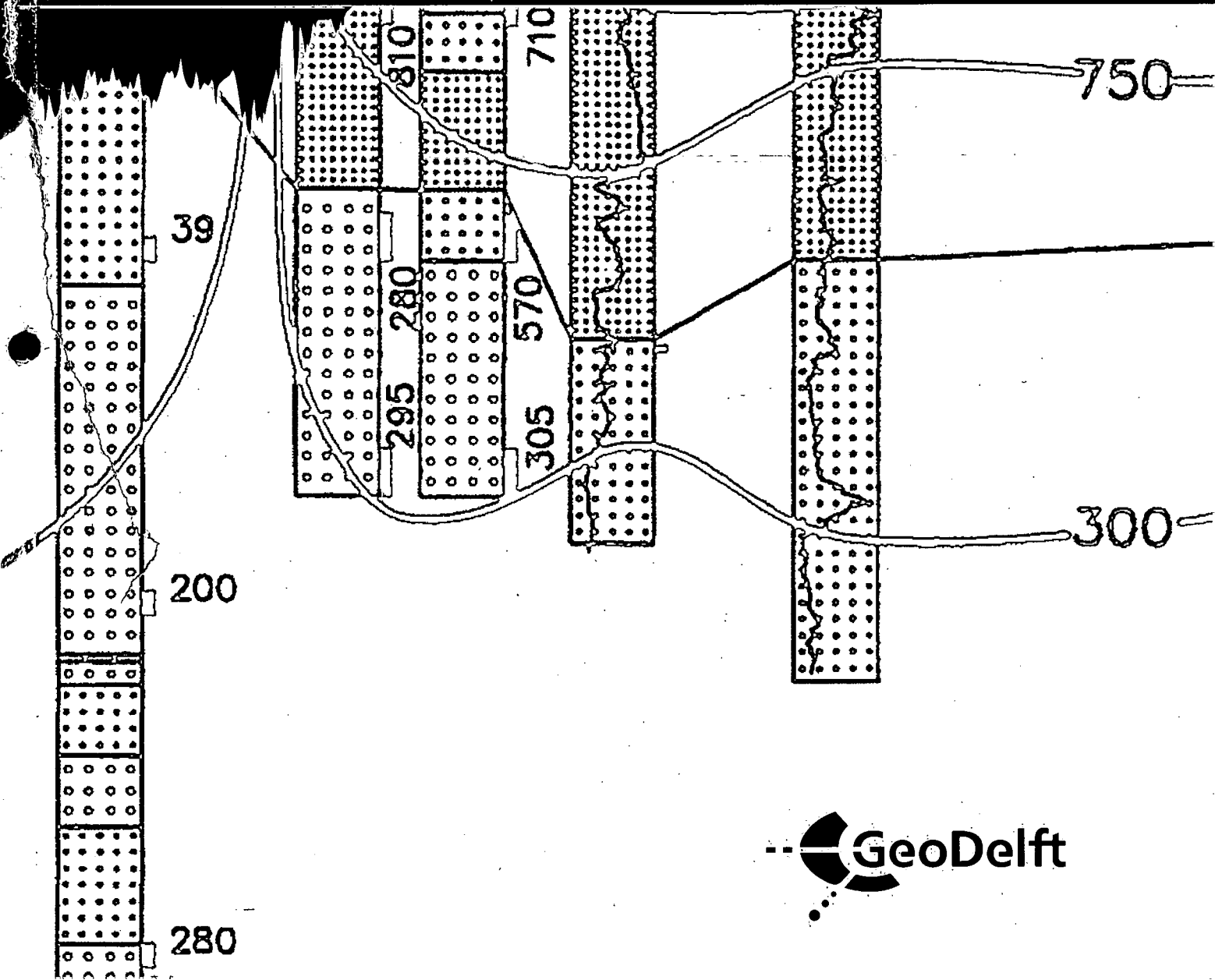






005602 2001 PZDT-R-01017 inv

definitief rapport fase 1 van de geavanceerde toetsi



**Geavanceerde toetsing  
Mosselbanken, Fase 1  
definitief**

**CO-386350/21 versie 1  
december 2000**

**Geavanceerde toetsing Mosselbanken, Fase**

**1**

definitief

CO-386350/21

december 2000

N:\projecten.gd\385000\386350\grond\Rappo

Opgesteld in opdracht van:

**RIJKSWATERSTAAT, PROJECTBUREAU**

**ZEEWERINGEN**

**POSTBUS 114**

**4460 AC GOES**

**AFDELING GRONDCONSTRUCTIES**

Projectleider : ir. P. Meijers/ir. T. P.

