

rijkswaterstaat - deltadienst
milieu en inrichting
bibliotheek en documentatie
postbus 8039
4330 EA Middelburg

rijkswaterstaat

deltadienst

nota DDMI-83.17

ADVIES

OEVERVERDEDIGINGEN

KORENDIJKSE SLIKKEN

titel : Advies oeververdedigingen Korendijkse Slikken
auteur(s) : C.A. Visser, L.A. Adriaanse, P.F. Lindenberg.
datum : 83.10.20
bijlagen : 4

samenvatting : De Korendijkse Slikken vormen een belangrijk natuurgebied in het Haringvliet. In 1984 zal de eroderende oever van dit gebied van een verdediging worden voorzien. De hoofdafdeling Milieu en Inrichting van de Deltadienst is als adviseur betrokken bij de voorbereiding van deze verdediging. Op grond van biologische, landschappelijke, hydraulische en financiële ontwerpcriteria wordt een voorstel gedaan voor het ontwerp van deze oeververdediging.

INHOUD

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	2
3. DE UITGANGSSITUATIE	4
4. MILIEUKUNDIGE ASPECTEN	6
4.1. Biologische aspecten	6
4.2. Landschappelijke aspecten	12
5. HYDRAULISCHE ASPECTEN	15
5.1. Peilregime	15
5.2. Windgolven	16
5.3. Stroming	19
5.4. Scheepvaartgolven	20
5.5. IJsgang	20
6. FINANCIËLE ASPECTEN	21
7. HET ONTWERP	22
7.1. Type constructies	22
7.2. Het tracé	24
7.3. Dwarsprofielen	28
8. UITVOERING	31
9. AANBEVELINGEN	32
10. LITERATUUR	34

BIJLAGEN

1. Grafieken van over- en onderschrijdingsfrequenties bij respectievelijk HW- en LW-stand.
2. Diagrammen voor golfgroeiberekeningen.
3. Tekening situatie oeververdedigingen Korendijkse Slikken, nr. 83 M 171.
4. Tekening dwarsprofielen oeververdedigingen Korendijkse Slikken, nr. 83 M 172.

1. INLEIDING

Na de afsluiting van het Haringvliet zijn grote delen van de voormalige platen, gorzen en slikken permanent droog gevallen. Al vrij snel bleek dat de oevers van deze gronden aan erosie onderhevig waren. In 1979 is op verzoek van Staatsbosbeheer de Werkgroep Oeverafslag Haringvliet geformeerd. In 1980 rapporteerde deze werkgroep over de mate van erosie langs de diverse oevergebieden in het Haringvliet. Uit de rapportage blijkt dat de oeverafslag plaatselijk aanzienlijk is (tot ca. 10 meter per jaar) en dat nog steeds geen natuurlijke stabilisatie is opgetreden, danwel op korte termijn te verwachten is. Door deze voortdurende oeverafslag gaan waardevolle buitendijkse gronden, veelal belangrijke natuurgebieden, voorgoed verloren. Daarom is begin 1983 in gezamenlijk overleg tussen het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Landbouw en Visserij het standpunt ingenomen dat de eroderende oevers van, uit een oogpunt van natuurbelang, waardevolle gebieden in het Haringvliet-Hollandsch Diep verdedigd dienen te worden. In de komende jaren zullen dan ook een aantal oevers in het Haringvliet van een verdediging worden voorzien. In 1984 wordt hiermee een start gemaakt. De Korendijkse Slikken zullen het eerst worden verdedigd. In deze nota wordt ingegaan op het ontwerp van de oeververdedigingen voor de Korendijkse Slikken. Na een globale beschrijving van het gebied wordt achtereenvolgens ingegaan op de volgende aspecten c.q. ontwerpgegevens:

- a. Uitgangssituatie
- b. Milieukundige aspecten
- c. Hydraulische aspecten
- d. Financiële aspecten

Op grond hiervan worden verdedigingsconstructies geadviseerd voor de diverse oevertypen die in het gebied voorkomen.

2. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

Voor de afsluiting van het Haringvliet maakten de Korendijkse Slikken (zie fig. 1) deel uit van een grootschalig getijdelandchap. Tegen de hoogwaterkering had de natuur uitgestrekte gorzen gevormd. Daarvoor lagen grote oppervlaktes bij laagwater droogvallende slikken.

Na de afsluiting werd het Haringvliet een (semi-) stagnant zoet bekken. De voormalige gorzen en platen zijn permanent droog gevallen. Deze veranderingen leidden ertoe dat zich in het gebied een geheel ander milieutype ontwikkelde.

De Korendijkse Slikken zijn eigendom van de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, die ook het beheer over het gebied uitoefent. De Slikken vervullen een belangrijke functie als natuurgebied. In de winter verblijven hier grote aantallen ganzen. 's Zomers fungeert het gebied als broedplaats voor veel soorten (weide-)vogels. Het beheer van het gebied is hoofdzakelijk gericht op het functioneren als overwinteringsgebied voor ganzen. Dit beheer houdt in dat het

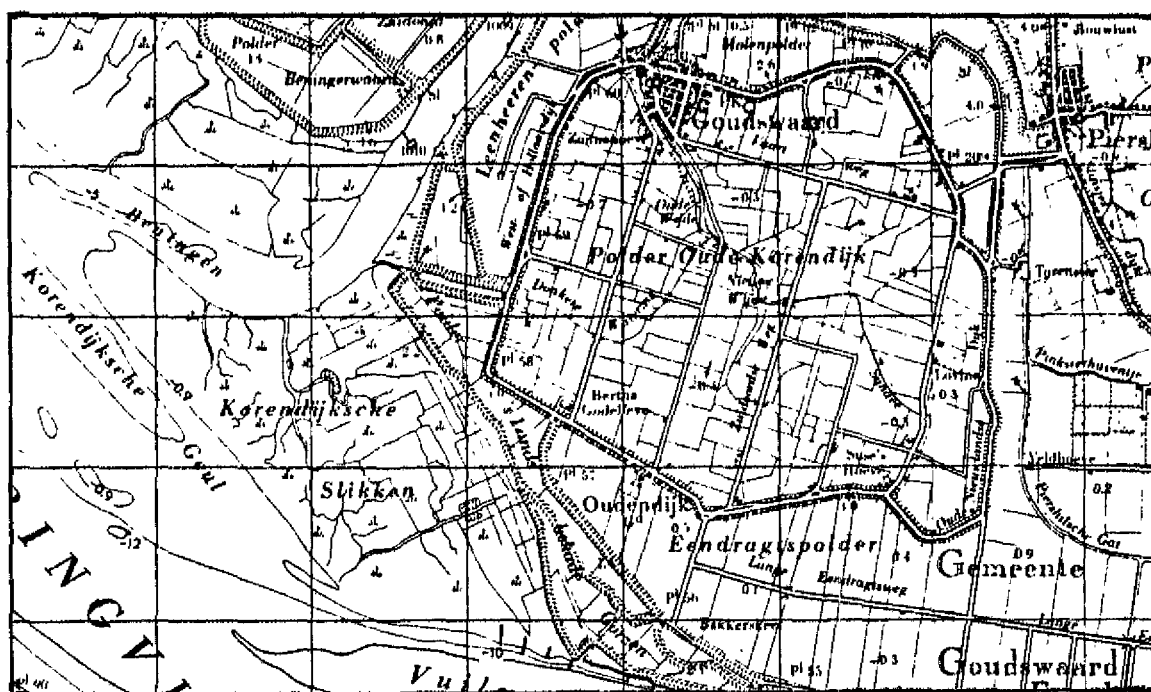


fig. 1. Situatie Korendijkse Slikken.

landschap zo open mogelijk wordt gehouden door middel van beweiding en maaibeheer. Hierdoor is een grootschalig open weidelandschap ontstaan. De oude kreken zijn nog steeds in het gebied terug te vinden. Langs de oever is over een grote lengte een onbeweide strook aanwezig met ruittekruiden, riet en biezten. Het gebied heeft geen belangrijke nevenfuncties. Recreatie vanaf de oever en vanaf het water wordt zo veel mogelijk gewaardeerd. Er wordt niet van uitgegaan dat het gebied in de toekomst nieuwe nevenfuncties of medegebruik zal krijgen.

3. DE UITGANGSSITUATIE

Voor het ontwerp van een oeververdediging is het belangrijk te beschikken over een aantal representatieve, gemeten dwarsprofielen over de oeverzone. Omdat deze niet voorhanden waren, wordt hieronder verbaal het dwarsprofiel geschetst zoals dat visueel is waargenomen. De gegeven maten berusten veelal op schattingen. In figuur 2 is schematisch een dwarsprofiel weergegeven.

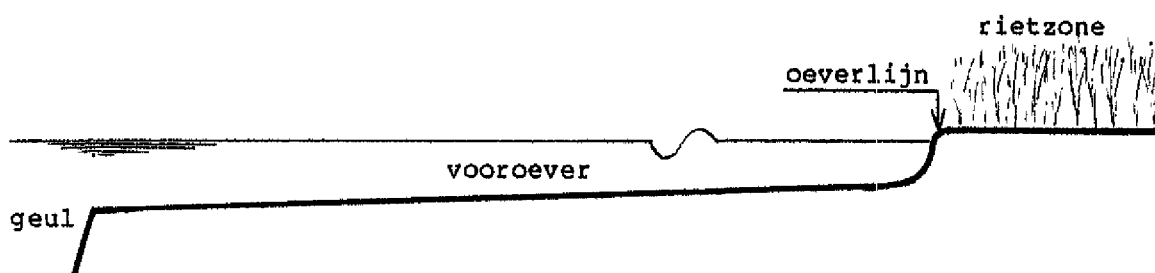


Fig. 2. Schematisatie uitgangsprofiel.

Het dwarsprofiel wordt gekenmerkt door een steile afslagrand ter plaatse van de oeverlijn en door een (plaatselijk) brede ondiepe vooroever.

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de oever varieert van ca. N.A.P. + 0,60 m tot N.A.P. + 1,00 m.

De vooroever van het gebied is vrij breed en ondiep. Een uitzondering hierop vormt de oever langs het Spui waar de geulrand plaatselijk vrij dicht tegen de oever ligt. De hoogteligging van de vooroever wordt geschat op ca. N.A.P. - 0,20 m.

De breedte van de vooroever is van plaats tot plaats verschillend. Langs de zuidwest-oever van het gebied bedraagt de breedte enkele honderden meters. Voor de noordwestkop is dit zelfs ca. 800 meter. Langs de oever van het Spui wordt deze breedte snel minder en is ter plaatse van de grote kreek niet breder dan enkele tientallen meters.

