

# Dimensioneringsaspecten van het natuurontwikkelingsproject Bocht van Molkwerum

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Dienst Weg- en Waterbouwkunde



***Dimensionerings-aspecten van het natuurontwikkelingsproject  
Bocht van Molkwerum***

1. Rapport nr. W-DWW-94.275	2. Serie nr.	3. Ontvanger catalogus nummer	
4. Titel en sub-titel Dimensionerings-aspecten van het natuurontwikkelingsproject Bocht van Molkwerum		5. Datum rapport 22 juni 1994	
		6. Kode uitvoerende organisatie	
7. Schrijvers ing J.J Bakker, ing. M van de Paverd.		8. Nr. rapport uitvoerende org.	
9. Naam en adres opdrachtnemer Dienst Weg- en Waterbouwkunde. van der Burghweg 1, Delft. postbus 5044. 2600 GA Delft.		10. Projectnaam Oevers	
		11. Kontakt nummer (015) 699419/699451	
12. Naam en adres opdrachtgever Directie Flevoland Zuidwagenplein 2, Lelystad postbus 600 8200 AP Lelystad.		13. Type rapport <b>Eind-rapport</b>	
		14. Code andere opdrachtgever	
15. Opmerkingen			
16. Referaat In dit rapport worden de constructieve aspecten beschreven van het natuurontwikkelingsproject op het voorland van de Bocht van Molkwerum.			
17. Trefwoorden oevers, natuurontwikkeling, Molkwerum		18. Distributie systeem DWW / RWS	
19. Classificatie	20. Classificatie deze pagina	21. Aant.blz. 13	22. Prijs

## ***Dimensionerings-aspecten van het natuurontwikkelingsproject Bocht van Molkwerum***

**onderwerp:** *Natuurontwikkelingsproject Bocht van Molkwerum*  
**opdrachtgever:** *Directie Flevoland*  
**datum:** *22 juni 1994*  
**auteurs:** *ing. J.J. Bakker, ing. M. van de Paverd*  
*Rijkswaterstaat Dienst Weg-en Waterbouwkunde*  
*Hoofdafdeling Waterbouw, onderafdeling Advies*  
*Postbus 5044,*  
*2600 GA, Delft*

### ***Inhoudsopgave***

Samenvatting .....	2
1. Inleiding .....	3
2. Probleemstelling .....	4
3. Randvoorwaarden en uitgangspunten .....	4
4. Inrichting van het gebied .....	4
5. Dimensionerings-aspecten .....	5
6. Uitgewerkte varianten .....	10
7. Literatuurlijst .....	11
Bijlagen .....	12
1. Golfklimaat .....	12
2. Zwaarte van de toplaag .....	13



## Samenvatting

Rijkswaterstaat, Directie Flevoland en NBLF Friesland willen op het ondiepe voorland in de Bocht van Molkwerum de natuurwaarden versterken.

Dit gebied zal worden ingericht als een broedgebied voor kale grond-broeders (Sterns, Kluten en Plevieren) en een rust- en foerageergebied voor vogelsoorten zoals: Steltlopers, Meeuwen, Sterns, Eenden, Ganzen, Aalscholvers, Lepelaars en Futen. Daarnaast zal in het gebied ook ruimte worden gereserveerd voor natuurlijke successie van zoetwaterplanten.

Het ontwerp bestaat uit aan een drietal evenwijdig aan de kust gelegen zandplaten, die aan de voorzijde wordt verdedigd door een lichte sortering breuksteen. Achter de verdedigde voorzijde worden de platen gedeeltelijk afgedekt met schelpen om te voorkomen dat de voorzijde van de platen begroeid raakt. Zo kan het gewenste broedbiotoop tot ontwikkeling komen. Tussen de platen wordt een ondergedoken drempel aangebracht, die tot doel heeft het doorlaten van golven te beperken zodat het achterliggende gebied in de luwte ligt.

Deze notitie gaat met name in op de oriëntatie en vormgeving van de platen en de noodzakelijke verdedigingsconstructies.

