

# **Analyse oeverontwikkelingen Veerse Meer**

**periode 1993 - 2003**

**WERKDOCUMENT RIKZ/AB/2004/805x  
11 mei 2004  
Jaap Consemulder  
Bram Schouwenaar**



# Werkdocument

Ministerie van Verkeer en waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Aan  
Eugène Daemen

Contactpersoon  
Jaap Consemulder  
Datum  
11 mei 2004  
Nummer  
RIKZ/AB/2004.805x  
Onderwerp

Doorkiesnummer  
0118 672296  
Bijlage(n)  
2  
Product  
VEERSEMEERBEKKEN

Analyse oeverontwikkelingen Veerse Meer periode 1993-2003

INHOUD	pag.
SAMENVATTING	2
1 INLEIDING	3
2 OEVERTYPEN	3
3 AANPAK VERWERKING METINGEN	5
3.1 Terugblik verrichte metingen	5
3.2 Verrichte metingen in 2003	5
3.3 Niet uitgewerkte gebieden	6
3.4 Verwerking gegevens	6
4 PROFIELONTWIKKELINGEN	7
4.1 Profielveranderingen in horizontale richting	7
4.2 Profielveranderingen in verticale richting	9
5 TOTAALBEELD VEERSE MEER	10
6 CONCLUSIES	11
7 LITERATUUR	12

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Kaart Veerse Meer

Bijlage 2: Verandering profielen 1993 - 2003

Vestiging Middelburg  
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg  
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672296  
Telefax 0118 651046  
E-mail j.consemulder@rikz.rws.minvenw.nl

## SAMENVATTING

Voor het Veerse Meer is onderzocht welke ontwikkelingen in de dwarsprofielen van de oevers hebben plaatsgevonden in de periode 1993 - 2003. Beoordeeld is de verplaatsing van de hoogtelijn van NAP (dat wil zeggen de scheiding tussen land en water in de zomer), de dieptelijn van NAP -0,70 m (de scheiding tussen land en water in de winter) en de dieptelijn van NAP -2,00 m (de aangehouden scheiding tussen ondiep water en diep water).

Het Veerse Meer bestaat nu ruim 40 jaar. Uit de hierna volgende tabel 1 kan worden geconcludeerd dat de bodemligging nog steeds verandert. Veelal zijn deze veranderingen gering, maar de onder water liggende vooroevers verdiepen toch bijna overal en dit proces gaat nog steeds door.

Voor de beoordeelde gebieden geldt dat de volgende veranderingen in de laatste tien jaar zijn opgetreden:

- Een geringe landwaartse verplaatsing van de lijn van NAP, met uitzondering van de onverdedigde gebieden; in deze gebieden is de landwaartse verplaatsing veelal niet meer dan enkele meters.
- de lijn van NAP -0,70 m verplaatst meestal landwaarts, hierdoor wordt de bodemhelling van de vooroever steiler tussen de diepten van NAP -0,70 m en NAP. Dit is niet gunstig voor de stabiliteit van de oeverzone.
- de lijn van NAP -2,00 m verplaatst veelal in de richting van de geul.
- De meeste vooroevers worden dieper, gemiddeld ruim 0,10 m, de grootste opgetreden verdiepingen liggen omstreeks 0,25 m.

De oorzaak van de verplaatsing van de lijn van NAP -0,70 m en van de lijn van NAP -2,00 m moet worden gezocht in de dynamiek ter plaatse van de vooroever. Opgewerveld sediment wordt verplaatst naar de geul en naar naastliggende gebieden. Zo ontstaan veranderingen in de diepte en daarmee een verschuiving van de dieptelijnen.

oevertype (zie figuur 2)	gem. profielverplaatsing			verandering oppervlakte onderzochte oevers	
	NAP [m]	NAP -0,7 m [m]	NAP -2 m [m]	droogvallend [m <sup>2</sup> ]	ondiep [m <sup>2</sup> ]
a. onverdedigd	-13,55	-14,55	-1,45	-14.950	12.750
b. direct verdedigd	-0,21	-1,31	1,49	-1.610	12.780
c. indirect verdedigd	-0,36	-3,76	1,42	-1.200	6.450
d. direct + indirect verdedigd	-0,47	-3,32	2,37	-900	5.500

Tabel 1. Samenvatting geconstateerde profielveranderingen 1993-2003

Opmerking 1: Een verplaatsing in landwaartse richting is als een negatief getal en een verplaatsing in de richting van de geul is als een positief getal aangegeven.

Opmerking 2: De grote verplaatsing van de NAP-lijn bij de onverdedigde oevers wordt vooral veroorzaakt door één raai op de Goudplaat. Als deze raai niet wordt meegerekend bedraagt de gemiddelde verplaatsing 0,70 m.

Aan de hand van de onderzochte profielontwikkelingen is ter indicatie berekend hoe groot de veranderingen zijn geweest in het gehele meer. Hiervoor is als uitgangspunt aangehouden dat in de niet-onderzochte gebieden dezelfde ontwikkelingen hebben plaatsgevonden als in de onderzochte gebieden, met uitzondering van de extreme verandering ter plaatse van een onverdedigde oever van de Goudplaat. Als **indicatie** kan ervan worden uitgegaan dat in de afgelopen 10 jaren:

- de oppervlakte aan droog gebied is verminderd met **2,7 ha**. Deze oppervlakte is omgezet in ondiep water.
- de oppervlakte aan ondiep water (tot NAP -2,00 m) is toegenomen met **9 ha**. Deze toename gaat ten koste van de oppervlakte droog gebied (2,7 ha) en diep water (6,3 ha).

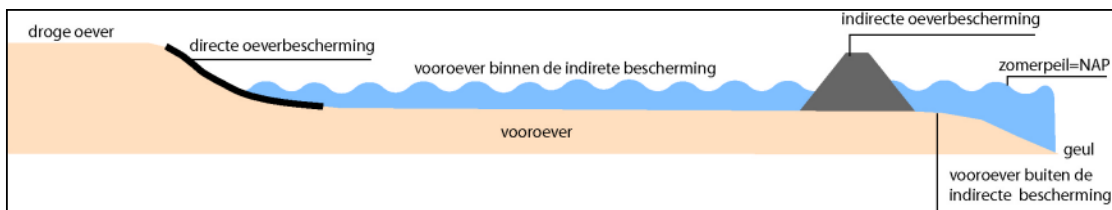
## 1. INLEIDING

In mei 2004 wordt het doorlaatmiddel in het Veerse Meer geopend. Er ontstaat dan een nieuwe situatie voor het meer met zouter water. Het is dus zinvol voor de start van de nieuwe omstandigheden de ontwikkelingen in de afgelopen 10 jaren nog eens kritisch te bekijken. In dit kader wordt in 2004 door het RIKZ een rapport opgesteld waarin alle aspecten van het meer aan de orde komen.

Tot voor kort verdiepten de vooroevers (voor de gebruikte terminologie zie figuur 1) nog steeds en was vaak een achteruitgang van de droge oevers zichtbaar. Het is de vraag in hoeverre deze ontwikkelingen nog steeds plaatsvinden. In dit werkdocument wordt de aandacht gericht op de ontwikkelingen van de oeverprofielen in de periode 1993-2003.