Omdat geen grondonderzoek is verricht kunnen slechts op grond van visuele waarnemingen uitspraken omtrent de bodemgesteldheid worden gedaan. De bovenste laag van de gorzen, is kleiachtig van samenstelling. Daaronder bevindt zich een laag zand. De vooroever bestaat voornamelijk uit vrij slibrijke grond.

De geschetste uitgangssituatie is in sterke mate bepalend voor het ontwerp van een oeververdedigingsconstructie. Zo wordt de bovenbegrenzing van een directe verdediging bepaald door de maaiveldhoogte ter plaatse. De hoogteligging van de oever bepaalt mede de aanleghoogte van een indirecte verdediging. De breedte van de vooroever bepaalt of het toepassen van een vooroeververdediging mogelijk of wenselijk is.

4. MILIEUKUNDIGE ASPECTEN

4.1. Biologische aspecten

Beschrijving oeverzone

De huidige oever van de Korendijkse Slikken wordt gekenmerkt door een grillig verlopende steile afslagrand ter plaatse van de oeverlijn met daarvoor een brede ondiepe vooroever. Over een grote lengte van de oever langs het Spui ontbreekt de brede ondiepe vooroever. De geul ligt hier dicht tegen de oever. Het grillige verloop is ontstaan doordat op plaatsen waar de oever begroeid is met riet de afslag minder snel gaat dan op plaatsen waar een begroeiing van biezten aanwezig is.

De vegetatie op de oever bestaat voor het grootste deel uit natte en vochtige vegetaties onder te verdelen in kruidige/grazige begroeiingen en in natte ruigten van riet en biezten en uit hoger gelegen relatief droge ruigte- en kruidenvegetaties.

De natte en vochtige kruidige/grazige vegetaties vormen het biotoop voor waadvogels en watervogels, de natte en drogere ruigten voor zang- en moerasvogels en de bruine kiekendief. De oeverstrook wordt over een grote lengte niet beweide, dit in tegenstelling tot het erachter liggende gebied, waar het beheer hoofdzakelijk is gericht op het verkrijgen van een grootschalig weidelandschap in verband met de er overwinterende ganzen en in het voorjaar broedende weidevogels.

Een zeer belangrijke milieufactor voor de ontwikkeling van de vegetatie op de oever is de vochtigheid behorende bij een bepaalde grondwaterstand, hoogteligging, gerijptheid, dynamiek en overspoeling van de standplaats. Aangezien de waterstanden van het Haringvliet onregelmatig fluctueren zullen de oevervegetaties altijd een zekere instabiliteit en dynamiek behouden.

Onder de huidige extreme omstandigheden (golfaanval en daardoor optredende oeverafslag) kan op de ondiepe vooroever vrijwel geen vegetatie tot ontwikkeling komen en blijft de vooroever zich verdiepen. Daardoor heeft de vooroever een relatief lage biologische betekenis, omdat zon-

der een vegetatie de meest structurerende factor voor de ontwikkeling van een oeverlevensgemeenschap ontbreekt. Ook het gedeelte van de vooroever dat geschikt is voor het fourageren van waadvogels (tot ca. 10 cm waterdiepte) is vrijwel overal verdwenen.

Over het bodemdierenleven in de ondiepe oeverzone is nog weinig bekend. Hiernaar wordt momenteel door het DIHO (Yerseke) onderzoek verricht. Dit bodemdierenleven is o.a. van belang voor de vogels van zoetwaterslikken, die op de onbegroeide ondiepe delen fourageren.

Biologische aspecten van directe verdediging en vooroeververdediging
Het aanbrengen van oeververdedigingen langs de waardevolle buitendijkse gebieden in het Haringvliet-Hollandsch Diep is noodzakelijk, omdat de optredende afslag waarschijnlijk door zal gaan totdat een evenwichtssituatie is bereikt waarbij veel zo niet alle buitendijkse gronden zullen zijn afgeslagen en het materiaal in de diepere geulen van het Haringvliet-Hollandsch Diep zal zijn verdwenen.

In het algemeen kan gesteld worden dat, gezien de (actuele en potentiële) biologische waarden van een oever, bij het aanbrengen van een oeververdediging getracht moet worden de natuurlijkheid van de oever zoveel mogelijk in tact te laten. De grootste potentiële natuurwaarde van een oever ligt daar, waar zich de gradiëntsituatie tussen land en water voordoet. Hoe geleidelijker deze gradiënt verloopt des te meer mogelijkheden zijn er voor de ontwikkeling van waardevolle oeverlevensgemeenschappen. De grens land-water is echter ook de meest vanzelfsprekende plaats voor het aanleggen van een (directe) oeververdediging. Hierdoor gaan dan wel in grote mate de natuurlijkheid en de potentiële natuurwaarden van de oeverzone verloren. Bij het toepassen van een directe oeververdediging wordt namelijk de grens land-water gefixeerd en gereduceerd tot een scherpe lijnvormige grens, meestal bestaand uit van nature niet aanwezig materiaal.

Bij het aanbrengen van een vooroeververdediging of het toepassen van strekdammen blijft de grens land-water ongemoeid en kan zich een dyna-

misch evenwicht tussen land en water instellen met de mogelijke ontwikkeling van een oevervegetatie met bijbehorend dierenleven in de gecreëerde luwe ondiepe zone tussen oever en oeververdediging of tussen de strekdammen.

Als waardevolle aspecten van zo'n oeverlevensgemeenschap, waarin de vegetatie de meest structurerende factor vormt, kunnen worden genoemd:

- de vegetatie zelf en de zonering daarvan langs de gradiënt land-water;
- de beschutting (rust- en ruigelegenheid), broed- en fourageergelegenheid voor vele vogelsoorten en de mogelijkheden voor vissen als paaiplaats;
- de microflora en -fauna, die tussen en op de oevervegetatie groeit, waardoor het zelfreinigend vermogen van het water wordt vergroot (de invloed hiervan op de waterkwaliteit van het gehele Haringvlietbekken zal door de korte verblijftijd van het water in het bekken - één tot enkele maanden - zeer gering zijn);
- de verdere bescherming van de oever tegen erosie die de oevervegetatie biedt door golfdemping, vermindering van de stroomsnelheid en het vasthouden van de bodem door haar wortelstelsel.

Te verwachten oeverontwikkeling bij toepassing van een directe oeververdediging

Bij het toepassen van een directe oeververdediging wordt de grens land-water gefixeerd. Door de golfwerking zal een eventueel aanwezige ondiepe vooroever zich gaan verdiepen, zodat uiteindelijk een zeer abrupte overgang van dieper water naar hogere oever ontstaat.

De ontwikkeling van een oevervegetatie in het water voor de directe verdediging is door de diepte en de extreme milieu-omstandigheden (golfaanval) niet mogelijk. Op het verdedigde deel van de oever zijn de mogelijkheden voor plantengroei door de extreme omstandigheden en de aard van het substraat eveneens gering. Door de relatief grote waterdiepte ervoor en de ontoegankelijkheid ervan biedt een directe oeververdediging weinig mogelijkheden voor waad- en watervogels.

- . Bij het toepassen van een directe oeververdediging gaat dus de natuurlijke van de gradiëntzone land-water voor het overgrote deel verloren. Alleen het eventueel onverdedigde hogere deel van de oever vormt nog een fractie van deze natuurlijke gradiënt. Het verdient daarom aanbeveling de oever bij het toepassen van een directe oeververdediging tot op zo gering mogelijke hoogte te verdedigen.

Te verwachten oeverontwikkeling bij toepassing van een vooroeververdediging (of strekdammen)

Bij het toepassen van een vooroeververdediging wordt de golfaanval op de oever sterk gereduceerd en zal door afvlakking van de nu aanwezige steile afslagrand langzamerhand een flauw oplopende oever ontstaan.

Wat voor soort oevervegetatie op de ondiepe vooroever tussen oever en vooroeververdediging en tussen de strekdammen te verwachten is, is moeilijk te voorspellen en is afhankelijk van vele factoren, waarvan het peilbeheer en de waterkwaliteit de belangrijkste zijn.

Het water van het Haringvliet-Hollandsch Diep is zoet en voedselrijk en verontreinigd ten gevolge van de grote toevoer van Rijnwater. De waterstanden fluctueren zeer onregelmatig, hetgeen betekent dat gebieden nu eens enkele uren onder water (of droog) kunnen liggen, dan weer dagen of weken droog (of onder water).

Bij de Sassenplaat, waar door het aanbrengen van een puindam als vooroeververdediging luwe vooroeverzones rond de oude plaat zijn gecreëerd, treffen we vrijwel geen hogere waterplanten aan. Plaatselijk is alleen *Zannichellia* gevonden, een soort uit het verbond *Ruppion maritimae*, bestand tegen een instabiele waterhuishouding. Verder bestaat de waterflora er voornamelijk uit groenwieren.

De oevervegetatie onder invloed van het schijngetij bestaat er voornamelijk uit soorten van voedselrijke plaatsen met wisselende waterstand (orde *Bidentalia tripartiti*) en uit soorten van storingsmilieus met een onbestendig en wisselvallig karakter (verbond *Agropyro-Rumicion crispi*) met overgangen naar soorten (riet en biezen) van min of meer eutrofe moerassen (klasse *Phragmitetea*). Op plaatsen waar gedurende het grootste deel van de vegetatieperiode de bodem plas-dras is komt

- o.a. Slijkgroen voor (verbond *Nanocyperion flavescens*). Gezien de ontwikkeling op de Sassenplaat is het niet te verwachten dat de voor- oever geheel zal dichtgroeien en verlanden, hiervoor is er een te dynamisch milieu. Vanuit de oeverlijn zullen riet en biezen zich waarschijnlijk plaatselijk weer uitbreiden en voornamelijk de structuur en het aanzicht van de oeverzone gaan bepalen. De onbegroeide ondiepe delen van de oeverzone kunnen dan als voedselgebied voor waad- en water- vogels fungeren, terwijl in de begroeide ondiepe delen moerasvogels een kans krijgen.

Begroeiing vooroeververdediging

De begroeiing van een vooroeververdediging in de vorm van stortsteen- dammen zal altijd een zeer dynamisch en gestoord karakter houden. Waarschijnlijk zal de verdediging voor het grootste deel zelfs onbe- groeid blijven. De voornaamste oorzaken hiervan zijn veelal de lage kruinhoogte van de dam, het feit dat de dam voortdurend onderhevig is aan golfaanval en de aard van het toe te passen materiaal (steen).

Verdedigde zanddam als vooroeververdediging

Ter plaatse van de brede ondiepe vooroever voor de noordwestkop van de Korendijkse Slikken bestaat de mogelijkheid een verdedigde zanddam aan te leggen. Door een dergelijke vorm van verdediging kan een stuk flauw hellende oever gecreëerd worden met broed-, rust- en fourageermoge- lijkheden voor een aantal vogelsoorten van o.a. zoetwaterslikken.

