	0,51	0,94	?	Geavanc.
32902	2,25	0,66	4,54	2,44	2,16	3,91	0,61	1,18	Stabiel	Geavanc.
33801	3,27	0,99	5,07	1,78	3,22	4,74	0,53	1,00	Stabiel	Goed
33802	1,04	0,66	4,07	2,01	2,13	3,40	0,72	1,38	Stabiel	Goed
33806	3,25	0,99	5,06	1,85	3,21	4,84	0,51	0,98	Stabiel	Onvold.
33807	1,25	0,69	4,16	1,94	2,24	3,48	0,70	1,35	Stabiel	Geavanc.
33808	1,52	0,73	4,29	1,94	2,37	3,69	0,66	1,27	Stabiel	Goed
33903	3,14	0,97	5,01	1,72	1,96	2,81	0,91	1,70	Stabiel	Geavanc.
33905	1,89	0,78	4,45	1,95	1,58	2,46	0,99	1,91	Stabiel	Geavanc.

MW is de voor de betreffende bekleding maatgevende waterstand. De waarde van F wordt bepaald door de formule:

$$F = \frac{H_s}{\Delta D} \xi^{2/3}$$

De termen g/t en t/o geven aan hoever de bekleding van de lijntjes voor respectievelijk goed en onvoldoende zit. Een waarde van 0,5 voor g/t betekent dat de bekleding twee maal zo dik zou moeten zijn om al in de globale toetsing goedgekeurd te kunnen worden. Als t/o kleiner is dan 1 dan wordt de bekleding in de globale toetsing afgekeurd. Dit is bijvoorbeeld het geval voor bekledingnummers 32901 en 33806, en net niet voor bekleding 33801. Dit geeft een wat vreemde indruk: hoewel de golfbelasting vergelijkbaar is, scoort bekleding 32901 'geavanceerd' (omdat is ingevuld dat de top laag is ingezand en het filter niet), 33806 'onvoldoende' (omdat is ingevuld dat noch de top laag noch de filter laag is ingezand) en 33801 'goed'.

Bekledingnummers 33804 en 33809 ontbreken in de toetsingstabel.



### 3 Locatiebezoek

Op 14 april 2000 is een locatiebezoek afgelegd. Vertegenwoordigd waren Rijkswaterstaat, Waterschap de Zeeuwse Eilanden, GeoDelft en WL Delft Hydraulics. Onderstaand worden de bevindingen weergegeven.

#### 3.1 Vak 1: Granietblokken

Vak 1 is een vak met een beperkte lengte. In dit vak zijn twee gaten in de graniet gemaakt op ruim een meter van de overgangsconstructie aan de bovenzijde. Foto 1 en 2 laten het resultaat van het breken zien. De dikte van de blokken varieert tussen 19 en 27 cm met een blokkoppervlak van ongeveer 35x25 cm<sup>2</sup>. De blokken zijn op een puinfilter gezet met dikte van 0 à 10 cm. Het oppervlak van het puinfilter is schoon, hieronder is het ingeslibd. De spleten tussen de blokken hoog op het talud (de bovenste 2 à 3 meter) zijn eveneens schoon en zijn vrij breed (doorgaans 10 à 30 mm, met uitschieters naar 1 mm en 50 mm).

Laag op het talud is ook de toplaag dichtgeslibd.

Het is mogelijk dat de bovenste strook graniet is herzet. Deze strook is duidelijk opener en losser gezet dan de graniet lager op het talud.

#### 3.2 Vak 2: Granietblokken

Foto 3 geeft een overzicht van het begin van vak 2 richting het westen (bekleding 33801). Het vak loopt door tot om de bocht.

Het eerste gat is in bekledingnummer 33801 gemaakt. Het is te zien dat de toplaag open is, en het filter is dichtgeslibd. Ook is er slib in de onderste centimeters van de spleten tussen de stenen gedrongen.

De dikte van de blokken is 25 à 28 cm. De zetting oogt kwalitatief goed. Het filter bestaat uit grind (Nederlandse steenslag) met een korreldiameter van naar schatting 20/40. Water dat in het gat wordt gezet zakt niet weg.

Lager op het talud zullen zowel het filter als de toplaag zijn dichtgeslibd, maar doordat het talud nauwelijks begaanbaar was door een dun laagje nat en groen slib is dit niet overal vastgesteld.

Een volgende gat is in dezelfde bekleding 33801 gemaakt (foto 4) op ongeveer 1 m van de bovenste overgangsconstructie. Te zien is dat aan het oppervlak het filter is schoongespoeld, maar direct hieronder is het filter dichtgeslibd. Ook hier bestaat het filter uit steenslag, dat misschien iets fijner is (5/40). De stenen zijn hier ongeveer 19 à 20 cm dik. De toplaag van de bovenste strook is open, met een spleetbreedte van 5 à 30 mm. Het blokkoppervlak is ongeveer 32x20 cm<sup>2</sup>.

Het derde gat is aan het eind van de bocht gemaakt, ongeveer ter plaatse van bekleding 33804 (foto 5). Hier is het onderste gedeelte van de spleten in de toplaag dichtgeslibd, maar het grootste gedeelte van

de spleet is open. De granietblokken zijn hier wat dikker (25 à 27 cm). De spleetbreedte is 5 à 20 mm. Het filter is dichtgeslibd steenslag. Het water dat in het gat is gedaan, loopt niet weg. Een paar meter verder steekt een blok een paar cm uit het talud. Het is niet te zeggen of dit door golfwerking komt of niet. Het blok is met een paar klappen weer terug de zetting in te krijgen. Ook tijdens het locatiebezoek is niet duidelijk geworden waarom bekledingen 32804 en 32809 als aparte bekledingen zijn aangemerkt.

Foto 8 geeft een overzicht in westelijke richting van het gedeelte na de bocht, bekledingnummer 33806. In bekleding 33806 is een gat gemaakt. Het beeld is hetzelfde: de spleten van de bovenste strook zijn open, het filter is steenslag en is dichtgeslibd. De blokken zijn ongeveer 20 cm dik. Op zich ligt de zetting er goed bij.

### **3.3 Basalt naast vak 2, bekledingnummer 33903 en 33905**

Ter plaatse was niet duidelijk of de basaltbekleding nog een kans had om goedgekeurd te worden of niet. Daarom is voor de zekerheid in de basalt ook een gat gemaakt (Foto 7). Het filter is dichtgeslibd. Ook de toplaag is onderin de spleet dichtgeslibd en is verder redelijk gevuld met steentjes e.d.. De stenen zijn 18 à 22 cm dik.

In het talud zit een vreemd plateau (foto 8). Het is onduidelijk wat hier de oorzaak van is.

## 4 Conclusies

### 4.1 Vak 1: Granietblokken

In vak 1 zijn de toplaag en de filterlaag van de bovenste strook granietblokken niet dichtgeslibd en kan de stabiliteit beoordeeld worden met ANAMOS. Voorafgaand aan de stabiliteitsberekeningen zijn de maatgevende golfcondities bepaald:

- niveau bovenste overgangsconstructie: NAP+3,54 m
- maatgevende waterstand: NAP+4,39 m
- golfcondities:  $H_s = 1,13$  m en  $T_p = 5,54$  s

De hoogte van het voorland is niet zodanig dat er een golfhoogtereductie te verwachten is door breking van golven (rekening houdend met een erosie van het voorland van 1 m).

De berekening met ANAMOS is uitgevoerd met de volgende invoergrootheden:

- taludhelling: 1:3,8
- toplaagdikte:  $D = 0,21$  m
- blokmaten:  $25 \times 35$  cm<sup>2</sup>
- spleetbreedte: 10 mm (ter plaatse vastgesteld)
- filterlaag: 10 cm dik,  $D_{f15} = 50$  mm (grof om de stabiliteit niet te overschatten).

Uit de berekening met ANAMOS blijkt dat de bekleding stabiel is.

De waarde van  $F = H_s / \Delta D \cdot \xi_{op}^{-2/3} = 5,0$ . Dit is niet zo hoog dat de geldigheid van de ANAMOS berekening in twijfel dient te worden getrokken.

Op basis van bovenstaande berekeningen wordt geconcludeerd dat de bekleding 32901 'goed' is. Dit geldt ook voor bekleding 32902.

Zowel de beheerder, Rijkswaterstaat als de toetsers zijn van mening dat de algemene indruk die deze bekleding maakt niet erg goed is. Zeker de bovenste strook, die mogelijk is herzet, maakt de indruk erg losjes te zijn gezet. Deze indrukken zijn meegewogen bij het bepalen van de eindscore. Het blijkt echter dat de golfbelasting op dit vak zo beperkt is ( $H_s = 1,13$  m) dat de score gewoon 'goed' is. Wel wordt aanbevolen om de toplaag voor zover deze niet is dichtgeslibd in te wassen met geschikt voegvulmateriaal.

### 4.2 Vak 2: Granietblokken

De filterlaag van de bekleding in vak 2 is dichtgeslibd. De toplaag is bovenaan het talud op de meeste plaatsen niet of nauwelijks dichtgeslibd. Op zich is dit een gunstige constructie.

De beoordeling van de stabiliteit wordt eerst gebaseerd op een ANAMOS-berekening en een vergelijking met de Deltagootproefresultaten met kunstmatig ingeslibde granietblokken.

De maatgevende golfcondities zijn:

- niveau bovenste overgangsconstructie: NAP+2,68 m
- maatgevende waterstand: NAP+3,50 m
- golfcondities:  $H_s = 1,03$  m en  $T_p = 5,18$  s

De hoogte van het voorland is niet zodanig dat er een golfhoogtereductie te verwachten is door breking van golven (rekening houdend met een erosie van het voorland van 1 m).

De berekening met ANAMOS is uitgevoerd met de volgende invoergrootheden:

- taludhelling: 1:3,4
- top laagdikte:  $D = 0,20$  m (dikte varieert,  $D=0,20$  m is aan de ondergens genomen om de stabiliteit niet te overschatten)
- blokmaten:  $25 \times 35$  cm<sup>2</sup>
- spleetbreedte: 5 mm (vrij klein om de stabiliteit niet te overschatten)
- filterlaag: 10 cm dik,  $D_{f15} = 20$  mm

Uit de berekening met ANAMOS blijkt dat de bekleding stabiel is.

De waarde van  $F = H_s / \Delta D \cdot \xi_{\text{op}}^{-2/3} = 5,1$ .

In de Deltagoot is een constructie van dichtgeslibde granietblokken op een dichtgeslibd filter beproefd. Bij deze proeven bleek dat bij  $F = 6$  à  $7$  er begin van beweging van de blokken ontstaat. Het is mogelijk dat dit een iets te gunstige waarde is, omdat bij de Deltagootproeven gezorgd is voor een goede inwassing met steentjes. De  $F$ -waarde voor vak 2 blijft echter voldoende ruim onder de waarde van de Deltagootproeven om vertrouwen in de stabiliteit van de constructie te hebben.

Op basis van bovenstaande berekeningen en beschouwingen wordt geconcludeerd dat de bekledingen van granietblokken in vak 2, namelijk 33801, 33802, 33804, 33806, 33807, 33808 en 33809 'goed' zijn.

### 4.3 Naast vak 2: Basalt

De basalt komt in de globale toetsing net iets tekort om direct goedgekeurd te worden. Volgens ANAMOS is de bekleding stabiel. De  $F$ -waarde is laag: 2,81 en 2,46. Het is daarom geen probleem om bekledingnummers 33903 en 33905 goed te keuren.

Er is echter wel een probleem met de strook Vilvoordse steen (33904) die nog onder de basalt zit. Deze zou in de globale toets al onvoldoende moeten scoren. De  $F$ -waarde van 5,08 geeft voor dit type bekleding geen aanleiding om van dat oordeel af te wijken. De Vilvoordse ligt wel geheel circa 0,5 m (bovenrand) tot 1 m (onderrand) diep onder het slik.

Waarschijnlijk zullen de golven van circa 0,70 m hoog er niet voor zorgen dat dit slik tot op de Vilvoordse steen wordt weggeërodeerd. Dit zou betekenen dat zowel de basalt als de Vilvoordse steen ongewijzigd kunnen worden gehandhaafd. Eventueel kan het voorland vastgelegd worden met breuksteen op een geotextiel.

#### 4.4 Resumé

Voor het overzicht worden de resultaten in onderstaande tabel gepresenteerd:

Bekleding nummer	Toplaag	Eindscore
32901	graniet, vak 1	goed
32902	graniet, vak 1	goed
33801	graniet, vak 2	goed
33802	graniet, vak 2	goed
33804	graniet, vak 2	goed
33806	graniet, vak 2	goed
33807	graniet, vak 2	goed
33808	graniet, vak 2	goed
33809	graniet, vak 2	goed
33903	basalt, naast vak 2	goed
33905	basalt, naast vak 2	goed
33904	vilvoordse, naast vak 2	onvoldoende, eventueel voorland vastleggen met stortsteen

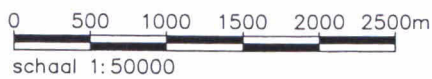
In bijlage 5 is deze score grafisch weergegeven.



