

dienst **weg en water** bouwkunde

9.6-65

BIBLIOTHEEK

Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044, 2600 GA DELFT
Tel. 015-699111.

notanr : WBA-N-89053.

Oesterdam, schade nabij
sluis Bergse Diep.

projectnr : W 88.06/09.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

Hoofdafdeling Waterbouw.

Afdeling Advies.

J.C.P. Johanson.

10 april 1989.

Inhoud.	blz.
1. Inleiding.	1.
2. Probleemstelling.	1.
3. Omschrijving van de constructie.	1.
4. Omschrijving van de schade.	2.
5. Onderzoek naar de sterkte van de bekleding.	2.
5.1. Hydraulische randvoorwaarden.	3.
5.1.1. Waterstand.	3.
5.1.2. Golfhoogte.	3.
5.2. Breuksteen op filterdoek.	5.
5.3. Betonblokken op mijnsteen.	6.
6. Reparatie schade.	6.
7. Literatuur.	8.

Bijlagen.

1. Situatie.	
2. Dwarsprofiel.	
3.1. Vakverdeling geul.	
3.2. Vakverdeling vooroever.	
3.3. Vakverdeling vooroever, detail.	
4. Golfgrootte ter plaatse van de schade.	
5. Resultaten ENDEC berekeningen.	
6. Golfhoogte-schadeniveau tpv breuksteen.	
7.1. Sterkte betonblokkenglooing.	
7.2. Berekening zonder verplaatsing.	
7.3. Berekening met 2 % verplaatsing.	
7.4. Berekening met 3 % verplaatsing.	
8. Aanpassing breuksteen bekleding.	
9. Aanpassing overgangsconstructie.	

1. Inleiding.

Door de dienstkring Schelde-Rijn van de directie Zeeland van Rijkswaterstaat is geconstateerd dat in de loop van de tijd een teruggang is waar te nemen van de kwaliteit van de overgangsconstructie van de dam nabij de schutsluis ter plaatse van het Bergse Diep. De situatie is weergegeven op bijlage 1. De omschrijving van de schade wordt in hoofdstuk 4 verwoord.

2. Probleemstelling.

Aan de Dienst Weg- en Waterbouwkunde is verzocht om een suggestie te geven om de kwaliteit van de overgangsconstructie te waarborgen. Indien namelijk niet op korte termijn herstelwerkzaamheden worden uitgevoerd, bestaat de mogelijkheid dat in de loop van de tijd op grote schaal filtermateriaal van onder de betonblokken kan uittreden. Als gevolg van de holle ruimten die dan onder deze betonblokken ontstaan, kunnen blokken uit de glooiing worden gelicht of juist verzakken. Het spreekt dat dan ernstige schade kan ontstaan.

Voordat nader kan worden ingegaan op deze vraag is in eerste instantie onderzocht of de bekledingen die de overgangsconstructie begrenzen in staat kunnen worden geacht om de aanval van windgolven te weerstaan. Dit om te voorkomen dat na herstel van de schade in de onmiddellijke omgeving van de overgangsconstructie nieuwe schade zal ontstaan.

3. Omschrijving van de constructie.

Op NAP + 1,0 m bevindt zich een overgangsconstructie tussen een bekleding van betonblokken $0,50 * 0,50 * 0,25 \text{ m}^3$ op een mijnsteenlaag met een laagdikte van 0,5 m en een vooroververdediging van breuksteen 60/300 kg met een totaal gewicht van 1400 tot 1000 kg/m² op een geotextiel. Het mijnsteenfilter is afgewerkt met een laagje gebroken grind 6/16 mm, met een laagdikte van 0,05 m. De overgangsconstructie bestaat uit een rij perkoenpalen. Aan de zijde van de betonblokken is een be-

WBA.N.89.053. Oesterdam, schade nabij sluis Bergsediep (W88.06/09).

Advies mbt het herstel van schade aan de teenconstructie van een dam nabij de sluis Bergse Diep, een sluis in de Oesterdam. De schade is ontstaan tpv de overgangsconstructie tussen breuksteen en betonblokken. Als reparatiemethode is ingieten met penetratiemortel aanbevolen.

tbv directie Zeeland/dienstkring Schelde-Rijn.

tonband aanwezig van $0,12 * 0,30 \text{ m}^2$. Verder is tussen de rij perkoenpalen en de betonband een houten teenschot aanwezig met een hoogte van 0,8 m, dat door het mijnsteenpakket steekt. Het dwarsprofiel is weergegeven op bijlage 2.

4. Omschrijving van de schade.

Tot nu toe heeft de schade zich voornamelijk beperkt tot de overgangsconstructie. Tijdens een visuele inspectie leek het dat uitspoeling van filtermateriaal nog niet op grote schaal heeft plaatsgevonden, ook lokale deformatie van de toplaag van betonblokken was niet zichtbaar. De materialen die zijn aangewend vertonen gebreken en voldoen duidelijk niet aan de eis dat een overgangsconstructie minstens zo duurzaam moet worden aangelegd als de begrenzen bekledingen.

De schade kan als volgt worden omschreven. Zowel het houten teenschot als de betonbanden zijn in een zeer slechte conditie. Het houten teenschot is plaatselijk nog maar gedeeltelijk aanwezig. De betonband is in aanzienlijke mate aangetast door betonrot. Plaatselijk, waar het houten teenschot over grotere breedte is verdwenen, is de onderzijde van de betonband zichtbaar. Hier kan filtermateriaal onder de betonblokken vandaan uittreden.

5. Onderzoek naar de sterkte van de bekleding.

Dit onderzoek heeft zich zowel uitgestrekt naar de glooiing van betonblokken op mijnsteen, als naar de bekleding van breuksteen op filterdoek. Eerst wordt echter enige aandacht besteed aan de hydraulische randvoorwaarden. Het gaat hier om de waterstand en de golfbelasting, die ter plaatse van de constructie kunnen optreden.

5.1 Hydraulische randvoorwaarden.

5.1.1. Waterstand.

De maximale waterstand die kan optreden is bepaald op NAP + 4,0 m. Uit [1] volgt dat als ontwerppeil in het Oosterscheldebekken een stand van NAP + 3,5 m moet worden aangehouden. Ten gevolge van opwaaiing wordt 0,5 m in rekening gebracht.

De opwaaiing is met de volgende formule [2] berekend.

$$S = \frac{\alpha * v^2 * l * \cos\phi}{h}, \text{ waarin :}$$

S = opwaaiing [m].

α = coëfficiënt [s^2/m] , aangehouden is $0,4 * 10^{-6} s^2/m$.

v = windsnelheid [m/s] , aangehouden is 30 m/s.

l = lengte bekken [m] , aangehouden is 35000 m.

ϕ = hoek van de windrichting [$^\circ$] , aangehouden is 0°

h = gemiddelde waterdiepte [m] , aangehouden is 25 m.