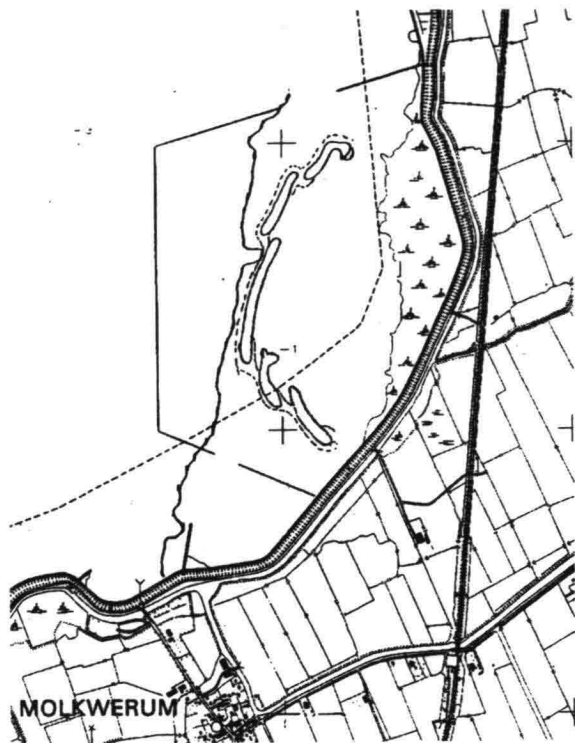
Het Waterloopkundig Laboratorium (WL) heeft de morfologische effecten van het natuurontwikkelingsplan op de omgeving onderzocht. Deze studie staat beschreven in [lit 1]. De in deze nota aangehouden randvoorwaarden zijn afkomstig uit deze studie.



## 1. Inleiding

Rijkswaterstaat, Directie Flevoland en NBLF Friesland hebben het voornemen om op het ondiepe voorland in de Bocht van Molkwerum de natuurwaarden te versterken.

Dit gebied dient een broedgebied te worden voor kale grond-broeders (Sterns, Kluten en Plevieren) en een rust- en foerageergebied voor vogelsoorten zoals: Steltlopers, Meeuwen, Sterns, Eenden, Ganzen, Aalscholvers, Lepelaars en Futen. Daarnaast moet het gebied ook ruimte bieden aan natuurlijke successie van zoetwaterplanten.



**Afbeelding 1**  
Project locatie met voorlopig ontwerp.

In eerste instantie werd gedacht het gebied van het IJsselmeer af te schermen met een breukstenen dam. De lagune, die zo zou ontstaan, biedt voldoende mogelijkheden voor de al genoemde flora en fauna.

Bij het aanvragen van een vergunning in het kader van de WVO bleek er weerstand tegen de plannen te bestaan. Om aan de voornaamste punten van kritiek tegemoet te komen zijn de plannen aangepast.

Als voorlopig ontwerp werd toen geacht aan een aantal zandplaten aan de voorzijde verdedigd door breuksteen. Hierbij ging de voorkeur uit naar een lichte sortering. Achter de verdedigde voorzijde zouden de platen gedeeltelijk afgedekt worden met schelpen om te voorkomen dat de voorzijde van de platen begroeid zou raken. Zo zou een broedbiotoop voor kale grond-broeders (Sterns, Kluten en Plevieren) kunnen ontstaan.

Aan de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) is gevraagd mee te denken over de vormgeving en de constructieve voorzieningen die noodzakelijk zijn om de platen afdoende te verdedigen.

Aan het Waterloopkundig Laboratorium (WL) is gevraagd de morfologische effecten van het natuurontwikkelingsplan op de omgeving te onderzoeken.

Deze notitie zal met name ingaan op de oriëntatie en vormgeving van de platen en de verdedigingsconstructies. Voor de studie naar de morfologische aspecten wordt verwezen naar [lit 1].



## 2. *Probleemstelling*

De in deze notitie aangehouden probleemstelling bestaat uit de volgende twee elementen:

- wat is de optimale locatie en oriëntatie van de plaatranden,
- welke constructieve voorzieningen moeten er worden getroffen om de platen voldoende tegen golven en stroming te verdedigen.

Daarbij is het nadrukkelijk de bedoeling dat de platen natuurvriendelijk worden vastgelegd en dat uit landschappelijke overwegingen voor de verdediging geen grove breuksteen wordt gebruikt.

