Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Zeeland
Nummer: L 839
Bibliotheek, Koestr. 30, tel: 0118-686362,
postbus 5014, 4330 KA Middelburg

civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving

JE MAINTIENDRAI

rijkswaterstaat

rapport **90-4**

milieuvriendelijke oevers

voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers

P ROJECT
M ILIEUVRIENDELIJKE
O EVERS

CUR
Postbus 420
2800 AK Gouda

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE ZEELAND
bibliotheek

90-4
MILIEUVRIENDELIJKE OEVERS

Voorlopige leidraad
voor een integrale benadering van
ontwerp, aanleg en beheer van oevers

2e druk

Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving

Rijkswaterstaat/Project Milieuvriendelijke Oevers

P.M.O. rapport nr. 13

Dit rapport is onder de volgende trefwoorden opgenomen in het CUR-infobestand:

ecologie
erosie
flora
levensgemeenschap
milieu
oeverzone
ontwikkelingsbeheer
vegetatie

De CUR en degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het verwerken van de in deze publikatie vervatte gegevens; deze gegevens geven de stand van de techniek op het moment van uitgifte weer. Nochtans moet niet de mogelijkheid worden uitgesloten dat zich onjuistheden in deze publikatie kunnen bevinden. Degene die van deze publikatie gebruik maakt, aanvaardt daarvoor het risico. De CUR sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze publikatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze gegevens.

Het overnemen van (delen van) deze uitgave is slechts toegestaan met als bronvermelding "Rapport 90-4 "Milieuvriendelijke oevers: voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers", CUR, 2e druk, Gouda".

VOORWOORD

Op instigatie van de Rijkswaterstaat (het Project Milieuvriendelijke Oevers en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde) is door het CUR-bestuur eind 1987 onderzoekcommissie C59 "Constructieve Aspecten Milieuvriendelijke Oevers" ingesteld. Deze commissie kreeg als taak binnen vier jaar een handboek te schrijven aangaande de constructieve aspecten van milieuvriendelijke oevers. Bij de aanvang van haar werkzaamheden heeft de commissie besloten na twee jaar met voorlopige richtlijnen te komen, om zo op korte termijn de reeds bestaande kennis te verspreiden. De nadruk in deze voorlopige richtlijnen ligt op de zoete, stagnante wateren. Het ligt in de bedoeling dat er in 1992 een definitief handboek zal verschijnen.
Met nadruk wil de commissie hier stellen dat het gaat om een stand van zaken en dat op tal van gebieden veel ontwikkelingen gaande zijn.

De samenstelling van de commissie is:

ir. J. Stuip, voorzitter
ir. G.J. Verkade, secretaris/rapporteur
ir. L.A. Adriaanse
ir. J.J.A. Bongers
ir. J. Bouwmeester
ing. A.J. van Brüchem
ir. P.M. Bruijning
ir. A.M. Burger
ir. F.L. Halenbeek
ing. A.M. Hendriksma
ir. E. van Hijum
Dr. W. Joenje
ir. J.L. Koolen
ir. G.L.M. Mulders
ir. K.W. Pilarczyk
ir. W. van der Ploeg
drs. G. Veenbaas
ir. H.J.Verheij
ing. H.A.M. Wichern
drs. F. van Wijland
ir. G.J.H. Vergeer, coördinator
ir. T.G. van der Meer, mentor

Ing. A.M. Hendriksma was tot juli 1989 lid van de commissie, waarna hij in december 1989 is opgevolgd door ir. A.M. Burger. Ir. E. van Hijum is tot april 1989 lid van de commissie geweest.

De volgende organisaties hebben binnen de commissie de nodige inspanning geleverd voor de realisatie van het voorliggende rapport:
Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer; Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij; Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde; Rijkswaterstaat, Directie Zeeland; Nederlandse Vereniging

van Sportvissersfederaties; Technische Universiteit Delft; Landbouwuniversiteit Wageningen; Heidemij Adviesburau B.V.; Vereniging Nederlandse Cementindustrie; Directie Bos- en Landschapsbouw; Bitumarin B.V.; Provincie Friesland; Unie van Waterschappen i.c. Hoogheemraadschap Noordhollands Noorderkwartier; Waterloopkundig Laboratorium; Nederlandse Geotextiel Organisatie i.c. Nicolon B.V.; Landinrichtingsdienst.

De eindredactie van deze voorlopige richtlijnen werd verzorgd door ir. G.J. Verkade en P. Spits. Zij werden bijgestaan door een redactiewerkgroep bestaande uit ir. L.A. Adriaanse, ir. J.J.A. Bongers, ing. A.J. van Brüchem, ir. J. Koolen en ir. J. Stuip.

De dank van de commissie gaat uit naar mevrouw drs. A.J. Verkaik (Rijksinstituut voor Natuurbeheer) voor haar bijdrage over muskusratten en de heren ir. R.E.A.M. Boeters (RWS, Dienst Weg- en Waterbouwkunde), W.L. Hartog (RWS, Dienstkring Merwede), ir. E. van Hijum (Waterloopkundig Laboratorium), ing. C.A. Visser (RWS, Directie Zeeland) en ing. B. Gerbers (RWS, Dienstkring Zwartsluis) die de conceptteksten kritisch hebben gelezen.

Tot slot spreekt de CUR haar dank uit aan de Rijkswaterstaat (het Project Milieuvriendelijke Oevers en de Dienst Weg- en Waterbouwkunde) voor de financiële bijdragen waardoor het verzamelen van het materiaal en het uitbrengen van dit rapport mogelijk zijn geworden.

Mei 1990 Het bestuur van de CUR

INHOUD

SAMENVATTING 9

Hoofdstuk 1 INLEIDING 11
1.1 Algemeen 11
1.2 Leeswijzer 13
1.3 Kenmerken van milieuvriendelijke oevers 16

Hoofdstuk 2 ONTWERPPRINCIPE 25
2.1 Algemeen 25
2.2 Initiatief 26
2.3 Inventarisatie 26
2.4 Ontwerp 29
2.5 Aanleg 32
2.6 Beheer en onderhoud 33
2.7 Evaluatie 34
2.8 Plan van aanpak 36

Hoofdstuk 3 INVENTARISATIE 41
3.1 Algemeen 41
3.2 Watertypen 42
3.3 Functies van oevers 47
3.4 Oevermilieu 51
3.4.1 Algemeen 51
3.4.2 Aspecten die de sterkte beïnvloeden 51
3.4.3 Belastingaspecten 53
3.5 Criteria voor de ecologische functie van oevers 56
3.5.1 Algemeen 56
3.5.2 Chemische hoedanigheden: water- en 56
bodemkwaliteitscriteria
3.5.3 Fysische karakterisering 58
3.5.4 Ecologische karakterisering 59

Hoofdstuk 4 ONTWERPPROCES 65
4.1 Ontwikkelen en uitwerken van alternatieven 65
4.1.1 Algemeen 65
4.1.2 Randvoorwaarden watertype 65
4.1.3 Randvoorwaarden oever 67
4.1.4 Randvoorwaarden landzone 71
4.1.5 Overige randvoorwaarden en beperkingen 71
4.2 Selectie voorontwerpen 72
4.3 Dimensionering veelbelovende alternatieven 73
4.4 Kostenvergelijking en keuze uit te voeren alternatief . 75
4.4.1 Algemeen 75
4.4.2 Financiële evaluatie 76
4.4.3 Maatschappelijke evaluatie 77
4.4.4 Selectie 78

Hoofdstuk 5 DIMENSIONERINGSREGELS 81
5.1 Algemeen 81
5.2 Oevers zonder civieltechnische middelen 82
5.2.1 Oevers zonder vegetatie 82
5.2.2 Oevers met vegetatie 90
5.3 Vooroeververdedigingen 92
5.4 Aanliggende verdedigingen 98
5.5 Doorgroeiconstructies 108

Hoofdstuk 6 AANLEG 117
6.1 Algemeen 117
6.2 Het bestek 118
6.3 De uitvoering 120
6.4 Kwaliteitsborging 123

Hoofdstuk 7 BEHEER EN ONDERHOUD 127
7.1 Algemeen 127
7.2 Het beheer 129
7.3 Het onderhoud 138

LITERATUUR 143

Bijlage A VEGETATIE 161
De vegetatiezones langs de verschillende watertypen worden besproken en er wordt een overzicht gegeven van planten die eventueel kunnen worden aangeplant met de eisen die zij stellen.

Bijlage B FAUNA 185
Per diergroep wordt een beschrijving gegeven van de functie van de oever en de eisen die aan de oever worden gesteld. Tevens wordt aandacht gegeven aan voorzieningen voor vissen en zoogdieren.

Bijlage C RECREATIE 211
Hierin wordt een overzicht gegeven van de eisen die gelden voor verschillende vormen van recreatie.

Bijlage D WATER- EN BODEMKWALITEIT 249
Inventarisatie van normen die worden gesteld aan het water en de bodem (met name gebaseerd op IMP-water en IMP-bodem).

Bijlage E MATERIALEN 277
Een groot aantal oeverbeschermingsmaterialen is getoetst op de geschiktheid voor het gebruik in milieuvriendelijke oevers.

Bijlage F KOSTENANALYSE 315
Methodiek van een kosten-batenanalyse (annuïteiten methode en netto-contante-waarde methode). Tevens wordt een overzicht gegeven met richtprijzen van aanleg- en onderhoudskosten en een vergelijking tussen verschillende ontwerpschetsen.

Bijlage G HET BESTEK 343
Hierin wordt aangeven wat er zoal in het bestek kan worden opgenomen met name met betrekking tot het milieuvriendelijke aspect van het werk.

Bijlage H UITVOERINGSTECHNIEKEN 353
De verschillende uitvoeringstechnieken worden kort besproken en zoveel mogelijk is aangegeven de relaties tussen de werkzaamheden en de natuurfunctie van de oever.

Bijlage I OVERZICHT VAN ONDERHOUDSMAATREGELEN 383
Hierin wordt een overzicht van onderhoudsmaatregelen gegeven waarbij de richtlijnen uit hoofdstuk 7 zoveel mogelijk zijn verwerkt.

Bijlage J BESTUURLIJK-JURIDISCHE ASPECTEN 397
Op een aantal bestuurlijk-juridische aspecten wordt wat dieper ingegaan, daarbij komt onder andere het inzetbare bestuurlijk-juridische instrumentarium aan de orde.

WOORDENLIJST 419

ADRESSEN 427

SAMENVATTING

Sinds 1985 bestaat bij de Rijkswaterstaat het Project Milieuvriendelijke oevers (PMO). De bedoeling van het PMO bestaat uit het bevorderen van een analytische aanpak bij de inrichting en het beheer van oevers, zodat aan het multifunctionele karakter daarvan zo goed mogelijk recht wordt gedaan. Daarbij wordt nadrukkelijke aandacht gevraagd voor de landschappelijke en ecologische functies van de betrokken oevers.

Nederland is zeer rijk aan oevermilieus. Veel van de aanwezige oevers moeten actief beschermd worden tegen afslag veroorzaakt door wind- en scheepsgolven. Hoe groter de golfaanvallen zijn, des te zwaarder zal de verdediging moeten zijn. Oevermilieus zijn van uit landschapsecologisch en milieukundig oogpunt waardevol omdat het altijd gaat om een overgangssituatie.
Een oever vormt een geleidelijke of steile overgang (droog-nat, hoog-laag). Hoe geleidelijker deze overgang verloopt (hoe flauwer het oeverprofiel) des te meer mogelijkheden zijn er voor de ontwikkeling van oeverlevensgemeenschappen. Dergelijke oevers vormen relatief smalle stroken min of meer aaneengesloten natuurgebied, dat als leefgebied (biotoop) of verbindingsbaan (ecologische infrastructuur) kan dienen voor planten en dieren. Ook kan het een toevluchtsoord zijn voor planten en dieren die elders geen levenskansen meer hebben (refugiumfunctie).

Overgangssituaties in het landschap oefenen een grote aantrekkingskracht uit op recreanten. De oever als overgang tussen land en water is daarop geen uitzondering en is in trek voor een groot aantal recreatie-activiteiten. Die activiteiten kunnen zijn zwemmen, sportvissen, plankzeilen, schaatsen en pleziervaart, afhankelijk van het type oeververdediging. Door gericht vormgeven en beheren van de oever kunnen recreatiemogelijkheden worden toegelaten of bevorderd. Daarnaast kunnen door vormgeving en beheer conflictsituaties met andere functies worden voorkomen. Ontwerp en beheer kunnen aantrekkend, neutraal of afstotend werken.

Voor het ontwerp, aanleg en onderhoud is andere, nieuwe kennis nodig. In dit CUR rapport is die kennis voor zover op dit moment bekend, verzameld. Evenwel nog op een zodanige manier dat er nog een toetsingsperiode nodig is om te beoordelen of alle verzamelde kennis relevant is voor de specifieke doelgroep en

om te kunnen beoordelen welke kennisleemten er in de praktijk nog blijken te zijn. Het ligt in de bedoeling dat er in 1992 een definitief handboek zal verschijnen.

De verschillende stappen van het ontwerpproces worden kort besproken. Gedetailleerd wordt ingegaan op de volgende stappen uit het proces: inventarisatie, ontwerp, uitvoering en beheer en onderhoud. Tevens worden rekenregels voor de dimensionering gegeven.
In een tiental bijlagen worden onder andere methoden gegeven om een kosten-analyse te maken. Verder wordt op de volgende onderwerpen nader ingegaan: vegetatie, fauna, recreatie, water- en bodemkwaliteit, materialen, het bestek, uitvoeringstechnieken en onderhoudsmaatregelen.

HOOFDSTUK 1
INLEIDING

1.1 Algemeen

Milieuvriendelijke oevers, natuurlijk!

In de diverse beleidsnota's over milieu- en natuurbeleid wordt aandacht geschonken aan de zorg voor een duurzame ontwikkeling van het milieu. Al onze activiteiten dienen erop gericht te zijn dat de volgende generatie minstens dezelfde mogelijkheden heeft om te kunnen voldoen aan zijn behoefte als de huidige. Elementen van het beleid zijn het zuiniger omgaan met grondstoffen en energie, sluiten van kringlopen van (grond)stoffen, toepassen van kwalitatief hoogwaardige produkten en produktieprocessen zo inrichten dat geen afval of schadelijke emissies ontstaan, noch tijdens de produktie ervan, noch tijdens gebruik en sloop van de gebruikte materialen. Constructies voor de bescherming van oevers, die volgens deze principes gebouwd worden en daarnaast een interessante omgeving kunnen zijn voor mens, plant en dier kunnen milieuvriendelijke oevers worden genoemd. In feite wordt op deze manier zo veel mogelijk rekening gehouden met de relatie tussen milieu en bouwen van respectievelijk in en rond oevers van waterlopen: een integrale benadering. Het is daarom geen wonder dat in de derde Nota waterhuishouding er zondermeer van wordt uitgegaan dat milieuvriendelijke oevers de "normale" oevers zijn en er zwaarwegende argumenten moeten zijn om "andere" oevers te realiseren.

Het Project Milieuvriendelijke Oevers

Tijdens de behandeling van de begroting 1977 van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat in de Vaste Commissie voor Verkeer en Waterstaat uit de Eerste Kamer werden vragen gesteld over de mogelijke gevolgen van rivieroeverversteningen (januari 1977). Ook in natuurbeschermingskringen leefde al geruime tijd zorg over de aantasting van vele waardevolle aspecten van natuur en landschap. Dit werd echter nog weinig in beschouwingen meegenomen. Wel verscheen in het voorjaar van 1979 een rapport van de Natuurbeschermingsraad met als titel "De verstening van de oevers van grote rivieren; Enige invloeden van waterstaatswerken op natuur en landschap" [1]. Vele activiteiten zijn daarop gevolgd. De problematiek trok in 1984 wederom de aandacht van de politiek: de Tweede Kamer stelde vragen. Het belang van milieuvriendelijke

ontwerpen bij oeveraanleg werd duidelijk erkend. Dit kreeg gestalte in het Project Milieuvriendelijke Oevers (PMO).

Het Project Milieuvriendelijke Oevers behandelt de uitwerking, acceptatie en toepassing van het beleid. Het begrip "integraal waterbeheer" uit de nota "Omgaan met water" [2] wordt praktijkgericht uitgewerkt. Het beheer van een water dient in relatie te staan tot de functies van het aanliggende land. Het gaat om het integrale beheer van een waterbassin of een stroomgebied. Deze benadering vereist een grondige analyse van de functies, van het beheer en van de situaties in het gehele betrokken gebied. Dit gaat in sterke mate op voor de inrichting en het beheer van oevers. Deze vormen immers het overgangsgebied tussen water en land en zijn daarom zelf water en land. Een strikt waterstaatkundige functie-analyse voldoet niet meer, ook aan andere behoeften en daaraan verbonden criteria moet worden voldaan. De planologische, juridische en technische problemen dienen te worden opgelost door samenwerking van de betrokken eigenaren en instanties. In het nieuwe beleid is gekozen voor de term "milieuvriendelijk". "Multifunctioneel" zou misschien beter zijn geweest. Er is voor "milieuvriendelijk" gekozen om het contrast met de gangbare civiel-technische opvattingen over oeververdedigingen te benadrukken.

De bedoeling van het PMO bestaat uit het bevorderen van een analytische aanpak bij de inrichting en het beheer van oevers, zodat aan het multifunctionele karakter daarvan zo goed mogelijk recht wordt gedaan. Daarbij wordt nadrukkelijk aandacht gevraagd voor de landschappelijke en ecologische functies van de betrokken oevers.

Het PMO werkt met een klein bureau, dat een overlegstructuur organiseert en op gang houdt. Daaraan wordt deelgenomen door de beheersdirecties en de specialistische diensten van de Rijkswaterstaat, alsmede enkele andere instanties. Daarbij gaat het om het volgende:
- uitwisselen van ervaringen en resultaten;
- samenwerking bij onderzoek;
- het signaleren en zo mogelijk wegnemen van belemmerende factoren;
- het bevorderen van rapportages, publikaties, voordrachten enz. [lit.].

Het PMO is een Rijkswaterstaatsproject en beperkt zich in eerste instantie tot de oevers langs de Rijkswateren. Daarnaast wordt samengewerkt met onder-

delen van andere ministeries en advies- en onderzoeksinstanties. Van deze samenwerking is dit rapport onder meer het resultaat.

Voorlopige leidraad

Voor het ontwerp, aanleg en onderhoud is andere, nieuwe kennis nodig. In dit CUR-rapport is die kennis voor zover op dit moment bekend, verzameld. Evenwel nog op een zodanige manier dat er nog een toetsingsperiode nodig is om te beoordelen of alle verzamelde kennis relevant is voor de specifieke doelgroep en om te kunnen beoordelen welke kennisleemten er in de praktijk nog blijken te zijn. Het ligt in de bedoeling dat er in 1992 een definitief handboek zal verschijnen.

1.2 Leeswijzer

Tijdens het ontwerp en het beheer dient niet alleen rekening te worden gehouden met de waterloopkundige aspecten, maar ook met andere mogelijke functies zoals de ecologische, recreatieve en landschappelijke functies. Bovendien mag de oever niet als een los object in zijn omgeving worden bezien, maar in zijn omgeving worden beschouwd. Dit vereist aandacht voor alle in de oeverzone en het aangrenzende water en land voorkomende fysische, biologische en chemische processen.

Een verantwoord oeverontwerp en -beheer is dus een uitgekiend ontwerp c.q. beheersplan rekening houdend met randvoorwaarden gesteld vanuit technische, ecologische, maatschappelijke en financieel-economische invalshoeken. Het zal duidelijk zijn dat hierbij diverse disciplines betrokken dienen te worden (ecologen, technici, juristen enz.). De vertegenwoordigers van deze disciplines zullen in een ontwerpteam moeten samenwerken. Belangrijk daarbij is dat in een zo vroeg mogelijk stadium het ontwerpteam wordt geformeerd, zodat vanaf de start van een project elke discipline zijn inbreng kan hebben en het team als geheel op een lijn komt te zitten.

Centraal in het ontwerp en het beheer van een oever staat het probleem hoe soms tegenstrijdige wensen op het gebied van instandhouden van de oevers, hoge natuurwaarden en recreatieve bestemmingen vorm kunnen worden gegeven, daarbij rekening houdend met randvoorwaarden als beschikbare ruimte, hydraulische belastingen enz.

De aanpak van dit probleem kan door beantwoording van de volgende vragen:

1. wat heb ik;
2. wat wil ik;
3. wat kan ik;
4. wat doe ik;
5. wat heb ik bereikt.

Een dergelijke aanpak geeft in essentie het ontwerpprincipe weer (fig. 1). Dit rapport volgt deze aanpak ook.

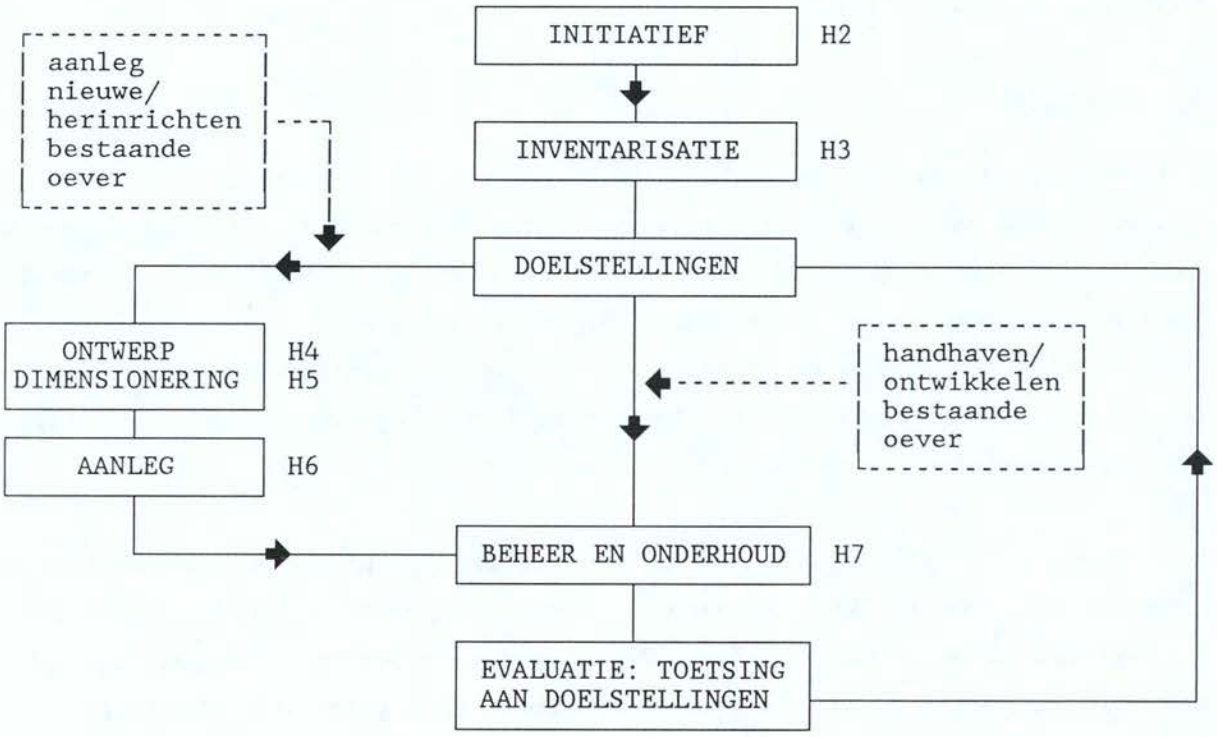


Fig 1. Vereenvoudigd planningsproces. Aangegeven is in welk hoofdstuk de betreffende stap wordt behandeld.

Nadat in deze inleiding enkele kenmerken van milieuvriendelijke oevers zijn vermeld, wordt in hoofdstuk 2 het ontwerpprincipe zoals in bovenstaande vragen vereenvoudigd weergegeven, nader uitgewerkt. Stap-voor-stap wordt aangegeven welke fasen in het ontwerpproces doorlopen dienen te worden.
De eerste stap daarbij (hoofdstuk 3) is het inventariseren van alle mogelijke aspecten ("wat heb ik"), wensen, randvoorwaarden enz. die mogelijk enige

relatie bezitten tot de oever die moet worden vorm gegeven. Deze fase verdient grote aandacht. Een goede inventarisatie levert in latere fasen tijdwinst op, omdat dan het achterhalen van informatie sterk vertragend werkt. Op basis van de inventarisatie kunnen vervolgens de doelstellingen en het programma van eisen worden geformuleerd ("wat wil ik"). Beheerders en/of bestuurders dienen in dit stadium te worden ingeschakeld. Doel hiervan is om reeds in een vroeg stadium de besluitvormers zich te laten uitspreken over de gewenste richting.

De volgende fasen kunnen als het eigenlijke ontwerpproces worden aangemerkt. Welke aspecten daarbij een rol spelen wordt in hoofdstuk 4 beschreven. Allereerste dienen alternatieve ontwerpen te worden ontwikkeld ("wat kan ik"). De hiervoor benodigde dimensioneringsregels komen in hoofdstuk 5 aan de orde, aanleg, beheer en onderhoudsaspecten in de hoofdstukken 6 en 7. Daarna dient een afweging plaats te vinden met betrekking tot het uit te voeren ontwerp ("wat doe ik"). Hierbij kan gebruik worden gemaakt van multicriteria methoden en kostenanalysemethoden. Het laatste aspect wordt in bijlage F beschreven.
Is de laatste fase afgerond dan kan na instemming van de beheerder (het bestuurlijk circuit) het ontwerp worden gerealiseerd en het beheer worden gevoerd over de oeverconstructie.
Enige tijd na de aanleg zal moeten worden begonnen met een evaluatie van de aangelegde oever ("wat heb ik bereikt"). Dit is uiterst belangrijk, omdat daarmee wijzigingen in het beheer kunnen worden aangebracht als bijvoorbeeld blijkt dat het resultaat minder optimaal is dan verwacht. Dit volgen van de oever tijdens de levensloop zal regelmatig dienen plaats te vinden.

Het boven beschreven ontwerpprincipe kan worden toegepast bij de aanleg van nieuwe of het herinrichten van bestaande oevers. Echter ook bij bestaande milieuvriendelijk oevers kan de procedure worden gevolgd, immers het gaat dan om het handhaven van het gewenste niveau of het verder ontwikkelen tot een hoger niveau.
Een voorbeeld waarin het ontwerpprincipe is toegepast, is in deze voorlopige richtlijnen niet opgenomen. Momenteel wordt gewerkt aan een case-study met betrekking tot een oevertraject langs de Overijsselsche Vecht. Op het moment van verschijnen van deze voorlopige leidraad is deze case-study gevorderd tot de fase van de selectie van de voorontwerpen. De resultaten hiervan die

dus omvatten de inventarisatie, de formulering van de doelstellingen en het programma van eisen en het ontwikkelen van alternatieven, is los verkrijgbaar bij de CUR.

1.3 Kenmerken van milieuvriendelijke oevers

Om het begrip oever nader te definiëren, zijn twee definities noodzakelijk: één voor het begrip oever als systeem en één voor het begrip oever als ruimtelijk element.

De definitie van oever als systeem, die in dit rapport wordt gehanteerd luidt:
"De oever is de overgang van land naar water, waar het dynamisch samenspel van water en land plaatsvindt, beïnvloed door een groot aantal factoren. Dit samenspel resulteert in een oever met een bepaalde vorm, met bijbehorende flora en fauna en met een aantal mogelijke functies."

De oever als ruimtelijk element wordt gedefinieerd door:
"De oever is de scheiding tussen land en water, beginnend vanaf de bodem met de teen - al of niet beschermd -, vervolgens het onderwatertalud, het gedeelte rond de gemiddelde waterlijn en het gedeelte boven de gemiddelde waterlijn, dat wordt aangevallen door frequente, kortstondige belastingen."

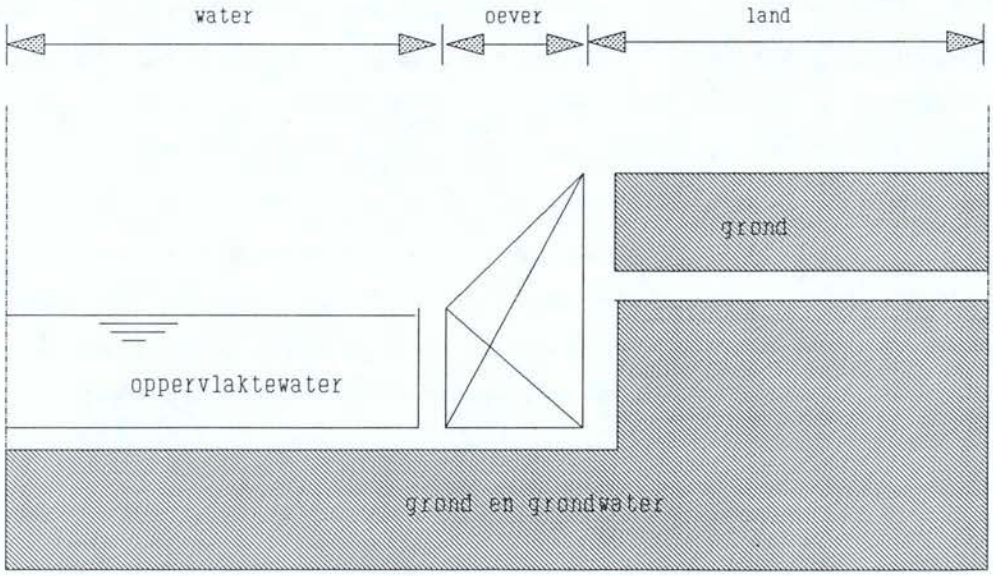
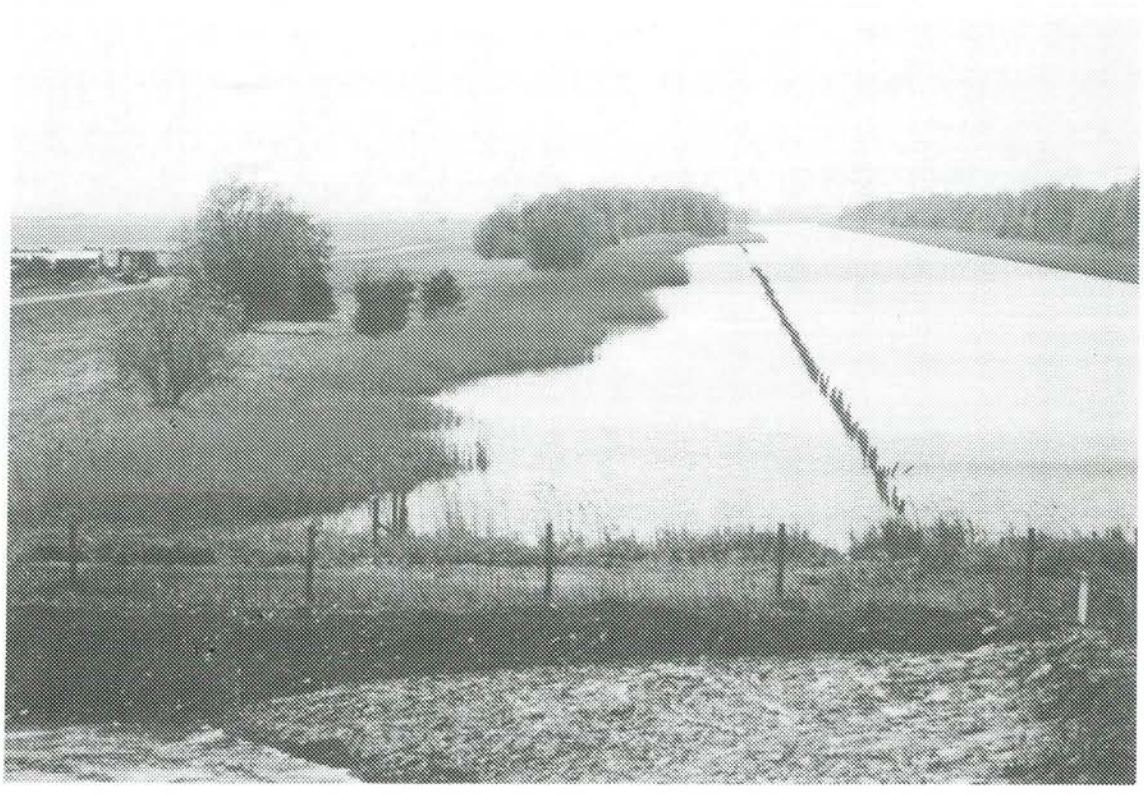


Fig. 2. Schematisering oeverzone.



Hoge vaart, natuurlijke oever (Foto J.L.Koolen).

Ecologisch gezien vormen oevers, mits in natuurlijke staat of goed aangelegd en beheerd, gradiëntsituaties (geleidelijke overgangen) tussen water en land die plaats bieden aan een natuurlijke diversiteit van oeverlevensgemeenschappen. Deze levensgemeenschappen hebben relaties met het aangrenzende land én water en zijn kenmerkend voor het Nederlandse landschap. De grotere wateren met hun oevers (de grote rivieren en grote meren) vormen een natte ecologische hoofdstructuur in ons land, terwijl de kleinere wateren met hun oevers (kanalen, watergangen, sloten) hierop aansluitend regionale natte ecologische netwerken vormen. Door allerlei veranderingen in gebruik, inrichting en beheer van oevers zijn de ecologische waarden daarvan achteruit gegaan of lopen groot gevaar. Voor het herstel en de duurzame ontwikkeling van natuur, milieu en landschap in ons land is het onder meer noodzakelijk dat de natte ecologische netwerken hersteld en ontwikkeld worden. Inrichting, beheer en onderhoud van oevers kan hieraan een grote bijdrage leveren [3, 4 en 5].

De doelstellingen zoals die zijn geformuleerd in de derde Nota waterhuishouding luiden: "de oevers van de watersystemen bieden mogelijkheden voor ontplooiing en duurzaam goed functioneren van die systemen en voor divers gebruik; de oeverinrichting is afgestemd op de functies van de oever, het aangrenzende water en land". Deze doelstellingen dienen het uitgangspunt te zijn voor het te voeren oeverbeleid.

De mens heeft aan de oever eigen functies toegekend, dikwijls gerelateerd aan het gebruik van het aangrenzende land en water. Is het aanliggende water in gebruik als vaarweg, dan zal de oever aan heel andere eisen moeten voldoen, dan wanneer er sprake is van een vennetje in een natuurgebied.
Ook het aanliggende land kan zijn eisen stellen, bijvoorbeeld als er sprake is van recreatie die specifieke inrichtingseisen met zich meebrengt. Grenst de oever aan een landbouwgebied, dan zal afslag in het algemeen ongewenst zijn. In een gebied als de Waddenzee echter zal het afkalven van plaatoevers worden toegelaten, gezien de hoofdfunctie natuur. De oeverafslag (met sedimentatie op andere plaatsen) past in het dynamische "evenwicht" waarin dit watersysteem verkeert.
Langs vaarwegen kan het van belang zijn dat de oever op zijn plaats blijft. Waar nodig worden oeververdedigingen aangebracht.
Per omstandigheid zijn doelgerichte eisen denkbaar die ook worden toegepast. In werkelijkheid is in veel gevallen sprake van een combinatie van omstandigheden. De oever dient te worden ingericht voor het gebruik ervan, maar dient ook zijn ecologische functie te vervullen.

Die combinatie van omstandigheden blijkt uit de functies. Naast de hoofdfunctie, het vastleggen van de oeverzone, en de ecologische functie, kan een oever toegevoegde functies hebben. Tabel 1 geeft een vrij volledig beeld van de mogelijke functies.

Bij een milieuvriendelijke oever is het de bedoeling om naast het vastleggen van de oeverzone nadrukkelijk aandacht te besteden aan natuurbehoud en natuurontwikkeling. Dit omdat de natuur een grote positieve invloed heeft op andere functies zoals landschap, recreatie, visserij enz. Daarnaast wordt gekeken op welke wijze andere functies in de oeverzone ontwikkeld kunnen worden. Doel is het maatschappelijk rendement van oevers te vergroten.

Tabel 1. Functies die bij de overgang van land naar water via inrichting en beheer een plaats kunnen hebben of krijgen.

		WATERZONE	OEVERZONE	LANDZONE
HOOFDFUNCTIE	vastleggen oeverzone		■	
ECOLOGISCHE FUNCTIE	natuur	■	■	■
TOEGEVOEGDE FUNCTIES	recreatie	■	■	■
	scheepvaart	■	■	
	verkeer		■	■
	wonen		■	■
	industrie	■		■
	landbouw		■	■
	beroepsvisserij	■	■	
	wetenschap	■	■	■
	landschap	■	■	■

Wanneer milieuvriendelijke oevers zodanig worden ingericht dat de natuur zich kan ontwikkelen, wordt gesproken over natuurtechniek (natuurtechnische oevers) [6].
Ook kan bewust gebruik worden gemaakt van de natuur door te bouwen met natuur. Zo kunnen vegetaties als riet, biezen en wilgen onderdeel van de verdediging gaan uitmaken. Hier worden natuurlijke elementen gebruikt als bouwmateriaal.

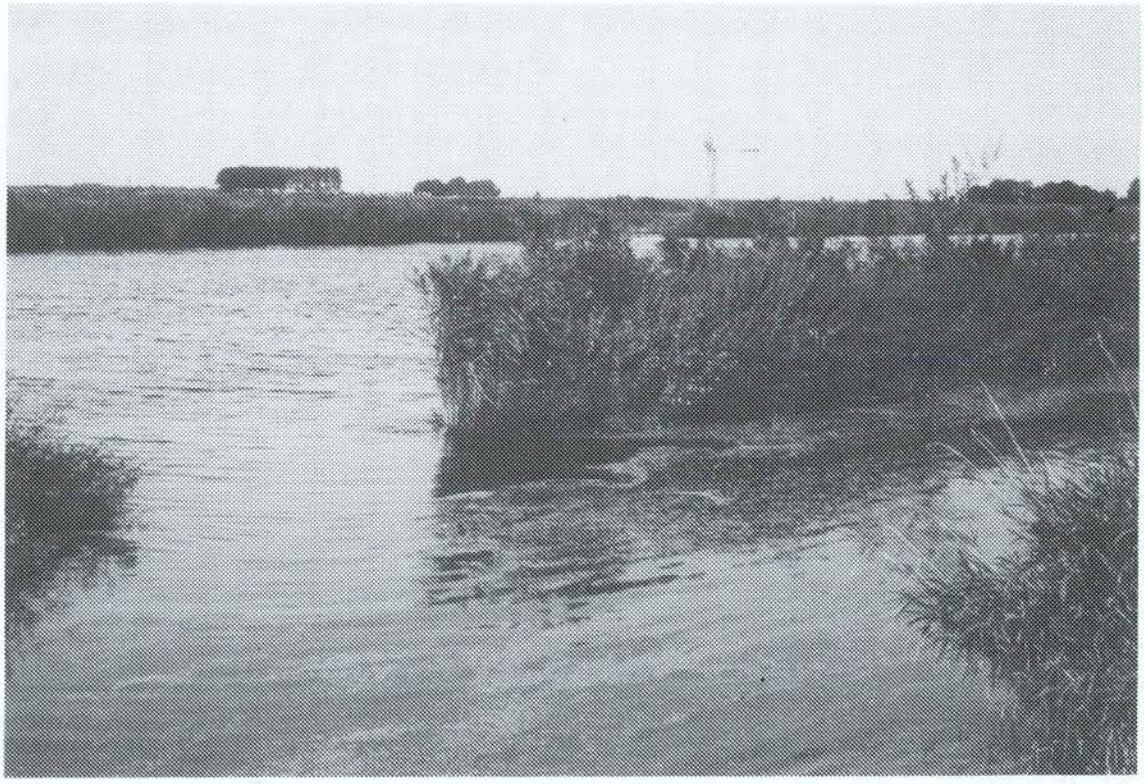
Bij de inrichting, alsmede het beheer en onderhoud van oevers, kan voor de natuurfunctie de oorspronkelijke natuurlijke situatie als referentie en inspiratiebron dienen. Voor de getijdenwateren, de rivieren en de meren zijn deze uit het verleden en/of uit andere landen bekend. Omdat gegraven kanalen nu eenmaal geen natuurlijke oorsprong hebben, moet voor een referentiebeeld worden gezocht naar een natuurlijk watertype dat er zoveel mogelijk op lijkt. Bijvoorbeeld kan worden uitgegaan van de oevervorm zoals die ontstaat, als een vergelijkbaar gegraven water aan zijn lot wordt overgelaten.

Voorafgaand aan het ontwerpen van oeververbeteringen, dient een inventarisatie plaats te vinden van de abiotische (morfologie, bodem, hydraulica, verontreinigingen enz.) en biotische (vegetaties, fauna, ecologische relaties enz.) componenten van het betreffende land-oever-watersysteem. De economi-

sche benuttingsmogelijkheden dient men na te gaan, evenals de historische ontwikkelingen, het gebruik en de menselijke ingrepen.
Op basis van de uit deze analyse volgende knelpunten en het natuurlijke referentiebeeld van het systeem, kunnen vervolgens ecologische doelstellingen voor het ontwerp worden geformuleerd.

Per situatie kunnen dan, aan de hand van de mogelijke ecologische doelstellingen, de functies en andere omstandigheden, varianten worden gegenereerd waaruit een keuze kan worden gemaakt.

Oevers kunnen worden onderverdeeld naar constructietype (talud, verticaal, mengvorm) en naar de mate waarin de oever is vastgelegd. Deze hebben in het algemeen een relatie met de functie.
Bij de mate van vastleggen zijn drie categorieën te onderscheiden:
- gefixeerde oevers, ofwel oevers waarvan de overgang water-land is vastgelegd (statisch stabiel);
- flexibele oevers, ofwel oevers waarvan de overgang water-land kan variëren binnen bepaalde grenzen (dynamisch stabiel);
- mengvormen van gefixeerde en flexibele oevers.



Eem, plasberm achter vooroeververdediging beschermd met een blokkenmat (foto bureau Waardenburg bv).

Voor de duidelijkheid wordt opgemerkt, dat ook bij een flexibele oever altijd twee grenzen zijn te onderkennen, één aan de land- en één aan de waterzijde. Kenmerkend is echter dat vormveranderingen tussen deze grenzen worden toegelaten. In het geval van gefixeerde oevers liggen deze uiterste grenzen eigenlijk zeer dicht bij elkaar, zoals bij damwandconstructies.
Bij mengvormen van gefixeerde en flexibele oevers is er sprake van zones met een flexibele verdediging en van zones met een gefixeerde verdediging binnen één dwarsprofiel.

De mogelijke oeverconstructies kunnen ook als volgt worden onderverdeeld (fig. 3):
- oevers zonder civieltechnische middelen, onverdedigd of verdedigd met planten (= flexibel);
- vooroeververdedigingen; de oever wordt uitgebreid richting water (= mengvorm);
- aanliggende verdedigingen, eventueel met plasberm; de oever wordt uitgebreid richting land (scheiding van functies) (= gefixeerd);
- doorgroeiconstructies (= gefixeerd).

Het zal duidelijk zijn, dat de breedte van de oever aanzienlijk kan verschillen. De beschikbare ruimte voor oeveraanleg bepaalt, met inachtname van de gewenste oeverfunctie(s), dan ook in belangrijke mate de vorm en de aankleding van de oever.

Naast vormgeving en ruimte bepalen de toegepaste materialen mede de mogelijkheden voor de vestiging van planten en dieren in de oeverzone. De toe te passen materialen zijn in vijf categorieën in te delen (bijlage E):
- natuurlijke materialen
  (grond en aarde, natuursteen, hout, levend plantenmateriaal);
- geproduceerde materialen
  (staal, kunststoffen, samengestelde bouwmaterialen);
- industriële nevenprodukten;
- overige materialen
  (asfalt, beton, puin, kunstmatig granulaat);
- onverdedigd.

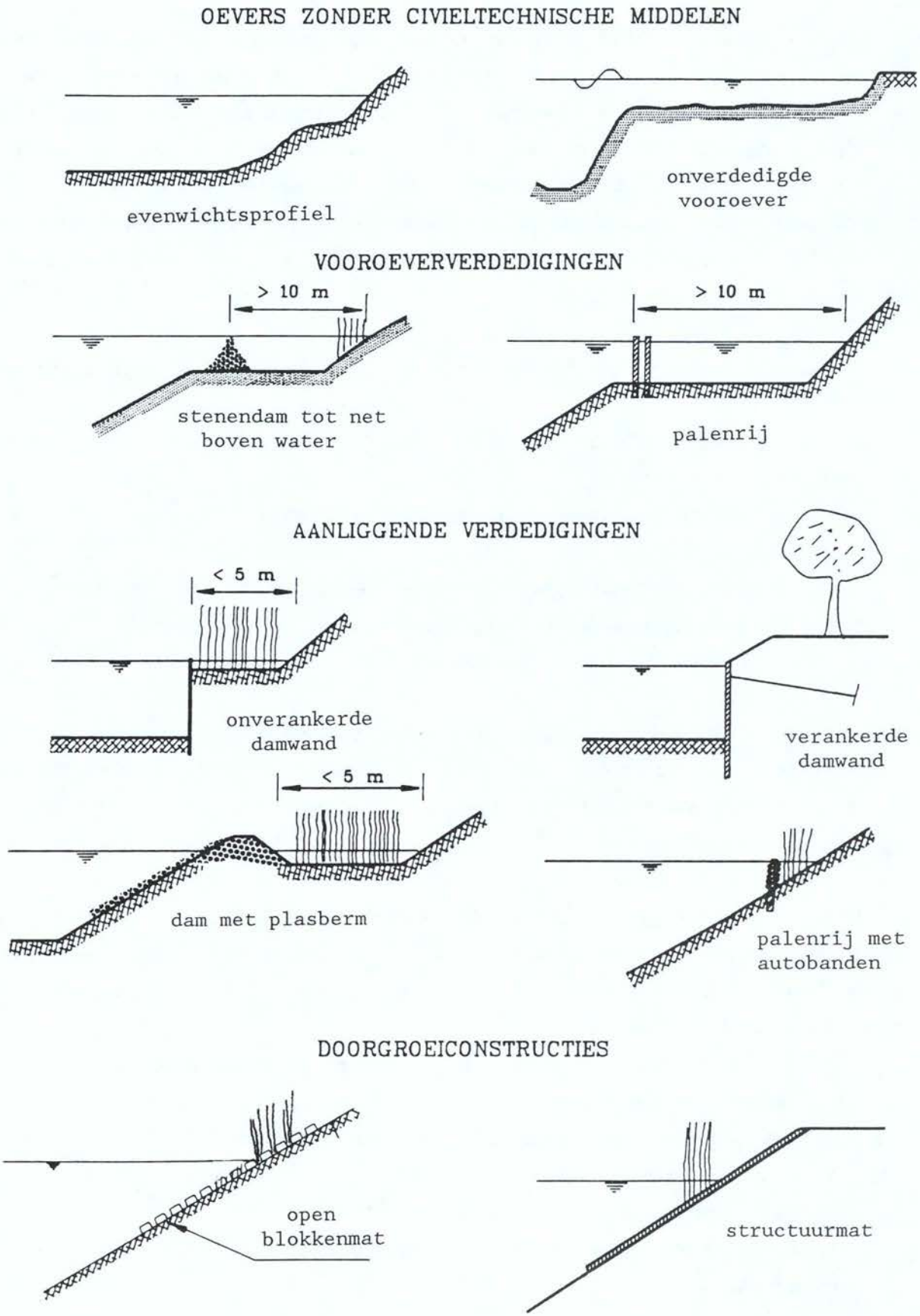


Fig. 3. Voorbeelden van verschillende inrichtingsvormen.

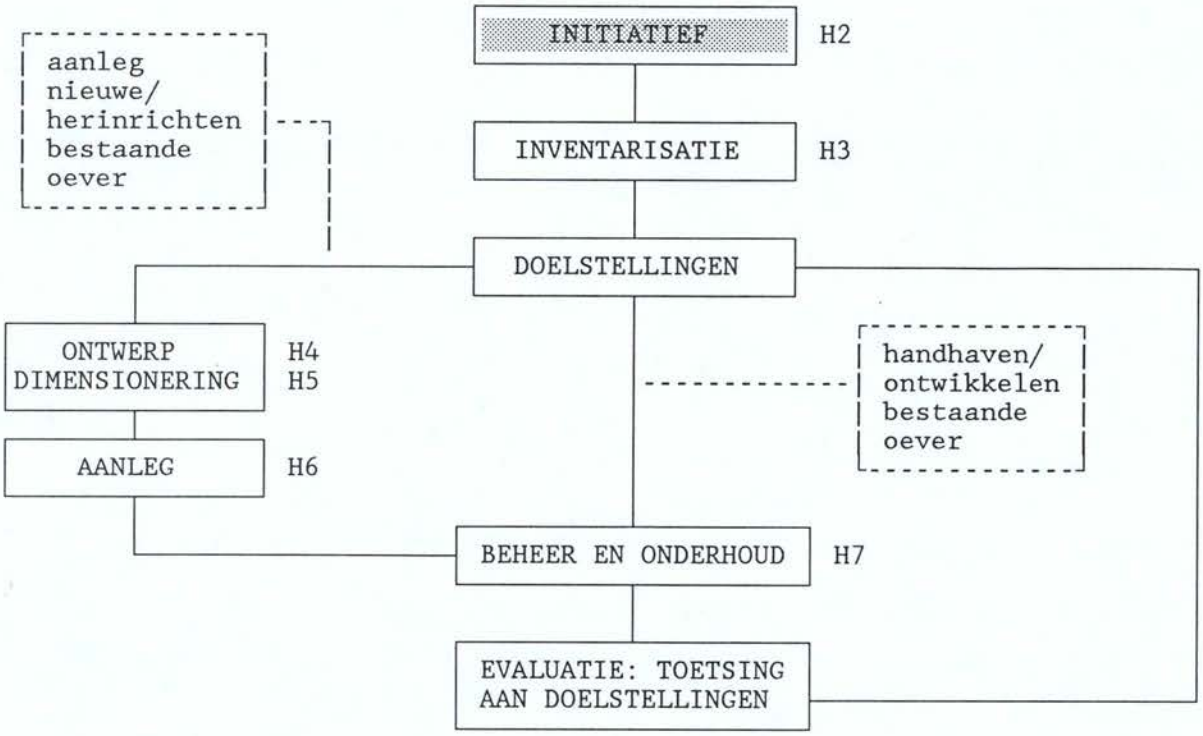


Fig. 4. Hoofdstuk 2 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 2
ONTWERPPRINCIPE

2.1 Algemeen

Aan het maken van een ontwerp voor een milieuvriendelijke oever, gaat een fase vooraf waarin het gehele traject zorgvuldig bekeken moet worden. Het planningsproces in zijn eenvoudigste vorm kan als volgt worden weergegeven (fig. 5).

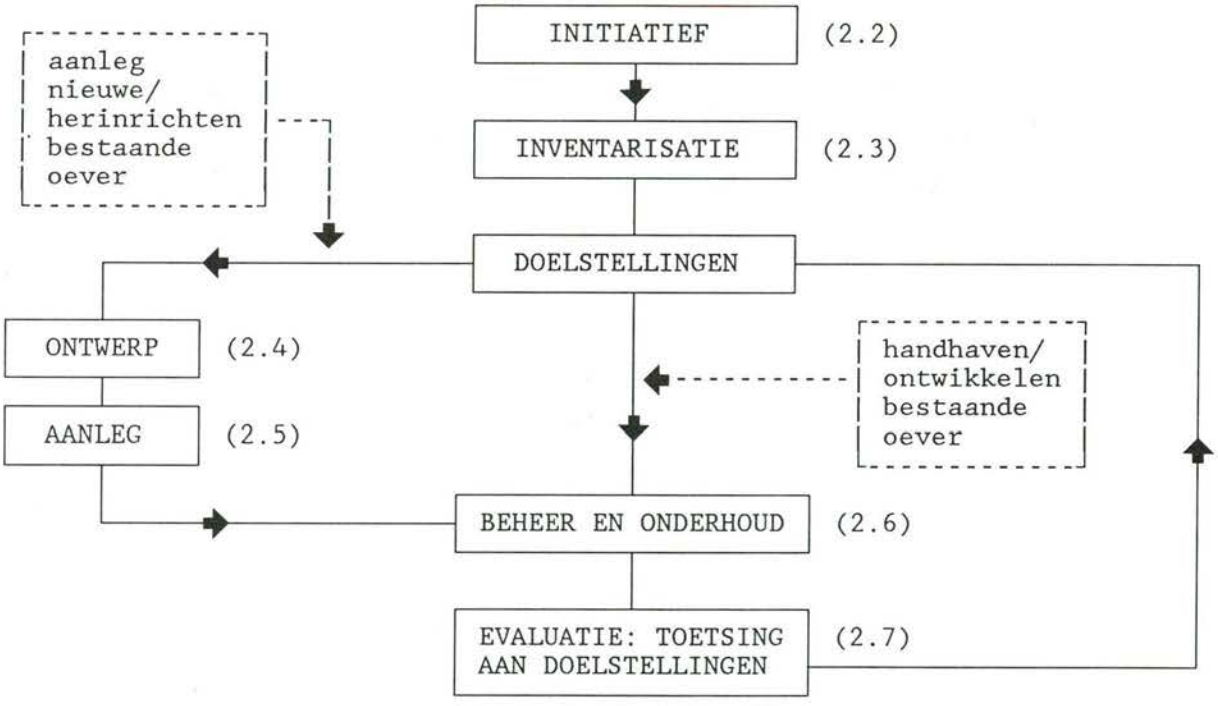
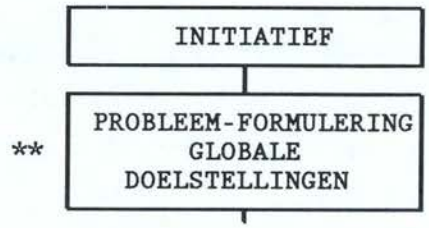


Fig. 5. Vereenvoudigd planningsproces. Aangegeven is in welke paragraaf de betreffende stap wordt behandeld.