De veranderingen van het dwarsprofiel van de oevers worden onregelmatig gerapporteerd. De laatste analyse heeft plaatsgevonden in 2001 over de periode 1990-1998. Voor deze analyse ontbraken toen teveel metingen, waardoor het niet mogelijk was een totaalbeeld voor het meer te produceren (Consemulder & Liek, 2001). Daarvoor is in 1988 (Leeuwestein & Schoot (1), 1988) een uitgebreide analyse gemaakt van de profielveranderingen in het meer. Voorts zijn prognoses gemaakt voor de bodemontwikkeling bij een ander peilbeheer (Consemulder, 1988).

De oevers langs het meer worden onregelmatig gemeten en het aantal raaien (25) volgens het bestaande monitoringprogramma is gering. In 2003 zijn de oevers uitgebreid gemeten. De doelstelling van deze meting is voornamelijk het vastleggen van een beginsituatie voor de nieuwe omstandigheden die gaan optreden na de opening van het doorlaatmiddel in de Zandkreekdam. Deze metingen kunnen ook goed worden gebruikt voor een terugblik naar de opgetreden veranderingen in het meer.



Figuur 1. Terminologie dwarsprofiel oever

### uitgangspunten

De oeverontwikkelingen worden hier vooral gekarakteriseerd door de veranderingen van enkele dieptelijnen. In dit werkdocument zijn hiervoor aangehouden de dieptelijnen van NAP (de scheiding tussen water en land in de zomer), NAP -0,70 m (de scheiding tussen water en land in de winter) en NAP -2,00 m (de aangehouden scheiding tussen ondiep water en diep water).

## 2. OEVERTYPEN

Bij de uitwerking van de metingen is er rekening mee gehouden dat de droge oevers en vooroevers op verschillende manieren zijn beschermd en dat er ook onbeschermd droge oevers en vooroevers zijn. Veelal vertoont elke oevertype een andere ontwikkeling. Er worden vier oevertypen onderscheiden (figuur 2):

### a. Onverdedigde oever.

Dit is een oever waar in het geheel geen oeververdediging aanwezig is. Onverdedigde oevers komen

niet vaak voor in het meer; de totale oeverlengte hiervan is dan ook beperkt.

**b. Direct verdedigde oever.**

Bij deze oever is één oeverbekleding aangebracht rechtstreeks tegen de droge oever ter plaatse van de waterlijn. De constructie en het profiel van de oeverbekleding is niet altijd hetzelfde. Meestal is een kunststofweefsel gebruikt met daarop puin of grind. Ook komen oeverbeschermingen voor bestaande uit een gecombineerde constructie waarin asfaltbeton is verwerkt.

**c. Indirect verdedigde oever.**

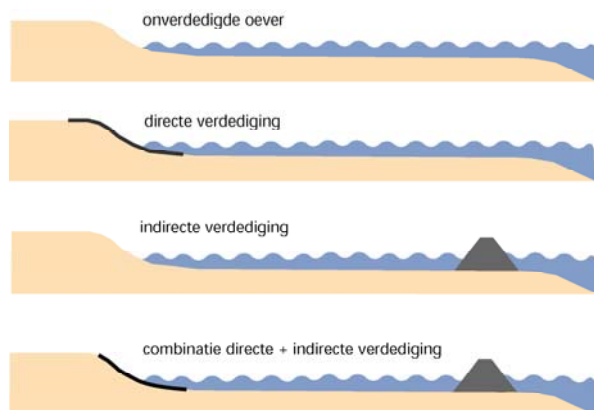
Bij een indirect verdedigde oever, ook wel vooroeververdediging genoemd, is de oever niet beschermd, maar is op een wisselende afstand vanaf de oeverlijn een beschermende constructie aangebracht. Tijdens het zomerpeil staat de vooroever binnen de indirecte bescherming onder water. Tijdens het winterpeil valt de vooroever soms droog, maar soms blijft er ook wel water op de vooroever staan.

Door de afstand tussen de vooroeververdediging en de niet beschermde droge oever, is deze droge oever minder stabiel dan de direct verdedigde oever en is daardoor dynamischer dan de onder b genoemde constructie.

Er zijn verschillende typen indirecte verdedigingen toegepast: een lage vooroeververdediging die min of meer als een directe verdediging fungeert tijdens het winterpeil, grindmatrassen, die relatief ver onder water zijn aangebracht, vooroeververdedigingen die net onder het zomerpeil liggen en zo niet zichtbaar zijn en vooroeververdedigingen die enkele decimeters hoger liggen dan NAP. Vaak is de indirecte bescherming gemaakt van onder een profiel aangebracht grof grind met een gradatie van 70 - 200 mm.

**d. Combinatie van direct en indirect verdedigde oever.**

Hier wordt de droge oever door een directe verdediging beschermd en is de vooroever voor een deel beschermd door een verdediging op enige afstand van de directe verdediging. Dit oevertype komt vaak voor op plaatsen waar kort na de totstandkoming van het Veerse Meer een flinke erosie voorkwam en op plaatsen waar de oever recreatief wordt gebruikt. Door de beschermende indirecte verdediging blijft een rustige zone met ondiep water bestaan. In een recreatiegebied wordt zo een spartelplas voor kinderen gecreëerd. Door de directe verdediging wordt de oeverlijn vast gehouden. Hiervoor wordt meestal een summiere verdediging van fijn grind gebruikt dat op de waterlijn is aangebracht, maar in recreatiegebieden komen ook zwaardere beschermingen van asfaltbeton of grind voor met een gradatie van 70 – 200 mm. Conform het onder c genoemde kan de vooroever 's winters droogvallen of onder water blijven liggen. Er zijn verschillende typen indirecte verdedigingen toegepast: een lage indirecte verdediging die min of meer als een directe verdediging fungeert tijdens het winterpeil, grindmatrassen en indirecte verdedigingen, waarvan de kruin één à twee decimeter onder of boven NAP ligt.



*Figuur 2. Schematische voorstelling van de oevertypen*

### 3. AANPAK VERWERKING METINGEN

#### 3.1 Terugblik verrichte metingen

Langs de belangrijkste oevers in het meer zijn na de sluiting van het Veersche Gat in 1961 meetlijnen geprojecteerd. Op elke meetlijn zijn op vaste plaatsen (meestal elke vijftig meter) raaien vastgelegd, waar dwarsprofielen kunnen worden gemeten. Er zijn zo in het Veerse Meer ruim 800 dwarsprofielen langs de oevers geprojecteerd. Toch waren er nog veel gebieden waar in het geheel geen meetlijnen aanwezig zijn. Om deze reden is een nieuw meetplan voor de oevers opgesteld waarin ook deze gebieden zijn opgenomen (Consemulder, juli 2003).