## 3. *Randvoorwaarden en uitgangspunten*

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat voor het IJsselmeer een zomerpeil van NAP -0.20 m en een winterpeil van NAP -0.40 m geldt.

Er is verder rekening gehouden met een waterstandsverhoging van circa 0,20 m als gevolg van opwaaiing. Dit resulteert in een waterdiepte die varieert tussen 1.10 m en 1.50 m.

Voor de dimensionering van de verdediging van de platen is als uitgangspunt het jaarlijkse golfklimaat bij een bodemligging van N.A.P -1.5m gekozen. Dit, door WL geleverde, golfklimaat is weergegeven in Bijlage 1. De grootst mogelijke golfhoogte wordt echter beperkt door de beschikbare waterdiepte van 1.20 m, waardoor de grote golven zullen breken. Als vuistregel kan voor deze maximale golfhoogte de helft van de waterdiepte worden aangehouden. Bij een waterdiepte van 1.2 m kunnen de golven dan niet hoger zijn dan 0.60m. Deze golfhoogte is voor de berekeningen aangehouden. Uit het golfklimaat (Bijlage 1) kan worden afgeleid dat deze golven regelmatig zullen voorkomen.

## 4. *Inrichting van het gebied*

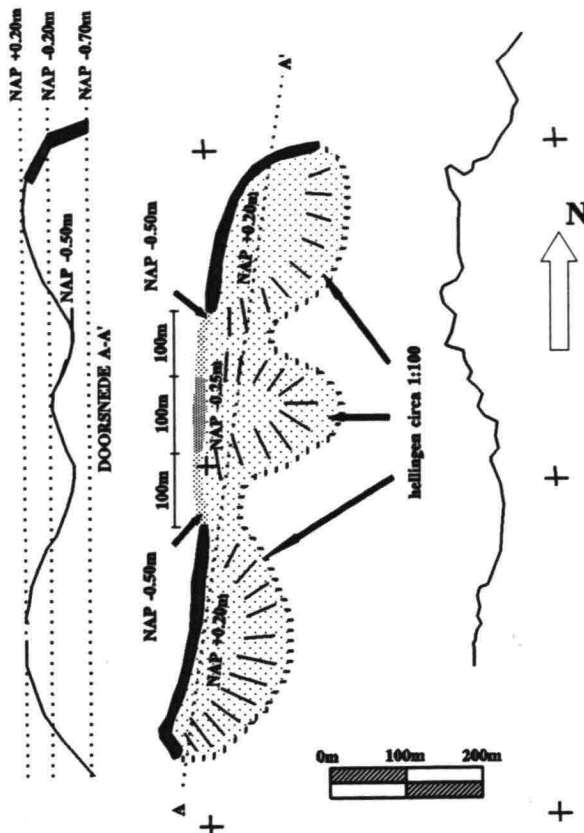
Het gebied kan worden gecreëerd door met zand een aantal lage (NAP +0,20 m) platen op te spuiten. De platen zijn aan de IJsselmeerszijde voorzien van een verdediging. Deze zandplaten dienen een luwtegebied te creëren.

Een plaat sorteert het meeste effect als zij loodrecht op de heersende golfrichting is gelegen. Gezien het karakter van het golfklimaat op NAP -1.5 m, waaruit blijkt dat als gevolg van refractie op het ondiepe plateau golfrichtingen uit het zuidwesten en noorden hoegenaamd niet voorkomen, is een platensysteem evenwijdig aan de kust voldoende. Hiermee vervalt dus de noodzaak de noord- en zuidkant af te dekken met platen.

In de inrichtingsvariant van afbeelding 3 is gekozen voor 1 opening en 2 platen op NAP +0,20 en een ondergedoken plaat op NAP -0,25 m. De opening is 300 m breed en voorzien van een drempel op NAP -0,50 m. De middelste 100 m van de drempel wordt 0,25 m hoger aangelegd. Direct daarachter bevindt zich de ondergedoken plaat op NAP -0,25 m. De toegankelijkheid voor Futen die in hun ruiperiode niet kunnen vliegen en voor vissen is bij deze inrichting maximaal. Voorts zullen zich bij dit ontwerp geen problemen voordoen met waterverversing en drijfvuilop-hoping.