Stoutjesdijk

Projectbegeleider: ir. M. Klein Breteler (WL)

**GeoDelft**

Stieltjesweg 2, 2628 CK DELFT

Postbus 69, 2600 AB DELFT

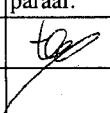
Telefoon (015) 269 35 00

Telefax (015) 261 08 21

Postbank 234342

Bank MeesPierson NV

Rek nr 25 92 35 911

rapportnr: CO-386350/21		datum rapport: december 2000			
titel en subtitel: Geavanceerde toetsing Mosselbanken, Fase 1		behandelende afdeling: Grondconstructies			
		projectnaam:			
projectleider(s): ir. P. Meijers/ir. T. P. Stoutjesdijk		projectbegeleider(s): ir. M. Klein Breteler (WL)			
naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen Postbus 114 4460 AC GOES		referentie opdrachtgever: bon 359001			
		verzenden in: 5 -voud			
		type rapport: definitief			
samenvatting rapport:  In dit rapport wordt verslag gedaan van fase 1 van de geavanceerde toetsing van een graniet steenzetting op het dijkvak de Mosselbanken langs de Westerschelde. Op basis van de uitgevoerde fase 1 wordt tot de conclusie gekomen dat de bekleding niet voldoet. Om de werkwijze bij het geavanceerd toetsen te kunnen evalueren is besloten voor een tweetal lokaties (Mosselbanken en Kruiningen) een zo volledig mogelijke toetsing uit te voeren. Daarom zijn op deze lokatie ook een getijmeting en een stormmeting uitgevoerd. Deze worden afzonderlijk gerapporteerd.					
opmerkingen:					
trefwoorden: steenzetting, geavanceerde toetsing, fase 1, graniet,		verspreiding:			
opgeslagen op: onder titel: N:\projecten.gd\385000\386350\grond\Rapport\mosselbanken stormmetingen\rapport fase 1.doc				aantal blz.:	
versie:	datum:	opgesteld door:	paraaf:	gecontroleerd door:	paraaf:
1	december 2000	Std		MKB (WL)	

## INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	Gegevens van het dijkvak en opbouw constructie	3
3	LOCATIEBEZOEK	5
	3.1 Dijkpaal 69	5
	3.2 Dijkpaal 66	5
	3.3 Dijkpaal 63	6
	3.4 Dijkpaal 61	6
	3.5 Dijkpaal 58	6
4	Conclusies	7

## 1 INLEIDING

In januari 1999 is door Rijkswaterstaat, Projectbureau Zeeweringen, opdracht verleend voor het uitvoeren van een geavanceerde toetsing van twee lokaties: de Mosselbanken in Zeeuws Vlaanderen en Kruiningen in Zuid-Beveland. Dit rapport doet verslag van de bevindingen ten aanzien van fase 1 van de geavanceerde toetsing van de lokatie Mosselbanken. Van de lokatie Kruiningen verschijnt apart een rapportage.

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 de eindrapportage van Fase 1 (dit rapport).

Het locatiebezoek heeft op 4 februari 1999 plaatsgevonden. Om de werkwijze bij het geavanceerd toetsen te kunnen evalueren is besloten op deze lokatie ook een getijmeting en een stormmeting uit te voeren. Deze worden apart gerapporteerd.

In hoofdstuk 2 worden de vooraf ter beschikking staande gegevens besproken. In hoofdstuk 3 wordt verslag gedaan van het locatiebezoek. De conclusies staan in Hoofdstuk 4.





## 2 Gegevens van het dijkvak en opbouw constructie

De locatie is gelegen aan de zuidoever van de Westerschelde, ten westen van het terrein van Dow Chemical in Terneuzen (zie bijlage 2.1). Het dijkvak is in 1976/1977 nieuw aangelegd met het oog op uitbreiding van de fabrieksterreinen. Het achter de dijk liggende land is eigendom van Dow Chemical.

Het beschouwde dijkvak loopt van dp 55 (oostelijke grens) tot dp 71 (westelijke grens). Dp 55 ligt in de haven bij Dow Chemical. Tussen dp 62+40m en dp 64-40m maakt de dijk een bocht. Vervolgens komt er een lang recht stuk dijk tot dp 81. Tussen dp 71 en dp 81 ligt de granieten bekleding geheel onder het voorland. In de globale en gedetailleerde toetsing is door Rijkswaterstaat vastgesteld dat dit deel dusdanig onder het voorland verdwenen is dat dit niet getoetst hoeft te worden.

Bijlage 2.2 geeft een overzicht van de aanwezige bekledingen op het dijkvak. De bekleding bestaat op het gehele dijkvak uit granietblokken tot een niveau van ongeveer 3,75 m + NAP. Hierboven liggen blokken op klei, die 'onvoldoende' zijn getoetst. De teen van het talud ligt onder het zand van het voorland.