De in figuur 5 onderscheiden stappen zijn elk onder te verdelen in een aantal stappen. Bij die stappen, waar een duidelijke keuze voor de te volgen weg moet worden genomen, namelijk formuleren doelstellingen, selectie voorontwerpen en de definitieve keuze van het ontwerp, dient het bestuurlijke circuit een belangrijke rol te spelen. In de schematische figuren zijn deze stappen met ** aangegeven. De overige stappen behoren tot de taak van het ontwerpteam. Een goede samenwerking in het ontwerpteam tussen de verschil-

lende disciplines (zoals planologen, ecologen, natuurtechnici, civieltechnici, juristen) is onontbeerlijk.

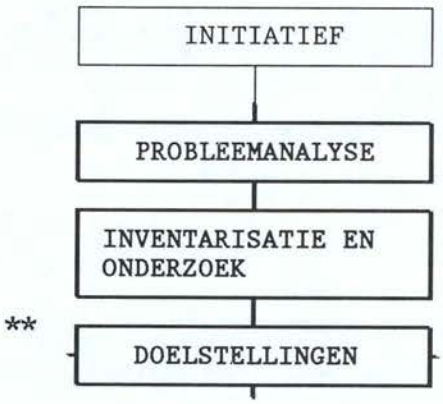
2.2 Initiatief



**: Fase waarin de bestuurder een beslissing dient te nemen.

Veelal is het signaleren van iets dat als een probleem wordt ervaren, het begin van het planningsproces (initiatief en probleem-formulering met daaraan gekoppeld globale doelstellingen).
Het realisatieproces begint met de beschrijving van de behoefte om in een bepaalde situatie verandering te brengen. Bijvoorbeeld 'het verhogen van de veiligheid tegen overstromen van lage gebieden' of 'het vastleggen van een oever, rekening houdend met ecologische en landschappelijke inpassing'. De vage formulering wordt in de volgende fasen steeds specifieker omschreven en gekwantificeerd.
Over de globale doelstelling(en) dient een beleidsbeslissing te worden genomen.

2.3 Inventarisatie



Probleemanalyse

Voor een goede probleemanalyse, de eerste stap van de inventarisatie, is een globale karakterisering nodig van het desbetreffende watersysteem en van de

processen die hierin plaatsvinden. Dit is nodig, omdat foutieve vooronderstellingen kunnen leiden tot een probleemformulering waarmee de feitelijke, veroorzakende factoren niet aan het licht komen.
Mede op grond van de kennis van de veroorzakende factoren wordt bepaald welke gegevens er voor de planvorming nodig zijn en moeten worden verzameld. Een foutieve probleemanalyse leidt tot het inventariseren van gegevens voor ontwerpen, waarmee het feitelijke probleem niet is op te lossen.

Inventarisatie

Bij het ontwerpen van oevers dient men een zo volledig mogelijk overzicht van functies, randvoorwaarden, wensen en beperkingen op te stellen. Voor diverse randvoorwaarden echter kan in deze fase nog worden volstaan met een globale kwantificering. Op grond van deze gegevens kan een eerste indicatie worden verkregen van de mogelijkheden voor vormgeving en afmetingen. Een catalogus met diverse varianten van gerealiseerde oevers kan hierbij van waarde zijn.

Doelstellingen

De inventarisatie vormt de grondslag voor het formuleren van heldere concrete doelstellingen voor de betrokken oever. Daarin dient duidelijk aangegeven te zijn welke functies worden gehonoreerd, welk niveau van natuurlijkheid wordt nagestreefd enz. Bij voorkeur legt men een en ander vast in een soort oeverinrichtingsplan. Daarin staat welke bestemming/karakterisering een (stuk) oever krijgt. De beheerder (bestuur) dient een beslissing te nemen over de functies, het gebruik en de daarbij behorende doelstellingen.

Toelichting

1. Veel aandacht verdient het inventariseren van eisen, wensen en beperkingen die een rol kunnen spelen bij het ontwerpen. Informatie moet worden ingewonnen bij vertegenwoordigers uit alle belanghebbende sectoren. Zo kan men voorkomen dat in het ontwerpproces tijd en geld kostende vertragingen optreden. In de beginfase van een project is de mogelijkheid tot beïnvloeding van de totale kosten nog groot. Maar deze neemt sterk af naarmate het project voortschrijdt (fig. 6). Het brede scala aan belanghebbende sectoren is af te leiden uit het grote aantal factoren die elkaar beïnvloeden en die bepalend zijn voor het ontwerp (fig. 7).

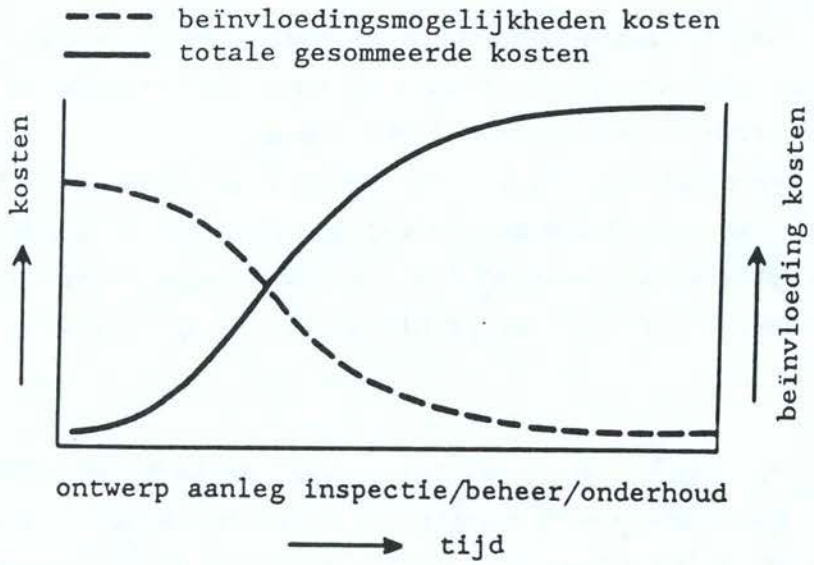


Fig. 6. Verloop kosten en de beïnvloedingsmogelijkheden daarvan in relatie tot de tijd.

2. Inspelen op toekomstverwachtingen is van groot belang bij het formuleren van wensen voor de oeverzone, opdat ontwikkelingen niet worden uitgesloten, maar misschien zelfs gestimuleerd. Een voorlopige indeling van de functies in de categorieën "essentieel", "wenselijk" en "onbelangrijk", is in deze fase van het ontwerpproces voldoende. Elke ontwerpvariant zal echter vaak een compromis zijn, zelfs als maximaal rekening wordt gehouden met alle mogelijke functies. Vanuit diverse invalshoeken dient een beeld te worden gevormd met betrekking tot verschillende waarderingen, zoals:
   - beschermende/verdedigende functie;
   - ecologie;
   - recreatie;
   - sociale functie;
   - landschap;
   - financiële mogelijkheden.

3. Van belang is dat niet alleen doelstellingen worden geformuleerd, maar ook gewichten worden toegekend aan de verschillende in het geding zijnde functies. De beheerder (bestuur) besluit hier dan ook over. Dit voorkomt in latere fasen veel discussie over deze problematiek.

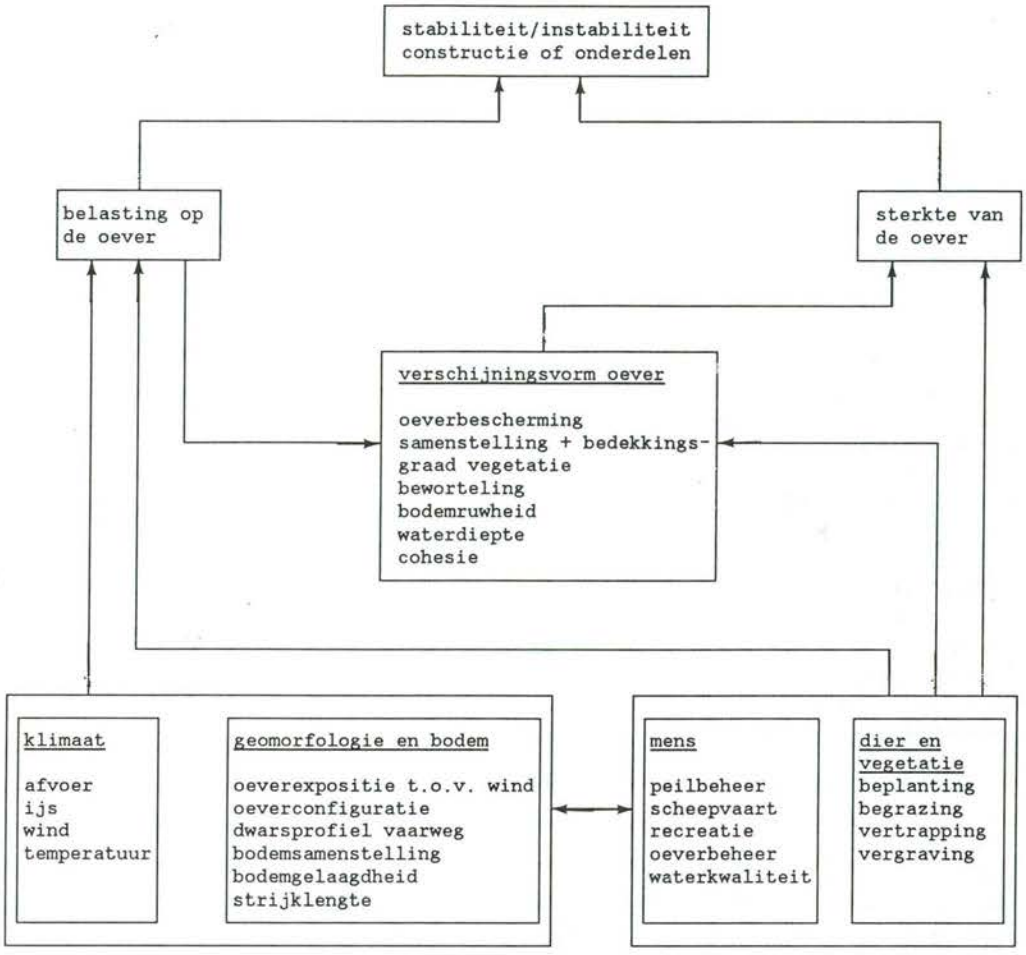
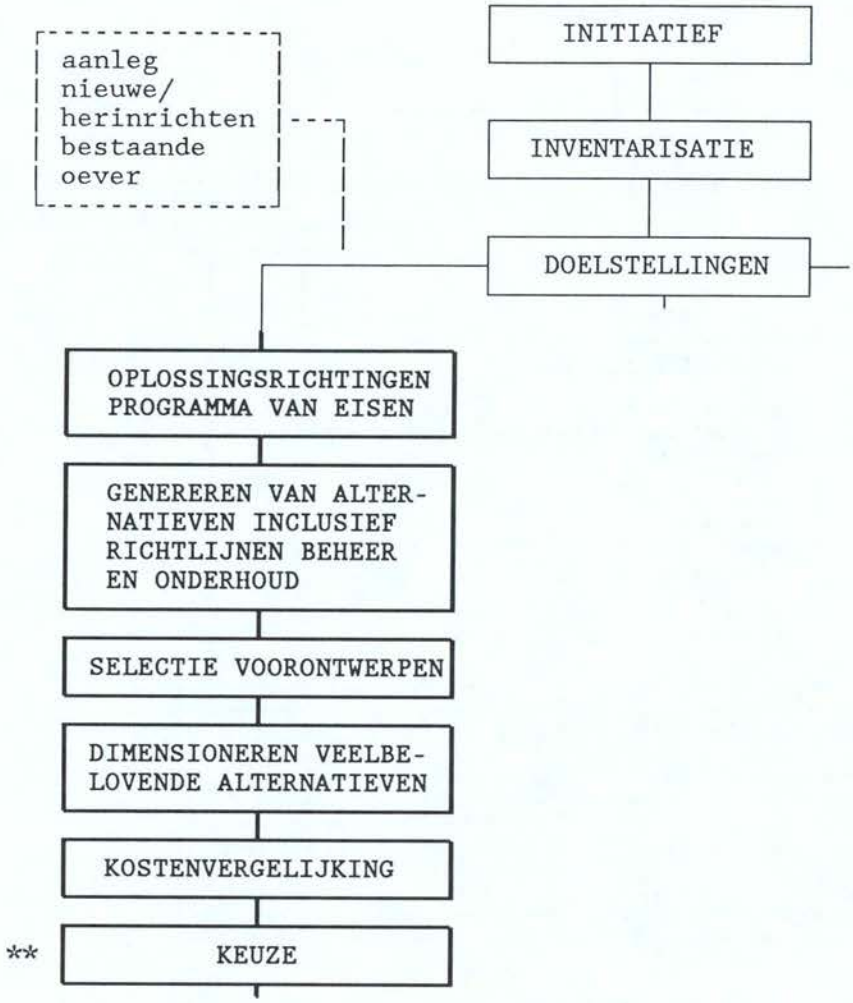


Fig. 7. Het oevererosieproces met de belangrijkste invloed uitoefenende factoren.

2.4 Ontwerp

Oplossingsrichtingen en programma van eisen

De onderzoeksresultaten geven aanwijzingen voor de richting waarin de oplossing moet worden gezocht: aanleg/herinrichting of aanpassing door middel van beheer. Ook blijken dan de randvoorwaarden die aan mogelijke ontwerpen worden gesteld. De randvoorwaarden worden vervolgens uitgewerkt tot programma's van eisen op basis van ecologie, techniek en functies, zoals recreatie.
In deze programma's van eisen worden de wensen en randvoorwaarden in detail vastgelegd. Relevant is dat ook kwantitatieve informatie wordt verzameld over economische en veiligheidsnormen, dat wil zeggen, welke schade wordt



nog geaccepteerd alvorens onderhoud of herstelwerk uit te voeren, en welke vorm van beheer wordt gekozen. Het verdient aanbeveling gelijktijdig met het opstellen van het programma van eisen, een aanvang te maken met het opstellen van een beheersplan in samenwerking met de toekomstige beheerder. Het type en de mate van beheer beïnvloeden het resultaat bij oevers waar natuurlijke elementen deel van uitmaken.
Op grond van deze programma's van eisen en mogelijke oplossingsrichtingen, worden planalternatieven ontwikkeld.

Genereren van alternatieven

De fase waarin planalternatieven worden ontwikkeld, kent geen vaste regels. De deskundigheid en de creativiteit van de ontwerper spelen hierbij een grote rol. Omdat het uiteindelijke resultaat van de planvorming sterk afhankelijk is van de keuzes die in deze fase worden gemaakt, is juist nu intensief

overleg tussen alle betrokkenen onontbeerlijk.

Alle ontwerpen dienen voorzien te zijn van richtlijnen voor het beheer en moeten tevens een beschrijving van de te verwachten effecten bevatten. Mede aan de hand van deze beschrijvingen worden alternatieven tegen elkaar afgewogen met de opgestelde doelstellingen als toetsingskader. De toetsing moet gebeuren aan de hand van duidelijke criteria, ontleend aan de doelstellingen.

Selectie voorontwerpen

Bij het maken van een selectie uit de voorontwerpen moet men op de volgende drie punten letten:

- voorselectie op basis van hoofdfunctie ('vastleggen van de oeverzone'), met andere woorden selecteren op eisen zoals stabiliteit van de oever, duurzaamheid, bestand zijn tegen belastingen;
- kwalitatieve selectie op eisen voortkomend uit de leefomgeving, ofwel selectie op ecologische functie en toegevoegde functies;
- kwalitatieve selectie op eisen voortvloeiend uit technische aspecten. Dit betreft met name uitvoeringstechnische zaken, zoals bereikbaarheid, wijze van verwerken van materialen enz.

Een en ander dient weer door een beleidsbeslissing te worden afgerond.

Dimensionering

De volgende stap betreft een verdere precisering/dimensionering van de overgebleven (veelbelovende) alternatieven. Eigenlijk betekent dit het maken van definitieve ontwerpen, waarna een kwantitatieve selectie volgt: beoordeling op kosten.

Kostenvergelijking

Bij de keuze van het definitieve ontwerp zal de absolute uitkomst van een kosten-batenanalyse een belangrijke rol spelen. In eerdere fasen waren kostenbepalende factoren slechts richtinggevend.

Voor milieuvriendelijke oevers zijn de kosten wel te begroten maar de baten in veel mindere mate. De baten of wat minder concreet uitgedrukt de "waardering" zullen door de beheerder of degene die de beheerder financiert, afgewogen moeten worden.

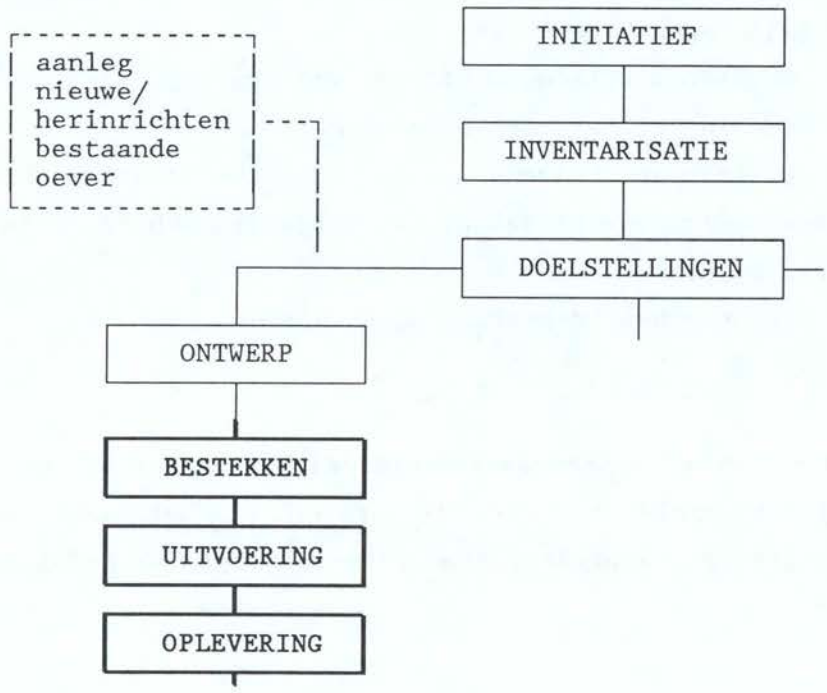
Dergelijke afwegingen kunnen worden begeleid door technieken als multicrite-

ria analyses of vereenvoudigde uitvoeringen daarvan. In principe werkt men met beoordelingscriteria, of waarderingsaspecten, waaraan een bepaald gewicht wordt toegekend. Ook aan het criterium "kosten" kan men een gewicht toekennen.

Keuze

Wellicht is de waarde van een multicriteria analyse niet zozeer de absolute uitkomst alswel het afwegingsproces zelf. Verschillende disciplines hebben hun inbreng en een keuze wordt mogelijk gemaakt waarbij alle aspecten in hun onderlinge samenhang worden beoordeeld.
De keuze wordt weer aan een (de laatste, definitieve) beleidsbeslissing onderworpen.

2.5 Aanleg

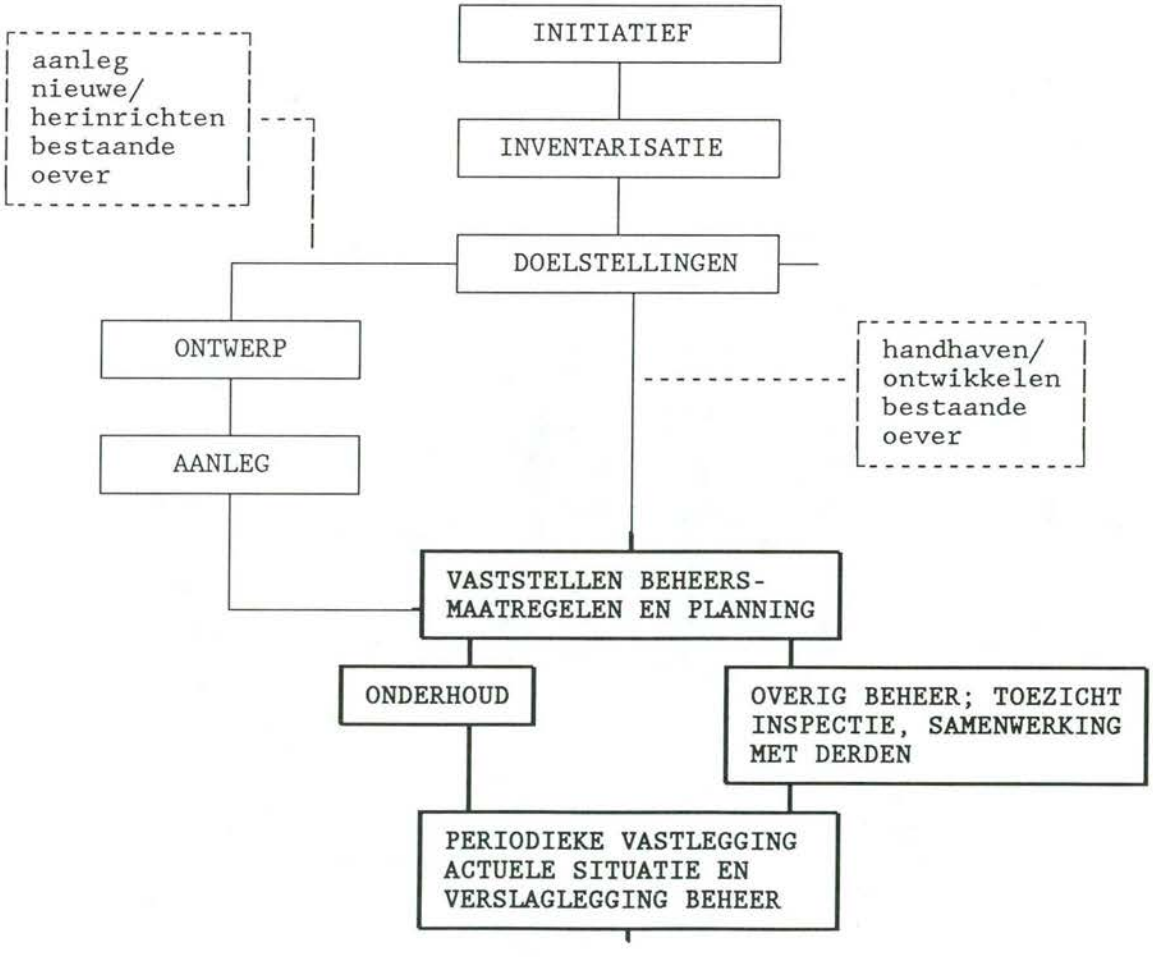


Elk ontwerp mondt uit in een bestek. Volgens dit bestek moet het werk worden uitgevoerd. Een kwaliteitscontrole is van essentieel belang om de gestelde eisen daadwerkelijk te realiseren. De aard van het natuurtechnische werk maakt het vaak noodzakelijk dat de uitvoering voldoet aan eisen die voor andere werken niet van belang of zelfs nadelig zijn. Een gedetailleerde beschrijving van de uitvoeringswijze moet dan ook onderdeel van het bestek zijn.

Voorlichting aan de uitvoerders, de werklieden en de streekbewoners over de doeleinden van het werk, is vaak zeer wenselijk. De acceptatie van het werk kan daarmee worden vergroot.

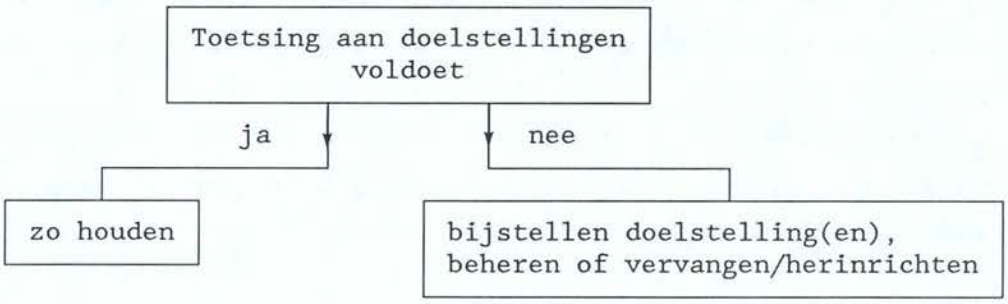
2.6 Beheer en onderhoud

Aansluitend op de uitvoering van het werk dient met het (dagelijks) beheer te worden begonnen. Het beheer is al in de planfase in een beheersplan vastgelegd.
Ook voor het beheer geldt dat een voortdurende kwaliteitscontrole en terugkoppeling met de gestelde functies noodzakelijk is. Het beheersplan is hiervoor een uitermate geschikt instrument.

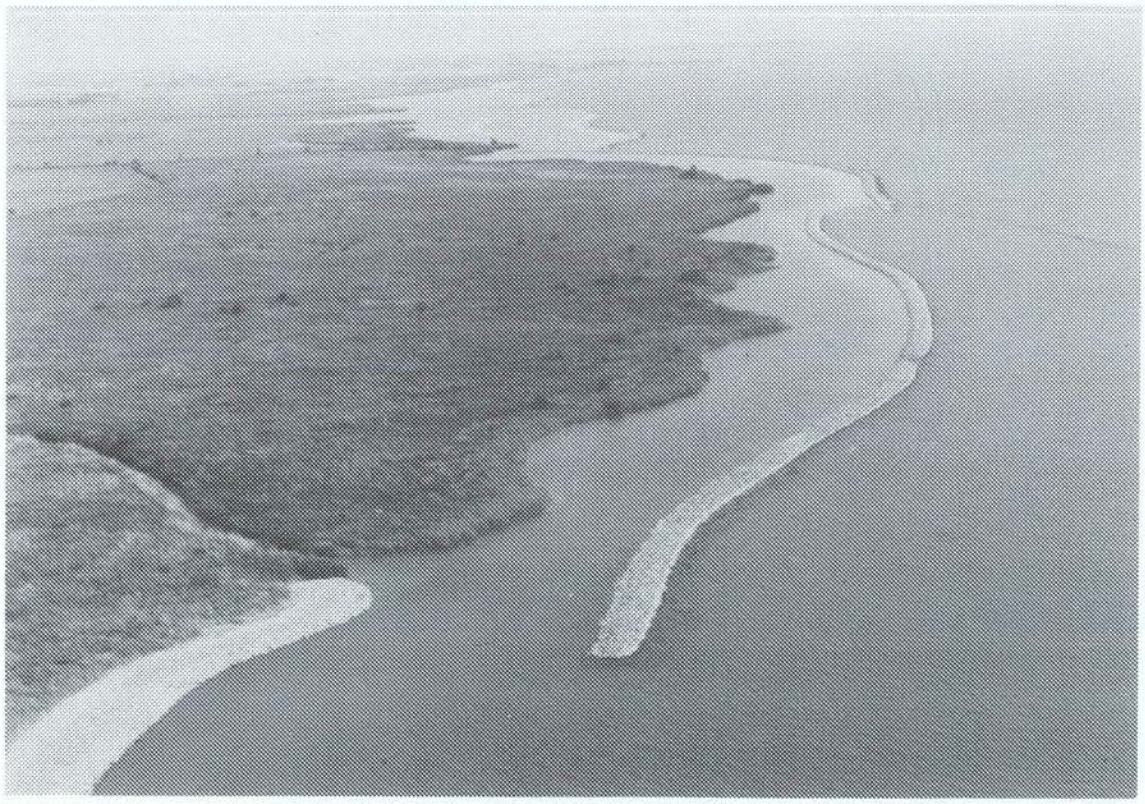


2.7 Evaluatie

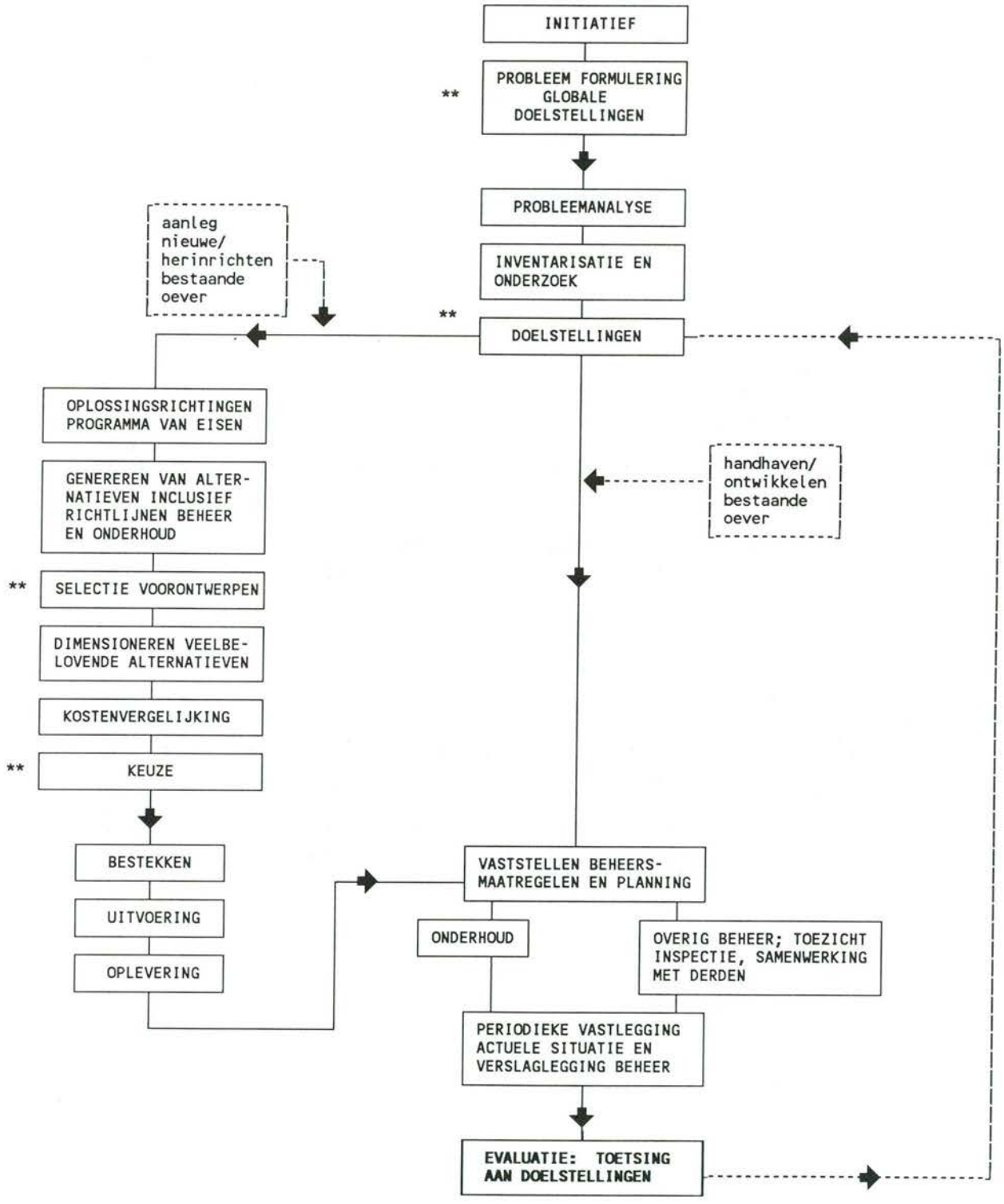
Voor de evaluatie is het nodig dat gedurende het gehele proces zoveel mogelijk relevante informatie wordt vastgelegd. De evaluatie heeft ten doel na te gaan in hoeverre het uiteindelijke resultaat voldoet aan de doelstellingen, dat wil zeggen: vervult de gerealiseerde oever de gewenste functies?



De evaluatie kan niet worden gezien als het eindpunt van het proces, omdat ook het gevoerde beheer telkens weer geëvalueerd moet worden, zodat het eventueel kan worden bijgesteld.
En zo is de opzet compleet. Figuur 8 brengt het gehele proces in beeld.



Haringvliet, Korendijkse Slikken met vooroeververdediging (foto J.L.Koolen).



** : Fase waarin de bestuurder een beslissing dient te nemen.

Fig. 8. Het planningsproces. In verband met de overzichtelijkheid zijn de tussentijdse terugkoppelingen na iedere fase niet weergegeven.

2.8 Plan van aanpak

Hieronder staan in chronologische volgorde de belangrijkste activiteiten opgesomd, die de beheerder bij voorgenomen aanleg/herinrichting en/of beheer van een oever dient te ondernemen. De lijst is niet volledig en is bedoeld om vooral tijdens de startfase enig houvast te bieden; lokale omstandigheden zullen van geval tot geval de keuzemomenten beïnvloeden.

INITIATIEF

- signaleren "probleem";
- starten planproces;
- vaststellen planprocedure;
- betrekken verschillende partijen;
  - waterbeheerders (Rijk, provincie, water/zuiveringschap, gemeente);
  - andere instanties (recreatieschap, landbouwschap, staatsbosbeheer, natuurbeschermingsorganisaties, recreantenorganisaties, landinrichtingsdienst);
  - particulieren (aanliggende eigenaren, pachters, overige inwoners);
- formulering van het probleem met daaraan gekoppeld globale doelstellingen.

INVENTARISATIE

- probleemanalyse;
- inventarisatie;
  - bepalen natuurlijke referentie en analyse historische ontwikkelingen;
  - analyse huidige situatie;
    - abiotische aspecten;
      - morfologie, bodem, golven, stroming, erosie, sedimentatie, waterhuishouding/peilwisselingen, waterkwaliteit;
    - biotische aspecten;
      - oevervegetaties;
      - fauna;
      - ecologische relaties;
    - huidig gebruik/functies;
    - beheerssituatie;
      - welke beheerders;
      - beheerstaken (bij waterschap: welke taakopvatting);
      - afspraken (tussen beheerders onderling en met particulieren);
      - wie vertegenwoordigt het natuurbelang en wie het recreatiebelang;
      - beheersgrenzen (overlapping, aansluiting, 'witte vlekken');
    - eigendom;
      - versnipperd of geconcentreerd;
      - in overeenstemming met kadaster of verschoven;
      - synchroon met beheersgrenzen;
    - bestuurlijk-juridische randvoorwaarden;
      - landelijke regelingen, nota's e.d. van toepassing;
      - provinciale verordeningen;
      - streekplan, structuurplan (aanwezig?), bestemmingsplan;
      - herinrichting/ruilverkaveling (begrenzingenplan, plan van tijdelijk gebruik);

        - relatienotagebied;
        - reglement, keur, ligger;
        - aanwijzingen door rijk in het kader van Natuurbeschermingswet 1967;
        - aanwijzingen door provincie in kader provinciaal natuurbeschermingsbeleid;
        - toekomstige ontwikkelingen;
        - wijzigingen, herzieningen, termijnen;
        - van toepassing zijnde wet- en regelgeving (zie tabel 33);
        - financiering (budgettering, subsidies aanleg resp. onderhoud, bijdragen, heffingen, vergoedingen, belastingfaciliteiten, overeenkomsten met tegemoetkoming voor bepaalde handelingen enz.);
    - gewenste situatie (zie analyse huidige situatie);
      - gebruik/functies;
      - eisen en criteria;
      - inrichtingsprincipe / oevertype;
      - beheersorganisatie en -methode;
      - toekomstige bestuurlijk-juridische randvoorwaarden;
      - financiering;
- formuleren heldere, concrete doelstellingen.

ONTWERP

- oplossingsrichtingen programma van eisen;
- genereren van alternatieven;
- selectie voorontwerpen;
  - op basis van hoofdfunctie;
  - kwalitatieve selectie op eisen uit de leefomgeving;
    - milieu;
    - ecologie en landschap;
    - recreatie;
  - kwalitatieve selectie op technische aspecten;
    - functionele eisen;
    - uitvoeringseisen;
    - inspectie, onderhouds en herstel-eisen;
- dimensionering;
- kostenvergelijking;
- keuze;
- besluitvorming;
  - voorlichting;
  - inspraak;
  - advisering;
  - overlegprocedures;
  - bezwaar- en beroepsprocedures.

AANLEG

- bestek;
- uitvoering;
  - uitvoering;
  - evt. herinrichten aangrenzend land en water;
  - eigendom noodzakelijk;
    - geconcentreerd;
    - versnipperd;
    - bij beheersinstantie;

    - bij particulier;
  - evt. grondverwerving;
    - geheel of gedeeltelijk;
    - opnemen in herinrichting/ruilverkaveling;
    - aansluiten bij (voorgenomen) waterstaatswerken;
    - vestigen zakelijke rechten;
    - aankoop;
    - onteigening;
  - vastleggen lange-termijn voorwaarden voor kwaliteit.

BEHEER EN ONDERHOUD

- vaststellen beheersmaatregelen en planning;
- onderhoud;
  - wie is onderhoudsplichtig voor waterloop, oever;
  - voorschriften of beheersafspraken voor methoden van onderhoud en materiaalkeuze;
  - ligger aanwezig;
  - toegankelijkheid oever, recht van overpad;
  - aanpassing schouwdata;
  - bodemslib/specieberging; geldt ontvangstplicht indien verontreinigd of indien grote hoeveelheden;
  - beheersafspraken voor ontvangstplicht bodemslib/maaisel;
- overig beheer;
  - inspectie en controle;
  - periodieke vastlegging actuele situatie en beheersverslaglegging;
  - schaderegelingen voortvloeiend uit nalatig onderhoud;
- beheersorganisatie;
  - één beheerder, meerdere beheerders;
  - gelijkwaardig, niet gelijkwaardig (medebewind, toezicht, financieringsvoorwaarden);
  - samenwerking en overleg (juridisch niet bindend, privaatrechtelijk bindend, publiekrechtelijk bindend, geprivatiseerd, publiek-private overeenkomst).

EVALUATIE

- toetsen aan doelstellingen;
- eventueel bijstellen oorspronkelijke doelen en normen;
- eventueel bijstellen instrumentarium;
- kosten-baten analyse.

Kalmoes (rietzoneplant) (foto bureau Waardenburg bv).

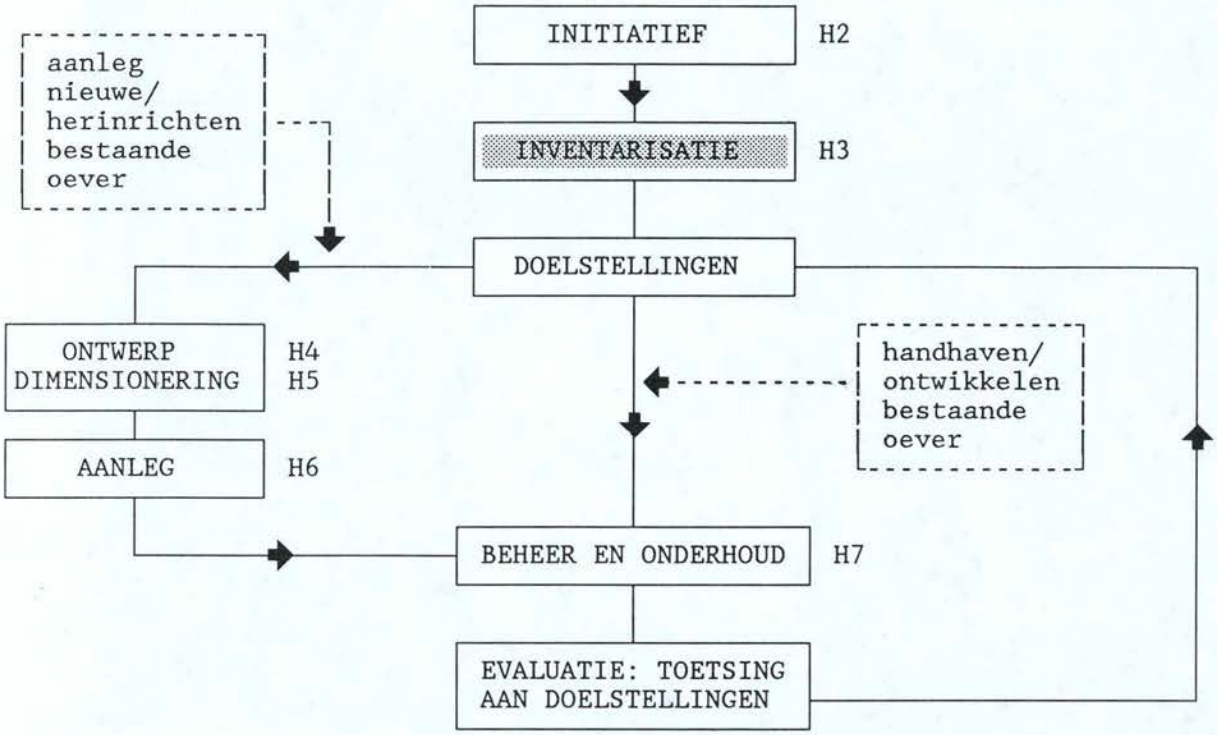


Fig 9. Hoofdstuk 3 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 3
INVENTARISATIE

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden behandeld: watertypen, oeverfuncties, aspecten van het oevermilieu en criteria voor de ecologische functie van oevers.

Een inventarisatie van de huidige situatie van een oeverzone, omvat de volgende zaken:

- Analyse van huidig gebruik, bestemmingen water/oever/land en bestuurlijk-juridische aspecten. Onderscheid maken tussen de toegekende functies en het werkelijke gebruik.
- Analyse van toekomstig gebruik en toekomstige functies. Geïnventariseerd moet worden welke functies in de nieuwe situatie vervallen en welke worden toegevoegd, mede gelet op het te voeren beleid zoals omschreven in het streekplan, de bestemmingsplannen, de geldende provinciale, gemeentelijke en waterschaps-reglementen.
- Analyse van abiotische factoren en processen (morfologie, bodem, golven, stroming, erosie, sedimentatie, waterhuishouding/peilwisselingen, waterkwaliteit).
- Analyse van biotische componenten, processen en landschapsecologische verbanden. Daarbij gaat het om:
  - oevervegetaties: plantesoorten, zonering;
  - fauna: bodemdieren, vissen, insekten, vogels enz.;
  - ecologische relaties: voedselketens, gebruikmaking van diverse biotopen voor verschillende levensverrichtingen (slapen, foerageren, voortplanten, trekken) door een soort gedurende het etmaal, het jaar, de levensloop.

Voor een milieuvriendelijke - landschapsecologisch ingepaste - oever wordt een analyse gemaakt van de opbouw en het ecologisch functioneren van de oever en het aangrenzende land- en watersysteem. Dit kan alleen op basis van kennis van de abiotische en de biotische gesteldheid, de landschapsecologische verbanden - waaronder de ruimtelijke structuren van milieutypen, waarlangs soorten zich verbreiden (ecologische infrastructuur) - en de historische ontwikkelingen hierin. Deze kennis zal vaak nog verzameld, geordend en geïnterpreteerd moeten worden.

- Bepalen van natuurlijke referenties en analyse van historische ontwikkelingen tot de huidige situatie. Dit referentiebeeld moet worden opgesteld door personen die op de hoogte zijn van de vakgebieden planten/dierecologie en landschapsecologie. Tevens moeten zij beschikken over veldervaring en soortenkennis. Deze deskundigen dienen in hun oordeel te betrekken: de gegevens van het gebied, de aanwezige soorten, de in de regio voorkomende soorten en de laagst te verwachten niveaus (of afwezigheid) van toekomstige menselijke invloeden.
- Bepalen knelpunten.

Doel van deze verkenningen en analyse is:
- het aangeven van de landschapsecologische gevolgen van erosie en oeverbescherming;
- het beschrijven van de opbouw en het functioneren van oevers, zodat de ecologische betekenis en de te verwachten veranderingen door erosie en oeverbescherming kunnen worden aangegeven;
- het zonodig formuleren van nader onderzoek om een eventuele te grote onzekerheid te verkleinen.

Elk watersysteem heeft zijn eigen oevermilieutypen. Beantwoording van de vraag welke oevermilieus in de gegeven situatie bij een volledig natuurlijke ontwikkeling aanwezig zouden zijn en in welke verhouding en relatie ze tot elkaar zouden staan, alsmede vergelijking met de huidige situatie, geeft inzicht in de ecologische knelpunten èn in de mogelijkheden voor herstel wanneer wordt overgegaan op milieuvriendelijke oevers.

Ook kan worden bepaald waar de knelpunten liggen:
- welke oevermilieus worden bedreigd;
- aan welke oevermilieus bestaat gebrek;
- welke oevermilieus ontstaan nu nog ("van zelf");
- welke oevermilieus ontstaan niet meer (zijn onvervangbaar).

3.2 Watertypen

De Nederlandse wateren zijn in te delen in 23 typen (tabel 2). Op grond van ontstaanswijze, geomorfologie en hydraulische belastingen kunnen de grotere Nederlandse wateren in vier groepen worden verdeeld: meren, kanalen, rivie-

Nederlandse wateren in vier groepen worden verdeeld: meren, kanalen, rivieren en getijdenwateren. De verschillende watertypen hebben hun eigen ecologische eigenschappen en functies maar ook specifieke verschillen in belasting van de oever, met als hoofdkenmerken: meren windgolfaanval; kanalen scheepvaart; rivieren stroming (één richting); getijdenwateren eb en vloed en zout. Daarmee gepaard gaan verschillende gebruiksmogelijkheden en onmogelijkheden. Dit stelt specifieke en per watertype gedifferentieerde eisen aan ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud van oevers. De kleinere wateren kunnen karakteristieke ecologische eigenschappen en functies bezitten. Bij de behandeling van de verschillende watertypen zullen daarom doorkijkjes naar deze watertypen worden gemaakt.

Tabel 2. Indeling naar watertypen [7].

- **wateren van het rivierstelsel**
  - bronnen
  - beken
  - kleine rivieren*)
  - rivieren
- **functionele wateren, gegraven**
  - drinkpoelen
  - stadswateren
  - sloten
  - weteringen en vaarten*)
  - kanalen
  - havens*)
- **stagnante wateren, al dan niet gegraven**
  - vennen en pingo-ruïnes
  - duinmeren
  - wielen
  - oude rivierarmen*)
  - zand-, grind- en kleigaten
  - petgaten
  - meren en plassen
- **brakke en zoute wateren**
  - dobben
  - inlagen*)
  - zoute meren*)
  - kreken
  - getijdenwateren
  - de zee*)

*) Deze typen zijn nog niet beschreven [7]

Tabel 3 geeft karakteristieke waarden van de hydraulische belastingen (stroming, golven en peilwisselingen) die frequent voorkomen.

Tabel 3. Karakteristieke waarden hydraulische belastingen die frequent voorkomen (voor het ontwerp zijn veelal hogere waarden maatgevend).

Belastingen	Watertype				
	meren	kanalen	rivieren	getijden-wateren	kleine waterlopen
I. stroombelastingen					
a) natuurlijke stroming [m/s] (getij, afvoer)	0,1 à 0,5	0,5 à 1,0	1,0 à 2,0	1,0 à 2,0	0,2 à 1,0
b) scheepsstroming (retourstroom) [m/s] nb. schroefstraal verwaarloosbaar	0,1 à 0,25	0,5 à 1,5	0,5 à 1,0	0,1 à 0,25	-
II. golfbelastingen					
a) windgolven					
golfhoogte [m]	0,25 à 0,75	0,10 à 0,25	0,25 à 0,50	0,50 à 1,0	0,1 à 0,2
golfperiode [s]	3 à 5	2 à 4	3 à 5	à 6	2 à 3
b) scheepsgolven					
primaire golf					
hoogte [m]	0,10 à 0,25	0,25 à 0,75	0,25 à 0,50	0,10 à 0,25	-
duur [s]	20 à 60	20 à 60	20 à 60	20 à 60	-
secundaire golf					
hoogte [m]	0,10 à 0,50	0,25 à 0,75	0,25 à 0,75	0,10 à 0,50	-
duur [s]	2 à 5	2 à 5	2 à 5	2 à 5	-
III. peilvariaties					
a) getijgolven					
hoogte [m]	-	1 à 2 *	-	1 à 3	-
stijgsnelheid [m/uur]	-	0,2 à 0,5*	-	0,2 à 0,5	-
duur [uren]	-	6 *	-	6	-
b) hoogwater golven					
hoogte [m]	-	-	5 à 6	-	2 **
stijgsnelheid [m/dag]	-	-	0,5	-	0,5**
duur [dagen]	-	-	14	-	14 **
c) opwaaiing [m]	0,5	0,2	-	0,5	-
d) grondwater-overdruk [m]	0 à 0,25	0,25 à 0,50	0,25 à 0,75	0,25 à 0,50	0 à 0,25

* : waarden voor het Hartelkanaal + in de buurt van uitwateringssluizen en/of gemalen ~ 1m, zeer snel peilval ~ 1m per kwartier

** : waarden alleen voor beken

Hierna worden enkele watertypen nader omschreven, in het licht van milieuvriendelijke oevers.

Meren

Onder meren worden verstaan alle open wateren zoals meren, plassen, zand-, grind- en kleigaten, petgaten en wielen.

In meren treden gewoonlijk geen stroomsnelheden van betekenis op, terwijl de door de scheepvaart veroorzaakte belastingen meestal vergaand uitgedempt

zijn als zij de oever bereiken. De wind is daarentegen wel van grote betekenis. Er is altijd wel een oever die belast wordt door windgolven. Deze golven kunnen bij voldoende strijklengte en waterdiepte een hoogte bereiken van 1 à 1,5 meter.

Kanalen

Kanalen zijn gegraven lijnvormige landschapselementen van redelijke omvang (breedte veelal groter dan 10 meter, diepte veelal groter dan 1,5 à 2 meter). Kanalen hebben vooral betekenis voor de scheepvaart. Soms zijn ze mede gegraven met het oog op een snelle water af- of aanvoer (boezemwateren e.d.). De oevers kunnen al of niet verdedigd zijn en staan vooral bloot aan door de scheepvaart veroorzaakte waterbewegingen. Door de onnatuurlijke ontstaanswijze doorsnijden kanalen veelal op willekeurige wijze landschapsecologische patronen en relaties. Kanalen komen voor in elk landschapstype; mede daardoor kan in de enge zin van het woord niet gesproken worden van natuurlijke levensgemeenschappen, bij dit door de mens gemaakte watertype.

Rivieren

Een rivier is een lijnvormig en, voor zover niet door menselijk handelen beïnvloed, meanderend landschapselement, dat gevoed wordt door grond- en oppervlaktewater en dat door een natuurlijk hoogteverschil in het land water afvoert van hoger naar lager gelegen gebieden.
Een natuurlijk riviersysteem kan worden ingedeeld in een boven-, midden- en benedenloop. In de bovenloop is het verhang het grootst en vindt vaak een sterke erosie plaats. In de middenloop wordt het verhang kleiner en vindt naast erosie ook sedimentatie plaats van grover materiaal. In de benedenloop bevindt de rivier zich praktisch op zeeniveau en sedimenteert ook fijner materiaal zoals zand, omdat de stroomsnelheid nog verder is afgenomen. De fijnste deeltjes, zoals slib en klei, bezinken pas bij zeer lage stroomsnelheden, voor de kust en in overstromingsvlakten.

Getijdenwateren

Getijdenwateren zijn oppervlaktewateren in de overgangszone tussen het land en de zee die onder invloed staan van de getijdenbeweging van de zee. Dit vormt een belangrijke belasting van de oever. De getijdenbeweging bestaat uit het tweemaal daags stijgen en dalen van de waterspiegel en tengevolge daarvan heen en weer gaande stromingen met soms aanzienlijke snelheden van

meerdere meters per seconde. Op getijdenwateren komen daarnaast altijd windgolven voor. Als deze hun oorsprong vinden op zee, kunnen ze met storm hoogten van enkele meters bereiken.

Overige wateren

Oeveraantastingsprocessen in kleinere wateren (in beheer bij provincies, waterschappen e.d.) komen in principe overeen met die in de grotere wateren: beken versus rivieren, polderwatergangen en stadswateren versus kanalen. De in de kleinere wateren optredende krachten zijn in absolute zin uiteraard kleiner, met lagere stroomsnelheden en kleinere golven. Maar relatief kunnen deze krachten toch vaak behoorlijk groot zijn, aangezien de wateren maar kleine afmetingen hebben. Ook kunnen bij beken op de zandgronden bij hoge afvoer stroomsnelheden voorkomen die lijken op die van de grote rivieren, waardoor veel oeverafslag kan worden veroorzaakt. Daarnaast hebben oevers doorgaans een onnatuurlijke vorm (steil), waardoor instandhouding veel inspanning vergt.
Om deze redenen is oeververdediging langs de kleine wateren in veel gevallen even noodzakelijk als langs de grote wateren. Wel zijn de oeveraantastende krachten langs de kleinere wateren vaak van dien aard, dat volstaan kan worden met een natuurlijker (flauwer) oeverprofiel en met een oeververdediging die grotendeels of geheel uit planten bestaat. De hydraulische belasting is minder groot. Dit opent voor de kleinere wateren, mits het ruimtebeslag het toelaat, veel meer perspectieven voor natuurlijke oeverbeschermingen zonder ingrijpende maatregelen dan voor de grotere wateren.

Stadswateren

Stadswateren zijn gegraven wateren in stedelijke gebieden, zoals grachten, singels, overstortvijvers, ondiepe plassen en siervijvers. Ze zijn vergelijkbaar met polderwateren (sloten), boezemwateren en kanalen, aangezien zowel de oorsprong (door de mens gegraven) als de primaire functie (waterberging en scheepvaart) met polder- en boezemwateren overeenstemt.

Polderwatergangen

Polderwatergangen (tochten, boezemwateren) zijn kunstmatige, veelal rechtlijnig gevormde watervoerende lichamen. Zelden zijn het zelfstandige wateren. Ze zijn onderling verbonden en vormen aldus een netwerk. Meestal zijn ze niet breder dan 8 meter en niet dieper dan 1 à 1,5 meter. Stroming van

water is gewoonlijk niet zichtbaar en vaak van tijdelijke of periodieke aard. De stroomrichting kan wisselen onder invloed van afmalen of inlaten van water.

