

dienst **weg en water** bouwkunde

g.5-226

Behoort bij brief van de
hoofdingenieur-directeur
van de dienst weg- en
waterbouwkunde te Delft

d.d. 13 MAART 1991

nr. 911519

VEERHAVEN KRUININGEN

dimensionering havendijk

Nota : WBA-R-91.031

**Rijkswaterstaat
Dienst Weg en Waterbouwkunde
Hoofdafdeling Waterbouw
Afdeling Advisering Waterbouw**

februari 1991.

B I D O C
(bibliotheek en documentatie)



Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 CA DELFT
Tel. 015 - 2518 363/364

1. Rapport nr. WBA-R-91.031	2. Serie nr.	3. Ontvanger catalogus nummer	
4. Titel en sub-titel VEERHAVEN KRUININGEN dimensionering havendijk		5. Datum rapport 26-02-1991	
		6. Kode uitvoerende organisatie	
		8. Nr. rapport uitvoerende organisatie	
7. Schrijvers: B.F.VONK		10. Projektnaam : HAVEN.KRUIIN W90.05/10	
9. Naam en adres opdrachtnemer RWS, Dienst Weg- en Waterbouwkunde Hoofdafdeling Waterbouw Afdeling Advisering Waterbouw			
12. Naam en adres opdrachtgever RWS Directie Zeeland Dienstkring Schelde-Rijn		11. Kontaktnummer:	
		13. Type rapport : rapport	
		14. Kode andere opdrachtgever	
15. Opmerkingen : uit dit rapport blijkt dat aanvullend terreinonderzoek noodzakelijk is. Nadat dit terreinonderzoek is uitgevoerd zullen de toegepaste parameters geïkt moeten worden en eventueel nieuwe berekeningen uitgevoerd worden.			
16. Referaat : In dit rapport wordt voor de havendijken in de Veerhaven Kruieningen aan de hand van de hydraulische belastingen de benodigde geometrie van de dijk vastgesteld, waarna de veiligheid van de dijk in huidige en aangepaste situatie met betrekking tot opdrijven, piping en stabiliteit wordt beoordeeld. Met name door een grote stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond wordt de veiligheid van de dijk nadelig beïnvloedt. Aanvullende maatregelen zoals het vergraven van de kwelsloot en het verzoeken van de tussenberm worden noodzakelijk geacht. Voor de dijkbekleding wordt toepassing van basaltzuilen of basalttonzuilen op een granulaïr filter van gebroken haringmanblokken en een geotextiel geadviseerd. Bekleding met betonblokken is niet mogelijk			
17. Trefwoorden geotechniek / grondwaterstroming / dijkbekleding dijkstabiliteit / opdrijven / piping		18. Distributie systeem verkrijgbaar via de DWW,afd WBA	
19. Classificatie	20. Classificatie deze pagina	21. Aant. blz. 30(49)+1bijl.	22 Prijs

INHOUD

1	SAMENVATTING	1
2	INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	2
3	HUIDIGE SITUATIE	3
	3.1 geometrie dijk	3
	3.2 profielopbouw ondergrond	3
4	HYDROLOGIE	5
	4.1 uitgangspunten	5
	4.2 hydraulische belasting	6
	4.3 grondwaterstanden	6
	4.3.1 freatische lijn	6
	4.3.2 potentiaal grondwater zandondergrond	7
5	BENODIGDE GEOMETRIE DIJK	10
	5.1 kruinhoogte	10
	5.2 aangepaste taludvormen	11
6	BEOORDELING VEILIGHEID DIJK	12
	6.1 opdrijf- en kwelweglengte	12
	6.2 opdrijven achterland	12
	6.3 stabiliteitsberekeningen	13
	6.3.1 stabiliteit huidige situatie	13
	6.3.2 aangepaste situatie	13
7	DIJKBEKLEDING	16
	7.1 toplaag	16
	7.1.1 basalt	16
	7.1.2 basaltton	16
	7.1.3 betonblokken	17
	7.2 granulair filter	17
	7.3 geotextiel	18
	7.4 teenconstructie	18
	7.5 binnentalud	18
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	19
	8.1 conclusies	19
	8.1.1 geometrie dijk	19
	8.1.2 veiligheid dijk	19
	8.1.3 dijkbekleding	20
	8.2 aanbevelingen	21
	BIJLAGE 1 : grondonderzoek kleibekleding	los
	BIJLAGE 2 : dimensionering dijk huidige situatie	23
	BIJLAGE 3 : dimensionering dijk bij flauwere taluds	24
	BIJLAGE 4 : dimensionering dijk bij tussenberm	25
	BIJLAGE 5 : dimensionering dijkbekleding	26
	BIJLAGE 6 : alternatieve materialen	28

1 SAMENVATTING

Naar aanleiding van de vraag van de directie Zeeland, dienstkring Schelde-Rijn, om een nieuwe dijkbekleding voor de dijken van de Veerhaven Kruiningen te berekenen, is door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde een dijkbekledingsadvies opgesteld. Tijdens het opstellen van dit advies bleek dat met name de kruinhoogte van de dijk niet aan de normen voldeed. In overleg met de directie Zeeland zijn vervolgens, naast de dimensioneringsberekeningen van de dijkbekleding, de benodigde aanpassingen bekeken waarbij de dijk wel aan de normen voldoet.

De volgende aanpassings/verbeteringswerkzaamheden worden noodzakelijk geacht:

- kruinhoogte dijk NAP +8.30 m
- buiten talud 1:4 van NAP +8.30 m tot NAP +4.80 m
- tussenberm op NAP +4.80 m, 5.00 m breed, helling 1:10
- buitentalud 1:3 van NAP +4.80 m tot NAP -1.00 m
- handhaven teenconstructie
- binnen talud 1:2.5 van NAP +8.30 m tot NAP +0.60 m
- aanbrengen van 0.25 à 0.45 m extra klei op het binnentalud
- berm breed 19.5 m helling 1:10
- polderweg op deze berm aanbrengen
- kwelsloot

De veiligheid van de dijk met betrekking tot opdrijven, piping, stabiliteit (afschuiven) en erosie voldoet dan aan de gestelde eisen.

Tijdens het graafwerkzaamheden moet zeer zorgvuldig de aanwezige klei gescheiden worden van het onderliggende zandlichaam. **Vermenging met zand kan leiden tot afkeuring van het klei als dijkbekledingsmateriaal.**

De dijkbekleding van het buitentalud kan bestaan uit basaltzuilen 0.15 * 0.20 * 0.30 m (in depot aanwezig). Als alternatief kunnen basaltzuilen met een dikte van 0.35 m toegepast worden. Het toepassen van betonblokken is niet mogelijk. De zuilen inwassen met grind. Onder de zuilen een granulair filter dik 0.15 m aanbrengen (bijvoorbeeld gebroken haringmanblokken 4/40 mm). Tussen het granulair filter en de kleiondergrond een geotextiel aanbrengen om uitspoelen van het klei te voorkomen.

Wegens onvoldoende gegevens met betrekking tot de profielopbouw van de ondergrond en de grondparameters, aannames en schattingen gedaan. De in dit advies uitgevoerde berekeningen moeten daarom met de benodigde terughoudendheid worden bekeken. Toch kan worden gesteld dat bovengenoemde verbeteringsmaatregelen in grote lijnen noodzakelijk zullen zijn.

Wel wordt geadviseerd, gezien de omvang van de verbeteringswerkzaamheden, een aanvullend terreinonderzoek te laten uitvoeren.

2 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Bij de Veerhaven Kruiningen is met name de stabiliteit en de kwaliteit van de dijkbekleding over grote gedeelten van de dijk onvoldoende.

De dijkbekleding bestaat uit betonnen blokken of zuiltjes op een kleiondergrond. Door o.a. uitspoeling van klei is de bekleding plaatselijk verzakt en vertoont deze een onregelmatige ligging.

In opdracht van de Directie Zeeland, dienstkring Schelde Rijn, is door de Dienst Weg en Waterbouwkunde een advies opgesteld met betrekking tot de aan te passen dijkbekleding.

Tijdens de uitwerking van deze opdracht bleek het ook noodzakelijk te zijn de veiligheid van de dijk te beoordelen met betrekking tot :

- minimaal benodigde kruinhoogte;
- kwelweglengte;
- opdrijven achterland
- piping
- stabiliteit dijklichaam

In dit advies is in hoofdstuk 3 de plaatselijke situatie omschreven. In hoofdstuk 4 zijn de hydraulische belastingen berekend. In hoofdstuk 5 is de gewenste geometrie van de dijk bepaald, waarna in hoofdstuk 6 de veiligheid van de dijk is beoordeeld zoals, de benodigde kwelweglengte, de kans op opdrijven van het achterland en de stabiliteit van de dijk. In hoofdstuk 7 is de dijkbekleding gedimensioneerd. In hoofdstuk 8 zijn aanbevelingen met betrekking tot de uitvoering gedaan en in hoofdstuk 9 zijn de conclusies van dit advies weergegeven.

3 HUIDIGE SITUATIE

Aan de hand van een bespreking met de beheerder, een terreinbezoek en ter beschikking gestelde overzichtstekeningen en dwarsprofielen is de huidige situatie als volgt te omschrijven.

De verzakkingen en uitspoelingen zijn met name in de oostelijke dijken aangetroffen. De oostelijke dijk is een hoofdwaterkering. Daarnaast komen in de noordelijke havendijk plaatselijk deformaties in de bekleding voor. Omdat de geometrie van de noordelijke dijken vergelijkbaar zijn met de oostelijke dijken en de hydraulische belastingen voor de oostelijke dijken maatgevend zijn, is in dit advies alleen de oostelijke dijk beschouwd. De resultaten van de berekeningen kunnen (voorzover nodig) ook voor de noordelijke dijk als van toepassing worden beschouwd

3.1 geometrie dijk

De huidige geometrie van dijk is als volgt:

-kruinhoogte NAP + 7.80 m;

-buitentalud

- *grastalud 1:5 van NAP + 7.80 m tot + 7.50 m;
- *grastalud 1:3 $\frac{1}{4}$ van NAP + 7.50 m tot + 4.50 m;
- *talud betonzuilen 1:3 van NAP + 4.50 m tot + 3.80 m;
- *talud haringmanblokken 1:3 van NAP + 3.80 m tot - 1.00m;
- *teenconstructie met een breuksteen bestorting;
- *breedte kreukelberm 12.50 m op NAP -1.00 m;
- *talud breuksteen 1:5 van NAP -1.00 m tot - 8.00 m
(bodem).

-binnentalud

- *grastalud 1:2.5 van NAP + 7.80 m tot + 5.20 m
- *breedte tussenberm ca 6.00 m op ca NAP + 5.00 m
- *grastalud 1:2.5 van NAP + 4.80 m tot -0.40 m
- *wegbreedte 5.00 m op NAP -0.40 m

-kwelsloot

- *afmetingen niet bekend, aangenomen:
 - taluds 1: 1.5
 - bodemdiepte NAP -2.90 m
 - bodembreedte 1.5 m

3.2 profielopbouw ondergrond

Uit boorgegevens uit het boorarchief van Vlissingen en uit aanvullend terreinonderzoek naar de kleidek op de dijk, is de profielopbouw van de ondergrond geschematiseerd (zie tabel 1) Gegevens over de grondmechanische parameters zijn niet aanwezig. Voor de berekeningen zijn deze waarden op basis van ervaringscijfers geschat.

tabel 1 : schematisatie profielopbouw t.p.v. kruin dijk

diepte	grondsoort	verzadigd volumege- wicht	droog volumege- wicht	wrijvings- hoek ϕ	cohesie	doorlatend- heid
in m t.o.v. NAP		kN/m ³	kN/m ³	graden	kN/m ²	m/s
+7.80 - +8.80	klei/leem	15.5	15.0	24	2.0	2.89 E-07
+8.80 - -1.25	zand	20.0	17.0	30	0.0	1.15 E-04
-1.25 - -1.85	klei	17.5	16.0	24	5.0	2.89 E-07
-1.85 - -2.65	veen	11.0	9.8	25	4.0	5.79 E-08
-2.65 - -3.65	klei	17.5	15.5	26	4.0	2.89 E-07
-3.65 - -4.15	kleiig zand	19.0	16.5	28	0.5	2.32 E-06
-4.15 - \approx -25.0	zand (eerste watervoerend pakket)	20.0	17.0	35	0.0	1.15 E-04

Voor het vaststellen van de samenstelling van de klei op het buitentalud is een terreinonderzoek uitgevoerd bestaande uit 8 ondiepe boringen en het nemen van kleimonsters (5 onder de blokkenbekleding en 3 in het grastalud). Vervolgens zijn de korrelverdelingen, de plasticiteitsindex, het organisch stofgehalte en het kalkgehalte bepaald. De resultaten van dit onderzoek (zie bijlage 1) is samengevat in tabel 2.

tabel 2 : samenvatting laboratoriumonderzoek kleibekleding

monster	zandge- halte	D50	D90	vloei- grens	plastici- teitsindex	organisch stofgehalte	kalkgehalte
nr	% [m/m]	μm	μm	%	%	% [m/m]	% [m/m]
blokken							
1	13	8	106	74.9	50.2	< 0.01	< 0.01
3	10	10	63	66.4	41.8	0.9	< 0.01
4	36	37	190	47.7	27.7	1.1	17.8
6	38	14	230	49.0	31.1	1.3	< 0.01
8	33	15	200	56.3	34.1	< 0.01	13.0
grastalud							
2	20	14	150	57.9	25.3	< 0.01	< 0.01
5	38	24	210	38.7	20.8	< 0.01	< 0.01
7	32	36	125	38.2	18.7	< 0.01	14.5

In de leidraad voor dimensionering van cementbetonnen dijkbe-
kledingen worden de volgende eisen aan de klei gesteld:

- Zandgehalte $Z_k < 40 \%$
- Vloei-grens $W_1 > 45 \%$
- Plasticiteitsindex $I_p > 0.73 * (W_1 - 20)$
- Organisch stofgehalte $H_k < 8 \%$
- CaCO₃ gehalte $< 25 \%$

Uit tabel 2 blijkt dat het klei onder en boven de bekleding
voldoet aan de gestelde eisen.

4 HYDROLOGIE

In dit hoofdstuk zijn in de eerste paragraaf de uitgangspunten voor de berekeningen vastgesteld, in de tweede paragraaf zijn de hydraulische belastingen op de dijk zoals de significante golfhoogte, de golfperiode en de golflengte bepaald en in de derde paragraaf zijn de grondwaterstromingen in en onder de dijk berekend.

4.1 uitgangspunten

In 1976 zijn dijkhoogteberekeningen uitgevoerd voor de dijken langs de Westerschelde. De toen gehanteerde uitgangspunten komen overeen met de nu gehanteerde normen. In dit hoofdstuk worden deze uitgangspunten gegeven.

Afhankelijk van de windrichting en de strijklengte zijn drie maatgevende situaties berekend, te weten:

tabel 3 : uitgangspunten hydraulische berekeningen

situatie	A	B	C
-overschrijdingsfrequentie	1/4000	1/4000	1/4000
-windrichting	240 °	180 °	270 °
-windsnelheid m/s	26,0	21,0	33.5
-strijklengte km *	≈ 10	≈ 6	≈ 7
-stormvloedpeil m+NAP**	4.80	4.80	4.80
-bodemdpte buiten haven in m t.o.v. NAP	-12.05 à +0.20	-14.90 à -5.50	-33.00 à +0.30
-bodemdpte binnen haven in m t.o.v. NAP	-9.00 à -8.50	-10.00 à -9.50	-9.00 à -1.35
-buiotooteffect in m	0.15	0.15	0.15
-overhoogte in m	0.50	0.50	0.50

* De strijklengte is afstand open water waarover door de wind de golfhoogte kan groeien. De golfhoogte wordt mede bepaald door de diepte van het water. Per situatie komen vakken voor lengten van 1 à 2 km en diepten van NAP - 33,00 tot +0,30 m voor.

** Het stormvloedpeil bij Noordwesten wind (windrichting 320°) wordt bepaald door het Gemiddelde Springtij (NAP +2.26 bij Hansweert) vermeerderd met een opzet van 3.64m. Voor een andere windrichting moet als stormvloedpeil aangehouden worden Gemiddeld Springtij vermeerderd met de cosinus van de veranderde windrichting vermenigvuldigd met de opzet. Bij te grote hoekverdraaiingen wordt deze methode te onnauwkeurig. Daarom is uitgegaan van een maximale hoekverdraaiing van 45°

4.2 hydraulische belasting

Met behulp van de berekeningsmethoden van Bretschneider is de significante golfhoogte en golfperiode buiten de haven tot voor de havendammen berekend.

Omdat de golven vervolgens om de havendammen moeten buigen (diffractie) en over de havendammen zullen lopen (transmissie) zal voor de golfhoogte binnen de haven met een reductiecoëfficiënt moeten worden gerekend.

Vervolgens zal door het ondieper worden van de haven nabij de dijken rekening moeten worden gehouden met "shoaling". Dit effect is berekend met het programma "ENDEC". In tabel 4 zijn de resultaten van deze berekeningen samengevat

tabel 4 : berekening hydraulische belastingen

parameter	situatie A	situatie B	situatie C
H_s Bretschneider tot voor havendam in m	1.60	1.17	2.00
T_s Bretschneider in sec	4.51	3.87	4.94
K_t reductiecoëff. transmissie	0.51	0.54	0.50
K_d reductiecoëff. diffractie	1.10	1.13	0.75
K totale reductiecoëff. $K = \sqrt{K_t^2 + K_d^2}$	1.21	1.13	0.90
H_s achter havendam in m	1.95	1.32	1.80
H_s bij de dijk (ENDEC) in m	1.94	1.32	1.79
T_s bij de dijk (ENDEC) in sec	4.51	3.87	4.94
golflengte L_{cp} in m	31.73	23.36	38.07

Uit bovenstaande tabel blijkt dat situaties A en C maatgevend zijn. Voor de verdere berekeningen is uitgegaan van situatie A

4.3 grondwaterstanden

Voor het maken van stabiliteitsberekeningen moeten de freatische lijn in het dijklichaam en het verloop van de stijghoogte (potentiaal) van het grondwater in het eerste watervoerende pakket bekend zijn.