# BIJLAGEN







Filenaam: B-s1 .dwg  
 Afdeling: 600  
 Gewijzigd: juni 2000



Postbus 69, 2600 AB DELFT  
 Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
 Telefax (015) 261 08 21

Homepage:  
[www.geodelft.nl](http://www.geodelft.nl)

datum	get.
juni 2000	wth

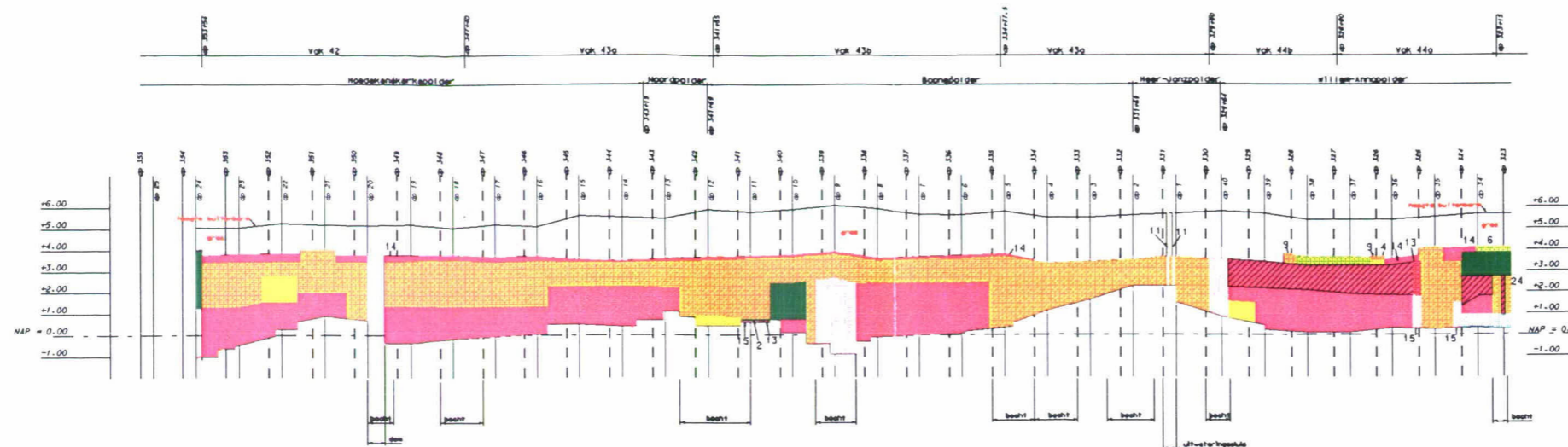
Geavanceerde toetsing Biezelingsche Ham

CO-388710	gez.
-----------	------

Locatie dijkvak

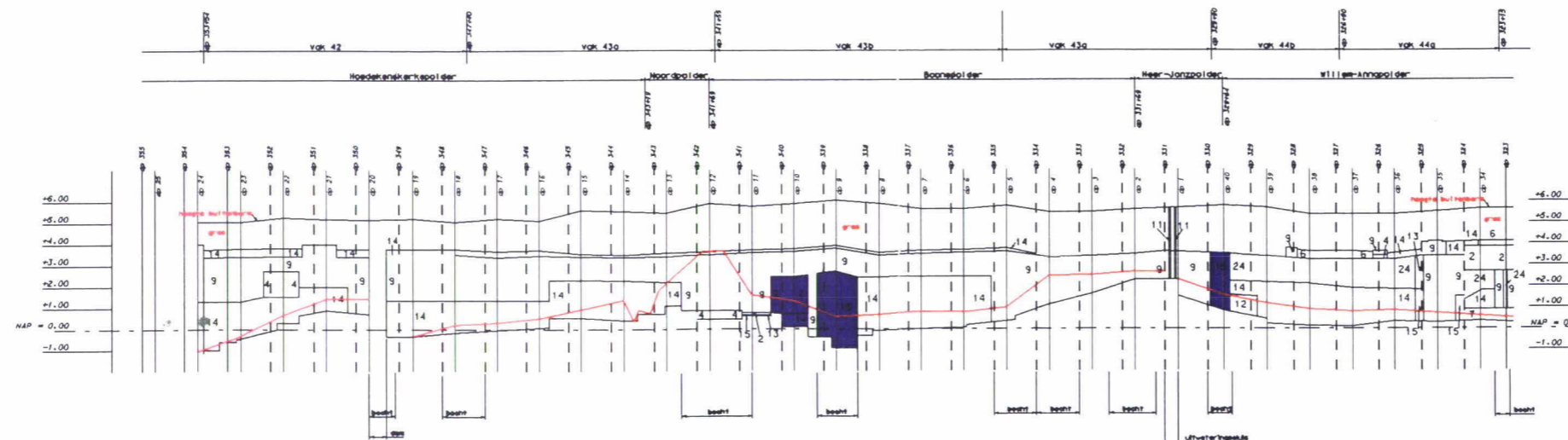
BIJL. 1	form.
	A4

# Biezelingsche Ham



Figuur 2

- huidige situatie**  
**legenda**
- 1 gaffel
  - 2 basalt
  - 3 basalt
  - 4 betonblokken
  - 5 albastglooiing
  - 6 doorgroeven
  - 7 doornikse steen
  - 8 poole graniet
  - 9 har'ingranitblokken
  - 10 hydraulische blokken
  - 11 koperblokken
  - 12 leessandsteen
  - 13 vette graniet
  - 14 viltvoerde steen
  - 15 granitblokken
  - 24 viltvoerde steen ingegoten met beton
- bestorting



Figuur 3  
 eindbeoordeling  
 toetsing

- eindbeoordeling**  
**toetsing**  
**legenda**
- 0 goed
  - 1 afval
  - 2 nader onderzoek

g:\teken\ng\1998\biezelingscheham\glooiing.dgn

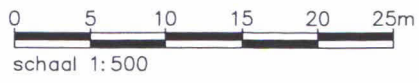
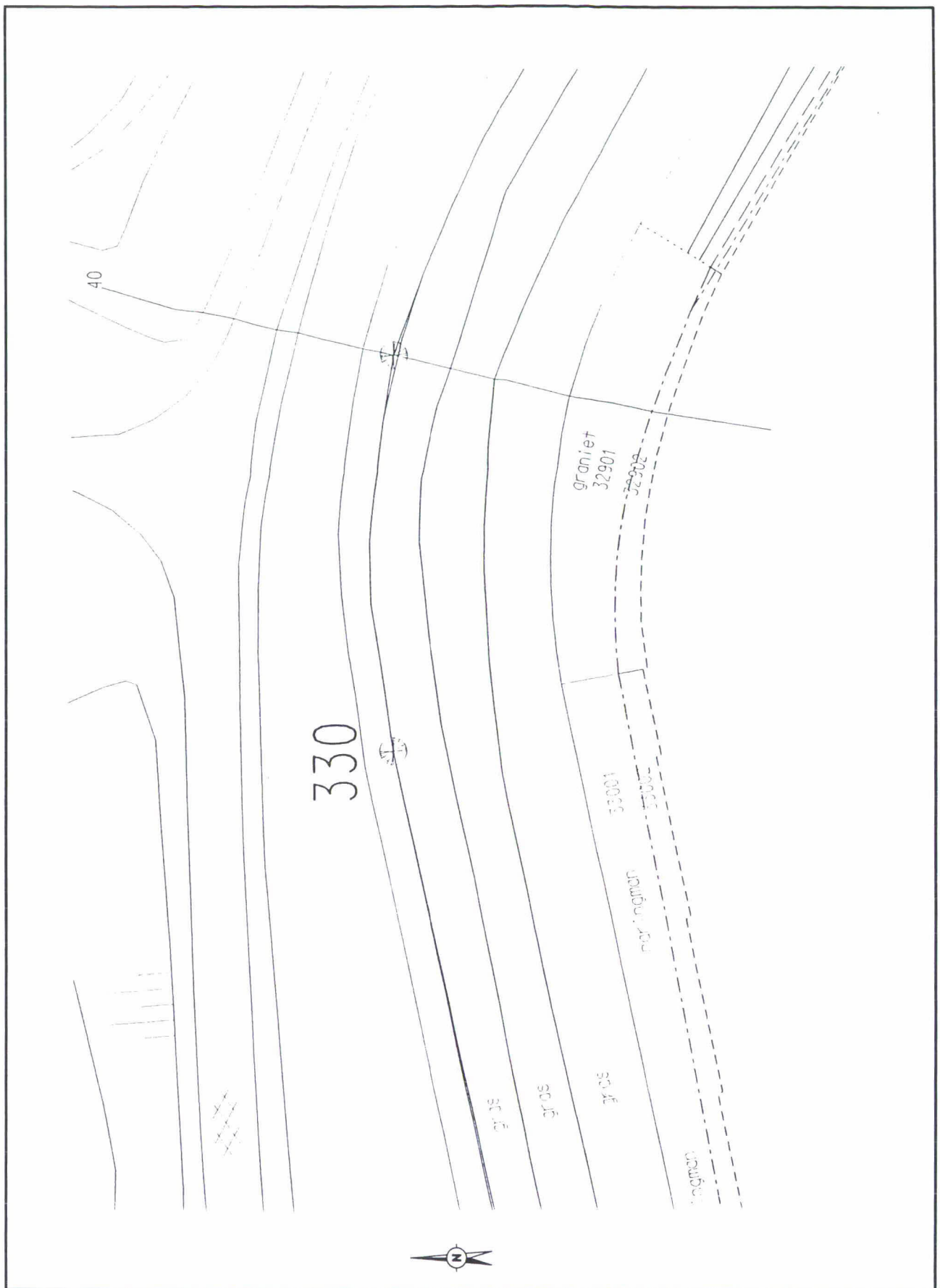


Waterschap Zeeuwse Eilanden  
 Datum: 07-05-1999

FILENAAM: n:\projecten.gd\388710\milieu\tekeningen\388710-004

Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT Postbus 69, 2600 AB DELFT Telefoon (015) 269 35 00 Telefax (015) 261 08 21 Homepage: www.geodelft.nl	datum	2000-07-03	get.	Loo
	gez.	CO-388710	Std	
	form.	BIJL. 2	A	3

GEAVANCEERDE TOETSING WAARDEN BIEZELINGSCHHE HAM  
 OVERZICHT AANWEZIGE BEKLEDINGEN  
 OVERZICHT BEKLEDINGEN



Tekening ter beschikking gesteld door RWS

Filenaam: B-s3 .dwg  
Afdeling: 600  
Gewijzigd: juni 2000



Postbus 69, 2600 AB DELFT  
Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:  
[www.geodelft.nl](http://www.geodelft.nl)