Beken

Een beek is evenals een rivier een lijnvormig, meanderend landschapselement dat met name grondwater afvoert van hoger naar lager gelegen gebieden. Beken zijn smaller dan rivieren en hebben een veel geringere afvoer. Door menselijk handelen is bij veel beken bovendien het meanderend karakter aangetast.

3.3 Functies van oevers

Van alle mogelijke functies die een oever kan vervullen (zie tabel 1) worden de hoofdfunctie (vastleggen van de oeverzone), de ecologische functie (natuur) en van de toegevoegde functies recreatie en landschap kort besproken.

Vastleggen oeverzone

Met vastleggen van de oeverzone wordt hier bedoeld dat de grenzen worden vastgelegd waarbinnen de oeverzone dient te blijven. Vastleggen van de oever kan noodzakelijk zijn voor:

- het behoud van eigendom (zowel vanwege economische waarde als natuurwaarde);
- het voorkomen van afkalven en wegslaan van kaden;
- het voorkomen van profielvernauwing van een (vaar)water.

De keuze voor een bepaald type oeververdediging beïnvloedt in belangrijke mate de huidige en potentiële natuurwaarden van een oever.

Ecologische functie

Een oever vormt een geleidelijke of steile overgang (droog-nat, hoog-laag). Overgangszones vormen de basis voor natuurlijke diversiteit. Zo vormt de overgang water-land de basis voor de ontwikkeling van waardevolle karakteristieke oeverlevensgemeenschappen. Hoe geleidelijker deze overgang verloopt (hoe flauwer het oeverprofiel) des te meer mogelijkheden zijn er voor de ontwikkeling van oeverlevensgemeenschappen. Dergelijke oevers vormen relatief smalle stroken min of meer aaneengesloten natuurgebied, dat als leefgebied (biotoop) of verbindingsbaan (ecologische infrastructuur) kan dienen voor planten en dieren. Ook kan het een toevluchtsoord zijn voor planten en dieren die elders geen levenskansen meer hebben (refugiumfunctie).

Oevers vormen het leefgebied van meer of minder aan het water gebonden planten en dieren en zijn de standplaats van veel oeverplanten. Voor een deel zijn dit waterplanten, zoals verschillende soorten fonteinkruiden, waterranonkel en waterlelie, voor een deel landplanten zoals wilgen, elzen en grassen. Maar er zijn ook plantesoorten die juist aan het oevermilieu zelf zijn gebonden, bijvoorbeeld riet, grote en kleine lisdodde, kalmoes en verschillende zeggesoorten.
Voor dieren (vogels, vissen, amfibieën, reptielen, zoogdieren enz.) kunnen oevers een voortplantingsplaats zijn en/of beschutting of foerageermogelijkheden bieden. De oever is bovendien de plaats voor dieren om van het land in het water te komen en omgekeerd.
In bijlage A wordt ingegaan op de oevervegetatie en in bijlage B op de fauna.

Oever als recreatie-omgeving (foto Landinrichtingsdienst).

Recreatie

Overgangssituaties in het landschap oefenen een grote aantrekkingskracht uit op recreanten. Daarbij gaat het om de bruikbaar-, bereikbaar- en aantrekkelijkheid. De oever als overgang tussen land en water is daarop geen uitzondering en is in trek voor een groot aantal recreatie-activiteiten, zoals zwemmen, sportvissen, plankzeilen, schaatsen en pleziervaart, afhankelijk van het type oeververdediging. Door gericht vormgeven aan en beheren van de oever kunnen recreatiemogelijkheden worden toegelaten of bevorderd. Daarnaast kunnen door vormgeving en beheer conflictsituaties met andere functies worden voorkomen. Ontwerp en beheer kunnen aantrekkend, neutraal of afstotend werken. Bijlage C behandelt de recreatie en de eisen die aan de oever worden gesteld.

Landschap

Het landschap is de uitkomst van de voortdurende wisselwerking tussen de landschapsvormende factoren. Binnen de landschapsvormende factoren kan men een onderscheid maken tussen abiotische factoren (bijv. bodem), biotische factoren (bijv. vegetatie) en antropogene factoren (bijv. menselijke invloed) (fig. 10).

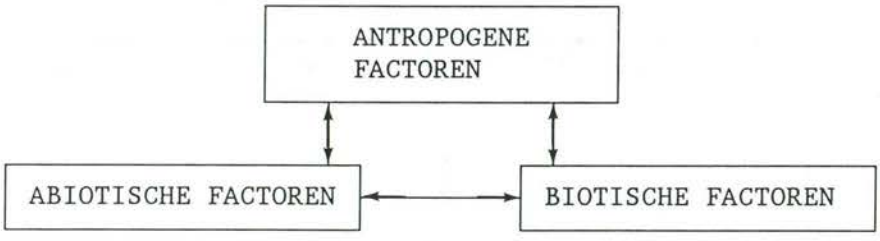


Fig. 10. De wisselwerking tussen de landschapsvormende factoren.

Landschap is een abstract begrip. Om het te kunnen hanteren worden landschappelijke aspecten onderscheiden. De verschillende aspecten hebben betrekking op één facet van het landschap, zoals:

- de landschapsecologie

  In dit aspect wordt het landschap gezien als een ecosysteem dat bestaat uit de relaties in en tussen ecotopen. Ecotopen (fig. 11) zijn gebieden die homogeen zijn wat betreft de landschapsvormende factoren.

- de visueel-ruimtelijke aspecten
  Centraal staat de verschijningsvorm van het landschap, het landschapsbeeld. Dit beeld is het voor iedereen zichtbare resultaat van de wisselwerking tussen de landschapsvormende factoren. Elk gebied is in principe te herkennen aan zijn eigen, karakteristieke verschijningsvorm.
- de functionele aspecten
  Hierbij wordt gelet op de wijze waarop de mens gebruik maakt van zijn omgeving, de ruimte. Weg- en scheepvaartverbindingen zijn van oudsher een belangrijke vorm van ruimtegebruik.

In deze opsomming zijn niet alle aspecten opgenomen. Afhankelijk van de plaatselijke situatie kunnen ook nog andere landschappelijke aspecten een meer of minder belangrijke rol spelen, namelijk:
- de omgevingspsychologische aspecten of de landschapsbeleving;
- de historisch-landschappelijke aspecten: archeologie en historische geografie;
- de aardwetenschappelijke aspecten, met name de geomorfologie.

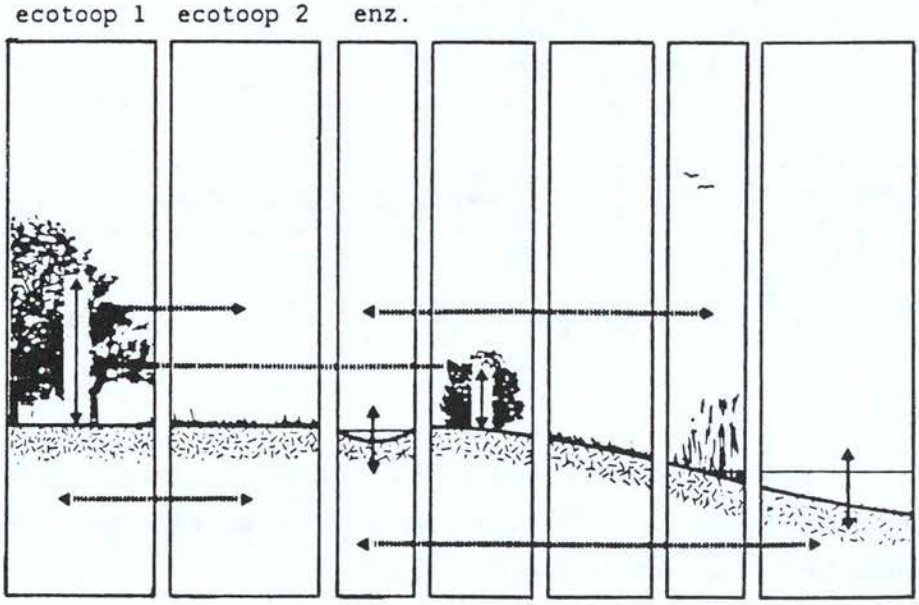


Fig. 11. Het landschap als ecosysteem, opgebouwd uit meerdere ecotopen, waarbinnen en waartussen velerlei relaties [8].

Algemeen uitgangspunt blijft een goede landschappelijke inpassing van oevers.
Om afname van de landschappelijke kwaliteiten tegen te gaan, wordt er binnen de landschapsbouw van uitgegaan dat ingrepen in het bestaande landschap zodanig gestuurd dienen te worden, dat ze in samenhang met de mogelijkheden ter plaatse moeten kunnen plaatsvinden. Hierbij zal het landschap aan drie eisen moeten (blijven) voldoen:

- het moet functioneel zijn en voor uiteenlopende vormen van ruimte gebruik een goede basis bieden;
- het moet vanuit landschapsecologisch perspectief goed functioneren;
- het moet een duidelijke leesbaarheid en herkenbaarheid combineren met een hoge visueel-ruimtelijke belevingswaarde voor een waarnemer.

Alleen als aan alle drie eisen wordt voldaan, kan van een optimale landschappelijke inpassing gesproken worden.

3.4 Oevermilieu

3.4.1 Algemeen

De randvoorwaarden en aspecten die samen het oevermilieu bepalen voor de oeververdedigingen, zijn te verdelen in abiotische (geomorfologie, bodem, waterhuishouding, klimaat), biotische (vegetatie, fauna) en antropogene (mens) aspecten.

Een andere indeling is die in aspecten die de sterkte beïnvloeden en aspecten die de belastingen op de oever veroorzaken. In deze paragraaf zullen enkele aspecten worden besproken die specifiek een rol spelen bij milieuvriendelijke oevers. Tabel 4 geeft een overzicht van alle aspecten.

3.4.2 Aspecten die de sterkte beïnvloeden

Abiotische aspecten

De geomorfologie van een oever is de resultante van de optredende erosie- en sedimentatieprocessen, bepaald door hydraulische belastingen (waterspiegelfluctuaties, stroming, scheepvaart) en andere belastingen (begrazing, onderhoud), bodemeigenschappen, oevervegetatie en oeververdediging. Als de belastingen gereduceerd worden door bijvoorbeeld een vooroeververdediging, zijn de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een oevervegetatie aanzienlijk groter. Met name het kiemen van zaad stelt veel eisen aan waterkwaliteit,

rust, watertemperatuur, vochtgehalte en licht. Ook het profiel is van invloed op de samenstelling van de oevervegetatie. Steile oevers bieden in het algemeen weinig mogelijkheden voor plantesoorten als riet en lisdodde. Soorten als kalmoes en gele lis kunnen echter wel goed groeien op een steile oever.

Tabel 4. Overzicht van aspecten die de sterkte van oevers beïnvloeden en belastingen die in de oeverzone optreden.

Abiotische aspecten
- Geomorfologie
- Bodem
  - opbouw
  - samenstelling
- Waterhuishouding
- Golven
  - windgolven
  - windopzet/opwaaiing
- Stroming
  - stroming door afvoer
  - grondwaterstroming
  - horizontaal getij
- Scheepsgeïnduceerde waterbewegingen
  - retourstroom
  - waterspiegeldaling
  - frontgolf
  - haalgolf (incl. volgstroom)
  - secundaire scheepsgolven
  - schroefstraal
- Waterstandswisselingen
  - verticaal getij
  - wisselingen in relatie tot peilbeheersing
  - wisselingen door afvoer
  - translatiegolven
- Klimatologische omstandigheden
  - drijfijs
  - vast ijsdek
  - ijsvorming in spleten, kapotvriezen
  - zonlicht (UV-straling)
  - wind
  - regen, hagel

Biotische aspecten
- vertrapping door vee
- begrazing door vee
- vergraving door muskusrat/konijn
- vraat door vogels (ganzen en zwanen)
- degeneratie door vegetatie
- wapening grond door wortels
- absorptie golf- en stromingsenergie door vegetatie

Antropogene aspecten
- Mechanische belastingen
  - drijvend afval
  - wrakhout
  - afmeren en ankeren van scheepvaart
  - schade door beroeps- en recreatievaart
- Grondmechanische belastingen
  - bovenbelasting zoals verkeersweg, bebouwing en tijdelijke materiaalopslag
  - vreemde objecten als kabels en pijpleidingen
  - zettingsvloeiing
  - afschuivingen
- Waterkwaliteit
  - vervuild water door olie, zouten en giften
- Calamiteiten
  - olie-, giflozingen
- Belastingen door menselijke aanwezigheid
  - vandalisme
  - recreatie (vertrapping, verstoring)
  - landbouwkundig gebruik
  - onderhoudswerkzaamheden

De bodemsamenstelling en -opbouw beïnvloeden de erosiegevoeligheid van oevers en daardoor de geomorfologie. Eigenschappen als bodemvruchtbaarheid, korrelgrootteverdeling en gelaagdheid van de ondergrond beïnvloeden de samenstelling van de vegetatie en de beworteling, wat indirect invloed heeft op de erosiegevoeligheid van de oever.

De waterkwaliteit kan de sterkte van een oever beïnvloeden. Het gehalte aan voedingsstoffen beïnvloedt de samenstelling en vitaliteit van de oevervegetatie. Ook de klimatologische omstandigheden kunnen een positieve rol spelen. Zonlicht immers is voor planten essentieel en dus is de expositie (microklimaat) van de oever van belang. Zo hebben ook bomen en struiken invloed op de samenstelling van de vegetatie door de schaduwwerking.

Biotische aspecten

De aanwezigheid van dieren op een oever zal zelden de sterkte ten goede komen. Mogelijk kan extensieve begrazing, wat soms als beheersmaatregel wordt toegepast, gunstig zijn voor de sterkte van een oever. Vegetatie kan de sterkte verhogen door het bijeenhouden van de grond met wortels en het kunnen opnemen van golf-en stromingsenergie door de bovengrondse delen.

Antropogene aspecten

Van de menselijke aanwezigheid in een oeverzone kunnen uitsluitend de onderhoudsactiviteiten als positief voor de sterkte van een oever worden beschouwd. Maaien en branden van riet, mits op juiste wijze uitgevoerd houden de sterkte van de rietvegetatie en daarmee de oever in stand. Branden is echter voor de fauna zeer ongewenst.

3.4.3 Belastingaspecten

Abiotische aspecten

Windgolven, scheepsgolven, waterstandwisselingen en stroming (door afvoer of door scheepvaart) treden op in specifieke zones (fig. 12). Belangrijk zijn daarbij strijklengte, waterdiepte, frequentie van voorkomen, grootte van peilfluctuaties, tijdsduur enz.

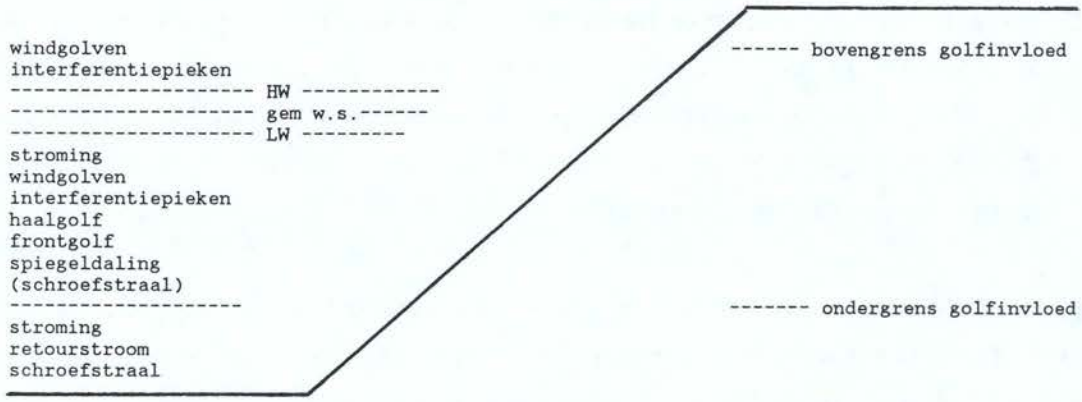


Fig. 12. De verschillende waterbewegingen en de zones waar deze aangrijpen [9].

De waterkwaliteit, in het bijzonder zuurgraad, temperatuur en zuurstofgehalte, is van grote invloed op een oever. Aantasting van damwanden, asfaltconstructies, geotextielen enz. kan het gevolg zijn. Maar ook de oevervegetatie wordt erdoor beïnvloed. Eutrofiëring van het water (een gevolg van overbemesting, afvalwater) leidt bijvoorbeeld tot groei van algen en afname van ondergedoken waterplanten. Overblijvende hoog-produktieve plantesoorten als riet, lisdodde en gele lis zijn het gevolg. Ook kunnen ziekten ontstaan: botulisme vormt een bedreiging voor watervogels. De ziekte heeft een duidelijke relatie met temperatuursverhogingen van het water in de zomer, als dode vogels en vissen in ondiep water blijven liggen.

Klimatologische omstandigheden kunnen de oever(constructie) op verschillende manieren aantasten. IJsvorming in een oevervegetatie in combinatie met stijging of daling van het waterpeil en het loskomen van ijsschotsen bij dooi heeft tot gevolg dat planten respectievelijk uit de grond worden getrokken of onder het gewicht van het ijs worden verdrukt. Onder invloed van wind kunnen ijsvelden gaan bewegen en zachte oevers opdrukken. Zonlicht, vooral de ultraviolette straling, kan geotextielen aantasten. Regen en hagel kunnen erosie van het talud veroorzaken. Wind heeft effect op de oevervegetatie. Drijvende waterplanten kunnen door harde wind worden verplaatst. Planten met drijvende bladeren zijn kwetsbaar bij harde wind als de bladeren onder water geraken. Plantesoorten met lange flexibele stengels en bladeren zijn in staat de achterliggende vegetatie tegen de wind te beschermen.

Biotische aspecten

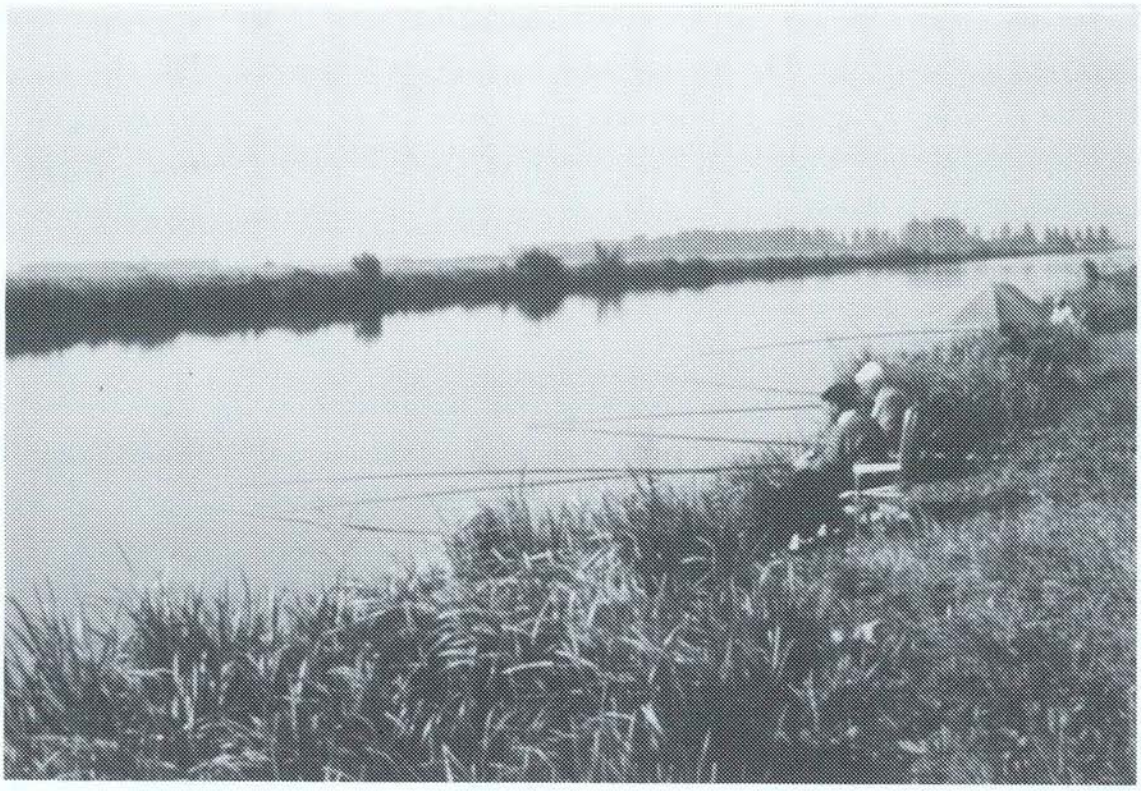
Bepaalde dieren kunnen het in stand houden van een oever in gevaar brengen. Vertrapping door vee kan schade aan de vegetatie veroorzaken en het grazen kan de ontwikkeling van een oevervegetatie verhinderen. Begrazing kan echter ook als beheersmaatregel worden toegepast. Voor oevers zal dit echter zelden het geval zijn. Vergraving van de oever door de muskusrat is een andere bedreiging. Boormossels en paalwormen kunnen constructies aantasten. Zwanen en ganzen kunnen door vraat van onder andere wortels van riet en biezen deze vegetaties achteruit dringen.
Planten zijn in staat bepaalde delen van waterbouwkundige constructies aan te tasten. Een toplaag van asfalt kan door plantengroei uiteenvallen. Planten kunnen ook bijdragen aan de oeververdediging (denk aan gras en kruiden op dijken en aan riet- en biezenoevers).
Bacteriën, schimmels en insekten kunnen hout en oeververdedigende vegetaties als riet aantasten.

Antropogene aspecten

Recreatie kan belastend zijn voor een oever. Zo kunnen rietkragen worden beschadigd door betreding en het aanleggen van plezierboten [10]. Sportvissers willen nogal eens stenen uit een zetwerkconstructie halen om op te zitten of om hun hengel mee vast te zetten en ze laten na die stenen na "gebruik" terug te plaatsen [11]. Scheeps- en of windgolven vergroten vervolgens het gemaakte gat.

Voorts beïnvloedt het landbouwkundig gebruik van oevers door vee de stabiliteit van een oever. Hetzelfde geldt als de oever frequent wordt meegemaaid. Het meebemesten van de oever heeft tot gevolg dat de soortensamenstelling armer wordt.

Beheersactiviteiten zijn ook van invloed. Als na het maaien van een oever het maaisel niet wordt afgevoerd, kan verstikking van de bodem het gevolg zijn. Tevens verruigt de vegetatie snel en zal de verdedigende werking van een oevervegetatie afnemen. Het gebruik van herbiciden voor het onderhoud van watergangen en oevers heeft vergaande ecologische gevolgen. Daarom gebruiken veel beheerders bij het onderhoud van oevers geen bestrijdingsmiddelen meer.



Het gebruik van de oever door sportvissers (foto NVVS).

3.5 Criteria voor de ecologische functie van oevers

3.5.1 Algemeen

Criteria waaraan een oever moet voldoen in het licht van de ecologische functie, hebben betrekking op:

a. chemische hoedanigheden, in het bijzonder water- en bodemkwaliteit;

b. fysische karakterisering;

c. ecologische karakterisering.

De criteria a en b vormen samen de abiotische randvoorwaarden en zijn te beschouwen als voorwaardescheppend voor de potentiële natuurwaarden. Het criterium c bevat de biotische randvoorwaarden.

Hierna worden de criteria nader uitgewerkt.

3.5.2 Chemische hoedanigheden: water- en bodemkwaliteitscriteria

In bijlage D wordt nader ingegaan op de eisen en normen die worden gesteld aan zowel de water- als de bodemkwaliteit.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is een factor die in sterke mate bepalend is voor de te realiseren natuurwaarden. Belangrijke aspecten zijn:

- de mate waarin het watertype aansluit bij het in dat gebied van nature te verwachten type;
- de fluctuaties in kwaliteit (chemisch, fysisch, temperatuur).

Per regio maar ook per lokatie kan een karakterisering worden gegeven van de waterkwaliteit die daar van nature thuishoort (bijv. Noord- en Zuid-Holland: matig tot voedselrijk; dekzandgebieden: voedselarm tot matig voedselrijk en het water vaak afkomstig van regen of kwel).

Variabelen die specifiek maar ook in onderlinge samenhang van belang zijn in verband met de water- en bodemkwaliteit zijn: chloridegehalte (tabel 5), gehalte aan nutriënten, gehalte aan organische stof, zuurgraad, giftige stoffen en samenstelling van de waterbodem.

Tabel 5. Indeling van wateren naar chloridegehalte (saliniteit) volgens Redeke [12].

code	omschrijving	chloride-gehalte
1	zoet	< 100 mg/l
2	zwak brak	100 - 1.000 mg/l
3	brak	1.000 - 10.000 mg/l
4	zout	> 10.000 mg/l

De aanwezigheid van nutriënten bepaalt de produktie van biomassa, met name van fytoplankton. Hoe meer fytoplankton voorkomt hoe minder kansen overblijven voor flora en fauna. Onderscheiden worden de trofieniveaus:

1. voedselarm (oligotroof) - weinig nutriënten;
2. matig voedselrijk (mesotroof) - tamelijk rijk aan nutriënten;
3. voedselrijk (eutroof) - rijk aan nutriënten;
4. zeer voedselrijk (hypertroof) - overbemest.

De organische belasting (saprobiegehalte) beïnvloedt het zuurstofniveau; bij een sterke organische belasting wordt het aquatische leven sterk geremd of onmogelijk gemaakt.

Naast de actuele zuurgraad van het water is het bufferend vermogen van belang. Dit bepaalt of er veel of weinig moet gebeuren om de pH te laten wijzigen. De bufferende stoffen (koolzuur, ammonia e.d.) kunnen zelf ook aanzienlijke invloed uitoefenen.
Planten en dieren stellen eisen aan de pH van het water. Zo stellen bijvoorbeeld de larven en het broed van respectievelijk amfibieën en vissen voorwaarden aan de pH.

1. zuur : pH < 5,5
2. neutraal : pH 5,5 - 7,5
3. basisch : pH > 7,5

Giftige stoffen kunnen zich ook bij lage concentraties ophopen in allerlei organismen om na consumptie door hogere dieren schadelijk te zijn. Enkele belangrijke groepen: zware metalen, PCB's, PAK's enz.

Samenstelling van de waterbodem

Voor veel plante- en diersoorten is het bodemtype van het aquatische milieu van belang; voor het meer terrestrische deel van de oeverzone is het zelfs van erg groot belang.
Voor de meer terrestrische delen van de oeverzone zijn variabelen als bodemtextuur, -structuur, -gelaagdheid, kalkgehalte, leemgehalte en reliëf ook van belang voor het al of niet vóórkomen van soorten.

3.5.3 Fysische karakterisering

De fysische omstandigheden bij een oever vormen een van de criteria, die bepalend kunnen zijn voor groei, uitbreiding, vestiging of afname van een oevervegetatie (oeverlevensgemeenschap). Het dynamische evenwicht tussen fysische omstandigheden en vegetatie wordt bepaald door:

a. helling van het talud;
b. waterpeil en peilvariaties daarin;
c. oeverexpositie.

ad a.

De taludhellingen/vormen zijn in vijf categorieën in te delen:

- zeer flauw (taludhelling kleiner dan 1:20);
- flauw (taludhelling 1:5 tot 1:20);
- normaal (taludhelling 1:3 tot 1:20);

- steil (taludhelling groter dan 1:3);
- gebroken talud, dat wil zeggen min of meer steil met een horizontale berm.

ad b.
Als relevante aspecten bij het waterpeil zijn te onderkennen:
- stagnantpeil;
- laagfrequente grote of kleine peilwisselingen en de periode waarin (zomer-/winterpeil, hoogwaters);
- matig frequente peilwisselingen (verticaal getij);
- hoogfrequente peilwisselingen (wind- en scheepsgolven).

De dynamiek in de peilvariaties (of de afwezigheid daarvan in geval van een stagnantpeil) bepaalt de duur van de inundaties. Op basis van de te verwachten peilvariaties is de oever in te delen in zones en een daarmee in overeenstemming zijnde vegetatie.
Belangrijke aspecten bij peilwisselingen zijn: amplitude, seizoen (periode), duur, natuurlijke/onnatuurlijke peilwisselingen.

ad c.
Bij de expositie van een oever wordt een onderscheid gemaakt in:
- ligging ten opzichte van overheersende windrichting, daarbij inbegrepen de strijklengte (hoger wal / lager wal);
- ligging ten opzichte van de kompasrichting (zuid- of noordhelling) in verband met de zonnestand;
- belastingen (golven, stroming, grondwater, ijsgang enz. (zie tabel 3 en 4))

3.5.4 Ecologische karakterisering

Vegetatie

Een goed ontwikkelde natuurlijke oevervegetatie in zoete wateren is in vijf zones te onderscheiden (zie fig. 37, 38 en 40):
- waterplantenzone;
- rietzone;
- zachthoutzone;
- grasvegetaties;
- hardhoutzone.

Elke categorie bevat verschillende groepen plantesoorten (zie bijlage A). Deze groepen worden door diverse organismen gebruikt, bijvoorbeeld voor het

afzetten van eieren aan de ondergedoken waterplanten en het zonnen op een blad van een drijvende waterplant, het bouwen van een nest in het riet of juist in de bomen.
De vegetatie beïnvloedt de omgeving, onder meer door bladval en beschaduwing.

Fauna

In bijlage B wordt nader ingegaan op diverse diergroepen waarvoor de oever een belangrijke functie kan hebben (ongewervelden, vissen, vogels en zoogdieren). De aan- of afwezigheid van vegetatie en het type vegetatie is een randvoorwaarde voor het al of niet voorkomen van bepaalde diergroepen. Andersom beïnvloeden de dieren ook de vegetatie bijvoorbeeld door begrazing, betreding, vergraving enz.

Algemene uitgangspunten

Het is niet mogelijk algemeen geldende eisen te formuleren voor de ecologische functie. Wel kan een aantal algemene uitgangspunten worden geformuleerd.

- Bij het ontwerpen en aanleggen van oeververdedigingen moeten de huidige natuurwaarden behouden blijven en de potentiële natuurwaarden worden bevorderd door het scheppen van de juiste condities.
- Voor met name de ontwikkeling van natuurlijke oevervegetaties en voor de keuze voor natuurtechnische oplossingen, moet worden uitgegaan van vegetatietypen die kenmerkend zijn voor die oevermilieus.
- Er moet een duidelijke keuze worden gemaakt of aanplant van soorten gewenst is.
- Bij natuurlijke regulatie wordt waarde toegekend aan het zelfstandig functioneren van een gebied, ofwel er wordt gestreefd naar een minimale beheersinspanning. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen geomorfologische (erosie en sedimentatie), hydrologische (langjarige peilfluctuaties en frequente inundaties) en biologische regulatieprocessen (predator-prooi relaties, begrazing).
- Het is mogelijk dat een bepaalde constructie voor een bepaalde groep soorten of levensgemeenschappen ongunstig is terwijl deze voor een andere juist voordelig is. Bijvoorbeeld een stenen glooiing vormt voor vrijwel alle steltlopers een ongunstig milieu maar voor wieren is het, afhankelijk van de toegepaste steensoort, een ideale plaats om zich te vestigen. Het hangt

er dus van af voor welke soorten of levensgemeenschappen is gekozen, ofwel hoe de oever wordt gewaardeerd.

Niettemin worden de criteria natuurwaarden en ecologische infrastructuur centraal gesteld.

Natuurwaarden

De in de toekomst haalbare natuurwaarden worden op het moment van aanleg reeds vastgelegd, respectievelijk gekozen. De waarde van een bepaald terrein kan worden afgeleid uit enkele criteria zoals:

- zeldzaamheid;
- diversiteit/complexiteit;
- oorspronkelijkheid (ongestoordheid, zuiverheid, volledigheid);
- vervangbaarheid/ontwikkelingstijd.

Toelichting

Zeldzaamheid is een relatief begrip. Als een soort of een levensgemeenschap in een bepaald gebied zeldzaam is, hoeft dat helemaal niet voor zijn gehele areaal zo te zijn. Daarom is het noodzakelijk een onderscheid te maken per geografisch schaalniveau (regionaal, nationaal, mondiaal). Bij de beschrijving wordt veelal de voorkeur gegeven aan een weging naar de dichtheid in een bepaald gebied.

Diversiteit en complexiteit, aantal soorten, levensgemeenschappen of typen per oppervlakte-eenheid.
De diversiteit is een maat voor de verscheidenheid binnen een bepaalde ruimtelijke eenheid. Verscheidenheid kan betrekking hebben op plante- en diersoorten, levensgemeenschappen of landschappelijke eenheden. De ruimtelijke eenheid kan een ecologisch systeem zijn (ecosysteem, landschap), een topografische eenheid (kilometerhok, kaartblad) of een bestuurlijke eenheid (provincie, land). Bij de diversiteitsbepaling moet de ruimtelijke dimensie altijd goed gedefinieerd worden.

Oorspronkelijkheid geeft aan de mate waarin:
- de aanwezige soorten, soorten zijn die er van nature thuishoren;
- de soorten aanwezig zijn die men in dat ecosysteem verwacht;
- er soorten voorkomen die aangeven of er sprake is van een verstoorde situatie.

De vervangbaarheid en de ontwikkelingstijd zijn zeer moeilijk te bepalen. De vervangbaarheid zal sterk beïnvloed worden door de mate van omkeerbaarheid van abiotische processen (uitlogen, erosie, bodemvorming) en de toegankelijkheid van soorten vanuit omringende habitats. De lokale omstandigheden bepalen de toegankelijkheid. De ontwikkelingstijd is grof benaderd afhankelijk van het successiestadium.

Voor meer informatie omtrent de ecologische onderbouwing van milieuvriendelijke oevers wordt verwezen naar [13].

Ecologische infrastructuur

Per landschap of regio moet bekeken worden in hoeverre de oever voor de in het gebied voorkomende dieren en planten dienst doet als:

- biotoop, kenmerkend voor het gebied;
- verbindingsbaan, trekroute (terrestrische/amfibische dieren).

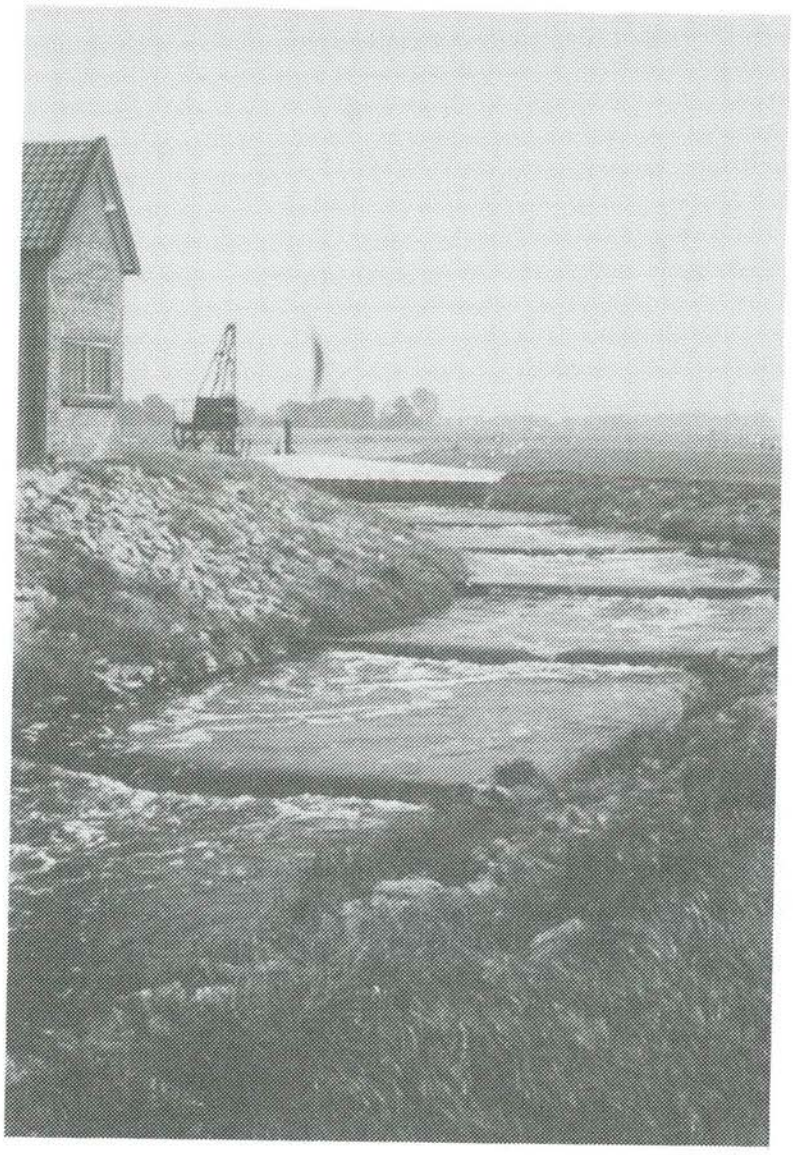
Voor zeer mobiele dieren behoeven oevers niet noodzakelijkerwijs geschikt te zijn als habitat, maar alleen als veilige trekbaan. Voor weinig mobiele dieren en voor planten moet het terrein ook geschikt zijn als habitat of om als migratieroute dienst te kunnen doen. Bij de afwegingen dienen de waarden van het omringende landschap nadrukkelijk te worden meegenomen. De omvang van het in de afweging betrokken gebied hangt af van het verbreidingsvermogen van de desbetreffende soort. Variabelen die een rol spelen, zijn: verbreidingsvermogen, levensduur, voortplantingsvermogen, bij de voortplanting betrokken individuen, minimum populatieomvang.

Voor het verzamelen van de gegevens ten behoeve van de ecologische infrastructuur is in eerste instantie een tweedeling noodzakelijk in plante- en diersoorten.

Planten en dieren die vast op een plaats zitten (sessiele dieren) zijn gebonden aan standplaatsen. Daartoe is het belangrijk te weten welke eisen deze stellen aan de standplaats en welke factoren van buitenaf een rol spelen bij vóórkomen en verspreiding.

De meeste diersoorten zijn mobiel en bezitten veelal verschillende functiegebieden. Een dier moet slapen, eten, rusten, overwinteren en zich voortplanten. Bij al deze activiteiten stelt de soort verschillende eisen aan de omgeving. Uitgaande van het gedrag van een individu en daarmee van een populatie kunnen verschillende eisen worden geformuleerd. Een onderscheid wordt gemaakt in de tijd en de ruimte. Nagegaan moet worden:

- welk gedrag vertoont de soort (in de tijd);
- welke (functie)gebieden zijn voor dit gedrag nodig;
- welke eisen stelt de soort aan de functiegebieden (aard, grootte, afstanden tussen gebieden).



Overijselsche Vecht, vistrap (foto NVVS).

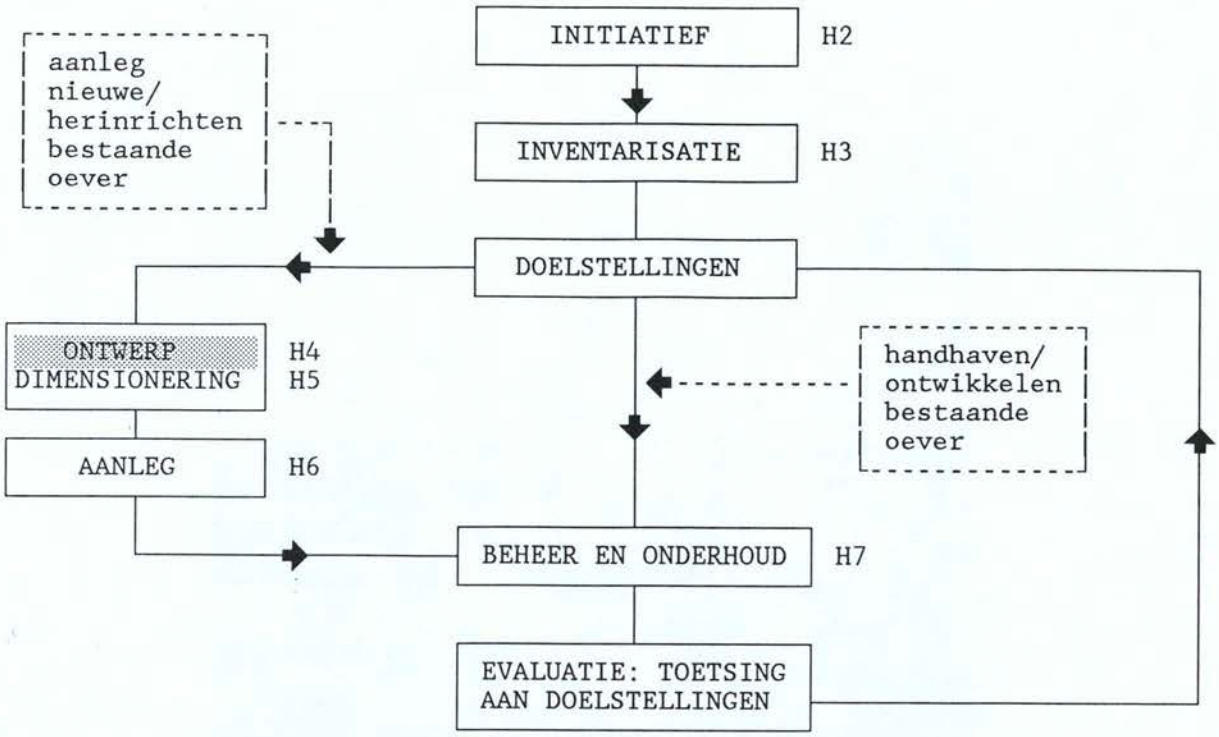


Fig. 13. Hoofdstuk 4 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 4
ONTWERPPROCES

4.1 Ontwikkelen en uitwerken van alternatieven

4.1.1 Algemeen

De geïnventariseerde functies van de oever, de randvoorwaarden en de overige belangrijke factoren, vormen de basis voor het voorontwerp. Het belang van ecologische en technische randvoorwaarden moet kritisch worden beschouwd. Daarbij moet duidelijk worden gemaakt wat de gevolgen zijn van het niet (volledig) voldoen aan de randvoorwaarden of vervullen van de gewenste functies. Verder zullen ervaringen met natuurtechnische en technische oplossingen houvast moeten geven wat betreft de gevolgen van het optreden van diverse schade-mechanismen, die tijdens de levensstadia van de oever op kunnen treden. Een foutenboomanalyse kan hierbij nuttig zijn (fig. 14).
Op basis van ervaring en creativiteit worden voorontwerpen voor de oever gemaakt. Aangegeven moet worden of een verdediging noodzakelijk is en welk deel van de oever dit betreft. Voorts dienen de wijze van aanleg en onderhoud en de beschikbare vegetatie en bouwmaterialen te worden beschouwd. In deze fase van het ontwerp kan worden volstaan met een globale indicatie van de relevante functies en (opgelegde) randvoorwaarden op de gebieden ecologie, sterkte en stabiliteit van de oever.

4.1.2 Randvoorwaarden watertype

Afhankelijk van het watertype kunnen randvoorwaarden zijn:

- vaarweggegevens: golfbeweging door wind en scheepvaart, waterdiepte, dwarsprofiel en strijklengte van de vaarweg en verder vaarsnelheid en grootte van de schepen;
- oeververdedigingsgegevens: stroming door wateraan- en afvoer en scheepvaart, waterstandwisselingen door wind en getij, waterstaatkundige beheersmaatregelen;
- biotische gegevens: vegetatie en fauna, aanwezigheid natuurgebied, waterkwaliteit en bodemkwaliteit, zoutgehalte, giftige stoffen, voedingsstoffen en sedimentgehalte in water;
- gegevens die betrekking hebben op: uitvoering, inspectie, beheer en onderhoud;
- wettelijke voorschriften, verordeningen, milieuwetgeving enz.;

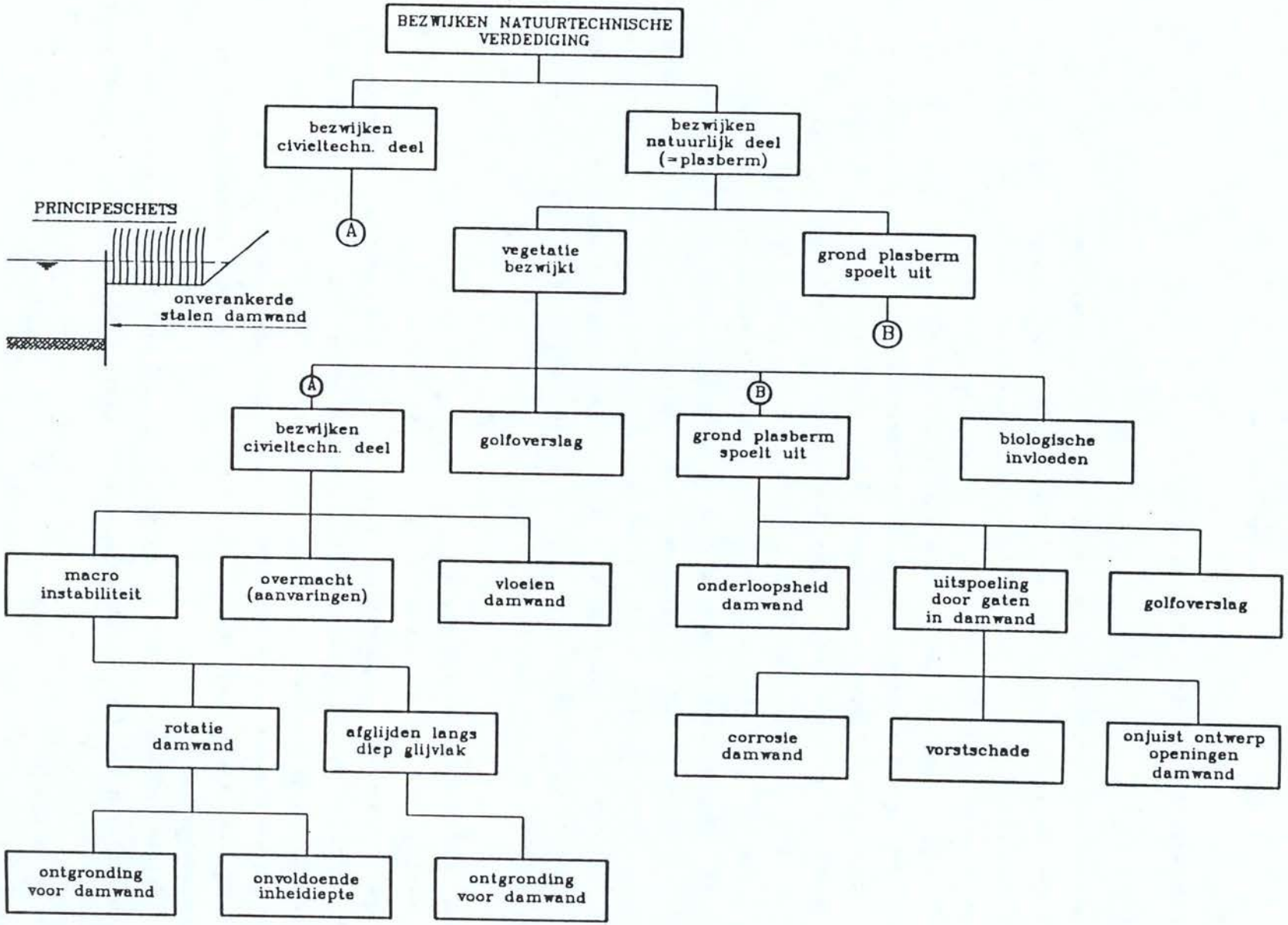


Fig. 14. Vereenvoudigde foutenboom voor een aanliggende verdediging.

- financiële aspecten van aanleg, inspectie en onderhoud, subsidies, sloopkosten, restwaarde en werk met werk maken;
- benodigde/beschikbare ruimte voor de waterloop en de oeververdedigingsconstructie.

De functies van een oever, de kosten, alsmede landschappelijke en ecologische omstandigheden spelen, in relatie tot de benodigde/beschikbare ruimte, een rol bij de keuze tussen hellende en verticale oevers. Enkele veel voorkomende profielvormen zijn weergegeven in figuur 15. Gebroken profielen bestaan uit een vorm die gedeeltelijk als verticale oever en gedeeltelijk als talud is uitgevoerd. Een dergelijk profiel is een compromis, waarvoor wordt gekozen op basis van de te vervullen functies. Bij voldoende ruimte zal de keuze in de meeste gevallen (gezien de wensen vanuit een oogpunt van natuur, recreatie en kosten) uitmonden in een taludvormige oever. Als de ruimte beperkt is, zal het resultaat een bakprofiel zijn. Een alternatief is het laten ontstaan van een evenwichtsprofiel.

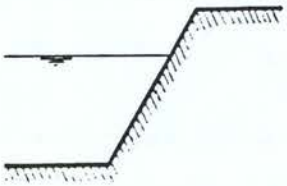
Het kostenaspect is ook van belang bij de keuze voor een ruimer dwarsprofiel dan het minimale (krappe) of normale profiel. Enerzijds zijn de effecten van de stroming geringer, wat tot een lichtere oeververdediging kan leiden. Anderzijds neemt de golfbelasting toe door de grotere strijklengte, hoewel dit effect meestal gering is. Als beide effecten leiden tot een lichtere oeververdediging moet een eventuele kostenbesparing worden afgewogen tegen de extra kosten van het grotere ruimtebeslag.

Een evenwichtsprofiel (fig. 18), is afgestemd op de te verwachten belastingen in elke zone. In sommige gevallen kan hierdoor een verdediging gering van zwaarte zijn of zelfs achterwege blijven.

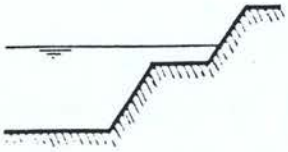
4.1.3 Randvoorwaarden oever

Randvoorwaarden die het oevermilieu bepalen zijn van tweeërlei aard: abiotisch (water, wind, bodem, geomorfologie) en biotisch (vegetatie, dieren, mens). Zij hebben directe invloed op de functies die een oever kan vervullen en op de mogelijkheden voor een bepaald oevertype.

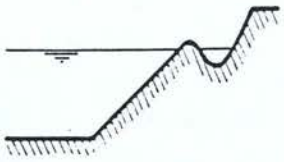
I. AFGELEIDE VORMEN HELLENDE OEVERS



trapeziumvormig profiel

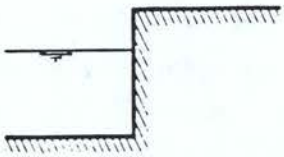


trapeziumvormig profiel met onderwaterberm

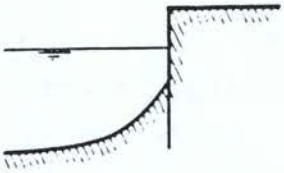


trapeziumvormig profiel met plasberm op waterlijn

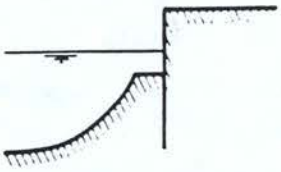
II. COMBINATIES MET VERTIKALE OEVERS



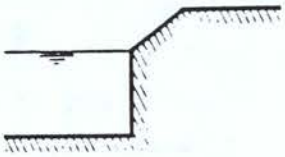
bakvormig profiel



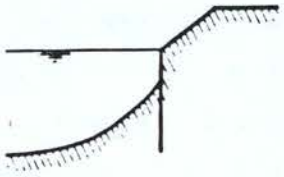
bakvormig profiel met onderwatertalud



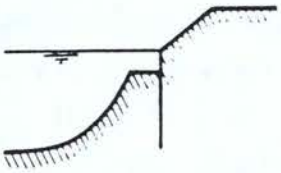
bakvormig profiel met onderwatertalud en berm



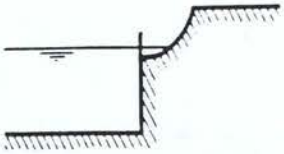
bakvormig profiel en bovenwatertalud



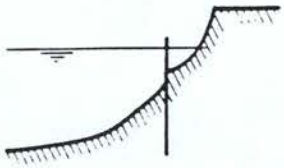
bakvormig profiel met onderwatertalud en bovenwatertalud



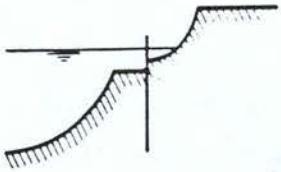
bakvormig profiel met onderwatertalud en berm en bovenwatertalud



bakvormig profiel met op de waterlijn plasberm en bovenwatertalud



bakvormig profiel met onderwatertalud en op de waterlijn plasberm en bovenwatertalud



bakvormig profiel met onderwatertalud en berm en op de waterlijn plasberm en bovenwatertalud

Fig. 15. Veel toegepaste overgangen in de zone land-water.

