



EVALUATIE OEVERS

Eindrapportage

van het project Oevererosie

Delft, januari 1988

W. Leeuwestein

P. Schoot

Sectie Kustwaterbouwkunde
Vakgroep Waterbouwkunde
Faculteit der Civiele Techniek
Technische Universiteit
Delft

ABSTRACT

In opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren te Middelburg is door de Technische Universiteit Delft een evaluatiestudie uitgevoerd met betrekking tot de morfologische ontwikkeling van onverdedigde en verdedigde oevers in het Grevelingenmeer en het Veerse Meer.

De effectiviteit van verschillende vormen van oeververdediging, de stabiliteit van de constructies en de invloed van het waterpeil en de bodemeigenschappen zijn geëvalueerd aan de hand van profielmetingen over een aantal jaren.

Volumeveranderingen in de oeverzone zijn bepaald door vergelijking van de resultaten van kuberingen. Mede op basis hiervan is een rekenmodel ontwikkeld om de morfologische ontwikkelingen van oevers in meren met een vast waterpeil te voorspellen. Dit model berust op procesbeschrijvingen van sedimenttransporten als gevolg van door wind opgewekte stroming en golven.

ABSTRACT

Due to various engineering works, especially in the scope of the so-called Delta Project, the tidal inlets in the south-western part of the Netherlands are dammed. As a result the lake Veere (in 1961) and the lake Grevelingen (in 1971) were formed. The boundary conditions regarding tidal flow and wave action have been changed drastically in these lakes with a fixed water level. In this study the consequences of these changes on the morphological development of the shores (former shoals and tidal flats), protected as well as unprotected, are evaluated.

Using profile recordings over a number of years, the stability and efficiency of various types of protection structures (off-shore gravel dams, shore blankets, sand suppletions etc.) is quantified by determination of the volumetric changes in the shore zone. Based upon these volumetric changes at one hand and the calculation of the sediment transport under (wind-driven) current- and wave action at the other hand, a mathematical model is formulated. This model can be applied in order to predict the morphological development of the shores in salt water lakes with fixed water levels.

This study was supported by the Tidal Division of the Ministry for Transport and Public Works, Middelburg.

De volgende deelrapportages zijn in het kader van dit onderzoek verschenen:

- . Leeuwestein, W. en Schoot, P., Evaluatie oevers Veermansplaat, deelrapport Ia, T.U.D., nov. 1986.*
- . Leeuwestein, W. en Schoot, P.(ed.), Evaluatie oevers Grevelingenmeer, deelrapport Ib T.U.D., jan. 1988.*
- . Leeuwestein, W., Schoot, P. en Meurs, D., Evaluatie oevers Veerse Meer, deelrapport Ic, T.U.D., jan. 1988.*
- . Leeuwestein, W. en Schoot, P., Modelontwikkeling evaluatiestudie oeverontwikkeling, deelrapport II, T.U.D., jan. 1988.*

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Na de afsluiting van de voormalige zeearmen in het zuidwesten van Nederland is een aantal getijdenvrije bekkens ontstaan. Deze worden sindsdien aangeduid als 'meren', overeenkomstig andere min of meer uitgestrekte watergebieden in Nederland met een stagnant waterpeil.

Sinds het tot stand komen van deze nieuwe meren is echter al spoedig het probleem gerezen van afslag van de oevers. Er zijn dan ook tal van verdedigingsconstructies aangelegd.

Teneinde te komen tot een gefundeerde keuze uit de vele mogelijke verdedigingsmaatregelen is onder meer inzicht nodig in de effecten van deze maatregelen op de morfologische ontwikkeling van de oevers.

Daarom heeft de Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren te Middelburg, opdracht gegeven aan de T.U. Delft tot de uitvoering van een evaluatiestudie met betrekking tot de morfologische ontwikkeling van onverdedigde en verdedigde oevers in het Grevelingenmeer en in het Veerse Meer.

In dit rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek. Daartoe wordt beschreven welke metingen zijn gedaan om het basismateriaal te leveren voor de evaluatie van de oeverontwikkeling (hoofdstuk 2).

Vervolgens worden de morfologische veranderingen als gevolg van de toegepaste verdedigingsmaatregelen geanalyseerd (hoofdstuk 3).

Op basis van een beschrijving van de verschillende relevante processen is een korte beschrijving gegeven van het ontwikkelde rekenmodel (hoofdstukken 4 en 5).

Van een aantal kenmerkende — al dan niet verdedigde — oevers zijn modelberekeningen gemaakt met betrekking tot de morfologische ontwikkeling van deze oevers (hoofdstuk 6).

Vervolgens worden de diverse verdedigingsmaatregelen besproken op grond van zowel de analyse van de gegevens als de modelberekeningen (hoofdstuk 7).

Tot slot wordt een vergelijking gemaakt van de alternatieven op grond van de morfologische effecten (hoofdstuk 8) en zijn conclusies en aanbevelingen geformuleerd (hoofdstuk 9).

Dankzij de diversiteit van de onderzochte oevers zijn de resultaten van dit onderzoek bruikbaar bij de beoordeling van de toekomstige morfologische ontwikkelingen van oevers in getijdenvrije bekkens in het algemeen. Dit geldt zowel voor onverdedigde oevers als ook voor de effecten van de geanalyseerde verdedigingsmaatregelen.

Uit het onderzoek kan allereerst worden geconcludeerd, dat *onverdedigde oevers* een doorgaande afslag vertonen. De afslag van de oever wordt in de loop van de tijd minder, met een geleidelijke afname van de orde van 10% van de afslag van het voorgaande jaar. De toegepaste *directe verdedigingen* op de oeverlijn beantwoorden aan hun doel, het vastleggen van de oeverlijn.