**Afbeelding 2**  
Definitieve inrichtingsvariant.

De zandplaten moeten aan de voorzijde worden verdedigd om afslag door golven te voorkomen.

Tussen de platen loopt over een afstand van 300 m een ondergedoken drempel, met een hoogte van NAP -0.50 m en met een nader te bepalen breedte, om golftransmissie te reduceren.

Op deze aspecten wordt onder punt 5 teruggekomen. De afstand tussen de meest westelijk gelegen platen tot de rand van het plateau moet minimaal 50 m (overeenkomend met enige golf lengtes) bedragen.

In het midden van de drempel loopt de hoogte over 100 m op tot NAP -0,25 m. Daarachter ligt een voor steltlopers geschikte ondergedoken plaat op NAP -0,25 m.

De taluds aan de zij- en achterkant van 3 platen worden zeer flauw (1:100) aangelegd. Behalve om ecologische redenen is dit ook gedaan om golfdoordringing zo snel mogelijk te spreiden door refractie. Het verdient aanbeveling de zandplaten niet te vlak af te werken. Het daardoor gecreëerde micro-relief draagt bij aan de gewenste bio-diversiteit.

## 5. Dimensionerings-aspecten

Er zal worden ingegaan op de volgende aspecten:

1. zwaarte van de toplaag.
2. filteropbouw.
3. lengte van de bescherming in langs en dwarsprofiel.
4. ondergedoken dam tussen de platen.
5. golftransmissie door en over de ondergedoken dam.



**ad 1. Zwaarte van de toplaag**

Bij de dimensionering van deze constructie zijn een tweetal constructievarianten overwogen, te weten:

1. een dynamisch stabiele constructie waarbij beweging van de lichte bestorting is toegestaan mits het talud in de tijd gezien maar voldoende verdedigd blijft. De berekeningen zijn uitgevoerd met het computerprogramma BREAKWAT. Een samenvatting van de berekeningsresultaten is te vinden in Bijlage 2.
2. een statische stabiele toplaag waarbij de grovere stenen van de toplaag niet in beweging komen. De benodigde afmetingen zijn bepaald met de formules van Pilarczyk [lit 2].

De resultaten van de berekeningen staan vermeld in tabel 1.

alternatief:	taludhelling:	toe te passen sortering:	benodigde laagdikte:
1. dynamisch stabiel strand	1/6 1/7 1/8	<i>grind:</i> 10/30 mm (Nederl. norm, lit [6]) <i>steenslag:</i> 20/32 mm (Belgische norm, lit [3]) <i>splijt:</i> 22/32 mm (Duitse norm, lit [4])	0.8m (bij 1/6) 0.7m (bij 1/7) 0.6m (bij 1/8)
2. statisch stabiele oever	a. 1/10	<i>breuksteen:</i> 40/100 mm (Nederl. norm, lit [6])	0.3m, geotextiel vereist
	b. 1/3: conventionele oever	<i>breuksteen:</i> 80/200 mm (Nederl. norm, lit [6])	0.3m, geotextiel vereist
	c. 1/4: onder water gelegen talud overgang bij N.A.P -0.40m 1/8: boven watergelegen talud	<i>breuksteen:</i> 40/100 mm (Nederl. norm, lit [6])	0.3m, geotextiel vereist

**Tabel 1.**

**ad 2. Filteropbouw**

Om te voorkomen dat ondergelegen materiaal uitspoelt moet bij het tweede alternatief een geotextiel worden toegepast. Dit geotextiel kan gezien de dikte van de lagen bij het eerste alternatief achterwege blijven ook al omdat eventueel enige uitspoeling van ondergelegen materiaal kan worden opgevangen door de flexibele verdediging. Uitvoeringstechnisch gezien leidt dit wellicht tot het toepassen van kraagstukken bestaande uit een wiepenrooster met daaronder een synthetisch geotextiel.