Uit bestektekeningen volgt dat de granietblokken op een 0,09 m dikke laag fosforslakken 0-30 mm zijn gezet. Hieronder ligt een 1,2 m dikke mijnsteenlaag op zand. Als taludhelling is 1 : 4 aangegeven, en het lijkt alsof in het bovenste deel van het talud gemiddeld wat dikkere blokken ( $D = 25 - 30$  cm) zijn voorzien dan in het onderste deel ( $D = 22,5 - 30$  cm).

Verder is er een dwarsdoorsnede van dp 59 die doet vermoeden dat in de haven een dunnere sortering graniet ( $D = 18 - 24$  cm) is gebruikt.

Uit de breekformulieren kan worden opgemaakt dat door het waterschap drie vakken worden onderscheiden:

- het eerste vak loopt van dp 54 tot dp 62. De taludhelling bedraagt 1 : 3,6 à 1 : 4, de gemiddelde blokdikte is 21 cm.
- het tweede vak betreft de bocht tussen dp 62 en dp 64. De taludhelling is 1 : 3,7, de gemiddelde blokdikte is 27 cm.
- het derde vak is het lange rechte stuk tussen dp 64 en dp 71. De taludhelling is 1 : 3,8, de gemiddelde blokdikte is 25 cm.

De hydraulische randvoorwaarden zijn uit ingevulde spreadsheetformulieren gehaald. Dit leidt tot de volgende tabel:

Traject	Maatgevende waterstand	Golfhoogte $H_s$	Golfperiode $T_p$
dp 55 - 60+10m	5,30 m + NAP	1,50 m	7,74 s
dp 60 + 10m - 62+20 m	5,20 m + NAP	2,16 m	6,96 s
dp 62+20 m - 71	5,20 m + NAP	2,10 m	6,80 s

In de haven (dp 55 - dp 60 + 10 m) is de golfaanval aanzienlijk minder.

Op basis van deze gegevens kan de volgende tabel worden samengesteld:

van [km]	tot [km]	D [m]	Talud [tan $\alpha$ ]	Hs [m]	Tp [s]	Hs/ $\Delta D$ [-]	$\xi$ [-]	F [-]
55	60+10 m	0,21	0,277	1,5	7,74	4,20	2,19	7,08
60+10 m	62+20 m	0,21	0,277	2,16	6,96	6,05	1,64	8,41
62+20 m	64-40 m	0,27	0,263	2,1	6,8	4,57	1,54	6,09
64-40 m	71	0,25	0,263	2,1	6,8	4,94	1,54	6,58

Hierin is D de toplaagdikte, en F is een stabiliteitsfactor die wordt afgeleid uit de relatie:

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

### 3 LOCATIEBEZOEK

Op 1999-02-04 is de locatie Mosselbanken bezocht. Hierbij waren aanwezig: Rijkswaterstaat, Waterschap Zeeuws Vlaanderen, WL|Delft Hydraulics en GeoDelft.

Vooraf zijn 5 dwarsprofielen uitgezocht waar breekgaten in de bekleding worden gemaakt. De taludopbouw is over de gehele strekking min of meer uniform: er is sprake van graniet op een uitvullaag op een mijnsteenlaag in de getijzone. Hoger op het talud liggen vierkante betonblokken op klei. De betonblokken zijn al onvoldoende in de globale toetsing en worden verder niet beschouwd. De geavanceerde toetsing richt zich op de granietblokken, die geavanceerd getoetst moeten worden omdat deze ingezand zijn. Op iedere locatie is vrij dicht onder de overgang naar de betonblokken (op 0,5 à 1 meter onder de overgangsconstructie) een gat in de bekleding gemaakt om te kijken of de inzanding zich ook op dit relatief hoge niveau heeft doorgezet en met name of ook de mijnsteen is dichtgeslibd.

Verder dient opgemerkt te worden dat van dp 81 tot dp 71 een dusdanige aanzanding heeft plaatsgevonden dat zich een 'buitenberm' van zand heeft gevormd, zodat de granietbekleding geheel onder het zand verborgen ligt. Deze bekleding heeft men goedgekeurd. Ook op de andere locaties is een hoog voorland/strand aanwezig dat een deel van de graniet zetting bedekt.

#### 3.1 Dijkpaal 69

Dijkpaal 69 heeft een oriëntatie op het noorden en krijgt een vrij grote golfaanval te verwerken, ook onder frequent optredende stormen. Er is voor zover de beheerder bekend nog nooit schade in dit vak opgetreden. Foto 1 geeft een indruk van het dijkvak, gezien in oostelijke richting. Op de achtergrond ligt DOW Chemical.

Er ligt een voorland, waarbij het zand tot op de glooiing is afgezet. Hoog op het talud is van boven af geen zand te zien, wel schelpen en steentjes (foto 2). Foto 3 laat zien dat de graniet volledig is dichtgeslibd, evenals het dunne (enkele centimeters) uitvullaagje van bruine fosforslakken (foto 4). Hieronder ligt mijnsteen. De bovenste tien centimeter gerekend vanaf het oppervlak is een bruine kleur zichtbaar die erop duidt dat hier zand in de mijnsteen is gedrongen. Op grotere diepte is de mijnsteen zwart, maar kleven er nog wel fijne, zandachtige delen aan de grotere brokken vast. De mijnsteen is vrijwel ondoorlatend; als er water in het gat wordt gezet zakt dit niet waarneembaar. De mijnsteen lijkt ongesorteerd.