Na de aanleg van de directe verdediging treedt een versterkte verdieping op van de vooroever. De aanleg van een *indirecte- of vooroeververdediging* heeft geleid tot een duidelijke afname van de oeverafslag. De mate van afname is geringer bij een grotere afstand van de verdediging tot de oever.

De buitenvooroever laat in veel gevallen een aanzienlijke verdieping zien voor de teen van de vooroeververdediging.

Zandsuppleties voor de oever hebben slechts plaatselijk een positief effect in de vorm van een vooruitgeschoven oeverlijn en verhoging van de vooroever.

Palenschermen leiden tot een zeer lokale afname van het zandverlies en indirect ook van de oeverafslag.

Het ten behoeve van dit onderzoek ontwikkelde *zandtransportmodel* (PROTRANS) geeft een goede beschrijving van de belangrijkste processen op de oever. Het model is bruikbaar voor een vergelijking van de ontwikkelingen van verschillende oevers, voor de afschatting van de invloed van een aantal parameters van (onder andere) wind, golven, ligging en dwarsprofiel en bij het opstellen van verwachtingen voor toekomstige oeverontwikkelingen.

INHOUD

1.	INLEIDING	1
1.1	Het onderzoek	1
1.2	Begrippen en definities	5
2.	METINGEN	9
2.1	Profielmetingen	9
2.2	Bodemeigenschappen	9
2.3	Golfregistraties	12
2.4	Windgegevens	13
2.5	Stroommetingen	14
2.6	Concentratieingen	14
3.	MORFOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN	15
3.1	Onverdedigde oevers	15
3.1.1	Dwarstransporten	17
3.1.2	Langstransporten	18
3.1.3	Oeverlijnverplaatsingen	18
3.1.4	Verdieping vooroever	19
3.1.5	Overzicht zandverplaatsingen Veermansplaat	20
3.2	Directe oeververdediging	28
3.2.1	Volumeveranderingen	28
3.2.2	Oeverlijnverplaatsingen	28
3.2.3	Verdieping vooroever	28
3.2.4	Ontwerp- en materiaalkeuze	29
3.3	Indirecte- of vooroeververdediging	30
3.3.1	Volumeveranderingen	30
3.3.2	Oeverlijnverplaatsingen	31
3.3.3	Verdieping vooroever	33
3.3.4	Ontwerp- en materiaalkeuze	34
3.4	Zandsuppleties	35
3.4.1	Volumeveranderingen	35
3.4.2	Oeverlijnverplaatsingen	36
3.4.3	Verdieping vooroever	36
3.4.4	Korrel diameter van suppletiemateriaal	36
3.5	Keuze waterpeil	37
3.5.1	Volumeveranderingen	37
3.5.2	Oeverlijnverplaatsingen	38
3.5.3	Verdieping vooroever	38

INHOUD (vervolg)

3.6	Overige verdedigingsmaatregelen	39
3.6.1	Volumeveranderingen	39
3.6.2	Oeverlijnverplaatsingen	39
3.6.3	Verdieping vooroever	40
4.	PROCESBESCHRIJVING	41
4.1	Parameters	41
4.2	Dwarsstroming of returnflow	42
4.3	Langs- of brandingsstroming	42
4.4	Zandconcentraties	43
4.5	Dwarstransport	43
4.6	Langstransport	44
5.	MODELLEN	45
5.1	Theoretisch model	45
5.2	Empirische relaties	46
5.3	Numeriek model	48
5.3.1	PROTRANS	48
5.3.2	NORMPROF	49
5.3.3	Windgegevens	50
5.3.4	DIEPPROF	50
5.4	Beperkingen van het numerieke model	51
6.	RESULTATEN VAN DE MODELLEN	53
6.1	Berekende stroom- en orbitaalsnelheden	53
6.2	Onverdedigde oevers	53
6.3	Directe oeververdediging	55
6.4	Indirecte- of vooroeververdediging	58
6.4.1	De binnenvooroever	58
6.4.2	De buitenvooroever	60
6.5	Zandsuppleties	62
6.6	Overige maatregelen	63
6.6.1	Palenschermen	63
6.6.2	De invloed van het waterpeil	64
6.7	De invloed van de bodemeigenschappen	65

INHOUD (vervolg)

7.	MAATREGELEN TER VERDEDIGING VAN OEVER	69
7.1	Directe oeververdediging	69
7.1.1	Oeverlijnverplaatsing	69
7.1.2	Verdieping vooroever	69
7.1.3	Ontwerp- en materiaalkeuze	70
7.2	Indirecte- of vooroeververdediging	70
7.2.1	Oeverlijnverplaatsing	70
7.2.2	Verdieping vooroever	71
7.2.3	Ontwerp- en materiaalkeuze	71
7.2.4	Drijvende vooroeververdediging	72
7.3	Gecombineerde oeververdediging	72
7.3.1	Oeverlijnverplaatsing	72
7.3.2	Verdieping vooroever	72
7.4	Zandsuppleties	73
7.4.1	Oeverlijnverplaatsingen	73
7.4.2	Verdieping vooroever	73
7.5	Overige maatregelen	74
7.5.1	Palenschermen	74
7.5.2	Invloed waterpeil	74
7.5.3	Invloed bodemfactoren	75
8.	VERGELIJKING ALTERNATIEVEN	77
8.1	Oeverlijnverplaatsing	78
8.2	Verdieping van de vooroever	81
8.3	Effect op naastgelegen oevers	83
8.4	Stabiliteit en duurzaamheid van de constructie	83
9.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	85
	REFERENTIES	88
	SYMBOLENLIJST	89
	BIJLAGEN	
	I: Overzichtskaart Grevelingenmeer	
	II: Overzichtskaart Veerse Meer	