Vanaf 1965 zijn dwarsprofielen van de oevers gemeten. Deze metingen werden veelal ongestructureerd en niet jaarlijks uitgevoerd. Soms is met zeer grote tussenpozen gemeten. Na 1984 à 1987 is veelal nog slechts eenmaal gemeten. Eind 1992 is een voorstel gedaan voor het beperken van het meetprogramma (de Jong, 1992). Het programma betreft echter maar 25 profielen in het gehele meer, die niet conform de oorspronkelijk voorgenomen frequentie zijn gemeten. De hiermee geproduceerde gegevens kunnen daarom uitsluitend worden gebruikt voor het analyseren en vergelijken van de veranderingen met de ontwikkelingen uit vroegere perioden in hetzelfde dwarsprofiel. Ze zijn niet representatief voor het gehele meer.

#### 3.2 Verrichte metingen in 2003

In 2003 zijn de oevers uitgebreid gemeten. De onderlinge afstand van de gemeten raaien is vaak niet meer dan 100 meter. De gemeten dwarsprofielen vormen een goede afspiegeling van de voorkomende oevers langs het meer. Voor sommige gebieden was dit de eerste meting terwijl in andere gebieden in dezelfde periode reeds twaalf metingen zijn verricht. Dat wil overigens niet zeggen dat twaalf keer dezelfde dwarsprofielen zijn gemeten. Meestal zijn in de gebieden verschillende delen in verschillende jaren gemeten. Het aantal opeenvolgende dwarsprofielmetingen in verschillende jaren is dus beperkt. Totaal zijn circa 480 raaien gemeten. Voor deze analyse leken circa 260 raaien bruikbaar. Door enkele hiaten in de gegevens kon een deel van de metingen niet worden uitgewerkt. Deze hiaten betreffen het ontbreken van gegevens in oude metingen, maar ook in de laatste metingen bestaan hiaten, bijvoorbeeld omdat in enkele profielen niet tot het niveau van NAP is gemeten.

Zo konden 85 raaien niet worden gebruikt. De hier gepresenteerde resultaten zijn dus gebaseerd op de uitwerking van circa 175 raaien. In tabel 2 staat aangegeven welke oeverlengtes hierdoor zijn onderzocht bij de verschillende typen oeververdedigingen en welke oeverlengtes niet zijn onderzocht of niet konden worden uitgewerkt.

oevertype	oeverlengte	
	gemeten en te verwerken [m]	niet onderzocht; niet te verwerken [m]
a. onverdedigd	1.150	750
b. direct verdedigd	7.170	21.045
c. indirect verdedigd	3.425	4.190
d. direct + indirect verdedigd	1.765	3.525

Tabel 2. Onderzochte en niet onderzochte oeverlengtes

Alle metingen die in het meer zijn verricht, zijn opgeslagen in ZEEKOE. Dit is een dataopslagsysteem met bijbehorende software voor de gebruiker, dat beheerd wordt door de Meetinformatiedienst van de Rijkswaterstaat directie Zeeland. In de loop van 2004 wordt dit vervangen door het dataopslagsysteem NIEUW ZEEKOE. De software krijgt hier een Window-achtige structuur. Het beheer van dit opslagsysteem zal plaatsvinden door het Waterschap Zeeuwse Eilanden.

### 3.3 Niet uitgewerkte gebieden

De meting in 2003 betrof een uitgebreide meting. Er zijn ook enkele gebieden gemeten, die voor de eerste keer zijn gemeten omdat ze vroeger niet in het meetprogramma zijn opgenomen. In sommige gebieden was voor de nieuwe reeks metingen de meetkundige grondslag van de oude raaien niet meer beschikbaar. Als gevolg hiervan kunnen een aantal gebieden nu niet worden uitgewerkt omdat in zo'n gebied de nieuwe meetgegevens niet kunnen worden vergeleken met de oude gegevens.

Het betreft:

- Willem-Adriaanpolder (Camping Paardenkreek)
- Arneplaat
- Geersdijk, haven
- Haringvreter (enkele delen)
- Kattepolder (enkele delen)
- Mosselplaat
- Noord Sloe (enkele delen)
- Omloop
- Oostwatering
- Schelphoek (enkele delen)
- Schotsman (enkele delen)
- Schutteplaat (enkele delen)
- Zilveren Schor (enkele delen)
- Bastiaan de Langeplaat
- Spieringplaat
- Zandkreekplaat
- eilanden Schelphoek

### 3.4 Verwerking gegevens

Per dwarsprofiel zijn de meetgegevens van 2003 en van voorgaande jaren met gebruikmaking van het computerprogramma ZEEKOE getekend. Hierna is de kwaliteit van de metingen en de ontwikkeling van de diepte visueel beoordeeld. De verplaatsing van de dieptelijnen van NAP, NAP -0,70 m en NAP -2,00 m zijn met behulp van het programma ZEEKOE grafisch weergegeven.

In de periode 1975 – 1986 zijn relatief veel metingen verricht. Voor het analyseren van de gegevens is dus vaak naar deze periode gekeken. Door het beperkte aantal metingen en de gevolgde rechtlijnige interpolatie kan vaak worden aangehouden dat de veranderingen die in de laatste 10 jaar hebben plaatsgevonden ook in de afgelopen 20 à 30 jaar hebben plaatsgevonden, maar dan twee à drie maal zo groot zijn geweest. De nauwkeurigheid van de resultaten is voor de laatste tien jaar dan ook beperkt, de grote lijn klopt echter wel. Bij het beoordelen van de veranderingen kon geen rekening worden gehouden met de resultaten van een onderzoek dat door de Technische Universiteit Delft is uitgevoerd (Leeuwestein & Schoot (2), 1988). Uit dit onderzoek blijkt, dat de verplaatsing van de waterlijn na verloop van jaren in het algemeen een parabolische kromme vertoont. De veelal lange periode tussen de metingen en het verloop van vroegere veranderingen in een meetreeks gaven meestal te weinig houvast voor het construeren van parabolische krommen. Op grond hiervan is besloten alleen rechtlijnig te interpoleren. Dit kan echter betekenen dat de gevonden veranderingen in de laatste tien jaar wat groter zijn dan werkelijk zullen zijn opgetreden. Het effect van een in de loop der jaren afnemende erosie is daardoor niet zichtbaar.

Per gemeten raai is voor de periode 1993 - 2003 de verandering van de positie van de drie isolijnen (NAP, NAP -0,70 m en NAP -2,00 m) bepaald (zie bijlage 2). Dit levert de (deels geïnterpoleerde) verplaatsing op van de desbetreffende isolijnen in het dwarsprofiel. Vervolgens zijn voor de NAP-lijn en de lijn van NAP -2,00 m de wijzigingen in oppervlakte bepaald door het vermenigvuldigen van de verplaatsing met de voor dat dwarsprofiel maatgevende oeverlengte.



## 4. PROFIELONTWIKKELINGEN

Hierna worden achtereenvolgens de profielveranderingen in horizontale richting (dat wil zeggen het verschuiven van de dieptelijnen naar de oeverlijn of naar de geul) en de profielveranderingen in verticale richting (verdiepen of verhogen van de bodem) behandeld.

### 4.1 PROFIELVERANDERINGEN IN HORIZONTALE RICHTING

De profielveranderingen zijn uitgebreid onderzocht en per gemeten profiel nader uitgewerkt. Hierbij zijn de voorgaande metingen vergeleken met de in 2003 uitgevoerde meting en is apart gekeken naar de verplaatsing van de lijnen van NAP, NAP -0,70 m en NAP -2,00 m.