Om de betekenis voor broedende en fouragerende vogels te handhaven zal verruiging van zo'n verdedigde zanddam moeten worden voorkomen door de maaiveldhoogte van het grondlichaam achter de verdediging slechts wei- nig boven het gemiddeld hoogwaterpeil te laten uitsteken.

Botulisme gevaar

Om botulisme in de luwe ondiepe oeverzones zoveel mogelijk te voorko- men zal voldoende wateruitwisseling tussen de oeverzone achter de vooroeververdedigingen en het Haringvlietbekken moeten plaatsvinden.

- Gezien het optredende schijngetij met een amplitude van ca. 0,30 m zal de watermassa achter de verdediging in enkele dagen volledig ververst zijn, mits voldoende openingen aanwezig zijn om deze waterbeweging te volgen. Het gevaar voor botulisme zal dan waarschijnlijk klein zijn.

Het beheer

Het beheer van de oeverzone is in handen van Natuurmonumenten en is, gezien de functie van het achterliggende gebied, erop gericht de rust van het gebied te handhaven. Verstoring zal dan ook zoveel mogelijk geweerd moeten worden.

Verder verdient het aanbeveling een beheer te voeren dat erop gericht is de diversiteit in de oeverzone te vergroten door bijvoorbeeld delen tot in de oeverzone extensief te beweiden en in andere delen de beheervorm "niets doen" toe te passen.

Conclusies

- Een vooroeververdediging geniet uit biologisch oogpunt gezien veruit de voorkeur, omdat de natuurlijkheid van het oevermilieu hierbij behouden blijft en ontwikkeling mogelijk is naar een waardevol dynamisch evenwicht met bijbehorende oeverlevensgemeenschap.
- Het plaatselijk, aansluitend bij de bestaande situatie, toepassen van strekdammen en van een verdedigde zanddam als oeververdediging wordt aanbevolen, mede gezien de diversiteit die dit in verschillende opzichten oplevert (biologisch en landschappelijk).
- Een directe oeververdediging moet alleen toegepast worden, wanneer dit niet anders kan en dan zodanig dat de oever tot zo gering mogelijke hoogte verdedigd wordt.
- Een combinatie van vooroeververdediging en (summiere) directe verdediging moet niet toegepast worden, omdat dan toch de natuurlijkheid van de grens land-water wordt aangetast.

- Tijdens de uitvoering van het werk zal de oeverstrook zoveel mogelijk ontzien moeten worden in verband met het mogelijk kapot rijden van de ondergrond en daardoor optredende verstoring.
- Gezien de bestemming van het gebied als overwinterings- en broedgebied voor vele soorten vogels, dient het beheer erop gericht te zijn de rust te handhaven. Hiervoor dienen de aan te leggen oeververdedigingen zodanig te worden afgewerkt, dat betreding niet aantrekkelijk is. De kreken voor het Spui blijven voor de watersporters bereikbaar.

4.2. Landschappelijke aspecten

De Korendijkse Slikken kunnen worden gekenschetst als een grootschalig weidelandschap. Aan de ene zijde wordt het gebied begrensd door de voormalige zeewering. De andere begrenzing van het gebied wordt gevormd door de scheidingslijn tussen land en water. Het gebied is nog steeds herkenbaar als voormalig gorsland omdat de oude kreken in tact zijn gebleven. Deze oude kreken vervullen overigens voor de waterhuishouding van het gebied nog steeds een belangrijke functie. Bij een stijgend peil op het Haringvliet stroomt via de kreken water naar het land toe. Bij dalende waterstanden kan via de kreken water afstromen.

Vanaf het water wordt het landschapsbeeld bepaald door de vegetatie in de oeverzone. Voor een groot deel van het gebied wordt langs de oever een strook ruigtekruiden gehandhaafd. Deze oeverzone, die niet wordt beweide, is hoofdzakelijk begroeid met riet. Deze rietgordel beperkt het uitzicht over het gebied vanaf het water. Het weideachtige karakter van het gebied is vanaf het water niet overal als zodanig herkenbaar. Daar waar beweiding plaatsvindt tot aan de oeverlijn is de oeverzone begroeid met een grazige vegetatie. Het uitzicht over het weideachtige landschap wordt hier niet beperkt.

De oeverzones hebben na de afsluiting voortdurend blootgestaan aan de eroderende werking van tegen de oever brekende golven. Verschillen in begroeiing en grondsamenstelling van de oeverzone hebben ertoe geleid

- . dat de mate van oeverafslag vrij sterk fluctueerde hetgeen resulteerde in de thans aanwezige vrij grillig gevormde oeverlijn. Daar waar de oeverzone minder weerstand tegen erosie bood zijn inscharingen van de oeverlijn ontstaan. De oeverlijn is (onder normale peilcondities) vrij scherp afgetekend omdat door de oevererosie de grens tussen land en water van een flauw glooiende oeverzone is omgevormd tot een steile afslagrand. Deze afslagrand vormt een abrupte overgang van land naar water. Deze rand vormt op de meeste plaatsen tevens de begrenzing van de begroeiing.

Een te maken oeververdediging langs de Korendijkse Slikken dient zo veel mogelijk te worden ingepast in het bestaande landschapsbeeld. Om dit te bereiken kunnen een aantal aanbevelingen worden geformuleerd, waarmee bij het ontwerp van een oeververdediging rekening dient te worden gehouden:

- Een directe verdediging dient de huidige oeverlijn zoveel mogelijk te volgen. Het plaatselijk afgraven en elders aanvullen van de oeverzone, waardoor een meer strakke oeverlijn ontstaat, wordt afgeraden.
- Voor een vooroeververdediging geldt dit in mindere mate. Aanbevolen wordt om zo veel mogelijk de oeverlijn te volgen. Het toepassen van strakke wiskundige tracélijnen is niet in overeenstemming met het bestaande landschapsbeeld en wordt daarom ook ontraden.
- Vooroeververdedigingen vormen een functionele eenheid met de zich er achter bevindende oeverzone. Om deze eenheid visueel herkenbaar te maken worden afstanden van meer dan 100 meter tussen oeverlijn en vooroeververdediging ontraden.
- Oeververdedigingen dienen bij voorkeur niet hoger te worden aangelegd dan de maaiveldhoogte ter plaatse van de oever. Bij toepassing van hogere constructies ontnemen deze het zicht op het achterliggende land.
- De bestaande kreken dienen in stand te worden gehouden. Deze kreken maken het gebied herkenbaar als zijnde voormalig gorsland. Bovendien vervullen zij een functie voor de waterhuishouding van het gebied.

- . - Om enige diversiteit in oeverzones te creëren wordt afgeraden de gehele oever te voorzien van een standaard verdediging. Door in te spelen op de plaatselijke situatie kunnen verschillende oeverdedigingssystemen worden toegepast; hiermee wordt een landschappelijke en biologische diversiteit bewerkstelligd.

5. HYDRAULISCHE ASPECTEN

Voor het ontwerpen van een effectieve en technisch volwaardige oeververdedigingsconstructie zijn de volgende aspecten van belang:

- peilregime
- windgolven
- stroming
- scheepvaart
- ijsgang.

5.1. Peilregime

Het peil op het Haringvliet wordt bepaald door de volgende factoren:

- invloed van het (schijn)getij;
- rivierafvoeren;
- mogelijkheden om te spuien (afhankelijk van de weersomstandigheden).

Op het bekken zijn grote peilvariaties mogelijk. Een combinatie van hoge rivierafvoeren en hoge waterstanden op de Noordzee t.g.v. storm, kan leiden tot hoge waterstanden op het Haringvliet omdat spuien in dat geval onmogelijk is. Onder dergelijke omstandigheden komen de gorzen onder water te staan. Aan de te maken oeververdedigingen dient dan ook de eis te worden gesteld dat deze de toe- en afstroming van water naar en vanaf de gorzen niet mogen belemmeren.

Het gemiddeld hoogwater bij meetpunt Zuidland komt overeen met een peil van N.A.P. + 0,65 m (zie BER/LTT 83.06.03). Het gemiddeld laagwater komt overeen met N.A.P. + 0,38 m. De hoogst bekende waterstand is N.A.P. + 2,03 m. De laagst bekende waterstand is N.A.P. - 0,49 m. In tabel 1 zijn, op basis van waarnemingen gedurende 10 jaar, voor diverse overschrijdingsfrequenties de bijbehorende waterstanden gegeven (meetpunt Zuidland).

Bijlage 1 geeft een grafische voorstelling van het aantal malen dat een hoogwaterstand wordt overschreden c.q. een laagwaterstand wordt onderschreden.

Voor het dimensioneren van een oeververdediging is het peil waarbij de golfaanval maximaal is maatgevend. Maximale golfaanval treedt op bij een peil dat overeenkomt met de constructiehoogte van de verdediging. Voorlopig wordt hierbij uitgegaan van N.A.P. + 1,00 m.

Tabel 1. Waterstanden voor diverse overschrijdingsfrequenties.

Frequentie	Waterstand in meters ten opzichte van N.A.P.
100 maal per jaar	+ 0,90
10 maal per jaar	+ 1,40
1 maal per jaar	+ 1,85
1 maal per 5 jaar	+ 2,10
1 maal per 10 jaar	+ 2,20
1 maal per 100 jaar	+ 2,65

5.2. Windgolven

Bij het ontwerpen van een oeververdediging moet worden uitgegaan van golfgegevens die ter plaatse van de aan te brengen constructie, over een langere periode gemeten zijn. Beschikbaar zijn slechts de gegevens van golfmeetpaal CII (2 km ten oosten van de Spuisluis). Deze golfgegevens zijn echter voor het beschouwde gebied niet relevant en daardoor minder bruikbaar.

Daarom moet voor het ontwerp worden uitgegaan van theoretisch berekende golven. Voor de berekening wordt de oever ingedeeld in een drietal gebieden die wat betreft expositie en strijklengte van elkaar verschillen.

A. De oever langs het Spui, geëxponeerd op het noorden, strijklengte ca. 500 m bij loodrechte golfinval en ca. 5000 m bij golfinval onder een hoek van $\varphi = 45^\circ$.