5.1.2. Golfhoogte.

De significante golfhoogte is op de volgende wijze vastgesteld. Uitgegaan is van een storm uit WNW richting. De bodemdiepte is vastgesteld met behulp van een zeekaart (bijlage 3.1). Verder naar de kust toe is gebruik gemaakt van de loding-gegevens die door de dienstkring ter beschikking zijn gesteld en van de tekening BC 87.170 (bijlage 3.2 en 3.3). De golven zijn in eerste instantie berekend met een programma dat

bij de DWW is ontwikkeld en dat is gebaseerd op de formules van Bretschneider. Bij de nadering van de kust (vanaf de NAP - 20,0 m lijn) is gebruik gemaakt van het programma ENDEC. Voor de controle van de betonblokkenglooiing is uitgegaan van een waterstand van NAP + 4,0 m. Voor het narekenen van de breuksteen is uitgegaan van een waterstand van NAP + 1,0 m. De resultaten van deze golfberekeningen zijn weergegeven op bijlage 4. Hier wordt de grootte van de golf bij oplopende windsnelheid getoond. De bovenste lijn geeft de golfgrootte weer op de NAP - 20,0 m lijn (berekend met Bretschneider). De middelste lijn toont de golven die kunnen optreden bij een waterstand van NAP + 4,0 m (controle van de betonblokken). De onderste lijn geeft de golven weer die kunnen optreden bij een waterstand van NAP + 1,0 m (controle van de breuksteen). Beide lijnen zijn berekend met ENDEC. Bijlage 5 toont de resultaten van een ENDEC berekening, en wel de berekening van de golf bij een waterstand van NAP + 4,0 m en een windsnelheid van 35 m/s. De berekende golfhoogte is 2,6 m. De op deze wijze berekende golfhoogte is terug te vinden als punt (x) op bijlage 4. Op de zelfde manier zijn ook de andere punten op deze grafiek bepaald.

Bij de in hoofdstuk 5.2. en 5.3. gepresenteerde berekeningen wordt uitgegaan van de volgende hydraulische randvoorwaarden:

	waterstand [m tov NAP]	golfhoogte [m]
controle breuksteen	+ 1,0	1,7
controle betonblokken	+ 4,0	2,6

tabel 1 : hydraulische randvoorwaarden.

5.2. Breuksteen op filterdoek.

Omdat het geotextiel plaatselijk zichtbaar is, evenals de onderzijde van de overgangsconstructie, zijn tijdens het bezoek aan het werk twijfels gerezen aan de stabiliteit van de breuksteen bekleding. Op grond van berekeningen in samenhang met de verstrekte gegevens blijkt echter dat deze twijfels niet gegrond zijn, zeker niet voor het gedeelte grenzend aan de overgangsconstructie.

Zoals uit bijlage 6 blijkt, is de mate van stabiliteit sterk afhankelijk van de helling van het talud. Uit de verstrekte tekening blijkt dat de breuksteenbekleding nabij de overgang onder een zeer flauwe helling ligt. Op bijlage 6 kan worden afgelezen dat bij een taludhelling van 1:8 een schadeniveau wordt bereikt van 2, een waarde waarbij geen beweging van breuksteen (sortering 60-300 kg) plaats vindt. Op enige afstand van de constructie is over een kort gedeelte wel een steiler talud aanwezig, met een helling van 1:3,3. Onder maatgevende omstandigheden is de breuksteen daar ter plaatse niet volledig statisch stabiel.

Verder is het zo dat plaatselijk, waarschijnlijk op visuele gronden, dit breuksteenpakket is uitgevuld met breuksteen 10-300 kg. Het is wel mogelijk dat enige van de lichtere stenen niet op hun plek zijn blijven liggen, ten gevolge waarvan plaatselijk het filterdoek en de onderzijde van de overgangsconstructie zichtbaar zijn.

Uitgaande van de flauwe helling van de breuksteenglooiing wordt geconcludeerd dat het constructieve gedeelte van de breuksteensortering nabij de overgangsconstructie voldoende is gedimensioneerd. Wel wordt aangeraden om het steile gedeelte van de glooiing te verflauwen zodat de gehele breuksteenglooiing stabiel is aangezien schade die daar begint zich kan uitbreiden tot aan de overgangsconstructie (bijlage 8).

5.3. Betonblokken op mijnsteen.

Bij het narekenen van de glooiing van betonblokken op mijnsteen is gebruik gemaakt van een bij de DWW ontwikkeld programma dat is gebaseerd op onderzoek bij het Waterloopkundig Laboratorium. Hierin wordt de sterkte van de glooiing bepaald en de grootte van de belasting. Een belangrijk gegeven bij deze berekeningen is de mate waarin het toelaatbaar wordt geacht dat de blokken bewegen. Indien enige mate van beweging wordt toegestaan zal de overdruk die aan de onderzijde van het blok ontstaat ten gevolge van de golfklap worden gereduceerd. De sterkte van de glooiing zal hierdoor toenemen. Op bijlage 7 wordt getoond hoe de belasting toeneemt bij groter wordende golven en welke invloed kan worden verwacht van het toelaten van enige beweging van het blok. Indien geen beweging wordt toegestaan kunnen golven van 1,4 m optreden zonder dat schade aan de constructie ontstaat. Bij een beweging van 2% van de blokdikte kunnen reeds golven van 2,3 m worden weerstaan, bij een beweging van 3% zelfs golven van 3,0 m. Aangezien rekening behoeft te worden gehouden met golven tot 2,6 m, kan er van worden uitgegaan dat de bekleding van betonblokken stabiel is.

6. Reparatie schade.

Uitgaande van de juistheid van de hierboven gepresenteerde berekeningen waaruit blijkt dat de bekleding op zich wel in voldoende mate op de golfaanval is gedimensioneerd, wordt geconcludeerd dat de verbeteringswerkzaamheden zich voornamelijk dienen te concentreren op de overgangsconstructie.

Hierbij kan men op twee manieren te werk gaan. Op de eerste plaats kan de gehele aanwezige constructie worden verwijderd en worden vervangen door een constructie die is opgebouwd uit materialen van goede kwaliteit. Een dergelijke aanpassing is echter nogal kostbaar en bovendien zal het niet eenvoudig zijn om de aangrenzende bekleding op een goede wijze aan te sluiten. De kans bestaat dat de sterkte van de bekleding toch niet optimaal zal worden. Daarom is het wellicht zinvol om de overgangsconstructie zo veel mogelijk intact te laten. Dit gezien de

geringe mate van de huidige schade en uitgaande van de tijdens de visuele verkenning verkregen indruk dat het filtermateriaal hoogstens plaatselijk en in zeer geringe mate is verdwenen. De eisen die aan de verbeteringswerkzaamheden moeten worden gesteld kunnen als volgt worden omschreven:

1. Zorgen dat de materialen van de toplaag niet evenwijdig aan het talud kunnen verplaatsen zodat het verband van de taludbekleding niet wordt aangetast.

2. Zorgen dat onderliggend filtermateriaal niet kan uittreden zodat er geen holle ruimten en verzakkingen kunnen ontstaan.

Aan beide eisen wordt voldaan door de overgangsconstructie zorgvuldig in te gieten met een penetratiemortel. Eerst moeten dan echter de loszittende onderdelen van het houten schot en de betonband worden verwijderd. Ook dient aandacht te worden besteed aan eventuele holten die ter plaatse van de overgangsconstructie zijn ontstaan. Deze holten dienen te worden opgevuld zodat geen verzakkingen kunnen ontstaan. Verder dient de breuksteen ter plaatse van het aan de overgangsconstructie grenzende gedeelte zodanig te worden aangevuld dat een vlakke afwerking mogelijk is. Dit kan met een breuksteensortering 5/40 kg of eventueel 10/60 kg worden verwezenlijkt. Vervolgens dient de gehele constructie vol en zat te worden gepenetreerd. Het penetreren kan plaatsvinden met het normale mengsel zoals dat wordt omschreven in de RAW-bepalingen. Een schets van de aanpassingswerkzaamheden is weergegeven op bijlage 9.