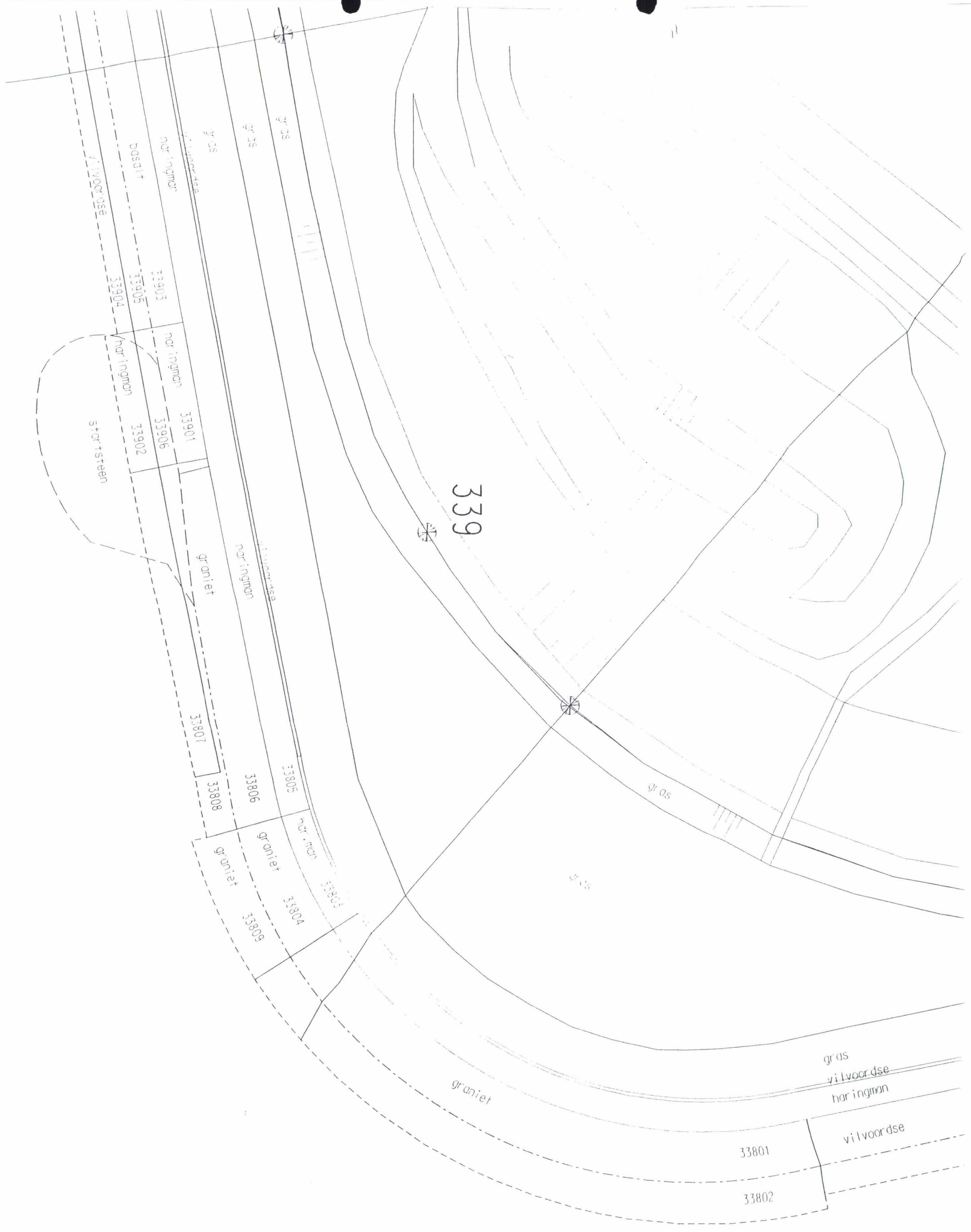
datum	get.
juni 2000	wth

Geavanceerde toetsing Biezelingsche Ham

CO- 388710	gez.
------------	------

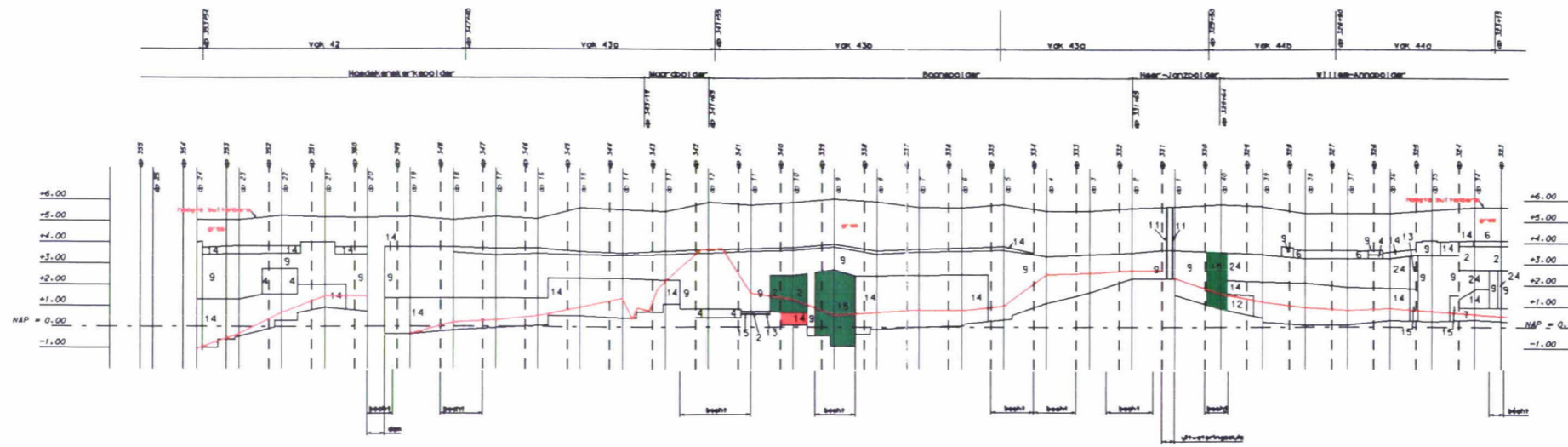
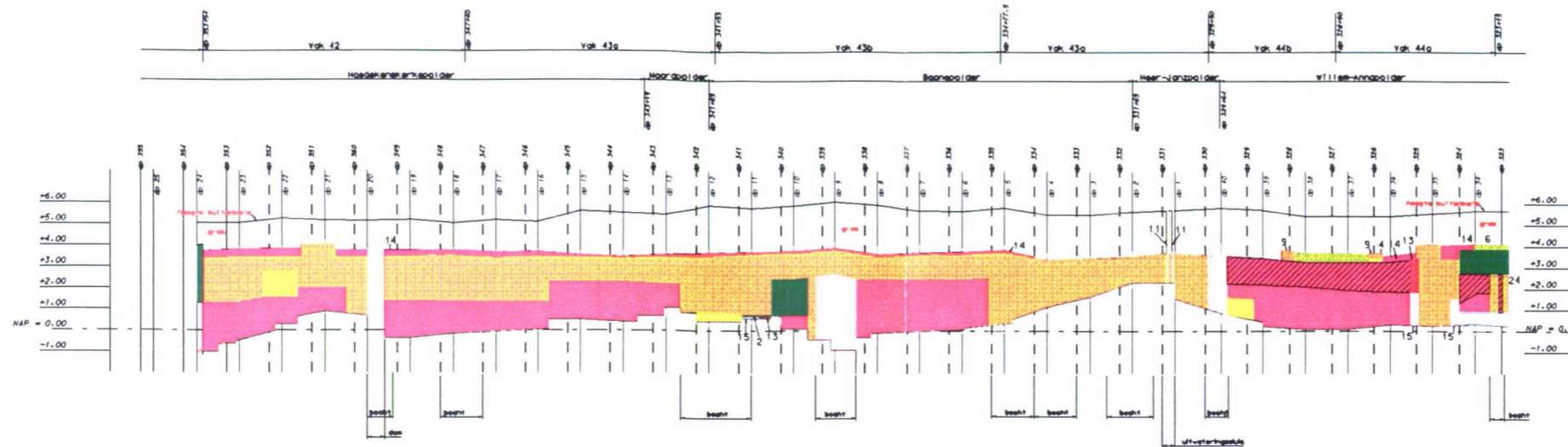
Overzicht bekledingen vak 1

BIJL. 3	form.
	A4



 0 5 10 15 20 25m schaal 1:500		Tekening ter beschikking gesteld door RWS		Filenaam: B-s4 .dwg Afdeling: 600 Gewijzigd: juni 2000	
 Postbus 69, 2600 AB DELFT Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT		Telefoon (015) 269 35 00 Telefax (015) 261 08 21		Homepage: www.geodelft.nl	
Geavanceerde toetsing Biezelingsche Ham				datum juni 2000	
Overzicht bekledingen vak 2				get. wth	
				gez. CO- 388710	
				form. BIJL. 4 A3	

# Biezelingsche Ham



g:\bekant\g\y\m\decas\ham\plooing.dgn



Waterschap Zeeuwse Eilanden  
Datum: 07-05-1999

FILENAAM: n:\projecten\gd\388710\milieu\tekeningen\388710-003

 Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT Postbus 69, 2600 AB DELFT	Telefoon (015) 269 35 00 Telefax (015) 261 08 21	Homepage: www.geodelft.nl	datum	get.
			2000-07-03	Loo
			gez.	
GEAVANCEERDE TOETSING WAARDEN BIEZELINGSCHE HAM OVERZICHT AANWEZIGE BEKLEDINGEN EINDSCORE TOETSING			CO-388710	Std
			BIJL. 5	form. A 3



Foto 1 Gat in de bekleding in vak 1. Het filter bestaat uit grof puin en is niet ingezand.



Foto 2 Gat in de bekleding in vak 1. Ook hier is het filter open.



Foto 3 Begin van vak 2 (bekleding 33801). Bekleding 33802 ligt onder het slib van het voorland



Foto 4 Gat in bekleding 33801. Het steenslagfilter is dichtgeslibd.



Foto 5: Gat in bekleding 33804. Alleen de bovenkant van het filter is open, hieronder is het filter dichtgeslibd. De spleten tussen de toplaag zijn open.



Foto 6 Einde van vak 2 (bekleding 33806). Hierachter begint de basaltbekleding (33903).



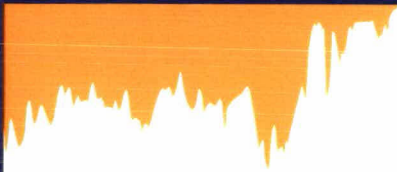


Foto 7 Gat in de basaltbekleding. Het filter is dichtgeslibd, de toplaag is onderin dichtgeslibd, maar verder open.



Foto 8 In de bekleding zit onderaan het talud een plateau. Waardoor dit wordt veroorzaakt is niet duidelijk.

Postbus 69  
NL-2600 AB Delft  
Stieltjesweg 2  
NL-2628 CK Delft  
Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
info@geodelft.nl  
www.geodelft.nl





**Geavanceerd toetsen steenzettingen**

**Zeeland**

**Getijmetingen Kruispolder**

**CO-388710/69 3**

juli 2000

Geavanceerd toetsen steenzettingen Zeeland  
Getijmeting Kruispolder

juli 2000

Opgesteld in opdracht van:  
Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen  
Postbus 144  
4460 AC Goes

AFDELING Grondconstructies



**GeoDelft**  
Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT  
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
Postbank 234342  
Bank MeesPierson NV

rapportnr: CO-388710/69		datum rapport: juli 2000			
titel en subtitel: Geavanceerd toetsen steenzettingen Zeeland Getijmetingen Kruispolder		behandelende afdeling: Grondconstructies			
		projectnaam: Geavanceerd toetsen steenzettingen Zeeland			
projectleider(s): [REDACTED]		projectbegeleider(s): [REDACTED]			
naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen Postbus 144 4460 AC Goes		referentie opdrachtgever: Bon 359031 en 350013			
		verzenden in: 5-voud			
		type rapport: definitief			
<p>samenvatting rapport:</p> <p>Deze rapportage beschrijft de uitvoering en de interpretatie van een getijmeting bij Kruispolder. Deze meting is uitgevoerd op een steenbekleding, bestaande uit Doornikse stenen die gedeeltelijk is gepenetreerd. De meting bestaat uit registraties van de waterspanning op en onder de bekleding.</p> <p>Met het programma Steenzet zijn uit de meting eigenschappen afgeleid voor de toplaat en de filterlaag.</p> <p>Het programma Steenzet is vervolgens gebruikt om de optredende maximale belasting bij maatgevende omstandigheden te voorspellen.</p> <p>Uit het resultaat van de berekeningen volgt dat de bekleding voldoet.</p>					
opmerkingen:					
trefwoorden: Steenzettingen, geavanceerd toetsen, Zeeland, Getijmeting, Kruispolder		verspreiding: Rijkswaterstaat, GeoDelft, WL Delft Hydraulics			
opgeslagen op: onder titel: 388710.69				aantal blz.: 28	
versie:	datum:	opgesteld door:	paraaf:	Gecontroleerd door:	paraaf:
1	januari 2000	Log		Std	
2	april 2000	Log/Std		Std	
3	juli 2000	Std	[REDACTED]	MKB (WL)	[REDACTED]

## INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
2	Gegevens van de constructie en fase 1 van de geavanceerde toetsing	3
2.1	Gegevens van de constructie	3
2.2	Locatiebezoek	4
2.3	Voorlopige conclusies van fase 1	5
3	Gegevens en resultaten van de getijmeting	7
3.1	Uitvoering van de getijmeting	7
3.2	Resultaten en verwerking	9
3.3	Interpretatie	10
4	Narekenen van de meting	13
4.1	Beschrijving Steenzet getij versie	13
4.2	Aanpassingen aan Steenzet getij versie	13
4.3	Werkwijze bij het narekenen van de meting	14
4.4	Resultaat van de parameterschatting	15
5	Voorspelling gedrag tijdens maatgevende condities	17
5.1	Voorspelling van het gedrag op basis van de getijmeting	17
5.2	Nadere analyse van de uitkomsten	18
6	Conclusies en aanbevelingen	21



## 1 Inleiding

In oktober 1999 is in opdracht van Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, fase 1 van de geavanceerde toetsing van een bekleding van gepenetreerde Doornikse steen op de dijk van de Kruispolder langs de Westerschelde uitgevoerd door GeoDelft en WL Delft Hydraulics. Deze fase 1 van de geavanceerde toetsing heeft bestaan uit:

- het bestuderen van de door Rijkswaterstaat en de beheerder ter beschikking gestelde stukken
- het ten behoeve van het locatiebezoek aangeven of, en zo ja waar, er gaten in de bekleding gemaakt dienen te worden
- het uitvoeren van een locatiebezoek
- het opstellen van een notitie met de bevindingen en de voorlopige conclusies
- het bespreken van deze conclusies met het Projectbureau Zeeweringen, de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, en de beheerder, het Waterschap Zeeuws Vlaanderen.

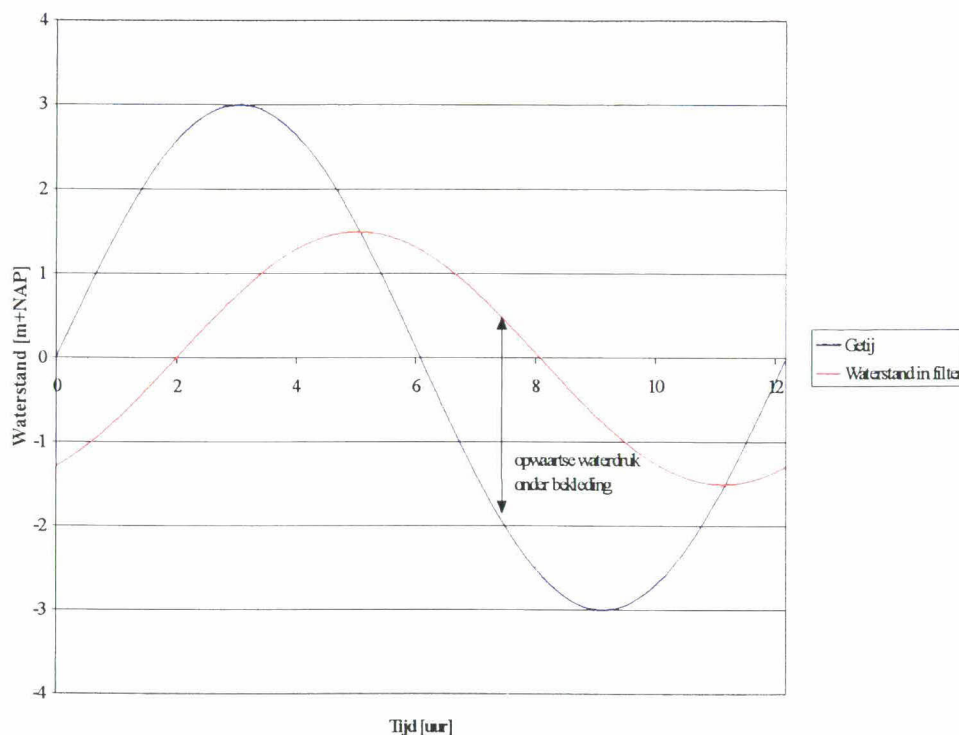
De uitslag van fase 1 van de geavanceerde toetsing was dat er aan de hand van de ter beschikking staande gegevens geen definitieve uitspraak over de stabiliteit van de constructie mogelijk was. In overleg met de betrokken partijen is besloten om een getijmeting uit te voeren. Dit wordt fase 2b van de geavanceerde toetsing genoemd.