Per oevertype worden hierna de in de bijlage 2 aangegeven resultaten van het onderzoek kort belicht. Opgemerkt wordt dat op enkele plaatsen een rietvegetatie voor de droge oever voorkomt. Deze vegetatie vermindert de grootte van de erosie.

*intermezzo*

#### Verplaatsing dieptelijnen

*De aandrijvende kracht voor de verplaatsing van de dieptelijnen van NAP, NAP -0,70 m en van NAP -2,00 m moet worden gezocht in de door de golven opgewekte dynamiek ter plaatse van de vooroever. Vooral bij hogere windsnelheden ontstaan relatief grote golven. Door de golfwerking wordt sediment uit de bodem van de vooroever (en soms de droge oever) losgewoeld en gaat min of meer zweven in de waterkolom. Het opgewervelde sediment wordt daarna door de retourstroming en door windgedreven stroming in het dwarsprofiel verplaatst naar naastliggende zones en naar de geul. Zo ontstaat een verandering in de bodemdiepte waardoor een verschuiving plaatsvindt van de dieptelijnen. De erosie van de bodem vindt niet alleen plaats in de zone langs de droge oever maar ook ter plaatse van alle (ondiepe) vooroevers.*

#### Onverdedigde oevers

Het aantal onverdedigde oevers in het meer is gering. De langste oever, Kwistenburg oostelijk van Wolphaartsdijk, is ongeveer 1 km lang.

De NAP-lijn bij Kwistenburg gaat op de meeste plaatsen in de onderzochte periode enige meters achteruit. De dieptelijn van NAP -0,70 m gaat veelal meer dan 10 m achteruit. Dit betekent dat later ook op de NAP-lijn een grotere erosie zal plaatsvinden omdat het profiel nu steiler wordt waardoor de invloed van de golven steeds groter wordt. Op sommige plaatsen gaat ook de dieptelijn van NAP -2 m sterk achteruit. Dit is waarschijnlijk het gevolg van zandwinning of vaargeulonderhoud. Bij de Goudplaat erodeert de zuidelijke punt flink (142 m! in 10 jaar). Dit heeft een groot effect op de gemiddelde



*Strand Vrouwenpolder met een duidelijke erosie van de onbeschermdo oever.*

*Foto: Jan van den Broeke (2004)*

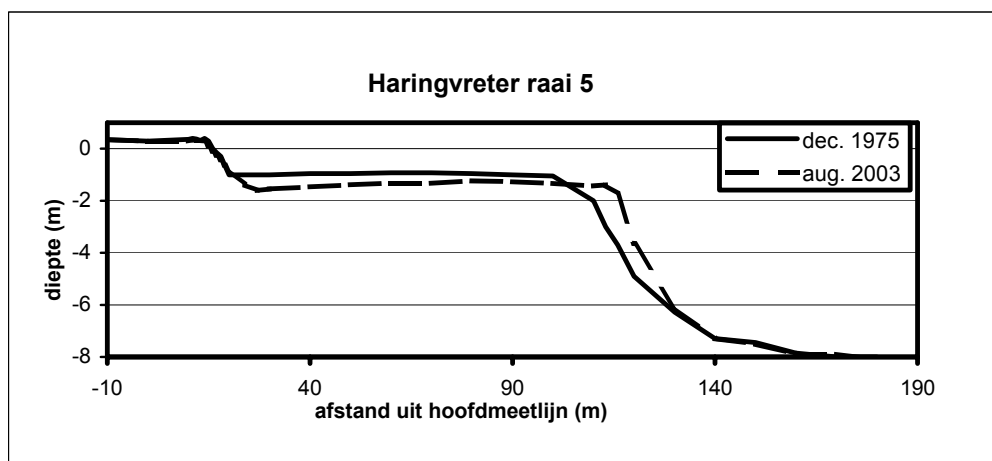
profielverplaatsing voor dit type oever (tabel 1). Als de erosie van de Goudplaat niet wordt meegerekend vermindert de gemiddelde profielverplaatsing van -13,55 m naar -0,70 m.

Het in de zomer druk bezochte strand van Vrouwenpolder (foto) is niet in oudere meetprogramma's opgenomen en kan daardoor nu niet worden uitgewerkt. Het is hier duidelijk zichtbaar dat erosie van de droge oever plaatsvindt. De grootte van de erosie van het op de oostelijke windrichting georiënteerde strand is niet vast te stellen. Bij de eerstvolgende evaluatie is het wel mogelijk de ontwikkelingen te analyseren, omdat het strand wel in het nieuwe meetprogramma is opgenomen.

### Direct verdedigde oevers

Dit type verdediging komt het meest in het meer voor. Het aantal bruikbare metingen is relatief gering doordat veel dwarsprofielen in 2003 voor de eerste keer zijn gemeten en omdat er fouten in de metingen zijn geconstateerd.

Op de oeverlijn komt door de aangebrachte beschermingen in het algemeen geen erosie voor (figuur 3). De dieptelijn van NAP -0,70 m is vaak stabiel. Enkele uitzonderingen op deze regel zijn enkele raaien ter plaatse van de westzijde van de Goudplaat (+10 m in 10 jaar); noordzijde Haringvreter (-15 m en -28 m); Kattepolder (+13 m); Noord Sloe (-27 m) en Soelekerkepolder (-13 m en -15 m).



Figuur 3. Typisch voorbeeld van een dwarsprofiel van een oever met een directe verdediging. De bodemdiepte is bij de verdediging groter dan op enige afstand van de verdediging. Hier is tussen 1975 en 2003 de gemiddelde verdieping circa 0,5 m. Let ook op de verlenging van de vooroever bij de geulrand.

Opmerking: de horizontale schaal en de verticale schaal zijn ongelijk!

In enkele dwarsprofielen is geen verplaatsing zichtbaar van de dieptelijn van NAP -2 m; meestal komen verplaatsingen voor tussen 1 m en 5 m in geulwaartse richting. Uitzonderingen op deze regel zijn: Goudplaat (-1 m); Kattepolder (-1 m, -3 m en -5 m); Noord Sloe (-3 m, -9 m, -14 m, -19 m en +6 m).

### Indirect verdedigde oevers

Dit type oeververdediging is op één na de meest toegepaste verdediging.

Op de oeverlijn komen, ondanks het ontbreken van een bescherming, in het algemeen weinig veranderingen voor. De opgetreden verplaatsingen zijn, met uitzondering van Schelphoek, overal kleiner dan 2 m in tien jaar. De verplaatsing in Schelphoek manifesteert zich in een zone waar wordt gerecreëerd. Hier wordt de oeverlijn regelmatig onderhouden, waardoor altijd sedimentverplaatsingen zullen voorkomen.