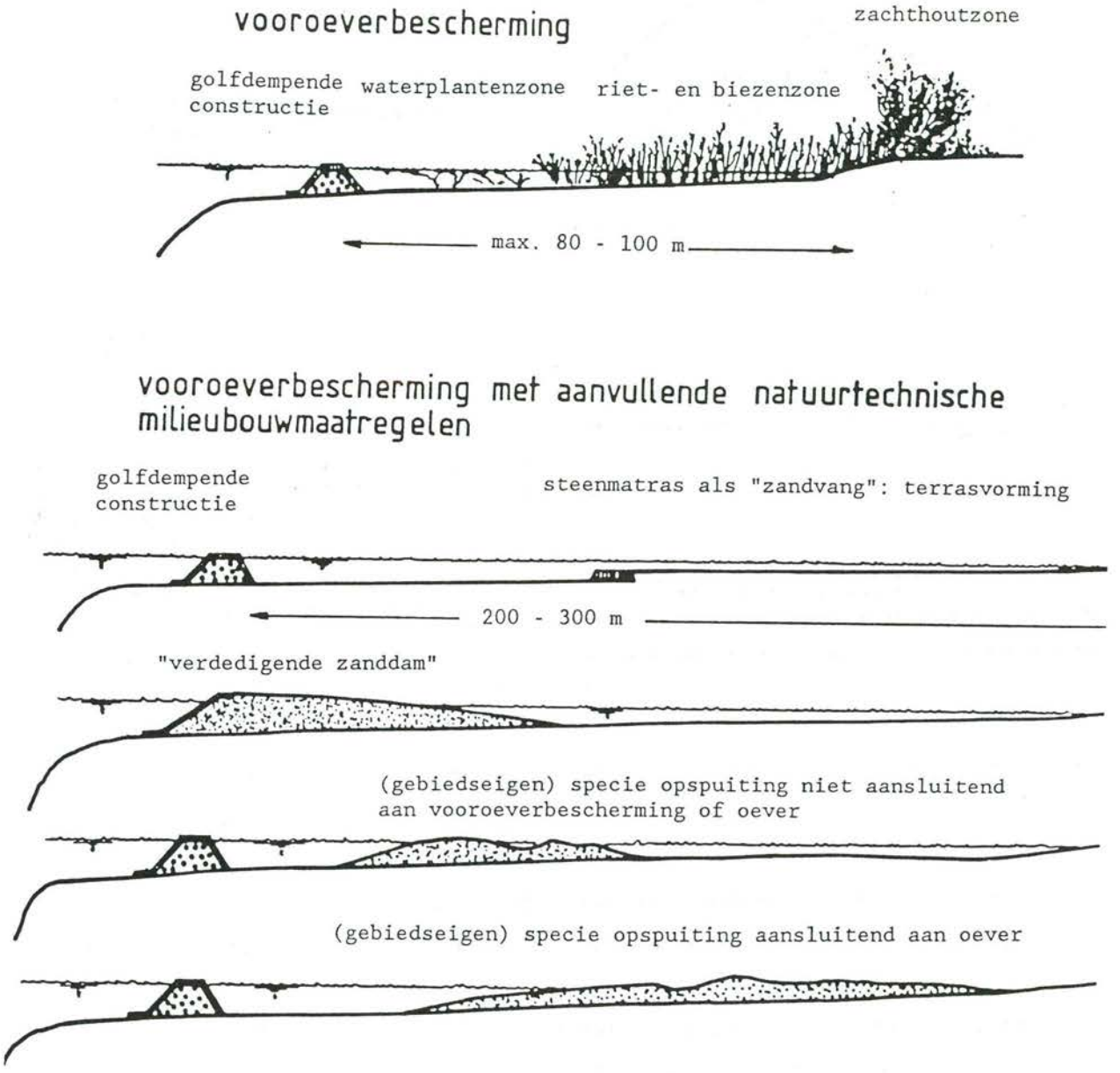


Fig. 15 vervolg. Veel toegepaste overgangen in de zone land-water.

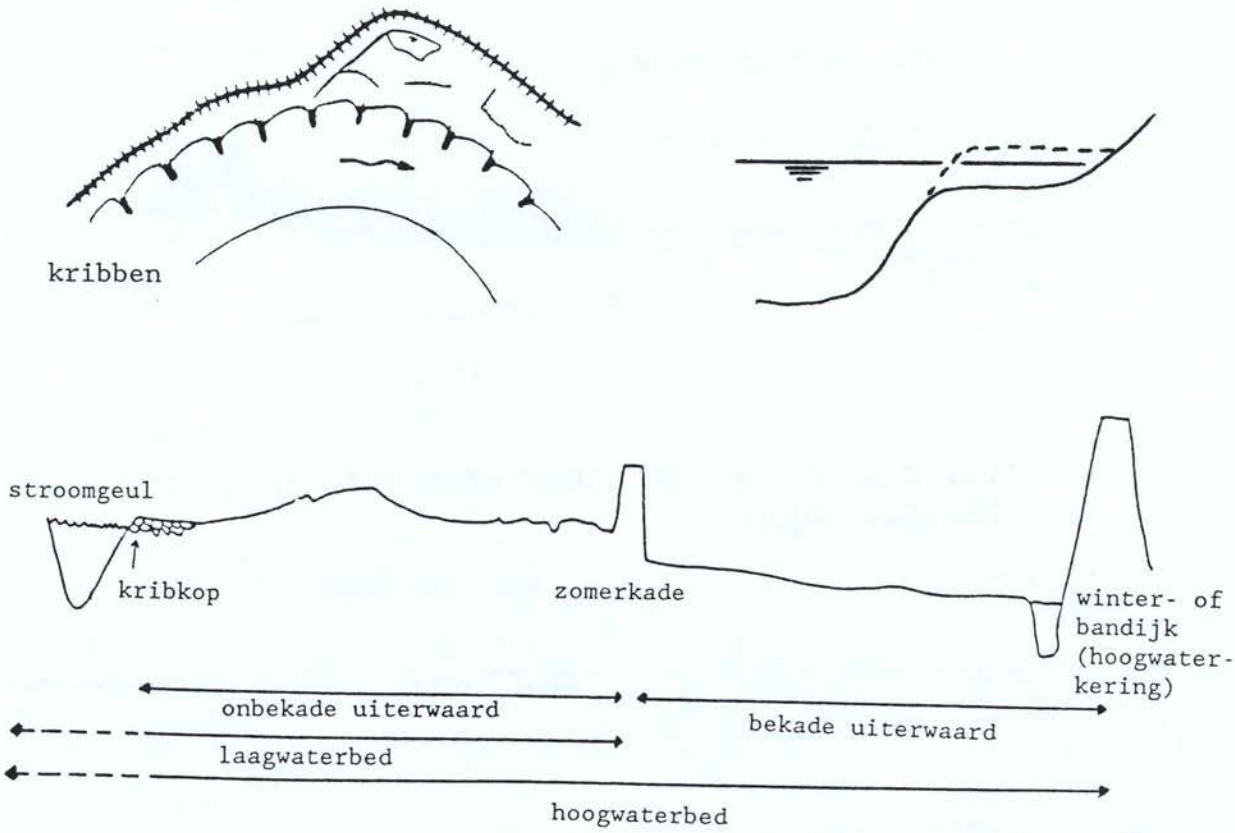


Fig. 15 vervolg. Veel toegepaste overgangen in de zone land-water.

Gegevens die nodig zijn voor het ontwerp, kunnen worden ontleend aan:

- bodemsamenstelling en -opbouw, zoals korrelgrootteverdeling, gelaagdheid en cohesie;
- geomorfologie (oevervorm en taludhelling) als resultante van optredende erosie- en sedimentatieprocessen;
- vegetatie; waarbij gebiedseigen ecotypen, bodemstabiliteit en beworteling een rol spelen, maar ook water- en bodemkwaliteit, golfdempende eigenschappen en waterpeilfluctuaties;
- gebruik door dieren als bijdrage aan de natuurfunctie, maar ook aspecten als vertrapping en begrazing door vee of vergraving door muskusratten;
- gebruik door mensen voor beheer en onderhoud, landbouw, visserij en recreatie;
- stroming van grondwater, waarbij grondwaterpeil en waterscheiding een rol spelen;
- scheepsvriendelijkheid, bijvoorbeeld een goede visuele geleiding.

4.1.4 Randvoorwaarden landzone

Randvoorwaarden die de landzone bepalen zijn abiotisch van aard (wind, neerslag, bodem, geomorfologie) en biotisch (vegetatie, dieren, mens). Deze factoren hebben direct invloed op de functies van de landzone:

- windvang en geleiding scheepvaart;
- ecologie, overgang van oever naar achterland in dwarsrichting; trekbaan voor dieren in langsrichting;
- landbouwfunctie;
- recreatieve functie.

Er kunnen soortgelijke functies en eisen als bij een natuurlijke oever worden gesteld. Mogelijke randvoorwaarden zijn:

- gebruik voor landbouw;
- natuurlijk gebruik (vegetatie, dieren);
- visuele geleiding voor scheepvaart;
- grondwater;
- beheer en onderhoud van de oever;
- recreatie.

Veelal zal de bestaande situatie van de landzone bepalend zijn voor het opstellen van functies en randvoorwaarden, vooral wanneer de eigenaar of beheerder van de landzone een andere is dan die van de oever.

4.1.5 Overige randvoorwaarden en beperkingen

Aanleg- en onderhoudskosten bepalen grotendeels de financiële kant van een oeverontwerp. Er moet een afweging worden gemaakt tussen hoge aanleg- en lage onderhoudskosten of lage aanleg- en hoge onderhoudskosten. Beschikbare budgetten en subsidies spelen hierin een belangrijke rol.

Ook het toekomstig beheer is in de ontwerpfase belangrijk, bijvoorbeeld omdat rekening moet worden gehouden met: handhaven van vaarsnelheden door controle, toegankelijkheid voor inspectie, beheer, onderhoud en het plaatsen van verkeerstekens, alsmede herstelmogelijkheden bij schade.

Wetten en verordeningen, vanuit andere sectoren dan oeverbeheer, kunnen beperkingen opleggen. Zo bestaan er streek- en bestemmingsplannen, cultuurhistorische voorschriften, militaire voorschriften en landschapsverordeningen. Deze voorschriften kunnen in belangrijke mate de wijze van aanleg en onderhoud beïnvloeden.

Lokale omstandigheden kunnen eveneens randvoorwaarden opleggen. Het is van belang te weten of er (ook in de toekomst) sprake zal zijn van een verkeers-

weg direct naast de oever of vaarweg, bebouwing op de oever of kabels en pijpleidingen in de oeverzone.
Mogelijkheden ter vermindering van de aanlegkosten of ter vergroting van de waarde (meerwaarde) moeten in ogenschouw worden genomen: werk met werk maken, hergebruik materialen en gebruik (elders) vrijkomende specie.

4.2 Selectie voorontwerpen

Na de vormgevingsfase (het genereren van alternatieven), moet worden bepaald welke voorontwerpen in detail gedimensioneerd zullen worden.
De soort opdrachtgever (rijksoverheid of lokale beheerder) en bijzondere omstandigheden als subsidies en werkgelegenheidsprojecten, bepalen of een maatschappelijke (=totale) evaluatie moet worden gemaakt of een privaat-economische (=sectorale). Bij een totale evaluatie van de varianten kan het vergelijken van weegbare aspecten (kosten) en moeilijk weegbare aspecten (natuur, landschap, recreatie enz.) problemen geven. Eenvoudiger wordt het als in deze fase eerst de moeilijk weegbare aspecten worden ingebracht, naast een financieel plafond en uitvoeringsaspecten. Duidelijk zal zijn dat de technische inbreng in deze fase niet overheersend is.
De eindevaluatie tussen varianten (par. 4.4) kan in deze opzet beperkt blijven tot de kosten. Bij vrijwel gelijke waarderingen zou nog eens gekeken kunnen worden naar de moeilijk weegbare aspecten.

Deze tweedeling in de evaluatie is verdedigbaar uit het oogpunt van de beslissers. Veelal is in de ontwerpfase het beslissingscircuit anders (vormgericht, dus bewakers van de diverse belangen, gebruikers èn de beheerder), dan in de eindevaluatiefase (uitsluitend de beheerder).

De voorselectie van de varianten gebeurt op basis van de hoofdfunctie (vastleggen van de oeverzone). Daarna kan een kwalitatieve selectie plaatsvinden op eisen, voortkomend uit de leefomgeving. Tot slot kan een kwalitatieve selectie op (immateriële) eisen plaatsvinden, voortvloeiend uit technische aspecten.
Bij het afwegingsproces in de voorontwerpfase zijn multi-criteria methoden een goed hulpmiddel. Bij deze methoden wordt een matrix opgesteld, bestaande uit de diverse alternatieven en beoordelingsaspecten als functies, gevolgen

en kosten. Vervolgens worden door de beslissers per beoordelingsaspect scores toegekend aan elk alternatief.

Deze fase eindigt met een aantal geselecteerde varianten die voldoen aan de randvoorwaarden. Ze kunnen als min of meer gelijkwaardig worden beschouwd. Alvorens een definitieve dimensionering van de varianten uit te voeren, moeten voorafgaand aan de selectie van het definitieve uit te voeren ontwerp, het type projectevaluatie en de daarbij behorende criteria worden vastgesteld.

Voorselectie en kwalitatieve selectie worden afgesloten met de keuze van de alternatieven voor de dimensionering.

4.3 Dimensionering veelbelovende alternatieven

De geselecteerde voorontwerpen worden bij de dimensionering tot in detail uitgewerkt. Het resultaat moet tijdens de gehele levensduur voldoen aan alle toegekende functies. Een goed inzicht is nodig in alle belastingsituaties die zich kunnen voordoen als gevolg van normale en extreme belastingen. Op basis hiervan kan een sterkteberekening worden uitgevoerd. Het gedrag van een constructie en/of natuurlijke oever onder invloed van belastingen kan worden onderzocht met behulp van een foutenboom. Daarmee wordt voorkomen dat belastingen 'vergeten' worden.

Voorafgaand aan het eigenlijke dimensioneren zal voor een deel van de randvoorwaarden de beschikbare, globale informatie, nader moeten worden uitgewerkt of gekwantificeerd. Soms zal het daartoe nodig zijn ter plaatse metingen te verrichten of monsters te nemen en die te onderzoeken.

Bij het werkelijke dimensioneren moeten ontwerpformules, -grafieken enz. worden gebruikt. De beschikbare, relevante kennis hierover is te vinden in hoofdstuk 5. Er wordt op gewezen, dat bijzondere aandacht gewenst is voor eventuele overgangsconstructies, vooral rondom de waterlijn, tussen verschillende typen verdedigingen (natuurlijke en civieltechnische). In deze zone begint veelal oevererosie of schade. Functiescheiding kan daarbij voordelen hebben; afzonderlijke elementen vervullen een aparte functie. Een voorbeeld is de vooroeververdediging gecombineerd met een oevervegetatie.

Benadrukt wordt nogmaals bij het dimensioneren rekening te houden met aanleg-, beheer- en onderhoudaspecten die invloed hebben op het ontwerp. Gelijktijdig met het dimensioneren moet daarom een beheersplan worden uitgewerkt.

Aan het eind van de dimensioneringsfase zijn volledige ontwerpen van één of meer alternatieven beschikbaar. Uit deze ontwerpen kan het uit te voeren ontwerp worden gekozen.

Voor het ontwikkelen van een natuurtechnische oever zijn de volgende aspecten van belang:
- beperken van belastingen door scheepvaart (reduceren scheepsgolven, verkleinen dynamiek);
- beperken van golfinvloed (dempen van golven, verkleinen dynamiek);
- goede dimensionering van de overgang water-oever;
- eventueel de toplaag beschermen tijdens de groeifase;
- aanplant;
- (maai)beheer (sturen van vegetatie-ontwikkeling);
- peilbeheer (een constant peil in het groeiseizoen is gunstig voor veel vegetatie. De richtlijn is natuurlijke seizoensvariaties 's zomers een laag en 's winters een hoog peil).

Deze moeten worden afgestemd op het watertype (zoet - brak - zout).

Verder zijn waterkwaliteitsaspecten van belang zoals:
- terugdringen fosfaat en micro-verontreinigingen;
- beperken wateraanvoerfunctie en bevorderen van de waterafvoerfunctie van de oever;
- baggeren van sterk aangeslibde en verontreinigde bodems.

Voorbeelden van natuurlijke en natuurtechnische oevers zijn te vinden in [14 en 15]. In figuur 16 is een vegetatiezonering voor oevers weergegeven van een vanuit natuuroogpunt als "ideaal" bestempeld talud langs stilstaand zoet water. De breedte van de verschillende zones is afhankelijk van de taludhelling ter plaatse en kan variëren van enkele meters tot vele honderden meters.

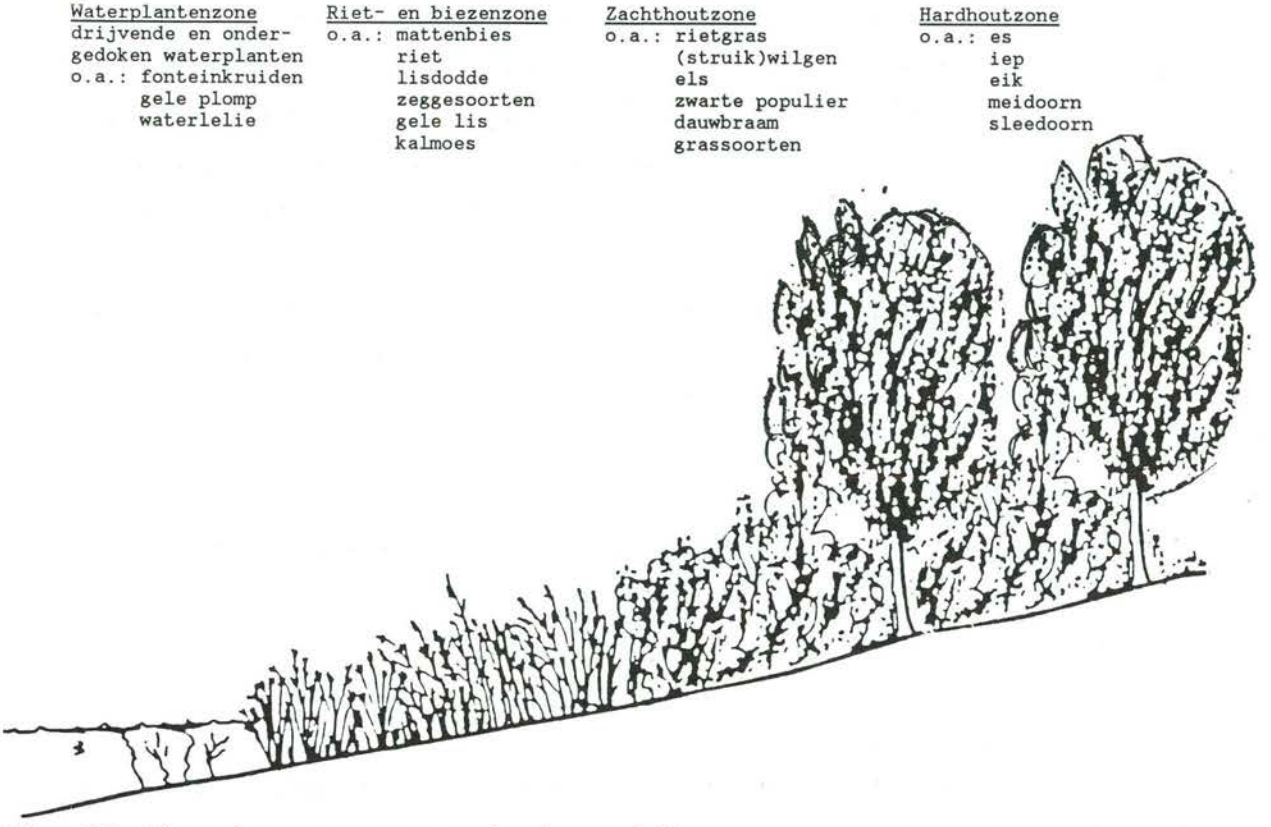


Fig. 16. Zonering oevervegetatie [naar 16].

4.4 Kostenvergelijking en keuze uit te voeren alternatief

4.4.1 Algemeen

Na de dimensionering van de alternatieven volgen de evaluatie en selectie van de overgebleven variant(en). Gezien de vaak beperkte financiële middelen is het logisch dat de voorkeur in eerste instantie uitgaat naar een economisch goedkope variant. Het zal duidelijk zijn dat een "juiste" afweging uitsluitend kan plaatshebben door zowel technische als economische criteria te beschouwen. Een kosten-batenanalyse biedt deze mogelijkheid.

Maatschappelijke ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat oevers ook andere functies dienen te vervullen. Verder moeten ze voldoen aan criteria van vormgeving en maatschappelijke eisen dus er is een maatschappelijke evaluatie nodig. Hiertoe zijn multi-criteria methoden beschikbaar, waarbij een afweging plaats heeft die gebaseerd is op een combinatie van technische waardering, financiële middelen en maatschappelijke effecten.

Een maatschappelijke evaluatie kan echter aanleiding geven tot problemen. De waardering voor de verschillende criteria wordt namelijk uitgedrukt in niet-vergelijkbare grootheden en is veelal kwalitatief van karakter. In deze voorlopige richtlijnen wordt voorgesteld de maatschappelijke evaluatie van de verschillende varianten al te laten plaatsvinden in de fase 'selectie van voorontwerpen' (par. 4.2). Evaluatie en selectie van het definitieve ontwerp kan in principe beperkt blijven tot een economische evaluatie. Indien nodig, bijvoorbeeld bij vrijwel gelijke waarderingen, kan alsnog een maatschappelijke evaluatie worden uitgevoerd.

4.4.2 Financiële evaluatie

Essentieel bij een financiële evaluatie is dat alle kosten en baten die zijn te voorzien, worden vertaald in geld. Te onderscheiden zijn:

- ontwerpkosten;
- aanlegkosten;
- beheer- en inspectiekosten;
- onderhoudskosten, inclusief baten door vervullen van andere functies;
- kosten wegens schade;
- sloop- of vervangingskosten;
- restwaarde.

Een exacte financiële vertaling zal veelal niet mogelijk zijn met de in dit rapport aangehouden deterministische ontwerptechnieken. Immers, de onderhoudskosten zullen geschat moeten worden op basis van ervaring, en die ervaring is nog gering met natuurlijke en natuurtechnische oeververdedigingen. Een probabilistische ontwerpmethode zal daarentegen in de toekomst mogelijkheden bieden om de diverse kosten nauwkeuriger vast te stellen als functie van de kans van optreden van gebeurtenissen.

Als alle kosten en baten zijn gekwantificeerd, kan een optimalisatie worden uitgevoerd. De beslisser(s) heeft (hebben) hierbij verschillende methoden tot zijn (hun) beschikking. De keus wordt bepaald door de soort opdrachtgever, het al of niet beschikbaar zijn van subsidies en de mogelijkheid gebruik te kunnen maken van werkgelegenheidsprojecten.

Voor de methodiek van een kosten-batenanalyse wordt verwezen naar bijlage F, waar twee methoden worden behandeld:

- annuïteiten methode;
- netto-contante-waarde methode.

4.4.3 Maatschappelijke evaluatie

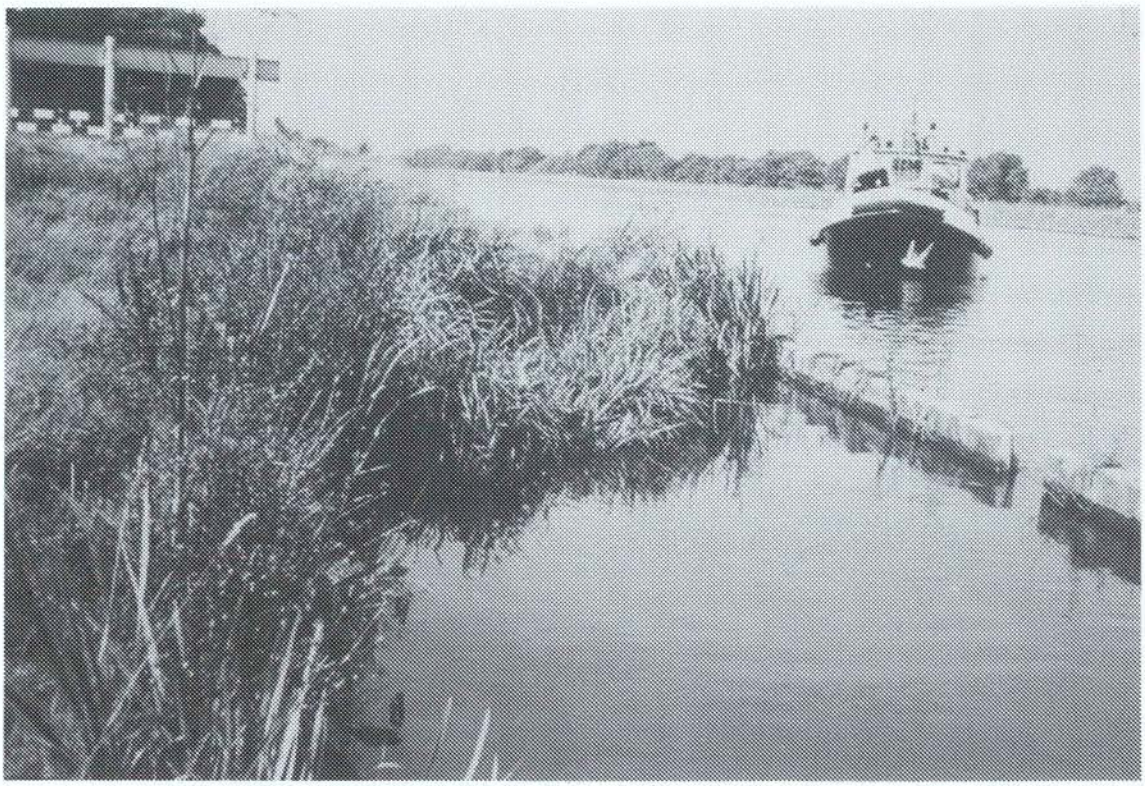
In deze fase van het ontwerpproces kan een totale projectevaluatie nodig zijn. Bijvoorbeeld als bijzondere randvoorwaarden een rol spelen of omdat een economische evaluatie één of meer vrijwel gelijkwaardige varianten heeft opgeleverd. In het laatste geval kan eventueel worden volstaan met het kritisch beschouwen van de toegekende waarderingen voor de moeilijk weegbare criteria in de evaluatiefase van het voorontwerp. Op deze wijze is de selectie van het 'gunstigste' alternatief mogelijk.

Als een maatschappelijke evaluatie toch nodig is, dan staat(n) de beslisser(s) een keur van evaluatiemethoden ter beschikking. Al deze multi-criteria methoden hebben gemeen, dat zij trachten op objectieve wijze een rangorde aan te brengen in de verschillende alternatieven. Hiertoe worden vooraf, bij het formuleren van de doelstellingen, de waarderingsaspecten en de bijbehorende criteria vastgesteld. Ook wordt rekening gehouden met verschillen in belangrijkheid tussen de waarderingsaspecten. De methoden zijn op diverse wijzen te onderscheiden, bijvoorbeeld:
- naar de moeilijkheidsgraad;
- naar de mogelijkheid van verwerken van zowel kwantitatieve als kwalitatieve waarderingen.

Inschakeling van deskundigen kan wenselijk zijn vanwege de gecompliceerdheid en de gevoeligheidsanalyse die nodig is om het eindresultaat te onderzoeken. Tot de eenvoudige methoden behoren de gewogen sommeringsmethoden [17]. Hier is wel een waarschuwing op zijn plaats omdat bij deze methoden namelijk beschikbare informatie maar ten dele wordt benut. Zo kan het resultaat, de rangorde van de diverse varianten, in zeer sterke mate worden beïnvloed. Grote voorzichtigheid is dus geboden.

Het gebruik van multi-criteria methoden vereist heel veel informatie, die niet gemakkelijk toegankelijk is. Daarnaast is een nauwkeurige definiëring nodig van de beoordelingsaspecten. Deze zijn te verdelen in algemene criteria en subcriteria. Onderlinge onafhankelijkheid van deze aspecten moet nagestreefd worden. Een moeilijk punt is echter het vaststellen van de belang-

rijkheid van de verschillende waarderingsaspecten. Om deze redenen verdient de gekozen ontwerpprocedure, waarbij reeds in de fase van het voorontwerp de afweging tussen weegbare en moeilijk weegbare aspecten wordt gemaakt, de voorkeur boven een maatschappelijke evaluatie in de eindfase.



Wilhelmina kanaal, damwand met opening en plasberm (foto RWS Dienst Verkeerskunde).

4.4.4 Selectie

Op basis van voorgaande evaluatie moet een besluit worden genomen over het uit te voeren alternatief, met inbegrip van het beheersplan. Bij deze selectie speelt de bestuurder weer een belangrijke rol, want zijn keuze is bepalend voor inrichting en beheer van de oever.

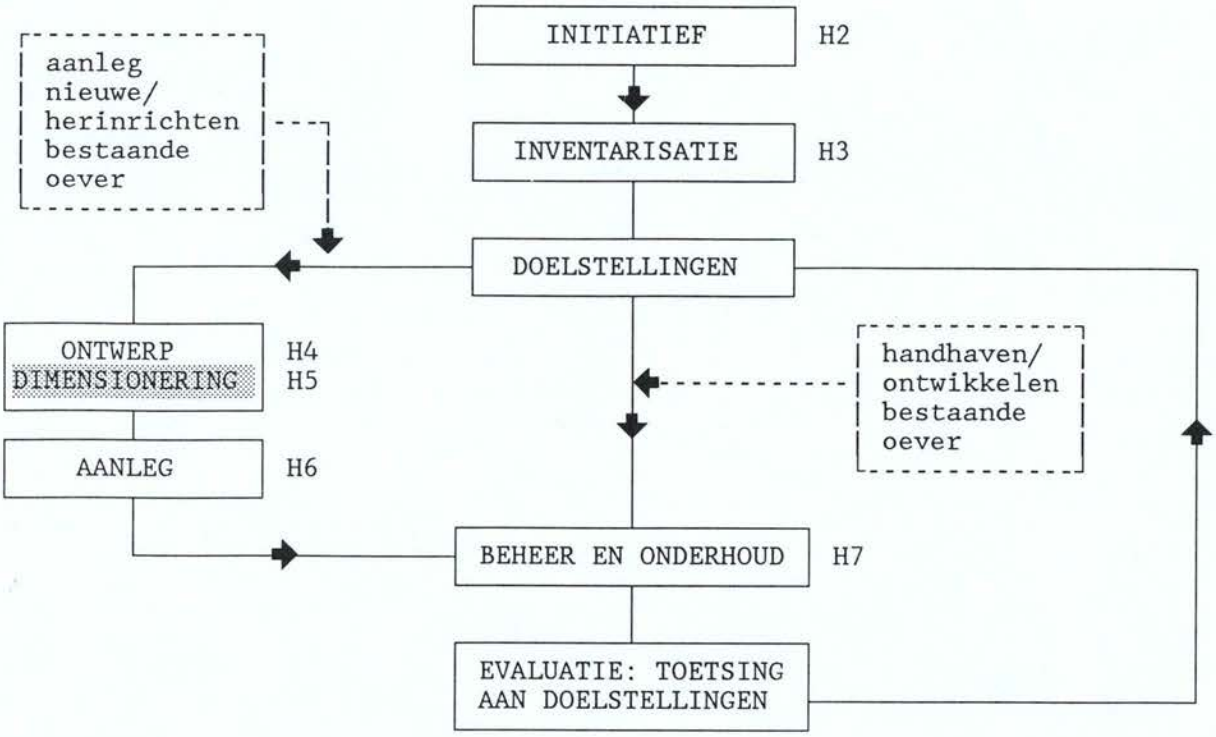


Fig 17. Hoofdstuk 5 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 5
DIMENSIONERINGSREGELS

5.1 Algemeen

Voor het dimensioneren van een oever is enerzijds kennis nodig van de optredende belastingen op die oever en anderzijds van de sterkte van de afzonderlijke elementen en van het geheel. Dimensioneringsregels (formules, grafieken) beschrijven de relatie tussen belastingen en sterkte.
Voor milieuvriendelijke natuurlijke oevers zijn dergelijke regels, in tegenstelling tot civieltechnische oevers, nog nauwelijks beschikbaar. Bovendien is voor dit type oever karakteristiek dat tijdens de aanleg de ruimte en de randvoorwaarden worden gecreëerd, waarbinnen de natuur zelf verder "bouwt", gestuurd door het beheer. Daarmee kan zich ook de relatie tussen belastingen en sterkte wijzigen.

In deze paragraaf wordt de huidige kennis gepresenteerd van het dimensioneren van oevers waar vegetatie een belangrijke functie vervult. Dit zal zich meestal beperken tot de civieltechnische middelen die bij de oever worden ingezet, omdat over de vegetatie de kennis nog onvoldoende is. Verwacht wordt dat binnen enkele jaren de nu nog beperkte kennis aanzienlijk zal zijn uitgebreid.
Achtereenvolgens worden behandeld:
- oevers zonder civieltechnische middelen;
- vooroeververdedigingen;
- aanliggende verdedigingen;
- doorgroeiconstructies.

In de praktijk zijn ook combinaties mogelijk.

In de figuren 18, 25, 28 en 30 is voor deze constructies aangegeven, waaraan bij het ontwerpen aandacht moet worden besteed. Dit betreft naast technische eisen en criteria, zoals bestand zijn tegen belastingen, duurzaamheid en grondmechanische stabiliteit (die alle verband houden met de hoofdfunctie het vastleggen van de oever), ook eisen en criteria inzake de ecologische, landschappelijke en recreatieve functie.
De toegevoegde functie recreatie wordt uitgebreid behandeld in bijlage C. Daarin is een overzicht gegeven van de eisen die gelden voor de verschillen-

de vormen van recreatie.
Ecologische eisen en criteria hebben betrekking op de chemische hoedanigheden (in het bijzonder water- en bodemkwaliteit), fysische karakterisering en ecologische karakterisering. Het laatste aspect bevat de biotische randvoorwaarden; de beide eerste samen de abiotische, die te beschouwen zijn als voorwaardescheppende randvoorwaarden. Voor een nadere uitwerking van de ecologische eisen en criteria wordt verwezen naar paragraaf 3.5.4, alsmede bijlage A, B en D. Voor de milieutechnische aspecten van constructiematerialen wordt verwezen naar bijlage E.

Zoals gezegd worden voor de vier genoemde oevertypen de dimensioneringsregels behandeld. Dit betreffen deterministische regels, dat wil zeggen een maatgevend geachte belasting wordt gerelateerd aan een karakteristieke sterkte, inclusief een overall veiligheidsfactor. In tabel 3 is per watertype een overzicht gegeven van de mogelijke belastingen. Voor elke lokatie kunnen afwijkingen ten opzichte van de gegeven waarden optreden en deze zullen dan ook moeten worden bepaald.

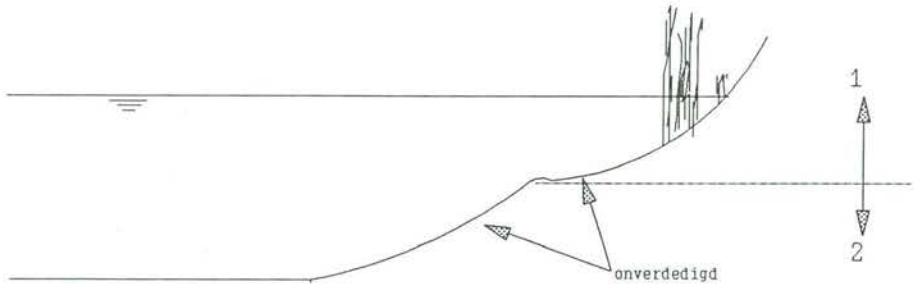
Géén onderscheid is gemaakt bij de te presenteren dimensioneringsregels naar watertype. De te behandelen oevertypen worden in principe geacht te kunnen worden toegepast bij nagenoeg alle watertypen. Een uitzondering hierop vormen vooroeververdedigingen. Deze zullen in verband met de beschikbare ruimte zelden of nooit worden toegepast in kanalen en kleine waterlopen.

5.2 Oevers zonder civieltechnische middelen

Oevers zonder civieltechnische middelen kunnen worden onderverdeeld in oevers zonder en oevers met vegetatie.

5.2.1 Oevers zonder vegetatie

Bij een oever zonder vegetatie kan onder invloed van golf- en stroombelasting een evenwichtsprofiel ontstaan (fig. 18). Karakteristiek voor een dergelijke oever is, dat de vorm van de oever zich aanpast aan de belastingen op elk niveau beneden de waterspiegel.



- golven
- peilvariaties
- stroming
- doorstroomprofiel
- vegetatie
- grondparameters

Fig. 18. Relevante aspecten bij onverdedigde oevers.
1 bovenste gedeelte oever (golfbelasting)
2 onderste gedeelte oever (stroombelasting)

Profiel bij stroombelasting

Is er uitsluitend sprake van een stroombelasting als gevolg van een debiet, dan zal de oever een cosinusprofiel aannemen [17] (fig. 19). Het profiel kan worden berekend met de formules:

$$b_{hor} = \frac{1}{h} \left(A_c - \frac{2\ h^2}{\sin \phi_n}\right) \tag{5.1}$$

$$x_m = \frac{\pi h}{2 \sin \phi_n} \tag{5.2}$$

waarin:

A_c = natte oppervlak aangrenzend water [m^2]
h = waterdiepte [m]
ϕ_n = gemodificeerde hoek van natuurlijk talud (grondsoort-afhankelijk) [°]
b_{hor} = parameter bij evenwichtsstroomprofiel belast door stroming [m]
x_m = parameter bij evenwichtsstroomprofiel belast door stroming [m]

Voor een lokatie in Friesland is een empirische waarde van $\phi_n = 16°$ afgeleid (kleiig zand tot zandige klei met plaatselijk een zwakkleiig veenpakket).

vaarwegas

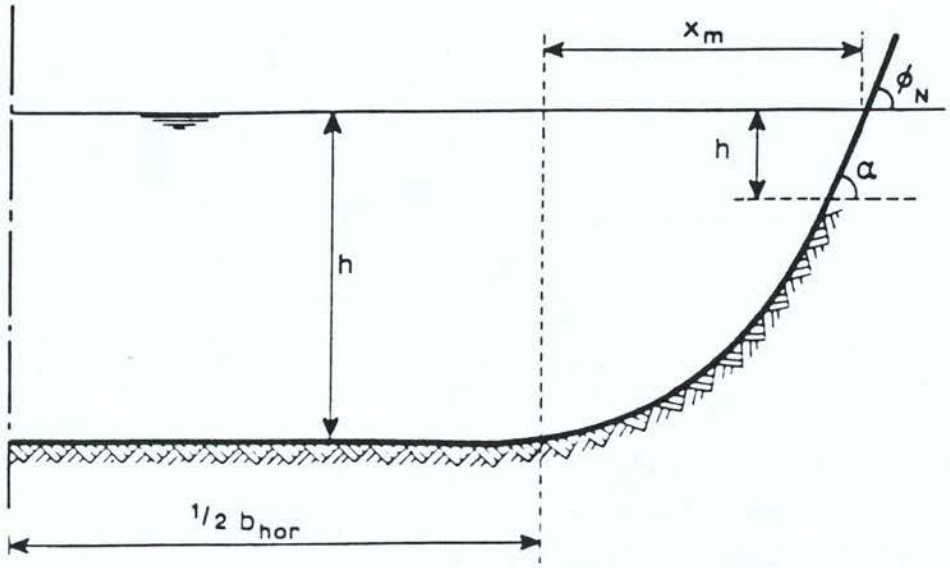


Fig. 19. Evenwichtsprofiel bij stroombelasting.

Voorbeeld

* onverdedigd profiel, alleen stroming

Een afwateringskanaal, aan te leggen in een zandig gebied, moet een debiet van 100 m^3s^{-1} kunnen verwerken, waarbij de stroomsnelheden niet hoger mogen worden dan 1 ms^{-1}. Het profiel moet derhalve tenminste 100 m^2 zijn. Voor de diepte wordt 3 meter aangehouden. Via (5.1) en (5.2) kan de benodigde breedte op de waterlijn worden berekend:

Voor ϕ_n wordt een waarde van 20° aangenomen. Uit (5.1) volgt een waarde van 15,8 meter voor b_{hor}. Voor x_m wordt via (5.2) een waarde van 13,8 meter gevonden. De breedte op de waterlijn bedraagt dus 15,8 + 2 x 13,8 meter, is 43,4 meter.

Profiel bij golfbelastingen

Voor het geval er uitsluitend golven (wind- of scheepsgolven) optreden, kan op grond van erosieprofielen, zoals waargenomen bij strandprofielen en grind- en breuksteentaluds [17] (fig. 20), de vorm worden bepaald met de formules:

$$h_s = 0{,}22 \cdot N^{0{,}07} \cdot H_s \cdot \left(\frac{H_s}{L_z}\right)^{-0{,}3} \qquad \text{voor } H_oT_o > 300 \cot \alpha \qquad (5.3)$$

$$l_s = p^{-1{,}28} \cdot h_s^{1{,}28} \qquad (5.4)$$

(Voor $H_oT_o < 300 \cot \alpha$, zie [18])

waarin:

- N = aantal windgolven of scheepspassages [-]
- H_o = dimensieloze golfhoogte [-], $H_o = H_s/\Delta.D_n$
- T_o = dimensieloze golfperiode [-], $T_o = (g/D_n)^{0,5} \cdot T_z$
- T_z = golfperiode op diep water [s]
- H_s = significante golfhoogte [m]; (= gemiddelde van hoogste derde deel van de golven)
- L_z = golflengte op diep water [m]; $gT_z^2 / 2\pi$
- D_n = nominale materiaaldiameter [m]
- α = taludhoek ter plaatse van de waterlijn [°]
- Δ = relatieve dichtheid [-], $\Delta = (\rho_s - \rho)/\rho$
- ρ = dichtheid water [$kg.m^{-3}$]
- ρ_s = dichtheid materiaal [$kg.m^{-3}$]
- h_s = parameter bij evenwichtsprofiel belast door stroming en golven [-]
- l_s = parameter bij evenwichtsprofiel belast door stroming en golven [-]
- p = parameter [-]
- g = versnelling zwaartekracht [$m.s^{-2}$]

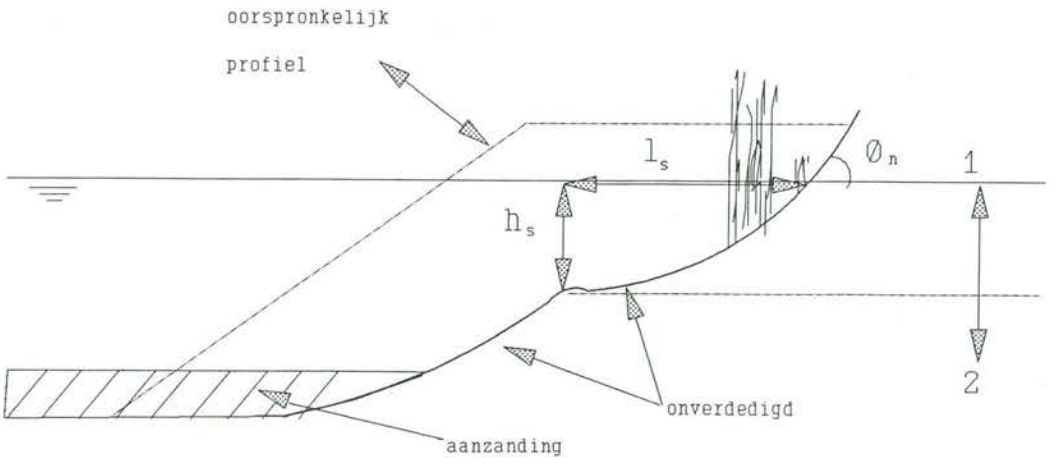


Fig. 20. Evenwichtsprofiel bij golfbelasting.

Voor zand met korreldiameters in de range van 100 μm tot 1000 μm heeft de parameter p waarden van 0,05 tot 0,2 (fig. 21). In het geval van cohesieve grond wordt voorlopig aangeraden eveneens aan de hand van de korreldiameter de waarde van p vast te stellen.

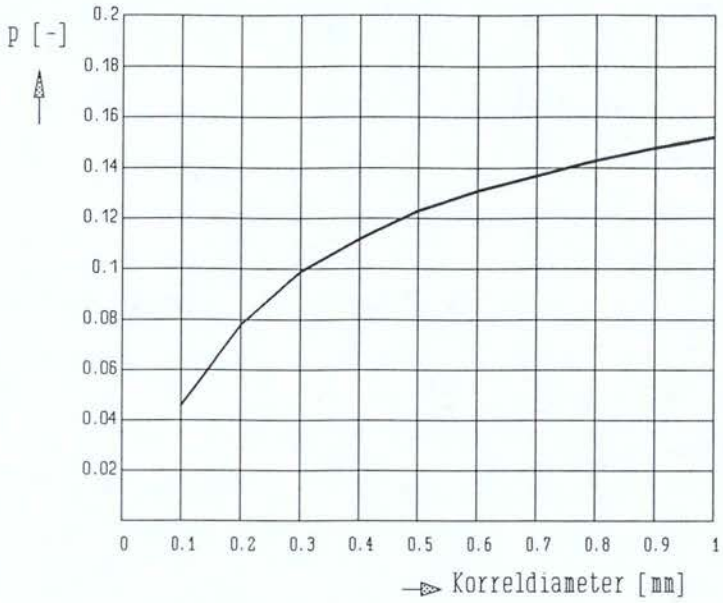


Fig. 21. De waarden van parameter p als functie van de korreldiameter.

Voorbeeld

* alleen golfbelasting

Het afwateringskanaal van het eerste voorbeeld, dat al enige tijd in gebruik is, wordt toegankelijk gemaakt voor recreatievaart. Verwacht wordt dat per jaar 5000 recreatievaartuigen van het kanaal gebruik zullen maken. Met de formules (5.3) en (5.4) kan berekend worden hoe de breedte van het kanaal verandert o.i.v. de golven die door de recreatievaartuigen worden opgewekt (vanwege de geringe afmetingen van de boten is de veroorzaakte retourstroming te verwaarlozen t.o.v. de natuurlijke afvoer van ca. 1 ms^{-1}):

Met behulp van het computerprogramma DIPRO kan worden berekend dat de opgewekte golven ca. 0,25 meter hoog zijn, met een periode van 1,7 seconden en een golflengte van 4,8 meter. Op basis van deze waarden wordt voor h_s een waarde van 0,24 meter gevonden. Het in de oever aanwezige zandige materiaal heeft een D_n van 0,00021 meter. Hierbij geldt voor de parameter p een waarde van 0,08. Dit leidt tot een waarde van 4,15 meter voor l_s.

Door de recreatievaart zal het kanaal na één jaar op de waterlijn ongeveer 8 meter breder zijn geworden.
Het geërodeerde zand is naar de teen van het talud verplaatst.

Profiel bij golf- en stroombelasting

Als er sprake is van een gecombineerde belasting van windgolven en stroming door afvoer, dan kan het bovenste deel van de oever, belast door windgolven, worden gedimensioneerd met de formules (5.3) en (5.4) (fig. 22), het onderste deel, belast door stroming, met formules (5.1) en (5.2). De helling van het talud onder het knikpunt kan worden berekend met formule (5.5):

$$\tan \alpha / \tan \phi_n = \left(\frac{h^2 - h(\alpha)^2}{h^2} \right)^{0,5} \qquad (5.5)$$

waarin:

$h(\alpha)$ = lokale waterdiepte [m]
h = waterdiepte [m]
α = taludhoek [°]
ϕ_n = hoek van natuurlijk talud [°]

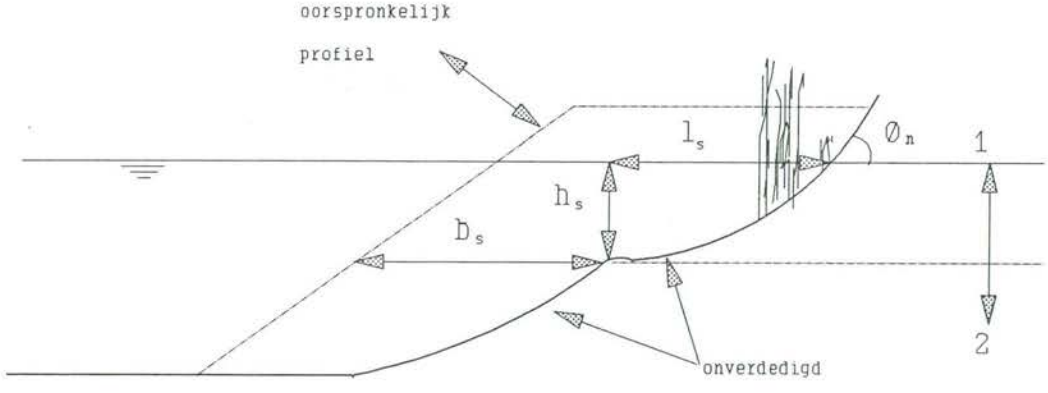


Fig. 22. Evenwichtsprofiel bij golf- en stroombelasting.
1 bovenste gedeelte van oever (golfbelasting)
2 onderste gedeelte oever (stroombelasting)

Formule (5.5) vormt de grondslag voor formule (5.1) en is voor de situatie met golven en stroming alleen van toepassing voor waarden van $h(\alpha)$ groter dan h_s.

Als er scheepvaart is kan het profiel van het bovenste gedeelte van de oever worden bepaald met de formules (5.3) en (5.4), waarbij voor H_s de hoogte van de interferentiepieken wordt gesubstitueerd. Voor het onderste deel van het oeverprofiel, dat wordt belast door de retourstroom [17] (fig. 22), kan gebruik worden gemaakt van de formules:

$$b_s = \frac{M}{\rho_s} \left(\tfrac{1}{2} c_f \cdot \rho \cdot \frac{\hat{u}_r^{\,2}}{\tau_c} - 1 \right) \cdot N \cdot dt \qquad (5.6)$$

$$M = 45{,}5 \cdot \frac{\rho_s}{g \Delta L_s} \cdot c_f^{\,1,4} \cdot \hat{u}_r^{\,2} \cdot (g \Delta D_n)^{0,5} \cdot \psi_c \qquad (5.7)$$

$$c_f = \left\{ 2{,}87 + 0{,}7 \ln \frac{0{,}143 . L_s . \hat{u}_r}{D_n . (v_s + \hat{u}_r)} \right\}^{-2,5} \qquad (5.8)$$

waarin:

b_s = parameter bij evenwichtsprofiel belast door stroming en golven [-]

c_f = schuifspanningscoëfficiënt [-]

$\hat{u}_r$ = maximale retourstroomsnelheid nabij oever [$m.s^{-1}$]

ρ = dichtheid water [$kg.m^{-3}$]

D_n = nominale materiaaldiameter [m]

v_s = scheepssnelheid [$m.s^{-1}$]

M = grondsoortafhankelijke coëfficiënt als maat voor erosie [$kg.m^{-2}.s^{-1}$]

N = aantal passerende schepen in een bepaalde periode [-]

dt = gemiddelde belastingduur van retourstroom door één schip [s]

g = versnelling zwaartekracht [$m.s^{-2}$]

L_s = scheepslengte [m]

τ_c = kritieke schuifspanning, $\tau_c = \psi_c \rho g \Delta D_n$ [$N.m^{-2}$]

ρ_s = dichtheid bodemmateriaal [$kg.m^{-3}$]

Δ = relatieve dichtheid [-]

ψ_c = kritieke schuifspanningsparameter [-],

$\psi_c = 0{,}06$ voor zand

$\psi_c = 0{,}10$ voor cohesieve grond

De formules (5.6) t/m (5.8) zijn gebaseerd op de "erosion-rate theory". Deze wordt ook gebruikt voor riviermeanders en cohesieve grond. In die zin gelden de formules (5.6) t/m (5.8) dan ook voor cohesieve en niet-cohesieve grond, wat via de parameter ψ_c tot uiting kan worden gebracht. De formules (5.1) t/m (5.4) zijn in principe alleen geldig voor niet-cohesieve grond.
Voor de berekening van de retourstroomsnelheid of de golfhoogte wordt verwezen naar de relevante handboeken daarvoor [19 en 20]. Aanbevolen wordt de waarden hiervoor af te leiden voor het grootste geladen (klasse-) schip, dat de vaarweg regelmatig bevaart. Hetzelfde wordt aangeraden voor de scheepssnelheid en -lengte. Voor de scheepsintensiteit kan voor de door retourstroombelasting aangevallen zone de intensiteit van de beroepsscheepvaart worden genomen en voor de zone daarboven de beroepsvaartintensiteit plus de recreatievaartintensiteit.

Toepassing van bovenstaande formules dient met enige zorgvuldigheid te geschieden vanwege de nog beperkt uitgevoerde toetsingen. Bovendien gelden bovenstaande formules niet bij een continue golfbelasting, zoals bij meren en afgesloten estuaria. In die gevallen zal er sprake zijn van een afslagprofiel waarbij l_s kan worden bepaald uit figuur 26.

Voorbeeld

* golven en retourstroming

Een trapeziumvormig klasse II kanaal met een normaal profiel, heeft onverdedigde zandige oevers, met een D_n van 0,0001 meter. De oorspronkelijke afmetingen van het kanaal zijn: waterspiegelbreedte 45,5 meter, diepte 3,5 meter en taludhelling 1:3,5 (Ac = 116 m^2). Per jaar varen er 6000 recreatievaartuigen en 9000 beroepsvaartuigen door het kanaal. De profielverandering na één jaar is als volgt:

De maatgevende golfhoogte in het kanaal bedraagt 0,30 meter, met een golflengte van 5,0 meter en een golfperiode van 1,8 seconden. De retourstroom veroorzaakt door de beroepsvaart bedraagt 1,04 ms^{-1}, bij een scheepssnelheid van 2,65 ms^{-1}, met een belastingduur van 21 seconden. Voor h_s en l_s worden via (5.3) en (5.4) respectievelijk de waarden van 0,30 en 9,95 meter gevonden, bij een aantal van 15000 scheepspassages. Voor de berekening van b_s wordt voor ψ_c een waarde van 0,06 aangehouden, met τ_c = 0,10. Voor N wordt alleen het aantal passages door de beroepsscheepvaart genomen, 9000. Invulling in (5.6) - (5.8) geeft een

b_s van 0,14 meter.

In een jaar tijd is de oever ter plaatse van de waterlijn ongeveer 10 meter achteruit gegaan.

5.2.2 Oevers met vegetatie

Het bovenstaande geldt in principe ook voor oevers met vegetatie. De bovengrondse delen van de vegetatie zullen echter de belasting op de bodem, dat wil zeggen de uitgeoefende schuifspanning, reduceren, terwijl de ondergrondse delen een positieve invloed hebben op de sterkte. Over beide aspecten is weinig bekend. Op basis van onderzoek [21] mag worden geconcludeerd, dat een combinatie van plasberm en vitale rietkraag zorgt voor een reductie van de golfhoogte van circa 30% over een breedte van 4 m, terwijl dit bij gemaaid riet 10% bedraagt (fig. 23).