Fase 2b bestaat uit:

- het uitvoeren van een getijmeting
- het narekenen van de resultaten van de getijmeting om zo goed mogelijk de fysische eigenschappen, met name de doorlatendheden van toplaag en filterlaag, te bepalen
- het maken van een berekening van de optredende maximale belasting op de bekleding onder maatgevende omstandigheden op basis van de fysische eigenschappen zoals die bij het narekenen van de meting zijn bepaald
- het bepalen van de stabiliteit van de bekleding onder maatgevende omstandigheden
- concept rapportage met de conclusies
- bespreken van de resultaten en de conclusies.

Het principe van de getijmeting is als volgt. Aan de buitenzijde van de bekleding wordt een waterspanningsmeter aangebracht die het verloop van de getijwaterstand registreert. Onder de bekleding worden eveneens een aantal waterspanningsmeters in de filterlaag geplaatst die simultaan de waterstand in de filterlaag meten. Als er sprake is van een open (goed waterdoorlatende) constructie, dan zijn getijwaterstand en waterstand in het filter vrijwel gelijk. Bij dichte (slecht waterdoorlatende) constructies ontstaan verschillen tussen de getijwaterstand en de waterstand in het filter. Bij opkomend tij kan de waterstand in het filter niet even snel stijgen, bij afgaand tij blijft er geruime tijd een waterstand in het filter aanwezig die hoger is dan de getijwaterstand (zie figuur 1.1). Dit laatste kan gevaarlijk zijn: er ontwikkelt zich een waterdruk onder de bekleding die er in extreme gevallen voor zou kunnen zorgen dat de bekleding omhoog wordt gedrukt en van de dijk afschuift. De bekleding

faalt en het filter en de kern van de dijk blijven onverdedigd achter. Dit bezwijkmechanisme wordt ‘bezwijken door statische verschildrukken’ genoemd.



Figuur 1.1 Voorbeeld: de waterstand in het filter reageert vertraagd en gedempt op het getij

Met de getijmeting kan worden bepaald hoe groot de opwaartse verschildrukken voor een specifieke bekleding gedurende één specifiek (spring)tij worden. Dit zegt echter nog niet wat de opwaartse statische verschildruk bij maatgevende omstandigheden zal zijn. Om hier iets van te kunnen zeggen wordt de meting nagerekend. Het gemeten getij wordt als randvoorwaarde opgelegd, en berekend wordt bij welke doorlatendheid van het filter en de toplaag de gemeten waterstand in het filter het beste overeenkomt met de berekende waterstand in het filter. Het resultaat hiervan is dat er een goede schatting van de doorlatendheden gemaakt kan worden.

Met die schatting van de doorlatendheden kan vervolgens een berekening worden uitgevoerd waarbij een maatgevende hydraulische randvoorwaarde wordt opgelegd. Uit de berekening volgt dan een voorspelling van de grootte van de opwaartse verschildruk die zich op kan bouwen onder de bekleding bij maatgevende omstandigheden.

De bekleding moet bij de opwaartse verschildruk bij maatgevende omstandigheden stabiel zijn wil de score ‘goed’ kunnen worden toegekend.

In dit rapport wordt ingegaan op de betreffende bekleding en de resultaten van fase 1 van de geavanceerde toetsing (Hoofdstuk 2), de getijmeting en de resultaten van de meting (Hoofdstuk 3), de resultaten van het narekenen van de meting (Hoofdstuk 4) en de resultaten van de berekeningen bij maatgevende omstandigheden (Hoofdstuk 5). In hoofdstuk 6 worden de conclusies gegeven.

## 2 Gegevens van de constructie en fase 1 van de geavanceerde toetsing

### 2.1 Gegevens van de constructie

De dijk langs de Kruispolder ligt ten oosten van Walsoorden. Ten oosten van het dijkvak ligt het Verdrongen Land van Saeftinghe. De bekleding, die in deze notitie nader wordt behandeld, is gelegen tussen dp 200 en dp 205+37,5 m, en maakt deel uit van het dijkvak Wilhelmus-Kruispolder die loopt van dp 192 tot dp 214. Voor de ligging wordt verwezen naar bijlage 1. Een overzicht van de in dit dijkvak aanwezige bekledingen is gegeven in bijlage 2.

Tussen dp 200 en dp 205+37,5 m bestaat de bekleding uit:

- Doornikse steen, gepenetreerd met asfalt, globaal gelegen tussen NAP + 1 m en NAP + 2 m onder een taludhelling van 1 : 3,1
- Basalt tussen NAP + 2 m en NAP + 3 m
- Betonblokken op z'n kant tussen NAP + 3 m en NAP + 6 meter.

Onderwerp van de geavanceerde toetsing is de strook gepenetreerde Doornikse steen.

Een dwarsdoorsnede is gegeven in bijlage 3. Hierin is ook een principe-oplossing gegeven voor het geval de Doornikse steen niet voldoet. Deze oplossing bestaat uit een overlaging met stortsteen. De totale oppervlakte van de bekleding van Doornikse steen is circa 1500 m<sup>2</sup>. Dit is een beperkte oppervlakte. Er zijn twee redenen aan te geven om deze beperkte oppervlakte toch nader te beschouwen:

- het feit dat gepenetreerde bekledingen al vrij snel worden doorverwezen naar de geavanceerde toetsing.
- De wens van het waterschap om zo min mogelijk overlagingen met stortsteen toe te passen.

Uit de ter beschikking gestelde gegevens blijkt dat de dikte van de Doornikse steen gemiddeld 23 cm is, met een minimum maat van 18 cm en een maximum maat van 29 cm. De lengte en breedte van de blokken varieëren, maar het zijn forse afmetingen, bijvoorbeeld 47 x 48 cm of 60 x 40 cm. De dichtheid van de blokken is aangenomen op 2600 kg/m<sup>3</sup>.

Onder de blokken zitten veelal 3 à 4 vlijlagen. Of er tussen de blokken en de vlijlagen een filterlaag aanwezig is, valt niet op te maken uit de gegevens. Onder de vlijlagen zit het oude dijklichaam.

De boventafel is inmiddels gerenoveerd.

## 2.2 Locatiebezoek

Op 11 oktober 1999 is een locatiebezoek afgelegd. Vertegenwoordigd waren Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuws Vlaanderen, GeoDelft en WL Delft Hydraulics. Onderstaand worden de bevindingen weergegeven.

Er zijn twee gaten in de bekleding gemaakt: bij dp 201,5 en bij dp 203,5.

Het gat bij dp 203,5 (zie foto 1) laat zien dat de blokken vrijwel direct op de vlijlagen zijn gezet. Voor zover er sprake is van filtermateriaal is dit een dun laagje ingeslibd en schelpachtig materiaal. Het is echter ook mogelijk dat de blokken daadwerkelijk direct op de vlijlagen zijn gezet en dat hieronder wat materiaal is gespoeld als de blokken niet goed aansloten op de bovenste vlijlaag. Er is water in dit gat in de bekleding gezet. Dit water stroomt vrijwel niet weg.

Het oppervlak van de zetting oogt onregelmatig (foto 2, oostelijke richting). Ook per steen kan al een redelijk verschil in dikte zitten.

De penetratie met gietasfalt lijkt vrij diep te zitten, tot 15 à 18 cm diep. Onderin is de penetratie minder, en op veel plaatsen zelfs afwezig. Wel zitten hier steentjes in de spleten tussen de blokken. Opvallend is verder dat hier nauwelijks inslibbing tussen zichtbaar is, ondanks de aanwezigheid van een voorland en het feit dat de bekleding iedere dag onder water staat. Het 'filter' of de ruimte tussen de blokken en de vlijlagen is wel gevuld met slibachtig materiaal. Ook de basalt boven de Doornikse steen vertoont geen tekenen van inzanding. Deze basaltbekleding ligt nog deels beneden het niveau van gemiddeld hoogwater. Als op deze locatie weinig inzanding in de getijzone plaatsvindt, kan dit verklaren dat de penetratie redelijk succesvol lijkt: dat kan alleen als de spleten ten tijde van de penetratie vrij schoon geweest zijn.

Om de paar meter vertoont de bekleding vochtige plekken, waar blaaswier groeit. Veel van deze plekken ontstaan ter plaatse van de overgang tussen Doornikse steen en basalt. De basalt is hier over een strook van ongeveer een meter gepenetreerd. Op sommige plaatsen stroomt er water uit het talud. Ook boven de overgang staat op enkele plaatsen water. De overgang lijkt betrekkelijk waterdicht. Het feit dat er bij laagwater nog water uit de bekleding stroomt betekent ook dat er een vrij hoge freatische lijn in de dijk aanwezig moet zijn.

Het gat ter plaatse van dp 201,5 staat nog vol met water. Het is moeilijk onderscheid te maken in slib, blokken, penetratie en filter. De penetratie lijkt ook hier succesvol: de penetratie is doorgedrongen tot onder de blokken.

De penetratie is volgens de beheerder ongeveer 10 jaar geleden aangebracht. Sindsdien zijn er geen problemen met de bekleding geweest. De blokken zijn niet herzet, maar er is asfalt over heen gegoten. Sommige blokken zijn schoon gespoeld: op het blok zit geen penetratie meer, maar in de voegen wel.

### 2.3 Voorlopige conclusies van fase 1

Stap 1 in de beoordeling is de vraag of de Doornikse steen is ingegoten of oppervlakkig is overgoten. Gezien de ervaringen tijdens het locatiebezoek en het feit dat ook de basalt geen tekenen van inzanding vertoont, lijkt de kans groot dat de bekleding als ingegoten kan worden beschouwd.

Voor ingegoten taludbekledingen geldt dat vooral de statische overdrukken een probleem kunnen vormen voor de stabiliteit. Voor het bepalen van de statische overdrukken is het nodig aannamen te doen met betrekking tot de doorlatendheid van de onderste en bovenste overgangsconstructie. Dit is nodig om te kunnen bepalen in hoeverre het water van bovenaf kan toetreden en in hoeverre het water er van onderen weer uit kan. Het gaat hierbij om de verhouding tussen de doorlatendheid van een overgangsconstructie en de doorlatendheid van de vlijlagen onder de Doornikse steen. Gezien het feit dat de vlijlagen zijn dichtgeslibd, kan een overgangsconstructie al vrij snel 'open' genoemd worden.

Er zijn 3 theoretische mogelijkheden:

1. Doorlatende teen en doorlatende bovenste overgangsconstructie

In eerste instantie wordt hierbij uitgegaan van de benadering dat de grootte van de statische overdruk bepaald wordt door:

$$\phi_{\max} = (z_{\text{boven}} - z_{\text{onder}})/4$$

Hier geldt voor  $z_{\text{onder}}$  het laagste niveau op de bekleding waar deze waterdicht is ingegoten of overgoten. De term  $z_{\text{boven}}$  geeft het niveau van de waterstand in het filter aan. Zo lang deze niet bekend is wordt voor  $z_{\text{boven}}$  het niveau van de bovenkant van het ingegoten gedeelte genomen. Deze benadering geldt alleen als het water aan de onderzijde weg kan stromen.

2. Ondoorlatende teen en doorlatende bovenste overgangsconstructie

Als ook de overgang aan de onderzijde betrekkelijk waterdicht is, dan geldt als maximum waarde voor de statische overdruk de hydrostatische waterdruk:

$$\phi_{\max} = (z_{\text{boven}} - z_{\text{onder}})$$

3. Ondoorlatende teen en ondoorlatende bovenste overgangsconstructie

Het is zelfs denkbaar dat, als de overgang tussen de betrekkelijk open filterlaag onder de basalt en de onderliggende vlijlagen onder de Doornikse blokken geheel waterdicht is, de waterstand onder de Doornikse blokken onafhankelijk van het bovengelegen gedeelte functioneert. Dit zou dan wellicht ook tot een reductie van de optredende statische overdruk kunnen leiden.

De werkelijke situatie ligt waarschijnlijk tussen 1 en 2 in, en waarschijnlijk veel dichter bij 1 dan bij 2, maar enige zekerheid is er zonder metingen niet.