De verplaatsing van de lijn van NAP -0,70 m is op de meeste plaatsen gering, niet meer dan enkele meters in landwaartse richting. Op enkele plaatsen bij de Middelpaten en in één profiel in Schelphoek is de landwaartse verplaatsing aanzienlijk groter dan 10 m. Deze verplaatsingen liggen op de vooroever buiten de indirecte oeverbescherming. Het door erosie verdwenen sediment zorgt ervoor dat de lijn van NAP -2,00 m verplaatst naar de diepere geul (soms tot 17 m in 10 jaar), waardoor de oppervlakte aan ondiep water toeneemt. Ter plaatse van de Middelpaten komt in drie raaien een flinke (circa 20 m) landwaartse verplaatsing voor. Hier is geen sprake van een natuurlijke ontwikkeling. Waarschijnlijk is deze verplaatsing veroorzaakt door zandwinning.

### Combinatie van direct en indirect verdedigde oevers

Deze vorm van oeverbescherming (foto) komt het minst voor.

De oeverlijn is veelal stabiel. Op twee plaatsen langs de Middelpaten vindt een achteruitgang van de droge oever plaats van respectievelijk 5 m en 10 m. Dit kan zijn veroorzaakt door werkzaamheden langs de oever ter plaatse van het recreatiegebied De Piet.

De verplaatsing van de lijn van NAP -0,70 m is op de meeste plaatsen kleiner dan enkele meters landwaarts. Een uitzondering hierop vormen twee raaien op de Middelpaten ter plaatse van het recreatiegebied De Piet en een raai op de Schotsman. Daar is de achteruitgang in de geanalyseerde periode tussen 5 m en 32 m. Twee raaien aan de noordzijde van het Aardbeieneiland vertonen op het niveau van NAP -0,70 m eveneens een flinke achteruitgang, te weten 13 m en 24 m. Deze raaien zijn



vanwege andere ontbrekende gegevens niet in het totaaloverzicht opgenomen.

De gemiddelde achteruitgang van alle oevers op NAP -0,70 m is ruim 3 m, maar als de achteruitgang bij De Piet (vanwege de mogelijkheid dat dit door werkzaamheden is veroorzaakt) niet wordt meegerekend, is deze omstreeks 0,80 m in 10 jaar. Dit kan worden gekenschetst als vrij stabiel.

De gemiddelde verplaatsing van de dieptelijn van NAP -2,00 m in geulwaartse richting bedraagt gemiddeld 2,37 m. Door deze verplaatsing wordt de oppervlakte van het ondiepe gebied vergroot.

*Combinatie van een directe en indirecte oeverbescherming bij Vrouwenpolder.*

*Foto: Jan van den Broeke (2004)*

## 4.2 PROFIELVERANDERINGEN IN VERTICALE RICHTING

De veranderingen van de bodemdiepte in de laatste tien jaar zijn niet apart per profiel uitgewerkt. Ze zijn wel visueel beoordeeld door de getekende dwarsprofielen onderling te vergelijken. In grote lijnen is zo de hoogteontwikkeling in elk profiel bepaald in het midden van de vooroevers en in de omgeving van de oeverbeschermingen. Vaak is erosie zichtbaar op twee kenmerkende plaatsen:

- de dieptelijn van NAP en aansluitend enkele decimeters daaronder;
- de dieptelijn van NAP -0,70 m en enkele decimeters daaronder.

Dit wordt veroorzaakt door de twee vigerende waterstanden in het meer, 's zomers wordt het peil gehandhaafd op het niveau van NAP en 's winters op het niveau van NAP -0,70 m.

Duidelijk is, dat de verdieping van de vooroever nog steeds doorgaat tot een niveau van NAP -1,50 m à NAP -2,00 m. De in de profielen zichtbare verdieping is in de onderzochte periode in het algemeen groter dan 0,10 m. Vooral voor de teen van de indirecte oeverbeschermingen en van de directe oeverbeschermingen zijn nog grotere verdiepingen vastgesteld. De laatste 10 jaar zijn daar verdiepingen van 0,15 m opgetreden.

Het sediment dat afkomstig is van een dieper wordende vooroever wordt afgezet op de rand van de geul op een niveau omstreeks NAP -2,00 m en lager (op de geulwand). Het gevolg hiervan is, dat de vooroever uitbreidt in de richting van de geul.

De aanlegdiepte van de meeste oeverbeschermingen ligt tussen NAP -0,80 m en NAP -1,00 m. De diepte voor de beschermingen is overal groter geworden. Ten opzichte van de aanlegdiepte van de bescherming zijn verdiepingen van 0,50 m à 1,00 m geconstateerd, dat wil zeggen dat de waterdiepte op deze plaats ongeveer is verdubbeld sinds de aanleg van de bescherming. Dit proces is nog niet gestopt. De diepte voor de teen van de bescherming zal daarom overal nog toenemen. Dit kan in de toekomst gevolgen hebben voor de standzekerheid van de oeverbescherming.

Bij de verschillende oevertypen kunnen de volgende aantekeningen worden geplaatst:

#### **Onverdedigde oevers**

Vooraf beneden het niveau van NAP -0,70 m is erosie zichtbaar in een groot aantal profielen in Kwistenburg. De afgelopen 10 jaar bedraagt de maximale verdieping 0,10 m à 0,15 m. De helling van de vooroever wordt hierdoor steiler. Naar verwachting zal de achteruitgang van de droge oever daardoor in de toekomst toenemen. Over een lengte van circa 300 m heeft vóór 1985 langs de vooroever zandwinning plaatsgevonden of is de vaargeul verbreed. Dit kan nadelig zijn voor de stabiliteit van de vooroever.

De zuidpunt van de Goudplaat verdiept aanzienlijk, tot maximaal 0,50 m in 10 jaar.

#### **Direct verdedigde oevers**

De gemiddelde verdieping van de oever is in het algemeen zo'n 0,15 m. Opmerkelijk is dat dit, in grote lijnen, bij alle oevers optreedt. Een uitzondering hierop vormt de oever van Vrouwenpolder, waar voor de directe bescherming bijna geen erosie plaatsvindt.

Voor de teen van de directe bescherming is de verdieping conform figuur 3 veelal iets groter dan op de vooroever.

#### **Indirect verdedigde oevers**

Hoewel er enkele uitzonderingen zijn, wordt de vooroever zowel binnen als buiten de indirecte verdediging dieper.

Binnen de indirecte verdedigingen is ongeveer de helft van de vooroevers stabiel. Bij de overige vooroevers ligt de verdieping tussen 0,01 m en 0,04 m. Op de Middelpaten komen in enkele zones grotere verdiepingen voor.

Op de vooroevers buiten de indirecte beschermingen en de geul treedt bijna overal een verdieping op tussen 0,05 m en 0,15 m. Op de Middelpaten worden op enkele plaatsen verdiepingen over de gehele oeverbreedte geconstateerd van meer dan 0,20 m. Ook hier is overal voor de teen van de verdediging de erosie groter dan op de andere plaatsen op de vooroever.

#### **Combinatie van direct en indirect verdedigde oevers**

Ongeveer de helft van de vooroevers binnen de indirecte beschermingen is stabiel. Bij de overige vooroevers ligt de verdieping deze tussen 0,03 m en 0,06 m met enkele uitschieters tot circa 0,10 m (Aardbeieneiland en Middelpaten).