4.3.1 freatische lijn

Voor het vaststellen van de freatische lijn is gebruik gemaakt van het computerprogramma MSEEP. Uit berekeningen blijkt dat de freatische lijn als een praktisch rechte lijn van het snij-

punt van het buiten waterstand met het buitentalud de dijk naar het snijpunt van het polderpeil met het binnentalud van de dijk loopt. Dit is te verklaren door het feit dat de dijk uit een zandkern bestaat en de poldersloot als een soort drain zal fungeren.

4.3.2 potentiaal grondwater zandondergrond

Het verloop van de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond (potentiaal) is moeilijker vast te stellen omdat veel gegevens ontbreken, zoals :

- doorlatendheid zandondergrond en afdekkend pakket;
- dikte zandondergrond;
- dikte afdekkend pakket achterland;
- kwelsloot-afmetingen (diepte en breedte);
- de aanwezigheid van wellen in de kwelsloot;
- de aanwezigheid van een afdekkend pakket (baggerslib) op de bodem van de haven.

Met behulp van de beschikbare gegevens is een schatting gedaan van het verloop van de potentiaal, waarbij boven- en ondergrenzen zijn toegepast. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de veerhaven is uitgebaggerd, zodat het buitenwater in directe verbinding staat met de zandondergrond. In de praktijk zal blijken dat de bagger/sliblaag als een slecht doorlatende laag zal werken, waardoor de potentiaal in de zandondergrond minder wordt beïnvloedt door het buitenwater.

In eerste instantie is uitgegaan van een stationaire grondwaterstroming (constant hoog water in veerhaven). In tabel 5 zijn de berekeningen van de potentialen ter plaatsen van de kwelsloot voor een stationaire grondwaterstroming samengevat (onder en bovengrenzen).

tabel 5: potentiaal zandondergrond; stationaire berekening

situatie	Waterstand in haven	min. potentiaal in zandondergrond t.p.v. kwelsloot	max. potentiaal in zandondergrond t.p.v. kwelsloot
	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP
1	+ 3.00	+ 1.02	+ 2.18
2	+ 4.00	+ 1.63	+ 3.01
3	+ 4.50	+ 1.93	+ 3.43
4	+ 5.00	+ 2.24	+ 3.85
5	+ 5.50	+ 2.55	+ 4.27
6	+ 5.80	+ 2.73	+ 4.52

In de praktijk zal door getijwerking geen sprake zijn van een stationaire situatie, maar zal door getijwerking het maximale stormvloedpeil eens in de 12 uur aanwezig kunnen zijn. Met het programma WATEX is daarom een niet stationaire situatie door-gerekend. In tabel 6 zijn de berekeningsresultaten weergegeven voor een golfduur van 12 uur:

tabel 6: potentiaal zandondergrond;niet stationaire berekening

situatie	Waterstand in haven	min. potentiaal in zandondergrond tpv kwelsloot	max. potentiaal in zandondergrond tpv kwelsloot
	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP
1	+ 3.00	+ 0.29	+ 0.72
2	+ 4.00	+ 0.39	+ 0.96
3	+ 4.50	+ 0.44	+ 1.08
4	+ 5.00	+ 0.49	+ 1.21
5	+ 5.50	+ 0.53	+ 1.33
6	+ 5.80	+ 0.56	+ 1.40

Als wordt uitgegaan van een minimale waterdiepte in de kwelsloot van 0.80 m en een polderpeil van NAP -2.10 m, zal de bodem van de kwelsloot op NAP - 2.90 m liggen. Uit paragraaf 3.2 blijkt dat de bovenkant van het eerste watervoerende pakket op NAP - 4.15 m ligt. Dit betekent dat onder de slootbodem nog een afdekkend pakket van ca 1.25 m klei aanwezig is.

Uit evenwichtsberekeningen volgt dat bij een grenspotentiaal in de zandondergrond van NAP - 0.90 m de bodem van de kwelsloot zal opbarsten en dat wellen zullen ontstaan.

Met behulp van de beschikbare gegevens en zo reëel mogelijk gedane aannames kan geconcludeerd worden dat de in de huidige situatie optredende potentialen in de zandondergrond hoger zijn dan de grenspotentiaal. Dit betekent dat deformaties van de slootbodem in de kwelsloot waarschijnlijk zijn, met als gevolg het ontstaan van wellen.

De wellen zullen als een soort ventiel kunnen werken, waardoor de potentiaal onder het dijklichaam daalt.

In tabellen 7 en 8 is het verloop van de potentialen bij een stormvloedpeil van NAP +5.80 m op verschillende afstanden onder de dijk voor een stationaire en een niet stationaire grondwaterstandsverloop samengevat voor situaties waarbij geen en wel wellen in de kwelsloot zijn ontstaan

tabel 7 : potentiaalverloop zandondergrond onder dijk;
stationaire berekening

afstand uit as dijk	potentiaal zonder wellen in kwelsloot	potentiaal met wellen in kwel- sloot
m	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP
-77	+ 5.80	+ 5.80
-55	+ 5.03	+ 5.03
-27	+ 4.40	+ 4.40
0	+ 3.56	+ 3.56
10	+ 3.25	+ 3.25
20	+ 2.96	+ 2.96
37	+ 2.53	+ 0.43
50	+ 2.24	+ 0.10
100	- 0.68	- 2.10

tabel 8 : potentiaalverloop zandondergrond onder dijk;
niet stationaire berekening

afstand uit as dijk	potentiaal zonder wellen in kwelsloot	potentiaal met wellen in kwel- sloot
m	m t.o.v. NAP	m t.o.v. NAP
-77	+ 5.80	+ 5.80
-55	+ 5.05	+ 5.05
-27	+ 4.30	+ 4.30
0	+ 2.99	+ 2.99
10	+ 2.43	+ 2.43
20	+ 1.98	+ 1.98
37	+ 1.40	- 0.70
50	+ 1.07	- 2.10
100	+ 0.38	- 2.10

5 BENODIGDE GEOMETRIE DIJK

In dit hoofdstuk wordt met behulp van de in hoofdstuk 4 berekende hydraulische belastingen, berekend wat de minimaal benodigde kruinhoogte is, tevens wordt aangegeven hoe met een aangepaste taludvorm een reductie van de kruinhoogte kan worden bereikt.

5.1 kruinhoogte

Om een vergelijking te kunnen maken met de aangrenzende dijkvakken zijn met dezelfde uitgangspunten zowel de dijk in de veerhaven als de dijken buiten de veerhaven berekend, bij een stormvloedpeil van NAP +4.80 m en + 5.80 m .

De benodigde kruinhoogte van de dijk is berekend met de 2% golfoploop formule.

De in deze formule gebruikte golfhoogte is o.a. afhankelijk van de lengte en de diepte van het open water waar de wind over waait (strijk lengte).

Het stormvloedpeil van NAP + 5.80 m treedt alleen op bij een noordwestenwind. In dit geval komt de wind over land en is er geen sprake van een strijk lengte. Toch blijkt in de praktijk dat er bij deze windrichting hoge golven ontstaan. Om de golven te kunnen kwantificeren, is de significante golfhoogte, die is berekend bij een windrichting van ca 270 ° (wind over water) gereduceerd met 50 % .

In bijlage 2 zijn de resultaten van de vergelijkende berekeningen voor dijken binnen de veerhaven en voor aangrenzende dijkvakken bij de twee stormvloedpeilen weergegeven (situatie 1 t/m 4).

Uit de berekeningen blijkt dat bij praktisch gelijke hydraulische belastingen de hoogte van de aangrenzende dijkvakken voldoen, maar dat de dijk in de veerhaven ca 1.80 m te laag is (situatie 3). Dit kan verklaard worden door het feit dat bij de aangrenzende dijkvakken het talud minder steil is (1:3,8 i.p.v. 1:3) en een berm aanwezig is die de golfoploop aanzienlijk reduceert.

Uit overslagberekeningen blijkt dat bij een maatgevend hoog water van NAP +4.80 m rekening moet worden gehouden met een overslagdebiet van meer dan 5 l/s/m.

Voor grastaluds wordt volgens "de leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken (deel 1)" een maximaal debiet van 0,1 l/s/m toegestaan. Het is dus gewenst om het overslagdebiet te beperken. Dit kan worden gerealiseerd door het verhogen van de kruin van de dijk, het flauwer maken van het talud en/of door het aanbrengen van een berm.

5.2 aangepaste taludvormen

Met name de golfhoogte en de golfoploop bepalen de benodigde kruinhoogte en het bijbehorende overslagdebiet. Door het toepassen van een flauwer talud of een tussenberm kunnen de golfhoogte en de golfoploop gereduceerd worden. In bijlage 3 zijn de effecten van alleen een flauwer talud (situatie 5 en 6) vergeleken met de aanwezige geometrie (situatie 3 en 4). In bijlage 4 is het effect van een tussenberm aangegeven (situatie 7 t/m 9)

Om zoveel mogelijk gebruik te kunnen maken van de bestaande geometrie van de dijk is de onderstaande geometrie van de dijk de meest voor de hand liggende oplossing (situatie 9). Wel zal dan de kruin van de dijk iets opgehoogd moeten worden tot NAP +8.30 m.

- kruinhoogte NAP +8.30 m
- talud 1:4 van NAP +8.30 m tot NAP +4.80 m
- tussenberm 5,00 m breed (helling 1:20)
- talud 1:3 van NAP +4.70 tot NAP -1.00 m
- bestaande teenconstructie handhaven

6 BEOORDELING VEILIGHEID DIJK

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens de berekeningen van de kwelzones (paragraaf 6.1), de kans op opdrijven van het achterland (paragraaf 6.2) en de stabiliteit van de dijk (paragraaf 6.3) behandeld.

6.1 opdrijf- en kwelweglengte

Met betrekking tot opdrijven en het ontstaan van zandmeevoerende wellen worden in de Leidraad voor het ontwerp van rivierdijken van de TAW, drie richtlijnen gegeven, te weten:

- binnen een bufferzone gelijk aan 5 maal de kerende hoogte (verschil buiten waterstand en polderpeil) van de dijk, gerekend vanaf het snijpunt van de stormvloedpeil met het binnentalud, mag geen opbarsten of opdrijven plaatsvinden;
- de minimale kwelweglengte (L_b) vanaf het mogelijke intredepunt van het water buitendijks tot het uitredepunt binnendijks moet gelijk zijn aan $L_b = c_w \cdot H$, waarin c_w een van de grondsoort afhankelijke coëfficiënt is (voor matig-fijn zand $c_w = 15$)
- door een hoge druk van grondwater in de zandondergrond mag de afdekkende (klei/leem) laag binnen de kwelweglengte niet opbarsten, dus het gewicht van de afdekkende laag binnendijks op het zand moet voldoende zijn om weerstand te bieden aan de potentiaal in de zandondergrond.

Het stormvloedpeil waarop de dijk wordt ontworpen is NAP + 5.80 m en het polderpeil ligt op NAP -2.10 m
De 5H zone bedraagt $5 * (5,80 - -2.10) = 39.50$ m
De 15H zone bedraagt $15 * (5.80 - -2.10) = 118.50$ m

Binnen de 5H-zone ligt een kwelsloot.

Binnen de 15H-zone is een afdekkende laag van klei en veen aanwezig met een dikte van ca 3.00 m, dus de aanwezige kwelweglengte is groter of gelijk aan de minimaal vereiste kwelweglengte.

6.2 opdrijven achterland

Uit evenwichtsberekeningen blijkt dat de grenspotentiaal waarbij de bodem van de kwelsloot zal opbarsten en wellen ontstaan NAP -0.90 m is en dat de grenspotentiaal waarbij het achter de kwelsloot gelegen land gaat opdrijven NAP + 1.60 m is.

Volgens tabel 8 paragraaf 4.3.2 blijkt dat de optredende potentialen NAP - 0.70 m à + 1.40 m kunnen bedragen. Dit betekent dat binnen veiligheidszone (5H) in het gunstigste geval alleen de bodem van de kwelsloot opbarst maar dat er ook een kans aanwezig is dat het achterland gaat opdrijven. Als de bodem van de kwelsloot opbarst kan vervolgens "piping" optreden (ontstaan van zandmeevoerende wellen die de standzekerheid van de dijk beïnvloeden). Bij het opdrijven van het achterland

neemt de horizontale steundruk van de dijk af en kan de dijk instabiel worden.

Geadviseerd wordt de kwelsloot tot buiten de veiligheidszone te verleggen en tussen de kwelsloot en de binnenteen van de dijk een verzwaring aan te brengen (ca 1.00 m klei).

6.3 stabiliteitsberekeningen

Voor de stabiliteitsberekeningen is uitgegaan van een situatie waarbij een hoge potentiaal aanwezig is (geen wellen in de slootbodem) en een situatie waarbij een lage potentiaal aanwezig is (wellen in de slootbodem). De stabiliteitsberekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma MSTAB.

6.3.1 stabiliteit huidige situatie

In tabel 9 zijn voor de huidige geometrie van de dijk voor bovengenoemde 4 situaties de resultaten van de stabiliteitsberekeningen weergegeven.

tabel 9 : stabiliteitsberekeningen huidige situatie

wellen in kwelsloot	veiligheidscoëfficiënt (stabiliteitsfactor) bij stationaire grondwaterstroming	veiligheidscoëfficiënt (stabiliteitsfactor) bij niet stationaire grondwaterstroming
niet aanwezig	0.812	1.093
wel aanwezig	1.048	1.314

Uit de berekeningen blijkt dat bij een stationaire grondwaterstroming de veiligheidscoëfficiënt kleiner of gelijk is aan 1.0, dit betekent theoretisch dat de dijk instabiel is en zal afschuiven. Omdat in de huidige situatie geen afschuivingen of deformaties van het binnentalud zijn opgetreden kan geconcludeerd worden dat de dijk stabiel is, en dat het uitgangspunt van stationaire grondwaterstroming te ongunstig is. In de verdere berekeningen zal daarom worden uitgegaan van potentialen in de zandondergrond bij niet stationaire grondwaterstroming (tabel 8).

Voor dijken wordt een minimale veiligheidscoëfficiënt van 1.30 vereist. Deze waarde wordt alleen bereikt bij niet-stationaire grondwaterstroming in combinatie met wellen in de kwelsloot.

6.3.2 aangepaste situatie

Als in het buitentalud een tussenberm wordt aangelegd (zie paragraaf 5.2), zal om binnen het bestaande ruimtebeslag van de dijk te kunnen blijven de tussenberm in het binnentalud

moeten komen te vervallen. Dit betekent dat van de kruin van de dijk tot de teen van de dijk één talud met een helling van 1 : 2½ komt te liggen.

Daarnaast zal de kruin van de dijk ca 0.50 m opgehoogd moeten worden om aan de gewenste kruinhoogte te kunnen voldoen.

De invloed van bovengenoemde maatregelen op de stabiliteit van dijk is in tabel 10 weergegeven

tabel 10 : stabiliteitsberekeningen aangepaste situatie

wellen in kwelsloot	veiligheidscoëfficiënt (stabiliteitsfactor) bij niet stationaire grondwaterstroming
niet aanwezig	1.023
wel aanwezig	1.186

Uit deze berekeningen blijkt dat stabiliteit van de dijk afneemt en in alle gevallen beneden de vereiste veiligheidscoëfficiënt komt.

Om de stabiliteitsfactor van de dijk aan de minimale veiligheidscoëfficiënt van 1.30 te kunnen laten voldoen zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk

Deze maatregelen kunnen bestaan uit:

- het dempen van de kwelsloot en deze meer naar het oosten toe opnieuw te graven (eventueel in combinatie met verzwaren van de onderberm en het verleggen van de weg);
- het voorkomen van het optreden van een hoge potentiaal in de zandondergrond (kwelschermen)

ad 1 Door de kwelsloot te dempen met klei, een nieuwe kwelsloot minimaal 12.5 m oostelijker te graven en de polderweg ca 12.5 m te verleggen, zal de stabiliteit van de dijk toenemen tot een veiligheidscoëfficiënt van 1.19 à 1.29 (zonder resp. met wellen in de kwelsloot)

Door het verzwaren van de berm tussen de teen van de dijk en de kwelsloot met ca 1.00 m klei neemt de stabiliteit toe tot respectievelijk 1.39 à 1.53

Als de kwelsloot 7 m extra wordt verlegd (dus in het totaal 19.5 m) komt de kwelsloot buiten de veiligheidszone (5H-zone) van de dijk te liggen.

ad 2 Het aanbrengen van een kwelscherm in de teen van het buitentalud van de dijk kan de horizontale grondwaterstroming door het eerste watervoerende pakket beperken (afhankelijk van de lengte van het scherm). Als ervan wordt uitgegaan dat de grondwaterstroming dusdanig wordt beperkt dat de potentiaal in de zandondergrond gelijk

wordt aan de freatische lijn in het dijklichaam (geen kwel en geen wegzijging) zal de stabiliteit toenemen tot een veiligheidscoëfficiënt van 1.35.

Door het dalen van de potentialen zal opdrijven van het achterland niet meer kunnen optreden.

Een dergelijk scherm is echter duur en kan invloed hebben op de waterhuishouding in de achterliggende polder.

7 DIJKBEKLEDING

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven moet de huidige dijkbekleding vervangen worden. Nabij het werk liggen basaltzuilen in depot. Bekeken is of deze blokken geschikt zijn als nieuwe dijkbekleding.