De blokken zijn variabel van grootte, een gemiddeld blok is ongeveer 38 bij 25 cm (geschat). Opgemeten diktes zijn 19 en 20 cm.

#### 3.2 Dijkpaal 66

Dijkpaal 66 heeft dezelfde oriëntatie als dijkpaal 69. Foto 5 geeft een indruk van de toplaag. De blokken liggen sterk geklemd, het kost moeite een blok te lichten. De granietblokken kunnen zowel op hun kop (oppervlak ca 20x20 cm<sup>2</sup>) als op hun kant (oppervlak ca 31x20 cm<sup>2</sup>) zijn gezet. De gemeten diktes zijn respectievelijk 25, 21 cm dik en 27, 27 cm dik. Zowel de blokken als de filterlaag is

volledig gevuld met slib, zand en schelpen. Ook hier geldt dat het water dat in het gat in de mijnsteen is gezet nauwelijks wegloopt: de zaksnelheid was orde 2 cm/minuut.

Tussen ruwweg dp 65 en dp 64 is een stukje wat minder van kwaliteit; het oppervlak is wat minder gelijkmatig dan op de overige stukken: de stenen zijn niet helemaal rechthoekig, waardoor hier en daar brede spleten ontstaan en de rijen niet helemaal recht lopen.

### 3.3 Dijkpaal 63

Dijkpaal 63 ligt in de bocht naar de haven (foto 6). In de bocht is de constructie wat aangepast, in die zin dat de granietblokken overwegend op hun kop zijn geplaatst om een grotere dikte van de top laag te krijgen. De gemeten diktes bedragen 30 en 32 cm. De gemeten blokkoppervlakken zijn: 20x25, 20x20, en 20x30 cm<sup>2</sup>. De blokken zijn goed sluitend gezet met spleten van 1 tot 4 cm.

Onder de blokken bevindt zich een uitvullaag van wat grovere grijze slakken en granietbrokken (foto 7). Deze laag is dusdanig hard en verkit dat het niet lukte om een gat tot op de mijnsteen te graven. Er is daarom water in het gat in de uitvullaag gezet. Dit water loopt met een snelheid van ongeveer 1 à 2 cm per minuut weg. Een deel van het water zal echter ook via de top laag naar beneden zijn gelopen. Zekerheid omtrent de mijnsteen laag kon niet worden verkregen.

### 3.4 Dijkpaal 61

De oriëntatie van de dijk bij dijkpaal 61 is zuidoost. De dijk draait hier de haven in. Op de locatie is sprake van inzanding, er liggen zelfs hoopjes zand op het talud (foto 8). In dit geval betreft het daadwerkelijk zand, en geen slib en schelpen zoals op de andere locaties. Er ligt hier een hoog voorland. Het blok dat is gelicht komt vrij makkelijk uit de zetting. De dikte van het blok is 22 cm. De spleten tussen de blokken zijn ingezand (zie foto 9). Ook hier geldt dat de slakken onder top laag hard zijn en moeilijk zijn weg te graven. Het lukt hier wel een gat tot in de mijnsteen te graven. Het water dat in dit gat is gezet loopt nauwelijks weg.

### 3.5 Dijkpaal 58

Deze locatie heeft dezelfde oriëntatie als dijkpaal 61 en bevindt zich verder de haven in (zie foto 10). Ook hier is sprake van inslibbing van de top laag, maar hier betreft het zand, slib en schelpen, en niet enkel zand (foto 11). Het filter is volgeslibd (foto 12).

De mijnsteen is hier wat fijner en lossere, maar als er water in het gat gezet wordt, loopt dit niet merkbaar weg. Het blok dat uit de zetting is gehaald is 22 cm dik. Het blokkoppervlak is 21x30 cm<sup>2</sup>.

## 4 Conclusies

Voor de locatie Mosselbanken is fase 1 van de geavanceerde toetsing uitgevoerd. Er is over de volledige hoogte van de granietblokken sprake van een volledig ingezande en dichtgeslibde zetting. Dit geldt zowel voor de toplaag als de onderlagen.

Bij de beoordeling spelen de resultaten uit het Deltagoot-onderzoek (proevenserie 4d: ingezande granietblokken op een ingezand filter) een rol. Bij deze proeven bleek dat bij hoge golven (tot 1,7 m) en een hoge F-waarde (F is op te vatten als een aanduiding voor de stabiliteit) van 7,1 geen blokbeweging optrad. Dat is opmerkelijk, omdat voor de meeste zettingen wordt gesteld dat bij waarden voor F groter dan 6 het vertrouwen in de voorspelling afneemt en de zetting dus wordt afgekeurd. Uit het Deltagootonderzoek blijkt dat in dit geval een hogere waarde voor F bereikt kan worden.