**ad 3. Lengte van de bescherming in langs- en dwarsprofiel**

De lengte waarover in het dwarsprofiel de bescherming aan de bovenzijde dient te worden doorgezet kan worden bepaald met de onderstaande betrekking [lit 2]:

$$L_s = \frac{1}{5} T \sqrt{g(R_u - R_c)}$$



waarin:

- $L_s$  = de lengte waarover de bescherming aan de bovenzijde dient te worden aangebracht [m],  
 $T$  = de kenmerkende periode van het golfveld [s],  
 $R_u$  = de golfoploop die zou optreden indien het talud onbeperkt lang zou zijn [m], als eerste schatting is hier de 2%-golfoploop voor aangehouden,  
 $R^c$  = de kruinhoogte van de platen t.o.v de waterlijn [m].

De resultaten zijn samengevat in tabel 2. De golfoploop is berekend met het programma BREAK-WAT (eis taludhelling  $\leq 1/7$ ); voor de periode is 2.5s aangehouden.

taludhelling:	$R_c$ [m]	$R_u$ [m]	$L_s$ [m]
1/3	0.2	0.9	1.31m -> 1.5m aanhouden
1/7	0.2	0.4	0.70m -> 1.0m aanhouden

Tabel 2.

Ook aan de teen van de platen zal de bescherming over een bepaalde lengte dienen te worden doorgezet. Voor deze lengte kan ca.  $2.5 \cdot H_s \approx 2.5 \cdot 0.6 = 1.5\text{m}$  worden aangehouden [lit 2]. Aan de randen van de platen zal de bestorting over een grotere lengte dienen te worden aangebracht in verband met turbulentieverschijnselen. Hier kan bij benadering ca.  $5 \cdot H \approx 5 \cdot 0.60 = 3\text{m}$  voor worden aangehouden [lit 2].

#### ad 4. Ondergedoken dam tussen de platen

De tussen de platen liggende dam moet de golfdoordringing reduceren en de bodem tussen de platen vastleggen. De stroomsnelheden die kunnen optreden zijn echter onbekend, doch zullen gering zijn. De grootste belasting wordt veroorzaakt door golven. Daarom wordt voorgesteld om met de zelfde breuksteensortering die wordt aangehouden bij de bestorting van het talud ook de ondergedoken dam te construeren. In deze notitie zal worden volstaan met het aangeven van de maximale snelheid die de al genoemde sorteringen op een horizontaal vlak kunnen weerstaan. Het betreft hier een diepte gemiddelde stroomsnelheid. De schatting kan worden gemaakt door gebruik te maken van de volgende in [lit 2] gepresenteerde formule:

$$\Delta_m D_n = \Phi_c K_T \frac{0.035}{\Psi_{cr}} K_h \frac{1}{K_s} \frac{u^2}{2g}$$

waarin:

- $D_n$  = de nominale diameter van de toegepaste stortsteensortering [m],  
 $\Delta_m$  = de relatieve dichtheid [-],  
 $\Phi_c$  = een stabiliteitsfactor [-],  
 $K_T$  = een factor die de turbulentie, die in de beschouwde stromingssituatie optreedt, in rekening brengt [-],  
 $K_h$  = een factor die de vorm van het verticale snelheidsprofiel in rekening brengt [-],  
 $K_s$  = een factor die de helling van het talud laat meewegen [-],  
 $u$  = de over de diepte gemiddelde stroomsnelheid [m/s],  
 $g$  = de versnelling van de zwaartekracht [m/s<sup>2</sup>]



De volgende aannamen zijn hierbij gedaan:

- de relatieve dichtheid is gelijk aan 1.5,
- de stabiliteitsfactor is groot 0.75 (een normale waarde voor breuksteen),
- het snelheidsprofiel is nog niet volledig tot ontwikkeling gekomen (niet logaritmisch) zodat  $K_h = (h/D_n)^{0.2}$ ,
- $h/D_n > 2$ ,
- er is sprake van niet uniforme stroming waarbij turbulentie kan voorkomen zodat  $K_T = 1.5$
- de bestorting ligt horizontaal dus  $K_s = 1$ .