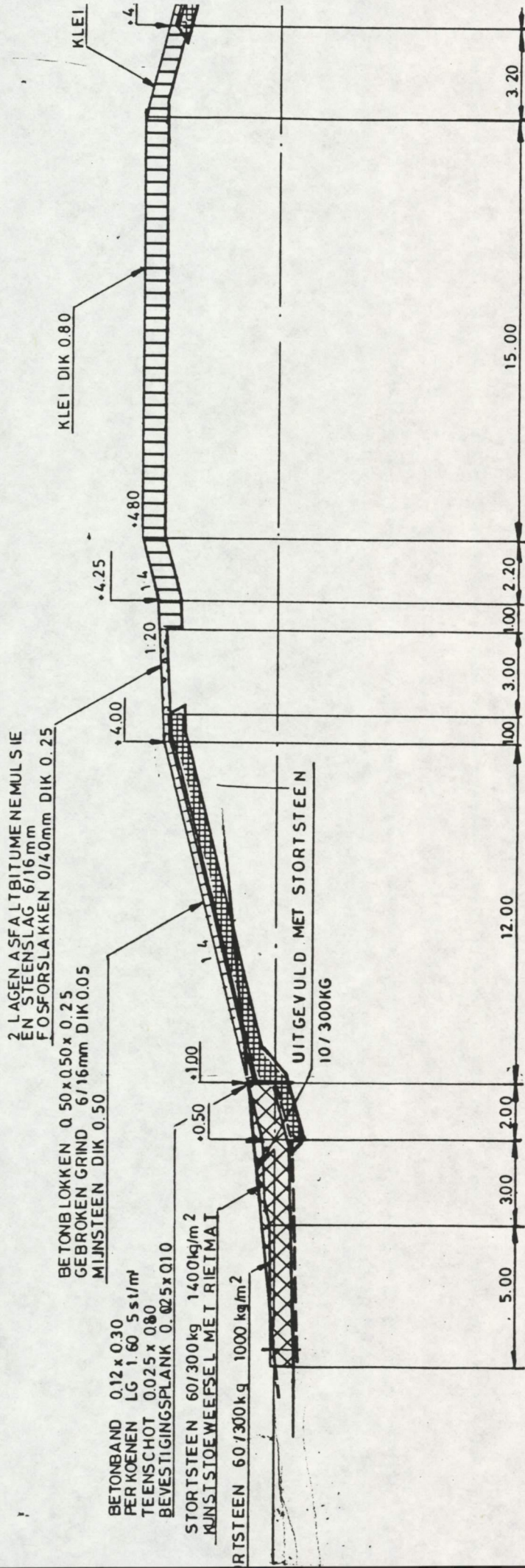
Ten gevolge van het aanbrengen van een penetratie zullen de wateroverdrukken die door de golfklappen worden uitgeoefend anders aangrijpen. In dit geval zullen de overdrukken ter plaatse van de constructie wellicht enigszins toenemen. Gezien de geringe breedte waarover wordt gepenetreerd en de massa van de bekleding behoeft niet voor schade te worden gevreesd. Anderzijds zullen de golfklappen ten gevolge van de penetratie niet meer in dezelfde mate als voorheen doordringen tot in het mijnsteenfilter, hetgeen een gunstige invloed heeft op de stabiliteit van de blokkenglooiing.

Behalve de aanpassing van de overgangsconstructie is het zinvol om de helling van de breuksteenglooiing ter plaatse van het steile gedeelte te verflauwen door aanvulling van de taludhelling tussen de voet van de bestorting en de kreukelberm (bijlage 8).

7. Literatuur.

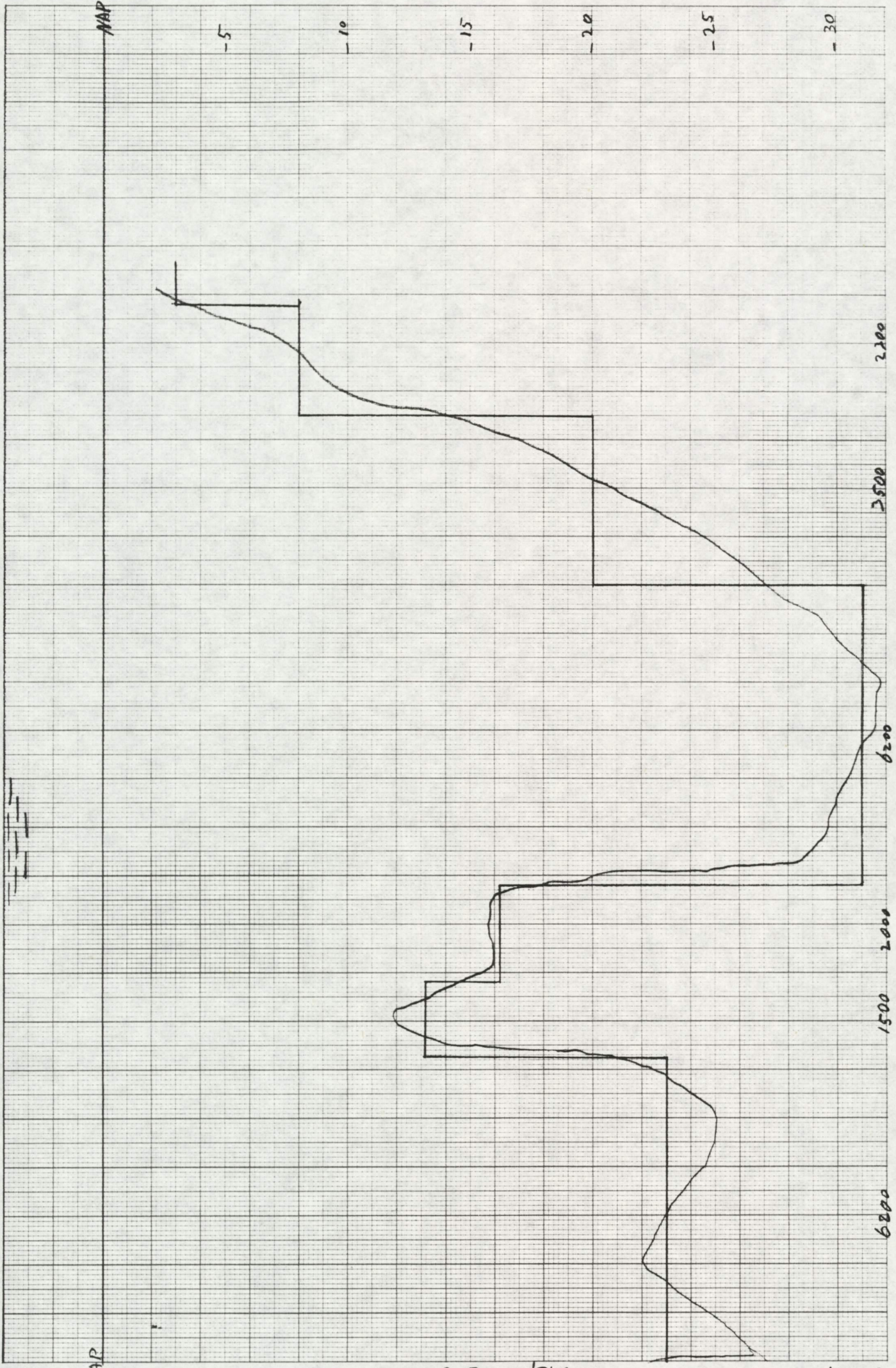
- [1]. R.J. Houben en anderen.
Veiligheidsbenadering waterkeringen (concept).
SSWB-R-89003.
Rijkswaterstaat, sluizen en stuwen, dienst weg- en waterbouw,
vakgroep risicoanalyse.
- [2] ir. I. W. Nortier, ir. H. van der Velde.
Hydraulica voor waterbouwkundigen.
Technische uitgeverij H. Stam N.V.