Om in te schatten waarover wordt gesproken is in de onderstaande tabel toch een nadere uitwerking gegeven. De sterkte is gelijk aan de component haaks op het talud van het eigen gewicht van de bekleding per  $\text{m}^2$ :

$$\phi_{\max} = \Delta D \cos \alpha$$

met:  $\phi_{\max}$  = belasting (statisch stijghoogteverschil) (m)  
 $D$  = dikte toplaag (m)  
 $\Delta$  = relatieve soortelijke massa van blokken (-)

Enkele berekeningen met  $\Delta = 1,6$  en  $\cos\alpha = 0,95$  geven:

$(z_{\text{boven}} - z_{\text{onder}})$	met aanname 1	met aanname 2
0,5 m	benodigde dikte = 0,08 m	benodigde dikte = 0,33 m
1,0 m	benodigde dikte = 0,16 m	benodigde dikte = 0,66 m
1,5 m	benodigde dikte = 0,24 m	benodigde dikte = 0,99 m

Het maximale hoogteverschil tussen de bovenkant en de onderkant van het gepenetreerde gedeelte ligt ongeveer op 1,10 m. De bekleding voldoet dan als de eerste aanname juist is, want de gemiddelde laagdikte is 23 cm. Geldt echter de tweede aanname, dan is de bekleding véél te dun. Met de tweede aanname is het verschil zelfs zo groot dat ook het in rekening brengen van buigstijfheid geen goedkeuring oplevert.

Nu is de tweede aanname met grote waarschijnlijkheid fout: gezien het feit dat tijdens het locatiebezoek op veel plaatsen water uit het talud trad blijkt dat de freatische lijn onder de bekleding vrij hoog is, en toch blijft de bekleding gewoon liggen. Ook bij hogere waterstanden is geen schade opgetreden.

Er zijn drie manieren om hier mee om te gaan:

- door een getijmeting uit te voeren kan worden nagegaan welke overdrukken daadwerkelijk onder de bekleding op kunnen treden.
- door grondwaterstromingsberekeningen kan worden onderzocht in hoeverre grote overdrukken verwacht kunnen worden. Dat is echter, zonder verdere informatie en zonder ijking uiterst speculatief.
- door redenerenderwijs en met enkele eenvoudige berekeningen aan te tonen dat onder maatgevende omstandigheden geen grotere overdruk onder de bekleding kan ontstaan dan bij dagelijkse omstandigheden. Het is echter uitermate speculatief of dat lukt: de overdruk onder de bekleding is waarschijnlijk gekoppeld aan de freatische lijn in het dijklichaam. Deze komt slechts langzaam omhoog, maar zal bij langdurige waterstandsverhoging kort onder de oppervlakte wel stijgen. De maatgevende conditie is in dat geval iets slechter dan de dagelijkse en dus is 'bewezen sterkte' nauwelijks aan te tonen.

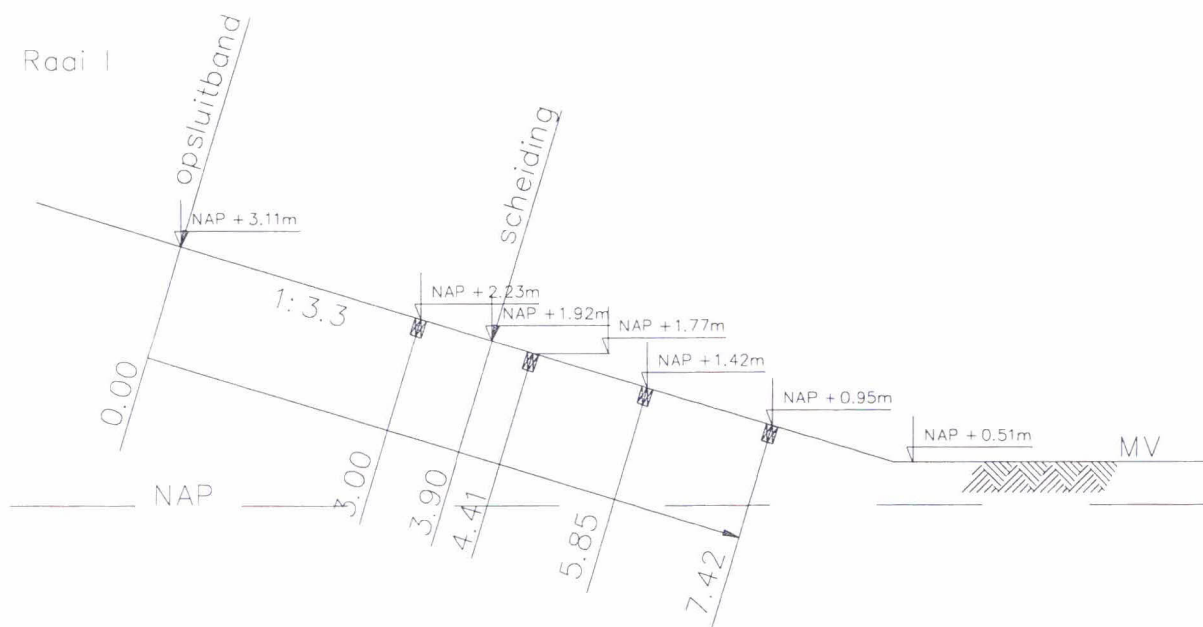
Op deze manier redenerend komt aan het licht dat vrijwel de enige manier om het gevoel te onderbouwen dat de bekleding waarschijnlijk gewoon goed is het uitvoeren van een getijmeting en deze doorvertalen naar maatgevende condities is. Hiertoe is dan ook besloten. Hoofdstuk 3 en verder gaan hier verder op in.

### 3 Gegevens en resultaten van de getijmeting

#### 3.1 Uitvoering van de getijmeting

Bij een getijmeting wordt één waterspanningsmeter ter plaatse van de teen van de dijk geplaatst om het getij te registreren. Op verschillende hoogtes worden gaten in de toplaag gemaakt en worden waterspanningsmeters in de filterlaag geplaatst om de waterstand in het filter te kunnen bepalen. De gaten worden waterdicht afgesloten door middel van afsluiters met een rubber membraan dat in het gat wordt geplaatst. De uiteinden van deze afsluiters worden naar elkaar toegeschroefd, waardoor het rubber membraan in de breedte uitzet en het gat waterdicht afsluit.

Omdat de bekleding van gepenetreerde Doornikse steen slechts over een smalle strook aan de onderzijde van het talud aanwezig is, is de meting verdeeld over twee raaien met ieder vier waterspanningsmeters (in plaats van in 1 raai met acht waterspanningsmeters, zoals gebruikelijk bij bekledingen die over een groter hoogteverschil aanwezig zijn). Dit heeft als bijkomend voordeel dat er een dubbele meting wordt uitgevoerd, waardoor ook de mogelijke variaties binnen een dijkvak in beeld worden gebracht. De locaties van de twee raaien zijn Dp 203+30,5 m en Dp 203+53 m.

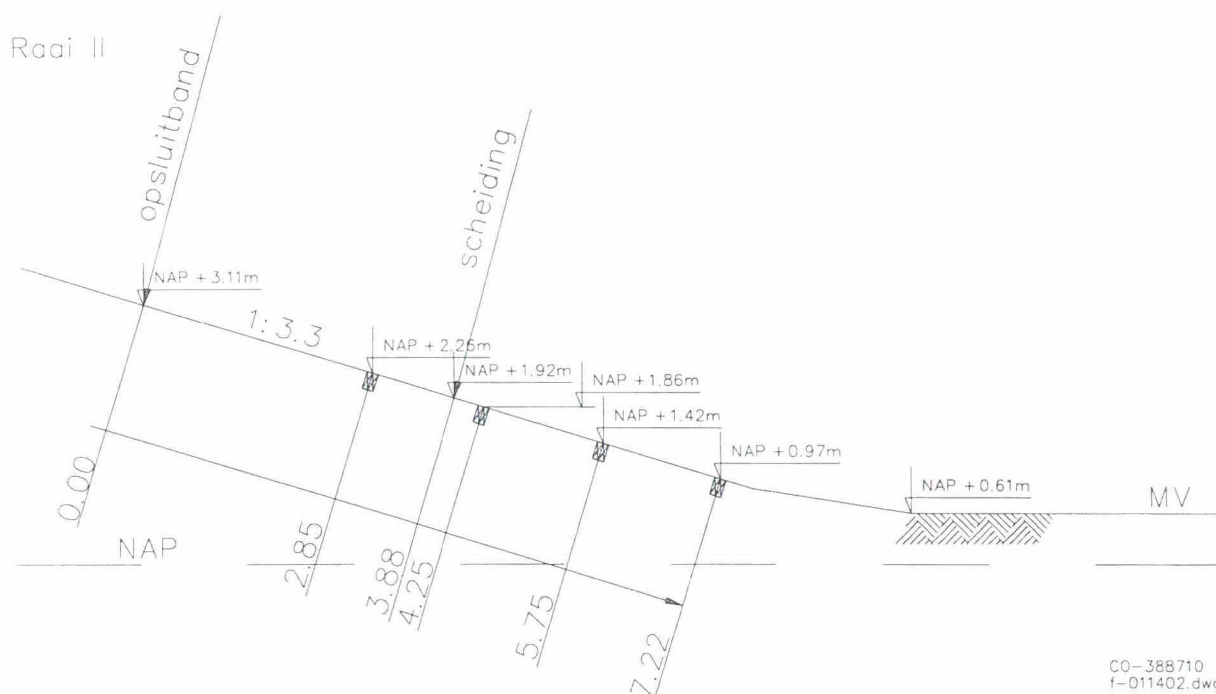


CO-388710  
f-011401.dwg

Figuur 3.1 Plaats van de waterspanningsmeters in raai 1

De positie van de meters is gegeven in de figuren 3.1 en 3.2. In beide raaien zijn vier gaten in de bekleding gemaakt waarna door de toplaag waterspanningsmeters in de filterlaag zijn geplaatst. Per raai zijn drie van de vier waterspanningsmeters onder de Doornikse steen aangebracht en één

waterspanningsmeter onder de basalt. Voor de meting van het getij is op één locatie een waterspanningsmeter op het voorland aangebracht. Gemeten is van 23 november 11 uur 's avonds tot 24 november 12 uur 's ochtends. Gedurende deze periode is van 1:30 's nachts tot 6:25 's ochtends de getijwaterstand geregistreerd, waarna de drukopnemer op het voorland is drooggevallen. Hierna is de meting van de waterspanningen in het filter doorgezet tot na 11 uur om het leeglopen van de zetting zo lang mogelijk te kunnen volgen.



Figuur 3.2 Plaats van de waterspanningsmeters in raai 2

Bij het verwerken van de meting bleek dat de twee bovenste drukopnemers ter hoogte van Dp 203+53 m niet goed hebben gefunctioneerd, daarom zijn deze in de verdere analyse buiten beschouwing gelaten. De plaats van de gaten (bovenkant talud) voor het plaatsen van de waterspanningsmeters is gewaterpast ten opzichte van de kruin. Dit is weergegeven in figuren 3.1 en 3.2. Verder is vastgesteld hoe diep de drukopnemers in de bekleding zijn aangebracht. Uit deze gegevens is vervolgens de plaatshoogte van alle instrumenten in meters ten opzichte van NAP afgeleid. Deze zijn in tabel 3.1 weergegeven.

Meter	hoogte tov NAP	raai
Wsm 2	0,65	1
Wsm 22	0,69	2
Wsm 3	1,07	1
Wsm23	1,20	2
Wsm 4	1,49	1
Wsm 5	1,91	1

Tabel 3.1 Hoogte van de waterspanningsmeters



### 3.2 Resultaten en verwerking

Het resultaat van de meting is een meetbestand dat is gevuld met meetwaarden in Volts. Deze waarden worden omgerekend naar waterdrukken in meters waterkolom volgens de formule:

$$\text{Data[mBar]} = \left[ \frac{(\text{ruw meetgetal [V]} * 1000) [\text{mV}]}{100} - \text{nulpunt[mV]} \right] * \text{reciproke gevoeligheid id}$$

$$\text{Data [m waterkolom]} = \frac{\text{data [mBar]}}{98,07}$$

De factoren 100 in de eerste formule is alleen nodig omdat het meetsignaal met een factor 100 wordt versterkt. Het nulpunt en de reciproke gevoeligheid zijn ijkfactoren die in het laboratorium voor iedere waterspanningsmeter worden bepaald.

Zowel voor als na de meting zijn alle waterspanningsmeters geijkt. Uit de resultaten blijkt dat er slechts een minimaal verloop heeft plaatsgevonden. De omrekening van milliVolt naar meters waterkolom heeft plaatsgevonden op basis van het gemiddelde van beide ijkingen. Deze gemiddelde waarden zijn opgenomen in tabel 3.2.