Wat betreft de stroombelasting kan de optredende stroomsnelheid nabij de bodem nog niet worden bepaald. In de literatuur worden waarden genoemd voor de Manning-coëfficiënt van $n_M \approx 0{,}035$. Dit komt voor waterdiepten van 3 à 5 m overeen met een Chézy-coëfficiënt $C \approx 55\ m^{0,5}.s^{-1}$. De nauwkeurigheid is echter beperkt, orde 25%.

De sterkte van een oever met vegetatie kan worden verdisconteerd in de parameters die de grondsterkte beschrijven. Op welke wijze dat moet gebeuren is echter nog onbekend en momenteel onderwerp van studie. Voor een ontwerp dient voorlopig de invloed van de vegetatie te worden verwaarloosd.

Naast bovenstaande berekeningen dient voor zowel oevers met vegetatie als oevers zonder vegetatie, de grondmechanische stabiliteit te worden nagegaan. Het gaat daarbij met name om afschuiven langs diepgelegen glijvlakken en afschuiven of afbreken van ondermijnde delen van de oever in geval van een horizontale gelaagdheid (fig. 24). Voor glijvlakberekeningen wordt verwezen naar de literatuur [22, 23, en 24]. Voor de gevallen afschuiven of afbreken van ondermijnde oevergedeelten vindt modelvorming plaats [25]. Een mogelijke remedie tegen ondermijning is bestorting van de teen.

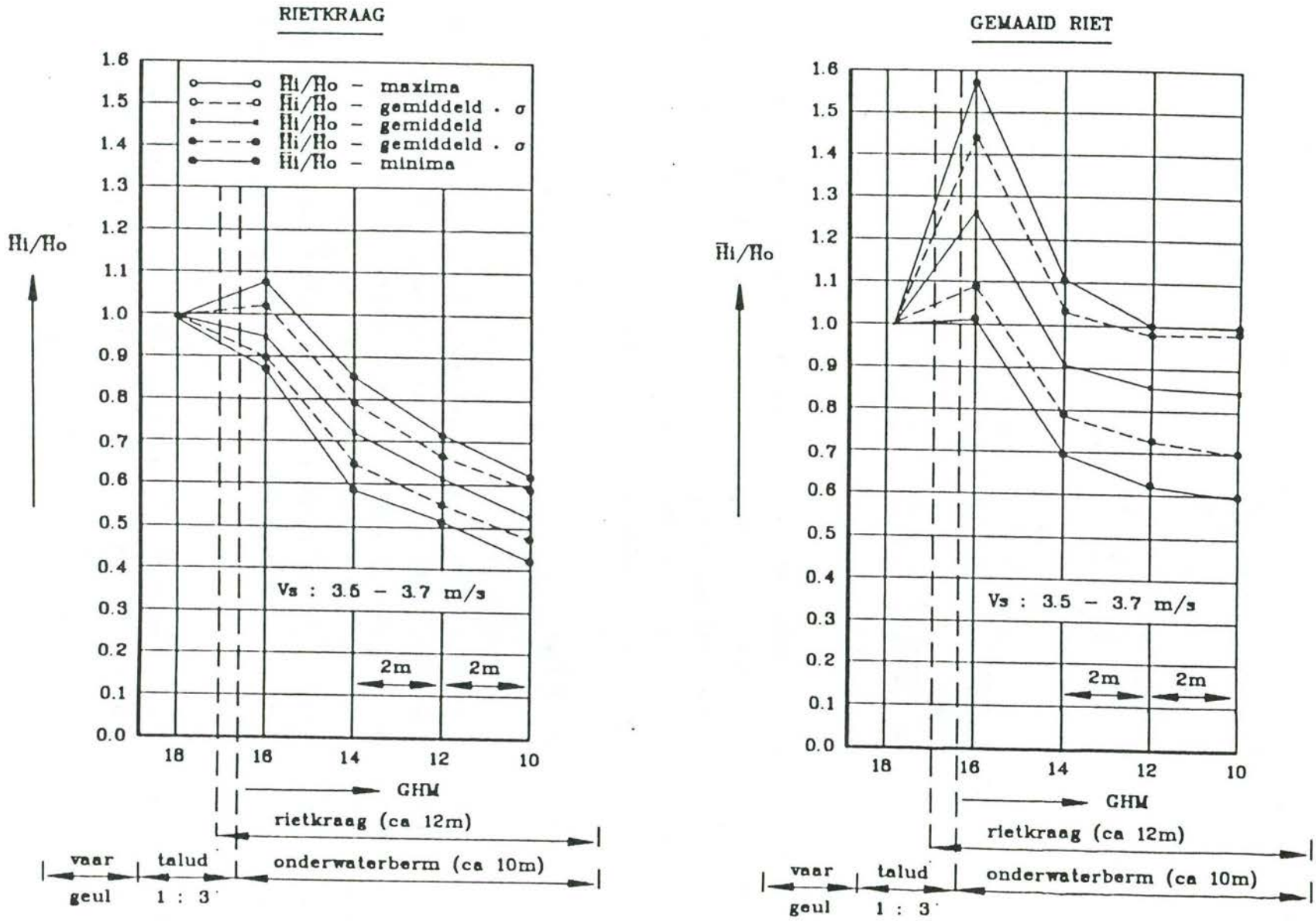


Fig. 23. Golfdemping in een rietkraag en bij gemaaid riet [21].

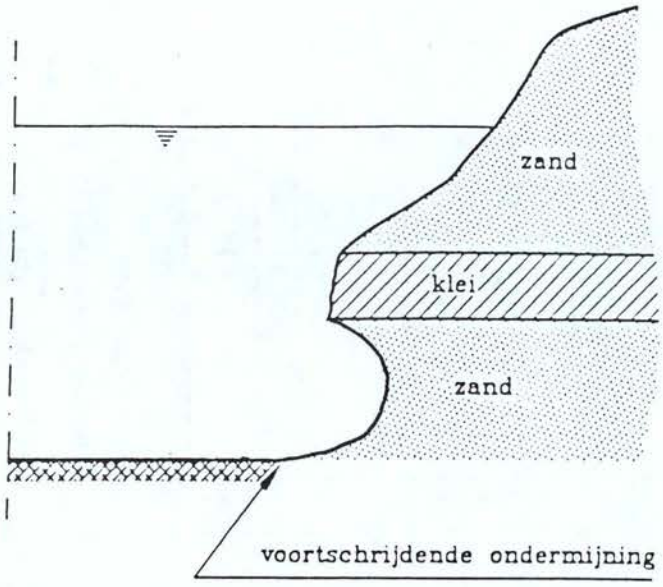


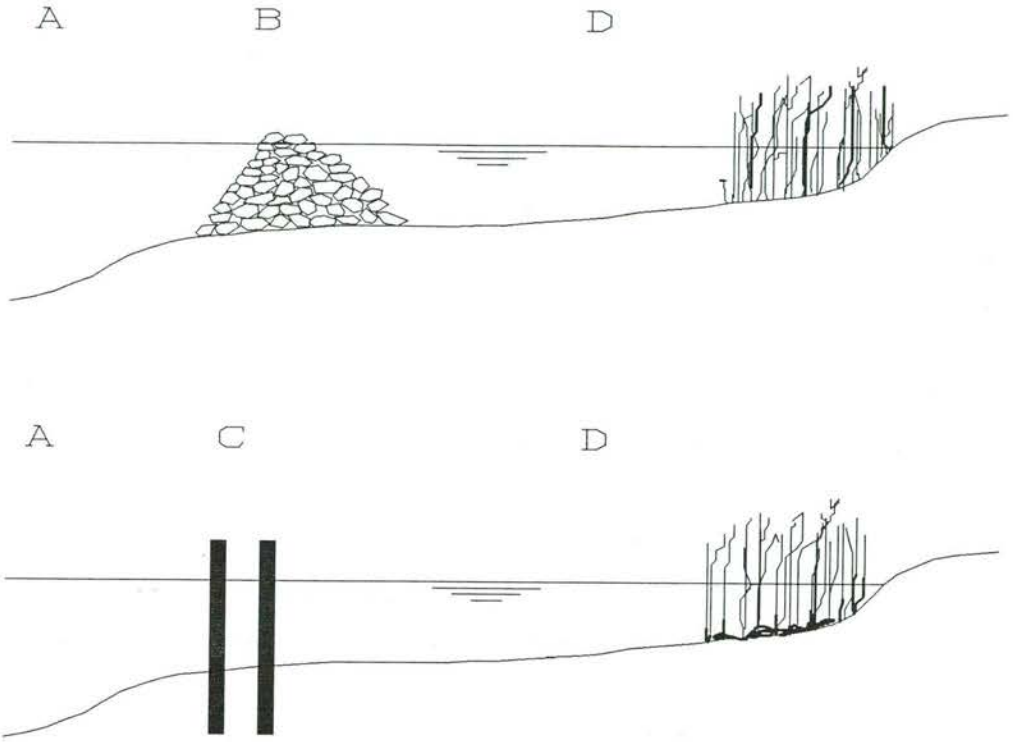
Fig. 24. Gelaagde oever.

Bij door golven aangevallen oevers waar een verdediging gewenst is van vegetatie (rietkraag), kan zolang de vegetatie nog niet volgroeid is en nog geen optimale golfdempende werking heeft, worden gedacht aan tijdelijke maatregelen. Zo zijn bijvoorbeeld de toepassing van rietmatten, rijshout of zandcementsteen als tijdelijke verdiging goede mogelijkheden.

5.3 Vooroeververdedigingen

Vooroeververdedigingen (fig. 25) kunnen worden toegepast bij meren met flauwhellende oevers en een (min of meer) stagnant waterpeil. Het achterwege laten van een verdediging heeft tot gevolg dat de overgang water - land een steil afslagprofiel krijgt (klifranden) omdat de belasting van voornamelijk windgolven altijd op hetzelfde niveau aangrijpt. Door de aanleg van een vooroeververdediging wordt de golfbelasting in dieper water opgevangen, waardoor versteiling of verdieping daar en niet op de overgang water - land optreedt.

Bij dit type verdediging moet er voor worden gezorgd dat er voldoende wateruitwisseling plaats vindt tussen het water voor en achter de verdediging.



A	B	C	D
- peilvariaties	- zwaarte stenen	- inheidiepte	- breedte vooroever
- golven	- doorlatendheid	- paaldiameter	- diepte vooroever
- waterdiepte	- hoogte van de kruin	- onderlinge afstand	- soortvegetatie
- stroming	- ondergrens bestorting	- teen verdediging	- breedte vegetatie
- grondparameters	- teenverdediging	- grondgesteldheid	- oeverlijn verdedigen
	- permanent of tijdelijk		- grondgesteldheid
	- grondgesteldheid		

Fig. 25. Relevante aspecten bij vooroeververdedigingen.

Een uitgevoerde studie [26] naar de vooroevers in een stagnant zout en een brak meer (dus zonder oevervegetatie van riet, biezen e.d.) in het Deltagebied heeft de volgende resultaten opgeleverd (fig. 26). De ontwerpregels gelden voor een maximale waterdiepte boven de vooroever van 0,70 m. Voor berekeningen is het programma DIEPPROF beschikbaar:

- Onverdedigde (ondiep flauwhellende) vooroevers met een breedte groter dan

750 m kennen een oeverafslag die verwaarloosbaar is (minder dan 1 m per jaar).

- Verdedigde vooroevers met een breedte van minder dan 80 m kennen een oeverafslag van minder dan 1 m per jaar, met andere woorden bij onbegroeide zandige oevers in een groot zout of brak meer moet de maximale verdedigde vooroever kleiner zijn dan 80 m indien enige afslag en oeverdynamiek niet getolereerd kunnen worden.
- Bij de openingen in de vooroeververdediging, noodzakelijk voor de uitwisseling van water en waterorganismen (o.a. bereikbaarheid paaigebieden), zijn aanvullende maatregelen nodig, bijvoorbeeld overlappende vooroeververdedigingen en/of bodembeschermende maatregelen.

In zoete meren kan de afstand waarop de vooroeververdediging aangelegd moet worden (veel) groter zijn indien een oevervegetatie van waterplanten, riet en biezen zich in de oeverzone kan ontwikkelen. De maximale afstand kan dan waarschijnlijk variëren van 100 tot 200 m afhankelijk van de helling van de vooroever, de expositie van de oever op de overheersende wind en de bodemsamenstelling.

Bij grotere afstanden en de wens om een zo groot mogelijk deel van de ondiepe vooroever te beschermen tegen verdieping moeten aanvullende maatregelen worden getroffen. De te grote afstand tussen de oeverlijn en de vooroeververdediging kan op verschillende manieren worden verkleind (zie ook fig. 15 vervolg):

- Het aanleggen van een zogenaamde zandvang tussen de oeverlijn en de vooroeververdediging, bestaande uit een tot net onder de waterspiegel gelegen steenmatras die de opnieuw opgewekte golven breekt en eroderend zand vanuit de hoger gelegen oeverzone opvangt.
- Het aanbrengen van zandopspuitingen (eilandjes) achter de vooroeververdediging. Dit kan op verschillende manieren:
  - aansluitend aan de vooroeververdediging tot een zogenaamde zanddam;
  - als losliggende eilandjes tussen de oeverlijn en de vooroeververdedigingen;
  - aansluitend aan de oeverlijn;
  - een combinatie van deze oplossingen zodat een gevariëerde oever ontstaat.

Voor de kleinere meren is alleen het linkerdeel van de grafiek in figuur 26 bruikbaar, tot een breedte van de (binnen-) vooroever van 125 meter.

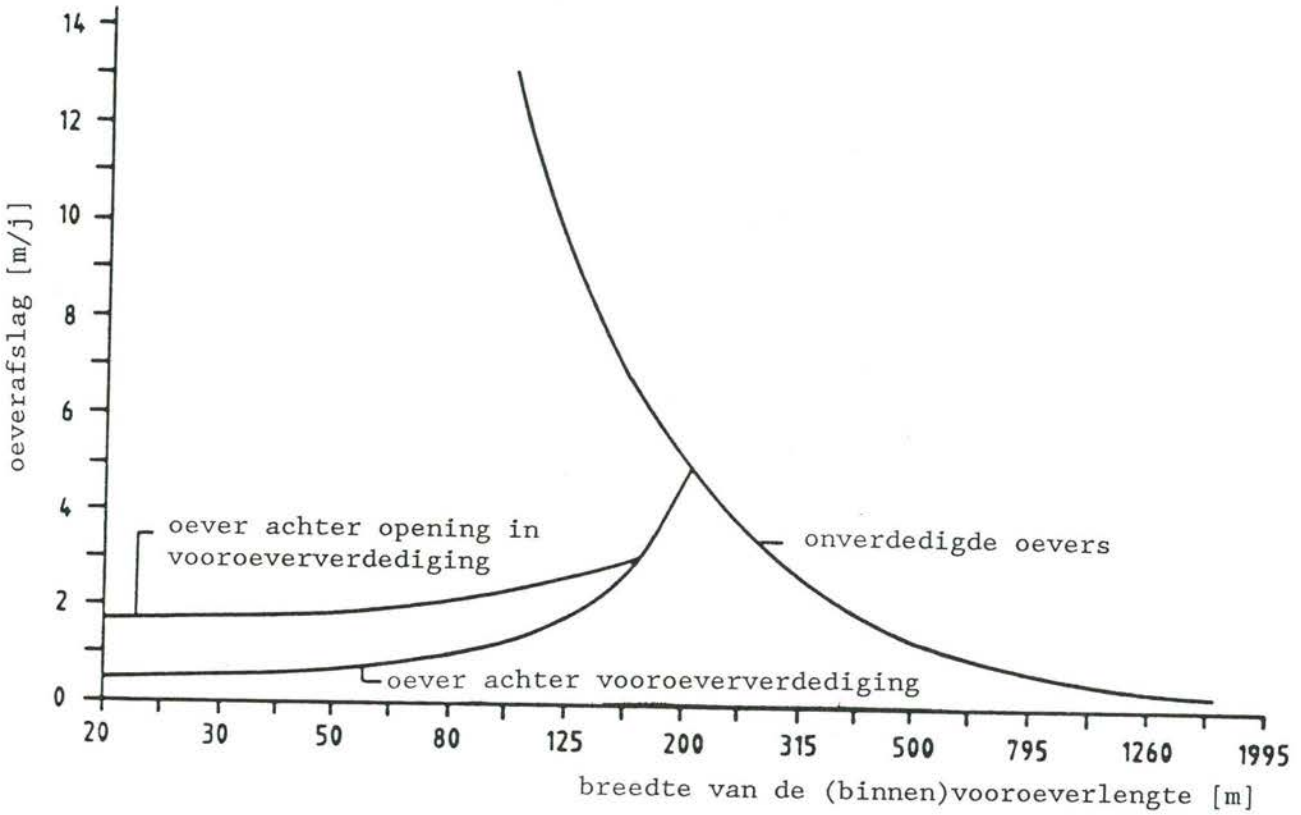


Fig. 26. Oeverafslag als functie van de breedte van de (binnen) vooroever in zout water en oevers zonder vegetatie en een waterhoogte op de vooroever van max. 0,70 m [26].

Als gevolg van de constante golfaanval zal de oever aan de meerzijde van de vooroeververdediging verdiepen. Voor het ontwerp van de teenconstructie zal in (nagenoeg) stagnante wateren gerekend moeten worden op de volgende indicatieve waarden:

strijklengte [m]	verdieping [m]
500	0,5
1000	1,0
2000	1,8

Bijzondere aandacht zal moeten worden besteed aan de hoogte van de kruin van de vooroeververdediging ten opzichte van het meerpeil. Bepalende factoren zijn het meerpeil zelf, opwaaiing, golfhoogte, waterdiepte en gewenste golfhoogte achter de constructie. Voor het ontwerp kan gebruik worden gemaakt van figuur 27 [27] en onderstaande formules.

$$K_t = 0{,}80 \quad -2{,}0 < h_d/H_i < -1{,}13 \tag{5.9}$$

$$K_t = 0{,}46 - 0{,}3\ h_d/H_i \quad -1{,}13 < h_d/H_i < 1{,}2 \tag{5.10}$$

$$K_t = 0{,}10 \quad 1{,}2 < h_d/H_i < 2{,}0 \tag{5.11}$$

waarin:

K_t = H_t/H_i, transmissie-coëfficiënt [-]

H_t = doorgelaten golfhoogte [m]

H_i = maatgevende inkomende golfhoogte [m]

h_d = constructiehoogte t.o.v. waterpeil [m]

Figuur 27 en formules (5.9) t/m (5.11) gelden uitsluitend voor doorlatende breuksteenconstructies.

Voorbeelden

* Bij een diepte h = 1,0 meter voor de constructie (h is het gevolg van het meerpeil en de opwaaiing), met een inkomende golfhoogte van H_i = 0,60 meter (hoger kan niet, i.v.m. breking) en een constructiehoogte van h_f = 0,80 meter, wordt de berekening van de transmissie-coëfficiënt als volgt:
  $h_d = h_f - h = -0{,}20$ meter; Via (5.10) wordt voor K_t een waarde van 0,56 gevonden. De doorgaande golf is derhalve 0,56 x 0,60 = 0,34 meter hoog.
* Is h_f gelijk aan h, dan wordt de berekening (de overige gegevens blijven hetzelfde):
  $h_d = 0$; K_t is dus gelijk aan 0,46 en de golf achter de constructie is ongeveer 0,28 meter hoog.
* Bij een overhoogte van 0,20 meter (h_f = 1,2 meter):
  h_d = 0,20 meter; K_t = 0,36 en dus een golfhoogte achter de constructie van 0,22 meter.
* Bij een overhoogte van 0,75 meter (h_f = 1,75):
  h_d = 0,75 meter; K_t = 0,10 en dus een golfhoogte achter de constructie van 0,06 meter (met formule 5.11).

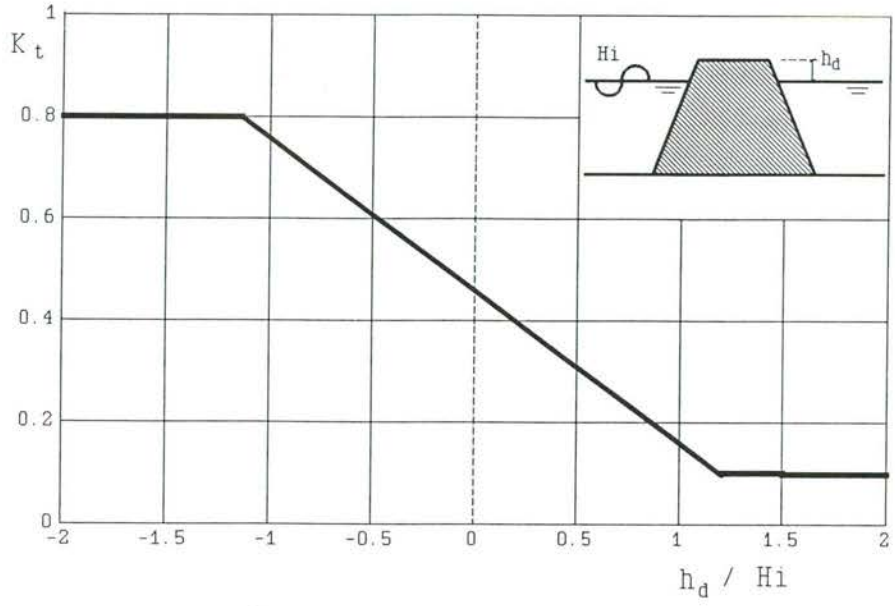


Fig. 27. Golftransmissie bij een doorlatende breukstenen dam [27].

Voor paalconstructies zijn met betrekking tot de golftransmissie recent meetresultaten gepubliceerd [28]. Voor een enkele palenrij kan de golfhoogte van de doorkomende golf worden berekend met:

$$\frac{H_t}{H_i} = 4 \left(\frac{h}{H_i} \right) . E . \{- E + (E^2 + \frac{H_i}{2h})^{0,5}\} \qquad (5.12)$$

$$E = 0,9 \left(\frac{b}{D+b} \right) / \{1 - \left(\frac{b}{D+b} \right)^2\}^{0,5} \qquad (5.13)$$

waarin:

H_t = doorgelaten golfhoogte [m]

H_i = maatgevende inkomende golfhoogte [m]

h = waterdiepte [m]

D = paaldiameter [m]

b = afstand tussen de palen [m]

E = geometrie parameter [-]

Voor een dubbele palenrij, waarbij de rijen onderling verspringen, mogen de doorgelaten golfhoogten ten opzichte van de met formules (5.12) en (5.13) berekende golfhoogten worden gereduceerd met:

15% voor b/D = 0,2
5 à 10% voor b/D = 0,1

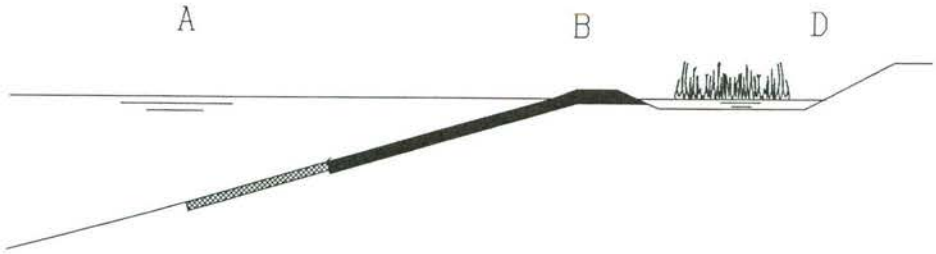
Voor het berekenen van de zwaarte van de elementen van een taludvormige vooroeververdediging, wordt verwezen naar paragraaf 5.4. Palenrijen zullen gedimensioneerd moeten worden op golfklappen, waarbij de inklemming in de ondergrond moet zorgen voor een voldoende tegenwerkend koppel.

Voorbeelden

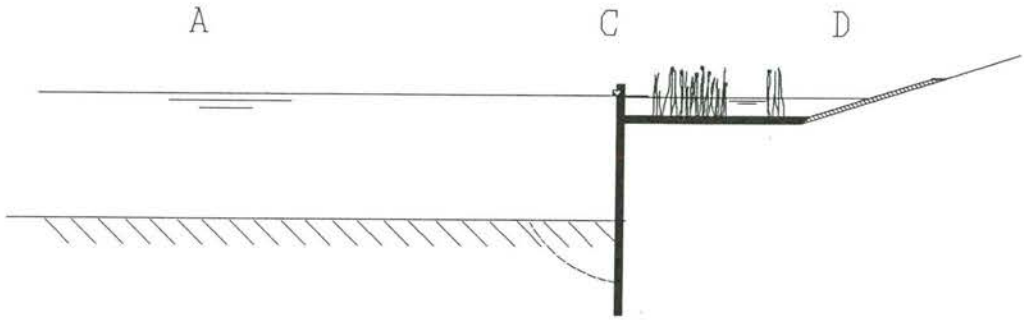
* enkele palenrij
  Bij een waterdiepte ter plaatse van de palen van h = 0,50 meter en een inkomende golfhoogte H_i = 0,60 meter: een diameter van de palen van 0,10 meter met een onderlinge afstand b = 0,02 meter geeft via formule (5.13) een geometrie parameter E = 0,152. H_t/H_i = 0,32 (5.12) wat resulteert in een doorgelaten golfhoogte H_t = 0,19 meter.
* dubbele palenrij
  Dezelfde situatie als in het vorige voorbeeld maar nu met een dubbele palenrij. De verhouding b/D = 0,02 dus er mag een reductie van 15% worden toegepast. De doorgelaten golfhoogte wordt dan H_t = 0,85 x 0,19 = 0,16 meter.

5.4 Aanliggende verdedigingen

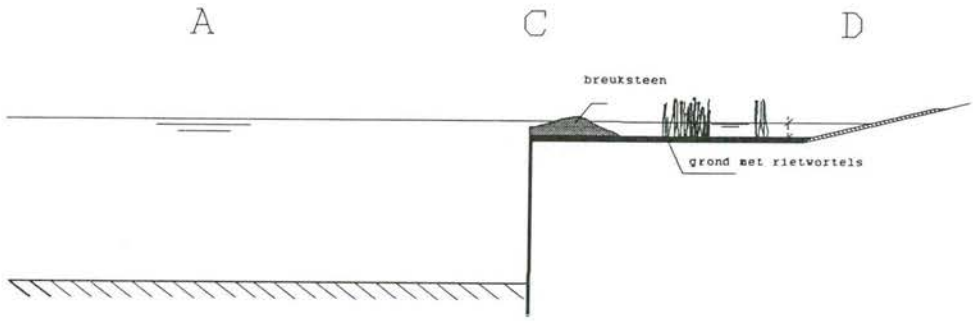
Milieuvriendelijke aanliggende verdedigingen (fig. 28) berusten op het principe van een "natte strook" of plasberm achter een civieltechnische verdedigingsconstructie. De "natte strook" of plasberm biedt mogelijkheden voor de ontwikkeling van vegetatie en als gevolg daarvan ook voor de fauna. Opgemerkt wordt dat de vegetatie in de plasberm ook een verdedigende rol kan hebben (zie hiervoor paragraaf 5.2). Dit betekent dat doorgaans de oever achter de natte strook niet verdedigd behoeft te worden, behalve in de eerste jaren na de aanleg als de vegetatie nog niet volledig is ontwikkeld.



a. Breuksteentalud met verhoging en natte strook.



b. Damwandverdediging met natte strook.



c. Damwandverdediging plus breuksteenstapel en natte strook.

A	B	C	D
- golven	- kruinhoogte	- aanleghoogte	- breedte + diepte plasberm
- peilvariaties	- type verdediging	- type damwand (verankerd?) of palenrij	- soort vegetatie
- waterdiepte	- zwaarte	- ontgronding	- taludverdediging
- stroming	- taludhelling	- inheidiepte	
- grondparameters	- diepte overgang	- doorlatendheid	
	- teenverdediging	- evt. hoogte breuksteenstapel	

Fig. 28. Relevante aspecten bij aanliggende verdedigingen.

Essentieel bij aanliggende verdedigingen met een plasberm is, dat voldoende wateruitwisseling plaatsvindt tussen plasberm en aangrenzend water. Dit is afhankelijk van golfoverslag/-doordringing en/of van openingen in de constructie.

Golfoverslag en -doordringing

In het geval van golfoverslag/doordringing zijn windgolven relevant en interferentiepieken die door schepen worden opgewekt. Bij verticale constructies (damwanden, houten golfschotten) kan voor de berekening van de golfhoogte in de plasberm [29] de volgende formule worden gebruikt:

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = 0,3\ (1,5 - \frac{h_d}{H_i}) \qquad (5.14)$$

waarin:

K_t = golftransmissiecoëfficiënt [-]

H_t = doorgelaten golfhoogte [m]

H_i = maatgevende inkomende golfhoogte [m]

h_d = aanleghoogte damwand boven waterpeil [m]

Formule (5.14) geldt voor $0 < h_d/H_i < 1,25$ en is afgeleid voor verticale strandmuren.

Voorbeeld

Bij een damwand die niet boven het water komt, $h_d = 0$, is de golfhoogte achter de damwand in de plasberm dus $0,45 \times H_i$. Steekt de damwand 0,15 meter boven het kanaalpeil uit en is H_i gelijk aan 0,50 meter, dan is er een golf van 0,36 x 0,50 is 0,18 meter in de natte strook te verwachten.
Hoewel de interferentiepieken scheef invallen, onder een hoek van ongeveer 55°, is er geen reden te bedenken om daarvoor een extra reductie van de golfhoogte in rekening te brengen.

Bij taludconstructies moet onderscheid gemaakt worden tussen doorlatende en ondoorlatende constructies (bijvoorbeeld een breukstenen verdediging óf een blokkenmat). Voor het eerste geval kan gebruik gemaakt worden van figuur 27 en formules (5.9) t/m (5.11). Bij scheef-invallende interferentiepieken moet de golfhoogte H_i vermenigvuldigd worden met $(\cos \beta_s)^{0,5} = 0,76$.

Voorbeeld

* doorlatende breuksteenverhoging

In het geval van een verhoging die 0,20 meter boven het water uitsteekt (h_d = 0,20 meter) en een scheefinvallende interferentiepiek H_i van 0,60 meter, kan de golfhoogte in de natte strook als volgt berekend worden:

De invallende golfhoogte bedraagt H_i x $(\cos \beta_s)^{0,5}$ = 0,60 x 0,76 = 0,46 meter. Via (5.10) wordt voor K_t een waarde van 0,33 berekend, en dus is de golf in de natte strook 0,20 meter hoog.

Voor ondoorlatende constructies kan de onderstaande formule worden gebruikt.

$$K_t = -0,7 \cdot \frac{h_d}{R} + 0,5 \qquad \text{voor } \frac{h_d}{R} \leq 0,7 \tag{5.15}$$

waarin:

K_t = golftransmissiecoëfficiënt [-]

h_d = aanleghoogte kruin boven waterpeil [m]

R = effectieve golfoploop inclusief taludruwheid [m]

De golfoploop kan worden berekend met de formules:

windgolven:

$$R = 1,75\ \xi\ H_i \cdot r_r \qquad \text{voor } \xi < 2,5 \tag{5.16}$$

$$R = 3,5\ H_i \cdot r_r \qquad \text{voor } \xi \geq 2,5$$

interferentiepieken:

$$R = 2,0\ \xi \cdot H_i\ (\cos\beta_s)^{0,5} \cdot r_r \tag{5.17}$$

waarin:

R = effectieve golfoploop inclusief taludruwheid [m]

H_i = inkomende golfhoogte (windgolven of interferentiepieken) [m]

ξ = brekerparameter [-], zie (5.20)

β_s = hoek van golfinval interferentiepieken [°], β_s = 55°

r_r = reductiefactor voor taludruwheid [-]

blokkenmatten	0,80
gezette steen	0,90
breuksteen	0,55
grind	0,75

Voorbeeld

* ondoorlatende constructie

Hetzelfde voorbeeld met een ondoorlatende blokkenmat-verhoging: een verhoging die 0,20 meter boven het water uitsteekt (h_d = 0,20 meter) en een scheefinvallende interferentiepiek H_i van 0,60 meter, de golfhoogte in de nattestrook kan als volgt worden berekend:

De runup wordt: R = 2,0 x 0,80 x 0,60 x 0,76 x 0,80 = 0,58 meter, met ξ = 0,8 (uitgaande van een talud van 1:4); Via (5.15) volgt een K_t van 0,26 en dus een golfhoogte van 0,16 meter in de natte strook.

Bij constructies waarvan de kruin boven de golfoploop ligt, zal geen golfoverslag te verwachten zijn.

Verdisconteren van de scheve inval van windgolven, betekent dat R vermenigvuldigd moet worden met $(\cos ß)^{0,5}$.
ß = hoek van golfinval (windgolven) [°].

Voorbeeld

* damwand met breuksteenverhoging (fig. 28 voorbeeld c)

Voor dit constructietype kunnen de relaties gebruikt worden zoals bij het talud met een breuksteenverhoging, echter zonder de reduktie door scheve golfinval. Voor een damwand die geheel onder water ligt, met daarachter een breuksteenverhoging die 0,20 meter boven het water uitsteekt, en een inkomende golf van 0,60 meter, geldt:

K_t = 0,36 en een golfhoogte van 0,22 meter in de natte strook.

Een ander aspect dat aandacht verdient, is de erosie door in- en uitstromend water bij verlagingen of openingen in damwandconstructies. Uit een oogpunt van golfreductie verdient het de voorkeur onder water openingen aan te brengen. Met overlaatformules zijn de optredende stroomsnelheden te berekenen en is vervolgens een adequate verdediging te berekenen, die erosie van bodemmateriaal verhindert.

Zwaarte aanliggende taludverdediging

De zwaarte van een aanliggende taludverdediging tegen golf- of stroomaanval kan als volgt worden bepaald. Bij stroomaanval [30] met de algemene formule:

$$\Delta_m D_n = \phi \cdot K_T \cdot \frac{0,035}{\psi_c} \cdot K_h \cdot K_s^{-1} \cdot \frac{\overline{u}^2}{2g} \qquad (5.17)$$

waarin:

D_n = karakteristieke afemetingen verdedigingselement [m]

Δ_m = relatieve dichtheid [-]

ϕ = stabiliteitsparameter [-]

K_T = turbulentiefactor [-]

K_h = diepteparameter [-]

K_s = taludfactor [-]

ψ_c = kritieke schuifspanningsparameter [-]

$\overline{u}$ = gemiddelde stroomsnelheid [$m.s^{-1}$]

g = zwaartekrachtsversnelling [$m.s^{-2}$]

De sterkteparameters Δ_m en D_n volgen uit:

breuksteen: $D_n = (W_{50}/\rho_s)^{0,33}$ of $D_n = 0,85\ D_{50}$

betonblokken (incl. blokkenmatten): D_n = d(=blokdikte)

$\Delta_m = \Delta = (\rho_s - \rho)/\rho$

gabions en zandmatrassen: D_n = d (= matrasdikte) [m]

$\Delta_m = (1-n) \cdot \Delta$

waarin:

D_n = karakteristieke afmetingen verdedigingselementen [m]

D_{50} = karakteristieke steendiameter onderschreden door 50% van het materiaal [m]

d = blokdikte [m]

Δ_m = relatieve dichtheid [-]

W_{50} = massa van een steenstuk dat door 50% van de steenstukken wordt overschreden [kg]

ρ_s = dichtheid materiaal [kg.m-3]

ρ = dichtheid water [$kg.m^{-3}$]

n = gehalte open ruimte (incl. poriën) [-],
$n \approx 0,4$ voor gabions, breuksteen

De diverse K-factoren kunnen worden berekend met:

K_h = $2/(\log 12\ h/k_r)^2$ voor logaritmisch snelheidsprofiel

K_h = $(h/D_n)^{-0,2}$ voor een niet-volledig ontwikkeld snelheidsprofiel

K_s = $\cos\alpha\ (1-\tan^2\alpha/\tan^2\theta)^{0,5} = (1-\sin^2\alpha/\sin^2\theta)^{0,5}$

K_T = 0,67 (lage turbulentie, uniforme stroming); K_T = 1,0 (normale turbulentie, rivieren); K_T = 2,0 (hoge turbulentie, lokale verstoringen, buitenbochten)

waarin:

h = waterdiepte [m]

k_r = ruwheidsparameter [m], $k_r = D_n$ (hydraulisch gladde elementen, betonblokken), $k_r = 2\ D_n$ (ruwe elementen, bijv. breuksteen),

α = taludhoek [°]

θ = hoek van inwendige wrijving [°]

De volgende opmerkingen zijn van toepassing.
De factor K_h kan worden verwaarloosd als in plaats van met de gemiddelde stroomsnelheid $\overline{u}$ met de lokale snelheid nabij de bodem u_b wordt gerekend. De factor K_T = 2,0 dient alleen te worden toegepast als gerekend wordt met $\overline{u}$.

De volgende waarden voor de stabiliteitsparameter ϕ worden aanbevolen:

ϕ = 1,25 beëindigingen van breuksteen

ϕ = 1,0 beëindigingen van blokkenmatten e.d.

ϕ = 0,75 breuksteenconstructies

ϕ = 0,50 blokkenmatten, e.d.

Voor de schuifspanningsparameter kan worden aangehouden: ψ_c = 0,035 voor breuksteen en ψ_c = 0,06 à 0,10 voor gabions.

Bij golfaanval kan de dimensionering plaatsvinden met:

$$\phi_f \cdot \frac{\cos\alpha}{\xi} \leq \frac{H_s}{\Delta D_n} \leq \phi_o \frac{\cos\alpha}{\xi^{0,5}} \qquad (5.19)$$

met $\xi = \tan\alpha \cdot (H_s/L_o)^{-0,5} = 1,25 \cdot \tan\alpha \cdot T/H_s^{0,5}$ (5.20)

waarin:

ϕ_o, ϕ_f = stabiliteitsparameters [-]
H_s = inkomende golfhoogte [m]
T = golfperiode [s]
L_o = golflengte [m]
D_n = karakteristieke afmeting verdedigingselement [m]
α = taludhoek [°]
Δ = relatieve dichtheid [-]
ξ = brekerparameter [-]

Formule (5.18) is geldig voor breuksteen en gezette steenconstructies, en wel de linkerzijde voor losse gezette steen (basalt- of betonblokken), de rechterzijde voor oud zetwerk met natuurlijke wrijving en/of gekoppelde betonblokken.

Voor ϕ_o en ϕ_f worden de volgende waarden aanbevolen:

ϕ_f	ϕ_o	constructietype
2,0	2,5	slechte kwaliteit (onregelmatig) zetwerk
3,0	3,5	goede kwaliteit (regelmatig) zetwerk
3,5	4.0	basaltblokken en minder doorlatende (gesloten) betonblokken
4,0	5,0	relatief doorlatende betonblokken (open ruimte 5 à 20%)
5,0	6,0	gesloten betonblokken op goede en vlak afgewerkte kleilaag

Opgemerkt wordt dat bij de eerste vier constructietypen een granulaire onderlaag vereist is.
Voor blokkenmatten en gekoppelde systemen op een granulaire onderlaag kan de rechterhelft van formule (5.19) worden toegepast met als waarden voor ϕ:

ϕ = 3,5 blokken verbonden aan het geotextiel met pennen
ϕ = 4,0 ingewassen blokken verbonden aan het geotextiel
ϕ = 4,5 dichte blokken door kabels gekoppeld
ϕ = 5,0 open blokken door kabels verbonden en basalton
$\phi \geq$ 6,0 ingewassen blokken door kabels verbonden en mechanisch gekoppelde blokken

Bij overgangen van blokkenmatten wordt voor ϕ een waarde van 3,0 aanbevolen.

Voor breuksteenconstructies (al of niet gepenetreerd met cementmortel of bitumen), gabions, steenasfalt en geotextielmatrassen geldt de volgende formule:

$$\frac{H_s}{\Delta_m D_n} \leq \psi_u \cdot \frac{\phi}{\xi^{0,5}} \qquad (5.21)$$

waarin:

ψ_u = upgrading factor [-], $\psi_u = 1,0$ voor breuksteen en $1,0 < \psi_u < 2,5$ voor andere constructies

H_s = significante golfhoogte [m]

Δ_m = relatieve dichtheid [-]

D_n = nominale materiaaldiameter [m]

ϕ = stabiliteitsparameter [-]

ξ = brekerparameter [-]

Afhankelijk van het type constructie moet voor D_n een waarde worden ingevuld gebaseerd op W_{50} of de laagdikte d.
Wat betreft Δ_m moet eventueel rekening worden gehouden met het gehalte open ruimte n.
Een veilige waarde van ϕ is 2,25.
Een meer geavanceerde formule voor breuksteen belast door brekende golven ($\xi \leq 2,5$) luidt:

$$H_s/\Delta D_n < 6,2\ P^{0,2} \cdot (S^2/N)^{0,1} \cdot \xi^{-0,5} \qquad (5.22)$$

waarin:

P = doorlatendheidsfactor [-], P = 0,1 voor ondoorlatende kern (zandkleilichaam), P = 0,5 voor doorlatende kern (breuksteen)

S = schadegetal [-]

N = aantal golven [-]

H_s = significante golfhoogte [m]

D_n = nominale materiaaldiameter [m]

ξ = brekerparameter [-]

Δ = relatieve dichtheid [-]

De fysische betekenis van S is het aantal stenen met een afmeting gelijk aan D_n dat is geerodeerd uit een strook met een breedte gelijk aan een keer D_n. In het algemeen is er sprake van "geen schade" als tussen 1 à 3 stenen zijn geerodeerd.

Voorbeelden zijn hier achterwege gelaten, omdat het hier dimensioneringsformules betreft, die ook in gebruik zijn voor "normale" civieltechnische taludverdedigingen.

Zwaarte aanliggende verticale verdediging

Een ander type aanliggende constructie is de damwand. Deze ontleent zijn stabiliteit aan de passieve gronddruk van grondmassa's voor en achter de damwand al of niet in combinatie met een verankering. Voldoende inheidiepte is een vereiste en daarbij wordt aanbevolen niet te rekenen op onderwatertaluds voor de damwand: door de schroefstraal en de retourstroom van passerende schepen eroderen deze meestal.
De eigenlijke stabiliteitsberekeningen zijn te vinden in de handboeken. Als eerste schatting kan voor de lengte van een verankerde damwand worden aangehouden twee maal de kerende hoogte. Voor een niet verankerde damwand bedraagt deze factor 3. Hierbij is de kerende hoogte gelijk aan de som van aanleghoogte (hoogte damwand boven waterpeil) en de waterdiepte direct voor de damwand. In formule:

$$l_d = (2 \text{ à } 3) \cdot l = (2 \text{ à } 3) \cdot (h + h_d) \qquad (5.23)$$

waarin:

l_d = totale damwandlengte [m]
l = kerende hoogte [m]
h = waterdiepte [m]
h_d = aanleghoogte boven waterpeil [m]

De groote van h_d kan worden vastgesteld via formule (5.14), indien een zekere doorgaande golf is toegestaan. Een waarde van 0,75 maal de maatgevende inkomende golfhoogte H_i kan worden gebruikt indien geen golfoverslag is gewenst.

Voorbeeld

Stel een maatgevende inkomende golfhoogte H_i = 0,60 meter en de doorgelaten golfhoogte H_t = 0,20 meter. Met behulp van formule (5.14) kan de aanleghoogte damwand boven waterpeil h_d worden berekend. De transmissiecoefficient $K_t = H_t/H_i$ = 0,33, hieruit volgt h_d = 0,24 meter. Deze waarde voor h_d is kleiner dan 0,75 maal H_i = 0,45 dus er vindt overslag plaats. Bij een waterdiepte h = 4,0 meter volgt dan een totale damwandlengte l_d = 8,48 (verankerd) en 12,72 (onverankerd).

Veel damwanden zijn voorzien van een verankering. Dat kan zijn een ankerstang met ankerplaat of een schroefanker. Recent is een methode ontwikkeld om de ongunstige invloed van een boombeplanting op de stabiliteit van de damwand voldoende te compenseren [31]. Een bomenrij zorgt namelijk voor een toename van de belasting (boomgewicht, windbelasting op boom, expansiebelasting door wortelstelsel) en een mogelijke afname van de sterkte (omwaaien boom met als gevolg een kuil voor het ankerschot). Voor de berekeningsmethode wordt verwezen naar genoemde literatuur; de aanbevelingen zijn (fig. 29):

- afstand boom tot damwand minimaal 2,5 m;
- aanlegdiepte ankerstangen minimaal 1,5 m beneden maaiveld;
- bomen planten op regelmatige afstand midden tussen de verankeringen (h.o.h. afstand bomen is veelvoud van h.o.h afstand ankerstangen);
- verlenging inheidiepte damwand met 0,25 m.

5.5 Doorgroeiconstructies

Bij doorgroeiconstructies moet worden gedacht aan (fig. 30):

- betonblokken met een relatief groot percentage open ruimte (orde 10 à 20%), en met de mogelijkheid van wortelcontact met de ondergrond (geen of doorgroeibaar geotextiel of textiel diep in de grond);
- driedimensionale structuurmatten met zeer groot percentage openruimte; 95% ongevuld, 40% indien gevuld met zand, split en bitumen.

Daarnaast worden momenteel ook experimenten uitgevoerd met klassieke zink- of kraagstukken, afgestort met een beperkte hoeveelheid breuksteen. Dergelijke constructies zijn potentiële doorgroeiconstructies.

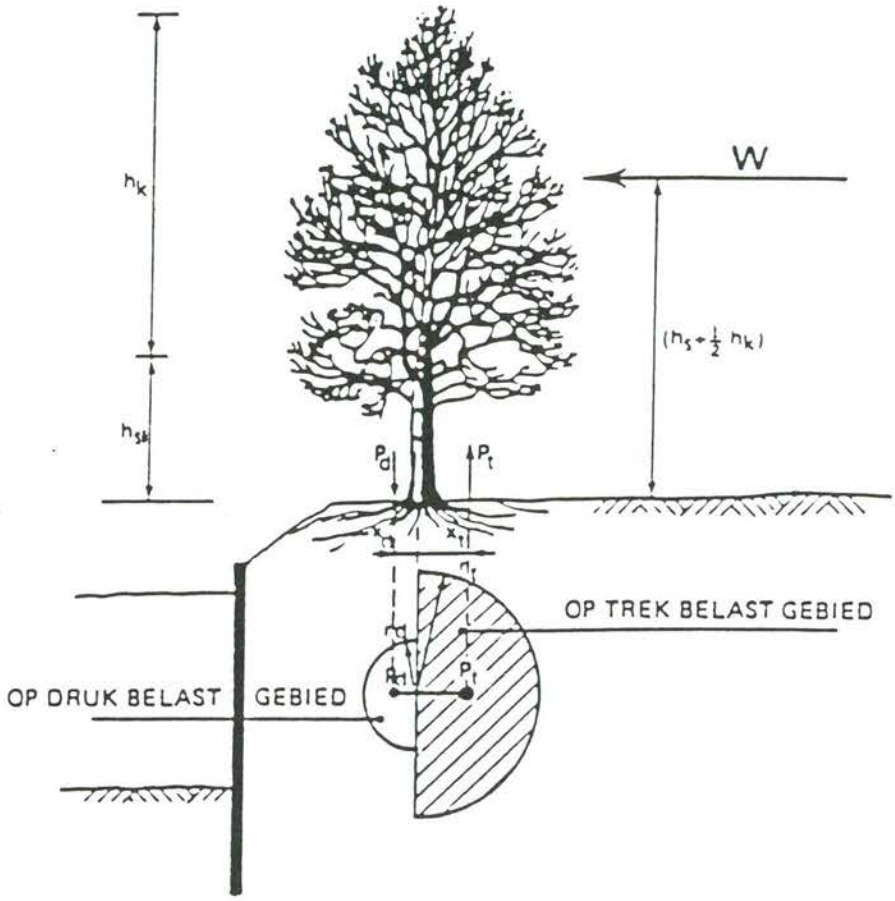
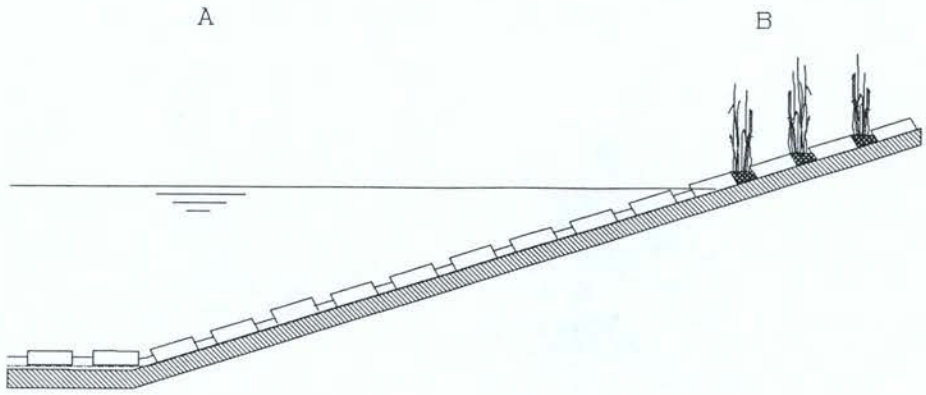


Fig. 29. Verticale verdediging met bomenrij [31].

Open taludbekledingen bestaan uit in verband geplaatste betonelementen met gaten die over de gehele blokdikte doorlopen. Zij bieden de mogelijkheid een vegetatie door de gaten te laten groeien. Dit type bekleding combineert de voordelen van een gesloten bekleding met die van een breuksteenconstructie: voldoende doorlatend om opwaartse drukken te voorkomen, terwijl de blokken elkaar onderling steunen tegen zware golfbelastingen. Voor de dimensionering van de blokken zelf wordt verwezen naar de voorgaande paragraaf.



A
- golven
- waterdiepte
- stroming
- grondparameters

B
- taludhelling
- soort vegetatie
- openblokkenmat, structuurmat of licht kraagstuk
- bovengrens verdediging
- ondergrens verdediging

Fig. 30. Relevante aspecten bij doorgroeiconstructies.

Essentieel bij een dergelijke constructie is echter, dat de gatvulling niet volledig uitspoelt in het eerste groeistadium van de vegetatie. Recent onderzoek [32] heeft geresulteerd in de volgende ontwerprichtlijnen:

niet-cohesieve gatvulling:

$$Y/G = 0,7 \cdot z_{max}^{0,5} \cdot \log (N+1) \qquad (5.23)$$

erosiegevoelige, cohesieve gatvulling:

$$Y/G = 0,25\ p_l^{-0,2} \cdot z_{max}^{0,5} \cdot \log (N+1) \qquad (5.24)$$

waarin:

Y = maximale erosiediepte [m]
G = gatbreedte [m]
z_{max} = haalgolfhoogte opgewekt door scheepvaart [m]
N = aantal scheepspassages [-]
p_l = lutumgehalte [-]

Voorwaarden voor toepassing van bovenstaande formules zijn:
- de grootte van het gat G maximaal gelijk aan de helft van de blokdikte d;
- matige haalgolfhoogte, dat wil zeggen $z_{max} < 0,35$ m in het geval van een niet-cohesieve of los aangebrachte cohesieve gatvulling;
- redelijke haalgolfhoogte, dat wil zeggen $z_{max} < 0,60$ m in het geval van een aangestampte, cohesieve gatvulling.

Als criterium kan worden aangehouden: $Y < d$.

Opgemerkt wordt dat in veel gevallen onder de bekledingsblokken wel een geotextiel vereist zal zijn. De keuze van het type geotextiel dient zorgvuldig te geschieden, om te voorkomen dat het geotextiel belemmerend werkt op de ontwikkeling van de vegetatie. Toepassing van een afbreekbaar geotextiel is te overwegen, omdat de wortels van de planten de functie van het filter over kunnen nemen.

Voorbeeld

* erosie uit open blokken:

Een vaarwegoever, gelegen onder een helling van 1:3, wordt aangevallen door 8000 haalgolven per jaar, met een hoogte van 0,30 meter. Als oeverbescherming wordt een blokkenmat toegepast, 0,10 meter dik, met een open ruimte percentage van 20. De gatgrootte bedraagt 0,05 x 0,05 meter (meerdere gaten per blok). De bedoeling is dat in een jaar tijd de matten redelijk begroeid raken, iets wat alleen mogelijk is als er een redelijke hoeveelheid materiaal in de gaten blijft zitten. Bekeken kan worden, aan de hand van formules (5.23) en (5.24), welk type gatvulling gekozen moet worden:

Als redelijke hoeveelheid materiaal die na één jaar nog in het gat moet zitten, wordt een laag van 0,04 meter aangehouden ($Y_{1\ jaar} = 0,06$). Voor zand wordt een erosie na één jaar van 0,08 meter berekend. Zand komt dus net niet in aanmerking als gatvulling.

Als de erosie Y op 0,06 meter wordt gesteld, kan via (5.24) het minimum lutumgehalte worden bepaald van kleiige grond, die wel voldoet. Gevonden wordt een gehalte van 0,02 of 2 %. Voor 10 % lutum wordt bijvoorbeeld gevonden $Y = 0,04$ m.

Driedimensionale structuurmatten (een van de vele toepassingen van geotextielen) bestaan uit een wirwar van monofilament-polyamide draden die door de vorm en dikte een stevige open structuur vormen met 95% openruimte (fig. 31). De matten kunnen worden gevuld met grond, los split 2-6 mm, of met door bitumen gebonden split. Eventueel wordt grond met rietwortelstokken of graszaad onder de mat aangebracht. Erosie van vulling en ondergrond wordt in sterke mate belemmerd, doordat de mat functioneert als filter en als wapening. De volgende ontwerpwaarden voor de toelaatbare stroomsnelheid (u_{toel}) kunnen worden gehanteerd [33 en 34]:

$u_{toel} \leq 0{,}25\ ms^{-1}$ voor matten met grond gevuld (onbegroeid)

$u_{toel} \leq 1{,}00\ ms^{-1}$ voor matten gevuld met ongebonden split (onbegroeid)

$u_{toel} \leq 5$ à $6\ ms^{-1}$ voor matten gevuld met door bitumen gebonden split (begroeid).