Dit wil niet zeggen dat dit voor de Mosselbanken ook het geval is. Een belangrijk verschil is de lek lengte van beide constructies. Hoewel de lek lengte-theorie niet meer geheel geldig is voor dit type constructie met zulke lage doorlatendheden wordt toch van lek lengtes gebruik gemaakt om de constructie te typeren. In de Deltagoot is (ondanks de aanwezigheid van een 80 cm dikke mijnsteenlaag) een constructie gebouwd met een betrekkelijk kleine lek lengte van ongeveer 0,4 m. Bij de Mosselbanken is een 1,2 meter dikke mijnsteenlaag aanwezig, en kunnen er geen garanties worden gegeven dat de eigenschappen van de toplaag en onderlagen tenminste even gunstig zijn als bij de constructie in de Deltagoot het geval is geweest. De verwachting is dat de constructie op de Mosselbanken waarschijnlijk een grotere lek lengte zal hebben. Het Deltagoot-resultaat kan dan ook niet gebruikt worden om de zetting van de Mosselbanken goed te keuren. Uit de in werkelijkheid bij de Mosselbanken aanwezige F-waarden (tussen 6,1 en 8,4) volgt daarom het oordeel: afgekeurd wegens gebrek aan vertrouwen in modellen die zo'n hoge stabiliteit voorspellen.

Concluderend is het oordeel, dat de aanwijzingen dat de granietbekleding op de Mosselbanken niet voldoet sterker doorwegen dan de mogelijke aanwijzingen dat de zetting beter is en de overdrukken onder de blokken minder groot dan wordt uitgerekend. De granietbekleding wordt afgekeurd.



# BIJLAGEN







Postbus 69  
2600 AB Delft

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

d.d.  
2000-12-20

get.  
Lier

MOSELBANKEN

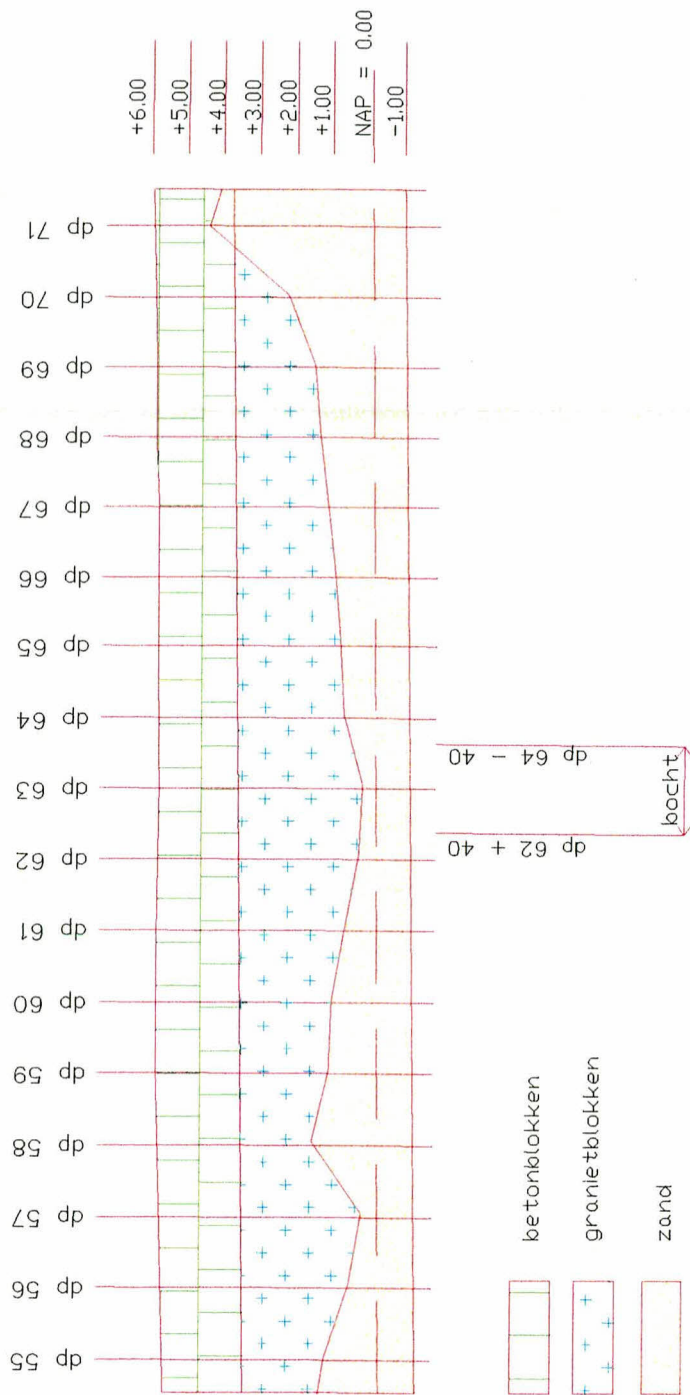
CO-386350

gez.