Nu kan de formule worden geschreven als:

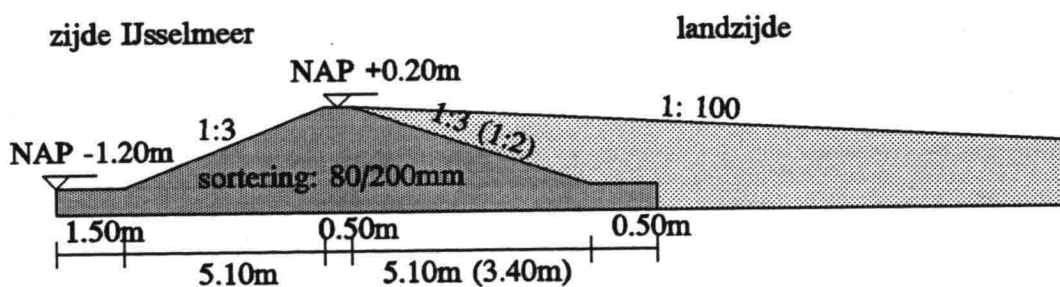
$$\frac{\Delta D_n}{h} = \left(0.75 \frac{u}{\sqrt{ghK_s}}\right)^{2.5}$$

Met deze betrekking kan de maximale snelheid voor de verschillende sorteringen worden geschat, zie tabel 3. Nadrukkelijk wordt gesteld dat deze stroomsnelheden niet zullen voorkomen.

sortering:	$u_{\text{kritisch}}$
10/30 mm (grind), 20/32 mm (steenslag Belgische norm), 22/32 mm (steenslag Duitse norm).	1.0 -> orde 1 m/s
40/100 mm (breuksteen)	1.7 -> orde 1.5 m/s
80/200 mm (breuksteen)	2.2 -> orde 2 m/s

Tabel 3.

Een prinseschs van de dam is gegeven in afbeelding 3.



Afbeelding 3 Prinseschs van de dam.



#### ad 5. Golftransmissie door en over de ondergedoken dam

Tussen de zandplaten wordt een ondergedoken drempel aangebracht. Deze drempel moet de golfhoogte van het inkomende golfveld reduceren. Om een indruk te krijgen van de grootte van deze reductie zijn er enkele berekeningen gemaakt. Deze berekeningen zijn gebaseerd op de formules gepresenteerd in lit [5].

In het algemeen is de mate waarin golven worden doorgelaten door en over een doorlatende dam afhankelijk van:

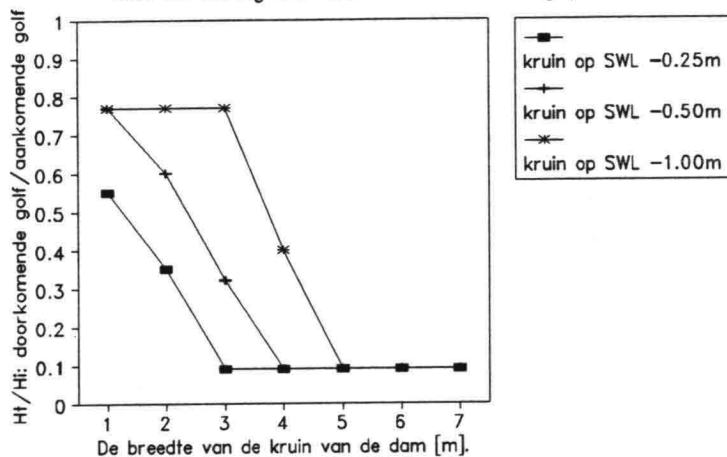
- de hoogte van de dam t.o.v de waterstand. In dit verband wordt er gesproken over het vrijboord. Dit is de afstand tussen de kruin van de dam en de waterlijn. Bij de hier beschouwde dammen is het vrijboord negatief,
- de breedte van de dam,
- de doorlatendheid van de dam. Bij een dam van breuksteen wordt de doorlatendheid slechts in geringe mate bepaald door de gekozen sortering,
- de eigenschappen van het inkomende golfveld. Deze worden goed beschreven met de golfrichting, de golfperiode en met de significante golfhoogte.

In afbeelding 4 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

De sortering 80/200 mm is doorgerekend. Deze berekeningen worden voldoende representatief geacht voor de andere in deze nota genoemde sorteringen.

De mate waarin de golven worden doorgelaten wordt weergegeven met de factor  $H_t / H_i$ ; het quotiënt van de doorgegeven golfhoogte (transmissie) en de inkomende golfhoogte.