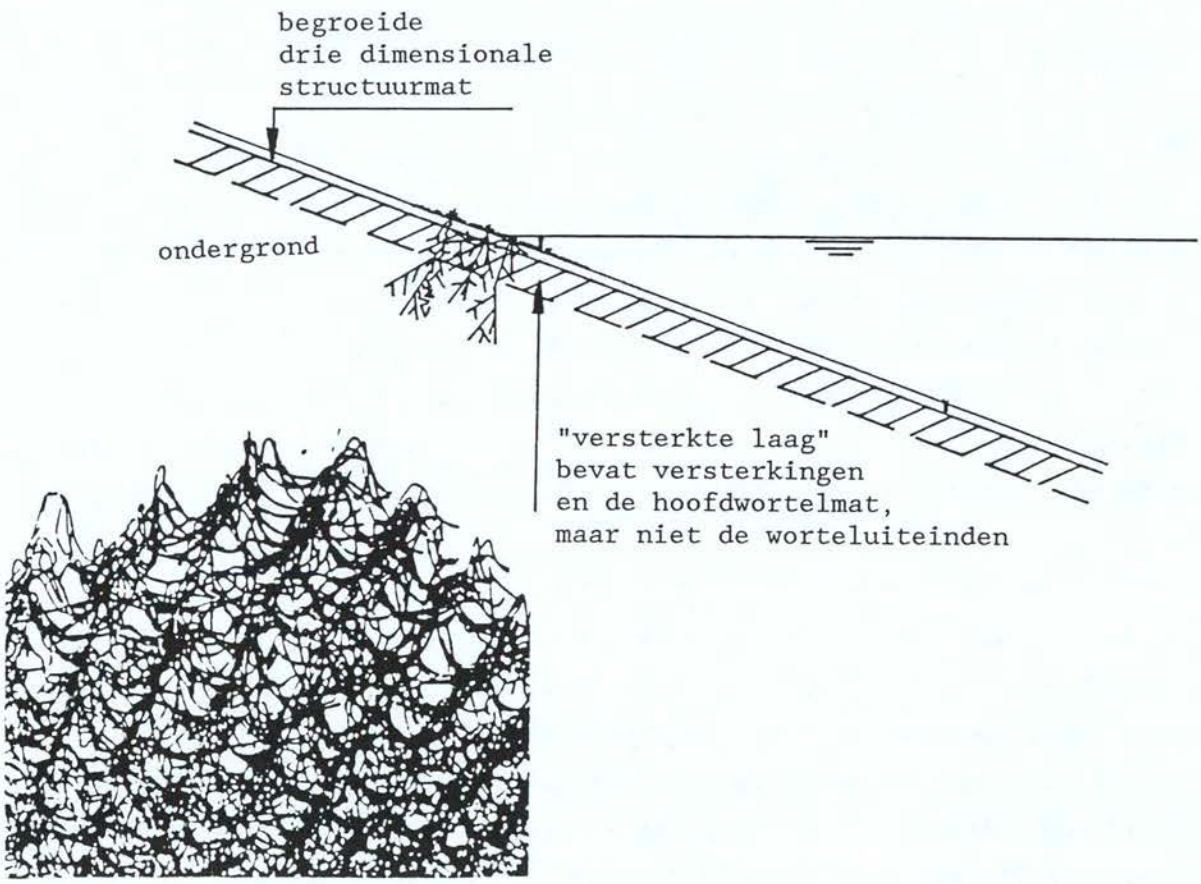
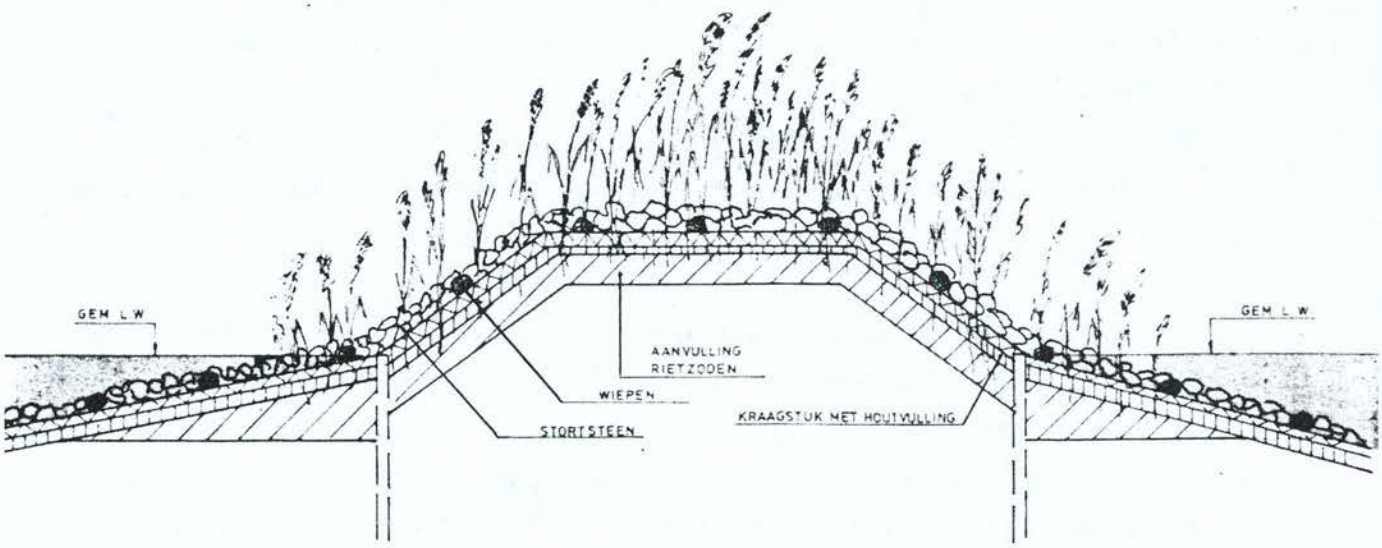


Fig. 31. Driedimensionale structuurmat.

Ter vergelijking wordt opgemerkt, dat een goede grasmat stroomsnelheden tot 2 à 3 ms^{-1} kan weerstaan. Een goede grasmat ontwikkelt zich alleen boven water; incidenteel kan de grasmat een verhoogde waterstand en daarmee stroomsnelheden weerstaan.
Driedimensionale structuurmatten zijn echter niet geschikt voor toepassing bij (scheeps)golfbelastingen. Het geringe matgewicht ca. 20 kgm^{-2} is oorzaak van instabiliteit van de mat bij (brekende) golven.

Tenslotte, de doorgroeibare zinkstukken. Met uitzondering van kleine waterlopen bieden deze mogelijkheden voor de constructie van een natuurtechnische oever. Experimenten hiermee zijn gaande in het rivierengebied voor zowel een gestrekte oever als een krib (fig. 32, [35]). De constructie bestaat uit rietzoden met daarop een licht klassiek zinkstuk (3 lagen), dat is afgedekt met een lichte bestorting, dat wil zeggen één laag stabiele breuksteen, zodat doorgroei van het riet mogelijk is. Eventueel kunnen ook wilgenstekken worden ingeplant. Bij de oever moet er dan wel op worden gelet in hoeverre de wilgengroei in toom moet worden gehouden om stabiteitsverlies te voorkomen. De keuze van de soort wilgenstekken is hierbij belangrijk (boomvormende/struikvormige soorten).



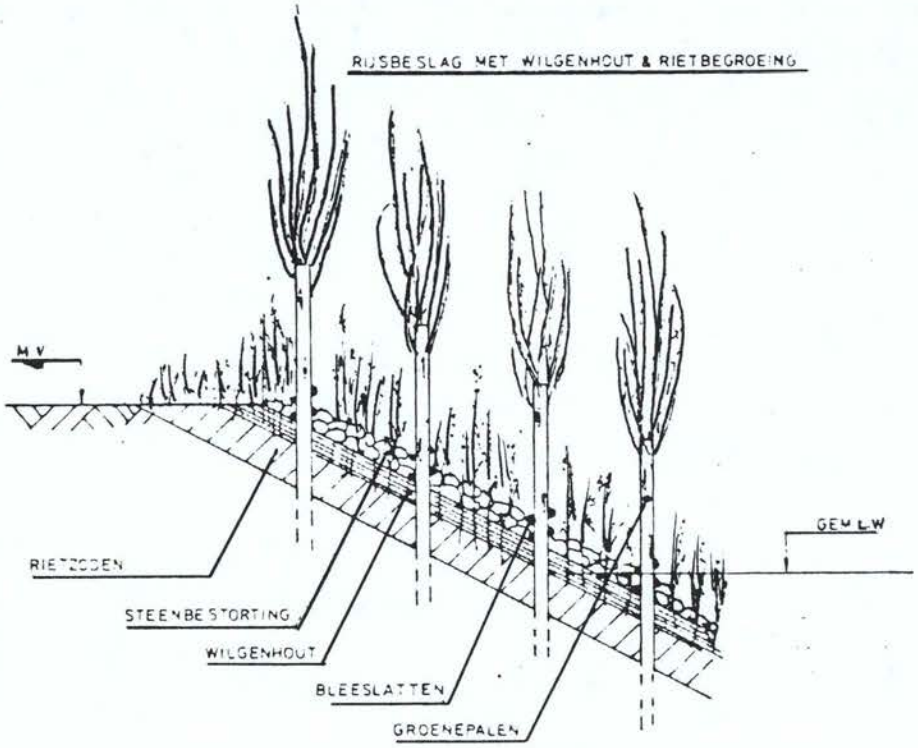


Fig. 32. Kraagstukken voor krib en gestrekte oever [35].

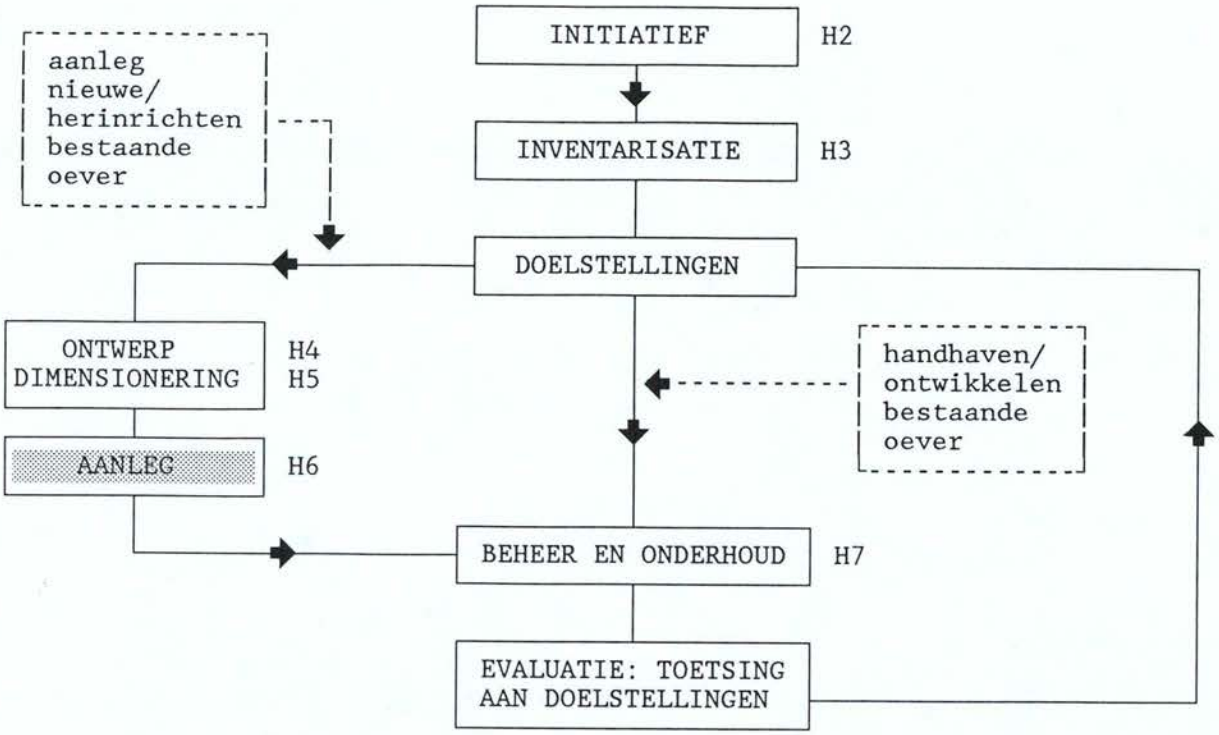


Fig. 33. Hoofdstuk 6 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 6
AANLEG

6.1 Algemeen

Onder de aanleg van een oever wordt verstaan het eenmalig uitvoeren van werkzaamheden met als resultaat een constructie met een vooraf vastgesteld kwaliteitsniveau. Dit kan nieuwbouw zijn, maar ook vervanging of een bepaalde vorm van "groot onderhoud". De ingreep is veelal grootschalig.
De aanlegfase begint als een omschrijving van de uit te voeren werkzaamheden is opgesteld, een mogelijke uitvoeringswijze is aangegeven en een kostenbegroting/exploitatiebegroting is gemaakt. Min of meer mede afhankelijk van de uitkomsten van deze activiteiten wordt een definitief plan opgesteld waarin het uiteindelijke ontwerp is opgenomen.

Bij de totstandkoming van projecten is vaak een groot aantal personen, bedrijven en instanties voor korte of langere tijd betrokken. Bij het bouwproces van milieuvriendelijke oevers zijn onder andere betrokken:
- grondeigenaren en pachters;
- gemeenten;
- waterschappen;
- provincies;
- rijkswaterstaat;
- aannemers;
- adviesbureaus;
- consulenten natuur-, milieu- en faunabeheer en/of openluchtrecreatie alsmede staatsbosbeheer;
- recreatieschappen en recreantenorganisaties;
- natuurbeschermingsorganisaties.

Tijdens de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden moet duidelijk zijn wie welke taken en verantwoordelijkheden heeft, zowel om organisatorische als om juridische redenen. Onderscheid moet worden gemaakt tussen aanneming van werk en uitvoering in eigen beheer. Het verschil tussen de beide contractvormen ligt in de juridische verhouding tussen "uitvoerenden" en "opdrachtgevers en hun directie". Aanneming van werk dient steeds te ge-

schieden vanuit een contractvorm waarin de wederzijdse verplichtingen nauwkeurig worden omschreven.

Naast de gangbare aanbestedingsvormen als openbare aanbesteding, onderhandse aanbesteding en aanbesteding na voorselectie, waarbij steeds het bestek en de voorwaarden door de opdrachtgever zijn vastgesteld, verdient het aanbeveling ook aandacht te hebben voor de mogelijkheid de aannemer zelf een plan te laten ontwikkelen en hiervoor een aanbieding te doen. De deskundige en ervaren aannemer moet in staat worden geacht plannen te ontwikkelen die passen bij de aard en deskundigheid van zijn onderneming. De aanbieding dient echter altijd te voldoen aan dezelfde eisen die een opdrachtgever zou stellen wanneer hij zelf het ontwerp en bestek zou hebben gemaakt. Eis is dan ook dat de opdrachtgever het ontwerp overneemt als ware het zijn eigen ontwerp. Dit is nodig in verband met het beheer en onderhoud.

Bij uitvoering in eigen beheer is de juridische positie van de diverse "partijen" reeds geregeld en hoeft er geen contract te worden opgesteld. Wel is het ook dan noodzakelijk naast een goede werkomschrijving aan te geven welke kwaliteitsnorm wordt beoogd. Een en ander ligt in het ontwerp opgesloten maar dient wel bij de aanleg te worden gerealiseerd.

6.2 Het bestek

Het bestek is een beschrijving van het werk met de daarbij behorende tekeningen, de voor het werk geldende voorwaarden, de nota van inlichtingen en het proces verbaal van aanwijzing. Bij het opstellen van een bestek, ook van een verkort bestek, verdient het aanbeveling aan te sluiten op bestaande systematieken. De RAW-systematiek [37], die ook bruikbaar is voor milieuvriendelijke oevers, wordt bekend verondersteld.

Het bestek bevat in de regel informatie over:
- wat er moet worden gemaakt of geleverd;
- waarvan het moet worden gemaakt;
- hoeveel er moet worden gemaakt of geleverd;
- waar het werk moet worden gemaakt;
- wanneer het werk moet worden gemaakt;
- de kwaliteitseisen die aan het werk worden gesteld;

- de voorwaarden waaronder het werk moet worden uitgevoerd;
- soms ook de wijze waarop het werk gemaakt moet worden. Over het algemeen laat men de aannemer echter vrij in de manier waarop hij het werk wil uitvoeren.

In het algemeen bestaat een volledig bestek uit drie delen:

I Algemene informatie.
De algemene informatie in het bestek omvat de wijze van aanbesteding, de gunningscriteria en de algemene tijdsbepalingen.

II Beschrijving van het werk.
Dit hoofdstuk is onderverdeeld in twee delen:
deel 1. Algemene gegevens over het werk;
deel 2. Een omschrijving van de uit te voeren werkzaamheden en het resultaat dat wordt geëist. Een omschrijving van de werkzaamheden en de toe te passen materialen wordt gegeven; een en ander toegelicht met tekeningen, foto's van bestaande situaties, gegevens bodemonderzoeken, beplantingen enz. Tevens dienen algemene technische zaken te worden vermeld zoals: gehanteerde peilen, verwachtingen van waterstanden, scheepvaartverkeer, hydraulische belastingen enz.

III Bepalingen.
In dit hoofdstuk komen de algemene en administratieve bepalingen aan de orde. Verder worden de technische bepalingen aangegeven die van belang zijn voor de uitvoering van de diverse onderdelen van het werk. De administratieve bepalingen (in de zin van de regelgeving) regelen de verhouding tussen opdrachtgever/directie en aannemer. In dit onderdeel dient ook de kwaliteitsborging met betrekking tot de uitvoering te worden geregeld. Dit laatste betreft de vakbekwame uitvoering van de constructie waarbij het milieuvriendelijke karakter van het werk tot uitdrukking moet komen. Op de kwaliteitsborging wordt in paragraaf 6.4 nader ingegaan. Dit betreft voorschriften voor de te gebruiken materialen, de keuringsvoorschriften, certificaten, garanties van leveranciers, kwaliteitscontrole, toleranties enz. Ook de wijze van informatie-overdracht dient hier te worden geregeld. Tevens dienen bepalingen te worden opgenomen (indien van toepassing) voor maximaal toelaatbare hinder in verband met uitvoering van het werk voor het scheepvaartverkeer.

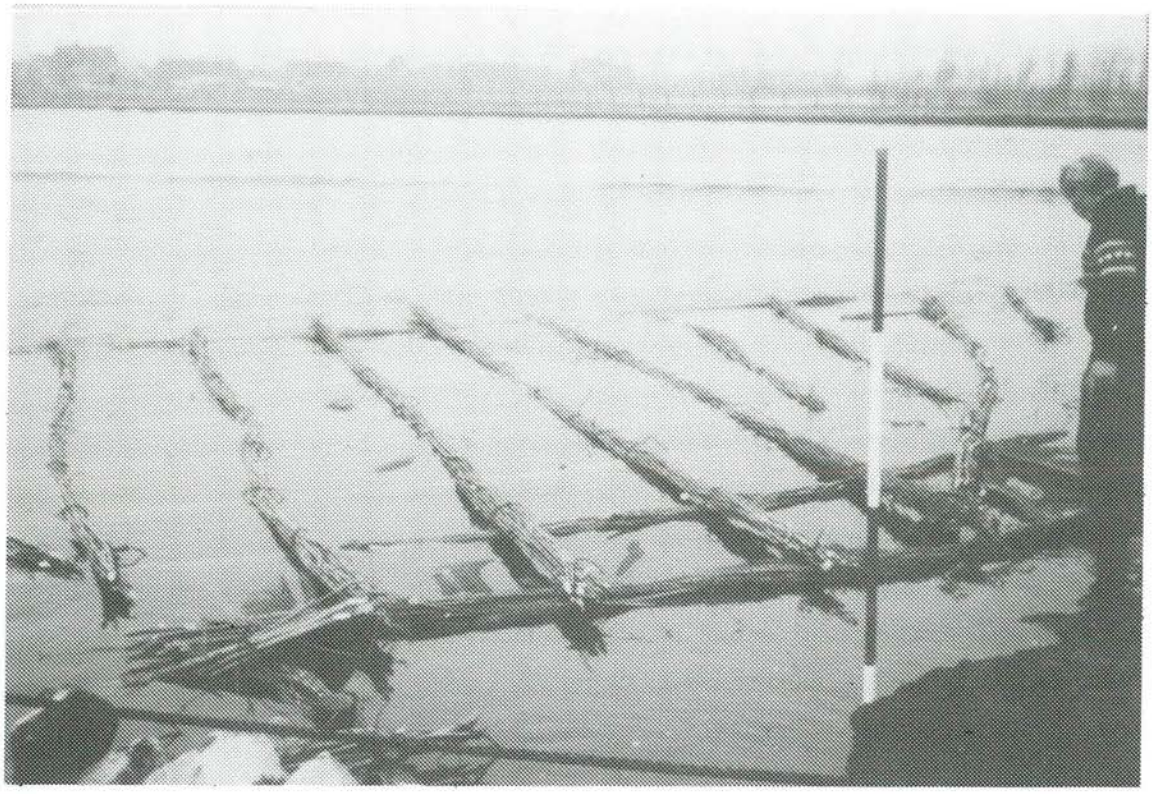
Bij aanleg in eigen beheer is een volledig bestek niet nodig en kan worden volstaan met een verkort bestek (werkbeschrijving) waarin een aantal administratieve bepalingen ontbreken. Het verkorte bestek bestaat uit elementen uit de hoofdstukken II en III.

De aard van het natuurtechnische werk maakt het vaak noodzakelijk dat de uitvoering voldoet aan eisen die voor andere werken niet van belang zijn of zelfs tegengesteld zijn. Zo dienen bij veel natuurbouwprojecten voldoende kleine hoogte verschillen (micro-reliëf) verkregen te worden. Verschillen tot ca. 0,25 m dienen in het algemeen niet geëgaliseerd te worden. Naast het achterwege laten van egalisatie dient, indien een spontane ontwikkeling van een natuurlijke begroeiing gewenst is, ook het harken, frezen en zaaiklaar maken van het terrein niet plaats te vinden evenmin als het gebruik van herbiciden en (kunst)mest.
Een uitvoerige beschrijving van de uitvoeringswijze zal dan ook onderdeel van het bestek moeten zijn. Soms is het niet mogelijk hierbij terug te grijpen op bestaande normen of resultaten van onderzoek. In die gevallen dient de bestekschrijver eigen initiatief te ontplooien om tot een bevredigend bestek te komen.

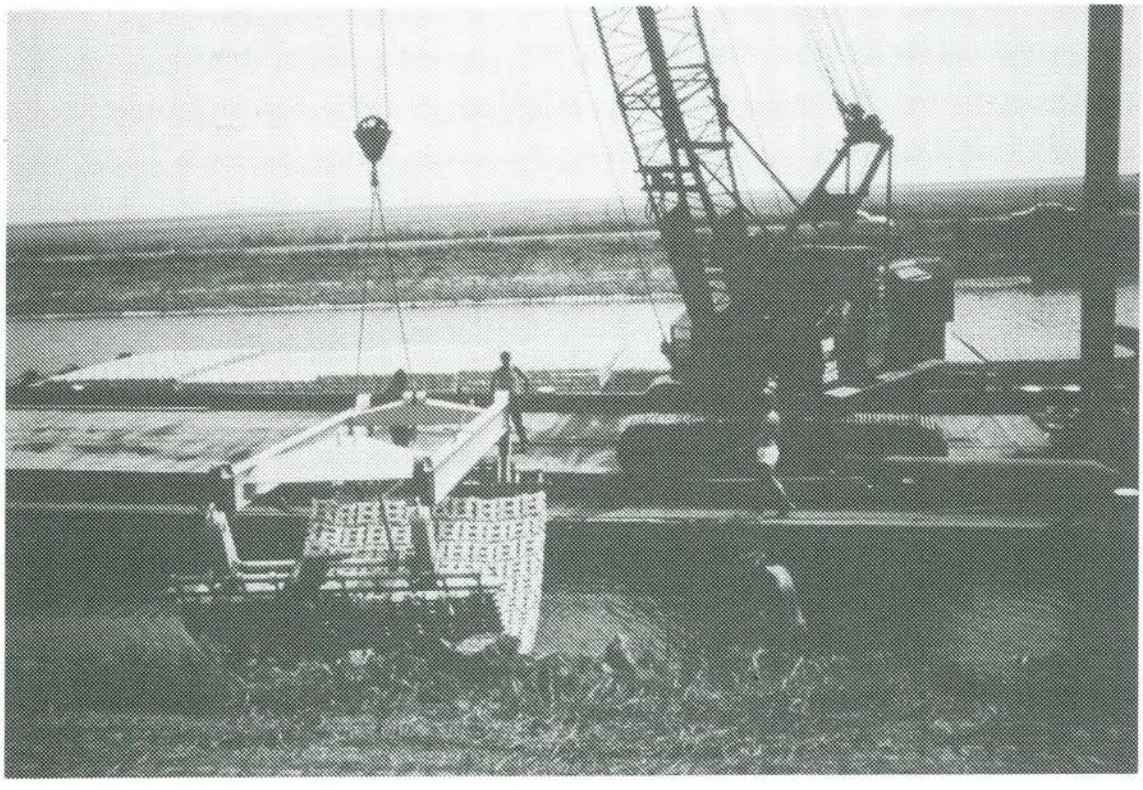
Voor milieuvriendelijke oevers is het van belang op de inlichtingenbijeenkomst de geïnteresseerde gegadigden te informeren omtrent het specifieke karakter van het ontwerp en de daarin toegepaste constructies.
In bijlage G wordt aangegeven wat er specifiek met betrekking tot milieuvriendelijke oevers in een bestek kan worden opgenomen.

6.3 De uitvoering

Tijdens de uitvoering van een natuurbouwproject dient er voldoende toezicht en kwaliteitscontrole op het milieuvriendelijke aspect te zijn. Bij oevers die een belangrijke natuurwaarde hebben of waarbij wordt gestreefd naar hoge natuurwaarden, moet de directie een redelijke natuurtechnische kennis en ervaring hebben, ongeveer op HBO niveau. Ook de toezichthouder op het werk dient een grote affiniteit tot de milieuproblematiek te hebben.



Het vervaardigen van een klassiek kraagstuk (foto RWS Dienst Verkeerskunde).



Het plaatsen van een blokkenmat (foto RWS Dienst Weg- en Waterbouwkunde).

Een aantal voorschriften voor de uitvoering van milieuvriendelijke oevers, die van belang zijn voor de realisatie van de doelstellingen, wordt hier genoemd zonder volledigheid te pretenderen:

- het zo veel mogelijk sparen/ontzien van bomen en struiken en belangwekkende vegetatie;
- handhaven van het aanwezige reliëf inclusief steilranden;
- werken vanuit het water of vanaf het land; dit is onder meer afhankelijk van de kwetsbaarheid van de begroeiing aan de water- respectievelijk landzijde;
- bij werken vanaf het land aandacht schenken aan de werkvolgorde en de rijroute van machines en voertuigen teneinde sterke verdichting en insporing van grote terreindelen te voorkomen;
- bepalen van een geschikt(e) tijdstip of periode waarin de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd (denk bijv. aan broedseizoen);
- kiezen van geschikte lokaties van depots;
- gebruik van vrijkomende bagger, grond en beplantingen in het werk zelf;
- toepassing van bemesting, herbiciden en insekticiden dient steeds nadrukkelijk uitgesloten te worden, met uitzondering van een lichte bemesting van bepaalde graslandvegetaties, zie hoofdstuk 7;
- manipulatie van de waterstand ten behoeve van de aanleg dient bij oevers met hoge natuurwaarden vermeden te worden. In het algemeen geldt dat afwijkingen van het natuurlijke peil gering van omvang moeten zijn en slechts kort mogen duren.

Bij veel milieuvriendelijke oevers zal het doel zijn een natuurlijke vegetatie te verkrijgen. Het grondverzet is hierbij een bepalende factor [38]. Bij grondverzet voor natuurtechnische projecten is alles er op gericht om:

1. de mineralisatie te beperken;
2. sterke verdichting te voorkomen;
3. voldoende micro-reliëf te verkrijgen.

Het resultaat dient te zijn: een gladde, maar <u>niet</u> geëgaliseerde en <u>niet</u> opnieuw bereden grondslag.

adl. Door bewerking c.q. beluchting van de grond komen plantenvoedende stoffen sneller beschikbaar voor de vegetatie. Hierdoor ontstaan algemeen voorkomende ruigtevegetaties (brandnetels, distels enz.) die minder al-

gemene soorten verdringen. Door mineralisatie te beperken wordt aan niet algemene soorten een geschikte groeiplaats geboden.

ad2. Voorkomen dat bepaalde 'storingssoorten' (soorten die kenmerkend zijn voor gestoorde en/of sterk verdichte gronden) de overhand krijgen.

ad3. Door kleine hoogte verschillen ontstaat variatie in groeiplaatsen en daardoor ook in plantesoorten.

Het is zinvol de aanleg van een oever in te delen naar de aard van de uit te voeren werkzaamheden. In bijlage H wordt op elk onderdeel afzonderlijk ingegaan.

6.4 Kwaliteitsborging

Kwaliteit: de mate waarin het produkt, het proces of de dienst voldoet aan de eraan gestelde eisen welke voortvloeien uit het gebruiksdoel.
Kwaliteitsbeheersing: het deel van de activiteiten en operationele technieken dat nodig is voor het handhaven van de geëiste kwaliteit van het produkt, het proces of de dienst.
Kwaliteitssysteem: het stelsel van vastgelegde bedrijfskundige procedures en regels dat ten doel heeft te verzekeren dat een produkt, proces of dienst aan de gestelde eisen voldoet.
Kwaliteitsborging: het beoordelen en op peil houden van het kwaliteitsysteem met inbegrip van het aantonen dat het systeem aan de voorwaarde voldoet.
Kwaliteitsplan: de beschrijving van de specifieke kwaliteitsbeheersing van toepassing op een bepaalde opdracht tot het vervaardigen van een produkt of het verlenen van een dienst, binnen het kader van het kwaliteitssyteem.
De gegeven definities zijn in grote lijnen gebaseerd op normen NEN-ISO 9000 t/m 9003 [39].

Het proces dat leidt tot de totstandkoming van een oevervoorziening is langdurig. Door de vele belangen die gemoeid zijn met de realisering is het nodig de besluitvorming op alle niveaus goed te organiseren.
Het middel bij uitstek om dit soort processen te beheersen is projectmanagement. De kenmerken van projectmanagement zijn:

- een duidelijke omschrijving van het produkt;
- een (haalbare) planning en fasering;
- een passend financieel kader (budget);

- een duidelijke verdeling van verantwoordelijkheden (organisatie);
- een goede documentatie en informatiestructuur.

Uitvoering

Kwaliteitsborging bij de uitvoering vereist regelgeving, personele capaciteit, speciale apparatuur en financiële middelen. In het bestek dient nauwkeurig beschreven te zijn welke verantwoordelijkheden en verplichtingen voor de directie en de aannemer gelden.

Na de aanbestedingsfase begint de fase van werkvoorbereiding alvorens met de eigenlijke werkzaamheden kan worden gestart.
Een goede werkvoorbereiding is een wezenlijk onderdeel van de kwaliteitsborging. Onderdeel van de werkvoorbereiding c.q. kwaliteitsborging, is het opstellen van een kwaliteitsplan van de uit te voeren werkzaamheden.

Uitgangspunt van dit kwaliteitsplan vormt de totale planning van het werk. Elk onderdeel van deze planning wordt verder uitgewerkt in een globale omschrijving en in een meer gedetailleerde werkinstructie. Bovendien wordt van elke activiteit, voorkomend op de totale planning, een activiteitenplan opgesteld.
Op het activiteitenplan zijn de verschillende onderdelen, fasen, van een activiteit weergegeven. Bovendien is vermeld welke functionaris verantwoordelijk is voor de goede uitvoering en kwaliteit van de verschillende onderdelen, of de opdrachtgever nog controles wil uitvoeren voordat gestart mag worden met bepaalde onderdelen, of er kwaliteitseisen van toepassing zijn, met welke procedures rekening gehouden moeten worden en welke documenten betrekking hebben op de (deel)activiteit.

Het kwaliteitsplan, te zamen met de activiteitenplannen, vormt vervolgens de leidraad voor de uitvoerder(s) belast met de leiding van de dagelijkse werkzaamheden in het veld.

Materialen

In het bestek moet elke variabele of beïnvloedbare materiaaleigenschap in een objectieve en meetbare eis worden vastgelegd. Deze eisen moeten gelden op het moment van afname door de opdrachtgever. Door verwerkingseisen te

len en daarop controle uit te oefenen, kan bij het opstellen van materiaaleisen rekening worden gehouden met een mogelijke kwaliteitsverandering.

Voor niet levende materialen heeft het de voorkeur de keuring te laten plaatsvinden door de leverancier die vervolgens een certificaat afgeeft. Afkeuring leidt dan niet tot overbodige transportkosten.
Voor levende materialen dient een keuring plaats te vinden direct voorafgaand aan de verwerking, dus op het werk. Opslag en transport op het werk is dan het risico van de aannemer. Het heeft de voorkeur een vooronderzoek uit te voeren om de geschiktheid van het plantmateriaal in de nieuwe omgeving vast te stellen.

Het is van belang dat de directie tijdens de uitvoering van het werk kwaliteitscontrole uitvoert. In het bestek moet worden aangegeven op welke aspecten de directie controleert en waaraan deze moeten voldoen alvorens men het werk mag vervolgen.

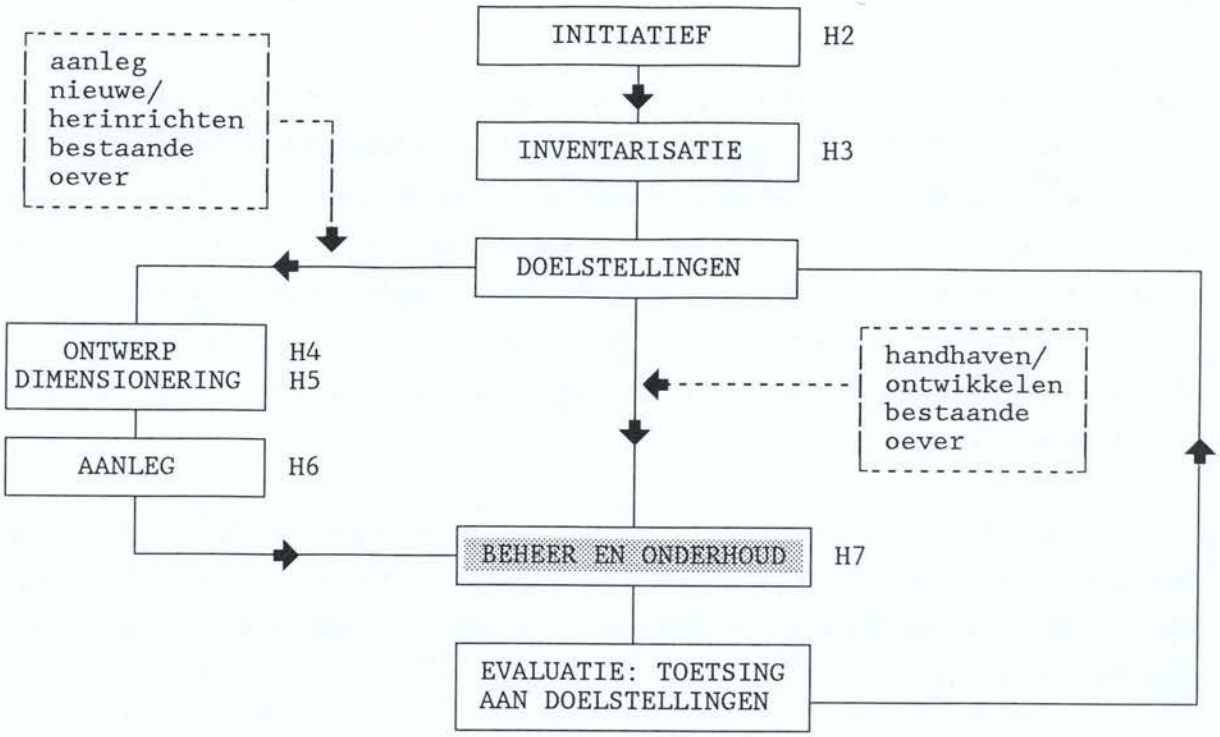


Fig. 34. Hoofdstuk 7 in relatie tot de andere hoofdstukken en het planningsproces; de nummers verwijzen naar de desbetreffende hoofdstukken.

HOOFDSTUK 7
BEHEER EN ONDERHOUD

7.1 Algemeen

Dit hoofdstuk geeft een beeld van de wijze waarop beheer en onderhoud van milieuvriendelijke oevers kunnen plaatsvinden.
Onder beheer wordt verstaan: het verantwoordelijk zijn en zorgdragen voor het handhaven of bereiken van een vooraf vastgesteld kwaliteitsniveau van de oever. Men spreekt van ontwikkelingsbeheer indien de gewenste situatie sterk afwijkt van de huidige situatie, bijvoorbeeld in de periode na aanleg of herinrichting van een oever. Indien de nadruk ligt op het handhaven van de bestaande situatie, kan men van statisch beheer spreken.
Onderhoud wordt gedefinieerd als: het periodiek uitvoeren van werkzaamheden in het kader van het beheer van de oever. Het zijn veelal kleine en plaatselijke ingrepen, waarbij de constructie of het ontwerp niet wezenlijk wordt gewijzigd.

Vaak wordt onderscheid gemaakt tussen klein onderhoud, groot onderhoud en achterstallig onderhoud. Het verschil hiertussen heeft te maken met het handhaven van het vereiste kwaliteitsniveau (fig. 35). Voor milieuvriendelijke oevers heeft kwaliteit betrekking op de functies van de oever in de vorm van: bescherming of verdediging, natuur (ecologische functie), recreatie.
Begrotingstechnisch kunnen de verschillende vormen van onderhoud worden ingedeeld in jaarlijks terugkerend onderhoud (jto) en niet-jaarlijks terugkerend onderhoud (njto). Het jto is niet strikt aan één lokatie gebonden.

Gezien het onderscheid tussen beheer en onderhoud, zowel qua aard van werkzaamheden als uitvoerende instanties en personen, worden beide in dit hoofdstuk apart behandeld.

De milieuvriendelijke oever vraagt meer nog dan andere objecten om een planmatige benadering.
Aan de ene kant moet men rekening houden met het feit dat milieuvriendelijke oevers een zekere ontwikkeling moeten doormaken voordat zij hun functie optimaal vervullen. Anderzijds is het een gegeven dat het onderhoud van

milieuvriendelijke oevers op een aantal punten afwijkt van wat gebruikelijk is. Belangrijk uitgangspunt is hierbij de natuurwaarden te handhaven en te versterken. Dit vereist continuïteit in het beheer.
Om toch te bereiken dat het onderhoud naar behoren wordt uitgevoerd, moet een nauwkeurige werkomschrijving worden opgesteld en zal het uitvoerend personeel voldoende voorgelicht en gemotiveerd moeten worden. Als dit niet gebeurt, is de kans groot dat maatregelen onjuist of op een verkeerd tijdstip worden uitgevoerd. Als gevolg daarvan zullen de oeverbegroeiing en de fauna worden aangetast of verstoord.

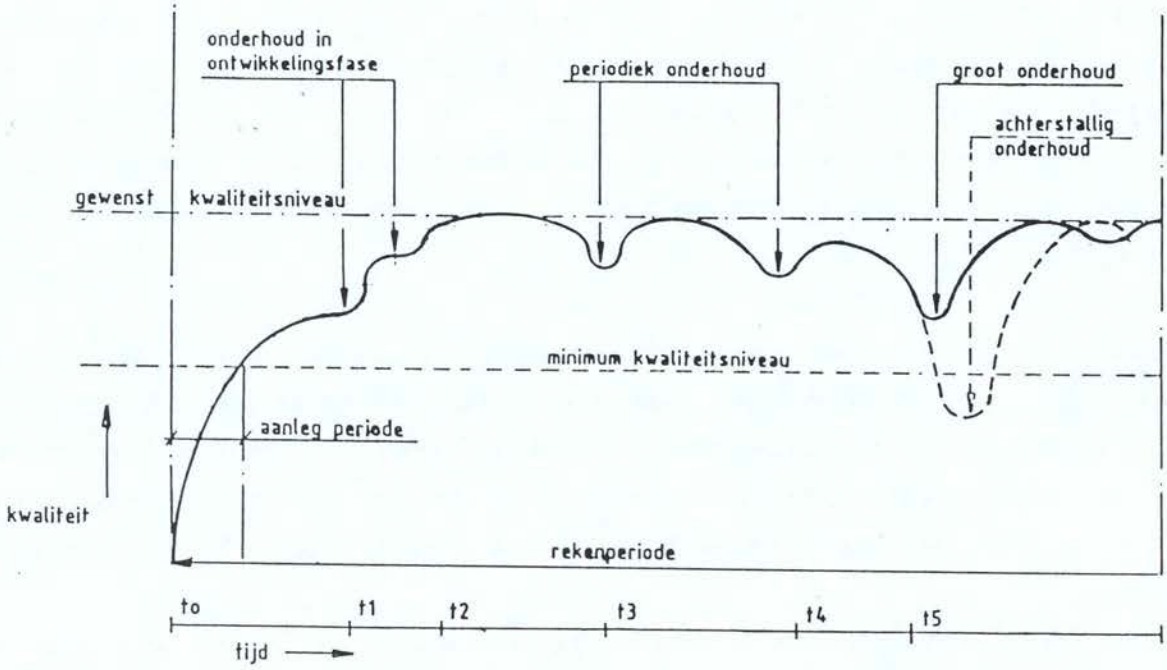


Fig. 35. Klein, groot en achterstallig onderhoud.

Voor zo'n planmatige benadering is een <u>beheersplan</u> nodig waarin staat aangegeven welke doelstellingen (minimaal en maximaal kwaliteitsniveau) voor het onderhavige object worden nagestreefd, met welke methoden die bereikt kunnen worden en welke financiële, personele en andere middelen daarvoor nodig zijn.
Daarnaast heeft een beheersplan diverse andere gebruiksmogelijkheden namelijk:
- het werk is goed te plannen, zowel qua inzet van mensen en materieel als

wat betreft de kosten voor het lopende en volgende jaren. Deze gegevens zijn te gebruiken bij het opstellen van een werkplan, maar ook bij het maken van een directieplan en een begroting;
- beheersplannen geven inzicht in waarom, wat, waar en wanneer iets moet gebeuren. Op grond van dit inzicht zijn bij beperkte middelen prioriteiten te stellen. Tevens biedt het een mogelijkheid tot controle;
- bij een beheersplan moet niet alleen worden vastgelegd wat met het te beheren object gebeurt, maar ook zaken als geconstateerde ziekte in een beplanting of de negatieve effecten van een veranderd waterpeil en hoe om te gaan met bijvoorbeeld optredend botulisme en vergravingen door muskusratten.

Door het vastleggen van ontwerp, beheer en bijzondere gebeurtenissen kan worden nagegaan of de ontwerpdoelstelling wordt gerealiseerd. Daarbij maken deze gegevens het mogelijk de effectiviteit van het beheer te evalueren.

Continuïteit in het onderhoud is van wezenlijk belang voor de milieuvriendelijke oever. Dit hangt samen met de tijd die nodig is voor een optimale ontwikkeling van de oever. In de loop van de jaren nemen zowel de beschermende werking van de begroeiing als de natuurwaarde toe, terwijl het benodigde onderhoud afneemt. Worden beheer en onderhoud op een gegeven moment nagelaten, dan kunnen de natuurwaarden sterk afnemen en kan zelfs de beschermende werking worden aangetast. Voorbeelden hiervan zijn: het opslaan van struiken en bomen in rietoevers waar maaien achterwege blijft, en aantasting van de rietkraag door betreding of veevraat bij onvoldoende controle. Het herstel van zulke schade kan veel tijd vergen.
In verband met de continuïteit in het onderhoud zullen derhalve de benodigde middelen voor een langere termijn veiliggesteld moeten zijn op bestuurlijk niveau.

7.2 Het beheer

Eerst wordt ingegaan op beheer en beheersplanning in het algemeen. Vervolgens worden de afzonderlijke onderdelen besproken: formulering van de doelstellingen, beheersmaatregelen en planning, juridisch/bestuurlijk instrumentarium, periodieke vastlegging van de actuele situatie en alsmede verslaglegging en evaluatie van het gevoerde beheer.

Algemeen

Bij het beheer speelt planning een centrale rol. Planning is een hulpmiddel om een optimale inzet van personele, materiële en financiële middelen mogelijk te maken.

Figuur 36 geeft een vereenvoudigd planningsysteem voor het beheer van een bestaande, respectievelijk nieuw aangelegde milieuvriendelijke oever.

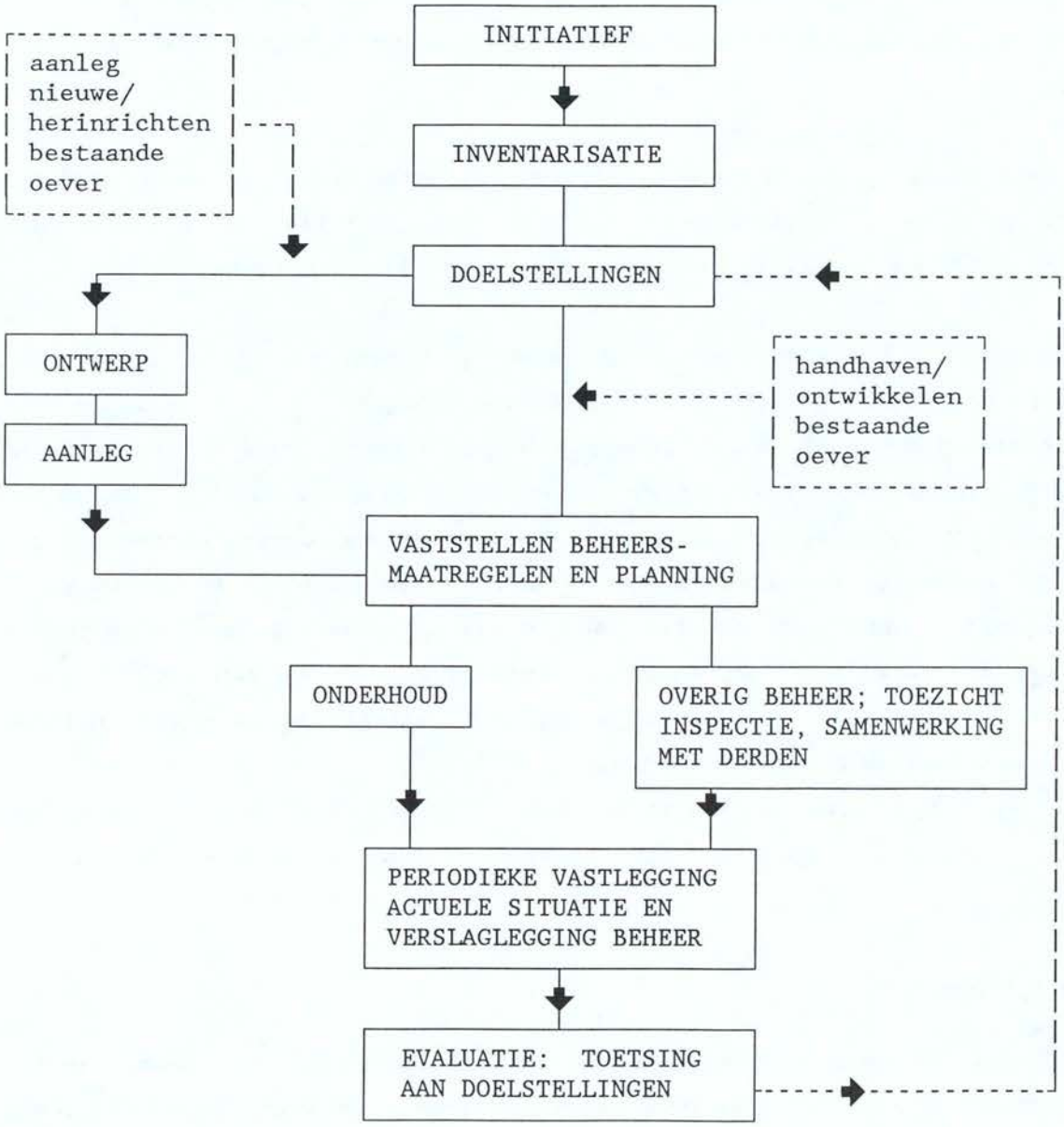


Fig. 36. Vereenvoudigd schema beheersplanning.

Doelstellingen

De doelstellingen voor het beheer moeten zo concreet mogelijk aangeven welke minimale en maximale kwaliteitsniveaus moeten worden nagestreefd. Dit geldt zowel voor belangrijke milieufactoren (bijv. waterdiepte, waterkwaliteit, peilen en fluctuaties) als voor de constructie en voor het levende deel van de oever (vegetatie en fauna). Uiteraard moeten geen doelstellingen worden aangegeven die niet haalbaar zijn. Voorts geldt dat men de kwaliteitsniveaus voor een bepaald aspect van de oever nauwkeuriger beschrijft naarmate dat aspect in de betreffende oever belangrijker is.

Zo zal de natuurwaarde van een steile oever met een smalle rietzoom in een drukbevaren kanaal geen factor van grote betekenis zijn. De nadruk ligt in dit geval op het formuleren van goede normen voor de mate waarin de constructie moet functioneren en voor de geslotenheid en beschermende werking van de rietkraag. In andere gevallen kan de natuurwaarde daarentegen wel een belangrijke doelstelling zijn, bijvoorbeeld in meren en getijdenwateren met een zeer brede oeverzone. In zo'n geval zal men voor de vegetatie moeten aangeven welke typen (levensgemeenschappen) men nastreeft, welke bijzondere soorten (indicatorsoorten, zeldzame soorten) daarin moeten voorkomen, welke dichtheid en structuur de vegetatie moet bezitten (in verband met golfdemping) en welke omvang (zie bijlage A). In andere gevallen, zoals bijvoorbeeld langs oevers met recreatief (mede-)gebruik, zal men moeten aangegeven hoe niet gewenste vegetatie-ontwikkelingen plaatselijk voorkomen moeten worden. Hierbij moet er echter voor worden gewaakt dat het beheer opgezadeld wordt met fouten die in feite in de ontwerpfase voorkomen hebben kunnen worden. Voor de fauna zal men moeten aangeven welke belangrijke diersoorten zich in de water-, oever- en landzone moeten kunnen vestigen, waarbij het in bepaalde gevallen (bijv. broedvogels en waterwild) ook van belang is om een indicatie te geven van de gewenste populatie-grootte (zie bijlage B).

Een en ander is noodzakelijk om bij de beheersevaluatie te kunnen toetsen of de gestelde doelen werkelijk zijn bereikt, danwel of ze haalbaar zijn.
In principe zijn bij een nieuw aangelegde oever de doelstellingen al grotendeels in de ontwerpfase vastgesteld; vaak zal toch nog een nadere uitwerking/concreticering voor het beheer nodig zijn.

Wantij (foto J.L.Koolen).

Beheersmaatregelen en planning

Dit onderdeel van het beheersplan omvat de beschrijving van de aard, frequentie en intensiteit van de maatregelen die nodig zijn om de doelstellingen te realiseren.

Het gaat hierbij om zaken als:

- welke beheersmaatregelen moet men toepassen;
- op welke plaatsen en met welke frequentie dient dit te gebeuren;
- welke juridisch-bestuurlijke aspecten spelen een rol bij het beheer;
- welke financiële, personele en technische middelen zijn nodig voor het uitvoeren van het beheer.

Voor de eerstgenoemde twee punten kunnen enkele richtlijnen worden gegeven die specifiek gelden voor milieuvriendelijke oevers. Ze hebben te maken met de gevoeligheid van zulke oevers voor ingrepen en met de gewenste stabiliteit en ruimtelijke variatie ervan.

De eerste richtlijn is dat men onderhoudsmaatregelen moet kiezen die vegetatie en fauna niet nadelig beïnvloeden; dit geldt ook voor de bepaling van

het tijdstip van uitvoering. Het kan nodig zijn een afweging te maken tussen de invloed op vegetatie enerzijds en fauna anderzijds, of tussen verschillende fauna-elementen, bijvoorbeeld broedvogels tegenover pleisterend waterwild.
De tweede richtlijn betreft de stabiliteit: bij milieuvriendelijke oevers bestaat de noodzaak van een zo stabiel mogelijke situatie. Dit kan de reden zijn om te kiezen voor frequent klein onderhoud en minder frequent groot onderhoud.
De derde richtlijn betreft de ruimtelijke variatie. Door onderhoudswerkzaamheden te spreiden in de tijd, in plaats van het gehele object in één keer te behandelen, is op elk moment een ruimtelijk gevarieerde situatie aanwezig; bijvoorbeeld een mozaïek van gemaaide en niet-gemaaide rietvegetaties. Een neveneffect is dat de verstoring als gevolg van het uitvoeren van de werkzaamheden geringer is. Wanneer bovendien in bepaalde (maar in de loop van de jaren wel steeds dezelfde) delen van het object een andere beheersmaatregel wordt toegepast, wordt de ruimtelijke variatie nog versterkt. Een voorbeeld hiervan is het minder frequent maaien van bepaalde delen, waar dan een ruigere begroeiing ontstaat met eventueel houtopslag, die weer mogelijkheden biedt voor bepaalde diersoorten.

Een overzicht van onderhoudsmaatregelen, waarbij de bovengenoemde richtlijnen zoveel mogelijk zijn uitgewerkt, is te vinden in bijlage I.
Bij ingewikkelde situaties kan het gewenst zijn om voor het kiezen van het juiste beheer extern advies in te winnen. Dit geldt overigens ook voor het formuleren van de doelstellingen en voor het periodiek vastleggen van de actuele situatie (zie hierna onder "evaluatie van het gevoerde beheer"). Zulke deskundigheid is aanwezig bij de instellingen en organisaties genoemd onder "adressen".