LOCATIE DIJKVAK

BIJL. 2.1

form.  
A4



Postbus 69  
2600 AB Delft

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

d.d.  
2000-12-20

get.  
Lier

MOSSSELBANKEN

CO-386350

gez.

OVERZICHT BEKLEINGEN

BIJL. 2.2

form.

A4



Foto 1 Overzicht van de lokatie vanaf dp 69 in oostelijke richting

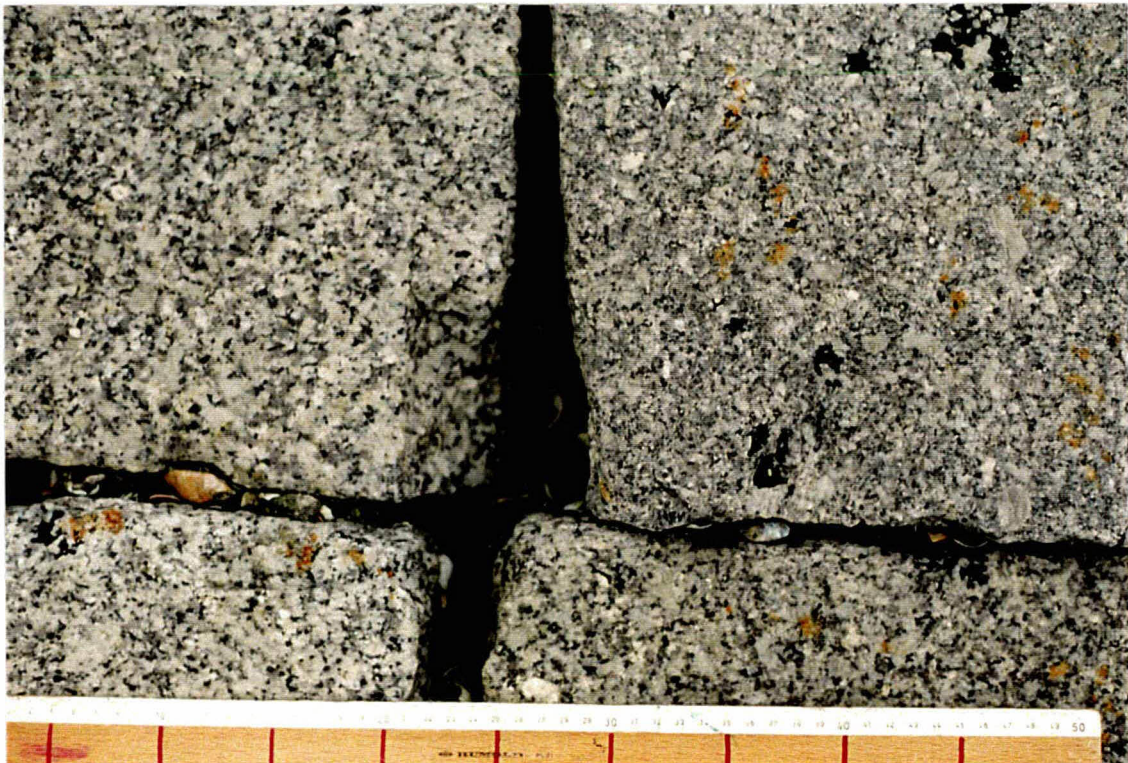


Foto 2 Spleten tussen de blokken (dp 69)



Foto 3 Gat in de bekleding (dp 69). De spleten tussen de granietblokken zijn dichtgeslibd.



Foto 4 Filter van fosforslakken (dp 69)