De dimensionering van de dijkbekleding is conform het "concept leidraad voor dimensioneren van cement betonnen dijkbekleding" uitgevoerd. De berekeningen zijn gecontroleerd met de "black-box" methode zoals in het handboek "Coastal Engineering" staat omschreven.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de huidige situatie. Daarnaast is een aangepaste situatie berekend met een talud 1:3/1:4 en een tussenberm van 5.00 m op NAP +4.80 m.

In het algemeen wordt er nadrukkelijk op gewezen dat tijdens het graafwerkzaamheden de aanwezige klei gescheiden worden van het onderliggende zandlichaam. **Vermenging van klei met zand kan leiden tot afkeuring van het klei als dijkbekledingsmateriaal.**

7.1 toplaag

7.1.1 basalt

In bijlage 5 staan de resultaten van de dimensioneringsberekeningen weergegeven (respectievelijk situatie 3; 4; 7 en 9)

Uit de berekeningen blijkt dat bij het toepassen van basaltzuilen met afmetingen van 0.15 * 0,20 * 0.30 m en een volumieke massa van 29 kN/m³, bij de berekende hydraulische belastingen geen steenbeweging zal optreden. Indien de in het depot aanwezige basaltzuilen voldoen aan deze afmetingen kan het als toplaag toegepast worden.

De bovenbegrenzing van de dijkbekleding bij een talud 1:3 en geen tussenberm (huidige situatie) moet op NAP + 7.20 m liggen, de onderbegrenzing op NAP +1.00 m.

In de aangepaste situatie waarbij een tussenberm is aangebracht op NAP +4.80 m en het talud onder en boven deze berm respectievelijk 1:3 en 1:4 is, moet de bovengrens van de dijkbekleding NAP +6.75 en de ondergrens NAP + 1.00 m zijn

De toplaag zal ingewassen moeten worden met steenslag of grind, waarvan de D_{f15} ca 3 mm moet zijn. Het inwasmateriaal moet een porositeit van 35 % hebben

7.1.2 basaltton

Omdat basalt een geringere volumieke massa heeft als basalt zullen de afmetingen (met name de dikte) van de basalt groter moeten zijn.

In bijlage 6 zijn de berekeningen voor toepassing van basalt samengevat. Hieruit blijkt dat bij ingewassen blokken met een dikte van 0.35 m, de significante golfhoogte (1.94 m) iets groter is dan de kritieke golfhoogte (1.87 m). Volgens de gevolgde ontwerpmethodiek zal dus onder maatgevende omstandigheden beweging in één zuil kunnen plaatsvinden. Bij deze methode is echter geen rekening gehouden met extra wrijvingskrachten tussen de zuilen door het ingewassen met steenslag, waardoor de mogelijk van bewegen van de zuil beperkt wordt. Gezien deze aanwezige extra wrijving tussen de zuilen en het geringe verschil tussen de significante golfhoogte en de kritieke golfhoogte (0.07 m) wordt het toepassen van basalt zuilen met een hoogte van 0.35 m verantwoord geacht.

Met betrekking tot de onder- en bovenbegrenzing en het inwasmateriaal wordt verwezen naar paragraaf 7.1.1.

7.1.3 betonblokken

Bij basalt en basalt is een relatief groot open oppervlakte aanwezig tussen de zuilen, waardoor de ontstane wateroverdruk in de het onderliggende filter gemakkelijk kan wegstromen. Bij betonblokken is dit niet het geval, door de regelmatige vormen en de rechte randen, komen de blokken dicht tegen elkaar aan te liggen (spleetbreedte 1.5 à 2.0 mm). De ontstane wateroverdrukken onder de blokken kunnen daardoor niet wegstromen. Het gewicht van de blokken moet voldoende zijn om de volledige wateroverdruk in het filter te kunnen tegenhouden.

Uit bijlage 6 blijkt dat de minimale dikte van de betonblokken 0.40 m moet zijn. In deze dikte zijn geen betonblokken courant te verkrijgen. Geconcludeerd moet worden dat, mits apart vervaardigd, betonblokken niet toe te passen zijn.

In de tussenberm kunnen wel betonblokken worden toegepast met een minimale dikte van 0.25 m

Bij de overgang van de basalt(on) zuilen naar de betonblokken moet worden gezorgd voor een goede overgangsconstructie, bestaande uit een betonband met een hoogte van minimaal 0.50 m

7.2 granulair filter

De filterlaag moet ca 0.15 m dik zijn, een porositeit van 35 % bezitten, de D_{f15} moet 8 mm zijn.

Indien de huidige betonnen haringmanblokken door een brekerinstallatie wordt gebroken tot betonpuin 0/40 mm kan het gebruikt worden als filterlaag. Om verkitting van de filterlaag te voorkomen, zal de latent hydraulische fractie (0/4 mm) vooraf uitgezeefd moeten worden, zodat 4/40 mm overblijft

7.3 geotextiel

Om uitspoeling van klei door het filter te voorkomen, zal onder het filter een geotextiel toegepast moeten worden. De kwalificatie-eisen van het geotextiel is afhankelijk van de samenstelling van de klei, zoals het D_{90} en D_{50} cijfer.

Om inzanding van het geotextiel te voorkomen worden de volgende eisen gesteld aan de karakteristieke openingsgrootte van geotextiel (O_{90}) :

$$O_{90} < 10 D_{b50}$$

$$O_{90} < D_{b90}$$

$$O_{90} \leq 0.1 \text{ mm}$$

Uit tabel 2 (paragraaf 3.2) blijkt dat voor het D_{b50} en het D_{b90} respectievelijk 20 en 160 μm als gemiddelde waarden zijn gevonden (standaardafwijking 11 resp. 58 μm). Dit betekent dat het O_{90} van het geotextiel 90 μm moet zijn.

In navolgende tabel worden te stellen eisen aan het geotextiel samengevat

tabel 11 : materiaaleisen geotextiel

onderdeel	eis
-karakteristieke openingsgrootte O_{90}	90 μm
-treksterkte	15 kN/m
-gewicht	250 gr/m^2
-geweven of niet geweven	niet geweven

7.4 teenconstructie

Als teenconstructie wordt geadviseerd bij de overgang van de bekleding naar de stortsteen in de kreukelberm een gesloten rij perkoenen (paallengte 1.50 m) aan te brengen. Aan de teenconstructie kan het geotextiel worden bevestigd. Als bescherming van de teenconstructie wordt geadviseerd de aanwezige bestorting in de kreukelberm over de teenconstructie te trekken.

7.5 binnentalud

Bij een kruinhoogte van NAP + 8.30 m treedt bij stormvloed nog enige golfoverslag op (ca 0.1 à 0.2 l/m/s). Indien het binnentalud onvoldoende is verdedigd kan als gevolg van deze golfoverslag erosie optreden, waardoor op den duur instabiliteit van het dijklichaam kan ontstaan. Over het algemeen wordt gesteld dat het binnentalud voldoende is verdedigd als er een goed doorgroeide kleidek van minimaal 0.80 m aanwezig is.

In de huidige situatie is het kleidek op het binnentalud 0.35 à 0.55 m dik. Het is dus gewenst ca 0.45 à 0,25 m extra klei op het binnentalud aan te brengen.

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1 conclusies

De berekeningen die in voorgaande paragrafen zijn uitgevoerd, zijn gebaseerd op summier beschikbare gegevens. Er zijn veel aannames gedaan, zoals:

- profielopbouw afdekkend pakket achterland
- dikte watervoerend pakket
- grondparameters
- kwelslootafmetingen

De aannames zijn gedaan op basis van ervaringscijfers en schattingen. Voor meer nauwkeuriger berekeningen zullen de geschatte parameters door middel van een terreinonderzoek moet worden geijkt. De onderstaande conclusies moeten worden gezien als een richtlijn.

8.1.1 geometrie dijk

De huidige kruinhoogte van de dijk voldoet niet aan de eisen met betrekking tot golfoverslag. De kruin van de dijk is ca 1.60 m te laag. Door het toepassen van een tussenberm in combinatie met een flauwer talud boven deze berm wordt de golfoverslag zodanig beperkt, dat de kruin van de dijk slechts 0.50 m hoeft te worden opgehoogd.

Om zoveel mogelijk binnen de beschikbare ruimtebeslag van de dijk te blijven, zal de tussenberm in het binnentalud moeten komen te vervallen, waardoor de dijk de volgende geometrie zal krijgen:

- kruinhoogte NAP + 8.30 m;
- buitentalud
 - *talud 1:4 van NAP + 8.30 m tot + 4.80 m;
 - *tussenberm breed 5.00 m helling 1:10;
 - *talud 1:3 van NAP + 4.70 m tot + -1.00 m;
 - *teenconstructie met een breuksteen bestorting;
 - *breedte kreukelberm 12.50 m op NAP -1.00 m;
 - *talud breuksteen 1:5 van NAP -1.00 m tot - 8.00 m (bodem).
- binnentalud
 - *talud 1:2.5 van NAP + 8.30 m tot -0.40 m

8.1.2 veiligheid dijk

Binnen de veiligheidszone (5H) van de dijk ligt een kwelsloot,

Uit de berekeningen blijkt dat in de huidige situatie de potentiaal in de zandondergrond wordt beïnvloedt door de waterstand in de veerhaven. Al bij lage waterstanden in de veerhaven zal de potentiaal ter plaatse van de kwelsloot de grenswaarde, waarbij de slootbodem zal opbarsten, overschrijden. Indien de schatting van bovengenoemde aannames juist

zijn, kan geconcludeerd worden dat in huidige situatie wellen in de kwelsloot aanwezig moeten zijn. Deze wellen kunnen een nadelige invloed hebben op de stabiliteit van de dijk (piping)

Door de aanwezigheid van wellen in de kwelsloot zal echter de potentiaal zandondergrond kunnen afnemen (ventielwerking). Dit heeft een positief effect op de stabiliteit van de dijk. Berekend is dat als er geen wellen in de kwelsloot aanwezig zijn in de huidige situatie de veiligheidscoëfficiënt van de stabiliteit van de dijk 1.09 is, als er wel wellen aanwezig zijn zal de veiligheidscoëfficiënt 1.31 worden.

Als norm voor de stabiliteit van dijken wordt gesteld dat de veiligheidscoëfficiënt minimaal 1.30 moet zijn.

Door het verwijderen van de tussenberm in het binnentalud (om ruimte te creëren voor een tussenberm in het buitentalud) zal de veiligheidscoëfficiënt van de stabiliteit van de dijk afnemen tot 1.02 en 1.18 (resp. geen wellen en met wellen in de kwelsloot). Dit betekent dat de stabiliteit van de dijk beneden de gestelde norm komt, er zijn dus aanvullende maatregelen nodig.

Door de kwelsloot te dempen met klei, een nieuwe kwelsloot minimaal 10 m oostelijker te graven en de polderweg 10 m oostelijker te leggen neemt de stabiliteit toe tot 1.22 respectievelijk 1.31. Daarbij wordt tevens bereikt dat de kwelsloot buiten de veiligheidszone komt te liggen en dat het eventueel optreden van piping geen gevaar oplevert voor de stabiliteit van de dijk.

Door in de teen van het buitentalud van de dijk een kwelscherm aan te brengen kan (afhankelijk van de lengte van het kwelscherm) de potentiaalverloop in de zandondergrond beïnvloed worden. De stabiliteit van de dijk kan dan toenemen tot een veiligheidsfactor van maximaal 1.35. Hierbij zal de kwelsloot niet omgegraven hoeven te worden.

8.1.3 dijkbekleding

In het algemeen wordt er op gewezen dat tijdens het graafwerkzaamheden de aanwezige klei gescheiden moet worden van het onderliggende zandlichaam. **Vermenging met zand kan leiden tot afkeuring van het klei als dijkbekledingsmateriaal.**

toplaag

de toplaag zal moeten bestaan uit basaltzuilen met afmetingen 0.15 * 0.20 * 0.30 m ingewassen met steenslag of grind ($D_{f15} = 3\text{mm}$). De bovenbegrenzing moet op NAP +6.75 m en de ondergrens op NAP +1.00 m liggen. Als alternatief kan basalt toegepast worden met een blokdikte van 0.35 m. Het toepassen van betonblokken is niet mogelijk omdat blokafmetingen 0.50 * 0.50 * 0.40 m niet courant zijn. In de tussenberm kunnen wel

betonblokken met een dikte van minimaal 0.25 m worden toegepast. Tussen de basalt(on)zuilen en de betonblokken een betonband van 0.50 m hoogte als overgangsconstructie aanbrengen

granulair filter

Het granulaire filter moet 0.15 m dik zijn en een porositeit van 35 % bezitten. De D_{f15} moet 8 mm zijn. Voor het filter kan gebruik worden gemaakt van de aanwezige haringmanblokken, die in brekerinstallatie gebroken worden tot 0/40 mm, de fractie 0/4 mm zal uitgezeefd moeten worden om verkitting van de filterlaag te voorkomen.

geotextiel

Het toe te passen geotextiel is afhankelijk van de korrelverdeling van het onder het filter aanwezige kleidek. Uit laboratoriumonderzoek is gebleken dat de karakteristiek openingsgrootte (O_{90}) maximaal 90 μm moet zijn. Het doek moet een minimale treksterkte van 15 kN/m hebben. Geadviseerd wordt een niet geweven doek met een gewicht van 250 gr/m² toe te passen.

teenconstructie

De teenconstructie wordt geadviseerd bij de overgang van de bekleding naar de stortsteen in de kreukelberm een gesloten rij perkoenen aan te brengen. Aan de teenconstructie kan het geotextiel worden bevestigd. Als bescherming van de teenconstructie wordt geadviseerd de aanwezige bestorting in de kreukelberm over de teenconstructie te trekken. De huidige kreukelberm bestaande uit stortsteen kan als teenconstructie worden gehandhaafd.

kleidek binnentalud

Om erosie van het binnentalud door golfoverslag te voorkomen, zal het kleidek op het binnentalud minimaal 0.80 m dik moeten zijn, dit betekent dat ca 0.25 à 0.45 m extra klei op het binnentalud moet worden aangebracht.

8.2 aanbevelingen

Zoals in paragraaf 3.1 al is gesteld zijn alle berekeningen uitgevoerd op basis van aannames. Gezien de invloed van met name de potentiaal in de zandondergrond in het eerste watervoerende pakket, is het noodzakelijk dat een nader terreinonderzoek zal gaan plaatsvinden.

Dit terreinonderzoek zal moeten bestaan uit:

- plaatsen van 12 peilbuizen (3 raaien van 4 peilbuizen)
- opnemen van peilbuizen bij verschillende waterstanden in de veerhaven (door de eigen dienst)
- 6 boringen om de profielopbouw ondergrond vast te stellen
- 6 grondmonsters uit de samendrukbare lagen
- 3 diepsonderingen met kleefmeting
- 6 triaxiaalproeven voor het vaststellen van grondmechanische parameters zoals :
 - * doorlatendheden
 - * wrijvingshoeken
 - * cohesie
 - * volumegewichten
- enkele dwarsprofielen van de kwelsloot



BIJLAGE 2 : dimensionering dijk huidige situatie

vergelijking dimensioneringsberekeningen aangrenzende dijkvakken met dijk in veerhaven Kruijningen bij twee verschillende windrichtingen

GEOMETRIE DIJK	TE BEREKENEN SITUATIE			
	aangrenzende dijkvakken		dijk in veerhaven	
INVOERPARAMETERS	1	2	3	4
ALGEMEEN				
overschrijdingsfrequentie	4000	4000	4000	4000
windrichting in graden	270	320	270	320
windsnelheid in m/s	31.0	33.0	31.0	33.0
stormvloedpeil S.V. in m t.o.v. NAP	4.80	5.80	4.80	5.80
Golfperiode Ts sec. (bretschneider)	4.00	4.00	4.44	4.44
Significante golfhoogte Hs in m	1.95	0.88	1.94	0.88
buistooteffect in m (p)	0.15	0.15	0.15	0.15
overhoogte in m (h)	0.50	0.50	0.50	0.50
GEOMETRIE DIJK				
gemiddelde taludhelling tan α 1:x	3.80	3.80	3.00	3.00
bermhoogte t.o.v. NAP	4.80	4.80	geen	geen
bermbreedte in meters	9.00	9.00	geen	geen
kruinhoogte in m t.o.v. NAP	8.00	8.00	7.80	7.80
waterdiepte bij teen Dt in m	8.60	9.60	13.40	14.40
onderwatertaludhelling van teen 1:y	10.00	10.00	10.00	10.00
UITVOERPARAMETERS	1	2	3	4
golflengte Lop	24.96	24.96	30.75	30.75
Σop	0.94	1.40	1.33	1.98
$Ru2X=1.61*Hs*\Sigma op$	2.10	1.55	4.15	2.79
berekende kruinhoogte S.V.+Ru2X+p+h	7.55	8.00	9.59	9.24
bovenbegrenzing bekleding m tov NAP	6.75	6.68	6.87	7.20
onderbegr. bekleding S.V.-Hs NAP min	2.85	4.92	2.86	4.92
onderbegr. bekleding S.V.-2Hs NAPmax	0.90	4.04	0.93	4.04
voldoet kruinhoogte ?	ja	ja	nee	nee
overslagdebiet bij huidige kruinhoogte in l/s/m	0.00	0.00	6.12	2.95

BIJLAGE 3 : dimensionering dijk bij flauwere taluds

Dimensioneringsberekeningen dijkbekleding in veerhaven kruiningen voor verschillende windrichtingen en taluds