PROFIEL 14 - 14



schaal 1:200

Oesterdam vakverdeling geul



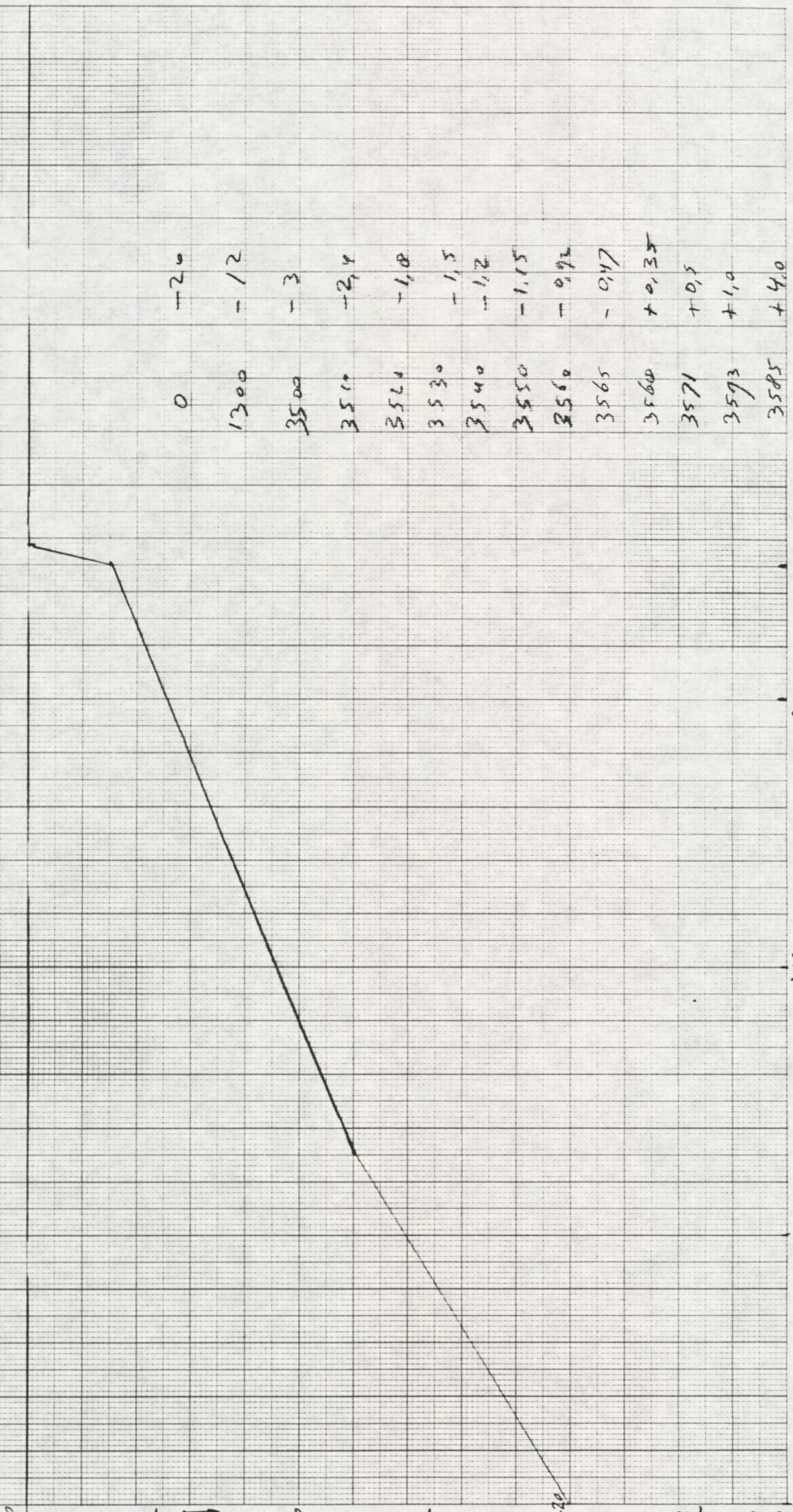
strijklengte [m] →

Oesterdam

Vakverdeling voor oever.

6v ENDEC

détail: zie bijlage 1.3.



0	-20
1300	-12
3500	-3
3510	-2,4
3520	-1,8
3530	-1,5
3540	-1,2
3550	-1,15
3560	-0,92
3565	-0,87
3568	+0,35
3571	+0,5
3593	+1,0
3585	+4,0

3500

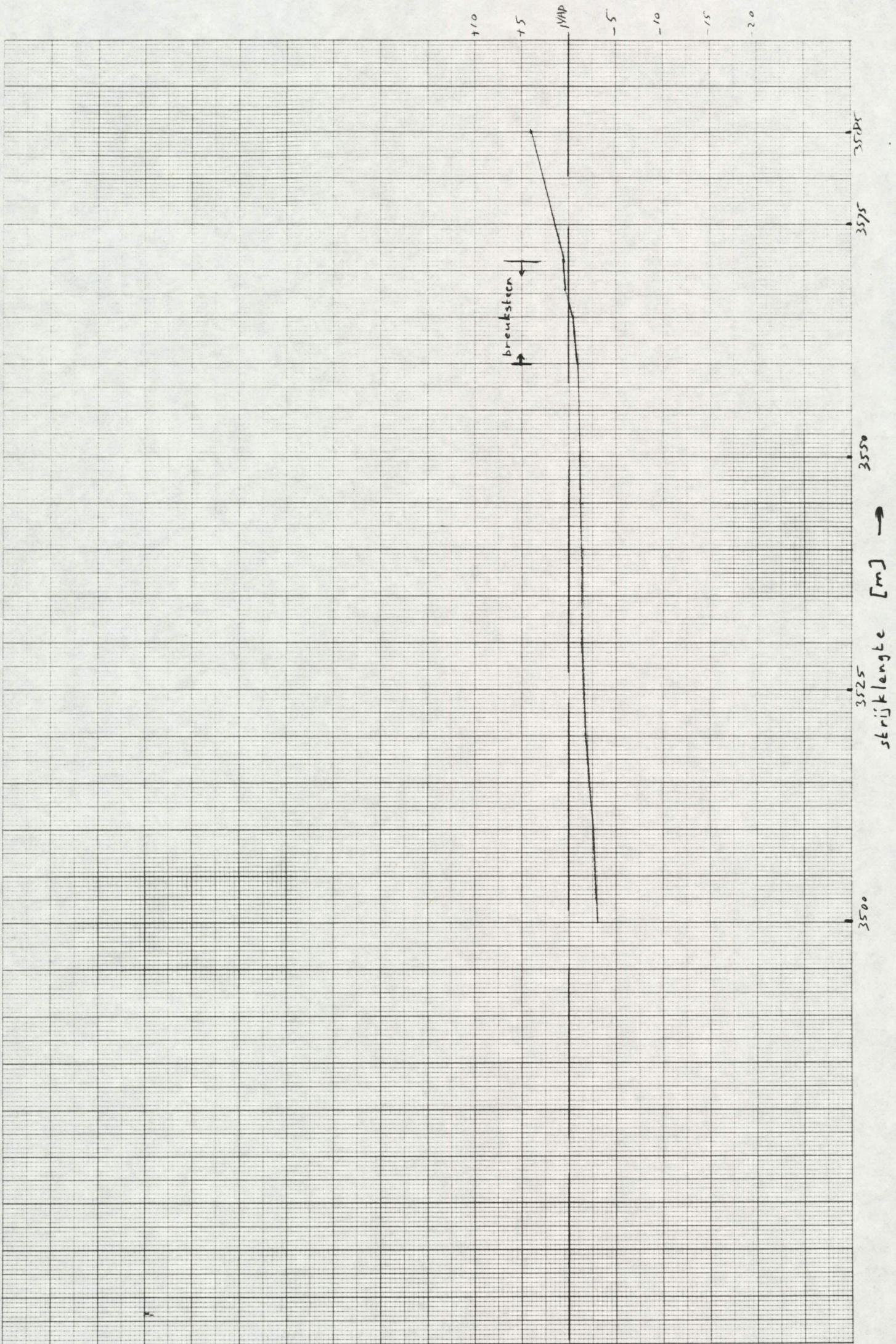
3000

2000

1000

strijklengte [m] →

Oesterdam uit lodingen / tekening Vakverdeling voor oever. (detail)