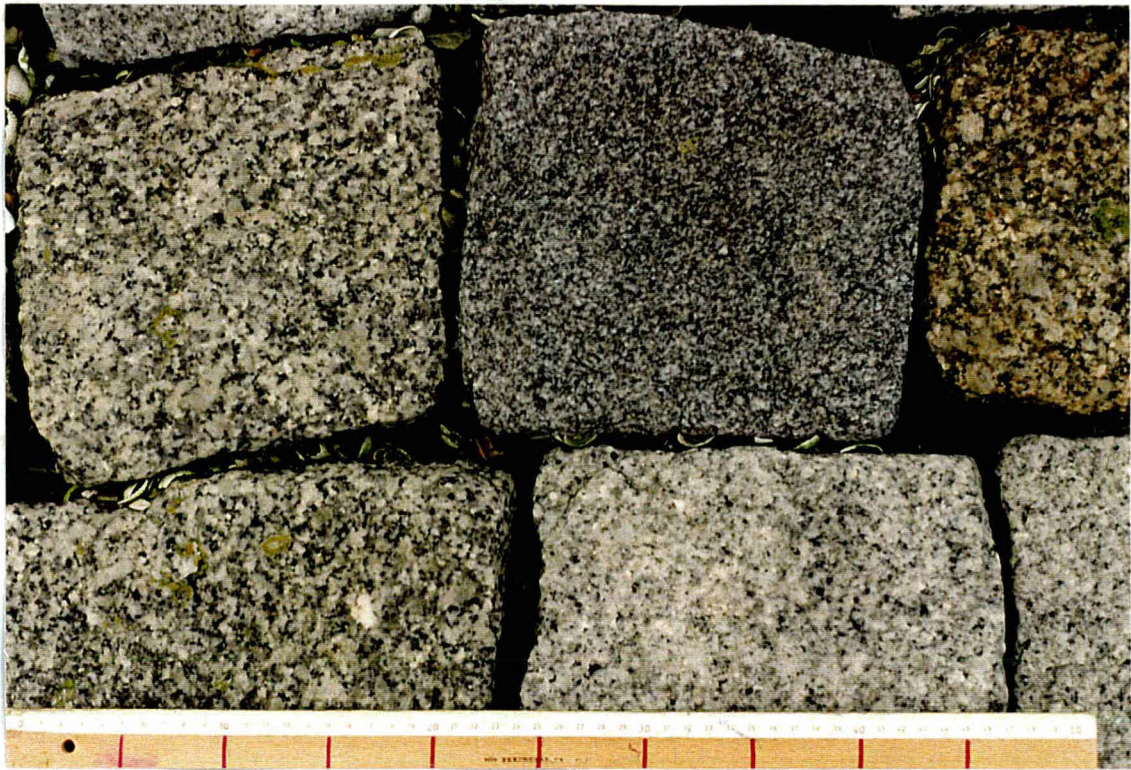


Foto 5 Spletten tussen de blokken (dp 66).



Foto 6 Situatie in de bocht bij dp 63



Foto 7 Gat in de bekleding bij dp 63.



Foto 8 Sterke aanzanding bij dp 61.

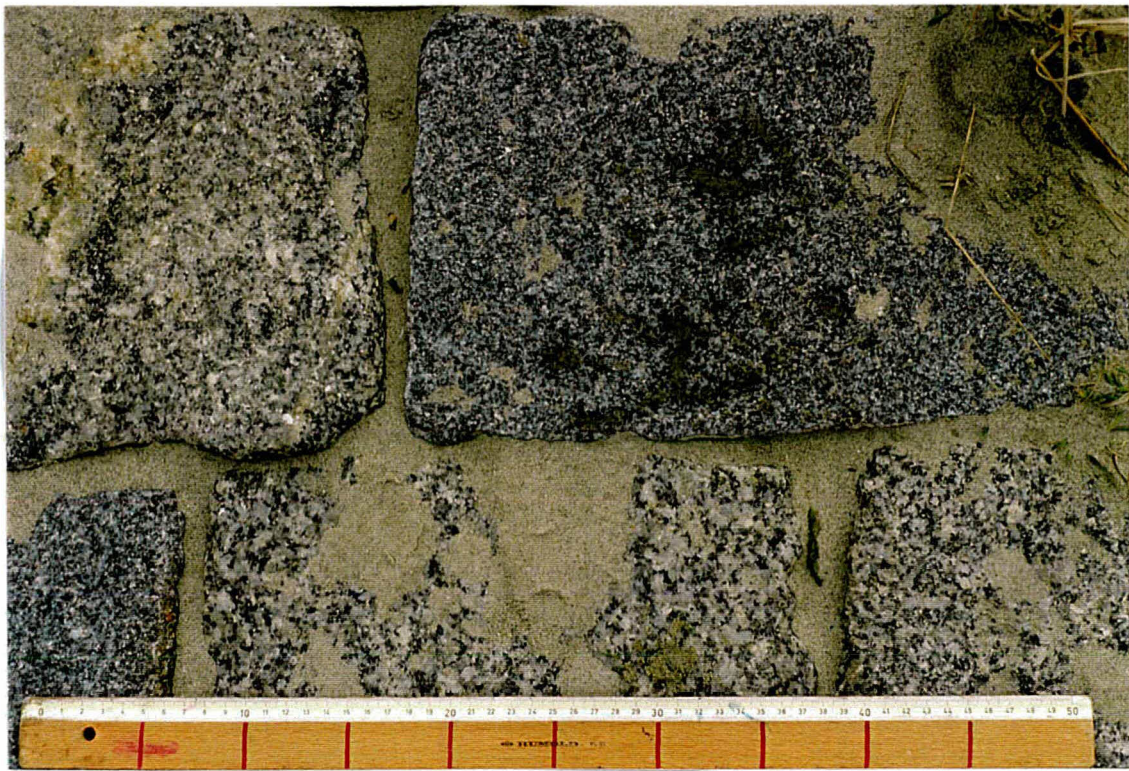


Foto 9 Spletten tussen de blokken bij dp 61.