GEOMETRIE DIJK	TE BEREKENEN SITUATIE			
	dijk in veerhaven		aangepaste situatie: flauwer talud	
INVOERPARAMETERS	3	4	5	6
ALGEMEEN				
overschrijdingsfrequentie	4000	4000	4000	4000
windrichting in graden	270	320	270	270
windsnelheid in m/s	31.0	33.0	31.0	31.0
stormvloedpeil S.V. in m t.o.v. NAP	4.80	5.80	4.80	4.80
Golfperiode Ts sec. (bretschneider)	4.44	4.44	4.44	4.44
Significante golfhoogte Hs in m	1.94	0.88	1.94	1.94
buistooteffect in m (p)	0.15	0.15	0.15	0.15
overhoogte in m (h)	0.50	0.50	0.50	0.50
GEOMETRIE DIJK				
gemiddelde taludhelling tanα 1:x	3.00	3.00	3.50	4.00
bermhoogte t.o.v. NAP	geen	geen	geen	geen
bermbreedte in meters	geen	geen	geen	geen
kruinhoogte in m t.o.v. NAP	7.80	7.80	7.80	7.80
waterdiepte bij teen Dt in m	13.40	14.40	13.40	13.40
onderwatertaludhelling van teen 1:y	10.00	10.00	10.00	10.00
UITVOERPARAMETERS	3	4	5	6
golflengte Lop	30.75	30.75	30.75	30.75
Σop	1.33	1.98	1.14	1.00
$Ru2\% = 1.61 * Hs * \Sigma op$	4.15	2.79	3.55	3.11
berekende kruinhoogte S.V.+Ru2%+p+h	9.59	9.24	9.00	8.56
bovenbegrenzing bekleding m tov NAP	6.87	7.20	6.74	6.74
onderbegr. bekleding S.V.-Hs NAP min	2.86	4.92	2.86	2.86
onderbegr. bekleding S.V.-2Hs NAPmax	0.93	4.04	0.92	0.92
voldoet kruinhoogte ?	nee	nee	nee	bijna
overslagdebiet bij huidige kruinhoogte in l/s/m	6.12	2.95	2.04	0.64

BIJLAGE 4 : dimensionering dijk bij tussenberm
 benodigde bermbreedte bij verschillende taluds

GEOMETRIE DIJK	TE BEREKENEN SITUATIE		
	Verschillende taludhellingen en bermbreedten		
	talud 1:3	talud 1:3	talud 1:4
INVOERPARAMETERS	7	8	9
ALGEMEEN			
overschrijdingsfrequentie	4000	4000	4000
windrichting in graden	270	270	270
windsnelheid in m/s	31.0	31.0	31.0
stormvloedpeil S.V. in m t.o.v. NAP	4.80	5.80	5.80
Golfperiode Ts sec. (bretschneider)	4.44	4.44	4.44
Significante golfhoogte Hs in m	1.94	0.88	0.88
buistooteffect in m (p)	0.15	0.15	0.15
overhoogte in m (h)	0.50	0.50	0.50
GEOMETRIE DIJK			
gemiddelde taludhelling tan α 1:x	3.00	3.00	4.00
bermhoopte t.o.v. NAP	4.80	4.80	4.80
bermbreedte in meters	6.00	6.00	5.00
kruinhoogte in m t.o.v. NAP	7.80	7.80	7.80
waterdiepte bij teen Dt in m	13.40	14.40	14.40
onderwatertaludhelling van teen 1:y	10.00	10.00	10.00
UITVOERPARAMETERS	7	8	9
golflengte Lop	30.75	30.75	30.75
Σop	1.33	1.97	1.48
reductiefactor ivm berm	0.68	0.90	0.90
$Ru2\% = 1.61 * Hs * \Sigma op * \text{reductiefactor berm}$	2.80	2.51	1.90
berekende kruinhoogte S.V.+Ru2%+p+h	8.25	8.95	8.35
bovenbegrenzing bekleding m tov NAP	6.74	7.06	6.74
onderbegr. bekleding S.V.-Hs NAP min	2.86	4.92	4.92
onderbegr. bekleding S.V.-2Hs NAPmax	0.92	4.04	4.04
voldoet huidige kruinhoogte ?	bijna	bijna	bijna
overslagdebiet bij huidige kruinhoogte	1.05	2.01	0.18
overslagdebiet bij kruinhoogte NAP +8.30 m	0.26	0.40	0.01

BIJLAGE 5 : dimensionering dijkbekleding

DIMENSIONERING BEKLEDING	TE BEREKENEN SITUATIE			
	talud 1:3 geen berm		talud 1:3/1:4 wet berm	
INVOERPARAMETERS	3	4	7	9
<u>stormvloedpeil in m t.o.v.NAP</u>	<u>4.80</u>	<u>5.80</u>	<u>4.80</u>	<u>5.80</u>
<u>TOPLAAG</u>				
volumieke massa toplaag kN/m ³	29.00	29.00	29.00	29.00
volumieke massa water kN/m ³	10.00	10.00	10.00	10.00
breedte blok m	0.15	0.15	0.15	0.15
lengte blok m	0.20	0.20	0.20	0.20
dikte toplaag m	0.30	0.30	0.30	0.30
spleetbreedte mm	15.00	15.00	15.00	15.00
gatdiameter Dg mm	0.00	0.00	0.00	0.00
doorlatendheid toplaag mm/s	6.00	6.00	6.00	6.00
relatieve volumieke massa -	1.90	1.90	1.90	1.90
<u>INWASMATERIAAL</u>				
kar. korrelgrootte Dv15 mm	3.00	3.00	3.00	3.00
porositeit gatvulling -	0.35	0.35	0.35	0.35
<u>FILTERLAAG</u>				
korrelgrootte filter Df15 mm	8.00	8.00	8.00	8.00
porositeit filter -	0.30	0.30	0.30	0.30
dikte filterlaag m	0.15	0.15	0.15	0.15
doorlatendheid filter mm/s	75.00	75.00	75.00	75.00
<u>GEOTEXTIEL</u>				
verval σ_g m				
specifiek debiet q m/s				
dikte geotextiel toplaag/filter m				
karacteristieke maaswijdte O90 μm	90	90	90	90
<u>BASIS</u>				
korrelgrootte Db90 μm	20 \pm 11	20 \pm 11	20 \pm 11	20 \pm 11
korrelgrootte Db50 μm	160 \pm 58	160 \pm 58	160 \pm 58	160 \pm 58

OP BLADZIJDE 27 ZIJN DE UITVOERPARAMETERS SAMENGEVAT

DIMENSIONERING BEKLEDING	TE BEREKENEN SITUATIE			
	talud 1:3 geen berm		talud 1:3 wel berm	
UITVOERPARAMETERS	3	4	7	8
<u>lektenge</u>	0.75	0.75	0.75	0.75
<u>CONTROLE INZANDING</u>				
stijghoogte op talud #b	1.65	0.97	1.65	0.97
golfsteilheid tan (B)	0.65	1.00	0.65	1.00
optr. verhang filter i (opwaarts)	0.80	0.40	0.80	0.40
optr. verhang filter i (neerwaarts)	0.32	0.24	0.32	0.24
kritiek verhang grensvlak tussen :				
filter/basis i opwaarts	2.00	2.00	2.00	2.00
filter/basis i neerwaarts	2.00	2.00	2.00	2.00
inzanding	<u>nee</u>	<u>nee</u>	<u>nee</u>	<u>nee</u>
<u>CONTROLE GEEN STEENBEWEGING</u>				
ds	0.81	0.57	0.81	0.57
do (SWL-niveau overgangsconstructie)	0.30	1.30	0.30	1.30
invloedsfactor overgangsconstr. Γ_0	0.96	1.00	0.96	1.00
invloedsfactor wrijving Γ_1	1.17	1.13	1.17	1.13
invloedsfactor $\Gamma = \Gamma_1/\Gamma_0$	1.22	1.13	1.22	1.13
Hcr	2.42	2.00	2.42	2.00
is Hs kleiner dan Hcr ?	<u>ja</u>	<u>ja</u>	<u>ja</u>	<u>ja</u>
<u>CONTROLE STEENBEWEGING <0.1D</u>				
H=1.4*Hs	2.71	1.23	2.71	1.23
Σop	1.12	1.25	1.12	1.25
ds	0.81	0.55	0.81	0.55
invloedsfactor overgangsconstr. Γ_0	0.96	1.00	0.96	1.00
invloedsfactor wrijving Γ_1	1.17	1.13	1.17	1.13
invloedsfactor massatraagheid Γ_2	0.07	0.07	0.07	0.07
invloedsfactor toestroming Γ_3	0.07	0.07	0.07	0.07
invloedsfact $\Gamma = (\Gamma_1+\Gamma_2+\Gamma_3)/\Gamma_0$	1.36	1.27	1.36	1.27
Hcr	3.45	2.71	3.45	2.71
is Hs kleiner dan Hcr ?	<u>ja</u>	<u>ja</u>	<u>ja</u>	<u>ja</u>

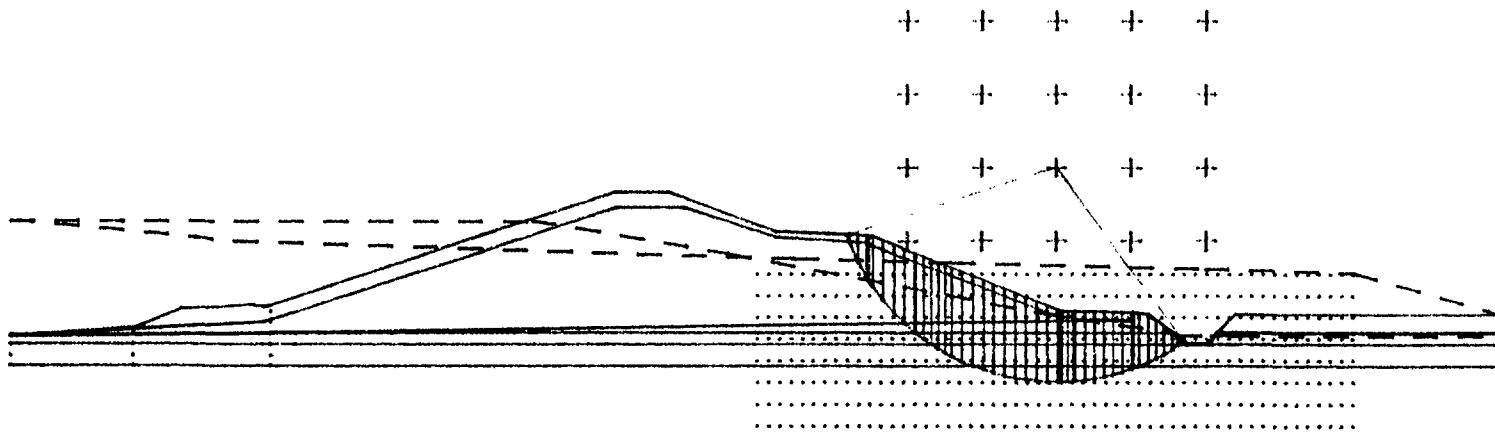
BIJLAGE 6 : alternatieve materialen

DIMENSIONERING BEKLEDING	TE BEREKENEN SITUATIE			
	basalton		betonblokken	
INVOERPARAMETERS	7	7	7	7
<u>stormvloedpeil in m t.o.v.NAP</u>	<u>4.80</u>	<u>4.80</u>	<u>4.80</u>	<u>4.80</u>
<u>TOPLAAG</u>				
volumieke massa toplaag kN/m ³	23.00	23.00	23.00	23.00
volumieke massa water kN/m ³	10.00	10.00	10.00	10.00
breedte blok m	0.20	0.20	0.50	0.50
lengte blok m	0.20	0.20	0.50	0.50
dikte toplaag m	0.35	0.40	0.30	0.40
spleetbreedte mm	11.00	11.00	2.00	2.00
doorlatendheid toplaag mm/s	6.50	8.00	3.00	3.00
relatieve volumieke massa -	1.3	1.3	1.3	1.3
<u>INWASMATERIAAL</u>				
kar. korrelgrootte Dv15 mm	3.00	3.00	0.00	0.00
porositeit gatvulling -	0.35	0.35	0.00	0.00
<u>FILTERLAAG</u>				
korrelgrootte filter Df15 mm	8.00	8.00	8.00	8.00
porositeit filter -	0.30	0.30	0.30	0.30
dikte filterlaag m	0.15	0.15	0.15	0.15
doorlatendheid filter mm/s	75.00	75.00	75.00	75.00
<u>GEOTEXTIEL</u>				
verval σ_g m				
specifiek debiet q m/s				
dikte geotextiel toplaag/filter m	0.001	0.001	0.001	0.001
karacteristieke maaswijdte 090 μm	90	90	90	90
<u>BASIS</u>				
korrelgrootte Db90 μm	20 \pm 11	20 \pm 11	20 \pm 11	20 \pm 11
korrelgrootte Db50 μm	160 \pm 58	160 \pm 58	160 \pm 58	160 \pm 58

OP BLADZIJDE 29 ZIJN DE UITVOERPARAMETERS SAMENGEVAT

DIMENSIONERING BEKLEDING	TE BEREKENEN SITUATIE			
	talud 1:3 geen berm		talud 1:3 wel berm	
UITVOERPARAMETERS	7	7	7	7
<u>lek lengte</u>	0.78	0.83	1.06	1.22
<u>CONTROLE INZANDING</u>				
stijghoogte op talud $\#b$	1.65	1.65	1.65	1.65
golfsteilheid $\tan(\beta)$	0.70	0.70	0.70	0.70
optr. verhang filter i (opwaarts)	0.70	0.25	0.60	0.50
optr. verhang filter i (neerwaarts)	0.32	0.32	0.32	0.32
kritiek verhang grensvlak tussen :				
filter/basis i opwaarts	2.00	2.00	2.00	2.00
filter/basis i neerwaarts	2.00	2.00	2.00	2.00
inzanding	nee	nee	nee	nee
<u>CONTROLE GEEN STEENBEWEGING</u>				
ds	0.77	0.78	0.77	0.78
do (SWL-niveau overgangsconstructie)	0.30	0.30	0.30	0.30
invloedsfactor overgangsconstr. Γ_0	0.90	0.90	0.90	0.90
invloedsfactor wrijving Γ_1	1.17	1.17	1.17	1.17
invloedsfactor $\Gamma = \Gamma_1/\Gamma_0$	1.30	1.30	1.30	1.30
Hcr	1.87	2.10	1.27	1.95
is Hs kleiner dan Hcr ?	nee	ja	nee	ja
<u>CONTROLE STEENBEWEGING <0.1D</u>				
$H=1.4*H_s$	2.72	2.72	2.72	2.72
Σop	1.12	1.12	1.12	1.12
ds	0.81	0.81	1.09	1.09
invloedsfactor overgangsconstr. Γ_0	0.90	0.90	0.91	0.91
invloedsfactor wrijving Γ_1	1.17	1.17	1.17	1.17
invloedsfactor massatraagheid Γ_2	0.09	0.12	0.09	0.12
invloedsfactor toestroming Γ_3	0.15	0.15	0.60	0.60
invloedsfact $\Gamma = (\Gamma_1+\Gamma_2+\Gamma_3)/\Gamma_0$	1.34	1.60	2.04	2.08
Hcr	2.75	3.77	2.93	4.16
is Hs kleiner dan Hcr ?	ja	ja	ja	ja

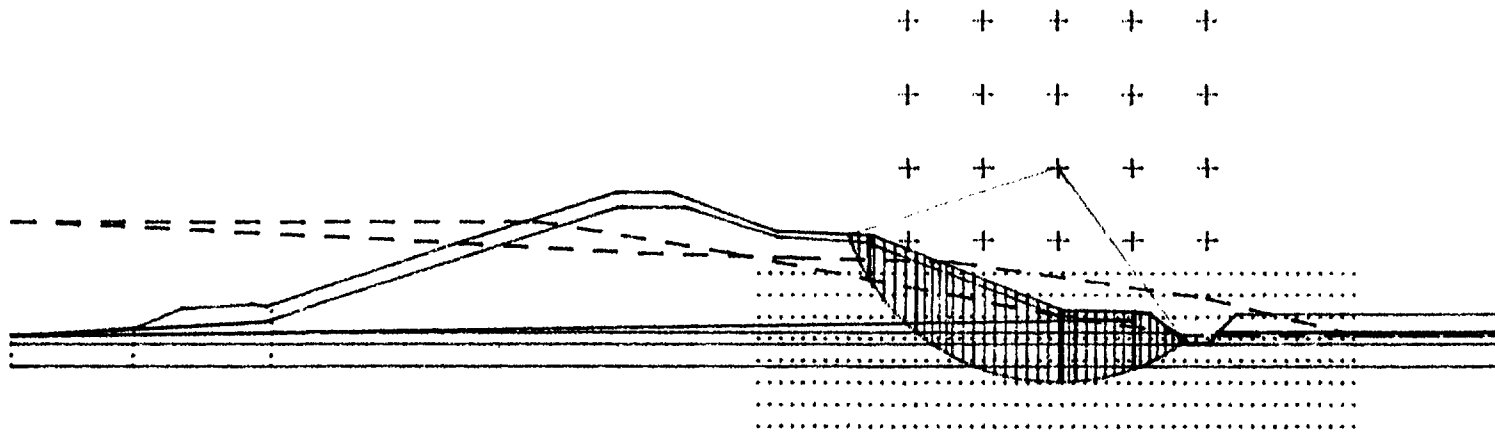
M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

<p>RWS D.W.W. LIC. 0051 COP.1</p>	<p>dwp 2.9000 oude situatie stationaire stroming zonder wellen</p>		
<p>GD MSTAB [3.2N] File : STAB1C</p>	<p>X_m = 70.00 m</p>	<p>Straal = 14.75 m</p>	<p>FIG 1</p>
<p>Y_m = 9.50 m</p>	<p>F_{min} = 0.812</p>		

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W.