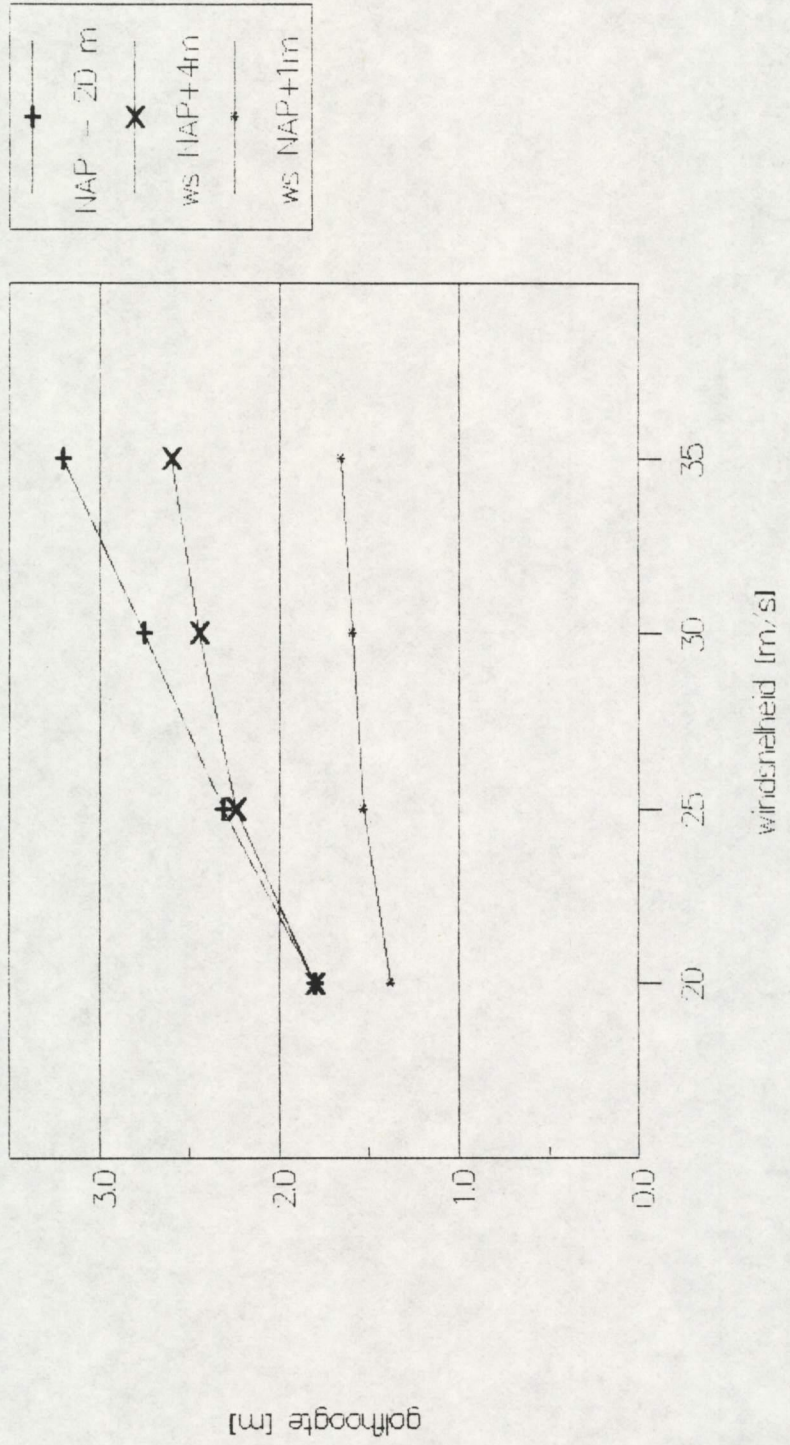
+10
+5
MVP
-5
-10
-15
-20

3500
3525
3550
3575
3575

strijk lengte [m] →

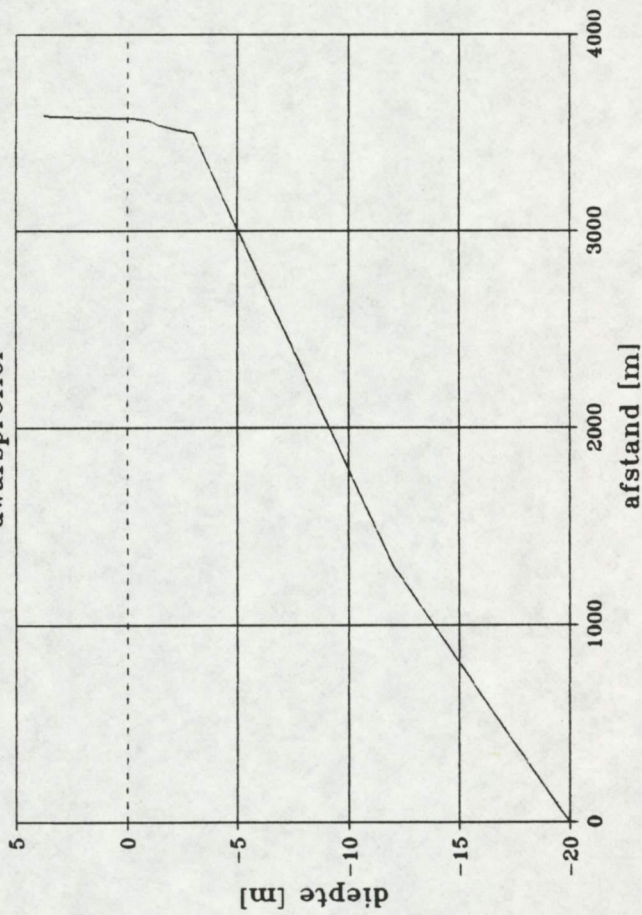
breuksteen

oesterdam golfgrootte t.p.v schade

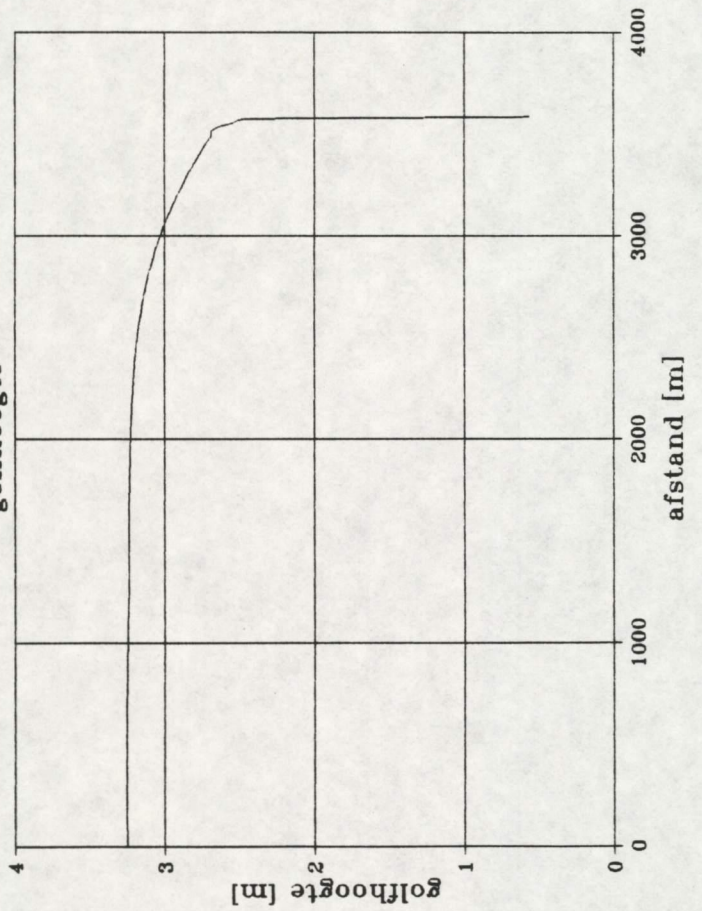