Foto 10 Situatie bij dp 58, gezien in oostelijke richting.





Foto 11 Spleten tussen de blokken bij dp 58.



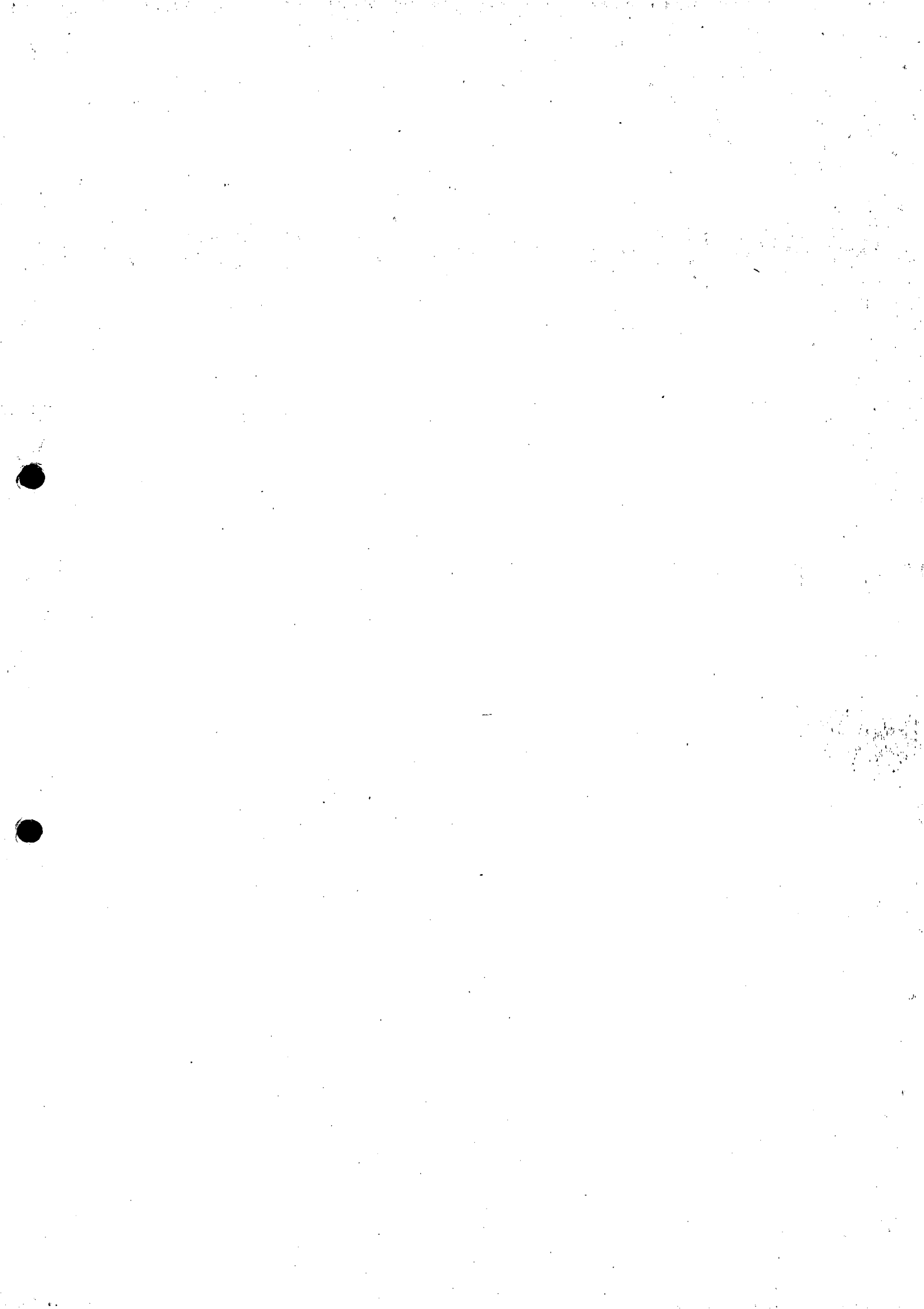
Foto 12 Gat in de bekleding bij dp 58.



Foto 13 Opstelling voor de getijmeting



Foto 14 Aanbrengen van de geleiderails voor de meetbalk op het talud (stormmeting)



Postbus 69  
NL-2600 AB Delft  
Stieltjesweg 2  
NL-2628 CK Delft  
Telefoon (015) 2693500  
Telefax (015) 2610821  
info@geodelft.nl  
www.geodelft.nl