B. De noordwest kop van het gebied, strijklengte ca. 7500 m.

C. De zuidwestoever, strijklengte ca. 2500 m.

Na het aanleggen van een oeververdediging zal de vooroever aan de meerzijde van de verdediging onder invloed van golfwerking verdiepen. Dit proces verloopt aanvankelijk vrij snel doch naarmate de vooroever

- . dieper wordt verloopt de verdere verdieping langzamer. Op grond van metingen in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer wordt aangenomen dat de evenwichtsdiepte ca. 1,00 m onder het waterpeil zal liggen. Uitgaande van een gemiddelde laagwaterstand op het Haringvliet van N.A.P. + 0,38 m betekent dit dat de evenwichtsligging van de bodem hier ca. N.A.P. - 0,60 m zal zijn. Voor het ontwerp van een oeververdediging is dit van het grootste belang. Dit betekent namelijk dat bij verhoogde waterstanden en ook in de eindsituatie de golven die in de diepere geulen worden opgewekt niet op de vooroever (brekerzone) zullen breken, maar de eigenlijke oever ongebroken zullen bereiken.

Bij de berekeningen van de windgolven wordt uitgegaan van een windsnelheid van 25 m/s. (windkracht 10) uit een willekeurige richting. De geul wordt beschouwd als diep water. Deze veronderstelling is niet geheel juist, maar vereenvoudigt de golfgroeiberekening. Bij een waterstand van N.A.P. + 1,00 m zal de golfaanval op de oeververdedigingsconstructie maximaal zijn (uitgaande van een constructiehoogte van N.A.P. + 1,00 m). De waterdiepte voor de oeververdediging bedraagt in dat geval (in de evenwichtssituatie) 1,60 meter.

De golfgroeiberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de in bijlage 2 gegeven diagrammen. Verder wordt er van uitgegaan dat een golf op de ondiepe vooroever zal breken bij een waterdiepte van 1,3 maal de golfhoogte. In tabel 2 zijn de resultaten van de golfgroeiberekening samengevat.

Voor het bepalen van de minimum steengrootte wordt meestal het stabiliteitscriterium van Hudson gebruikt:

$$G = \frac{\rho H^3}{K_D \Delta^3 \cot \alpha}$$

waarin: G = steengewicht in kg

ρ = soortelijke dichtheid in kg/m³

H = golfhoogte in m

α = taludhoek

Δ = relatieve dichtheid

K_D = stabiliteitscoëfficiënt

Tabel 2. Golfgroeiberekeningen.

Grootheid	Gebied	A Spui		B noordwest kop	C zuidwest oever
		$\varphi = 45^\circ$	$\varphi = 0^\circ$		
Strijk lengte F (km)		5,0	0,5	7,5	2,5
Windsnelheid w (m/s)		25	25	25	25
Golfhoogte op diep water H_0 (m)		1,20	0,37	1,50	0,85
Waterdiepte d (m) (bij peil van N.A.P. + 1,00 m)		1,60	1,60	1,60	1,60
Golfhoogte op ondiep water H (m)		1,14	0,35	1,42	0,78
Max. golfhoogte i.v.m. breken (m)		1,23	1,23	1,23	1,23
Ontwerpgolfhoogte (m)		1,14	0,35	1,25	0,80

Bij niet loodrecht invallende golven wordt de golfenergie gespreid over een groter deel van de oeverlijn. Bij de berekening van de steenzwaartes kan in dergelijke gevallen de ontwerpgolfhoogte gereduceerd worden tot $H' = H \sqrt{\cos \varphi}$.

Voor het Spui betekent dit dat bij golven die onder 45° invallen de ontwerpgolfhoogte wordt gereduceerd tot $H' = 1,14 \sqrt{\cos 45^\circ} = 0,96$ m. Deze gereduceerde golfhoogte is aanzienlijk groter dan de loodrecht invallende golfhoogte van 0,35 m. Bij de verdere berekeningen van de steenzwaartes is dan ook uitgegaan van de maatgevende schuin invallende golven.

De coëfficiënt K_D is o.a. afhankelijk van het schadeniveau D en van de dikte van de steenlaag. Berekeningen zijn uitgevoerd voor de schadeniveaus 0-5%, 5-10% en 10-15%.

Bij een laagdikte van 2 maal de diameter van de steen bedragen de bijbehorende K_D waarden respectievelijk 4,0 - 4,9 en 6,6. Deze K_D waarden gelden voor niet brekende golven. Voor brekende golven moet op

- de K_D waarden een correctiefactor van 0,87 worden toegepast. Voorts is in de berekening uitgegaan van $\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$ en $\Delta = 1,8$. De resultaten van de berekeningen voor de theoretisch benodigde steengewichten zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. Theoretisch berekende minimale steenzwaartes (kg).

Gebied	Schade niveau D	taludhoek		
		1:3	1:4	1:5
Spui $H' = 0,96 \text{ m}$	0- 5%	40,7	30,5	24,4
	5-10%	33,2	24,9	19,9
	10-15%	24,7	18,5	14,8
Noordwest kop $H = 1,25 \text{ m}$	0- 5%	89,8	67,4	53,9
	5-10%	73,3	55,0	44,0
	10-15%	54,3	40,7	32,6
Zuidwest oever $H = 0,80 \text{ m}$	0- 5%	23,5	17,6	14,1
	5-10%	19,2	14,4	11,5
	10-15%	14,3	10,7	8,6

Omdat de ontwerpomstandigheden slechts zeer incidenteel zullen optreden en omdat de evenwichtssituatie van de vooroever pas over geruime tijd (orde 25 jaar) zal zijn bereikt, wordt een schadeniveau van 5-10% zeker acceptabel geacht.

5.3. Stroming

Langs de oevers van het Spui dient rekening te worden gehouden met de daar optredende stroomsnelheden die ontstaan door de werking van het getij. Geschat wordt dat de maximale stroomsnelheid in het Spui 1 m/s bedraagt. Uit berekeningen blijkt dat dit geen aanleiding geeft om hier zwaardere steen toe te passen. Op het Haringvliet zelf is de getijstroom dermate verkleind dat de invloed hier te verwaarlozen is. Ook tijdens het spuien via de Haringvlietssluisen zullen er langs de Korendijkse Slikken slechts geringe stroomsnelheden optreden.

5.4. Scheepvaartgolven

Voor de dimensionering van de verdediging langs de zuidwestoever van het gebied behoeft geen rekening te worden gehouden met door de scheepvaart geïnduceerde waterbewegingen. De scheepvaartgeul ligt hier namelijk op grote afstand van de oever, waardoor de scheepvaartgolven hier ver ondergeschikt zijn aan de maximale door de wind opgewekte golven. Langs de oevers van het Spui is het mogelijk dat scheepvaartinvloeden bepalend zijn voor de dimensionering van de oeververdediging. Op grond van elders verrichte metingen wordt geschat dat de maximale hoogte van de scheepsgolf ca. 0,50 m zal zijn. Volgens het in het kader van het M-1115 onderzoek afgeleide criterium:

$$\frac{H}{\Delta D_{50}} \leq 3$$

betekent dit een D_{50} van minimaal 0,09 m, wat overeenkomt met een steengewicht van ongeveer 1,5 kg.

5.5. IJsgang

Het Haringvliet is een zoet bekken. Tijdens strenge winters kan het bekken geheel dichtvriezen. Indien tijdens een dergelijke situatie wordt gespuid door de Haringvlietssluisen, zal het ijs breken en bestaat de kans dat het ijs gaat kruien. Ter plaatse van de Korendijkse Slikken wordt kruierend ijs hoofdzakelijk door de wind aangedreven. De stroming in het Haringvliet zal hierop weinig invloed uitoefenen. De richting waarin het ijs wordt opgestuwd wordt dan ook hoofdzakelijk bepaald door de overheersende windrichting in een vorstperiode en de daar op aansluitende dooiperiode. De krachten die ten gevolge van kruierend ijs op een oeververdedigingsconstructie worden uitgeoefend zijn zeer groot en kunnen uit diverse richtingen komen. In dergelijke gevallen zal de constructie zeker gedeformeerd raken. Het toepassen van zwaardere stortsteen is hiervoor geen afdoende oplossing. Een gezette steenconstructie zou in dit geval meer weerstand bieden, doch deze wordt in verband met de hoge kosten afgeraden. Bij toepassing van een op golfaanval ontworpen constructie zal men in het onderhoudsbudget dan ook rekening moeten houden met eventuele schade ten gevolge van ijsgang. De kans hierop wordt echter niet groot geacht.

6. FINANCIËLE ASPECTEN

Uiteraard dient ernaar te worden gestreefd met minimale kosten een optimaal resultaat te bereiken. Dit betekent niet dat een technisch volwaardige constructie waarvan de aanlegkosten laag zijn, zonder meer dient te worden toegepast. Naast aanlegkosten spelen ook onderhoudsaspecten een rol. Gezien de slechte bereikbaarheid (zowel vanaf het land als vanaf het water) en de verstoring van de natuurfunctie die periodiek onderhoud met zich mee brengt verdient een constructie met zo min mogelijk onderhoud in principe de voorkeur.

Ook de milieukundige aspecten dienen bij de keuze van de constructie mede in de beschouwingen te worden betrokken. Gezien de natuurlijke waarden die aan de Korendijkse Slikken worden toegekend, kan dan een duurdere maar meer op het plaatselijke ecosysteem afgestemde oeververdedigingsconstructie te preferen zijn.

7.. HET ONTWERP

Bij de ontwikkeling van de toe te passen constructies kunnen de volgende stadia worden onderscheiden:

1. ontwikkeling mogelijke constructies op basis van technische eisen;
2. keuze respectievelijk bijstelling op basis van ecologische aspecten (biologie, landschap);
3. minimalisering van de kosten.

Hoewel de aangegeven volgorde in grote lijnen is gevolgd, is er in feite sprake van een iteratief proces waarin voortdurend wordt teruggekoppeld op de voorgaande stadia. Voor de diverse oevertrajecten leidt dit tot de aanbeveling de constructies toe te passen zoals aangegeven op de bijlagen 3 en 4. De overwegingen zijn in het vervolg van dit hoofdstuk aangegeven. Op grond van ecologische overwegingen is zo veel mogelijk gestreefd naar het toepassen van vooroeververdedigingen.

7.1. Type constructies

Wat betreft het type constructie is het gehele gebied van de Korendijkse Slikken verdeeld in een vijftal deelgebieden:

A. Het noordelijk deel van de oever van het Spui

Voor dit deel van de oever wordt een directe verdediging voorgesteld. De geul ligt hier praktisch tegen de oever aan. Het toepassen van vooroeververdedigingen wordt hier zowel technisch als financieel niet haalbaar geacht.

B. Het zuidelijk deel van de oever van het Spui

In principe wordt voor dit gebied aanbevolen om een vooroeververdediging toe passen. Indien echter uit nader door de directie Benedenrivieren uit te voeren onderzoek op basis van peilgegevens van de afgelopen jaren blijkt dat de geul zich onder invloed van de stroming naar de oever toe verplaatst, wordt een directe verdediging geadviseerd.