OESTERDAM

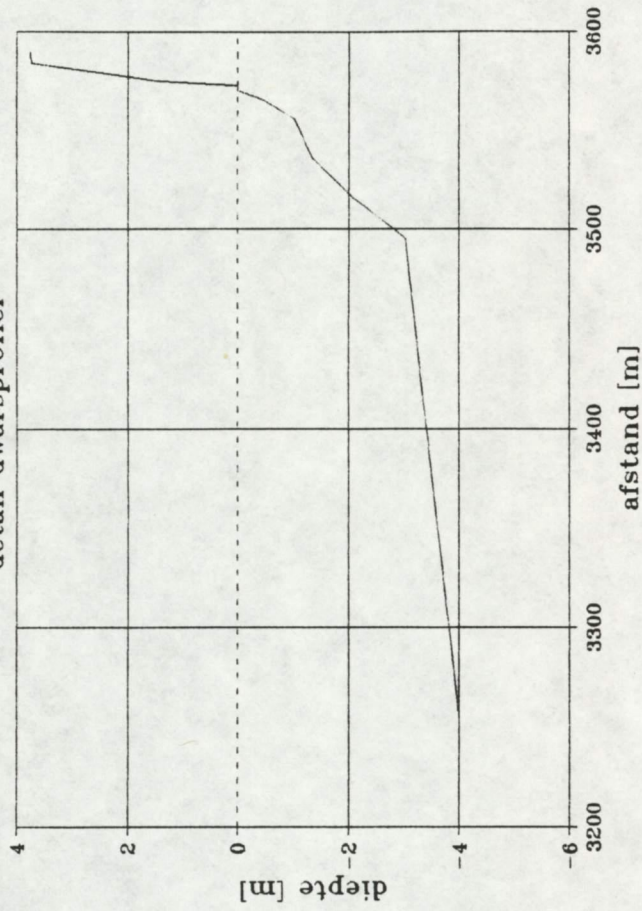
dwarsprofiel



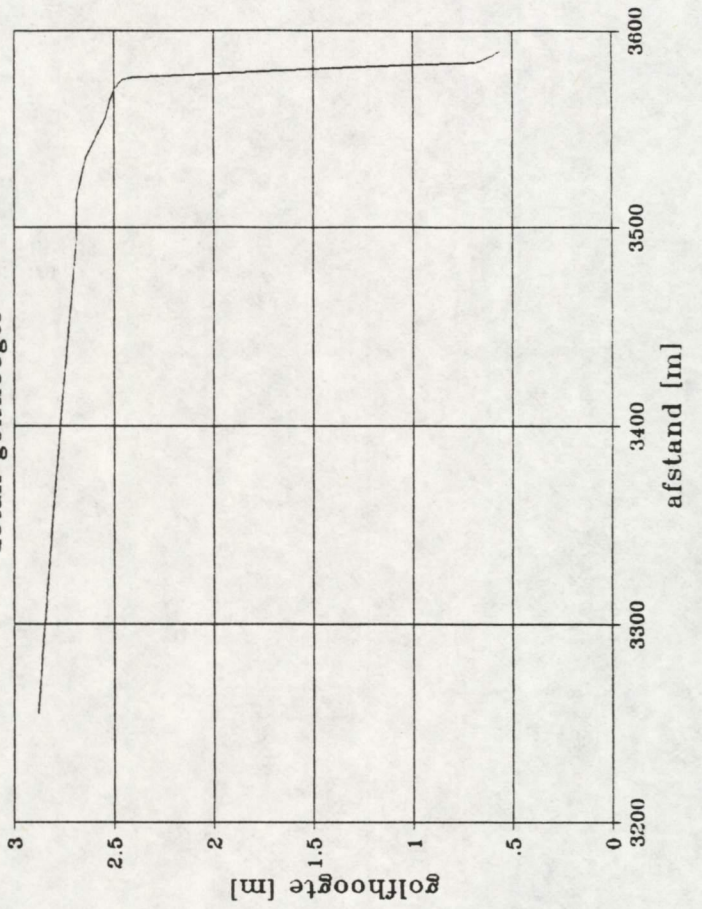
golfhoogte



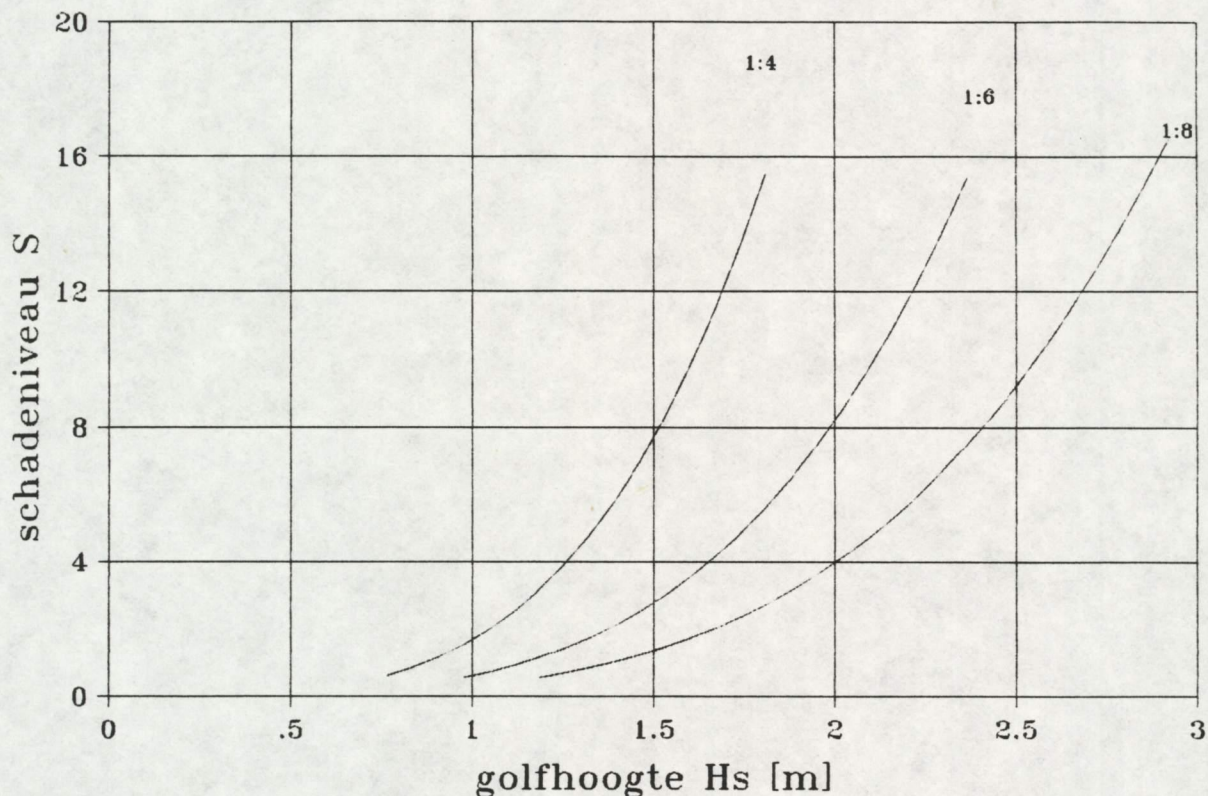
$u = 35 \text{ m/s}$ WATERSTAND = NAP + 4.0 m
detail dwarsprofiel