Op de vooroevers buiten de indirecte verdedigingen treedt bijna overal een verdieping op tussen 0,05 m en 0,15 m. Op enkele plaatsen, zoals het Aardbeieneiland en de Schotsman, komen verdiepingen voor van 0,17 m à 0,19 m. Ook hier is de erosie voor de teen van de verdediging groter dan op de andere plaatsen op de vooroever. Soms komen op het Aardbeieneiland in één dwarsprofiel drie beschermingen voor (een directe oeverbescherming, een ondiep liggende indirecte bescherming en een diep liggende indirecte bescherming). De verdieping tussen deze indirecte beschermingen is bijna 0,10 m.

Bij Vrouwenpolder en Kamperland haven gaat de indirecte verdediging over in een steile geulwand met een helling van 1:3 à 1:4,5. Uit de metingen blijkt niet dat deze geulwanden aan erosie onderhevig zijn, zodat de indirecte bescherming geen gevaar loopt te deformeren.

## **5. TOTAALBEELD VEERSE MEER**

Aan de hand van de onderzochte profielontwikkelingen is ter **indicatie** berekend hoe groot de veranderingen gedurende tien jaar zijn geweest in het gehele meer (tabel 3). Hiervoor is als uitgangspunt aangehouden dat in de niet-onderzochte dwarsprofielen dezelfde ontwikkelingen plaatsvinden als in de onderzochte dwarsprofielen. Een uitzondering is gemaakt voor de extreme verandering die heeft plaatsgevonden bij de onverdedigde oever van de Goudplaat. Deze profielontwikkeling is voor de berekening van de overige onbeschermden oevers buiten beschouwing gelaten.

oevertype	totale oeverlengte [m]	veranderingen onderzochte oppervlakten		berekende veranderingen		som van de veranderingen	
		NAP [m <sup>2</sup> ]	NAP -2m [m <sup>2</sup> ]	NAP [m <sup>2</sup> ]	NAP -2m [m <sup>2</sup> ]	NAP [m <sup>2</sup> ]	NAP -2m [m <sup>2</sup> ]
a. onverdedigd	1.900	-14.950	12.750	-525	-675	-15.475	12.075
b. direct verdedigd	28.215	-1.610	12.780	-4.440	35.861	-6.050	48.641
c. indirect verdedigd	7.615	-1.200	6.450	-1.525	7.492	-2.725	13.942
d. dir. + ind. verdedigd	5.290	-900	5.500	-1.671	10.018	-2.571	15.518
<b>TOTAAL</b>	<b>43.020</b>	<b>-18.660</b>	<b>37.480</b>	<b>-8.162</b>	<b>42.695</b>	<b>-26.822</b>	<b>90.175</b>

tabel 3. Indicatie oeverontwikkelingen 1993-2003

Als **indicatie** kan ervan worden uitgegaan dat in de afgelopen 10 jaar:

- de oppervlakte aan droog gebied is verminderd met **2,7 ha**. Dit is te vergelijken met de oppervlakte van vier voetbalvelden. Deze oppervlakte is omgezet in ondiep water.
- de oppervlakte aan ondiep water is toegenomen met **9 ha** (13 voetbalvelden). Deze vergroting gaat ten koste van de oppervlakte droog gebied (2,7 ha) en diep water (6,3 ha).

## 6. CONCLUSIES

1. Hoewel door meetfouten niet alle metingen te gebruiken zijn, is het toch mogelijk een goede indruk te verkrijgen van de ontwikkelingen in het gehele meer.
2. Soms kunnen gebieden niet worden beoordeeld, omdat de uitgevoerde metingen in 2003 de eerste metingen in het gebied zijn. Deze gebieden kunnen wel bij toekomstige evaluaties in de beoordeling worden meegenomen.
3. Bij de oevers die van een directe of indirecte bescherming zijn voorzien, komen omstreeks het niveau van NAP (zomerpeil) nauwelijks veranderingen voor.
4. De onbeschermden oevers vertonen een geringe achteruitgang van de droge oever; de helling van de vooroevers wordt echter door erosie onder de waterspiegel steiler, hetgeen in de toekomst een grotere achteruitgang van de droge oever kan veroorzaken.
5. In de afgelopen tien jaar is 2,7 ha droog gebied veranderd in ondiep water; in de afgelopen 30 jaar is dit ongeveer het drievoudige. Ruim de helft van deze achteruitgang van de oever vindt plaats in gebieden waar geen oeverbescherming aanwezig is.
6. Op de vooroever vinden de grootste veranderingen plaats bij de indirect verdedigde oevers.
7. Op enkele kenmerkende plaatsen is erosie zichtbaar: op het niveau van NAP en enkele decimeters daaronder en op het niveau van NAP -0,70 m en enkele decimeters daaronder.
8. Verdiepingen van de vooroever zijn zichtbaar tot het niveau van circa NAP -2,00 m en zijn veelal groter dan 0,10 m in de afgelopen 10 jaar.
9. Door erosie van de vooroevers komt sediment vrij dat langs de geulrand wordt afgezet. Hierdoor wordt de vooroever breder en als gevolg daarvan de oppervlakte ondiep water groter. Soms wordt ook sediment getransporteerd naar geulaansluitingen, waardoor de bevaarbaarheid lokaal kan verminderen.
10. De vergroting van het ondiepe gebied met 9 ha in 10 jaar (in de afgelopen 30 jaar is dit ongeveer het drievoudige) levert voordelen voor de natuur op, omdat in ondiep water de meeste natuurlijke ontwikkelingen plaatsvinden.
11. In het oeverprofiel treden nog steeds veranderingen op. Op de schaal van het Veerse Meer is de omvang van de veranderingen qua oppervlakte niet verontrustend. Een te grote erosie van de oeverlijn kan eventueel tegen geringe kosten worden opgevangen door het aanbrengen van een (extra) oeverbescherming.

## 7. LITERATUUR

Consemulder, J., juli 2003.

Advies te monitoren oevers Veerse Meer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, werkdocument RIKZ/AB/2003.812x.

Consemulder, J., oktober 1988.

Relatie peilregime en bodemhoogten Veerse Meer. Notitie DGW GWWS-88.629.

Consemulder, J., maart 1988.

Bodemhoogte Veerse Meer in relatie tot het peil. Notitie DGW GWWS-88.513.

Consemulder, J. en G.A.Liek, mei 2001.

Analyse oeverontwikkelingen Veerse Meer periode 1990-1998. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, werkdocument RIKZ/AB/2001.810x.

Consemulder, J. en G.A. Liek, december 2000.

Analyse oeverontwikkelingen Grevelingenmeer, periode 1980-1998. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, werkdocument RIKZ/AB/2000.839x.

Jong, J.E.A. de, november 1992

Voorstel monitoringprogramma hoogtemetingen oevers Veerse Meer en Grevelingenmeer.