C. De noordwestkop

De noordwestkop van het gebied is na de afsluiting van het Haringvliet sterk afgeslagen. De totale afslag bedraagt hier meer dan 100 meter. Zowel op visueel-landschappelijke als op biologische gronden wordt aanbevolen om hier de oorspronkelijke vorm van de kop min of meer terug te brengen door als oeververdediging te kiezen voor een verdedigde zanddam. Een verdedigde zanddam kan, meer dan een stenen dam, naast de functie als golfkering, bijdragen aan de ontwikkeling van de natuurfunctie. Dit komt vooral tot uitdrukking in de ontwikkelingsmogelijkheden van de vegetatie en de mogelijkheden als broed-, rust- en fourageergebied voor vogels.

Als bijkomend voordeel kan worden genoemd dat een dergelijke constructie, toegepast in een zoet bekken, tevens een belangrijke studiemogelijkheid biedt voor het volgen van de optredende processen en effecten op morfologisch en biologisch gebied. Voor de nog te maken oeververdedigingen, zowel in het Haringvliet-Hollandsch Diep als in de toekomstig zoete bekkens als Krammer-Volkerak en Zoommeer, zal een dergelijk onderzoek waardevolle informatie kunnen opleveren.

D. De zuidwestelijke oever

Voor de zuidwestoever wordt aanbevolen een vooroeververdediging toe te passen. De vooroever is hier dermate breed en ondiep dat het toepassen van vooroeververdedigingen niet stuit op technische problemen. Bij deze oplossing behoudt de eigenlijke oeverlijn min of meer haar dynamische karakter. In de beginfase zal de oever zich nog enigszins aanpassen aan de nieuwe situatie, maar na stabilisatie ontstaat een flauwe overgang land-water waarna de vegetatie vanaf de oever zich waterwaarts kan ontwikkelen. Tussen de vooroeververdediging en de oeverlijn zal een vrij rustige, ondiepe waterzone ontstaan die grote aantrekkingskracht zal uitoefenen op watervogels als fourageer- en rustgebied.

• E. De oostelijke oever

In dit gebied zijn vroeger als oeververdedigings- en stroomgeleidingswerk, een viertal kribben aangebracht. Ter plaatse is de oever minder afgeslagen dan de westelijk hiervan gelegen oevergedeelten. Verwacht mag worden dat, als deze kribben verhoogd en verlengd worden, deze een redelijke bescherming tegen oevererosie zullen geven. Als alternatief kan voor dit gebied ook een vooroeververdediging worden toegepast. Bij het handhaven en verhogen van de kribben ontstaat een geleidelijke overgang van ruw naar rustig water. Dit geeft in het algemeen een grotere diversiteit in oevervormen, in natuurlijke oevermaterialen (veekranden en schelpenruggen), in de soortenrijkdom van de vegetatie en in de functie als fourageer- en rustgebied voor vogels. Uit biologisch oogpunt gaat voor deze locatie de voorkeur daarom uit naar het verzwaren en verlengen van de kribben.

7.2. Het tracéDirecte verdediging

Het tracé van de directe verdediging dient op visueel-landschappelijke gronden de bestaande oeverlijn zo veel mogelijk te volgen. Het plaatselijk ontgraven en elders aanvullen van de oeverzone moet dan ook zo veel mogelijk worden voorkomen. De bestaande kreken mogen door een directe oeververdediging niet worden afgesloten. De verdediging dient hier tot in de monding van de kreek te worden meegebogen.

Vooroeververdediging

Het tracé van de vooroeververdediging kan in dit stadium door gebrek aan gegevens met betrekking tot de uitgangssituatie niet exact worden vastgesteld. Het best kan het tracé van deze verdediging en de plaats van de daarin op te nemen openingen in het werk worden bepaald. Ten aanzien van de bepaling van het tracé kunnen de volgende aanbevelingen worden gevolgd:

1. De gemiddelde afstand van de verdediging tot de oever dient ca. 80 à 100 meter te zijn. Grotere afstanden beperken de effectiviteit van de constructie, omdat zich dan opnieuw grotere golven kunnen vormen die de oever toch nog kunnen aantasten. Voorts zou een grotere afstand in visueel opzicht afbreuk doen aan de eenheid tussen de vooroeververdediging en de erachter gelegen oeverzone. Kleinere afstanden zijn uit biologisch oogpunt minder gewenst omdat de diversiteit sterk kan verminderen indien de waterplas volledig dicht groeit. Dit houdt echter niet in dat plaatselijk bij vooruitstekende landtongen niet van deze maat mag worden afgeweken.
2. De vooroeververdediging dient de oeverlijn zo veel mogelijk te volgen. Het toepassen van een strakke tracélijn is om landschaps-visuele redenen minder gewenst en wordt dan ook afgeraden.
3. In de vooroeververdedigingen dienen onderbrekingen te worden aangebracht teneinde wateruitwisseling mogelijk te maken en bij grotere peilveranderingen een vlotte toe- en afstroming te verzekeren. De onderlinge afstand van de openingen dient gemiddeld ca. 200 à 300 meter te bedragen. Voor de openingen kan een breedte van maximaal 20 meter op de hoogwaterlijn worden aangehouden. De bodem dient ter plaatse tegen uitschuring te worden beschermd door middel van een drempel, waarvan de kruin op ca. N.A.P. + 0,25 m is gelegen. Ten behoeve van de aan- en afvoer van het water bij grotere peilschommelingen kunnen enkele grotere openingen, met een breedte op de hoogwaterlijn van ca. 30 à 40 meter, in het tracé worden opgenomen. Deze openingen dienen op de bodem verdedigd te worden door middel van een steenmatras, waarvan de kruin op gelijke hoogte ligt met het maaiveld ter plaatse. Bij de onderbrekingen ter plaatse van de uitmonding van een tweetal grote kreken dienen geen bodemvoorzieningen tegen uitschuring te worden getroffen. Indien hier enige uitschuring optreedt, is dit morfologisch gezien een logische voortzetting van het kreekverloop naar dieper water.
4. Om eventuele verdere inscharing van de oeverlijn achter de openingen in de vooroeververdediging te voorkomen, dienen voorzieningen te worden getroffen. Daarbij kan zo veel mogelijk worden ingespeeld

- op de aanwezige vormen in de oeverlijn. In principe zijn daarbij de volgende oplossingen mogelijk (zie fig. 3).

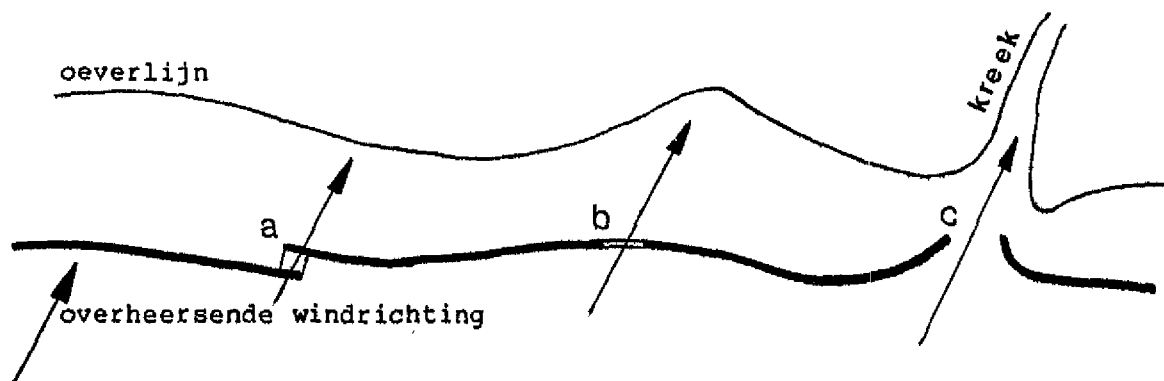


Fig. 3. Mogelijke oplossingen van openingen in de vooroeververdediging.

Variant a

Door het toepassen van een overlap kunnen verreweg de meeste golven (zeker die uit de overheersende windrichting) niet tot de oeverlijn doordringen. In verband met uitschuring door stroming moet wel een steenmatras in de opening worden aangebracht. Deze oplossing kan het beste worden toegepast op locaties waar de oeverlijn een vrij regelmatig verloop heeft en waar verdere inscharing ongewenst is. Incidentele golven uit andere richtingen zullen veelal evenwijdig aan de oever lopen en praktisch geen erosie langs de oeverlijn veroorzaken.

Variant b

Bij deze oplossing wordt de opening in de verdediging voorzien van een drempel die hoge golven doet breken en kleinere golven (bij hoog water) min of meer ongehinderd laat passeren. Om hierbij zo veel mogelijk in te spelen op de natuurlijke ontwikkelingen dienen de openingen zodanig geprojecteerd te worden dat zij ten opzichte van de overheersende windrichting corresponderen met reeds in de oeverlijn aanwezige inhammen.

Variant c

Deze openingen kunnen worden toegepast bij de mondingen van grote kreek. Bij de bepaling van de plaats van de opening dient ook weer reke-

ning te worden gehouden met de overheersende windrichting. De opening zelf behoeft niet verdedigd te worden, daar eventuele uitschuring van de bodem past bij het karakter van een kreekmonding.

Het toepassen van de beschreven openingen in de vooroeververdediging houdt in dat zoveel mogelijk wordt ingespeeld op de aanwezige vormen in de oeverlijn. De plaats van de openingen zal dan ook in het werk bepaald moeten worden. De onderlinge afstand van de openingen vertoont hierbij geen vaste maat, waardoor het geheel minder mathematisch overkomt. Bij een dergelijke werkwijze sluit het ontwerp van de verdediging goed aan bij de aanwezige vormen in het landschap en zijn de onderlinge relaties tussen verdediging en oevervorm beter herkenbaar.

Verdedigde zanddam

De na de afsluiting van het Haringvliet drooggevalen westkop van de Korendijkse Slikken is in de loop der jaren sterk geërodeerd en veranderd in ondiep water. De verdedigde zanddam dient nu zodanig te worden gesitueerd, dat de oorspronkelijke vorm van deze kop min of meer in het landschapsbeeld wordt terug gebracht. De verdediging aan de buitenzijde van de zanddam sluit aan op de vooroeververdedigingen, zodat het geheel wordt opgenomen in het totale tracé. Om de ontwikkeling van het natuurlijk milieu op de dam zo min mogelijk te verstoren, moet het aan land gaan van watersporters zoveel mogelijk worden beperkt. Dit kan bereikt worden door aan de Haringvlietzijde een verdediging van harde (scherpe) materialen toe te passen. De openingen in het tracé aan weerszijden van de verdedigde zanddam zijn voorzien van een drempel. Hiermee wordt tevens voorkomen dat recreatievaartuigen "achterom" het eiland kunnen bereiken.