LIC. 0051 COP. 1

GD MSTAB [3.2N]

File : STAB1D

dwp 2.9000 oude situatie

stationaire stroming met wellen

$X_m = 70.00$ m

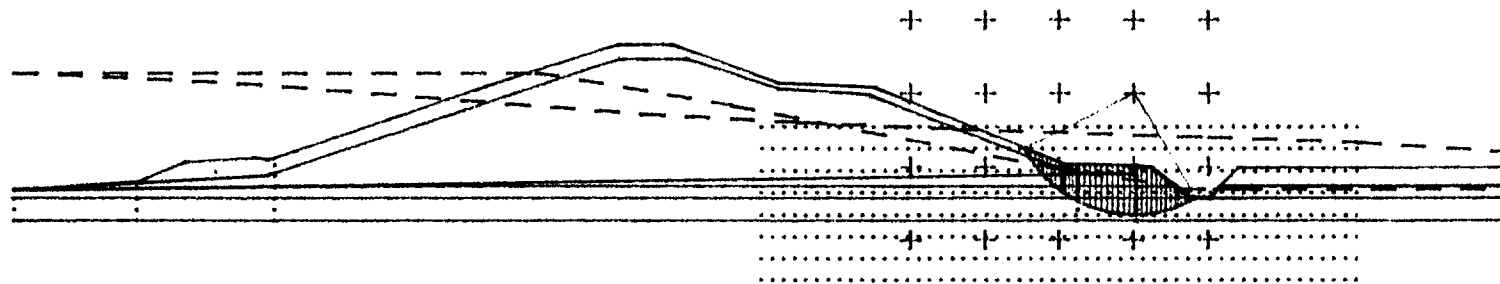
$Y_m = 9.50$ m

Straal = 14.75 m

$F_{min} = 1.048$

FIG 2

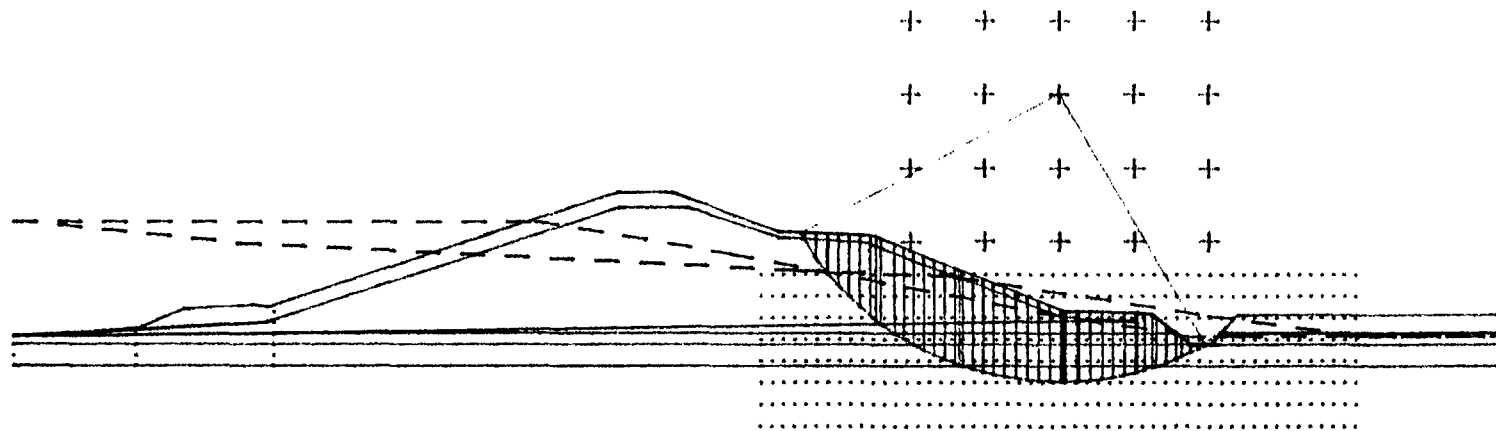
M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

<p>RWS D. W. W. LIC. 0051 COP.1</p>	<p>dwp 2.9000 oude situatie niet stat. stroming geen wellen</p>		
<p>GD MSTAB [3.2N] File : STAB1A</p>	<p>$X_m = 75.00$ m $Y_m = 4.50$ m</p>	<p>Straal = 8.25 m $F_{min} = 1.093$</p>	<p>FIG 3</p>

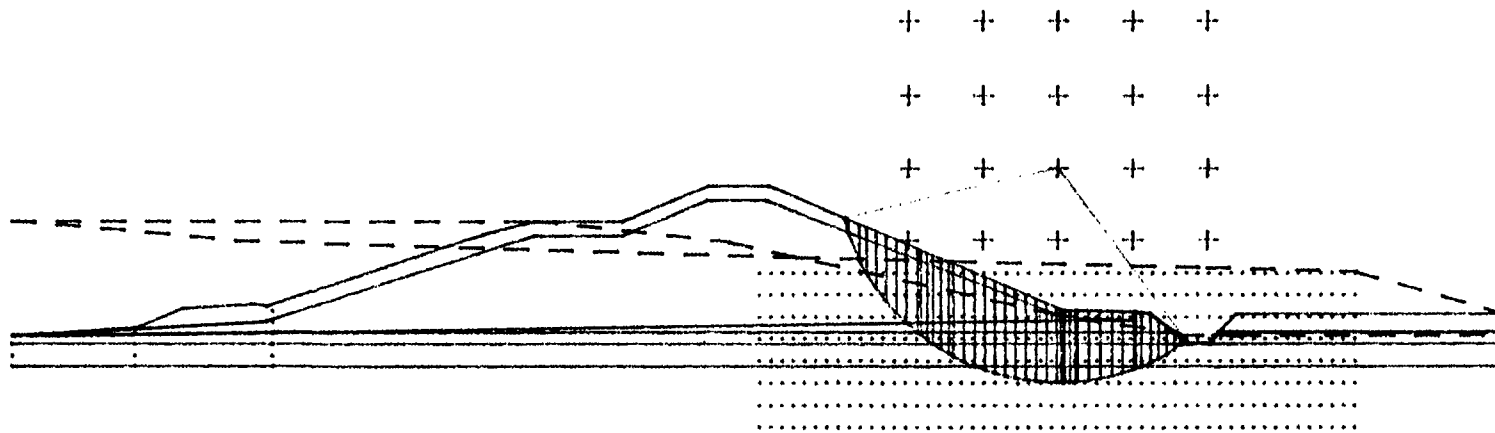
M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

<p>RWS D. W. W. LIC. 0051 COP. 1</p>	<p>dwp 2.9000 oude situatie niet stat. stroming met wellen</p>		
<p>GD MSTAB [3.2N] File : STAB1B</p>	<p>$X_m = 70.00$ m</p>	<p>Straal = 19.75 m</p>	<p>FIG 4</p>
<p>$Y_m = 14.50$ m</p>	<p>$F_{min} = 1.314$</p>		

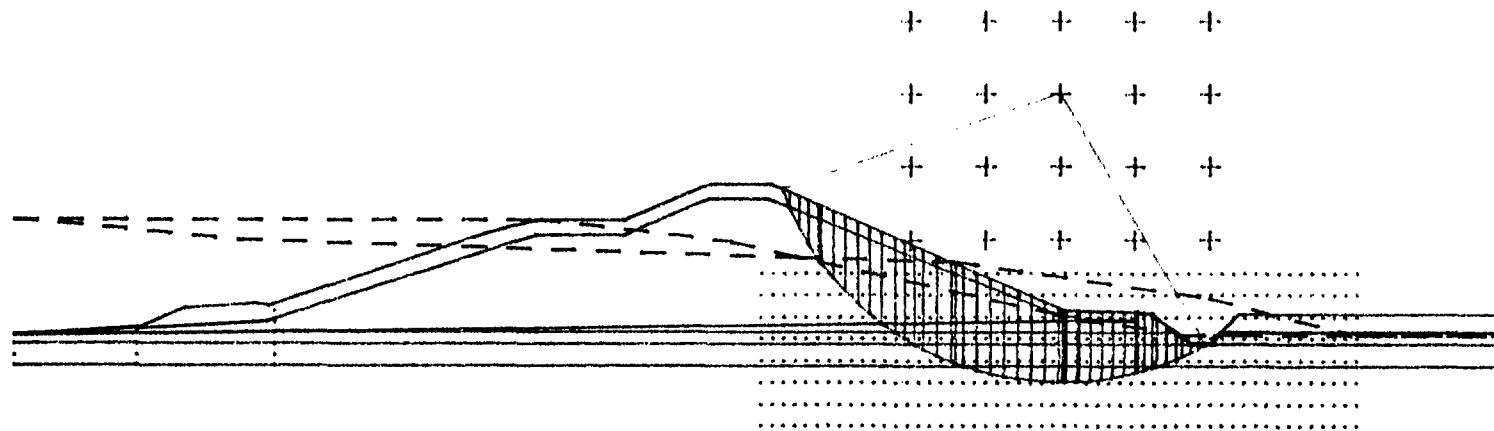
M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W. LIC. 0051 COP.1	dwp 2.9000 nieuwe situatie stationaire stoming geen wellen		
GD MSTAB [3.2N] File : STAB2C	Xm = 70.00 m Ym = 9.50 m	Straal = 14.75 m Fmin = 0.787	FIG 5

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W.
LIC. 0051 COP. 1

dwp 2.9000 nieuwe situatie
stationaire stroming met wellen

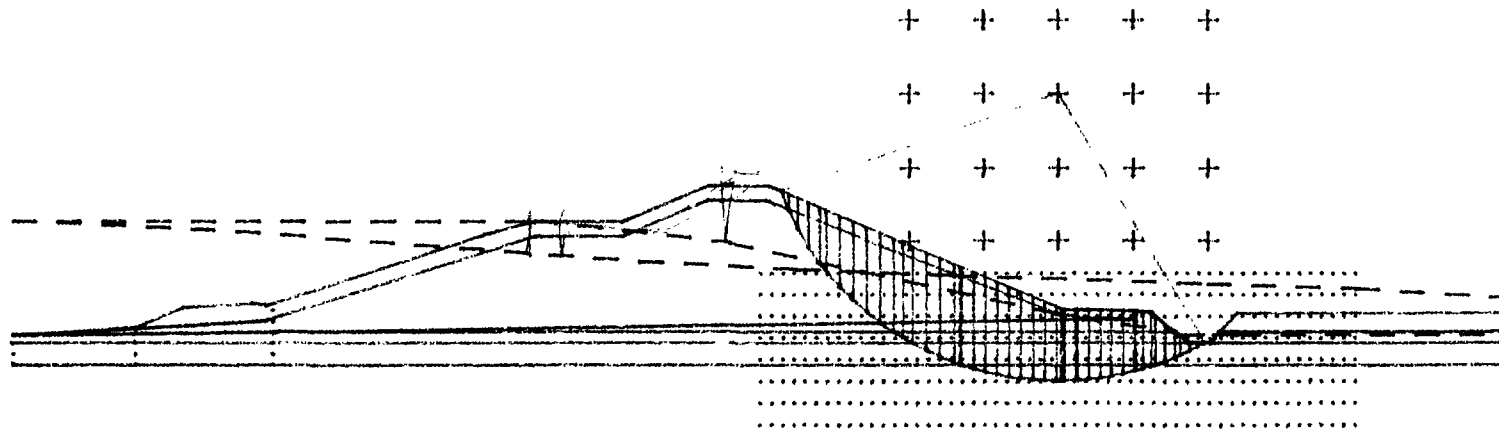
GD MSTAB [3.2N]
File : STAB2D

$X_m = 70.00$ m
 $Y_m = 14.50$ m

Straal = 19.75 m
 $F_{min} = 0.977$

FIG 6

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W.

LIC. 0051 CDP.1

GD MSTAB [3.2N]

File : STAB2A

dwp 2.9000 nieuwe situatie

niet stat. stroming geen wellen

$X_m = 70.00$ m

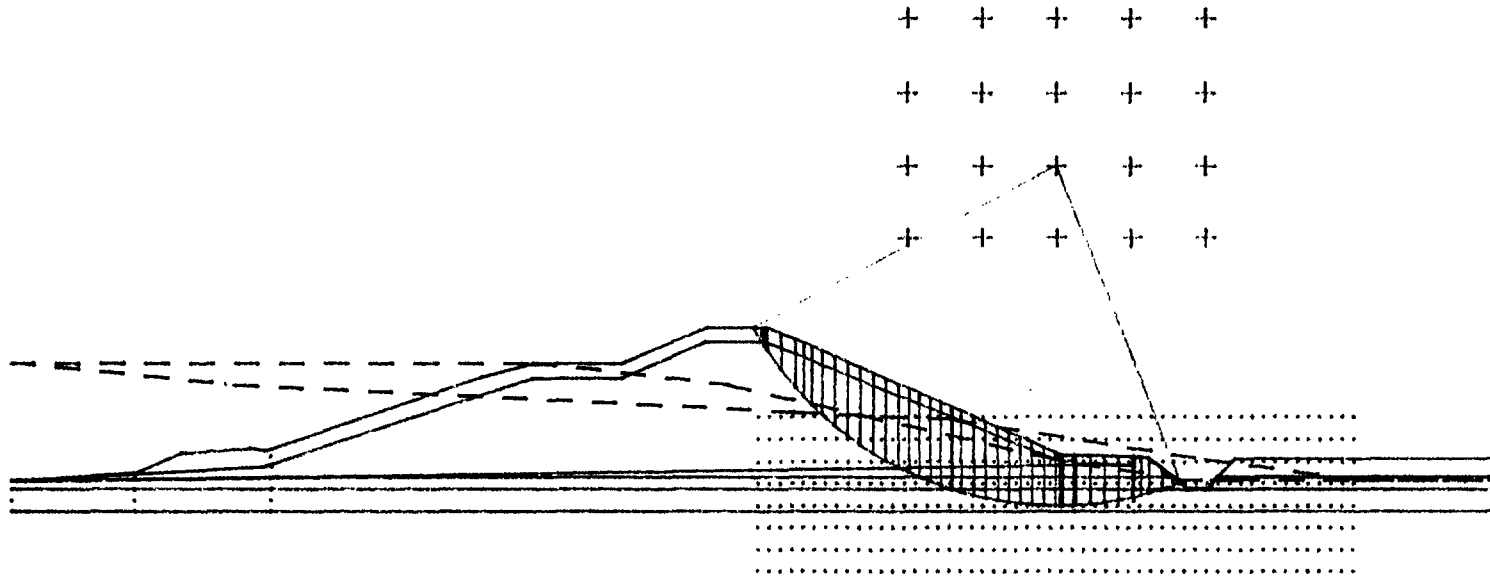
$Y_m = 14.50$ m

Straal = 19.75 m

$F_{min} = 1.023$

FIG 7

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W.
LIC. 0051 COP.1

dwp 2.9000 nieuwe situatie
niet stat. stroming wel welen

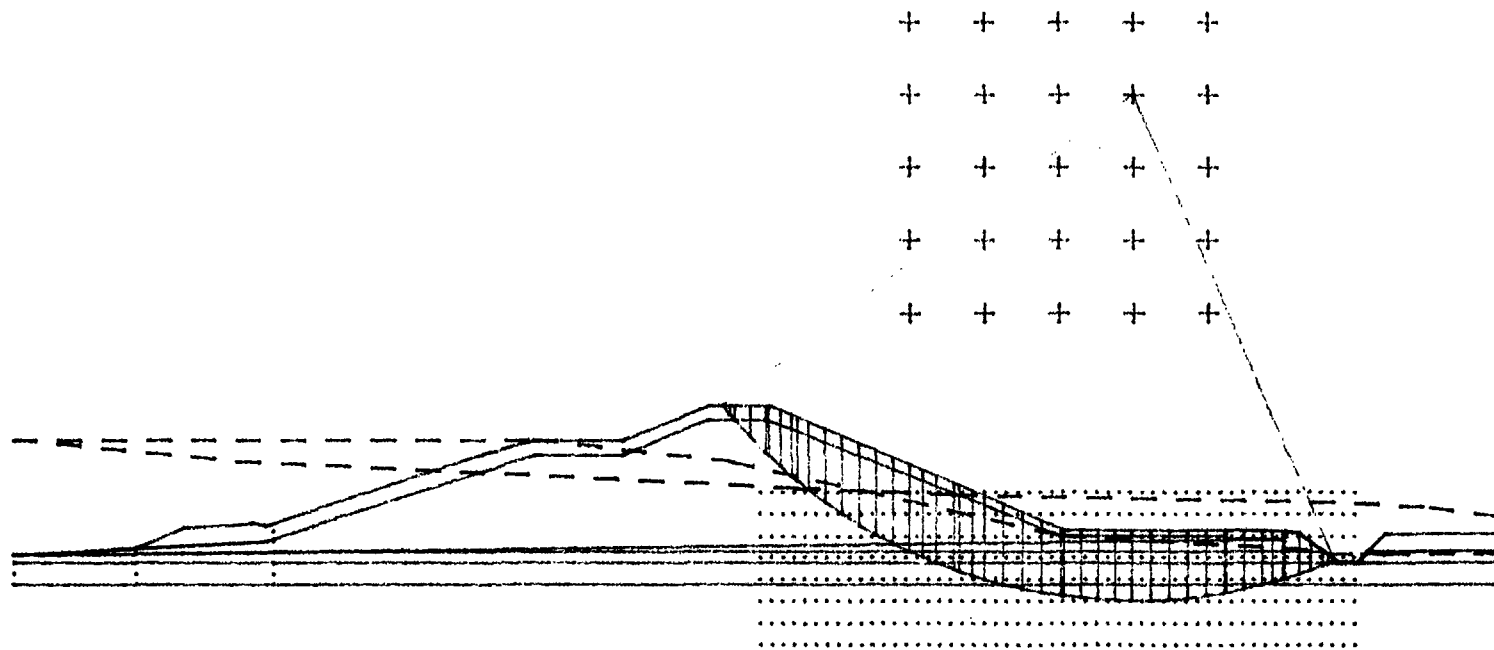
GD MSTAB [3.2N]
File : STAB2B

$X_m = 70.00$ m
 $Y_m = 19.50$ m

Straal = 23.25 m
 $F_{min} = 1.186$

FIG 8

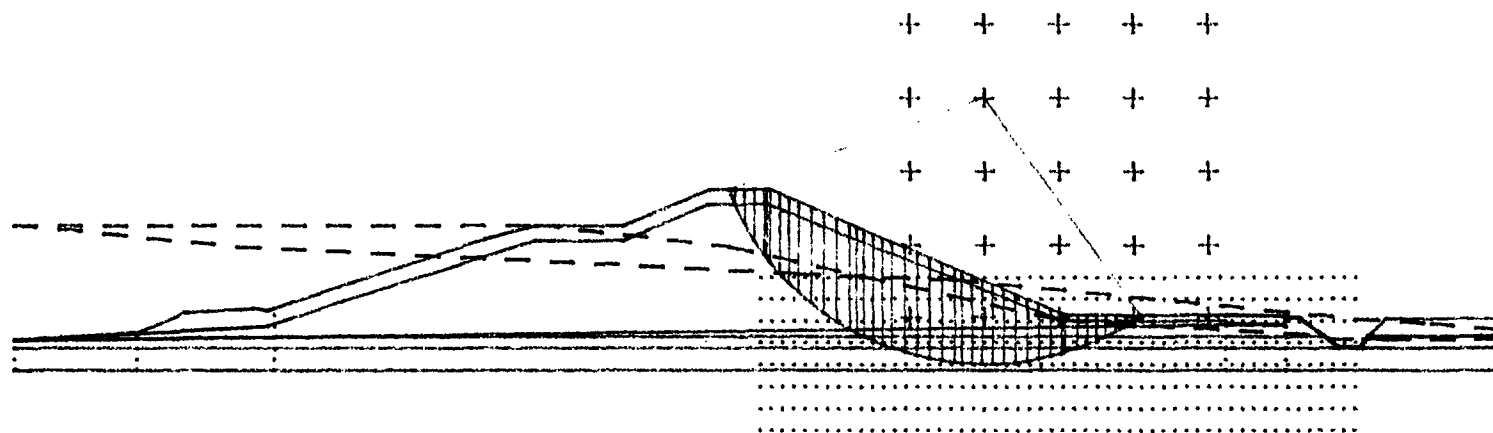
M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W. LIC. 0051 COP. 1	dwp 2.9000 nieuwe sit. + omgraven sloot niet stat. stroming geen wallen		
GD MSTAB [3.2N] File : STAB4A	Xm = 75.00 m Ym = 29.50 m	Straal = 34.75 m Fmin = 1.192	FIG 9