Juridisch-bestuurlijke aandachtspunten

Om de beheersdoelstellingen te realiseren moet de oeverbeheerder samenwerken met derden, zowel overheden als particulieren. Regels, verordeningen en conflicterende belangen bepalen enerzijds welke doelstellingen haalbaar zijn, en vereisen anderzijds acties vanuit het dagelijks beheer.
Zonder naar volledigheid te streven worden hier enkele juridisch-bestuurlijke aandachtspunten genoemd.

- Voorschriften van water- en zuiveringsschappen, Staatsbosbeheer.
- Wettelijke bepalingen zoals deze bijvoorbeeld gelden voor gebieden die onder de werking van de Natuurbeschermingswet zijn gebracht.
- Planologische voorschriften en verordeningen, zowel voor bescherming van de oever als voor vergunningverlening; bijv. Bestemmingsplan Buitengebied, Algemene Politie Verordening, Provinciale verordeningen.
- Gemeentelijke landschapsbeleidsplannen.
- Beheer van de waterloop: van belang zijn onder meer het gebruik als vaarweg (aard en intensiteit scheepvaart), de peilfluctuaties en de stroomsnelheid.
- Waterkwaliteitsbeheer.
- Toegankelijkheid: recht op overpad (zakelijk recht), aanwezigheid van onderhoudspaden.
- Opslag van baggerspecie op oevers en bermen : recht van beheerder waterlopen (dit geldt niet voor meren en getijdenwateren).
- Uitvoering van het onderhoud: door de beheerder of door derden (onderhoudsplicht).
- Goedkeuring van bestuurders voor onderhoudsbudget voor meerdere jaren.
- Toezicht en bewaking, in verband met naleving regels en verordeningen en in verband met beschermende maatregelen.

Periodiek vastleggen van de actuele situatie en verslaglegging beheer

Om het gevoerde beheer te kunnen evalueren zijn gegevens nodig over de actuele toestand van het object en over de werkelijk uitgevoerde onderhoudsmaatregelen. Uiteraard zal daarnaast de aanlegsituatie (ontwerpprofiel, materialen, aangebrachte vegetatie enz.) moeten zijn vastgelegd (tabel 6).
De periodieke vastlegging van de bestaande situatie betreft in principe alleen de aspecten waarvoor in de doelstelling een (minimum/maximum) kwaliteitsniveau is aangegeven. Vrijwel altijd gaat het om:
- toestand constructie (deformatie) en vorm van oeverprofiel;
- toestand begroeiing (dichtheid, omvang).

Soms is echter ook meer gedetailleerde informatie nodig over de vegetatie (typen, indicatorsoorten) en de fauna (indicatorsoorten en aantallen). De verkregen gegevens kunnen in een eventueel geautomatiseerd bestand worden vastgelegd. De wijze waarop de gegevens verzameld worden is afhankelijk van de aard van het object.

Tabel 6. Vastleggen situatie na aanleg.

Lokatie: .....

TE BESCHRIJVEN KENMERKEN
- bodembreedte
- breedte op de waterlijn
- breedte boveninsteek
- waterdiepte
- taludvorm
- helling
- soort oeververdediging
. materiaal
. zwaarte
. sortering
. hoogte grondkering
- grondverbetering
- vegetatie
. soort
. vorm (zaad, stekken, pollen, wortelstokken)
. oppervlakte
. dichtheid aantal per m^2
. plaats in het dwarsprofiel

Hier wordt voornamelijk ingegaan op methoden voor het periodiek vastleggen van de toestand van vegetatie en fauna. Het eerste wat de beheerder zich moet realiseren is of de oever een belangrijke natuurwaarde heeft. Dit maakt veel uit voor de wijze waarop de periodieke beschrijving moet worden uitgevoerd.

Bij objecten waar slechts geringe natuurwaarden in het geding zijn en het voornamelijk om de beschermende werking van de begroeiing gaat, kan men het vegetatieonderzoek beperken tot een globale kartering waarbij alleen de in dat opzicht relevante kenmerken worden beschreven.
Deze kenmerken zijn weergegeven in tabel 7. De resultaten van de kartering worden vastgelegd op kaart, schaal 1:5.000 à 1:1.000, waarop de begrenzing van de karteringseenheden wordt ingetekend; de beschrijving van de oeverkenmerken wordt in eerste instantie per karteringseenheid vastgelegd op opnameformulieren, die men opstelt met behulp van tabel 7.

Tabel 7. Periodieke vastlegging actuele situatie.

Opnamedatum : .....
Lokatie : .....

ONDERDEEL	TE BESCHRIJVEN KENMERKEN
Water	- diepte - dikte baggerlaag - hydraulische belasting; duur, frequentie en periode (peilfluctuaties, stroomsnelheid, golfaanval)
Oeverprofiel	- afwijking van het ontwerpprofiel - aanwezigheid van muskusratten - aangeven van oorzaken van afwijking van het ontwerpprofiel - gebruik aangrenzend terrein
Constructie	- soort en kwaliteit van materialen - voorkomen van beschadigingen: gaten, ontbreken van stenen, planken, palen; verzakkingen.
Waterplantenzone	- soort, breedte, dichtheid
Oeverbegroeiing in rietzone	- breedte van de oeverbegroeiing - dichtheid (aantal stengels per m^2) - vitaliteit: visuele beoordeling op basis van hoogte (< 1 m: weinig vitaal;) - plaats van de oeverbegroeiing in het profiel: A. beneden; B. boven; C. beneden en boven de gemiddelde waterlijn. - aanwezigheid van gaten in de oeverbegroeiing - aanwezigheid van houtige opslag in de rietzone (A 1-10% van de oppervlakte, B 10-50%, C 50-100%) - visuele beoordeling van de beschermende werking van de oeverbegroeiing (A slecht ; B matig; C goed)
Zachthout- en hardhoutzone	- breedte en hoogte - aanwezigheid van gaten in de begroeiing - schaduwwerking op de rietzone: A weinig of geen schaduwwerking; B duidelijke schaduwwerking die over de volle breedte van de rietzone een verminderende vitaliteit van riet, lisdodde en biezen veroorzaakt
Grasvegetatie	- aanwezigheid van kale plekken, vertrapping, gaten

Wanneer belangrijke natuurwaarden worden nagestreefd, moet de ontwikkeling van de oever nauwkeuriger worden gevolgd. Het kan wenselijk zijn hierbij een

natuurtechnicus te betrekken. Naast de in tabel 7. genoemde kenmerken moet ten minste ook worden aangegeven uit welke vegetatietypen de oeverbegroeiing bestaat en moet de verspreiding van in de doelstelling vermelde indicatorsoorten worden bepaald. Voor de indeling in vegetatietypen kan men uitgaan van een eigen indeling of van de karteringseenheden van Londo [40]. Deze laatste zijn in de eerste plaats gebaseerd op de uiterlijke vorm van de vegetatie; zo worden hoofdeenheden als Wateren, Pioniervegetaties, Moerassen, Graslanden, Ruigten, Struwelen en Bossen onderscheiden. De verdere indeling berust op verschillen in soortensamenstelling. Bij iedere karteringseenheid wordt dus een lijst van kenmerkende soorten gegeven. Voor de toepassing op oeverbegroeiingen zal men het systeem van Londo moeten verfijnen. Een dergelijke verfijning houdt in dat men bijvoorbeeld binnen de karteringseenheid "rietvegetatie" tenminste vier typen onderscheidt :

- in diep water groeiend riet (dieper dan 0,5 m);
- in ondiep water of boven de waterlijn groeiend riet;
- riet met een kruidlaag kenmerkend voor voedselrijk milieu;
- riet met een kruid- en moslaag kenmerkend voor matig voedselrijk tot voedselarm milieu (onder meer veenmossen).

Indien zeer nauwkeurig inzicht noodzakelijk is, verdient het aanbeveling om naast bovenbeschreven onderzoek op een aantal plaatsen permanente proefvlakken in te richten, die periodiek worden beschreven.
Zulke proefvlakken moeten niet te klein zijn (oppervlakte ca. 100 m^2, of lengte minstens 50 m bij lijnvormige vegetaties). Bij de beschrijving ervan worden de bedekking en hoogte van de verschillende vegetatielagen vastgelegd en wordt van alle soorten de bedekking en abundantie genoteerd. Voor opnamemethodiek zie [41]. Tevens worden relevante milieufactoren opgenomen, te weten waterdiepte, waterpeil en dikte van de gevormde kragge. Deze gegevens maken het mogelijk oorzaken van veranderingen in de begroeiing te achterhalen.

Voor de fauna dient men, indien dat voor toetsing aan de doelstellingen noodzakelijk is, de aanwezigheid en eventueel de globale aantallen van bepaalde diersoorten vast te stellen. Het gaat om bijvoorbeeld broedvogel- en waterwildtellingen maar ook macrofauna, insekten en vissen.
Voor de wijze waarop zulke inventarisaties moeten worden uitgevoerd wordt voor vogels verwezen naar [42].
Men dient zich te realiseren dat fauna-onderzoek in het algemeen tijdrovend

en kostbaar is. Voor het uitvoeren van diepgaand fauna- en vegetatieonderzoek kan het nodig zijn externe deskundigen in te schakelen (zie ook onder "Beheersmaatregelen en planning").

Meestal is een onderzoeksfrequentie van éénmaal per vijf à tien jaar voldoende om een goed inzicht te krijgen in de ontwikkeling van vegetatie en fauna, en op grond daarvan bij te sturen in het beheer.
De beheerder dient voldoende inzicht te hebben om daarnaast, voor het klein onderhoud, veranderingen op korte termijn te signaleren en daarop in te spelen. Dit geldt vooral in de eerste jaren na aanleg van een nieuwe oever en bij het voeren van ontwikkelingsbeheer.

Naast het periodiek vastleggen van de toestand van het object dient ook het gevoerde beheer te worden beschreven. Deze beheersverslaglegging dient jaarlijks te gebeuren en geeft weer welke maatregelen op welke plaatsen en tijdstippen zijn genomen. Veelal zal men de maatregelen op kaart weergeven.
Ook moeten jaarlijks de gemaakte kosten worden geregistreerd en moeten bijzondere omstandigheden en veranderingen in externe factoren worden vermeld (bijv. peilveranderingen).

Evaluatie van het gevoerde beheer

Bij de evaluatie van het beheer wordt getoetst op welke punten de actuele toestand van het object afwijkt van de kwaliteitsniveaus genoemd in de doelstellingen. Verder wordt nagegaan in welk opzicht de uitgevoerde onderhoudsmaatregelen niet hebben voldaan. Ook wordt vermeld of de gemaakte kosten acceptabel zijn.
Op grond van deze bevindingen kunnen wijzigingen in het beheer worden aangebracht, en/of kunnen de doelstellingen worden bijgesteld.

7.3 Het onderhoud

Algemeen

Het onderhoud van de oever kan worden uitbesteed of in eigen beheer worden uitgevoerd. Bij uitbesteding geldt voor bestek en werkomschrijving in principe hetzelfde als wat in hoofdstuk 6 is aangegeven. Bij uitvoering van het onderhoud in eigen beheer is het noodzakelijk veel aandacht te schenken aan de volgende punten:

- er moet een nauwkeurige beschrijving van de werkzaamheden worden opgesteld, waarbij wordt aangegeven welk effect met de gegeven maatregelen wordt beoogd;
- binnen de organisatie moet voldoende voorlichting worden gegeven over het belang en het functioneren van milieuvriendelijke oevers; dit is onmisbaar voor de motivatie van de onderhoudsdienst.

Er dient voldoende toezicht en kwaliteitscontrole op het milieuvriendelijke aspect te zijn. Bij oevers waar belangrijke natuurwaarden aanwezig zijn moet daartoe de toezichthouder een redelijke natuurtechnische kennis en ervaring hebben.
Voor een doeltreffende uitvoering van het onderhoud zal aan voorwaarden voldaan moeten worden, die als voorschriften in het bestek kunnen worden opgenomen. Daarnaast doet zich de vraag voor met welke middelen (materieel, materialen) de uitvoering kan geschieden. Beide punten worden hierna behandeld.

Voorschriften voor de uitvoering van het onderhoud

Een juist onderhoud van milieuvriendelijke oevers vraagt om een aantal voorschriften die de specifieke eigenschappen van zulke oevers betreffen. Zonder volledigheid te pretenderen worden enkele voorschriften genoemd:
- Maximale contactdruk van machines; deze moet zo laag zijn dat geen beschadiging van de zode of vorming van wielsporen optreedt; op weinig draagkrachtige delen van de oever zal het noodzakelijk zijn brede banden of kooiwielen toe te passen waarbij minimale contactdrukken van 3-5 Ncm^{-2} worden bereikt (ter vergelijking: de gemiddelde contactdruk bij betreding door de mens bedraagt ca. 7,5 Ncm^{-2}). Hogere contactdrukken liggen bij 15-30 Ncm^{-2} (zwaardere apparatuur met normale banden). Voorts moet het schranken worden vermeden.
- Minimaal te bewaren afstand tot de insteek in verband met verzakking en taludbeschadiging; als minimum afstand kan 0,3 à 0,5 m worden aangehouden, hetgeen zowel geldt voor het onderhoud als voor het aangrenzend grondgebruik (bijv. ploegen).
- Werken vanuit het water of vanaf het land; dit is onder meer afhankelijk van de kwetsbaarheid van de begroeiing aan de water- respectievelijk landzijde voor betreden en berijden.
- Voor terreindelen die bij de uitvoering niet bereden of betreden mogen

worden, aangeven hoe dit voorkomen kan worden (bijv. door tijdelijke afrasteringen, markeringen of aanwijzingen).

- In handkracht uit te voeren werkzaamheden, bijvoorbeeld vanwege de kwetsbaarheid van de begroeiing.
- Tijdstip of periode waarin de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd.
- Wijze van verwerking van materialen (maaisel, hout, bagger, vuil enz.) en wijze van afvoeren; plaats waar eventuele tijdelijke opslag mogelijk is.
- Toepassing van bemesting, herbiciden en insekticiden: dit dient steeds nadrukkelijk uitgesloten te worden, met uitzondering van een lichte bemesting van bepaalde graslandvegetaties.
- Manipulatie van de waterstand voor het onderhoud, dient bij oevers met hoge natuurwaarden achterwege te blijven.
- Doorspoelen: deze maatregel is ongewenst in wateren met een goed ontwikkelde watervegetatie.
- Maaiperiode riet: tussen half september en half maart; het veld moet begin april geschoond zijn.
- Maaimethode riet: zo laag mogelijk boven de grond maaien maar wel boven de gemiddelde waterspiegel; maaisel steeds afvoeren.
- Branden van riet: dit dient zoveel mogelijk vermeden te worden; waar branden als noodmaatregel toch nodig is, gelden de volgende voorschriften: niet vlakdekkend branden; vluchtstroken voor dieren handhaven door brandsingels te maaien; branden bij droog weer en gunstige windrichting in verband met mogelijke hinder voor omgeving (wegverkeer).
- Rasters ter bescherming tegen veevraat op ten minste 1 m uit de rietzone plaatsen (bij smalle rietzoom bij voorkeur 1,5 m).
- Maaien waterplanten: maaisel afvoeren indien een of twee maal per jaar wordt gemaaid; maaisel niet in de oeverzone deponeren; het tijdstip van maaien is afhankelijk van de soort vegetatie.
- Baggeren: uitkomende specie niet in de oeverzone deponeren.
- Keuze van materialen afstemmen op het ontwerp.
- Uitvoeren van reparaties: voor de juiste keuze van de reparatiemethode is het noodzakelijk eerst de oorzaak van de schade vast te stellen. Aan de hand daarvan wordt beoordeeld of de schade incidenteel is, in welk geval de constructie wordt hersteld volgens het oorspronkelijke ontwerp, of juist structureel van aard, in welk geval de constructie aangepast moet worden en mogelijk zelfs de doelstellingen en het ontwerp gewijzigd moeten worden.

Materieelkeuze

De keuze van het te gebruiken materieel moet worden afgestemd op de aanwezige constructies, begroeiing en eventueel fauna, zodat geen schade wordt toegebracht aan de beoogde situatie. Enkele mogelijkheden worden genoemd.

- Baggeren: met kraan (dieplepelbak of knijperbak), of met zuigerboot danwel schuifboot; in wateren met een goed ontwikkelde watervegetatie en -fauna verdient baggeren met de kraan de voorkeur, omdat daarbij meer organismen zullen overleven.
- Maaien waterplanten: in smalle waterlopen met korfmaaier, in brede wateren met veegboot.
- Riet maaien: de keuze van de machine is afhankelijk van de omstandigheden, met name de breedte, de draagkracht en de bereikbaarheid van de rietkraag. Voor het maaien van riet worden verschillende machines gebruikt:
  . eenvoudige tweewielige maaimachines met een maaibalk, al dan niet voorzien van een vangbalk;
  . tweewielige maaibindmachines, die losjes gebonden veldbossen afwerpen;
  . maaibind- en transportmachines met vier zeer grote en brede rubberbanden;
  . maaibindmachines op stalen rupsen;
  . oude graanoogstmachines.

  De meeste machines kunnen ook in niet te diep water maaien. Om vanaf het water te kunnen maaien kan men de maaiapparatuur op een boot bouwen. Het machinaal tot bossen binden is alleen mogelijk als het gewas redelijk droog is; dit is niet alleen technisch nodig voor het glijden, maar ook om later broei te voorkomen. Ook maaien tijdens vorst (op het ijs) wordt wel toegepast.
  Klepelmaaiers komen niet in aanmerking voor het maaien van riet. Het maaisel blijft dan ter plekke liggen, waardoor een sterke verlanding en verruiging optreedt.
- Maaiveldverlaging rietzone: voor het uitkrabben van rietkragen is speciale apparatuur vervaardigd door het Waterschap Het Lange Rond. Deze bestaat uit een groftandige hark (breedte ca. 1,5 m, tanden ca. 30 cm lang) die vanaf de vaste oever door de rietkraag wordt getrokken. Daarbij worden strooisel en slib uitgekamd.
  Er kan ook met verende, roterende tanden worden uitgeharkt; dit levert een

minder grote maaiveldverlaging op maar is tevens minder duur. Voorts kan met de korfmaaier een deel van de bovengrond worden afgeschept. Het diep afgraven van de zode kan gebeuren met de hydraulische kraan; een trekbak voldoet hiervoor niet goed omdat deze minder nauwkeurig te bedienen is en daardoor schade aan de oever veroorzaakt.

Periodiek onderhoud

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van de meest voorkomende maatregelen in het kader van periodiek onderhoud. Vermeld is tevens met welke frequentie en in welke periode van het jaar deze maatregelen worden uitgevoerd.

Tabel 8. Maatregelen periodiek onderhoud.

MAATREGEL	FREQUENTIE	PERIODE
Onderhoudsinspectie	min. 1x/jaar	
Aanvullen zetsteen	1x/1 à 2 jaar	september-maart
Bijstorten stortsteen	1x/1 à 2 jaar	september-maart
Grondaanvullingen	1x/1 à 2 jaar	september-maart
Baggeren plaatselijke ondiepten	1x/5 jaar	september-maart
Reparatie damwandplanken	1x/5 jaar	september-maart
Reparatie gordingen	1x/5 jaar	september-maart
Maaien met behulp van veegboot (waterplanten)	1 à 12x/jaar	mei-september
Maaien met behulp van korfmaaier (waterplanten)	1 à 2x/jaar	juni-oktober
Maaien, bossen en afvoeren van riet	1x/jaar à 1x/5 jaar	september-maart
Maaien en afvoeren gras	1 à 2x/jaar	juni; oktober
Snoeien	1x/2 à 5 jaar	oktober-maart
Vuilvissen	1x/jaar	oktober-maart
Aanbrengen rietpollen/rietstekken	1x/5 jaar	maart-april
Uitkrabben rietkraag	1x/5 à 10 jaar	oktober-maart

LITERATUUR

Per hoofdstuk cq. bijlage is de aangehaalde literatuur gerangschikt. Daarnaast is bij een aantal hoofdstukken cq. bijlagen aanvullende literatuur opgenomen waar niet direct naar wordt verwezen maar die wel meer informatie bevat over het onderwerp dat het betreffende hoofdstuk of die bijlage behandelt.

HOOFDSTUK 1

1. Natuurbeschermingsraad, 1979. De verstening van de oevers; enige invloeden van waterstaatswerken op natuur en landschap.
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Omgaan met water. 's-Gravenhage, 1985.
3. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Water voor nu en later: Derde Nota Waterhuishouding. 's-Gravenhage, 1989.
4. Ministerie van Landbouw en Visserij. Natuurbeleidsplan: visie op toekomstig beleid ten dienste van natuur en landschap. 's-Gravenhage, 1989.
5. Ministerie van verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Milieuvriendelijke oevers: inrichting van milieuvriendelijke oevers: ook hier weer samenwerking tussen gebiologeerde civielen en geciviliseerde biologen. PMO-rapportnr. 3, Delft, 1989.
6. Proost, J. en D. van der Hoek. Natuurtechniek van morgen een verkenning van mogelijkheden. Werkgroep Natuurtechniek, verslag deel II, Landinrichtingsdienst Utrecht, 1985.

Rapporten verschenen in het kader van het Project Milieuvriendelijke Oevers

- Kosten van Milieuvriendelijke Oevers. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, PMO-werkgroep Kosten. PMO-rapportnr. 1, Delft, 1988.
- Ecologische onderbouwing milieuvriendelijke oevers: een verkennend onderzoek naar ecologische principes bij milieuvriendelijke inrichting en beheer van oevers. C.Kwakernaak, TNO-SCMO, PMO-rapportnr. 2, Delft, 1988.
- Milieuvriendelijke oevers: inrichting van milieuvriendelijke oevers: ook hier weer samenwerking tussen gebiologeerde civielen en geciviliseerde biologen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswater-

staat, Project Milieuvriendelijke Oevers (PMO), J.Koolen en P.P.in Taal, PMO-rapportnr. 3, Delft, 1989.

- Oevertypologie voor de grote rivieren van Nederland. Stichting voor toegepast landschapsecologische onderzoek. J.A.A.M. Leemans, in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, Project Milieuvriendelijke Oevers, STL-nr6, PMO-rapportnr. 4, Nijmegen, 1989.
- Ecologisch meetnet voor de grote rivieren van Nederland. Stichting voor toegepast landschapsecologische onderzoek. J.A.A.M.Leemans, in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, Project Milieuvriendelijke Oevers, STL-nr3, PMO-rapportnr. 5, Nijmegen, 1989.
- Inventarisatie rietoevers. P.I.M. de Kwaadsteniet, Stichting Landelijk Overleg Natuur- en Landschapsbeheer, PMO-rapportnr. 6, Utrecht, 1990.
- De oevers van het Veersemeer en de Grevelingen en de effecten van oeverbescherming. A.W.Fortuin en L.A.Adriaanse. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren en Directie Zeeland, PMO-rapportnr. 7, Middelburg, 1989.
- Onderzoek aan natte oeverstroken langs het Wilhelminakanaal: samenvattend eindrapport. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Directie Noord Brabant, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, PMO-rapportnr. 8, 1989.
- Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en recent aangelegde dijkvakken in de getijdezone van de Oosterschelde. Resultaten inventarisaties 1988 en 1989. A.J.M.Meyer, in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, PMO-rapportnr. 9, en Dienst Getijdewateren. Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 1989.
- Cursus Natuurtechnisch Oeverbeheer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, TAUW Infraconsult bv, H.D.van Bohemen en R.S.Smits (red.), PMO-rapportnr. 10, 1989.
- Milieuvriendelijke Oevers in relatie tot Meerjarenplan Oevers. Rationeel onderhoud natte infrastructuur (RONIS) & Project Milieuvriendelijke Oevers (PMO). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, PMO-rapportnr. 11, , Oranjewoud bv, 1989.
- Rapport standplaats biezen. DBW/RIZA, PMO-rapportnr. 12,

- Milieuvriendelijke Oevers: voorlopige leidraad voor een integrale benadering van ontwerp, aanleg en beheer van oevers. Stichting CUR, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en waterbouwkunde, PMO-rapportnr. 13, , Project Milieuvriendelijke Oevers, CUR 90-4, Gouda, 1990.
- Milieuvriendelijke oevers in de praktijk. Verslag van de studiedag, gehouden op 1 november 1989 te Den Haag. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, drs. H.D. van Bohemen, PMO-rapportnr. 15.
- Begroeiing van betonblokkenmatten. J.M.Reitsma in opdracht van Stichting CUR, en Rijkswaterstaat, Project Milieuvriendelijke Oevers, PMO-rapportnr. 16, Bureau Waardenburg bv, Culemborg, 1990.

HOOFDSTUK 2

HOOFDSTUK 3

7. CUWVO. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren, 1988.
8. Proost, J. en D. van der Hoek. Natuurtechniek van morgen een verkenning van mogelijkheden. Werkgroep Natuurtechniek, verslag deel II, Landinrichtingsdienst Utrecht, 1985.
9. Commissie Vaarwegbeheerders. Aanbevelingen voor het ontwerp van oeververdedigingen langs vaarwegen, Deelrapport 1 van de Werkgroep Oeververdediging. Dordrecht, 1990.
10. Alkema, R. Gebruik, beheer en onderhoud van de Friese oevers. Recreatievoorzieningen (5); 192-196, 1974.
11. Nekker, J. de en K.A.G. Mouw. Wat is een oeververdediging. In kust en oeverwerken; in praktijk en theorie, Kust en oeverwerken, 1979.
12. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Natuurbeheer in Nederland; Levensgemeenschappen. Pudoc Wageningen, 1979.
13. Ecologische onderbouwing milieuvriendelijke oevers: een verkennend onderzoek naar ecologische principes bij milieuvriendelijke inrichting en beheer van oevers. C.Kwakernaak, TNO-SCMO, PMO-rapportnr. 2, Delft, 1988.

HOOFDSTUK 4

14. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Milieuvriendelijke oevers; Project Milieuvriendelijke Oevers rapport nr 3, 1989.

15. Adriaanse, L.A. Natuurlijke en natuurtechnische oeverbeschermingen. Rijkswaterstaat, Nota GWWS-86.408, Middelburg, 1986.

16. Adriaanse, L.A. Oevers en oeverbeschermingen met ruimte voor natuur en landschap. Land en Water-nu, (4); 20-25, 1987.

17. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. Leidraad keuzemethodiek en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBF-Asfalt, 1988.

- Natuurlijke oevers in beweging; handleiding voor inrichting en beheer van riet- en andere oevers. P.I.M. de Kwaadsteniet, stichting Landelijk Overleg Natuur en Landschapsbeheer en samenwerkingsverband "asjeblieft ... niet in 't Riet!!", Utrecht, 1990.

HOOFDSTUK 5

18. Waterloopkundig Laboratorium. Formulering gedragsmodel voor onverdedigde oevers. WL, verslag Q 808-03, Delft, 1988.

19. Meer, J.W. van der. Rock slopes and gravel beaches under wave attack. Delft Hydraulics Communication no 396, 1988.

20. Commissie Vaarweg Beheerders. Aanbevelingen voor het ontwerp van oeververdedigingen langs vaarwegen, Deelrapport 1 van de Werkgroep Oeververdediging. Dordrecht, 1990.

21. Waterloopkundig Laboratorium. Technische aanbevelingen voor oeververdedigingen van losgestorte en gezette steen. WL, rapport M1115 deel XIX, Delft, 1988.

22. Rijkswaterstaat. De invloed van een rietkraag op scheepsgolven. RWS, Dienst Verkeerskunde Hoofdafdeling Scheepvaart, nota S 83.108, 1986.

23. Bolderman, M.B.N. en A.W.C. Dwars. Algemene Waterbouwkunde, deel 1. L.J. Veen's uitgeversmaatschappij N.V., Amsterdam.

24. Verruijt, A. Grondmechanica. Delftse Uigeversmaatschappij, Delft 1983.

25. Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen", EAU 1980, 6. Auflage, Verslag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-Munchen, 1980.

26. Grondmechanica Delft. Inventarisatie interne schademechanismen bij onverdedigde oevers; aanzet tot modelvorming. GD, verslag CO-303130/7, Delft, 1989.

27. Leeuwestein, W. en P. Schoot. Evaluatie oevers-eindrapportage van het projekt oevererosie. Technische Universiteit Delft, 1988.
28. CUR C67, in voorbereiding. Handboek loskorrelige materialen. CUR Gouda.
29. Herbich, J.B. and B. Douglas. Wave transmission through a double-row pile breakwater. Proc. 21st Coastal Eng. Conf. Malaga, 1988.
30. Goda, Y. Random seas and design of maritime structures. University of Tokyo Press, Tokyo, 1985.
31. Pilarczyk, K.W., H. Havinga, G.J. Klaassen, H.J. Verhey, E. Mosselman en J.A.A.M. Leemans. Control of bank erosion in the Netherlands. State-of-the-art, Special Technical Publication ASCE, 1989 (to be published).
32. Jonker, A. en L. de Quelery. Invloed boombeplanting op verankerde damwand. PT Civiele Techniek-Waterbouw, nr. 2, 1988.
33. Waterloopkundig Laboratorium. Praktijkgericht onderzoek milieuvriendelijke oevers. Erosie door open taludbekledingen, WL-verslag, aanvullend modelonderzoek Q 913, Delft, 1989.
34. Vos, J.G. Geomembranen en geotextielen in milieutechnische toepassingen. Nederlandse Geotextielen Organisatie, Proceedings themamiddag Milieutechniek, 1987.
35. Hewlett, H.W.M., L.A. Boorman and M.E. Bramley. Design of reinforced grass waterways. CIRIA, report 116, London, 1987.
36. Dir. Zuid-Holland, Dienstkring Merwede. Krib en oever bekleed met rietzoden, kraagstuk en lichte steenbestorting. Proefprojecten milieuvriendelijke oevers. Land en Water nu (4); 43-44, 1989.

HOOFDSTUK 6

37. Standaard RAW bepalingen, 1985. Stichting RAW, EDE.
38. Schippers, W. Technieken voor uitvoering grondwerken natuurterreinen. Land en Water-nu nr6, 62-65, 1989.
39. NEN-ISO 9000, Kwaliteitszorg en normen voor kwaliteitsborging, Richtlijnen voor de keuze en de toepassing, Nederlandse Norm, 1988.
NEN-ISO 9001, Kwaliteitssystemen Model voor de kwaliteitsborging bij het ontwerpen/ontwikkelen, het vervaardigen, het installeren en de nazorg, Nederlandse Norm, 1988.
NEN-ISO 9002, Kwaliteitssystemen model voor de kwaliteitsborging bij het vervaardigen en het installeren, Nederlandse Norm, 1988.

NEN-ISO 9003, Kwaliteitssystemen Model voor de kwaliteitsborging bij de eindkeuring en de beproeving, Nederlandse Norm, 1988.

HOOFDSTUK 7

40. Londo, G. Karteringseenheden op vegetatiekundige basis. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1974.
41. Held, J.J. den en A.J. den Held. Beknopte handleiding voor vegetatiekundig onderzoek. Wetenschappelijk Med. nr. 97, Kon. Ned. Natuurhist. Vereniging, 1985.
42. Hustings, M.F.H., e.a. Natuurbeheer in Nederland 3: Vogelinventarisatie. Pudoc, Wageningen, 1985.

BIJLAGE A

43. Ivens, E. Natuurlijke oeverbescherming, welke plantesoorten kunnen worden toegepast als levend bouwmateriaal op oevers ? Doctoraal verslag VPO, Landbouwuniversiteit Wageningen, 1987.
44. Bloemendaal, F.H.J.L., en J.G.M. Roelofs, Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV nr 45, 1988.
45. Adriaanse, L.A. Oevers en oeverbeschermingen met ruimte voor natuur en landschap. Land en Water-nu (4); 20-25, 1987.
46. Seibert, P. Importance of natural vegetation for the protection of the banks of streams, rivers and canals. European committee for the conservation of nature resources, Strasbourg 1967.
47. Bittmann, E., Grundlagen und Methoden des biologischen Wasserbaus, In der biologische Wasserbau an der Bundeswasserstraßen, Verlag Eugen Ulmer, 17-78, 1965.
48. Oevertypologie voor de grote rivieren van Nederland. Stichting voor toegepast landschapsecologische onderzoek. J.A.A.M.Leemans, in opdracht van Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA, Project Milieuvriendelijke Oevers, STL-nr6, PMO-rapportnr. 4, Nijmegen, 1989.
49. Leemans, J.A.A.M., en R. Reiling. Probleemverkenning naar de landschapsekologische gevolgen van oevererosie langs de Waal. Stichting voor Toegepaste Landschaps- ekologie in opdracht van de Dir. Bovenrivieren van Rijkswaterstaat. Nijmegen rapport nr. 22, 1986.
50. Schmidt, E. Okosystem See. Quelle en Meyer, Heidelberg, 1974.
51. Heukels, H. en R. van der Meijden. Flora van Nederland. Wolters-Noordhoff Gronongen, 1983.

52. Harmsen,C., L. Pols en N. Zuurdeeg. Oeverbeplantingen en waterbeheer. Werkgroep beekbegeleidende beplantingen. Med. Landinrichtingsdienst 182, 1988.

BIJLAGE B

53. Herwaarden, G.J. van, 1987. Natuurtechnische mogelijkheden voor landinrichtingsprojekten Deel 5: Sloten en vaarten, Mededelingen Landinrichtingsdienst 186, Utrecht.

54. Hosper, S.H., M.L. Meyer en E. Jagtman, 1987. Actiefbiologischbeheer, nieuwe mogelijkheden bij het herstel van meren en plassen. H2O (20), nr 12: 274-279.

55. Sparreboom, M. (red.), 1981. De amfibieën en reptielen van Nederland, België en Luxemburg. A.A. Balkema, Rotterdam.

56. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1983. Natuurbeheer in Nederland; Dieren. Pudoc, Wageningen.

57. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, 1979. Natuurbeheer in Nederland; Levensgemeenschappen. Pudoc Wageningen.

58. Grim, M.P., 1981. The composition of northern pike (Esox lucicus L.) in four shallow waters in The Netherlands, with special reference to factors influencing of pike biomass. Fish. Management 12: 61-77.

59. OVB, 1986. Cursus Vissoorten, 1986. Organisatie ter verbetering van de binnenvisserij, Nieuwegein.

60. Stichting vogelwerkgroep grote rivieren. Vogels van de grote rivieren. het Spectrum, Utrecht, 1979.

61. SOVON, 1979. Atlas van de Nederlandse vogels.

62. Herwaarden, G.J. van, 1987. Natuurtechnische mogelijkheden voor landinrichtingsprojekten Deel 2: De Otter. Mededelingen Landinrichtingsdienst 170, Utrecht.

63. Green, J., R. Green en D.J. Jefferies, 1984. A radio-tracking survey of otters (Lutra lutra) on a Perthshire river system. Lutra, 27: 85-145.

64. Wijngaarden, A. van en J. van de Peppel, 1970. De otter (Lutra lutra L.) in Nederland. Lutra 12:1-70.

65. Doude van Troostwijk, W.J., 1976. The Musk-rat (Ondatra zibethicus L.) in the Netherlands, its ecological aspects and their consequences for man. RIN-verhandeling, 7: 1-136.

66. Brooks, R.P., 1985. Mocroenvironments and activity patterns of burrow-dwelling muskrats (Ondatra zibethicus) in rivers. Acta Zool. Fennica, 173: 47-49.

67. Heine, M. en G. Van der Velde, 1978. De muskusrat in de Ooypolder bij Nijmegen en zijn invloed op de nymphaeïde vegetatie. De Levende Natuur, 81: 122-128.

68. Danell, k., 1977. Short-term plant successions following the colonization of a northern Swedish lake by the muskrat, Ondatra zibethica. J. appl. Ecol., 14: 933-947.

69. Akkermann, R., 1975. Untersuchungen zur Ökologie und Populationsdynamik des Bisams (Ondatra zibethicus L.) II Nahrung und Nahrungsaufname. Z. angew. Zoologie, 62: 173-218.

70. Sessink, J.T.M., Een muskusrat-veilige oeverbescherming. Waterschapsbelangen 71(19); 563-567, 1986.

71. Earhart, C.M., 1969. The influence of soil texture on the structure, durability, and occupancy of muskrat burrows in farm ponds. Calif. Fish and Game, 55: 179-196.

72. Broekhuizen, S., C.A. van 't Hoff, F. Maaskamp en T. Pauwels, 1986. Het belang van heggen als geleiding voor migrerende dassen Meles meles (L. 1758). Lutra, 29; 54-66.

73. Haaften, J.L. van, 1984. Voorzieningen ter voorkoming van verkeers- en verdrinkingsslachtoffers onder in het wild levende dieren. Huid en haar 3, 130-138.

74. Lange, R., A. van Winde e.a. Zoogdieren van Nederland. herkenning en onderzoek. Jeugdbondsuitgeverij, 1986.

75. Bongers, J.J.A., 1987. Vispassages: verbetering passeerbaarheid van kunstwerken voor vis. Waterschapsbelangen.

76 Lierop, A.M.M. van Lierop, 1986. Voorzieningen ter voorkoming van verkeers- en verdrinkingsslachtoffers onder de in het wild levende dieren. Doctoraalverslag Natuurbeheer, Landbouwuniversiteit Wageningen.

BIJLAGE C

76. Centraal Bureau voor de Statistiek, 1984. Structuuronderzoek naar dag- en verblijfsrecreatie 1982.

Beleid

- Stuktuurschema Openluchtrecreatie; Ministerie van Landbouw en Visserij; Den Haag, 1986.
- Recreantenbeleid; Ministerie van Landbouw en Visserij; Den Haag, 1986.
- Omgaan met water; Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Den Haag.
- De waterhuishouding van Nederland; Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Den Haag, 1984.
- Recreatief medegebruik rijkswaterstaatswerken; Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Den Haag, 1985.

Algemeen

- Recreatief medegebruik ..... of gewoon een eindje om; Stichting Recreatie; Den Haag, 1981.
- Recreatief gebruik van waterschapsterreinen; Voet, J.L.M. van der (Werkgroep Recreatie); Wageningen, 1987.
- Recreatie op en om het water; Stichting Recreatie; Den Haag, 1984.
- Waterrecreatie langs de Nederlandse Kust; Stichting Recreatie; Den Haag, 1984.
- Het recreatieve gebruik van oevers; Waarde, M. van der; Wageningen, 1988 (scriptie Landbouw Universiteit Wageningen/Vakgroep Cultuurtechniek).
- Openluchtrecreatie en gehandicapten; Stichting Recreatie; Den Haag.

Recreatievoorzieningen

- Gebruik en inrichting van watersportgebieden; Voet, J.L.M. van der, Smit, J. (WIRO); Wageningen, 1982.
- Ligplaatsen, aanlegplaatsen en oeverbescherming; ANWB; Den Haag, 1971.
  Recreatiehavens; Vriezen, B.W. (Grontmij); De Bilt, 1971.
- Beleidsvisie Recreatietoervaart in Nederland; Ministerie van Landbouw en Visserij e.a.; Den Haag, 1985.
- Plankzeilen in goede banen; Smit, L.J. (Stichting Recreatie); Den Haag, 1988.
- Kano-toeristische vaarwegen; Nederlandse Kano Bond; Weesp, 1987.
- De Roeisport; Koninklijke Nederlandse Roeibond; Den Haag, 1981.
- Onderwatersport; Jacobs, F., Haesendonck, F.M. van; Amsterdam, 1974.
- Vormgeving en inrichting van viswater; (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij in bewerking 1989).

- Sportvissen voor gehandicapten; Nederlandse Vereniging van Sportvissersfederaties; Amersfoort, 1980.
- Strandbaden; Koning, H.S. de, Scholte Ubing, D.W. (WIRO); Lelystad, 1975.
- Recreatieverkeer en recreatiewegen; Jaarsma, C.F., Voet, J.L.M. van der (WIRO); Wageningen, 1976.
- Footpaths; Agate, E. (British Trust for Conservation Volunteers); Oxfordshire, 1983.
- Picknickplaatsen; ANWB; Den Haag, 1971.
- Recreatieverblijven in kompleksen; Dord, H. van, e.a. (WIRO); Lelystad, 1976.
- Openluchtrecreatie en natuurlijk milieu in de Biesbosch; Ploeg, S.W.F. van der, e.a. (Vrije Universiteit en TNO); Amsterdam/Delft, 1984
- Behouden vaart; Rijks Instituut voor Natuurbeheer/Buro Maas; 1984.

Financiering

- Plannings Procedure Openluchtrecreatie; Ministerie van Landbouw en Visserij; Den Haag.
- Regeling Bijdragen Sportvisserij; Ministerie van Landbouw en Visserij; Den Haag, 1982/1986.

BIJLAGE D

78. IMP water 1985-1989, De waterkwaliteit van Nederland, indicatief meerjarenprogramma water 1985-1989, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's Gravenhage, 1986.
79. CUWVO, Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren, Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, werkgroep V-1, 1988.
80. V-IMP bodem 1984-1988, Voorlopig indicatief meerjarenprogramma bodem 1984-1988, Tweede Kamer, zitting 1982-1983 nr. 17 600/130, 's Gravenhage, 1983.
81. LAC, Signaleringswaarden voor gehalten van milieukritische stoffen in grond met het oog op landbouwkundige gebruiksmogelijkheden van verontreinigde bodems, Landbouw Advies Commissie milieukritische stoffen, rapport 86-1, Den Haag, 1986.

82. VTCB, Bijlagen behorende bij het advies Bodemkwaliteit, Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming, Rapport VTCB A86/02-II, Leidschendam, 1986 (b).

83. Salomons, W., Voorlopige base-line voor Cd, Zn, Ni, Pb, Cu en Cr in Nederlandse sedimenten, Verslag van onderzoek R 1703, Waterloopkundig Laboratorium, 1982.

84. Wessels Boer, J.G. 1986, Perspectief normstelling, In: Symposium Bodemkwaliteit, Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming, Rapport VTCB A86/02-I, Ede, 1986.

85. RWS-DGMH, Interimrapport van de werkgroep normering van het onderwaterbodemoverleg RWS-DGMH, 1986.

86. VROM, Discussienotitie bodemkwaliteit, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1986.

87. VTCB, Advies Bodemkwaliteit, Voorlopige Technische Commissie Bodembescherming, Rapport VTCB A86/02-I, Leidschendam, 1986 (a).

88. RWS-DBW/RIZA, Baggerspecie- en waterbodemproblematiek, stand van zaken, Rijkswaterstaat-Dienst Binnenwateren/RIZA, Nota DBW/RIZA 88.034, Lelystad, 1988.

89. VROM, Milieuprogramma voortgangsrapportage 1989-1992, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's Gravenhage 1988.

90. VROM, Leidraad bodemsanering, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1983.

91. RWS-BER, Identificatie baggerspecie Benedenrivierengebied, Rijkswaterstaat, Directie Benedenrivieren, Dordrecht, 1984.

92. VROM, Milieuprogramma voortgangsrapportage 1989-1991, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's Gravenhage 1987.

93. Gaag, M.A. van der, P.B.M. Stortelder en L.A. van der Kooij, Ecotoxicologische aspecten van het begrip basiskwaliteit voor water: een pragmatische benadering, H_2O 22(11):322-324, 1989.

94. Schobben, J.H.M., Y.A. Eijs en N.M. van Straalen, Een ecotoxicologische risico-evaluatie van de algemene milieukwaliteit en de referentiewaarden voor gehalten van potentieel toxische stoffen in de waterbodem, concept-rapport, Vrij Universiteit, Amsterdam, 1989.

95. Chapman, P.M., Sediment quality criteria from the sediment quality triad: an example, Environ. Toxicol. Chem. 56:957-964, 1986.

96. Di Torro, D.M., Equilibrum partitioning approach to generating sediment quality criteria, briefing report to the EPA science advisory board, report EPA 440/5/89/002, 1989.

97. SAMWAT 1988, The SAMWAT database for models in water management, C. Volp and A.C.W. Lambrechts (eds.), TNO-SAMWAT, SAMWAT-report no. 3, The Hague, 1988.

BIJLAGE E

98. Commissie Vaarweg Beheerders. aanbevelingen voor het ontwerp van oeververdedigingen. Dordrecht, 1990.

99. Nota toelaatbaarheid zout zand. Werkgroep toelaatbaarheid zout zand. DBW/RIZA. september 1987.

100. Milieukwaliteit van Wegenbouwmaterialen TAUW Infra Consult B.V., Deventer, rapportnr. 60363.01 april 1988.

101. Toepassing Materialen. Werkgroep reguleringswerken rivierbed. september 1984.

102. Laboratoriumonderzoek naar de samenstelling en uitloogbaarheid van diverse wegenbouwmaterialen. TAUW Infra Consult B.V. Deventer, rapportnr. 51104.04/RO-02 april 1985.

103. Toepassingsmogelijkheden van alternatieve materialen. Stand van Zaken medio 1984. Rijkswaterstaat 44 medio 1984.

104. Leaching studies on dredged material in oxidized and reduced state. The Science of total environment 68, 11 - 23 1988 R.C.H. Steneker.

105. Toepassing van Alternatieve Materialen in de Waterbouw; Literatuurstudie. CUR 89-1 1989.

106. Samenstelling en maximale uitloogbaarheid van diverse wegenbouwmaterialen: Rapportage fasen 2A en 2B RWS-DWW Delft; TAUW Infra Consult B.V., Deventer, rapportnr. 51955.10-RO-01 februari 1989.

107. Samenstelling en uitloogbaarheid Ballastgrind TAUW Infra Consult B.V. Deventer, rapportnr. 31071.59 september 1989.

108. Onderzoek Geschiktheid Spoorweg-Ballastgrind als oeververdedigingsmateriaal. TAUW Infra Consult B.V. Deventer, rapportnr. 51955.01/RO-01 februari 1986.

109. Onderzoek ballastgrind. TAUW Infra Consult B.V. Deventer, rapportnr. 52671.01.

110. Uitlooggedrag van 3 bodemassoorten (incl. ketelzand!) en 3 vergelijkbare wegfunderingsmaterialen. KEMA afd.SBA, N.Bolt, november 1983.

111. Uitloging geïmpregneerd hout, RWS: DBW/RIZA november 1989 drs. R.P.M. Berbee.

112. Onderzoek naar de uitloging in oppervlaktewater van PAK, Cu, Cr, As uit geïmpregneerd hout. DBW/RIZA '89.049 Berbee 1989.

113. Onderzoek testwater vijverfolie. TAUW, projektnr. 3107965 april 1989.

114. Duurzaamheid Beschoeiingen. Werkgroep duurzaamheid beschoeiingen, Provinciale Waterstaatdiensten februari 1988.

115. Hout en houtverduurzaming door middel van creosootolie. Land en Water nr. 4. 1986 ir. A.G. Gerritsen.

116. Invloed van het HIFIX-nabehandelingsproces op gewolmaniseerd grenen rondhout. HI 89.1039 60076 7770-200 5/4 TNO Delft. 1989 J.B. Havermans.

117. PAK-emissie naar water en waterbodem als gevolg van konserveren van binnenvaartschepen met teer en bitumenbevattende produkten TAUW Infra Consult B.V., Deventer, raport- nr. 51013.21. juli 1989.

118. Uitlooggedrag Afrasteringspaaltjes. TAUW Infra Consult B.V., Deventer, rapportnr. 3108236 juli 1989.

119. Ecotoxicologische verkenningen met betrekking tot ertsslakken in waterstaatswerken. Drs. R.J. Leeuwis, C. ter Kuile, 1984.

120. Koperslakken; variaties in samenstelling en uitlooggedrag. RWS: DBW/RIZA Nota nr. 89.014, maart 1989.

121. De samenstelling en het uitlooggedrag van koperslakken-blokken. DBW/RIZA Notitie nr. 87-055, 1987.

122. Uitloogonderzoek aan enkele wegenbouwmaterialen via gestandaarddiseerde kolomproeven. RWS-DWW; TAUW Infra Consult B.V., Deventer, nr. 3113116, rapportage fase 3 november 1989.

123. De afgifte van zware metalen en fluoride door diverse beschermingsmaterialen. RWS/RIZA Nota nr. 79025 november 1979.

124. Afgifte Zware metalen uit loodslakken Hoofdafd. Vergunningen en aanslagregeling. DHV 4-76 15-3-76.

125. Onderzoek naar het oplossen van metalen uit loodslakken 98-1976 1976.

126. Macrobenthos op loodslakken uit de IJssel G. van Urk. 1979.

127. Milieutechnische aspecten toepassing fosforslak bij oeververdediging Haringvliet. Notitie DBMI - 84-340, G. van Eck, mei 1984.

128. Milieutechnisch onderzoek aan fosforslak. Energie Onderzoekcentrum september 1986.

129. Aangroei op fosforslakken. Verslag van een praktijkproef. DBW/RIZA Nota nr. 87.015, 1987.

130. Uitloogbaarheid van metalen en sulfaat uit basalt en slakken. DBW/RIZA Nota nr. 86.015, 1986.

131. Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door bentische mariene organismen. DGW-AOBB, maart 1987.

132. De Uitloogbaarheid van vuilverbrandingsresiduen. RIZA Nota nr. 84-095 september 1984.

133. Milieuhygiënische kwaliteit mijnsteen Auguste Victoria, TAUW Infra Consult B.V., Deventer, rapportnr. 51769.10 juli 1988.

134. Steenzettingsonderzoek 1982-1988 ir. K.W. Pilarzyk e.a. Land en Water nr. 11/Waterbouw 1988.

135. Uitloging van Mijnsteen. TAUW Infra Consult B.V. RWS DBW/RIZA, juni 1986.

136. Eindrapportage Gebruik en milieuhygiënische gevolgen van teerprodukten in de Wegenbouw. RWS/DWW september 1988 (TAUW-rapportnr. 51955.03/RO-04).

137. VROM/TNO, 1987. De invloed van bodemreiniging op de biologische beschikbaarheid van metalen.

- Derde Nota Waterhuishouding. 21.250 nrs. 1-2; Vergaderjaar 1988-1989.
- Kansen voor waterorganismen Deel 1 DBW:RIZA nota 89.016a april 1989 ir. P.B.M. Startelder, drs. M.A. v.d. Gereig, ir. L.A. v.d. Kooy .
- Milieukwaliteit Wegenbouw prov. Z-Holland TAUW Infra Consult B.V., Deventer, rapportnr. 3114198 (niet gepubliceerd) 1990.
- IMP Water 1985-1989. Tweede Kamer Vergaderjaar 1984-1985.
- Ecologie van harde substraten in getijdewateren. A.W. Fortuin, DGW Middelburg juli 1989.
- "Gebruik van alternatieve materialen". Toelichting bij vragenformulier en evaluatie alternatieve materialen. RWS-DWW september 1989.
- Onderzoeksplan van de interdepartementale werkgroep toepassing van afvalstoffen in de bouwmaterialenindustrie en de bouwnijverheid. ITABB juli 1989.
- Het "teren" van stalen damwanden. Nedeximpo B.V. juli 1979.
- NGO Nieuwsbrief Milieutechniek 12, . blz. 124-136. Technische informatie geotextiles. 1989.
- CUR, 89-1. Toepassing alternatieve materialen in de Waterbouw. Literatuurstudie; CUR Gouda, 1989.

- PT aktueel Milieutechnologie. Patstelling rond afvalimmobilisatie voorbij. Ing. M.A. de Bree december 1989.
- Betonblokkenmatten beschermen oevers Zuidelijk Flevoland, ing. C. de Vries Land en Water 11/Waterbouw 1988.
- Betonzuilen verterken zeewering Balyrand ing. A. Roos Land en Water 11/Waterbouw 1988.
- De invloed van bodemreiniging op de biolo- gische beschikbaarheid van metalen. Adema e.a. RIVM/TNO 14742 Novem 1987.
- Concept voorontwerp Bouwstoffenbeleid april 1989.
- De Toepasbaarheid van alternatieve materialen in de wegenbouw. RWS/DWW TW-N-89-15 mei 1989.
- Ontbossingsproblematiek in de tropen. RWS. november 1988.
- Landbouwkundig en natuurtechnisch beheer van rivierdijkgrasland. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.
- Milieuvriendelijke methode voor het creosoteren van hout. Land en Water nr. 9. 1989 Dr.Ir. Kuyvenhoven, Tebodin, Hengelo.
- Levensduur en uitloging van verduurzaamde palen. HW 9/86/9. 1986 J.W. v.d. Drift; Houtinstituut TNO Delft.
- Verslag van de informatiedag over kreosoot, januari 1988 olie bij Cindu Chemicals B.V.
- Verslag Pelt en Hooykaas d.d. 13-12-1988 aan DBW/RIZA, Fosforslakken.
- Gegrond ontgronden. RWS; Ontwerp landelijke beleidsnota voor de oppervlakte delfstoffenvoorziening van de lange termijn. 1989.
- Stand van zaken op het gebied van alternatieve materialen in de waterbouw. DBW/RIZA. 1989.
- Voortgang Normering Alternatieve Materialen. Bespreking RWS/RIZA. februari 1989.
- De Uitloogbaarheid van Vasilgrit. RIZA Nota nr. 84-096. september 1984.
- De uitloogbaarheid van vuilverbrandingsoliegas alsmede vulstof en asfalt waarin vuilverbrandingsvliegas is verwerkt. DBW/RIZA Nota nr. 84-092. maart 1984.
- De uitloogbaarheid van metalen en sulfaat uit basalt en slakken. DBW/RIZA Nota nr. 86-015. april 1986.
- Kwaliteit en kwaliteitskontrole van slakken voor de waterbouw. MAW-R 83063, WKE-R-83019 Werkgroep Keuring Bouwstoffen voor de Waterbouw september 1986.