Kribben

De kribben kunnen in principe worden uitgevoerd als verzwaringen van de reeds bestaande kribben. De kriblengte dient zodanig te worden gekozen dat bij de overheersende windrichting (onder stormomstandigheden) de daarachter gelegen oever tegen golfaanval wordt afgeschermd.

De hoogte van de kribben kan gelijk zijn aan de hoogte van de vooroe-ververdedigingen (N.A.P. + 1,00 m). In verband met de te verwachten golfaanval dienen de kribben verzwaard te worden met stortsteen 10-60 kg. In geval van ijsgang is het niet ondenkbeeldig dat bij deze kribben enige deformatie van de kruin kan optreden.

7.3. Dwarsprofielen

Op bijlage 4 zijn de dwarsprofielen aangegeven voor de diverse typen oeververdedigingen.

Directe verdediging

De directe verdediging is opgebouwd uit een kern van fosforslakken, afgedekt met een toplaag van stortsteen 10 - 60 kg. Het talud kan worden afgewerkt onder een helling van 1:3. De aanleghoogte van de verdediging wordt bepaald door de maaiveldhoogte van de oever ter plaatse. De aanlegdiepte wordt bepaald door de hoogte van de vooroever. De verdediging wordt niet ingegraven in de vooroever. Om eventuele ontgroningen onder de teen van de constructie op te vangen is een onderwaterberm met een breedte van 3 meter aangebracht. De kern van fosforslakken dient als transportbaan voor het aanbrengen van de verdediging. In verband met het zware transport over deze rijbaan dient rekening te worden gehouden met een zetting van de ondergrond van ca. 15 à 20 cm. Om uitspoeling van zand onder de teen te voorkomen is tussen het maaiveld en de onderwaterberm een filterlaag van kunststofweefsel aangebracht. Aanbevolen wordt de stortsteen en de fosforslakken van de directe verdediging boven de hoogwaterlijn af te dekken met een laag grond. Hiermee wordt bereikt dat de vegetatie zich tot in de verdediging zal vestigen, waardoor de stenen constructie grotendeels uit het zicht zal blijven.

Vooroeververdediging

De vooroeververdediging bestaat uit een trapeziumvormige dam die direct op het maaiveld wordt aangebracht. De buitenste laag bestaat uit stortsteen 10-60 kg. Als taludhelling wordt voor het buitenbeloop 1:3

- geadviseerd; voor het binnenbeloop kan 1:2,5 worden aangehouden. Als aanleghoogte wordt N.A.P. + 1,00 m geadviseerd. In principe is elk steenachtig materiaal dat geen invloed heeft op de waterkwaliteit geschikt als kernmateriaal. Onder meer vanwege de geschiktheid als rijbaan bij de uitvoering wordt aanbevolen om ook bij deze constructie forsforsslakken als kernmateriaal toe te passen. Om eventuele ontgroningen aan de teen van de constructie op te vangen is ook hier aan de meerzijde een onderwaterberm met een breedte van 3 meter aangebracht. Tussen de bodem en de afdeklaag van stortsteen is als filter een kunststofweefsel aangebracht om uitspoeling van zand te voorkomen. Gezien de draagkracht van de ondergrond en het gebruik van de dam als transportbaan, dient ook bij een vooroeververdediging rekening te worden gehouden met zettingen. Deze zullen voor verreweg het grootste deel echter reeds tijdens de uitvoering optreden. Het aanbrengen van overhoogtes wordt daarom niet nodig geacht.

Verdedigde zanddam

De verdedigde zanddam bestaat uit een grondlichaam dat aan de meerzijde is voorzien van een verdediging in de vorm van een stortsteenlaag. Het grondlichaam wordt aan de naar de oever gerichte zijde afgewerkt onder een zeer flauwe helling. Aangenomen mag worden dat het grondlichaam vrij snel begroeid zal raken (riet), waardoor het aanbrengen van een summiere verdediging aan de landzijde van de dam niet nodig zal zijn. Omdat de dam geëxponeerd ligt op het noordwesten en omdat de strijklengte vrij groot is, wordt aanbevolen de verdediging vrij zwaar uit te voeren. Daarom is gekozen voor een buitenbeloop onder een helling van 1:5. Bij deze taludhelling hoort theoretisch een steengrootte van 44 kg (ontwerpgolfhoogte 1,25 m; schadeniveau 5-10%). Stortsteen 10-80 kg voldoet aan deze berekende waarde.

Van de verdedigde zanddam is slechts één principieel dwarsprofiel gegeven. Indien wordt besloten tot aanleg van de zanddam is verdere detaillering noodzakelijk.

behoort bij: nota

nr. DDMI-83.17

bladnr: 30

- Voor zowel de directe verdediging, de vooroeververdediging als de verdedigde zanddam geldt dat de kern ook uit een ander steenachtig materiaal opgebouwd kan worden. Dit kernmateriaal mag echter geen negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit. Indien mijnsteen wordt toegepast wordt aanbevolen tussen de mijnsteenkern en de afdeklaag van stortsteen een filterdoek aan te brengen om uitspoeling van verpulverde mijnsteen te voorkomen.

8. UITVOERING

Het aanbrengen van de oeververdedigingen over land wordt sterk afgeraden. Deze werkwijze stuit op bezwaren van vooral biologische aard. Door het transport zal plaatselijk de vegetatie van het gors worden vernield. De ontstane sporen zullen vele jaren na de uitvoering nog steeds als zodanig herkenbaar zijn. Bij aanvoer van materiaal over het gors wordt de vogelpopulatie meer verstoord dan wanneer aanvoer van materiaal over het water plaatsvindt. Gezien de bodemsamenstelling van het gors is aanvoer via het land ook uitvoeringstechnisch niet aan te bevelen. Het gors zal vooral in natte periodes zeer slecht berijdbaar zijn, hetgeen tot vertragingen in de uitvoering zal leiden.

Omdat de vooroever plaatselijk zeer breed en ondiep is, is het onmogelijk om het materiaal direct uit het schip in het werk te lossen. Aanbevolen wordt op die plaatsen waar de geul het dichtst bij het te maken werk ligt materiaaldepots te maken. Van hier uit kan het materiaal worden uitgereden. In verband met het gebruik van de te maken oeververdedigingen als transportbaan, zal rekening moeten worden gehouden met enige zetting van de ondergrond.

9. AANBEVELINGEN

Daar bij de planvoorbereiding ter verdediging van de eroderende oevers langs de Korendijkse Slikken veel leemtes in gegevens en kennis naar voren kwamen, verdient het aanbeveling om ten behoeve van de toekomstige advisering aanvullend onderzoek te doen. Dit onderzoek heeft met name betrekking op de gegevensinwinning ten behoeve van het vastleggen van de uitgangssituatie en gegevens die benodigd zijn voor de keuze van een bepaald oeververdedigingssysteem. Zo dient zo spoedig mogelijk gestart te worden met een onderzoek naar de erosie van oevers (oorzaken en gevolgen) langs zowel het Haringvliet als het Hollandsch Diep. Dit in verband met de afweging van prioriteiten en de eventueel te treffen maatregelen (projectplan oeververdedigingen Haringvliet-Hollandsch Diep). Onderdelen van dit onderzoek kunnen o.a. zijn:

- uitzetten van meetraaien en meten van dwarsprofielen (procesonderzoek);
- inventarisatie van functies, bestemmingen, eigendommen en beheersituaties;
- verzamelen van gegevens van hydraulische parameters (golf-, wind- en stroommetingen en verloop waterstanden);
- volgen ontwikkelingen van de oeverlijn door het laten uitvoeren van aanvullende luchtkarteringen.

Ook de milieukundige kennis van het ecosysteem in zoete oeverzones, met bovendien nog wisselende waterstanden, vertoont lacunes. Op dit gebied is eveneens aanvullend onderzoek aan te bevelen. Hierbij kan onder meer gedacht worden aan:

- Peilregiem

Omdat het peilregiem grote invloed heeft op de ontwikkelingen die in de oeverzone plaatsvinden, verdient het aanbeveling nader onderzoek te doen naar de gevolgen van bepaalde peilregiems voor de oever en de vegetatie. Bij de afweging van de vele factoren (waterstaatkundige-, landbouwkundige-, biologische-, en andere belangen), aan de hand waarvan het in de praktijk nagestreefde peilregiem wordt vast-

gesteld, kunnen dan de biologische gevolgen duidelijker beschreven worden.

- IJsvorming

Invloed op bodemdieren, oevervegetatie en oeververdedigingen.

- Botulisme

Het kunnen ontstaan van botulisme (of andere ziekten) in de achter de vooroeververdedigingen gelegen watergebieden.

Om de watersport die vaak buiten de betonning vaart attent te maken op de aanwezige ondiepten en de bij verhoogde waterstanden onzichtbare vooroeververdedigingen en kribben, zou in het gehele bekken een bleesbebakening op de lijn van N.A.P. - 1,25 m geplaatst moeten worden. Hiermee kunnen eventuele schadeclaims van ongevallen door aanvaring worden voorkomen. Een bijkomend voordeel van een dergelijke bleesbebakening is, dat watersporters minder snel geneigd zijn om kwetsbare gebieden binnen te dringen.

10. LITERATUUR

Staatsbosbeheer, dienstvak natuurbehoud Zuid-Holland. Oeverafslag in het Haringvliet.

Koster, L.M.

De invloed van een wisselende waterstand op de oevervegetatie (zaadplanten en varens), literatuuroverzicht samengesteld in opdracht van Rijkswaterstaat Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting. Concept 1975. Pudoc Wageningen.

Kuypers, J.W.M.

De Beninger en Korendijksche Slikken.
Rijkswaterstaat Deltadienst afdeling Milieuonderzoek.
Studentenrapport, 1974.

Meijers, J.

Vegetatiekartering van de Sassenplaat 1982.
Rijkswaterstaat Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting.
Studentenrapport 1982 (MI 11-82).

Rense, S.

De buitendijkse landschappen van het Hollandsch Diep en het Haringvliet.
Rijkswaterstaat Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting. Studentenrapport 1980 (nr. 1-80).

U.S. Army Coastal Engineering Research Center.
Shore protection manual.