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



XXXXXXXX 10 m

RWS D.W.W.

LIC. 0051 COP.1

GD MSTAB [3.2N]

File : STAB4B

dwp 2.9000 nieuwe sit. + omgraven sloot

niet stat. stroming met wellen

$X_m = 65.00$ m

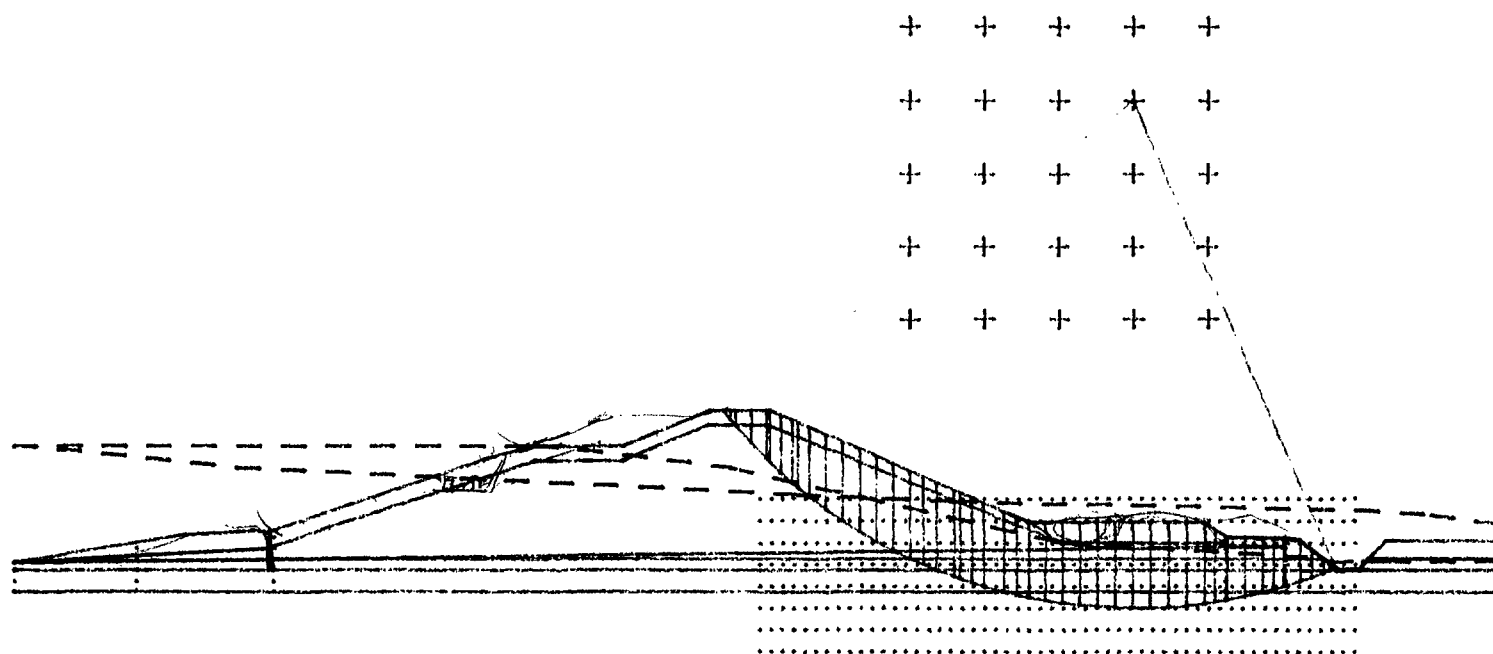
$Y_m = 14.50$ m

Straal = 18.25 m

$F_{min} = 1.287$

FIG 10

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



||||| 10 m

RWS D. W. W.

LIC. 0051 COP.1

GD MSTAB [3.2N]

File : STAB4C

nieuwe sit. + omgraven sloot + bermverzwaren

niet stat. stroming geen wallen

$X_m = 75.00$ m

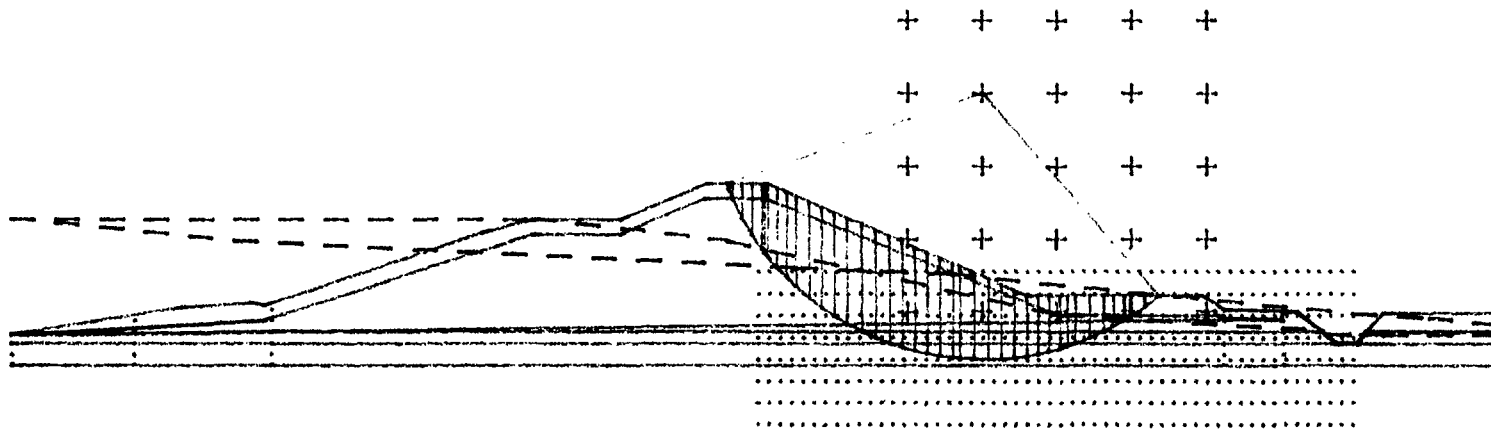
$Y_m = 29.50$ m

Straal = 34.75 m

$F_{min} = 1.397$

FIG 11

M A A T G E V E N D E C I R K E L : Methode Bishop



XXXXX 10 m

RWS D. W. W. LIC. 0051 COP. 1	nieuwe sit. + omgraven sloot + bermverzwaren niet stat. stroming met wellen		
GD MSTAB [3.2N] File : STAB4D	X _m = 65.00 m Y _m = 14.50 m	Straal = 18.25 m F _{min} = 1.530	FIG 12

BYLAGE: 9.5-226



Opdracht: 000991
Kaart : 49C
Plaats : Kruiningen
File : a000911.bri

SCHUTBLAD

BIBLIOTHEEK

Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT.

VERZONDEN

Betreft: Onderzoek op monsters van de
dijkbekleding van de Veerhaven
te

KRUININGEN

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat Directie Zeeland
Postbus 5014
4330 KA MIDDELBURG

Inhoud:	Brief	<u>Pagina</u> 2 t/m 3
	<u>Illustraties</u>	<u>Bijlage</u>
	Boringen 1 t/m 8	1 t/m 2
	Korrelverdelingsdiagrammen	3 t/m 4
	Atterbergse grenzen	5 t/m 8
	Bepaling kalkgehalte + organische stof	9
	Situatietekening	10

Uitgevoerd door:
MOS GRONDMECHANICA



Kleidijk 35,	3161 EK Rhoon,	tel. 01890-30200
Kanaaldijk n.o. 140a,	5702 NW Helmond,	tel. 04920-35455
Enterstraat 194,	7461 PE Rijssen,	tel. 05480-12363



Opdracht: 000991
Kaart : 49C
Plaats : Kruiningen

RAPPORT

Project: Gez. T.C.
Kleionderzoek Pag. 2

Rijkswaterstaat Directie Zeeland
Dienstkring Schelde-Rijn

t.a.v. dhr. F.V. Schoeyers

Kantoorgebouw Kreekraksluizen

Oostelijk Schelde Rijnweg

4411 SX RILLAND

Ref.: TC/IH

Betreft: Kleionderzoek
Kruiningen

Opdracht: 000991

Rhoon, 4 februari 1991

Geachte heren,

Hierbij zenden wij u in drievoud de resultaten van het onderzoek op monsters van de dijkbekleding van de Veerhaven te Kruiningen.

In totaal werden op 10 januari 1991, op door uw dienst aangewezen plaatsen, acht handboringen uitgevoerd in het talud van genoemde haven. De lokaties van de boringen werden door ons ingemeten en zijn aangegeven op bijlage 10.

De hoogten van het dijktalud ter plaatse van de boorlocaties ten opzichte van NAP werden globaal afgeleid uit de opgegeven taludhelling en de hoogte ten opzichte van NAP van de bovenkant van de steenzetting (4,50 m + NAP).

Van alle kleimonsters werden bepaald:

- de korrelverdeling (bijlagen 3 t/m 4)
- de vloeigrens (bijlagen 5 t/m 8)
- de plasticiteitsgrens (bijlagen 5 t/m 8)
- het organische stofgehalte (bijlage 9)
- het CaCO₃ gehalte (bijlage 9)

De resultaten van genoemde bepalingen zijn op de betreffende bijlagen weergegeven.

Het zandgehalte, het D₅₀ - en D₉₀ - cijfer zijn in onderstaande tabel samengevat:

boring nr.	zandgehalte % [m/m]	D50 * [um]	D90 [um]
1	13	8	-
2	20	14	-
3	10	10	-
4	36	37	-
5	38	24	-
6	38	14	-
7	32	36	-
8	33	15	-

* D₅₀ betrokken op het gehele monster!



Opdracht: 000991
Kaart : 49C
Plaats : Kruiningen

RAPPORT

Project:
Kleionderzoek

Gez. T.C.
Pag. 3

Vertrouwend u hiermede van dienst te zijn geweest verblijven wij,

hoogachtend,
B.V. ADVIESBUREAU VOOR
GRONDMECHANICA J. MOS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Mos', written over the printed name of the company.

Ing. T.J.H.E. Collignon
(01890-30240)



Opdracht 000991 Boring 1 t/m 4

Kaart 49C

Datum 910110

Boring

Plaats Kruiningen

Get. App. het

Gez. Bijl 1

MV	Boor profiel	Laag nr.	Diepte in meters t.o.v. NAP		Hoofd- bestanddeel	Bijmengsel	Kleur	
			van	tot				
	1							
		2	1	+2.98	+2.78	klei	w f zand	br
			2	+2.78	klei	w f zand	gø
	GEBOORD TOT NAP+ 2.88 m.							
	2							
		1	1	+6.14	+5.64	klei	mv f zand	br
			2	+5.64	klei	w f zand	br/gl
	GEBOORD TOT NAP+ 5.24 m.							
	3							
		2	1	+2.85	+2.65	klei	w f zand	l.gø.
			2	+2.65	klei	mv f zand , zw veen	l.gø.
	GEBOORD TOT NAP+ 2.85 m.							
	4							
		2	1	+1.87	+1.47	klei	mv f zand	gø/br
			2	+1.47	klei	vl schelpen , w f zand zw veen	gø/br
	GEBOORD TOT NAP+ 1.87 m.							
NAP								



Opdracht 000991 Boring 5 t/m 8





Kaart 49C Datum 910110

Plaats Kruiningen

Boring

Get. App. het

Gez. *J.* Bijl 2

MV	Boor profiel	Laag nr.	Diepte in meters r.o.v. NAP		Hoofd- bestanddeel	Bijmengsel	Kleur		
			van	tot					
5		5	1	+5.73	+5.53	klei	mv f zand , w humus	br	
				2	+5.53	+5.23	klei	vl f zand	br/gø
				3	+5.23	.....	klei	vl f zand	br
GEBOORD TOT NAP+ 4.93 m.									
MV NAP		6	1	+0.55	-0.05	klei	w f zand	gl/gø	
				2	-0.05	.....	klei	vl mf zand , w veen	br
GEBOORD TOT NAP- 0.25 m.									
MV 5		7	1	+6.28	+6.08	klei	mv humus , mv f zand	d.br.	
				2	+6.08	+5.68	klei	mv f zand	l.br.
				3	+5.68	.....	klei	mv f zand , vl schelpen	d.br.
GEBOORD TOT NAP+ 5.38 m.									
MV		8	1	+2.33	+2.18	klei	mv f zand , zw veen	gø/br	
				2	+2.18	+1.88	klei	mv f zand , w veen	d.gø.
				3	+1.88	+1.63	klei	w f zand	br/gø
				4	+1.63	.....	zand mf	mv klei , mv schelpen	gø/br
GEBOORD TOT NAP+ 1.53 m.									