#### Golfdempende werking van de dam indien een sortering 80–200mm wordt toegepast.



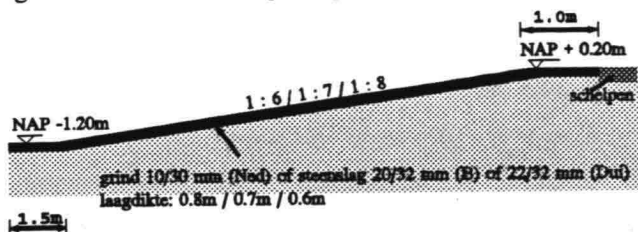
**Afbeelding 4** Golftransmissie door en over de dammen.

Bij een aanleghoogte van de dammen van NAP -0.50m bedraagt de vrijboordhoogte tijdens de zomer, streefpeil NAP -0.20m, -0.30m (SWL -0.25m toepassen). Uitgaande van een dambreedte van 2 à 3 m volgt uit afbeelding 3 dat 10 tot 40% van de golven wordt doorgelaten. In het gebied achter de platen kunnen de golven bij een inkomende golfhoogte van 0.60 m en bij een waterstand van NAP -0.20 m, 0.06 tot 0,25 m hoog worden hetgeen in het gebied verder geen problemen zal opleveren.



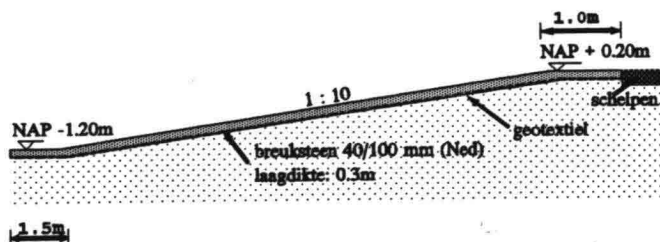
## 6. Uitgewerkte varianten

De volgende vier varianten zijn uitgewerkt:



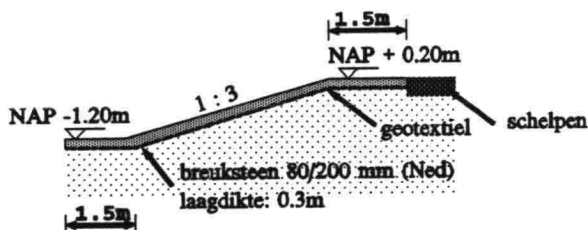
Afbeelding 5

Alternatief 1: een dynamisch stabiel strand.



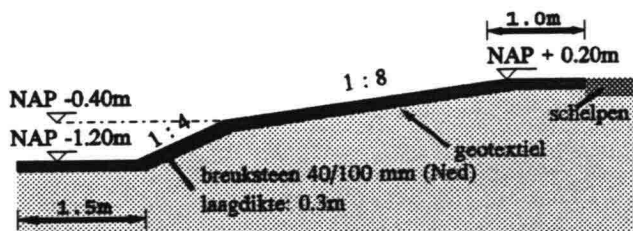
Afbeelding 6

Alternatief 2a: Een statisch stabiele oever met een flauwe helling.



Afbeelding 7

Alternatief 2b: een conventionele oplossing met een steil talud en daardoor een kleiner ruimte beslag.



Afbeelding 8

Alternatief 2c: Een statisch stabiele oever met een flauwe helling boven het winter streefpeil en een steile helling onder het winter streefpeil.

Het aanbrengen van een (synthetisch) geotextiel vergt wellicht een kraagstuk (wiepenrooster).



## 7. Literatuurlijst

- [1] Bocht van Molkwerum,  
Golfcondities en morfologische aspecten  
WL-Rapportnummer H2053  
ir. R.C. Steijn  
Waterloopkundig Laboratorium  
januari 1994.
  
- [2] Coastal Protection  
Krystian W.Pilarczyk et al  
A.A Balkema, Rotterdam, Brookfield, 1990  
ISBN 90 6191 127 3.
  