detail golfhoogte



Oesterdam, mate van stabiliteit golfhoogte-schadeniveau

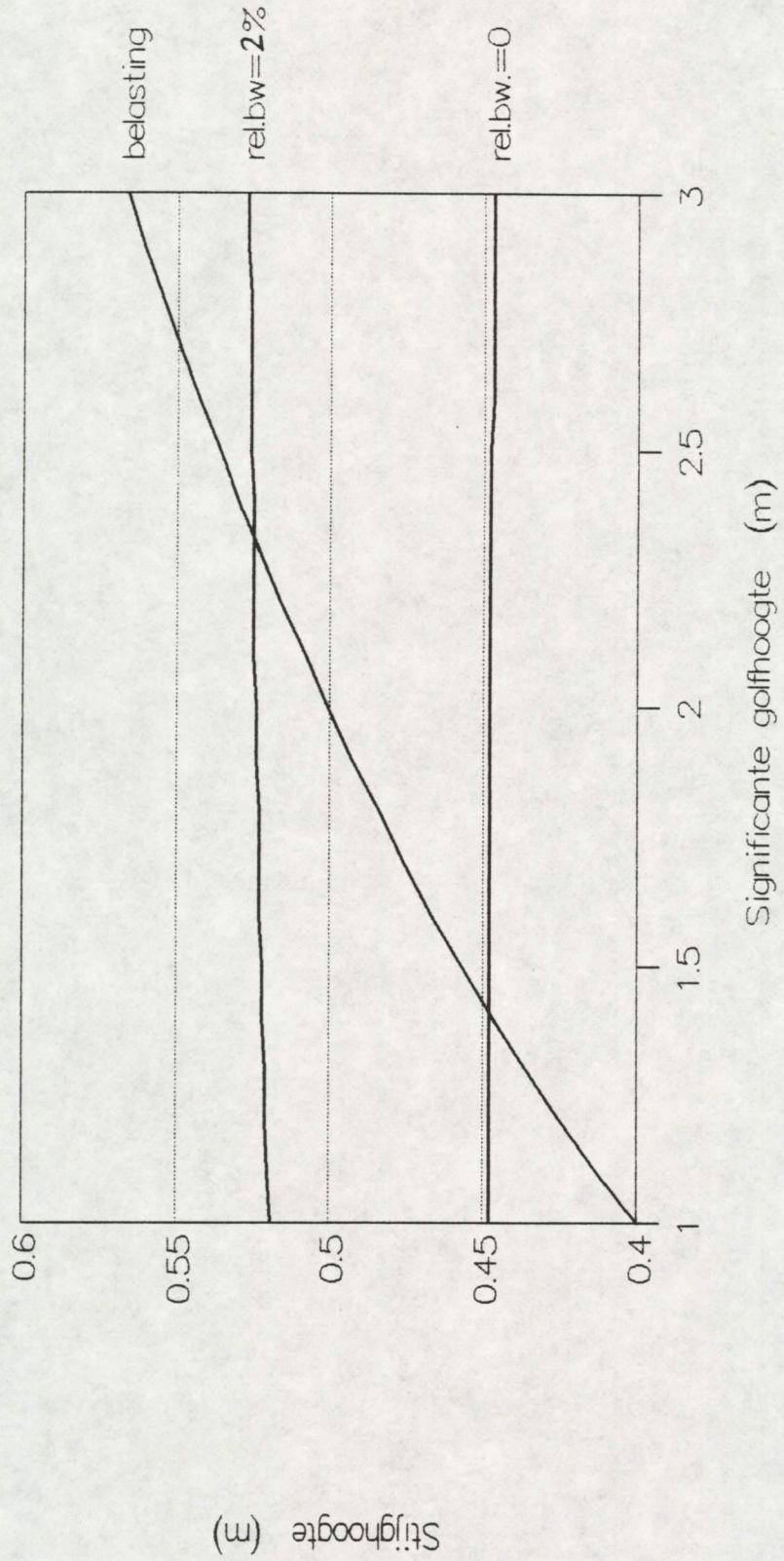


SCHADENIVEAU S - GOLFHOOGTE Hs

=====		lijn 1	lijn 2	lijn 3
taludhelling:	cota =	4	6	8
golfperiode:	Tm =	7	7	7
aantal golven:	N =	2000	2000	2000
doorlatendheid:	P =	.1	.1	.1
massa steen:	W50 =	185	185	185
soort. dichtheid steen:	rho-a =	2700	2700	2700
soort. dichtheid water	rho =	1000	1000	1000

OESTERDAM

Sterkte toplaag als functie beweging



Oesterdam PROGRAMMA WOLS42
I N V O E R

Spleetgrootte	0.00300
Blokbreedte	0.50000
Bloklengte	0.50000
Golfperiode op diep water	7.00000
Taludhelling als 1 : m	4.00000
Waterdiepte ter plaatse	5.00000
Blokdikte	0.25000
Filterdikte	0.50000
Soortelijk gewicht steen	2400.00000
Soortelijk gewicht water	1000.00000
Porositeit	0.38000
Toelaatbare rel. verplaatsing	0.00010
Df15	0.00100
Dikte uitvullaag	0.05000
D15 van het uitvulmateriaal	0.00600
Startwaarde voor de golfhoogte	1.00000
Stapgrootte golfhoogte	0.20000
Eindwaarde voor de golfhoogte	3.00000
Naam uitvoerfile	OESTERDAM

H,b m	Lab -	STERK. m	BELAST m	Kfilt m/s	Ktopl m/s	Gam,t -	i,max -	Ksi -	Beta o	H/`D -
1.00	0.208	0.448	0.400	0.0084	0.0030	1.32	0.346	2.19	49.97	2.86
1.20	0.208	0.448	0.425	0.0084	0.0029	1.32	0.374	2.00	48.22	3.43
1.40	0.208	0.448	0.447	0.0084	0.0028	1.32	0.399	1.85	46.79	4.00
1.60	0.209	0.448	0.467	0.0084	0.0028	1.32	0.421	1.73	45.59	4.57
1.80	0.209	0.448	0.484	0.0083	0.0028	1.32	0.441	1.63	44.56	5.14
2.00	0.209	0.448	0.501	0.0083	0.0027	1.32	0.460	1.55	43.65	5.71
2.20	0.209	0.448	0.516	0.0083	0.0027	1.32	0.476	1.47	42.85	6.29
2.40	0.210	0.448	0.530	0.0083	0.0027	1.32	0.492	1.41	42.13	6.86
2.60	0.210	0.448	0.543	0.0083	0.0027	1.32	0.506	1.36	41.47	7.43
2.80	0.210	0.448	0.555	0.0083	0.0026	1.32	0.520	1.31	40.88	8.00
3.00	0.210	0.448	0.566	0.0083	0.0026	1.32	0.532	1.26	40.33	8.57

Oesterdam PROGRAMMA WOLS42
I N V O E R

Spleetgrootte	0.00300
Blokbreedte	0.50000
Bloklengte	0.50000
Golfperiode op diep water	7.00000
Taludhelling als 1 : m	4.00000
Waterdiepte ter plaatse	5.00000
Blokdikte	0.25000
Filterdikte	0.50000
Soortelijk gewicht steen	2400.00000
Soortelijk gewicht water	1000.00000
Porositeit	0.38000
Toelaatbare rel. verplaatsing	0.02000
Df15	0.00100
Dikte uitvullaag	0.05000
D15 van het uitvulmateriaal	0.00600
Startwaarde voor de golfhoogte	1.00000
Stapgrootte golfhoogte	0.20000
Eindwaarde voor de golfhoogte	3.00000
Naam uitvoerfile	OESTERDAM