Opdracht : 000991

Datum : 910131

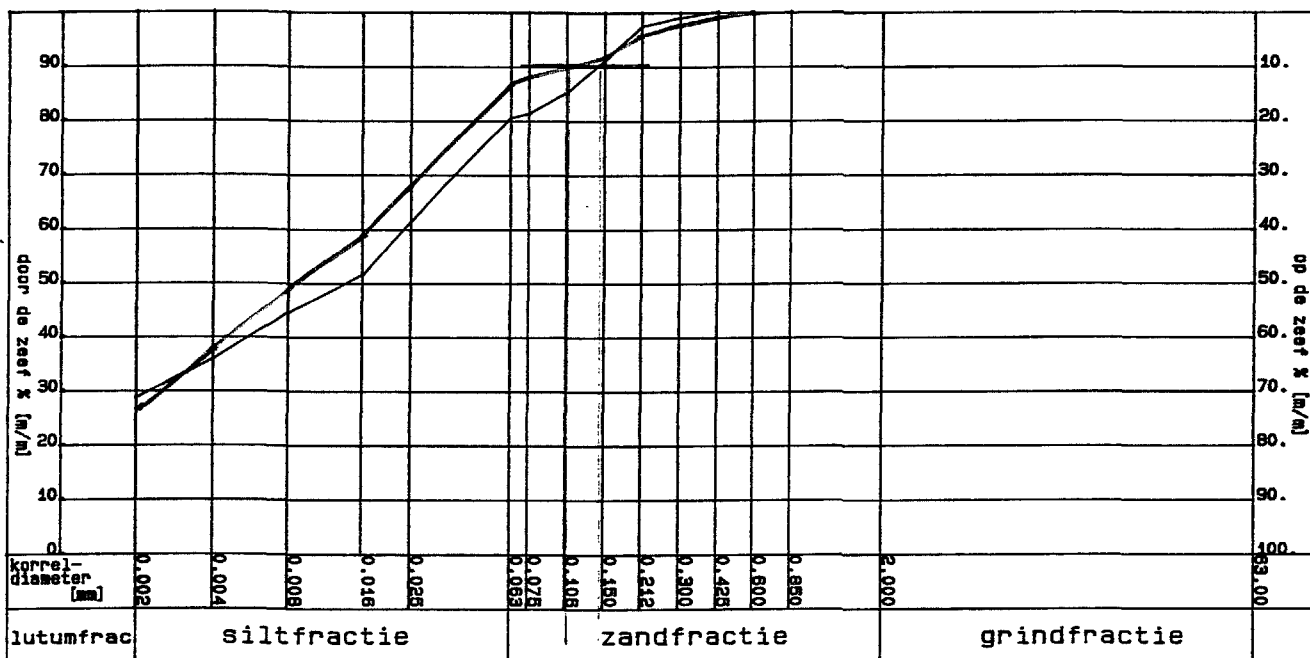
KORRELVERDELING

Kaart : 49C

App. NEN 2560

Plaats : Kruiningen

Gez. Bijl. 3



MONSTER : 1

BORING : 1

DIEPTE : 2.78 - 2.08 m + NAP

M63 = 173. um

D60/D10 = 2.6

M2000 = 0.0 mm

MONSTER : 1

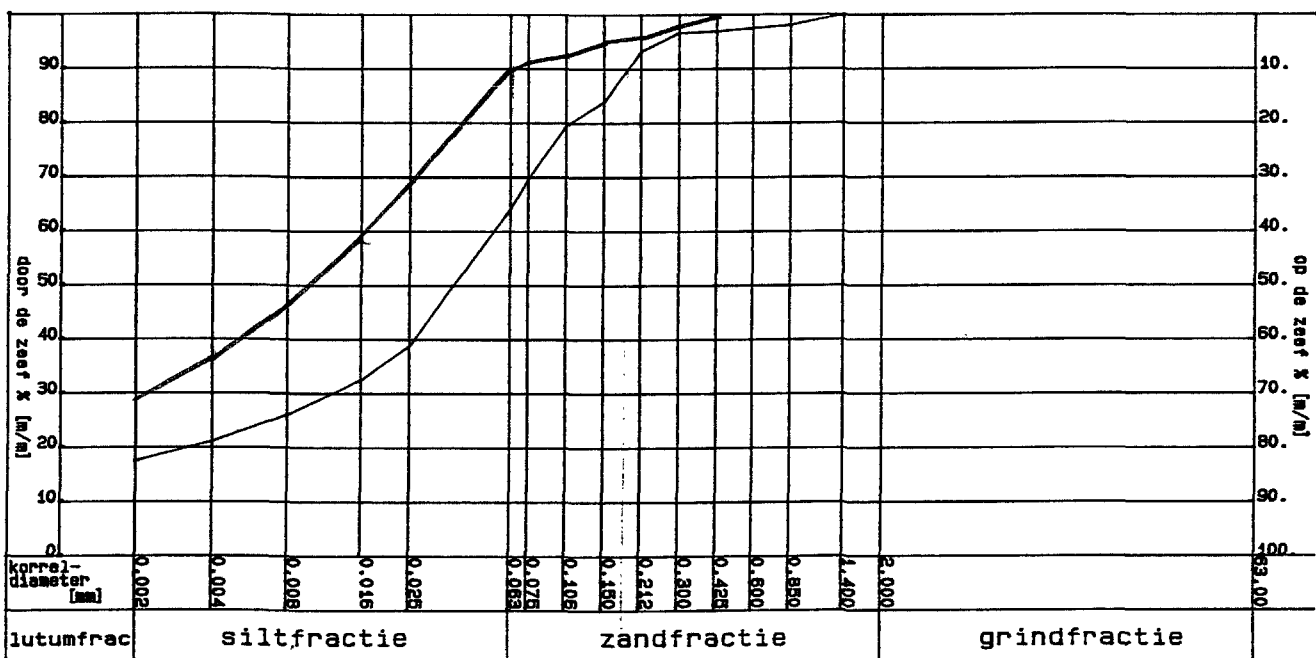
BORING : 2

DIEPTE : 6.14 - 5.24 m + NAP

M63 = 143. um

D60/D10 = 1.9

M2000 = 0.0 mm



MONSTER : 1

BORING : 3

DIEPTE : 2.65 - 2.05 m + NAP

M63 = 156. um

D60/D10 = 3.0

M2000 = 0.0 mm

MONSTER : 1

BORING : 4

DIEPTE : 1.87 - 1.07 m + NAP

M63 = 129. um

D60/D10 = 2.3

M2000 = 0.0 mm



Opdracht : 000991

Datum : 910131

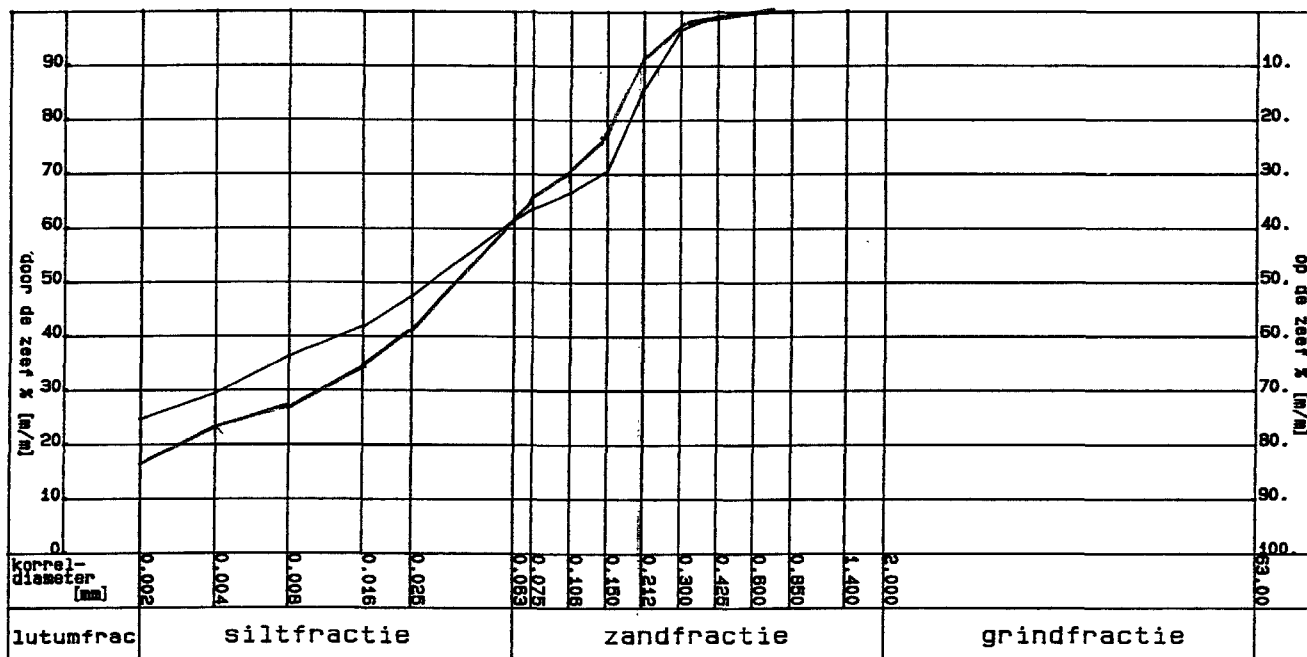
KORRELVERDELING

Kaart : 49C

App. NEN 2560

Plaats : Kruiningen

Gez. Bijl. 4



MONSTER : 1

BORING : 5

DIEPTE : 5.53 - 4.93 m + NAP

M63 = 164. um

D60/D10 = 2.5

M2000 = 0.0 mm

MONSTER : 1

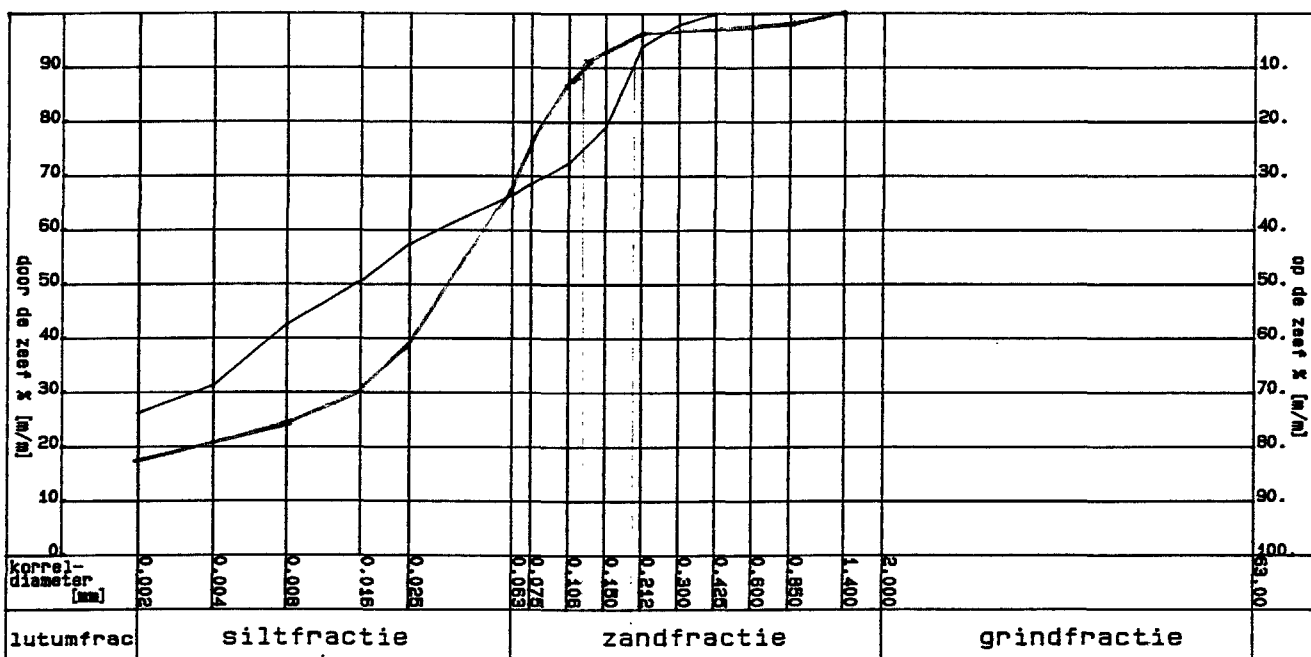
BORING : 6

DIEPTE : +0.55 - -0.25 m NAP

M63 = 190. um

D60/D10 = 2.2

M2000 = 0.0 mm



MONSTER : 1

BORING : 7

DIEPTE : 6.08 - 5.38 m + NAP

M63 = 94. um

D60/D10 = 1.6

M2000 = 0.0 mm

MONSTER : 1

BORING : 8

DIEPTE : 2.33 - 1.53 m + NAP

M63 = 165. um

D60/D10 = 2.1

M2000 = 0.0 mm



Opdracht : 000991

Kaart : 49C

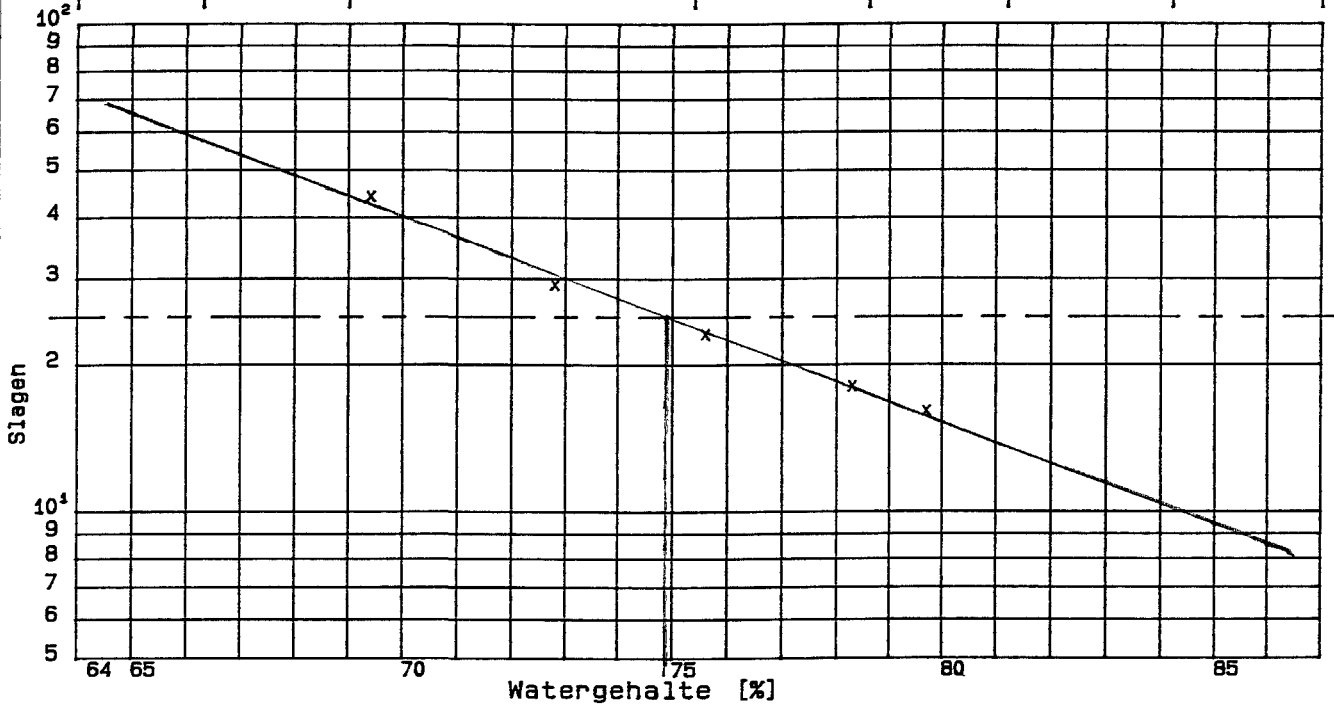
Plaats : Kruiningen

ATTERBERGSE grenzen

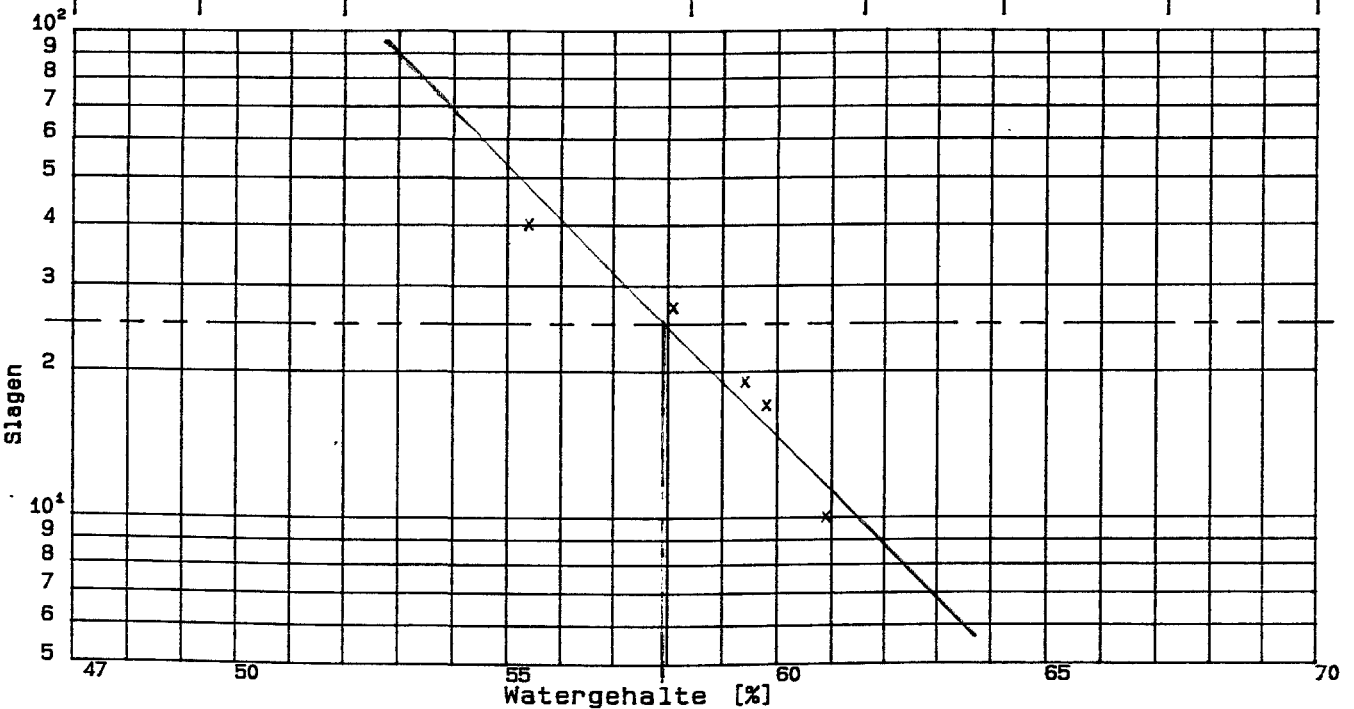
Datum : 310191

V1.0 Bijl: 5

Boring	Monster	Diepte van	tot	t.o.v. [m]	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
1	1	2.78	2.08	+ NAP		74.9	24.7	50.2



Boring	Monster	Diepte van	tot	t.o.v. [m]	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
2	1	6.14	5.24	+ NAP		57.9	32.6	25.3