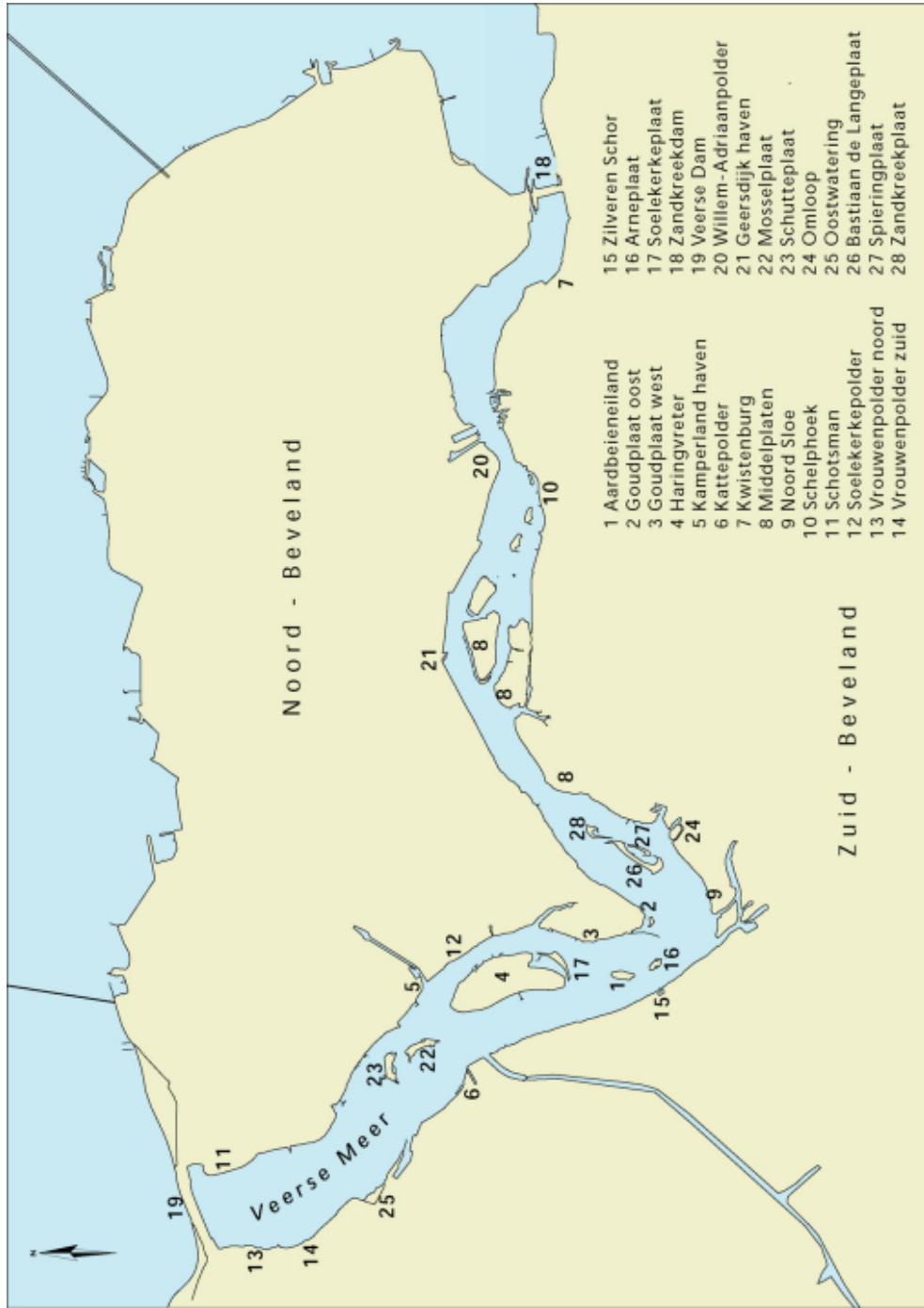
Rijkswaterstaat directie Zeeland, afdeling NWL. Notitie NWL - 92.36.

Leeuwestein, W. en P. Schoot (1), januari 1988.

Evaluatie oevers Veerse Meer, Deelproject 1C van het project oevererosie. Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.

Leeuwestein, W. en P. Schoot (2), januari 1988.

Evaluatie oevers, Eindrapportage van het project oevererosie. Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.




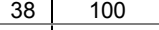


## Verandering profielen 1993 – 2003

**Onverdedigde oevers 1993-2003**

toelichting:

ondiep = tussen NAP en NAP -2,00 m

 = te weinig gegevens voor een verantwoorde uitwerking


Lokatie	raai nr.	maatgev. lengte [m]	verplaatsing NAP [m]	verplaatsing NAP -0.7 [m]	verplaatsing NAP -2.0 [m]	wijziging opp. droog [m2]	wijziging opp. ondiep [m2]
Goudplaat ZO	36	100	-142	-42	0	-14200	14200
	38	100		-72	-3		
Kwistenburg	35	100	-3	-13	2	-300	500
	37	100	1	-18	-1	100	-200
	39	100	-1	-24	0	-100	100
	41	100	-14	-13	1	-1400	1500
	43	100	5	-20	2	500	-300
	45	100	-12	9	8	-1200	2000
	47	100	25	-12	0	2500	-2500
	49	100	-6	-13	-5	-600	100
	51	100	-1	-11	-11	-100	-1000
53	150	-1	-3	-12	-150	-1650	
<b>Totaal onverdedigde oevers</b>						-14950	12750



**Direct verdedigde oevers 1993-2003**

toelichting:

ondiep = tussen NAP en NAP -2,00 m

 = te weinig gegevens voor een verantwoorde uitwerking

Lokatie	raai nr.	maatgev. lengte [m]	verplaatsing NAP [m]	verplaatsing NAP -0.7 [m]	verplaatsing NAP -2.0 [m]	wijziging opp. droog [m2]	wijziging opp. ondiep [m2]
Arneplaat	33	150					
	38	80					
	41	80					
	46	110					
Goudplaat west	4	125	0	1	2	0	250
	6	100	0	10	3	0	300
	8	100	0	0	-1	0	-100
	10	100	0	0	2	0	200
	12	100					
	14	100					
	16	100					
	18	120					
	42	70					
	44	100					
	46	100					
	48	100					
	50	100					
	52	100					
	54	100					
56	60						
Goudplaat ZO	2	100	0	-1	1	0	100
	4	100		0	0		
	6	100					
	8	100					
	10	100					
	12	100					
	14	100					
	16	100	0	0	0	0	0
	18	100		0	0		
	20	100	0	0	1	0	100
	22	100					
	24	100					
	26	100					
	28	100					
30	100						
Haringvreter	1	100	0	0	2	0	200
	3	100	0	0	2	0	200
	5	100	0	0	2	0	200
	7	100					
	9	100					
	11	105					
	14	100					
	16	100	0	0	3	0	300
	18	100	0	0	2	0	200
	20	100	1	0	2	100	100
	22	100					
	24						
26							