H, b m	Lab -	STERK. m	BELAST m	Kfilt m/s	Ktopl m/s	Gam, t -	i, max -	Ksi -	Beta o	H/`D -
1.00	0.208	0.519	0.400	0.0084	0.0030	1.53	0.346	2.19	49.97	2.86
1.20	0.208	0.521	0.425	0.0084	0.0029	1.53	0.374	2.00	48.22	3.43
1.40	0.208	0.522	0.447	0.0084	0.0028	1.54	0.399	1.85	46.79	4.00
1.60	0.209	0.523	0.467	0.0084	0.0028	1.54	0.421	1.73	45.59	4.57
1.80	0.209	0.523	0.484	0.0083	0.0028	1.54	0.441	1.63	44.56	5.14
2.00	0.209	0.524	0.501	0.0083	0.0027	1.54	0.460	1.55	43.65	5.71
2.20	0.209	0.525	0.516	0.0083	0.0027	1.55	0.476	1.47	42.85	6.29
2.40	0.210	0.525	0.530	0.0083	0.0027	1.55	0.492	1.41	42.13	6.86
2.60	0.210	0.526	0.543	0.0083	0.0027	1.55	0.506	1.36	41.47	7.43
2.80	0.210	0.526	0.555	0.0083	0.0026	1.55	0.520	1.31	40.88	8.00
3.00	0.210	0.527	0.566	0.0083	0.0026	1.55	0.532	1.26	40.33	8.57

Oesterdam PROGRAMMA WOLS42
I N V O E R

Spleetgrootte	0.00300
Blokbreedte	0.50000
Bloklengte	0.50000
Golfperiode op diep water	7.00000
Taludhelling als 1 : m	4.00000
Waterdiepte ter plaatse	5.00000
Blokdikte	0.25000
Filterdikte	0.50000
Soortelijk gewicht steen	2400.00000
Soortelijk gewicht water	1000.00000
Porositeit	0.38000
Toelaatbare rel. verplaatsing	0.03000
Df15	0.00100
Dikte uitvullaag	0.05000
D15 van het uitvulmateriaal	0.00600
Startwaarde voor de golfhoogte	1.00000
Stapgrootte golfhoogte	0.20000
Eindwaarde voor de golfhoogte	3.00000
Naam uitvoerfile	OESTERDAM

H,b m	Lab -	STERK. m	BELAST m	Kfilt m/s	Ktopl m/s	Gam,t -	i,max -	Ksi -	Beta o	H/^D -
1.00	0.208	0.555	0.400	0.0084	0.0030	1.63	0.346	2.19	49.97	2.86
1.20	0.208	0.557	0.425	0.0084	0.0029	1.64	0.374	2.00	48.22	3.43
1.40	0.208	0.558	0.447	0.0084	0.0028	1.64	0.399	1.85	46.79	4.00
1.60	0.209	0.560	0.467	0.0084	0.0028	1.65	0.421	1.73	45.59	4.57
1.80	0.209	0.561	0.484	0.0083	0.0028	1.65	0.441	1.63	44.56	5.14
2.00	0.209	0.562	0.501	0.0083	0.0027	1.66	0.460	1.55	43.65	5.71
2.20	0.209	0.563	0.516	0.0083	0.0027	1.66	0.476	1.47	42.85	6.29
2.40	0.210	0.564	0.530	0.0083	0.0027	1.66	0.492	1.41	42.13	6.86
2.60	0.210	0.565	0.543	0.0083	0.0027	1.66	0.506	1.36	41.47	7.43
2.80	0.210	0.565	0.555	0.0083	0.0026	1.67	0.520	1.31	40.88	8.00
3.00	0.210	0.566	0.566	0.0083	0.0026	1.67	0.532	1.26	40.33	8.57

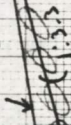
Desterdam.

aanpassing helling breuksteen bekleding

+1
NAP
-1

1:4

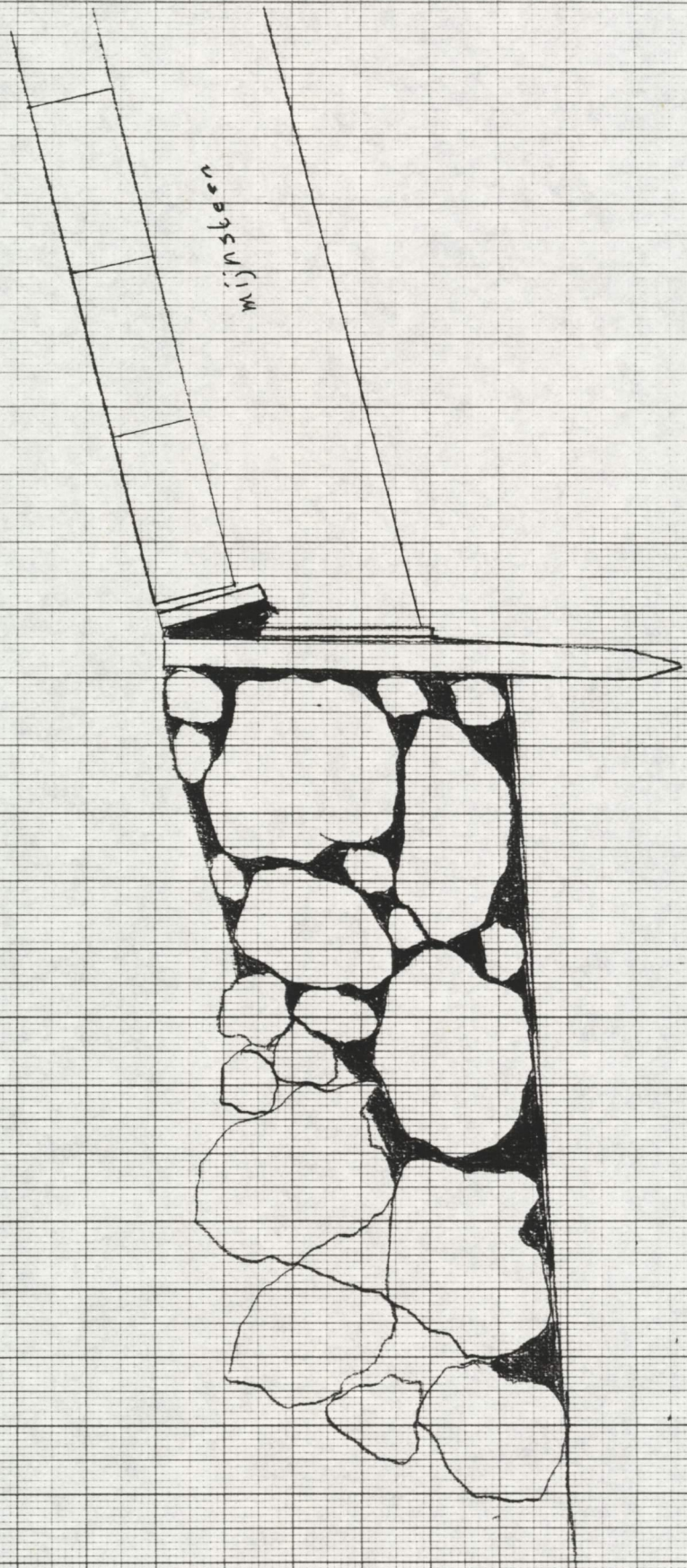
aanpassing



1:5.3
huidig profiel

OESTERDAM

Aanpassing overgangsconstructie



T H O L E N