Nortier, ir. I.W. en ir. H. van der Velde.
Hydraulica voor waterbouwkundigen.

behoort bij: nota

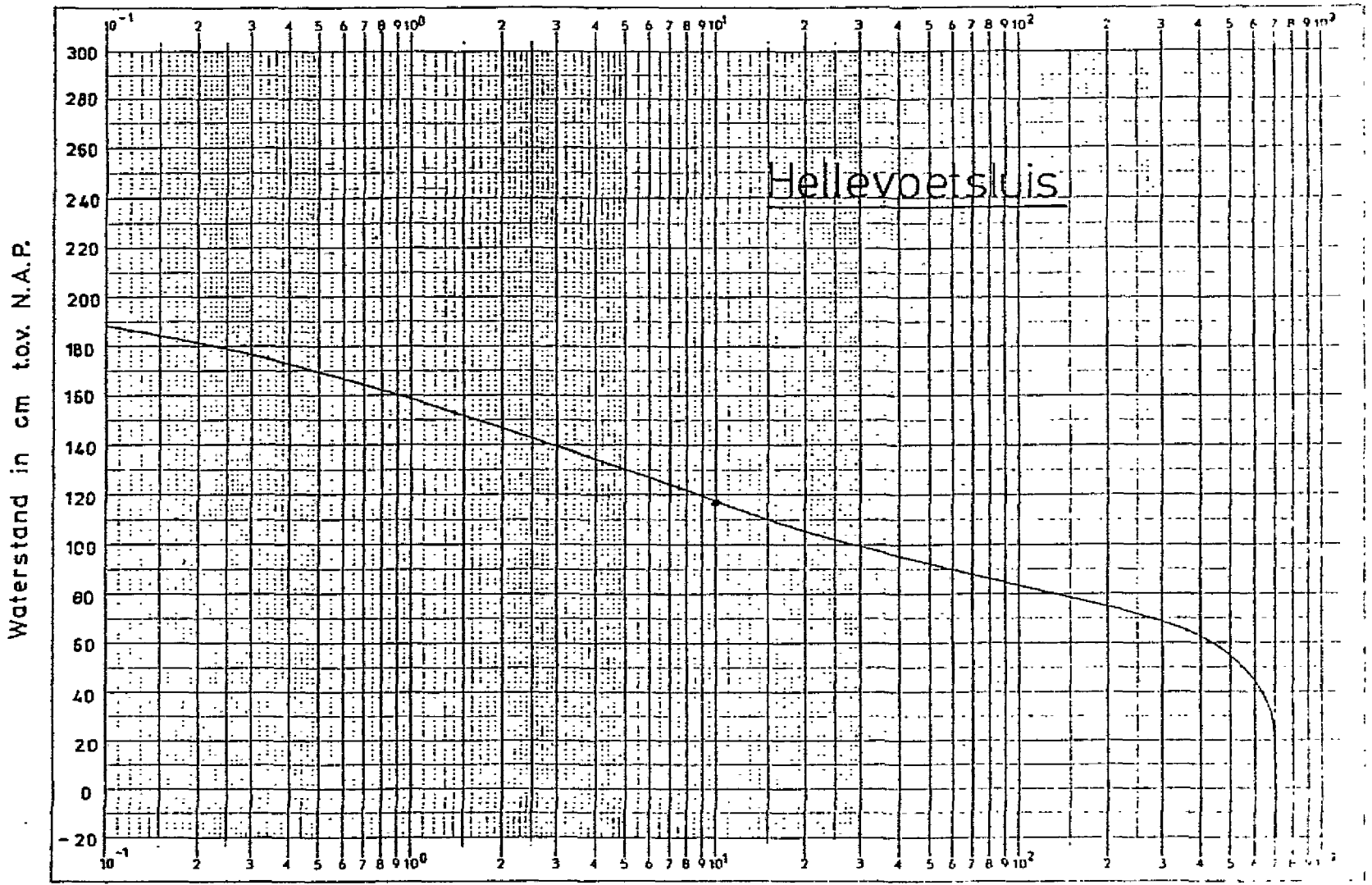
nr. DDMI-83.17

bladnr: 35

- Groen, dr. P. en dr. R. Dorrestein.
Zeegolven.

KIVI Symposium 1983.

Nieuwe inzichten in het ontwerpen van oeverbeschermingsconstructies.

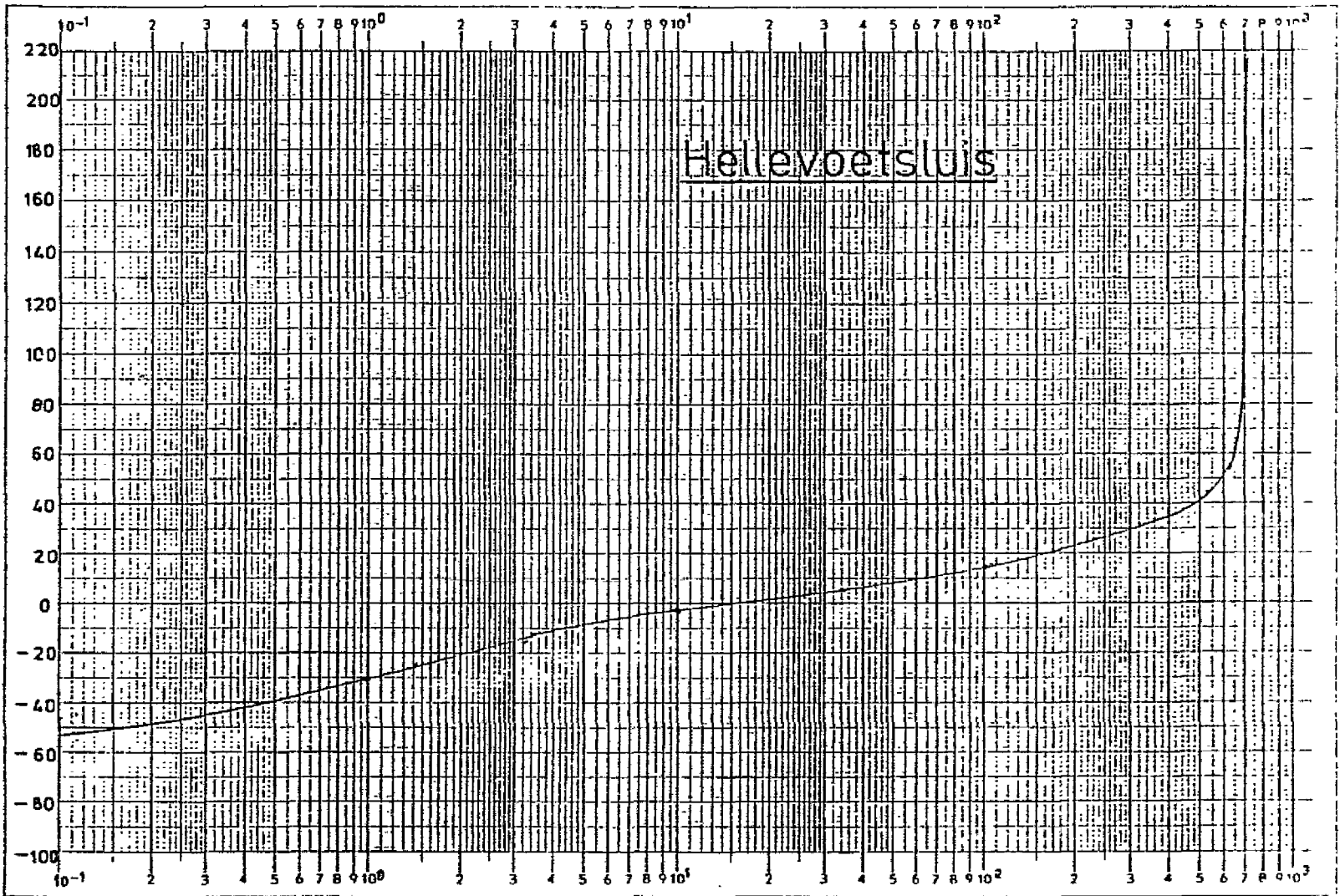


Gemiddeld aantal malen per jaar dat een hoogwaterstand wordt bereikt en/of overschreden

Periode 1971 t/m 1977

Waterstand in cm tov N.A.P.

OVERSCHRIJDINGSFREKVENTIE HW STAND		Afdeling Rivierkunde - I.V.G.	
rijkswaterstaat	opengetek. gezien	Schaal 1: Datum:	
directie benedenrivieren		AUGUSTUS 1980	
		nr.	

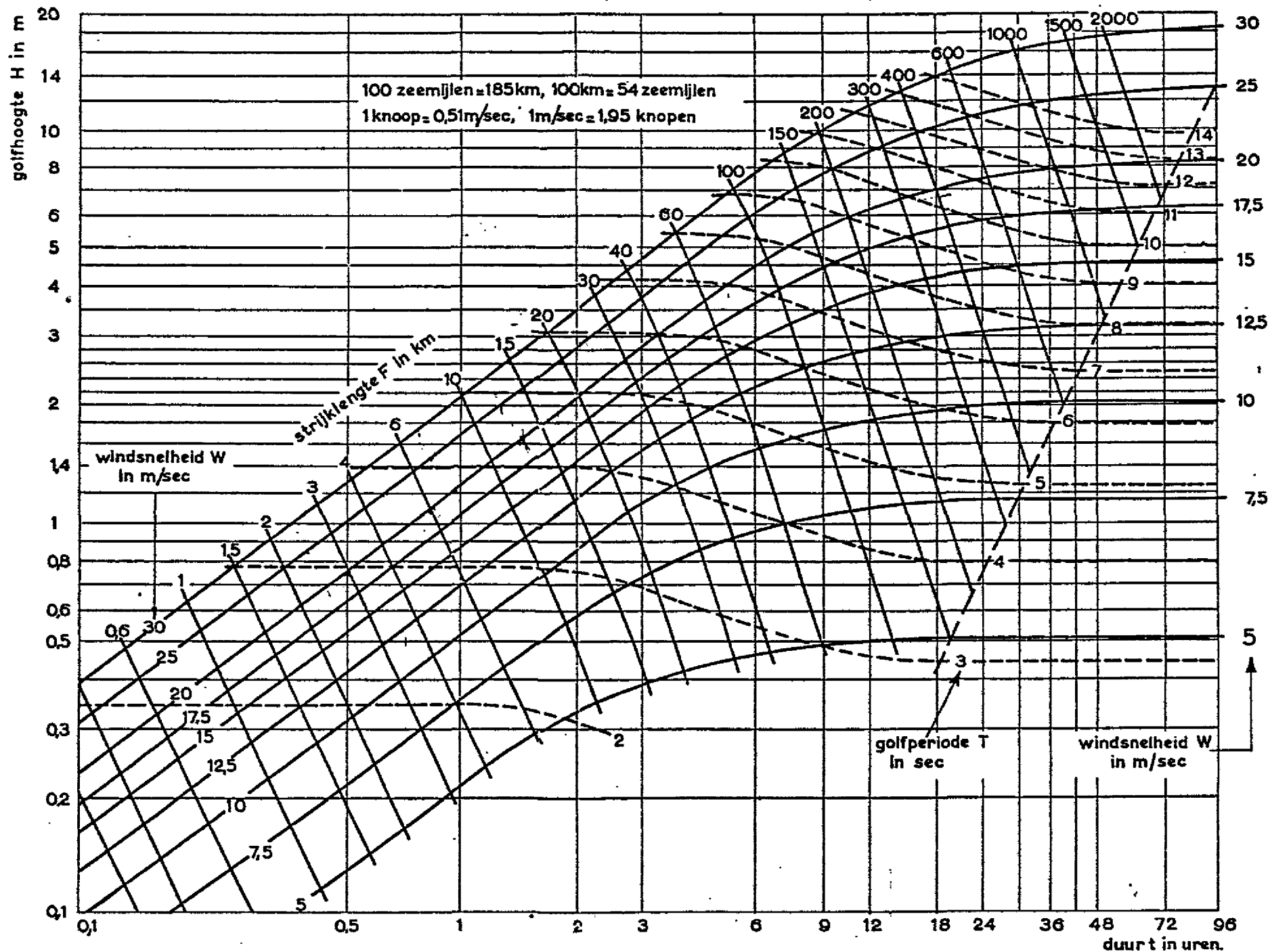


Gemiddeld aantal malen per jaar dat een laagwaterstand wordt bereikt en/of onderschreden

Periode 1971 t/m 1977

Waterstand in cm tov. N.A.P.