	28						
	30						
	32						
	36	200	-1	-15	2	-200	600
	38	250	-1	-28	0	-250	250
<b>Kattepolder</b>	3	100	0	-3	-1	0	-100
	5	70	0	13	-5	0	-350
	11	90	0	0	-3	0	-270
	13	100					
	15	100					
	17	100					
	19	150					
	24	200			1		
<b>Middelplaten</b>	101	100	0	-4	1	0	100
	103	100	0	-5	2	0	200
	105	100	-1	-4	1	-100	200
<b>Noord Sloe</b>	3	200					
	5	60					
	7	90					
	10	130			6		
	12	100			-14		
	14	100			3		
	16	100	0	0	-9	0	-900
	18	100	0	0	-19	0	-1900
	20	100	1	2	5	100	400
	22	100	0	1	1	0	100
	24	100	0	0	0	0	0
	26	100	0	0	0	0	0
	28	100	0	0	33	0	3300
	30	100	-1	-1	-3	-100	-200
	32	100					
	34	75					
	36	65	-7	-27	-4	-455	195
38	100	-2	-2	2	-200	400	
40	110	-3	-2	-5	-330	-220	
<b>Schotsman</b>	38	75	1	1	7	75	450
	40	110	1	1	8	110	770
	43	110	-1	1	8	-110	990
	45	100	1	0	4	100	300
	47	100	-1	1	3	-100	400
<b>Soelekerkeplaat</b>	3	130	0	0	3	0	390
	5	100	0	0	-7	0	-700
	7	100	0	0	4	0	400
	9	105	0	0	5	0	525
	13	125	0	-3	4	0	500
	15	200	0	0	0	0	0
<b>Soelekerkepolder</b>	2	220	0	0	4	0	880
	4	50	0	0	3	0	150
	6	100	0	0	3	0	300
	8	100	0	0	2	0	200
	10	100	-1	0	2	-100	300
	12	100					
	14	100					
	16	100	0	0	2	0	200
	18	100	0	0	2	0	200
	20	100	0	0	2	0	200
	22	100	2	2	1	200	-100
	24	100	2	2	4	200	200

	26	100	-2	-2	2	-200	400
	28	100	-2	-13	4	-200	600
	30	100	-1	-15	2	-100	300
	32	100	0	0	8	0	800
	34	100	-1	0	2	-100	300
	36	100	0	1	-2	0	-200
<b>Vrouwenpolder N</b>	2	70	0	0	2	0	140
	4	50	0	0	4	0	200
	6	35	0	0	2	0	70
	12	60	0	1	0	0	0
	14	50	0	1	-1	0	-50
	16	50	0	0	2	0	100
	25	70	0	0	-2	0	-140
	27	50	1	2	2	50	50
<b>Zilveren Schor</b>	39	100					
	41	100					
	43	100					
	45	100	-1	-1	-1	-100	0
	47	100	0	-4	1	0	100
	49	100	0	-1	-2	0	-200
	51	100					
	53	100					
	55	100					
	57	100					
	59	100					
	61	100					
	63	100					
	65	100	1	-2	0	100	-100
81	150						
83	125						
<b>Totaal direct verdedigde oevers</b>						-1610	12780

**Indirect verdedigde oevers 1992-2003**

toelichting:

ondiep = tussen NAP en NAP -2,00 m

 = te weinig gegevens voor een verantwoorde uitwerking


Lokatie	raai nr.	maatgev. lengte [m]	verplaatsing NAP [m]	verplaatsing NAP -0.7 [m]	verplaatsing NAP -2.0 [m]	wijziging opp. droog [m2]	wijziging opp. ondiep [m2]
<b>Arneplaat</b>	35	60					
<b>Goudplaat ZO</b>	32	100					
	34	100					
<b>Haringvreter</b>	50	175	0	7	4	0	700
	52	100		0	1		
	54	100	0	0	1	0	100
	56	100	2	0	1	200	-100
	58	100	-1	0	0	-100	100
	60	100	2	0	0	200	-200
	64	75					
	66	100					
	68	100					
	70	100					
	72	100					
	74	100					
	76	100					
	78	100					
	80	75					
<b>Middelplaten</b>	17	130					
	19	100					
	21	100					
	23	100					
	25	100	0	-17	4	0	400
	27	100	0	-19	17	0	1700
	29	100	0	-34	6	0	600
	31	100	0	-28	7	0	700
	33	100	0	0	4	0	400
	35	100	-1	-1	1	-100	200
	37	100	-1	-7	2	-100	300
	39	100	-1	-2	2	-100	300
	41	100	0	0	2	0	200
	43	100	0	0	4	0	400
	45	100	0	0	6	0	600
	48	100	0	-1	3	0	300
	50	100	0	-2	7	0	700
	52	100	0	-1	4	0	400
	54	100	-1	-2	7	-100	800
	61	100	0	0	-3	0	-300
63	100	-2	0	-24	-200	-2200	
65	100	0	0	-20	0	-2000	
67	150			-19			
74	150	0	5	5	0	750	
76	100	0	0	5	0	500	
78	100	0	0	7	0	700	
80	100	0	0	2	0	200	
82	100		0	0			
84	100	0	0	0	0	0	
86	100		0	2			
88	100		10	0			

	90	120		-3	3		
	97	110		-4	1		
	99	100	0	1	1	0	100
<b>Schelphoek</b>	18	100	-6	-19	-11	-600	-500
	20	100	-3		3	-300	600
	22	100	-6		0	-600	600
	24	100	-3	-3	0	-300	300
	26	100	-5		-1	-500	400
<b>Zilveren schor</b>	67	100	0	0	1	0	100
	69	100	0	-1	2	0	200
	71	100					
<b>Totaal indirect verdedigde oevers</b>						-2600	8050

**Direct & indirect verdedigde oevers 1993-2003**

toelichting:

ondiep = tussen NAP en NAP -2,00 m

 = te weinig gegevens voor een verantwoorde uitwerking

Lokatie	raai nr.	maatgev. lengte [m]	verplaatsing NAP [m]	verplaatsing NAP -0.7 [m]	verplaatsing NAP -2.0 [m]	wijziging opp. droog [m2]	wijziging opp. ondiep [m2]
Aardbeieneiland	2	100		0	2		
	4	100		1	0		
	6	100		0	0		
	8	100		0	0		
	11	100		2	0		
	14	100		0	1		
	16	100		-2	0		
	18	100		4	-1		
	20	75		-24	0		
	24	50		-13	-3		
Kamperland haven	2	110	0	0	1	0	110
	8	125	0	-2	2	0	250
	12	100					
Kattepolder	8	200					
Middelplaten	3	200					
	5	100	-5	-32	1	-500	600
	7	100	-10	-17	6	-1000	1600
	9	100	0	-2	7	0	700
	11	100	0	0	4	0	400
	13	100	0	0	4	0	400
Schotsman	15	70	0	0	1	0	70
	2	50					
	4	100					
	6	100					
	8	100					
	10	100					
	12	100					
	14	100					
	16	100	0	2	4	0	400
	18	100	0	-5	7	0	700
	20	100		-1	8		
	22	100	1	-1	8	100	700
	24	100	-1	0	0	-100	100
	26	100	0	0		0	
	28	100	0	0		0	
	30	100	9	-1		900	
32	100	0	0	-4	0	-400	
34	100	2	1	0	200	-200	
36	100	4	-1	5	400	100	
Vrouwenpolder N	7	30	0	-1	-1	0	-30
	9	70	0	-3	0	0	0
	18	65	0	0	0	0	0
	21	95	0	-2	0	0	0
<b>Totaal direct en indirect verdedigde oevers</b>						<b>0</b>	<b>5500</b>