Waterspanningsmeter	nulpunt [mV]	reciproke gevoeligheid [-]
wsm 1 (getij)	1,35497	10,02859
wsm 2	1,41666	6,9607
wsm 22	0,51352	7,00126
wsm 3	0,17231	6,98798
wsm 23	0,1526	7,00317
wsm 4	-0,33959	6,98728
wsm 5	-1,34703	7,27715

Tabel 3.2 Ijkfactoren van de waterspanningsmeters

Om een beeld te krijgen van wat de metingen voorstellen worden de gemeten drukken in meters waterkolom vervolgens omgerekend naar stijghoogtes, volgens het principe:

$$\text{Stijghoogte} = \text{plaatshoogte} + \text{drukhoogte}$$

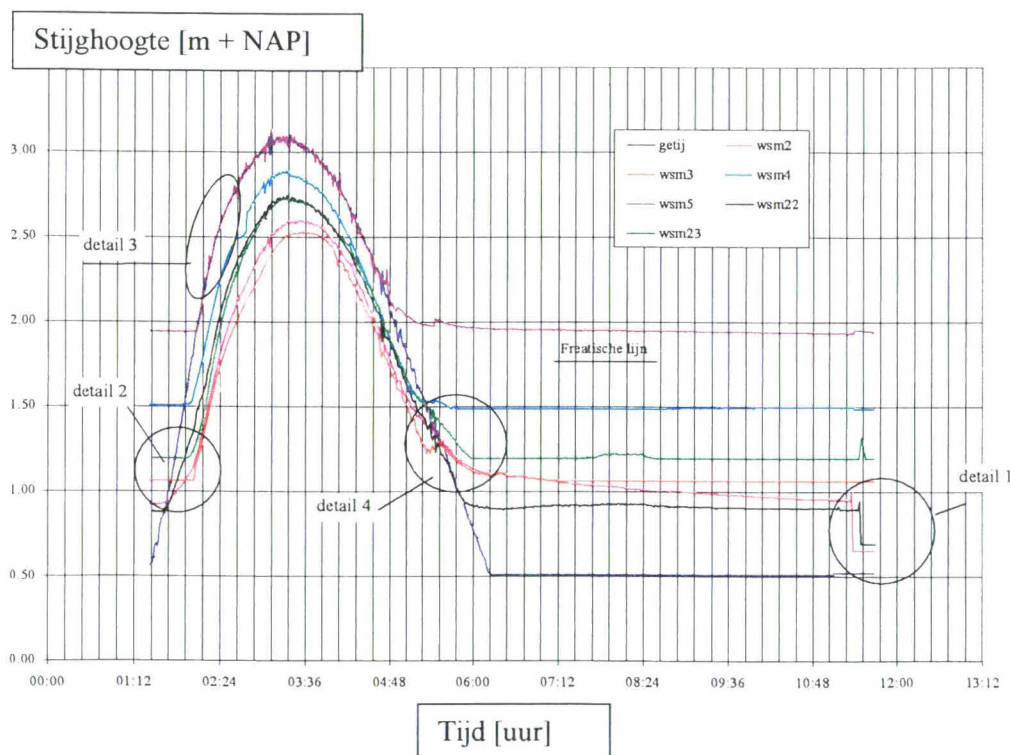
De plaatshoogte van iedere waterspanningsmeter is gegeven in tabel 3.1. De drukhoogte is de waterdruk in meters waterkolom.

De resultaten van de meting zijn nu toegankelijk voor interpretatie. In figuur 3.3 zijn de resultaten gepresenteerd als stijghoogte per waterspanningsmeter, uitgezet als functie van de tijd. In de figuur

zijn zowel de stijghoogtes in raai 1 als de stijghoogtes in raai 2 gegeven. De resultaten van raai 1 blijken maatgevend te zijn voor deze locatie. In raai 2 zijn de doorlatendheden van top laag en filter laag kennelijk groter: de waterstand in de filter laag volgt het getij beter dan in raai 1, en er ontstaan dus minder grote opwaarts gerichte statische overdrukken. In de verdere interpretatie en berekeningen is daarom uitgegaan van de meting in raai 1.

### 3.3 Interpretatie

In figuur 3.3 zijn een viertal details aangegeven die van belang zijn voor de interpretatie van de meting. Deze details worden hieronder besproken.



Figuur 3.3 Gemeten stijghoogtes als functie van de tijd

#### Detail 1

De stijghoogtes, gemeten door wsm2 en wsm22 nemen naar het eind toe af tot een constante waarde, net als de andere meters. Wsm 2 en wsm 22 zijn de laagste waterspanningsmeters in raai 1 en raai 2. Op het allerlaatste stuk van de grafiek zien we een sprong in de waarde. Hier is de meting beëindigd en zijn de meetwaarden gelijk gesteld aan de plaatshoogte van de meter. Voor alle meters is de plaatshoogte hetzelfde als de uiteindelijke waarde behalve voor de meters wsm 2 en wsm 22. Hier is de uiteindelijke waarde hoger. Dit komt omdat deze meters op dat moment nog steeds onder het niveau van de freatische lijn in het filter zitten. Kennelijk is er in de dijk een zekere freatische lijn aanwezig die nooit ver onder dit niveau zal zakken. Er is enige ‘opbolling’ van de waterstand in het

dijklichaam. Dit is een vrij gebruikelijk verschijnsel, dat wordt bevestigd door het feit dat bij het locatiebezoek geconstateerd werd dat op meerdere plaatsen water uit de dijk sijpelde ondanks het feit dat het al geruime tijd laag water was. De freatische lijn in de dijk zakt niet verder dan ongeveer NAP + 0,90 m. Het voorland ligt op NAP + 0,50 m.

#### *Detail 2*

Gedurende het stijgen van de getijwaterstand gaan de waterspanningsmeters in het filter één voor één reageren, doordat er water in het filter komt. Volgens de theorie zouden de meters op volgorde van laag naar hoog op het talud moeten reageren op de meting. De meters zouden pas moeten gaan reageren als de waterstand in het filter hoger komt dan de plaatshoogte van de waterspanningsmeter, dus eerst wsm 2, dan wsm3, dan wsm4 en dan wsm5. Er gebeurt echter juist het omgekeerde: eerst reageert wsm5, dan wsm4 en dan pas wsm3. Dit kan alleen worden veroorzaakt doordat het filter van bovenaf volstroomt met water, zodat de bovenste meter eerst een reactie geeft en daarna pas de lager gelegen meter.

Als de getijwaterstand stijgt, reageren de waterspanningsmeters hierop door mee te stijgen. Dit wil echter niet zeggen dat de freatische lijn in het filter evenveel stijgt. Dit wordt duidelijk in het tweede deel van het getij als de waterstand daalt. De waterspanningen nemen dan eveneens direct af. Dit is, als de waterspanningen het gevolg zijn van een freatische lijn niet mogelijk: deze blijven nog geruime tijd stijgen tot ze gelijk zijn aan de getijwaterstand: pas als de getijwaterstand lager is als de waterstand in het filter, nemen de waterspanningen in het filter af. Het blijkt dus dat de waterspanningsmetingen het gevolg zijn van stromingsdruk die wordt gestuurd door de getijwaterstand. Uit de tekst bij *Detail 4* zal blijken dat de freatische lijn in het filter een veel lagere waarde heeft bereikt gedurende de meting dan de gemeten stijghoogtes in de filterlaag.

#### *Detail 3*

De bovenste waterspanningsmeter, die zich onder de toplaag van basalt bevindt, volgt netjes het getij. Dit hangt samen met de doorlatendheid van de toplaag van basalt. Deze doorlatendheid is voor de basalt een stuk hoger, dan voor de Doornikse steen. Hierdoor is de waterstand onder de basalt vrijwel gelijk aan de getijwaterstand.

#### *Detail 4*

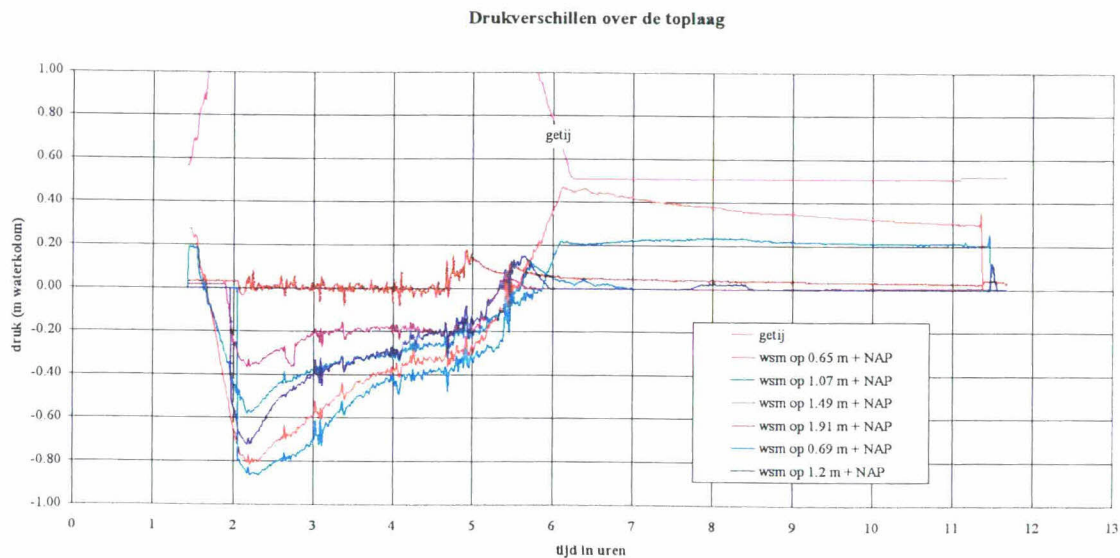
Als het getij begint te dalen kruisen de gemeten stijghoogtes de lijn van het getij. Op dat moment is de waterstand in het filter onder de Doornikse blokken gelijk aan de getijwaterstand. Dit punt is dus gelijk aan de maximale hoogte van de waterstand in het filter die bereikt wordt gedurende het getij. Deze waterstand in het filter ligt tussen NAP + 1,30 m en NAP + 1,40 m.

Naarmate de getijwaterstand verder afneemt neemt de gemeten stijghoogte af in de richting van een constante waarde, omdat het filter eveneens langzamerhand leegloopt. Deze constante waarde is de plaatshoogte van de meter. Bij de meters 2 en 3 is deze afname zeer traag. Hier wordt aangenomen dat de daling wordt beïnvloed door de freatische lijn in het dijklichaam, die ongeveer op NAP + 0,90 m ligt.

Op basis van het verloop in de gemeten stijghoogte onder de bekleding en het verloop van het getij is het drukverschil over de toplaag onder dagelijkse omstandigheden bepaald. Het drukverschil is hierbij

gedefinieerd als het verschil in waterdruk op de filterlaag minus de waterdruk op de toplaag. In figuur 3.4 zijn deze drukverschillen (in meters waterkolom) weergegeven. Ook is in de grafiek het getij (in m + NAP) weergegeven.

Voordat het getij opkomt wordt bij de twee onderste waterspanningsmeters al een drukverschil van 0,20 a 0,25 m gemeten. Hieruit valt (wederom) af te leiden dat de freatische lijn in het filter zich op dat moment nog hoger dan deze waterspanningsmeters bevindt, op circa NAP + 0,90 m. In de grafiek is te zien hoe bij afname van het getij vanaf ca. 5 uur 30 minuten opwaartse drukverschillen gaan optreden, die zouden kunnen leiden tot opdrukken van de bekleding. Het verschil in druk komt bij de waterspanningsmeter op NAP + 0,65 m op een maximum van 0,45 meter waterkolom, op het moment dat het voorland droogvalt. Het duurt vervolgens een lange tijd voordat het stijghoogteverschil weer afneemt tot de oorspronkelijke waarde van NAP + 0,90 m. De drukverschillen die hoger op het talud worden gemeten zijn veel kleiner, omdat hier ofwel de toplaagdoorlatendheid groot is ofwel de freatische lijn ver onder het niveau van deze meters blijft.



Figuur 3.4 Gemeten stijghoogteverschil over de toplaag voor verschillende hoogtes op de zetting

## 4 Narekenen van de meting

### 4.1 Beschrijving Steenzet getij versie

De Steenzet getij versie is gebaseerd op het computerprogramma Steenzet/1+. Steenzet/1+ is een numeriek computerprogramma dat de waterspanningen in het filter van een steenzetting berekent op basis van een externe (korte) golfrandvoorwaarde en de fysische eigenschappen (doorlatendheden) van de constructie. In de getijversie wordt in plaats van een korte golf een gemeten getij ingevoerd als externe hydraulische randvoorwaarde, alsmede de geometrie en eigenschappen van toplaag en filterlaag. Het rekenschema van beide programma's is vrijwel identiek.

In de Steenzet getij versie wordt per tijdstap op basis van de actuele getijwaterstand en de ingevoerde eigenschappen van de glooiing uitgerekend hoeveel water er netto in- of uitstroomt van of naar het filter. Op basis van deze hoeveelheid water die in- of uitstroomt wordt de waterstand in de filterlaag aangepast. Hierna wordt het stijghoogteverloop in het filter berekend op basis van de bekende steenzettingentheorie.

De uitvoer van het programma bestaat uit berekende stijghoogtes op een aantal plaatsen onder de bekleding. Verder bestaat de uitvoer uit het verloop van de freatische lijn. Aan de hand van deze uitvoer kunnen de berekende en de gemeten stijghoogtes worden vergeleken, waarna indien nodig de eigenschappen van de bekleding of het filter kunnen worden aangepast.

### 4.2 Aanpassingen aan Steenzet getij versie

De Steenzet getij versie is een programma dat begin jaren 90 is ontwikkeld. Het programma is geschreven in Fortran en werkt onder DOS. Het mist onder het huidige operating systeem de mogelijkheden om een grafische presentatie van de uitvoer te maken.