ONDERSCHRIJDINGSFREKVENTIE LW STAND		Afdeling Rivierkunde - I.V.G.	
rijkswaterstaat		Schaal 1: Datum:	
directie benedenrivieren		AUGUSTUS 1980	
open/getek. gezien		nr.	



Verband tussen strijklengte, windsnelheid, windduur, golfhoogte en golfperiode, geldend voor relatief diep water.
 Overgenomen uit: „Zeegolven“ door P. Groen en R. Dorrestein, K.N.M.I.,

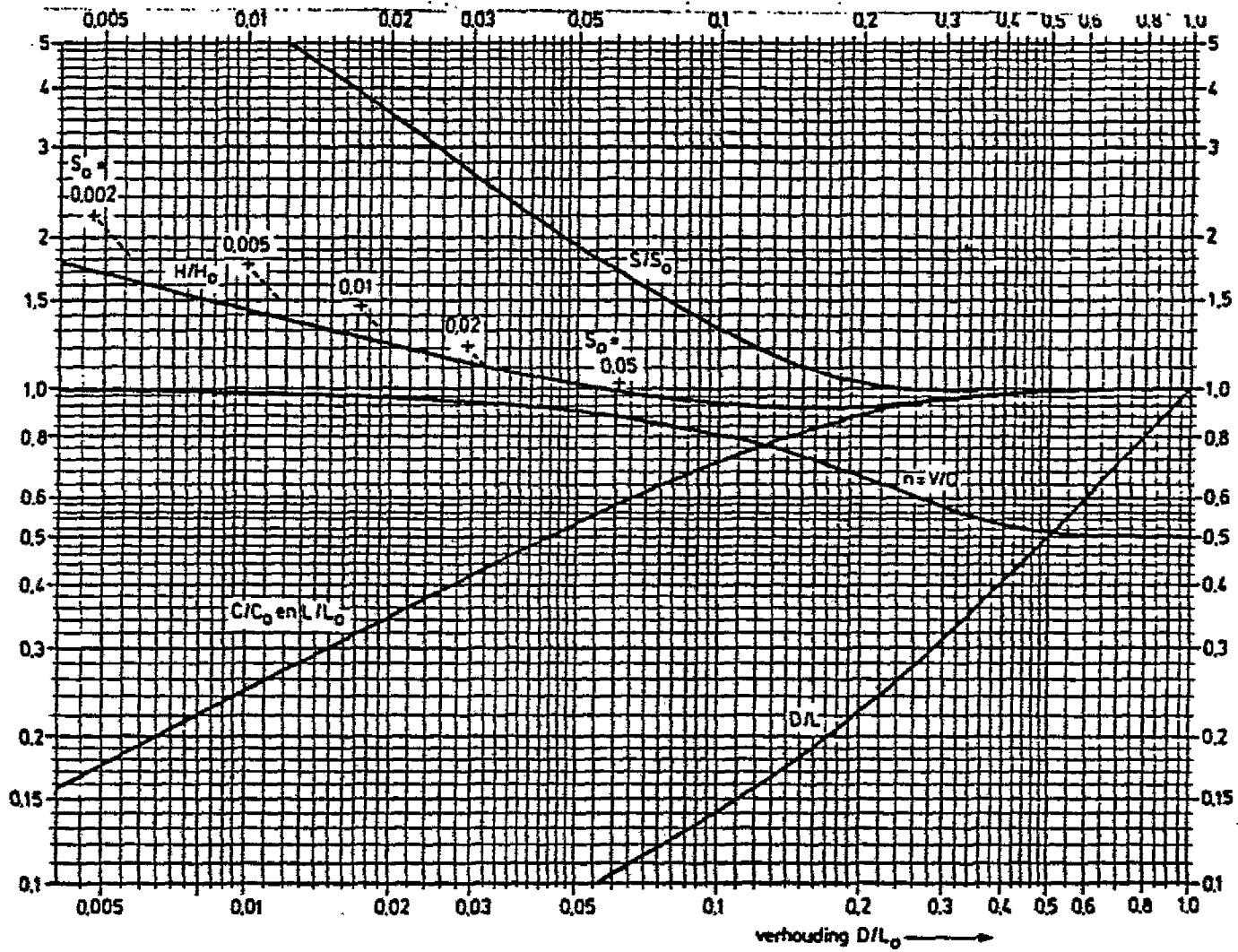
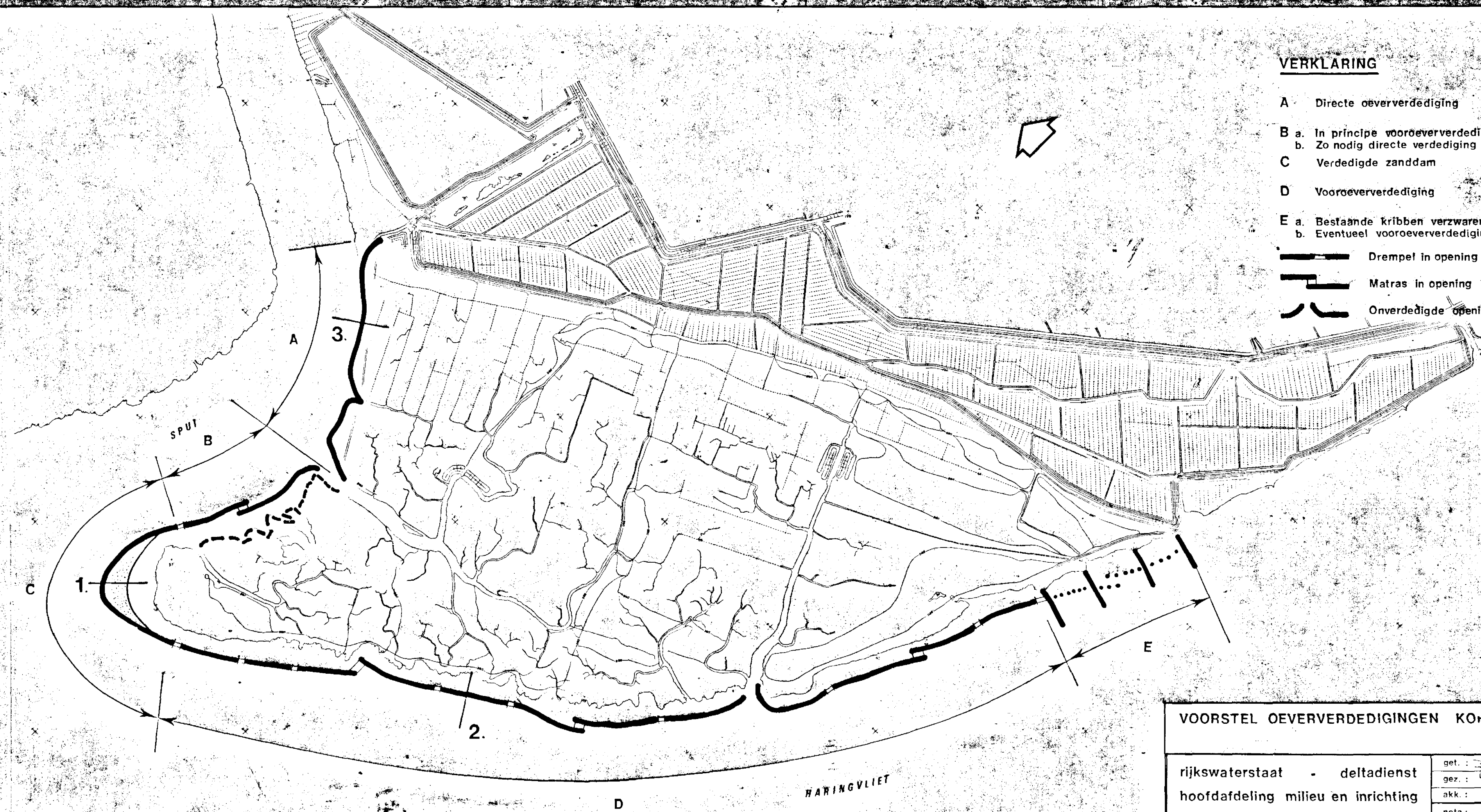


Diagram IV
Grafiek ter bepaling van de verandering in golflengte L , golfsnelheid C en golfindex n en energietransportfactor n voor golven die geleidelijk in ondieper water komen. D is de diepte. De index n duidt „diep water” aan.



VERKLARING

- A Directe oeververdediging
- B a. In principe vooroeververdediging of
b. Zo nodig directe verdediging toepassen
- C Verdedigde zanddam
- D Vooroeververdediging
- E a. Bestaande kribben verzwaren of
b. Eventueel vooroeververdediging toepassen
- Drempel in opening
- Matras in opening
- Onverdedigde opening

VOORSTEL OEVERVERDEDIGINGEN KORENDIJKSE SLIKKEN		
rijkswaterstaat - deltadienst hoofdafdeling milieu en inrichting postbus 439 tel.01180 -11851 4330 ak middelburg	get. :	schaal : 1:10 000
	gez. :	formaat : A3
	akk. :	code : 130
	nota : 83.17	tek. nr. : 83 M 171
	bijlage : 3	