- [3] Steenslag en grind, korrelmaten  
NBN B 11-101  
Commissie "Granulaten" van het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN)  
uitgebracht in januari 1975
  
- [4] Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau  
TL Min-StB 83  
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen  
ausgabe 1983
  
- [5] Coastal structures and breakwaters  
Chapter 3: Wave transmission at low crested structures  
dr. ir. J.W van der Meer and prof. ir. K. d'Angremond  
Conference of The institution of Civil Engineers  
8 november 1991, London
  
- [6] Breuksteen, Termen, definities, eisen en keuring  
Nederlandse Norm NEN 5180.  
1<sup>e</sup> druk, september 1990.



**Bijlage 1; Golfklimaat t.p.v. NAP -1.50 m.**

H <sub>w</sub> [m]	Golfrichting in graden									
	345 - 15	15 - 90	90 - 120	120 - 195	195 - 225	225 - 255	255 - 285	285 - 315	315 - 345	totaal:
< 0.20	-	14.72	28.32	-	-	6.26	3.91	2.02	4.32	59.56
0.20 - 0.40	-	-	-	-	-	5.37	6.97	3.03	3.77	19.15
0.40 - 0.60	-	-	-	-	-	1.04	6.55	3.03	1.74	12.37
0.60 - 0.80	-	-	-	-	-	-	5.19	3.24	0.49	8.92
0.80 - 1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00 - 1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20 - 1.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.40 - 1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60 - 1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 1.80	-	14.72	28.32	-	-	12.67	22.63	11.33	10.33	100

**Tabel 1.**

Het aantal waarnemingen van golven dat voorkomt in de gegeven golfklimaatklasse en windrichting uitgedrukt in % (totaal aantal waarnemingen bedraagt 10069, er is gemeten in de periode 1983-1991).

H <sub>w</sub> [m]	Golfrichting in graden									
	345 - 15	15 - 90	90 - 120	120 - 195	195 - 225	225 - 255	255 - 285	285 - 315	315 - 345	totaal:
< 0.20	-	0.75	0.75	-	-	0.75	1.57	1.96	2.15	0.95
0.20 - 0.40	-	-	-	-	-	0.75	2.38	2.50	2.50	1.97
0.40 - 0.60	-	-	-	-	-	0.75	2.47	2.55	2.65	2.37
0.60 - 0.80	-	-	-	-	-	-	3.40	4.10	4.50	3.72
0.80 - 1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00 - 1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20 - 1.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.40 - 1.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60 - 1.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 1.80	-	0.75	0.75	-	-	0.75	2.50	2.87	2.47	1.57

**Tabel 2.**

De periode behorende bij de waargenomen golven in de gegeven golfklimaatklasse en windrichting uitgedrukt in s.

Bron lit [1].





**Bijlage 2; Zwaarte van de toplaag**

De BREAKWAT-berekeningen zijn gebaseerd op de volgende aannamen:

- het aantal golven is 30000,
- het relatieve gewicht is 2500 kg/m<sup>3</sup>,
- $H_s = 0.60$  m,
- $T_s = 2.4$  s,
- er is uitgegaan van de zomerwaterstand met een surge van 0.20 m = NAP.

sortering	D50 in [m]	de te verwachten afname van de dikte van de bestorting in [m] helling				
		1/4	1/5	1/6	1/7	1/8
3/12	0.008	0.34	0.27	0.29	0.3	0.31
5/25	0.015	0.27	0.28	0.29	0.42	0.39
10/30	0.02	0.35	0.29	0.4	0.36	0.33
15/50	0.028	0.35	0.38	0.32	-	-
30/80	0.055	0.05	-	-	-	-

Opmerking:

- de berekeningen zijn gebaseerd op 30000 golven, bij een aantal doorsneden is dan echter nog niet de maximale vervorming bereikt, trendlijnen kunnen dan ook niet uit deze tabel worden afgeleid!





De Dienst Weg- en Waterbouwkunde adviseert, op basis van onderzoek, over het te voeren beleid en de uitvoering van:

- de aanleg, het materieel beheer en onderhoud van het hoofdwegennet en het hoofdvaarwegennet;
- de beveiliging van het land tegen het water.

Deze adviezen bevatten tevens de materiaalkundige en de terrestrische milieukundige aspecten, met inbegrip van die van het verkeer.

Meer exemplaren van deze publikatie kunnen worden besteld bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat, Van der Burghweg 1, Postbus 5044, 2600 GA DELFT, tel. 015-699408