Steenzet kiest als startwaarde voor de freatische lijn het NAP-niveau. Dit is in dit geval niet juist omdat het filter bij aanvang van de meting al gedeeltelijk met water is gevuld (tot een niveau van NAP + 0,90 m, zie hoofdstuk 3). Daarom zijn een aantal aanpassingen aan de invoer doorgevoerd:

- aangepast referentieniveau voor de ingevoerde stijghoogtes: NAP + 0,90 m i.p.v. NAP
- aangepast referentieniveau voor de geometrie: alle waardes zijn met 0,90 m verhoogd

Dankzij deze aanpassingen kwam de beginwaarde van de freatische lijn (relatief gezien) op de juiste hoogte te liggen.

Omdat meerdere berekeningen nodig waren voor het doen van een goede schatting van de eigenschappen van de steenzetting is met het spreadsheetprogramma Excel een template gemaakt. Hiermee konden de berekende waterspanningen snel worden ingelezen en vergeleken met de gemeten waterspanningen. Daarmee diende de Excel als een vervangend uitvoerscherm voor het programma.

### 4.3 Werkwijze bij het narekenen van de meting

Als eerste schatting voor de doorlatendheden van de toplaag en de filterlaag kan gebruik gemaakt worden van de analytische theorie. Uit de lektijdtheorie kan aan de hand van de gemeten amplitudedemping en de faseverschuiving van het verloop van de waterstand in het filter ten opzichte van het verloop van het getij een schatting van de verhouding tussen de doorlatendheden van het filter en de toplaag worden afgeleid:

$$\frac{A_f}{A_o} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{T_k}{T_o}\right)^2}}$$

$$\tau = \frac{T_o}{2\pi} \arctan\left(\frac{T_k}{T_o}\right)$$

waarin: Af de amplitude van de waterbeweging in het filter  
 Ao de getijamplitude  
 Tk de lektijd  
 To de getijperiode (12h25m)  
 τ de faseverschuiving tussen het verloop van het getij en het verloop van de waterstand in het filter

De lektijd wordt gegeven door:

$$T_k = \frac{2\pi n \Lambda}{k \sin \alpha}$$

waarin: n de porositeit van het filtermateriaal  
 Λ de leklengte  
 k de doorlatendheid van het filter  
 α de taludhelling

De leklengte is gedefinieerd als:

$$\Lambda = \sqrt{\frac{bDk}{k'}}$$

waarin: b de dikte van de filterlaag  
 D de dikte van de toplaag  
 k' de doorlatendheid van de toplaag

Uit het verloop van de stijghoogte in de filterlaag over de hoogte van het talud kan met behulp van de lek lengtetheorie eveneens een schatting voor de doorlatendheden worden gegeven.

Door de lek lengte en de lektijd dusdanig te variëren dat de gemeten amplitudedemping en faseverschuiving van het verloop van de waterstand in het filter ongeveer overeenstemmen met de theoretische waarden en het gemeten verloop van de stijghoogte over de zetting ongeveer overeenkomt met het theoretische verloop wordt een eerste schatting van de constructie-eigenschappen verkregen.

Deze worden als eerste poging in de computersimulatie gebruikt.

Voor het narekenen van de meting is gebruik gemaakt van het gedeelte van de meting vanaf het punt waar de getijwaterstand gelijk is aan de waterstand in het filter, waarna de getijwaterstand verder zakt (ongeveer vanaf 5:30 uur). Op dat moment loopt de waterstand in het filter eveneens (vertraagd) terug. In dit gedeelte wordt het verloop van de stijghoogte onder het talud alleen nog beïnvloed door de waterstand in de filterlaag en de getijwaterstand. Vóór dit tijdstip zijn de gemeten stijghoogtes mede een functie van de stromingsdruk doordat er van bovenaf water de constructie instroomt (zie hoofdstuk 3).

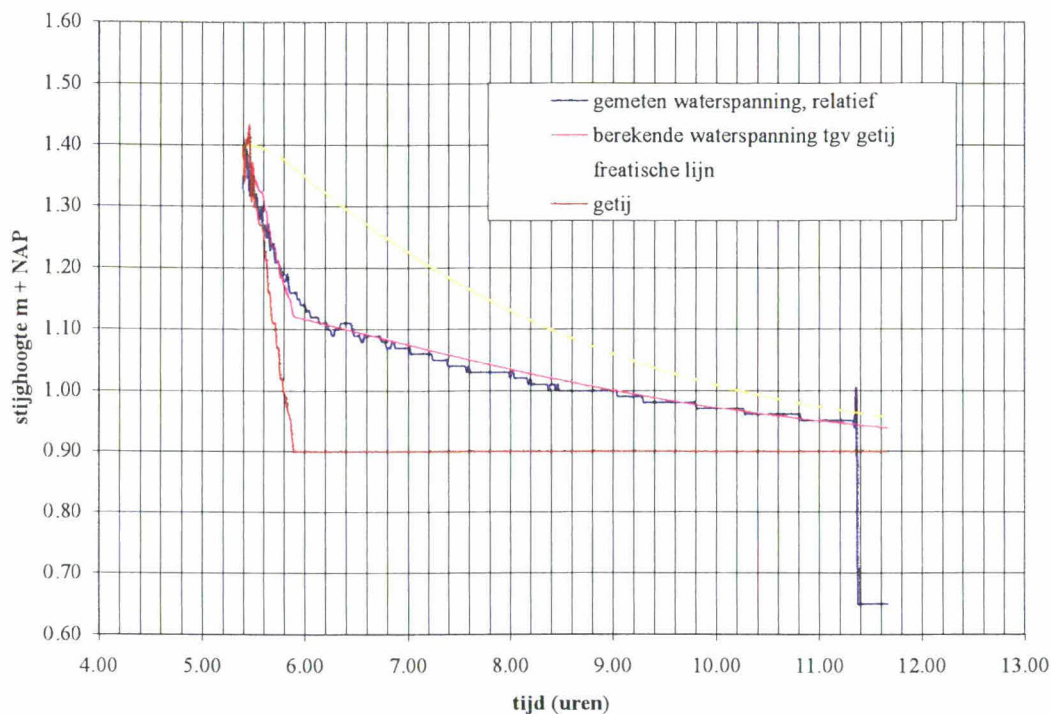
Bij de analyse is het stijghoogte verloop van de onderste waterspanningsmeter gebruikt. Deze levert de grootste stijghoogteverschillen over de toplaag op. Bovendien valt deze niet droog, zodat er gedurende de gehele meetduur kan worden nagegaan of de meting en de berekening overeenstemming vertonen.

De eerste schatting van de toplaagdoorlatendheid en de filterlaagdoorlatendheid is geoptimaliseerd door parameters als de porositeit en de dikte van de filterlaag en de toplaagdoorlatendheid te variëren. Op deze wijze werd een goede benadering van de meting verkregen (zie figuur 4.1), met nog alleszins plausibele waarden voor de constructie-eigenschappen van de (gepenetreeerde) zetting met een dichtgeslibd filter. Enige onzekerheid blijft hier overigens altijd aan kleven, omdat er meerdere parameters zijn waarmee kan worden gevarieerd, en maar één meting om dit op te 'ijken'

#### 4.4 Resultaat van de parameterschatting

Figuur 4.1 toont het berekende en het gemeten verloop van de stijghoogte in het filter, na variatie van toplaag en filterlaagdoorlatendheden. De grafiek beeldt tevens het verloop van de freatische lijn en het getij af.

### Fit op data kruispolder Drukopnemer 2



Figuur 4.1 Vergelijking gemeten en berekende resultaten, op basis van geschatte eigenschappen voor toplaag en filterlaag

De toplaag en filterlaageigenschappen die volgen uit deze hindcast zijn de volgende:

- toplaagdoorlatendheid van  $5 \cdot 10^{-7}$  m / s
- filterlaagdoorlatendheid van  $2,7 \cdot 10^{-4}$  m / s
- filterporositeit van 0,2
- filterdikte van 0,1m

Bij het schatten van de filterlaagdikte is rekening gehouden met de veronderstelling dat bij deze lage doorlatendheden een belangrijk deel van het water dat in het filter terecht komt weg kan stromen via de vlijlagen naar de ondergrond.



## 5 Voorspelling gedrag tijdens maatgevende condities

### 5.1 Voorspelling van het gedrag op basis van de getijmeting

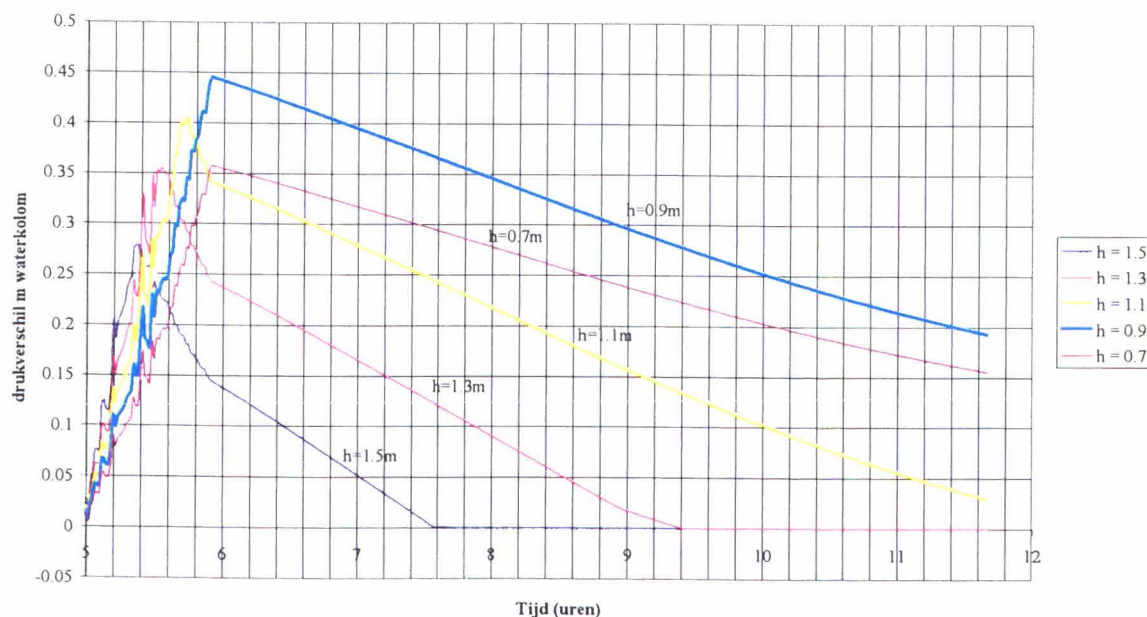
In hoofdstuk 4 is met behulp van de meting een schatting van de eigenschappen van de toplaag en het filter bepaald. Met deze schatting is vervolgens een berekening gemaakt voor de maatgevende condities voor de bekleding. Uitgangspunt voor het maatgevend getij is dat het filter onder de toplaag van Doornikse steen geheel is gevuld met water. Omdat niet geheel zeker is dat de overgang naar de basalt volledig waterdicht is wordt hierbij aangenomen dat de waterstand in het filter onder de Doornikse blokken gelijk kan zijn aan de bovenzijde van het bovenste blok, ofwel tot een hoogte van NAP + 1,90 m.

De berekening heeft als startwaarde een getijwaterstand van NAP + 1,90 m vanaf waar het getij afneemt tot beneden de teen van het talud op NAP + 0,50 m. Omdat er echter bij de getijmeting is geconstateerd dat de waterstand in het dijklichaam niet verder afneemt dan tot een niveau van NAP + 0,90 m, is dit als randvoorwaarde genomen, aangezien dit een conservatievere waarde voor het maximale opwaartse statische drukverschil oplevert.

De op deze wijze berekende drukverschillen op verschillende hoogtes langs het talud zijn weergegeven in figuur 5.1.

Het maximale berekende drukverschil bedraagt 0,45 meter waterkolom.

drukverschillen over toplaag op diverse hoogtes



Dit maximale berekende drukverschil kan worden vergeleken met de weerstand tegen oplichten die de bekleding kan leveren op basis van het gewicht van de bekleding. Deze weerstand kan worden uitgedrukt met de formule:

$$\phi_g = \frac{\rho_t}{\rho_w} D \cos \alpha$$

Met:  $\phi_g$  de weerstand tegen oplichten als gevolg van het eigen gewicht van de bekleding [m]  
 $\rho_t$  het volumiek gewicht van de toplaag [ $\text{kg/m}^3$ ]  
 $\rho_w$  het volumiek gewicht van water [ $\text{kg/m}^3$ ]

Ingevuld worden:  $\rho_t = 2600 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$ ,  $D = 0,23 \text{ m}$  en  $\cos \alpha = 0,957$ . Er volgt dan  $\phi_g = 0,56 \text{ m}$ .

De neerwaarts gerichte weerstandsbiedende kracht is dus groter dan de maximale opwaartse drukverschil.

Hieruit blijkt dat de bekleding voldoet.