Opdracht : 000991

Kaart : 49C

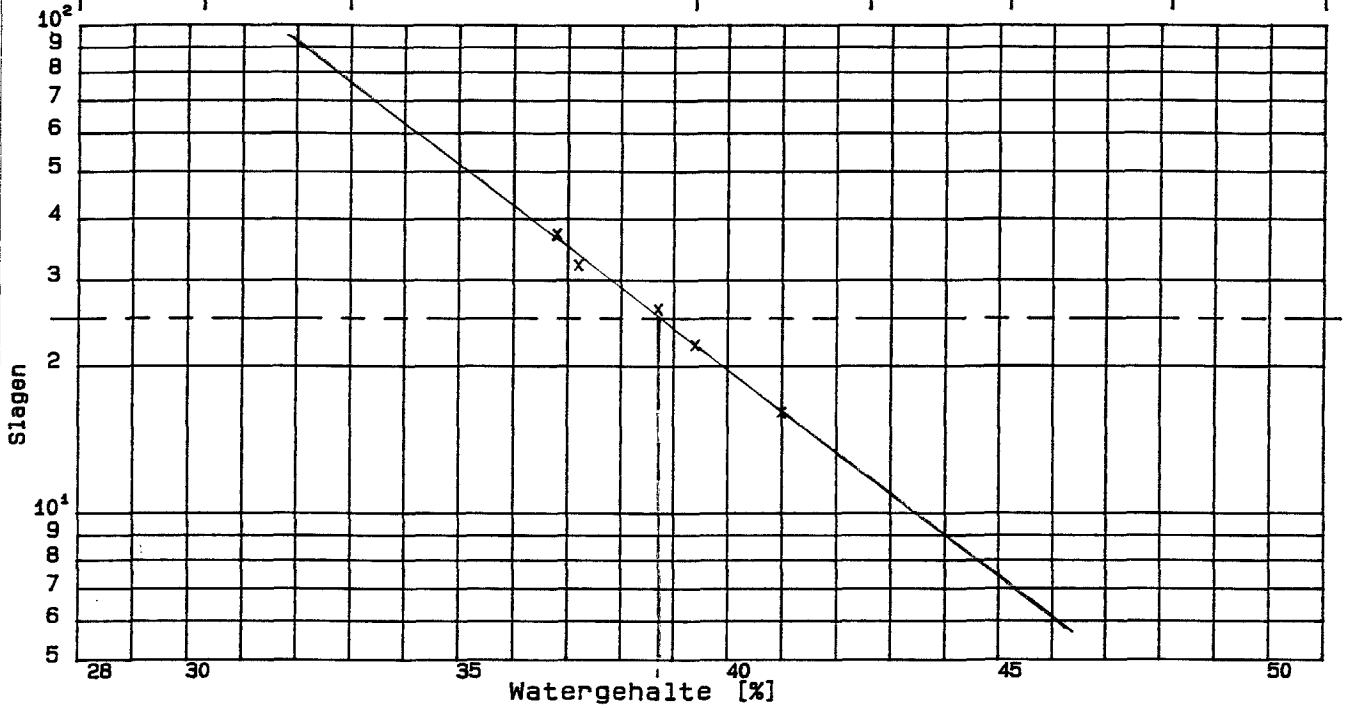
Plaats : Kruiningen

ATTERBERGSE grenzen

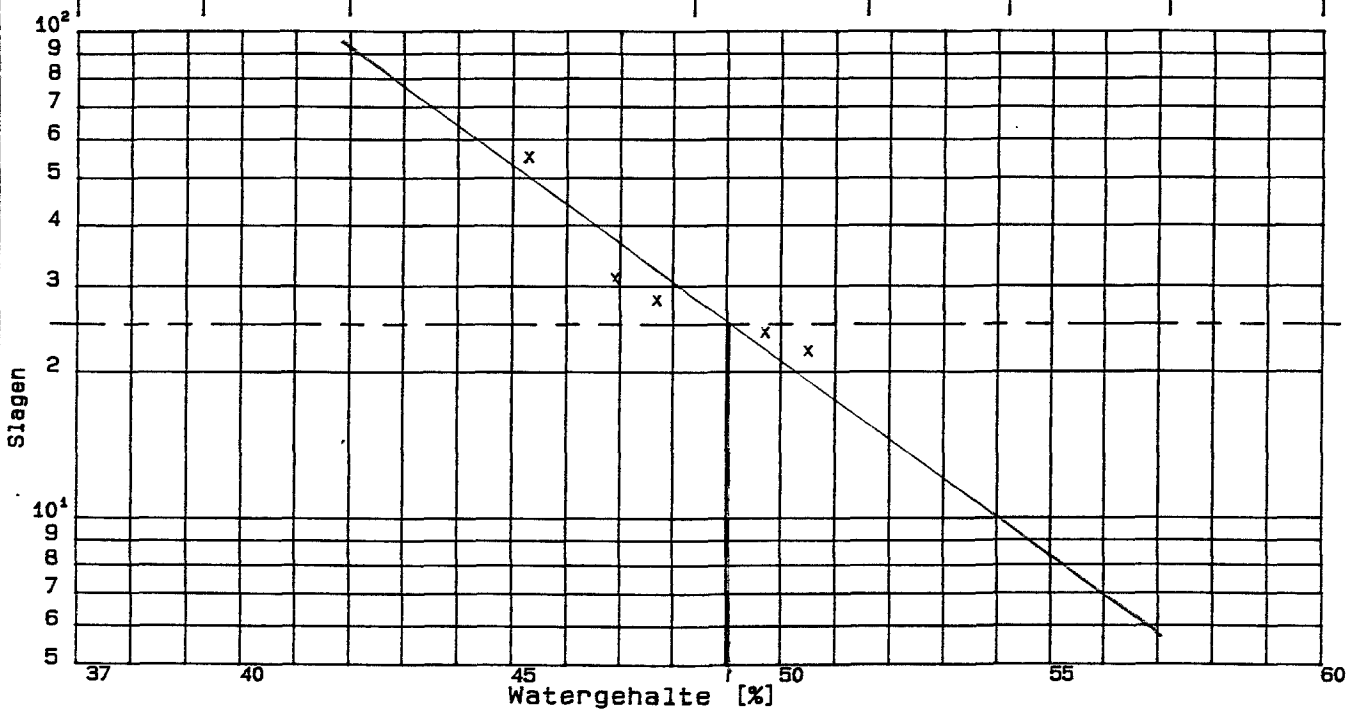
Datum : 310191

V1.0 Bijl: 7

Boring	Monster	Diepte van	tot	t.o.v.	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
				[m]				
5	1	5.53	4.93	+ NAP		38.7	17.9	20.8



Boring	Monster	Diepte van	tot	t.o.v.	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
				[m]				
6	1	.55	-.25	- NAP		49.0	17.9	31.1





Opdracht : 000991

Kaart : 49C

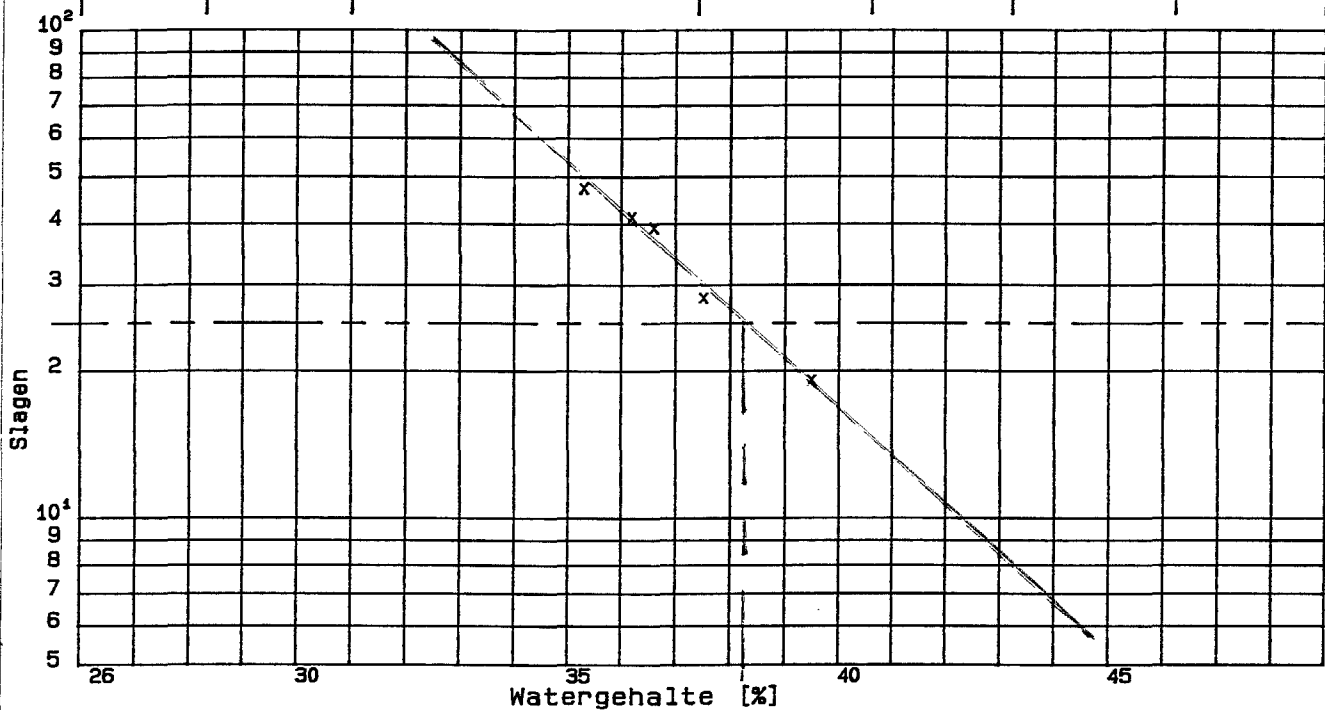
Plaats : Kruijningen

ATTERBERGSE grenzen

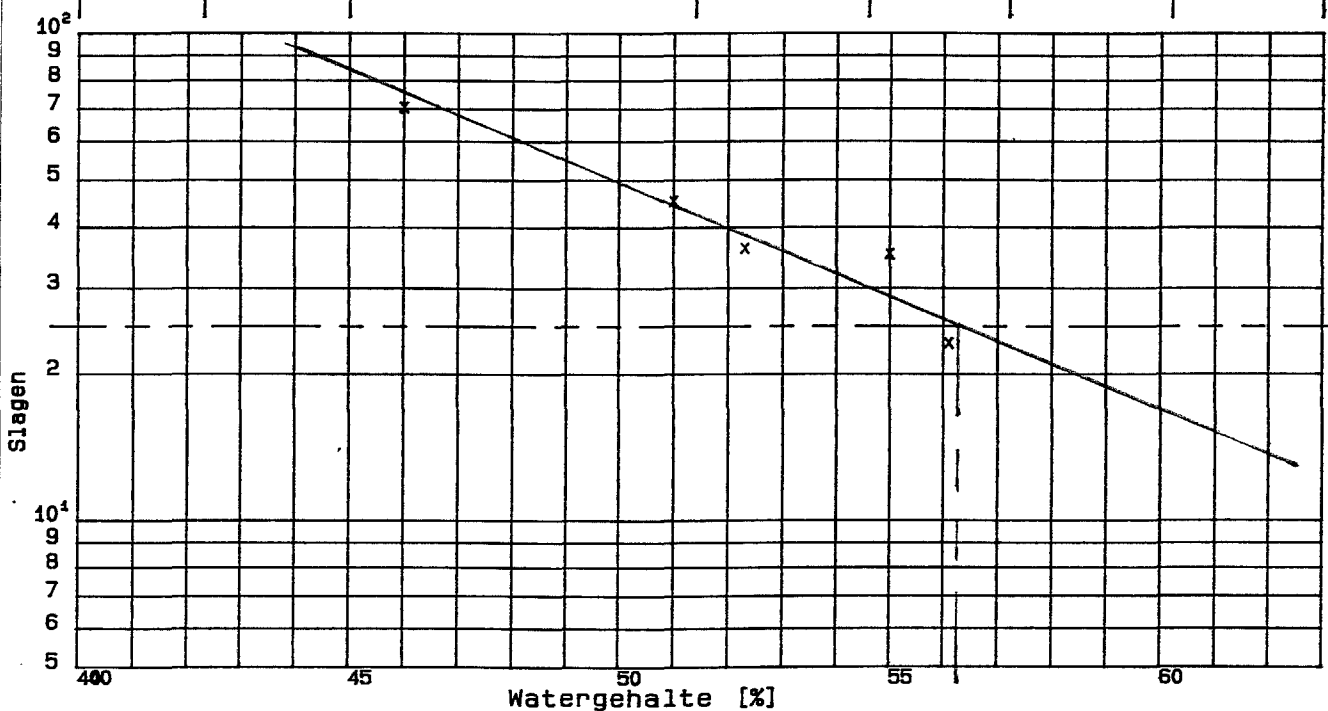
Datum : 910131

V1.0 Bijl: 8

Boring	Monster	Diepte		t.o.v.	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
		van	tot						[m]
7	1	6.08	5.38	+ NAP		38.2	19.5	18.7



Boring	Monster	Diepte		t.o.v.	Natuurlijk vochtgehalte [%]	Vloei grens [%]	Uitrol grens [%]	Plast.index [%]
		van	tot						[m]
8	1	2.33	1.53	+ NAP		56.3	22.2	34.1





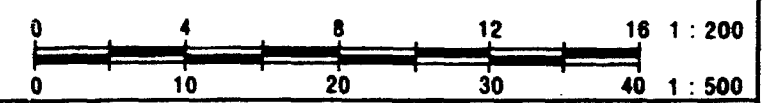
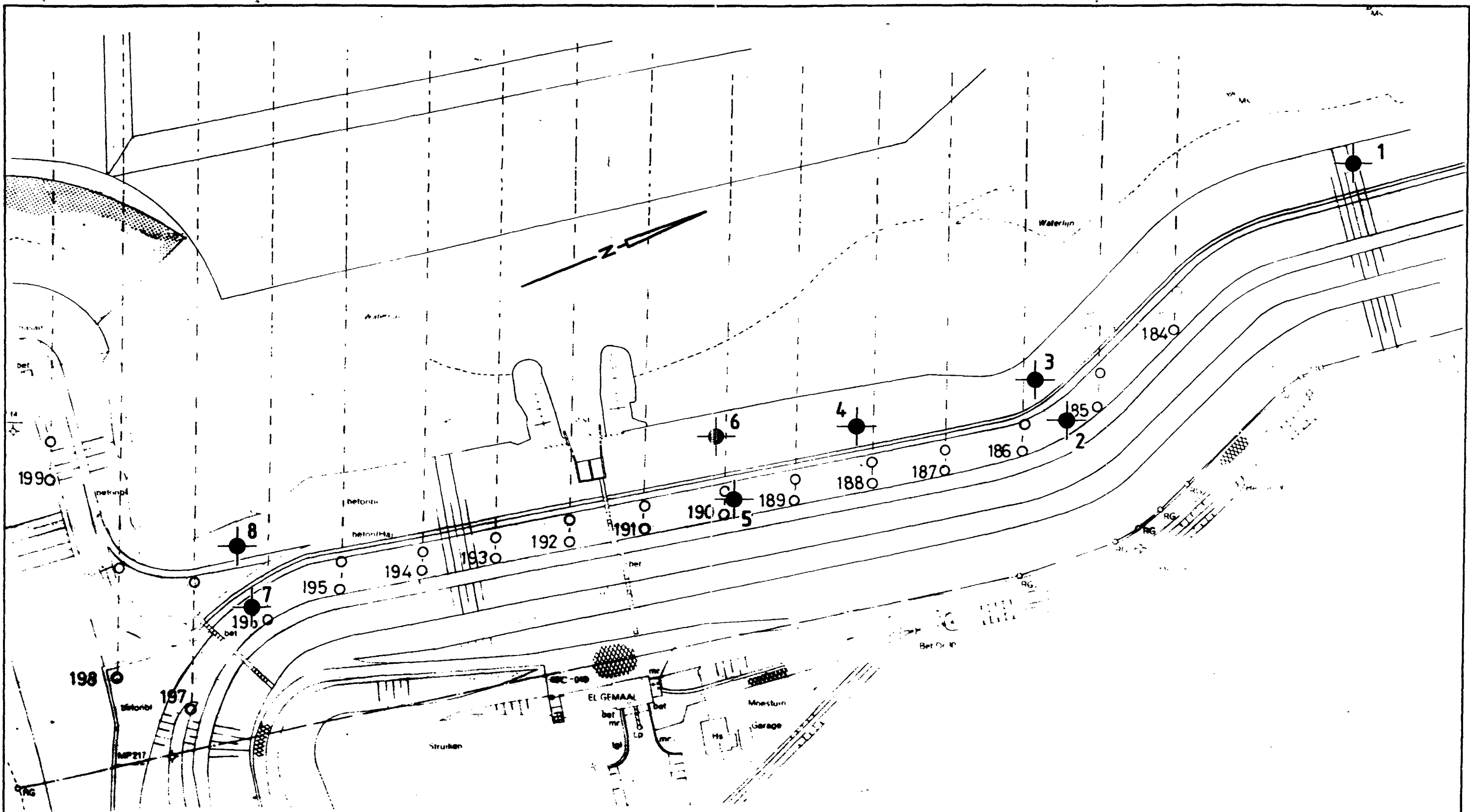
Opdracht: 000991
Kaart : 49C
Plaats : Kruiningen
File : be000911

Project:


Gez. PdH
Bijl. 9

Bepalingen kalkgehalte + organische stof

bor. nr.	diepte m t.o.v. NAP	kalkgehalte % (m/m)	organische stof % (m/m)
1	2,78 - 2,08	<0,01	<0,01
2	6,14 - 5,24	<0,01	<0,01
3	2,65 - 2,05	<0,01	0,9
4	1,87 - 1,07	17,8	1,1
5	5,53 - 4,93	<0,01	<0,01
6	0,55 - 0,25	<0,01	1,3
7	6,08 - 5,38	14,5	<0,01
8	2,33 - 1,53	13,0	<0,01



Onderdeel SITUATIE GRONDONDERZOEK			
uitzetting verzorgd door OPDRACHTGEVER			
schaal 1 : 1000	maten in meters	get. n.k.	gez.
datum 31-01-91	opdr.nr. 000991		
wjz.			

project **Laboratoriumonderzoek Veerhaven te Kruijningen**

MOS GRONDMECHANICA
 Kleidijk 35,3161 EK Rhoon Telefoon 01890-30200* Fax 13656

-  Diepondering
-  Middelzware sendering
-  Sondoring met plaatselijke wrijving
-  Boring
-  Peilbuis