## 5.2 Nadere analyse van de uitkomsten

Er zijn meerdere kanttekeningen mogelijk bij de gehanteerde werkwijze:

- de eigenschappen van de steenzetting zijn gebaseerd op (de minst gunstige) eigenschappen die zijn bepaald op basis van een getijmeting in twee raaien. Het is theoretisch mogelijk dat een andere raai nog ongunstiger uit zou vallen. Dit is zeker een punt dat nadere aandacht verdient. Een belangrijke overweging hierbij is dat de metingen beschouwd kunnen worden als een 'gemiddelde' waarneming van een zekere afstand langs het talud. Immers, als er sprake zou zijn van een zeer ondoorlatend gedeelte (hoge waterstand in het filter) naast een zeer doorlatend gedeelte (lage waterstand in het filter), dan zal er zijdelingse stroming van water plaats vinden.
- De eigenschappen van de steenzetting zijn weliswaar gebaseerd op het narekenen van een getijmeting, maar omdat er meerdere parameters zijn om de ijking mee te beïnvloeden is er toch sprake van geschatte parameters. De gekozen parameters hebben een zekere geloofwaardigheid voor dit type bekleding, maar vertegenwoordigen geen absolute waarheid.
- Bij het berekenen van het gedrag van de steenzetting bij maatgevende omstandigheden is gebruik gemaakt van de observatie dat de waterstand in het dijklichaam niet verder zakt dan tot circa NAP + 0,90 m. Onder maatgevende omstandigheden, bijvoorbeeld een langdurige hogere getijwaterstand zou dit niveau hoger kunnen liggen. Op basis van een zeer globale benadering wordt dit effect als beperkt beoordeeld. Gedurende een stormduur van 36 uur en een doorlatendheid van het oude dijklichaam van  $10^{-7} \text{ m/s}$  zou dit een stijging in de orde van grootte van 10 cm van de freatische lijn in het dijklichaam betekenen.

In het geheel genomen zijn er meerdere redenen de resultaten van de analyse van de stabiliteit bij maatgevende omstandigheden met enige voorzichtigheid te beoordelen. Geconstateerd wordt eveneens dat er in dit geval een zekere marge aanwezig is tussen berekende belasting bij maatgevende omstandigheden en de berekende sterkte van de bekleding. Deze marge wordt groot genoeg geoordeeld om de onzekerheden in de beschouwingen te overbruggen. De bekleding kan als 'goed' worden beoordeeld.



## 6 Conclusies en aanbevelingen

Als onderdeel van fase 2B van de geavanceerde toetsing van een bekleding van gepenetreerde Doornikse blokken op de dijk langs de Kruispolder is een getijmeting uitgevoerd. Deze getijmeting is nagerekend met het computerprogramma Steenzet (getijversie). Op basis hiervan is een schatting gemaakt van de constructie-eigenschappen.

Gebaseerd op de schatting van de constructie-eigenschappen is een voorspelling gemaakt van de maximaal optredende opwaartse statische drukverschillen onder de bekleding bij maatgevende omstandigheden. Deze blijken volgens de voorspelling kleiner te zijn dan de neerwaartse krachten als gevolg van het eigen gewicht van de bekleding.

Er zijn redenen aanwezig om de gegeven voorspelling kritisch te beschouwen. Dit zijn beschouwingen die kunnen leiden tot de aanname dat de belasting op de bekleding mogelijk iets hoger kan zijn dan wat er in dit rapport wordt berekend. Geoordeeld wordt dat er voldoende marge zit tussen de belasting en de sterkte om de bekleding, ondanks de genoemde kritische kanttekeningen, goed te kunnen keuren.

De eindafweging komt er op neer dat de beschouwde bekleding de kwalificatie 'goed' kan krijgen.

Uit de uitgevoerde studie blijkt eens te meer dat er nog weinig ervaring is met het modelleren en rekenen aan gepenetreerde steenzettingen. Er is behoefte aan een beter inzicht in:

- de sterkte-kant: wat is het werkelijke bezwijkgedrag van gepenetreerde bekledingen, en hoe kan dat gemodelleerd worden. Dit kan bijvoorbeeld aan de hand van een bezwijkproef van een afgekeurde bekleding onderzocht worden.
- de belastingkant: verdere theoretische uitwerking van de belasting die kan ontstaan op gepenetreerde bekledingen en meer ervaring opdoen met getijmetingen.

Er zal een zeker traject bewandeld moeten worden waarbij zowel fundamentele kennisontwikkeling als praktijkmetingen een rol spelen.

**BIJLAGEN**



0 500 1000 1500 2000 2500m  
 schaal 1:50000

Bestandnaam: B-s1 .dwg  
 Afdeling: 600  
 Gewijzigd: juni 2000



Postbus 69, 2600 AB DELFT  
 Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
 Telefax (015) 261 08 21

Homepage:  
[www.geodelft.nl](http://www.geodelft.nl)

datum	get.
juni 2000	wth

Geavanceerde toetsing Kruijnpolder

gez.	form.
CO-388710	

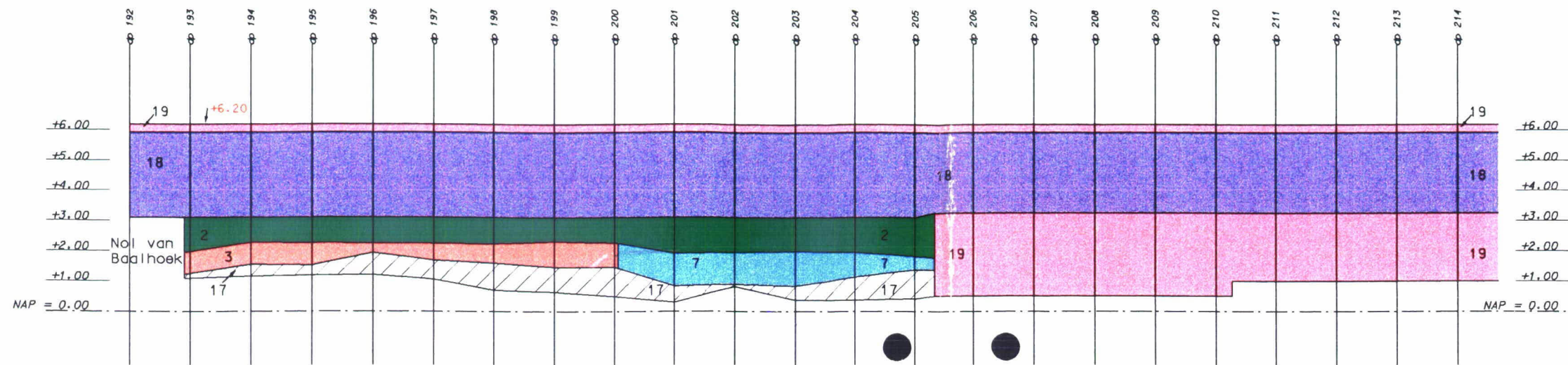
Locatie dijkvak

BIJL.	1	A4
-------	---	----

# Wilhelmus-Kruispolder

Oost

West

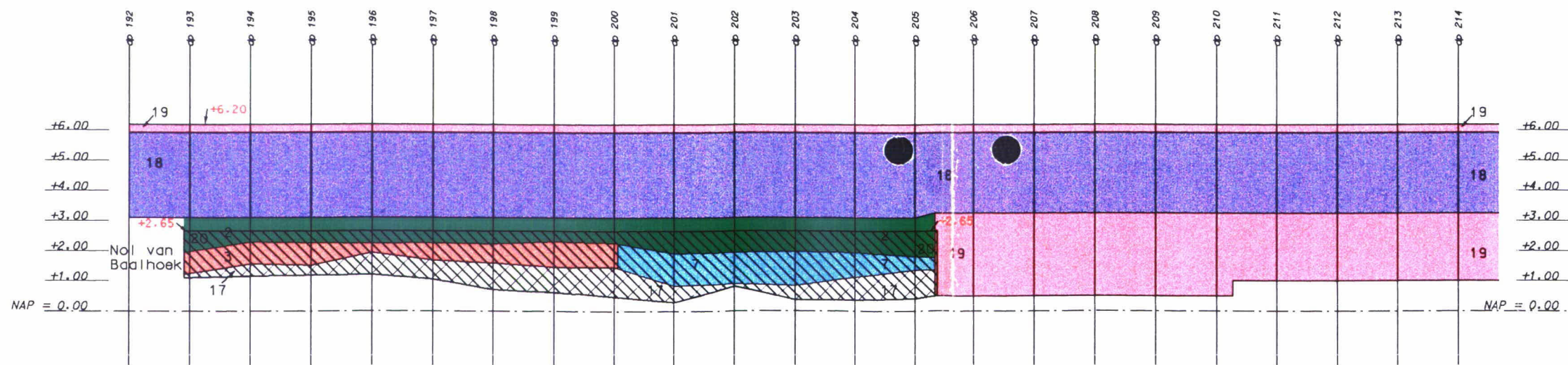


huidige situatie

legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalt
- 4 betonblokken
- 5 diaboolblokken
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen - *grr*
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperlakblokken
- 12 lessinische steen
- 13 petit granit
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 onbekend
- 17 kreukelberm
- 18 blokken op z'n kant
- 19 betonzuilen

Figuur 4  
Glooiingskaart  
ontwerp



legenda

- 1 asfalt
- 2 basalt
- 3 basalt
- 4 betonblokken
- 5 diaboolblokken
- 6 doorgroei stenen
- 7 doornikse steen
- 8 pools graniet
- 9 haringmanblokken
- 10 hydroblokken
- 11 koperlakblokken
- 12 lessinische steen
- 13 petit granit
- 14 vilvoordse steen
- 15 granietblokken
- 16 onbekend
- 17 kreukelberm
- 18 blokken op z'n kant
- 19 betonzuilen
- 20 overlaging



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT  
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21

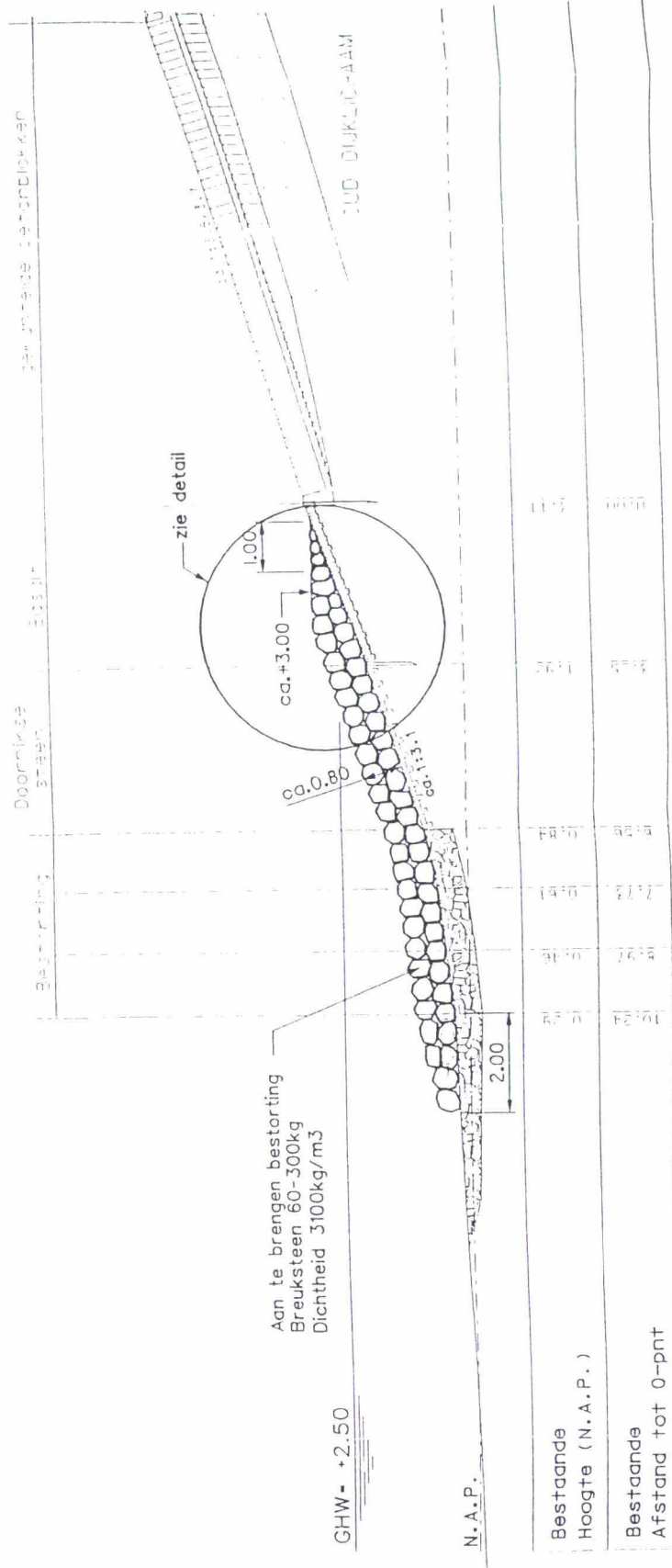
Homepage:  
www.geodelft.nl

datum	get.
Okt. 1999	Std
CO-388710	gez.
BIJL. 2	form. A4

Geavanceerde toetsing Kruispolder

Overzicht bekledingen





Dwarsprofiel 2 t.p.v. dp201



Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT  
Postbus 69, 2600 AB DELFT

Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21

Homepage:  
www.geodelft.nl

datum

Okt. 1999

get.

Std

Geavanceerde toetsing Kruispolder

CO-388710

gez.

Dwarsdoorsnede

BIJL. 3

form.

A4



Foto 1 Gat bij dp 203,5



Foto 2 Overzicht van de bekledingen bij dp 203,5 in oostelijke richting

Postbus 69  
NL-2600 AB Delft  
Stieltjesweg 2  
NL-2628 CK Delft  
Telefoon (015) 269 35 00  
Telefax (015) 261 08 21  
info@geodelft.nl  
www.geodelft.nl