- Notitie DWW Standpunt inzake alternatieve materialen. december 1988.
- Loodslakken RIZA 95-1975. 1975.
- Hoogovenafval uit het Roergebied als opvulmateriaal. IB ad 2301. maart 1976.
- Fundamentals of Ecology E.P. Odum Uitg. Saunders Company Phiuladelphia 1971 ISBN 0-7216 - 6941-7.
- Milieuwetgeving. Prof. Mr. N.S.J. Koeman e.a. 1986 ISBN 90-268-1658-8. Kluwer Deventer.

BIJLAGE F

138. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen. Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. Delft, 1989.
139. Commissie vaarwegbeheerders. Aanbevelingen voor het ontwerp van oeververdedigingen langs vaarwegen. Deelrapport 1 van de werkgroep Oeververdedigingen. Dordrecht, 1990.
- Rijkswaterstaat, PMO-werkgroep kosten. Kosten van milieuvriendelijke oevers. Project Milieuvriendelijke oevers rapport nr 1, 1988.

BIJLAGE G

BIJLAGE H

140. Rijkswaterstaat. Cursus beheer groenvoorzieningen, 1987.
141. Schütz en van Tol. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. De Dorschkamp, Wageningen, 1982.
142. Harmsen, C., L. Pols en N. Zuurdeeg; Oeverbeplantingen en waterbeheer. Werkgroep beekbegeleidende beplantingen; Mededelingen Landinrichtingsdienst 812, 1988.
- Natuurlijke oevers in beweging; handleiding voor inrichting en beheer van riet- en andere oevers. P.I.M. de Kwaatsteniet, stichting Landelijk Overleg Natuur en Landschapsbeheer en samenwerkingsverband "asjeblieft ... niet in 't Riet!!", Utrecht, 1990.

BIJLAGE I

143. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Natuurbeheer in Nederland 1: Levensgemeenschappen, 1979.
144. Tutein-Nolthenius, C., Riet-aanleg, beheer en onderhoud, I en II. Bosbouwvoorlichting) 1986: 16-20 en 44-46, 1986.

145. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Natuurbeheer in Nederland 2: Dieren. Pudoc, Wageningen, 1983.

146. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Landbouwkundig en natuurtechnisch beheer van rivierdijkgrasland, Delft, 1986.

- Van Dijk, G., 1990. Graslandbeheer in uiterwaarden. De Levende Natuur 91 nr, 1; 13-23.
- Ter Horst, R.J., H.C. Jansonius en K.V. Sykora, 1990. Vegetatie en beheer op de dijken van het Julianakanaal. De Levende Natuur 91 nr. 1; 24-29.

BIJLAGE J

147. Administratiefrechtelijke beslissingen/NJ, 1988, Nr 479 (blz 1403). Koninklijk besluit van 26 april 1988 nr. 36.

- Unie van Waterschappen. Specieberging door Waterschappen. 's-Gravenhage, 1985.
- Unie van Waterschappen. Naar een samenhangend oppervlaktewaterbeheer. 's-Gravenhage, 1987.
- Unie van Waterschappen. Inzakken van taluds en afkalven van oevers. 's-Gravenhage, 1988.
- Van der Voet, J.L.M. Recreatief gebruik van waterschapsterreinen. Mededelingen van de werkgroep recreatie. Wageningen, 1987.
- Glasbergen, P., J. Wessel, e.a. Samenhang en samenspel in het waterbeheer; Het streven naar integraal waterbeheer. Delftse Universitaire Pers, 1988.

BIJLAGE A
VEGETATIE

INHOUD

blz.

1 Inleiding 163
2 Functies van een oevervegetatie 164
3 Zonering oevervegetatie 165
3.1 Algemeen 165
3.2 Vegetatiezonering langs rivieren 167
3.3 Vegetatiezonering langs meren en kanalen 171
3.4 Vegetatiezonering langs getijdenwateren 173
4 Standplaatsfactoren 174
5 Selectie van oeverbeschermende planten 176
5.1 Inleiding 176
5.2 Rietzoneplanten 177
5.3 Zachthoutzoneplanten 180
5.4 Hardhoutzoneplanten 182

1. Inleiding

In het algemeen is een oevervegetatie het resultaat van enerzijds de standplaatsfactoren (zie par. 4) en anderzijds de voortdurende groei en uitbreiding (maar ook vestiging en verdwijnen) van de betrokken plantesoorten.
Anders dan in natuurlijke verlandingszones, wordt de oevervegetatie langs gebruikswateren (bijv. scheepvaartwegen, toe- of afvoerkanalen) vaak door beheersingrepen in evenwicht gehouden met de optredende belastingen. Soms is het bij minder belaste oevers nodig om verlandingstendenzen te corrigeren, maar anderzijds is het vaak nodig om bij sterker belaste oevers een structurele bescherming toe te voegen (vooroeververdediging, palenscherm, bestorting enz.).
Het dynamische evenwicht tussen abiotische factoren en vegetatie kan zich in principe verleggen wanneer een verandering optreedt in deze abiotische parameters. Die veranderingen kunnen zijn: waterkwaliteit, expositie, golfhoogte en stroming (en de pieken daarbij); van belang is de hiermee vaak samenhangende aan- en afvoer van slib en organische resten.
Samengevat; verandering van de abiotische dynamiek resulteert in:

1. de milieufactoren worden minder "extreem" met als gevolg uitbreiding en vestiging van soorten (verlanding), of
2. de milieufactoren worden extremer/dynamischer met als gevolg afslag, teruggang, verdichting, gedrongen groei, een langzamere uitbreiding en verdwijnen van soorten.

Plantesoorten van oevers moeten, gezien het extreme karakter van deze standplaats (inundatie, golven, ijsgang), van nature aan specifieke eisen weerstand kunnen bieden. Evenals bij andere extreme milieus, hebben in de evolutie slechts weinig soorten zich aangepast aan het specifieke milieu van oevers. Dit heeft geleid tot het karakteristieke wijdverbreide (azonale) verspreidingspatroon van soorten als riet, lisdodden, biezen en zeggen, langs oevers van allerlei wateren in allerlei landschappen. Slechts waterkwaliteit en dynamiek lijken daarbij uit te maken welke soorten of combinaties al of niet voorkomen.
Landinwaarts wordt het milieu steeds minder dynamisch, en biedt de oevergradiënt aan steeds meer soorten een standplaats. De milieufactoren van de terrestrische omgeving (bijv. de bodem) nemen in betekenis toe, waardoor de vegetatiesamenstelling plaatselijk grote verschillen gaat vertonen.

Het is niet realistisch om met aanplant op extreme standplaatsen de oeververdediging op groene wijze te willen realiseren. De uitdaging ligt er veeleer in om uitgaande van de milieu-eisen en toleranties van de diverse plantesoorten, de dynamiek van de standplaats zodanig in te stellen (te dempen), dat deze soorten zich kunnen vestigen en groeien (eventueel door aanplant). Pas aansluitend hierop zal de begroeiing de dynamiek mede verlagen, waarna volgende soorten zich kunnen vestigen.
Voor de belangrijkste soorten die een rol spelen in de verdediging van oevers en die in aanmerking komen om eventueel te worden aangeplant, is een korte beschrijving gegeven van hun eigenschappen en standplaatseisen. In [43] wordt meer ecologische informatie gegeven.

2. Functies van een oevervegetatie

De oevervegetatie is de meest structurerende factor in de oeverlevensgemeenschap. Een oever kan als habitat (meer permanente verblijfplaats van plant en dier) fungeren voor bepaalde soorten. Daarnaast kan deze ook een functie vervullen als corridor (meer tijdelijke verblijfplaats) voor bepaalde soorten. Oevers spelen een belangrijke rol in de ecologische infrastructuur van vele plante- en diersoorten. Een goed ontwikkelde oeverlevensgemeenschap biedt: beschutting (rust- en ruigelegenheid), broed- en foerageergelegenheid voor vele vogelsoorten; beschutting voor vele amfibieën, insekten en zoogdieren; paaiplaats voor vissen op de (on)begroeide ondiepwaterzone.
Een goed ontwikkelde oevervegetatie bevat alle elementen voor een goed zelfreinigend vermogen van het water.
De oevervegetatie draagt daarnaast op verschillende manieren bij aan de verdediging van de oever:

- De vegetatie "absorbeert" een groot deel van de inkomende golf- en stromingsenergie met het gedeelte boven de grond, waardoor erosie van de bovenste grondlaag wordt afgeremd of voorkomen.
- Het wortelstelsel vormt een effectieve wapening tegen erosie van de grondmoot onder water en geeft de grond een grote weerstand tegen afschuiven.
- Door de wateropname van de planten zorgt de vegetatie voor drainage van de grond, waardoor wateroverspanning en uittredend grondwater minder snel voorkomen.

3. Zonering oevervegetatie

3.1 Algemeen

In veel wateren waarin oever- en waterplanten voorkomen kan men, gaande van land naar dieper water, verschillende gordels met kenmerkende soorten en groeivormen onderscheiden (fig. 37 en 38). Dit verschijnsel heet zonatie. Zonatie van oever- en waterplanten vindt haar oorzaak in lokale verschillen in abiotische milieufactoren (standplaatsfactoren) zoals licht, waterdiepte, waterbeweging en samenstelling van de bodem.

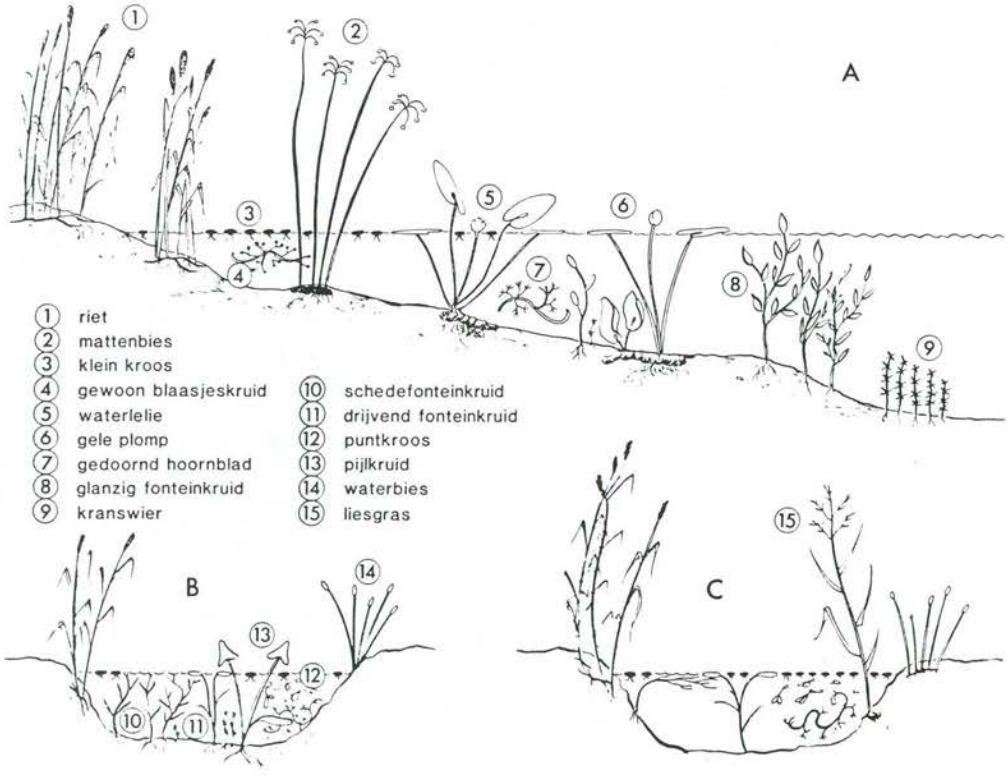


Fig. 37. A Schema van een zonatiereeks in een relatief grote plas.
B en C Schema's van een slootvegetatie [44].

Waar veel golfslag of stroming is, kunnen alleen planten groeien die stevig in de bodem zijn verankerd en een groeivorm hebben die aan woelig water is aangepast. Over het algemeen is de structuur en soortenrijkdom van de vegetatie op beschutte plaatsen gevarieerder dan in het open water.
Stroming en golfslag kunnen ook indirect, via de bodemsamenstelling, de aard van de zonatie beïnvloeden. In rustig water sedimenteren fijne bodemdeeltjes, terwijl in woeliger water de bodem meestal uit grover materiaal bestaat. Over het algemeen neemt het aandeel van fijne bodemdeeltjes toe bij een grotere waterdiepte en verzamelt zich aan de lijzijde van een water meer week organisch materiaal dan aan de loefzijde.

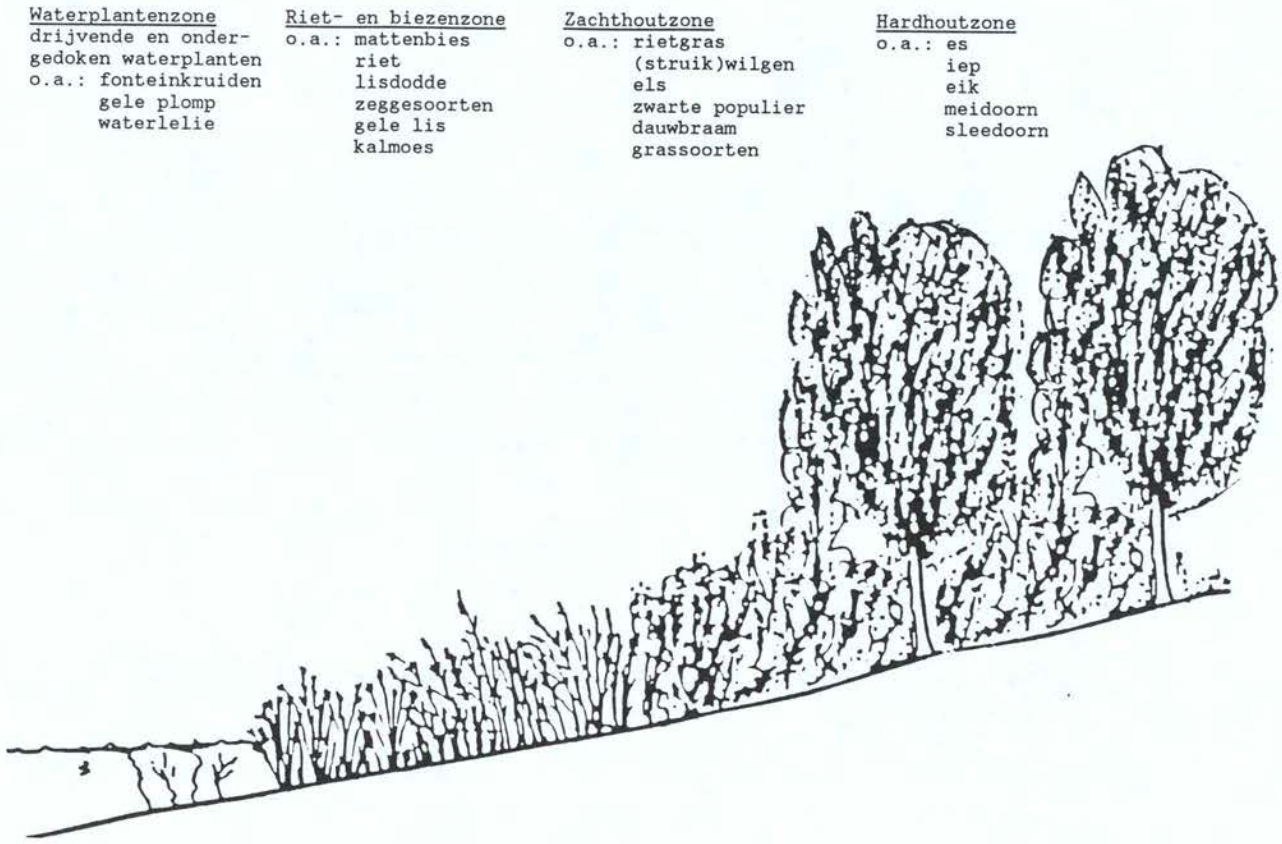


Fig. 38. Zonering oevervegetatie [naar 45].

Zonatiereeksen zijn zelden compleet. Vaak ontbreekt een bepaalde gordel in de reeks. Zo kan de zone met rietzoneplanten door begrazing en vertrapping door vee of door te steile oevers slecht ontwikkeld zijn. Bij een steil oeverprofiel en op plaatsen met veel golfslag (bijv. veroorzaakt door scheepvaart) ontbreekt de gordel met waterplanten met drijvende bladeren of is

slechts spaarzaam aanwezig. Zones met ondergedoken waterplanten kunnen ontbreken als het water te troebel is, bijvoorbeeld door eutrofiëring (zie bijlage B), of als anorganische koolstof limiterend is, bijvoorbeeld door verzuring.
In kleine watergangen is er meestal geen duidelijke zonatie van oever- en waterplanten. Door de geringe breedte en diepte van deze wateren zijn de verschillende zones als het ware in elkaar geschoven, waardoor allerlei soorten en groeivormen door elkaar kunnen voorkomen (fig. 37). Ook langs kanalen ontbreekt vaak enige vorm van zonatie, door de steile en smalle oevers en veelal grote dynamiek.

De complete serie zones langs continentale wateren bestaat uit [46 en 47]:
- waterplantenzone (fonteinkruidzone), permanent onder water. Alleen in rustig, helder water;
- rietzone, waarvan het lager gelegen deel ongeveer een half jaar permanent onder water staat;
- zachthoutzone, alleen gedurende perioden met gemiddeld hoogwater overspoeld (meestal buiten het eigenlijke groeiseizoen);
- hardhoutzone, alleen bij extreem hoog water overspoeld.

N.B. De namen riet- en fonteinkruidzone zijn enigszins verwarrend. Deze namen duiden een groep planten aan en niet uitsluitend riet of fonteinkruid. In tabel 9 is per zone een lijst opgenomen van soorten die langs rivieroevers kunnen voorkomen.

Onderscheid moet worden gemaakt tussen stromende, stilstaande en getijdenwateren, omdat de ecologie hiervan verschilt.

3.2 Vegetatiezonering langs rivieren

Uit de waterstandsduurlijn van een bepaald water kan men onder meer aflezen over welke tijdsduur een bepaalde waterstand wordt overschreden, of juist niet wordt bereikt. Dit geeft een beeld van de mogelijke oevervegetatie.
In figuur 39 is op grond van de waterstandsduurlijn een profiel (of doorsnede) voor de oevervegetatie voor rivieren gegeven [47].

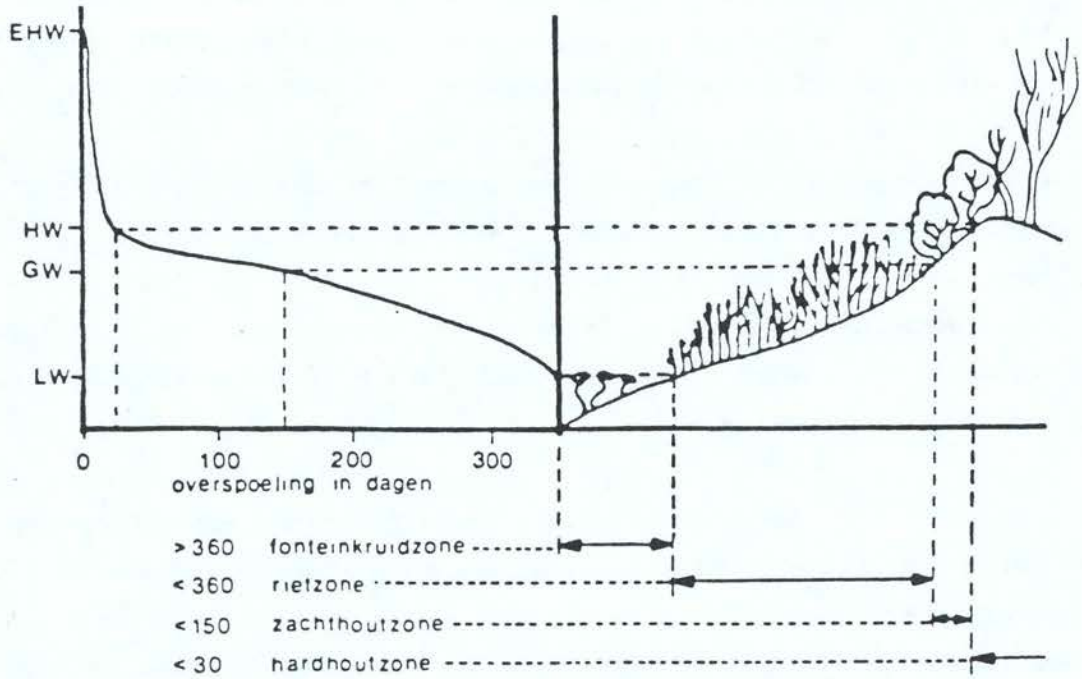


Fig. 39. Waterstandsduurlijn en profiel van de oevervegetatie [47].

In Nederland wordt op het ogenblik in het kader van het Project Milieuvriendelijke Oevers gewerkt aan een oevertypologie van de grote rivieren [48]. De oevers van rivieren kunnen onderscheiden worden in verschillende onderdelen, die zowel naar de mate van beïnvloeding door het rivierwater, als naar de daarbinnen voorkomende levensgemeenschappen en de bijbehorende abiotische en antropogene kenmerken homogeen zijn. Op het hoogste niveau worden binnen de oever hoofdzones onderscheiden, waarbinnen de ecosystemen op min of meer dezelfde wijze worden beïnvloed door het rivierwater. Op grond van het criterium 'aantal dagen per jaar onder water' zijn vier hoofdzones te onderscheiden, namelijk [49]:

- Een permanent onder water staande zone (de vooroever).
  In deze zone treedt gedurende het hele jaar erosie en sedimentatie op. Dit gedeelte van de oever staat voortdurend onder water. Er kunnen zich uitsluitend water- en moerasplanten vestigen.
- Een veelvuldig overstroomde zone (zandstrandjes, kleiige natte oevers).
  Deze zone valt wel regelmatig droog, doch slechts voor zodanige perioden, dat zich slechts bij wijze van uitzondering meerjarige planten kunnen vestigen.

Tabel 9. Overzicht van de belangrijkste plantesoorten van de rivieroevers

PLANTEN VAN DE FONTEINKRUIDZONE

Aarvederkruid	(Myriophyllum spicatum)
Gedoornd hoornblad	(Ceratophyllum demersum)
Fijne waterranonkel	(Ranunculus aquatilis)
Veenwortel	(Polygonum amphibium)
Brede waterpest	(Elodea canadensis)
Drijvend fonteinkruid	(Potamogeton natans)
Lidsteng	(Hippuris vulgaris)
Glanzend fonteinkruid	(Potamogeton lucens)
Doorgroeid fonteinkruid	(Potamogeton perfoliatus)
Gekroesd fonteinkruid	(Potamogeton crispus)
Schedefonteinkruid	(Potamogeton pectinatus)
Gewoon blaasjeskruid	(Utricularia vulgaris)
Waterviolier	(Hottonia palustris)
Moerssterrekroos	(Callitriche stagnalis)
Voorjaarssterrekroos	(Callitriche palustris)
Haaksterrekroos	(Callitriche hamulata)
Vlottende waterranonkel	(Ranunculus fluitans)
Rivierfonteinkruid	(Potamogeton nodosus)
Dichtbladig fonteinkruid	(Potamogeton densus)
Gele plomp	(Nuphar lutea)
Waterlelie	(Nymphaea alba)

PLANTEN VAN DE RIETZONE

Riet	(Phragmites australis)
Mattenbies	(Scirpus lacustris)
Kalmoes	(Acorus calamus)
Grote egelskop	(Sparganium erectum)
Liesgras	(Glyceria maxima)
Vijfvingerkruid	(Potentilla reptans)
Kruipende boterbloem	(Ranunculus repens)
Kweek	(Elymus repens)
Rietzwenkgras	(Festuca arundinacea)
Witte klaver	(Trifolium repens)
Krulzuring	(Rumes crispus)
Varkensgras	(Polygonum aviculare)
Ridderzuring	(Rumex obtusifolius)
Herfstmunt	(Mentha lingifolia)
Akkerkers	(Rorippa sylvestris)
Moerasspirea	(Filipendula ulmaria)
Weidekervel	(Silaum silaus)
Gewone engelwortel	(Angelica silvestris)
Ruwe smele	(Deschampsia cespitosa)
Pitrus	(Juncus effusus)
Wederik	(Lysimachia vulgaris)
Kale jonker	(Cirsium palustre)
Moesdistel	(Cirsium oleraceum)
Grote vossestaart	(Alopecurus pratensis)
Bosbies	(Scirpus sylvaticus)
Moeras-vergeet-mij-nietje	(Myosotis palustris)
Adderwortel	(Polygonum bistorta)
Dotterbloem	(Caltha palustris)
Wilde bertram	(Achillea ptarmica)
Poelruit	(Thalictrum flavium)
Echte valeriaan	(Valeriana officinalis)
Lidrus	(Equistum palustre)
Kattestaart	(Luthrum salicaria)
Smeerwortel	(Symphytum officinale)
Moerasandoorn	(Stachys palustris)
Moeraswalstro	(Galium palustre)
Groot hoefblad	(Petasites hybridus)
Harig wilgeroosje	(Epilobium hirsutum)
Grote brandnetel	(Urtica dioica)
Kleefkruid	(Galium aparine)
Grote lisdodde	(Typha latifolia)
Kleine lisdodde	(Typha angustifolia)
Zwanebloem	(Butomus umbellatus)
Pijlkruid	(Sagittaria sagittifolia)
Waterzuring	(Rumex hydrolapathum)
Grote waterweegbree	(Alisma plantago-aquatica)
Holpijp	(Equisetum fluviatile)
Zeebies	(Scirpus maritimus)
Gewone waterbies	(Eleocharis palustris)
Gele waterkers	(Rorippa amphibia)
Gele lis	(Iris pseudacorus)
Mannagras	(Glyceria fluitans)
Stomp vlotgras	(Glyceria plicata)
Echte waterkers	(Nasturtium officinale)
Beekpunge	(Veronica beccabunga)
Watermunt	(Mentha aquatica)
Moeras-vergeet-mij-nietje	(Myosotis palustris)
Kleine egelskop	(Sparganium emersum)
Kleine watereppe	(Berula erecta)
Grote watereppe	(Sium latifolium)
Scherpe zegge	(Carex acuta)
Moeraszegge	(Carex acutiformis)
Oeverzegge	(Carex riparia)
Stijve zegge	(Carex elata)
Hoge cyperzegge	(Carex pseudocyperus)
Pluimzegge	(Carex paniculata)

PLANTEN VAN DE ZACHTHOUTZONE

Rietgras	(Phalaris arundinacea)
Moerasbeemdgras	(Poa palustris)
Straatgras	(Poa annua)
Ruw beemdgras	(Poa trivialis)
Fioringras	(Agrostis stolonifera)
Engels raaigras	(Lolium perenne)
Geknikt vossestaart	(Alopecurus geniculatus)
Zilverschoon	(Potentilla anserina)
Gevlekte dovenetel	(Lamium maculatum)
Akkerdistel	(Cirisium arvense)
Dauwbraam	(Rubus caesius)
Zwarte populier	(Populus nigra)
Witte abeel	(Populus alba)
Grauwe abeel	(Populus canescens)
Schietwilg	(Salix alba)
Kraakwilg	(Salix fragilis)
Bittere wilg	(Salix purpurea)
Amandelwilg	(Salix triandra)
Katwilg	(Salix viminalis)
Grijze wilg	(Salix elaeagnos)
	(Salix daphoides)
Laurierwilg	(Salix pentandra)
	(Salix nigricans)
Zwarte els	(Alnus glutinosa)
Grauwe els	(Alnus incana)

PLANTEN VAN DE HARDHOUTZONE

Glanshaver	(Arrhenatherum elatius)
Wilde peen	(Daucus carota)
Glad walstro	(Galium mollugo)
Duizendblad	(Achillea millefolium)
Beemdlangbloem	(Festuca pratensis)
Kropaar	(Dactylis glomerata)
Zachte dravik	(Bromus hordeaceus)
Margriet	(Leucanthemum vulgare)
Goudhaver	(Trisetum flavescens)
Fluitekruid	(Anthriscus sylvestris)
Morgenster	(Tragopogon pratensis)
Zachte haver	(Avenula pubescens)
Knoopkruid	(Centaurea jacea)
Bereklauw	(Heracleum sphondylium)
Groot streepzaad	(Crepis biennis)
Beemdkroon	(Knautia arvensis)
Timotheegras	(Phleum pratense)
Kleine ruit	(Thalictrum minus)
Cypreswolfsmelk	(Euphorbia cyparissias)
Veldsalie	(Salvia pratensis)
Bergdravik	(Bromus erectus)
Kleine bevernel	(Pimpinelea saxifraga)
Gladde iep	(Ulmus minor)
Steeliep	(Ulmus laevis)
Ruwe iep	(Ulmus glabra)
Vogelkers	(Prunus padus)
Gelderse roos	(Viburnum opulus)
Gewone vlier	(Sambucus nigra)
Gewone es	(Fraxinus exelsior)
Wilde kardinaalsmuts	(Euonymus europaeus)
Eenstijlige meidoorn	(Crataegus monogyna)
Rode kornoelje	(Cornus sanguinea)
Hazelaar	(Corylus avellana)
Sleedoorn	(Prunus spinosa)
Noorse esdoorn	(Acer platanoides)
Gewone esdoorn	(Acer pseudoplatanus)
Spaanse aak	(Acer campestre)
Zomereik	(Quercus robur)
Witte acacia	(Robinia pseudo-acacia)
Guldenroedesoorten	(Solidago spec.)
Zeepkruid	(Saponaria officinalis)
Reuzenzwenkgras	(Festuca gigantea)
Bospaardestaart	(Equisetum sylvaticum)
Hondestarwegras	(Elymus caninus)
Groot springzaad	(Impatiens noli-tangere)
Bitterzoet	(Solanum dulcamara)
Hop	(Humulus lupulus)
Bosrank	(Clematis vitalba)
Klimop	(Hedera helix)

- Een af en toe overstroomde zone (kronkelwaard, lage oeverwallen, tichelgaten, strangen).
  Deze zone ligt in de beschutting van de strandwal of eerste oeverwal. Overstromingen zijn daarom minder frequent, de stroomsnelheid van het water bij het overstromen is geringer, en de erosie en sedimentatie zijn beperkter. In de zone kan zich een permanente begroeiing vestigen.
- Een zelden overstroomde zone (hoge oeverwallen en dijken).
  Deze zone omvat de hoogste delen van de oever die als middelhoogwaterkering fungeren. Er is slechts enkele dagen per jaar sprake van overspoeling.

Op grond van de criteria: waterhuishouding, geomorfologie, aard van het substraat, type begroeiing/gebruik is een groot aantal milieutypen te onderscheiden. In tabel 10 is dit voor de Waal uitgewerkt.

Tabel 10. Overzicht van de milieutypen langs de waaloever [49].

1.	Zone permanent onder water	3.	Af en toe overstroomde zone
1.1	stroomgeul	3.1	pioniergrasland op strandwal
1.2	kribvakken	3.2	grasland op lage oeverwal
1.3	besteende onderwateroever	3.3	hooggelegen uiterwaardgrasland
		3.4	laaggelegen uiterwaardgrasland
2.	Veelvuldig overstroomde zone	3.5	moerassige vegetaties
2.1	onbegroeid zandstrand	3.6	moerassig kleigrasland
2.2	ijl begroeid zandstrand	3.7	plasjes en sloten
2.3	slib- en modderstrand	3.8	rietvelden
2.4	ruigte op flank van strandwal	3.9	wilgenbosjes
2.5	hoge strandwal		
2.6	kleiige oever en steilrand	4.	Zelden overstroomde zone
2.7	moeraszoom op besteende (krib) oevers	4.1	zandige oeverwalgrasland
		4.2	zavelig oeverwalgrasland
2.8	idem ruigtekruidenzoom	4.3	verarmd oeverwalgrasland
2.9	overzande kribwortel	4.4	meidoornhagen
2.10	rietgors	4.5	oeverwalbos
2.11	wilgenbegroeiing	4.6	soortenrijk kleigrasland op zomerkade
		4.7	verarmd kleigrasland op zomerkade
		4.8	besteend talud op zomerkade
		4.9	talud van steenglooiingen

3.3 Vegetatiezonering langs meren en kanalen

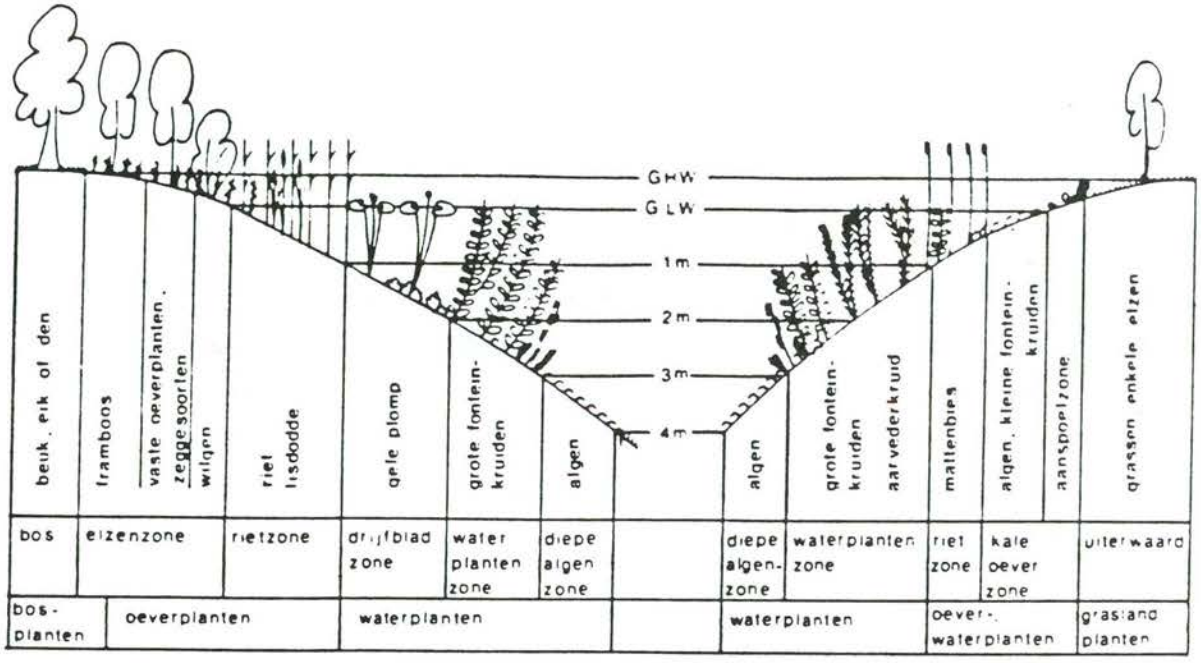


Fig. 40. Schema van een vegetatiezonering langs grote, eutrofe meren met glooiende oevers. Links een natuurlijke, in de luwte liggende oever, rechts een begraasde, op de wind gelegen oever [50].

<u>waterplantenzone</u> (fonteinkruidzone) (fig. 40)

Deze vegetatiezone bestaat uit planten die geheel zijn ondergedoken of drijvende bladeren hebben. Ze wortelen in de geleidelijke helling van de oever of op ondiepe plaatsen op de bodem. Hun belangrijkste behoeften zijn helder water en weinig stroming.

Bij een sterke waterbeweging, bijvoorbeeld door veel scheepvaart of aan oevers die een geëxponeerde ligging hebben, zal de fonteinkruidzone slecht ontwikkeld dan wel afwezig zijn.

De planten met drijvende bladeren komen in grote meren alleen voor aan oevers die in de luwte liggen (in Nederland met overwegend zuid-westen winden zijn dit de oevers geëxponeerd op het noord-oosten). Meestal is gele plomp (Nuphar lutea) overheersend.

<u>Rietzone</u>

In deze zone komen (mede vanwege de ligging ten opzichte van de gemiddelde waterstand) de belangrijkste oeverbeschermende planten voor. Zij vergroten de weerstand tegen erosie door middel van de gevormde netwerken van wortels,

wortelstokken en uitlopers. Daarnaast verminderen ze de belasting van golven door hun golfdempende werking. Het gedeelte van de zone dat zich constant onder water bevindt heeft de belangrijkste oeverbeschermende werking. De grootste botanische waarden, de grootste betekenis voor de ongewervelde dieren (onder meer bodemfauna en bloembezoekende insekten), en de grootste visueel-landschappelijke waarden komen in deze zone voor. Voorwaarde is dat in plaats van riet, er bloemrijke vegetaties optreden van onder meer ruigtekruiden (bijv. kattestaart, moerasspirea, grote engelwortel, echte valeriaan). Bij goed beheer en voldoende breedte kunnen zich in deze zone vegetatietypen, vergelijkbaar met blauwgraslanden ontwikkelen (zie hoofdstuk 7).
De rietzone biedt, indien deze goed ontwikkeld is, een biotoop voor vele vogels, die er broeden, rusten en foerageren (meerkoet, tafeleend, zomertaling, waterhoen, waterral, rietgors en karekiet, baardmannetje, blauwe reiger en dodaars).

Zachthoutzone

De zachthoutzone is voornamelijk opgebouwd uit bomen en struiken waarvan de dominante soorten wilgen en elzen zijn. Zij hebben een oeverbeschermende werking bij hogere waterstanden en behoeden het talud met hun wortels tegen afschuiven. Wanneer de bodem onder de doorwortelde laag wordt geërodeerd, kunnen de bomen omvallen. Alle zachthoutsoorten hebben evenals de rietsoorten een groot regeneratievermogen. De beschermende werking van grasgemeenschappen, die ook in de zachthoutzone toegepast kunnen worden, berust in de eerste plaats op de intensieve doorworteling van de bovenste 5 tot 10 cm van de bodem.
De zachthoutzone is een zone die regelmatig wordt overspoeld. Voor een optimale ontwikkeling van deze zone is veel ruimte nodig.
In de zachthoutzone komen ook verschillende vogelsoorten en zoogdieren (otter, haas, muizesoorten) voor. De begroeiing geeft beschutting aan dieren, die langs het water trekken (ree, otter).

Hardhoutzone

De hardhoutzone langs oevers kan gezien worden als de overgang van de oeverzone naar de terrestrische ecosystemen zoals bossen.
De hardhoutzone is minder belangrijk voor de oeverbescherming, omdat deze zone maar weinig wordt overstroomd. De planten beschermen het talud echter wel tegen afschuiving. De bomen in deze zone kunnen door hun schaduwwerking de aanwezigheid van de planten in de andere zones beïnvloeden, vooral wanneer die zones smal zijn.

Kanalen zijn gegraven wateren en hebben dus geen natuurlijke vegetatiezonering. Voor een referentiebeeld kan gekeken worden naar de oevers van kreekrestanten of de vorm zoals deze van nature ontstaat als een gegraven water aan zijn lot wordt overgelaten. In het algemeen kan voor kanaaloevers worden opgemerkt dat het een extreme situatie is van een meeroever. Kenmerkend voor kanaaloevers zijn de onregelmatige dynamiek, het stabiele waterpeil en de veelal kunstmatige oeververdediging met weinig ruimte voor vegetatie, die veelal uniform is. Dit laatste is ongunstig omdat juist de afwisseling van begroeiingstypen belangrijk is voor het voorkomen van vele diersoorten.

3.4 Vegetatiezonering langs getijdenwateren

Op platen en de meeste slikken groeien nagenoeg geen hogere (bloeiende) planten. De zandige bodem wordt er te vaak omgewoeld en de overstromingsduur en -frequentie zijn er (nog) te groot. Wordt het milieu wat rustiger dan kunnen eencellige diatomeeën d.m.v. het door hen uitgescheiden slijm sedimentdeeltjes aan elkaar verbinden. Er treedt daarom relatief minder erosie op. Op deze, meestal wat hogere slikken kunnen daardoor meerdere algesoorten en zelfs een aantal hogere planten zich vestigen en handhaven. Deze eerste hogere planten (m.n. groot zeegras (Zostera marína)), treft men speciaal aan op de weke, slikkige bodems.

Wordt het slik zo hoog dat de overstromingsduur vermindert tot ca. 3 uur dan kan zich zeekraal (Salicornia dolichostáchya) vestigen. Op de zeekraal-gemeenschap volgt de kweldergras-gemeenschap met soorten als zeeweegbree (Plantago marítima), schorrezoutgras (Triglochin marítima), zulte (Aster tripólium), gerande schijnpurrie (Spergularia media), gewone zoutmelde (Halimione portulacoídes) en gewoon kweldergras (Puccinéllia marítima). Door haar dichte begroeiing remt de kweldergras-gemeenschap de vloedstroom nog sterker, zodat relatief meer (fijner) slib bezinkt; ondanks de kortere overspoelingsduur gaat de ophoging dan ook sneller dan bij de zeekraal-gemeenschap.

Waar de plantengroei niet meer dagelijks als gevolg van opslibbing door hoogwater wordt bereikt, doch hooguit nog bij springvloed en/of lang aanhoudende opstuwende westenwind, kenmerkt de vegetatie zich door een aantal minder specifieke zoutplanten, met als belangrijkste soorten: zilte rus (Juncus gerardii), engels gras (Arméria marítima), rood zwenkgras (Festuca rubra) en melkkruid (Glaux marítima).

4. Standplaatsfactoren

Voor het aanleggen en behouden van natuurtechnische oevers moet men allereerst bekend zijn met de standplaatsfactoren ter plaatse. Hierbij zijn zowel gemiddelde als extreme situaties belangrijk. Daarnaast moet men bekend zijn met de abiotische randvoorwaarden van de gewenste oevervegetatie.
Daarna kan men met inachtneming van alle andere eisen uit hoofde van de mogelijke functies van de betreffende oever, een ontwerp maken voor de aanplant. Indien noodzakelijk voor de aanpassing van de standplaatsfactoren, kunnen ook technische middelen worden toegepast.
De belangrijkste standplaatsfactoren van een oevervegetatie zijn:
- waterdiepte;
- bodemgesteldheid;
- geomorfologie;
- microklimaat (schaduw, expositie);
- waterbeweging (wind, scheepvaart, stroming, peilfluctuaties);
- water- en bodemkwaliteit;
- overige factoren (recreatie, beheer, begrazing).

Methoden om plantengroei te bevorderen:
- Beperken scheepvaart.
  De golfslag die de scheepvaart opwekt, is met name in kanalen een van de grootste bedreigingen voor de vegetatie en de stabiliteit van de oever. Naarmate er minder schepen varen, is er meer ruimte voor de ontwikkeling van waterplanten, oevervegetatie en fauna. Het beperken van de intensiteit dan wel het terugbrengen van de vaarsnelheid heeft een gunstige invloed.
- Beperken golfinvloed.
  Het aanleggen van een golfdempende dan wel een golfkerende verdediging geeft mogelijkheden voor vegetatie-ontwikkeling achter de kering en in de onderste oeverzone, waar de meeste mogelijkheden zijn voor de ontwikkeling van natuurwaarden in een watersysteem. Hier moet dan wel de ruimte, een geleidelijk aflopend talud en een geschikte bodem zijn. Een tijdelijke bescherming tegen de golfwerking tijdens de ontwikkeling van de vegetatie (de meest kritieke periode) is ook een mogelijkheid, mits de invloed van de golven niet te groot is.
- Oevers aanpassen.
  Dimensioneer de oever zodanig dat er een overgangssituatie ontstaat tussen land en water door het aanleggen van plasbermen al of niet achter een verdediging van een damwand of een bestorting, of het vervangen van damwan-

den door taluds.

- Aanplanten.

Het aanplanten om de ontwikkeling op gang te helpen is een snelle methode om de ontwikkeling van een oevervegetatie te bevorderen. Naast het aanplanten van riet en biezen kan ook aan enkele andere soorten worden gedacht (zie par. 5). Een nadeel van aanplanten is dat waardevolle ruigtekruiden minder kans krijgen zich te vestigen.

- Maaibeheer.

Het sturen van de ontwikkeling door beheer, met name in de rietzone is een goede mogelijkheid. Door bijvoorbeeld te maaien en het materiaal af te voeren is sturing mogelijk in de richting van blauwgrasland-typen. Zie hiervoor hoofdstuk 7.

- Peilbeheer.

Een natuurlijk peilverloop is het gunstigst: een langzaam dalende waterstand na de piek aan het eind van de winter. Dan kan een rietvegetatie zich uitbreiden en zich in stand houden. Is een natuurlijk peilverloop met hoge winterstanden en lagere zomerstanden niet mogelijk in verband met de belangen van bijvoorbeeld landbouw of scheepvaart, dan is een constant peil voor de binnenwateren (meren en kanalen) het gunstigst voor de ontwikkeling van soorten die gebonden zijn aan vochtige omstandigheden. Indien dit niet haalbaar is, moet worden gestreefd naar regelmatige en kleine peilfluctuaties. Een verlaagd peil in het voorjaar kan gunstig zijn voor de ontwikkeling van de oeverzone. In het algemeen kan voor alle watertypen worden opgemerkt dat het het beste is aan te sluiten op de natuurlijke peilfluctuaties. Een "negatief" voorbeeld is het wegvallen van het natuurlijke getij in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse wateren wat erosie van de daar van nature aanwezige oevertypen tot gevolg heeft.

De waterkwaliteit is voor veel planten een bepalende factor. Mogelijkheden om deze te sturen zijn:

- Terugdringen van het fosfaatgehalte en microverontreinigingen.

Het in voldoende mate beperken van de fosfaatlozingen zal problemen met algenbloei voorkomen en de slibproduktie verminderen.

Het beperken van verontreinigingen is een voorwaarde voor een duurzame ontwikkeling van het ecosysteem. Het gaat vooral om verontreinigingen door olie en PAK's uit diffuse bronnen, zoals de scheepvaart.

- Beperken van de wateraanvoerfunctie en bevorderen van de waterafvoerfunctie. Eventueel de verblijftijd van het water in een bepaald gebied verlengen.

-Baggeren bij sterk verslibde en verontreinigde bodems.

5. Selectie van oeverbeschermende planten

5.1 Inleiding

Zoals in de inleiding is uiteengezet, zijn we bij het aanplanten van oeverplanten vooral aangewezen op een kleine groep planten. Uit deze categorie moet een selectie worden gemaakt, die past bij het gegeven oever- en watertype. De van nature reeds voorkomende vegetatietypen en soorten vormen daarbij de leidraad.

In de volgende paragrafen worden alleen die soorten besproken die eventueel in aanmerking komen om aan te planten. In figuur 41 is de ligging van de diverse plantegeografische districten van Nederland gegeven.

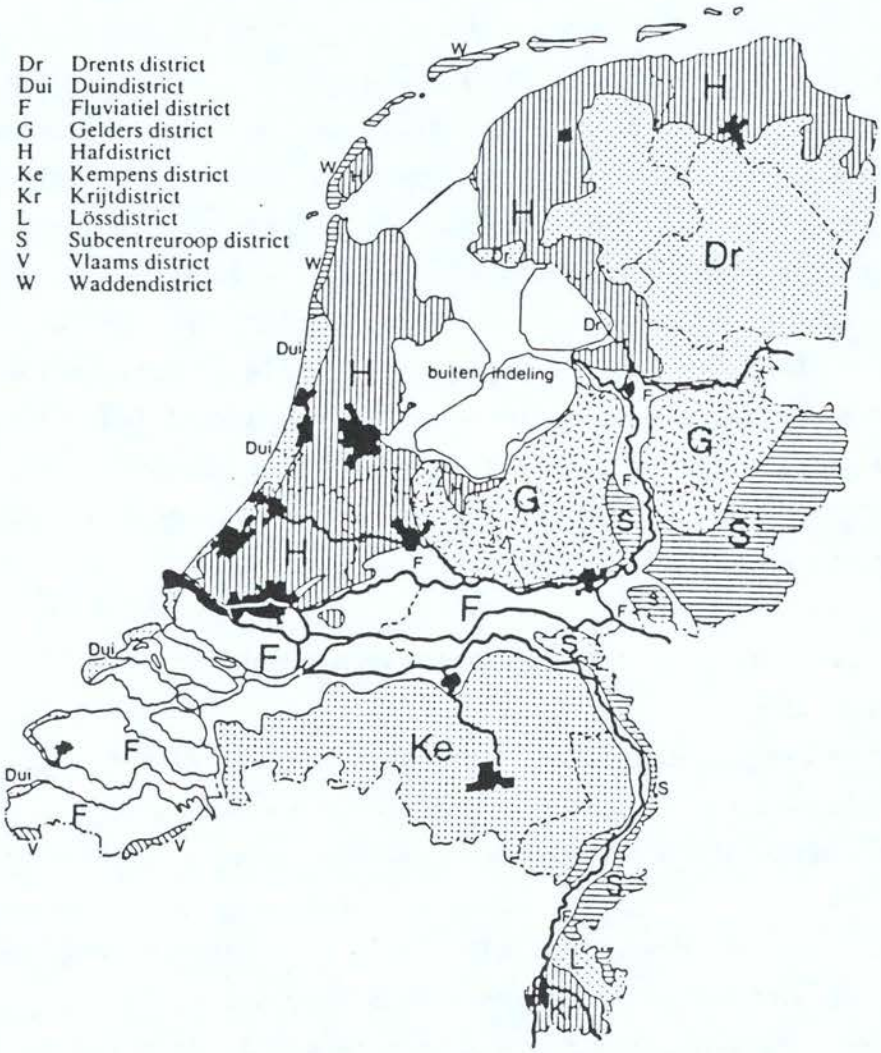


Fig. 41. Ligging plantegeografische districten van Nederland [51].

5.2 Rietzoneplanten

Riet (Phragmites australis)
- Zeer belangrijke soort: zeer goede golfdemping (ook in de winter dankzij verhoute halmen), goed bodemvasthoudend vermogen (sterk vertakt en diep wortelend).
- Op kleiige-slibrijke tot fijnzandige bodems en veen; matig tot zeer voedselrijk.
- Stagnant of langzaam stromend, zoet tot brak water (max. 7-10 g NaCl/l bodemvocht).
- Van op de oever (0,50 m boven waterpeil) tot -0,60 (woelig water) en -1,00 m (rustig water) waterdiepte.
- Invloed peilwisselingen: droogstand wordt goed verdragen. Langdurige extreme overstromingen (halmen of gemaaide stoppels onder water) worden slecht verdragen.
- Lichtminnende soort. Kan zich niet goed ontwikkelen op een steile oever.
- Kiemt zelden of nooit onder water.
  Voor de vestiging van jonge kiemplantjes is een waterig voedselrijk milieu gewenst tot ca. 0,20 m diep. Bij planten op een gemiddelde waterdiepte van 0,10 m mag de variatie in de waterspiegel 0,20 m boven en 0,20 m onder maaiveld zijn. In het najaar mag dit gedurende 14 dagen, maar in het voorjaar mag de kiemplant niet langer dan een week droogstaan.
- Aan oevers van allerlei, vooral voedselrijke wateren, in veenmoerassen, op hoge schorren, aan de rand van vochtige akkers, op spoordijken, in lichte broekbossen. Zeer algemeen; niet in het bovenrivierengebied vanwege langdurige inundaties.
- Aanplant: zoden, wortelstokken, spruiten, halmen, kiemplantjes
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  planttijd: maart/april eventueel in de herfst voor de vorst;
  (halmaanplant mei/juni).

Mattenbies (Scirpus lacustris)
- Belangrijke soort: goede golfdemping en bodemvasthoudend vermogen. Bovengrondse delen sterven 's winters echter af.
- Kleiige-slibrijke tot zandige klei en veenbodems; matig tot zeer voedselrijk water.
- Stagnant of langzaam stromend water.
- Zoet tot brak water. In brak water kiemt het zaad niet.
- Van 0,15 tot 1,00 m waterdiepte (rustig water). Komt boven de waterlijn niet of nauwelijks voor. In warmere gebieden komt hij voor tot diepten van 1,80 à 2,00 m. In het zoetwatergetijdengebied van halverwege tussen laagwater en halvertij en hoogwater.
- Invloed peilwisselingen: droogstand wordt alleen van november-april goed verdragen.
- Hoge waterstanden (waarbij de planten geheel worden ondergedompeld) hebben bij langere duur een negatief effect op de vitaliteit.
- Gedijt tussen steenglooiingen beter dan riet. In staat om door riet onbezette plaatsen in te nemen, meest de diepere delen. Goede combinatie met riet.
- In zoet, soms brak water langs plassen, rivieren en kanalen. Vrij algemeen; zeldzaam in Zeeland, ontbreekt in het Waddendistrict.
- Kiemt, in tegenstelling tot riet, ook onder water.
- Lichtminnende soort.
- Aanplant: zoden, wortelstokken, spruiten
  net onder de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april.
- Beheer: 1 keer per twee jaar maaien; bij 1 keer per jaar maaien verdwijnt deze soort.

Zeebies (Scirpus maritimus)
- Op kleiige-slibrijke tot fijnzandige bodems.
- Brak tot zout water.
- Van op de oever tot 1,00 m waterdiepte, optimaal in ondiep water (ca. 0,25m).
- Hoge waterstanden (waarbij de planten geheel worden ondergedompeld) hebben bij langere duur een negatief effect op de vitaliteit.
- Lichtminnende soort.
- Langs waterkanten, in sloten en op schorren. Algemeen op zilte plaatsen, vrij algemeen in het Fluviatiel district, elders zeldzaam.
- Aanplant: zoden, wortelstokken, spruiten
  net onder de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april.

Driekantige bies (Scirpus triqueter)
- aan rivieroevers in het zoetwatergetijdengebied. Vrij zeldzaam.

Kleine lisdodde (Typha angustifolia)
- Horstgewijs ter verrijking van de rietkraag.
- Ook op zandige en minder voedselrijke bodems.
- Zoet water.
- Van 0,10 - 1,00 m waterdiepte, groeit niet of nauwelijks boven de waterlijn.
- Kleine lisdodde is beter tegen voedselverrijking en vervuiling bestand dan riet en biezen.
- Invloed peilwisselingen: niet beschreven.
- Lichtminnende soort.
- Kleine lisdodde: langs oevers, vooral van grote open wateren; ook op drijftillen en in rietlanden. Vrij algemeen; vooral in het Haf en Fluviatiel district.
  Grote lisdodde (Typha latifolia): in sloten, vaarten, vennen, afgravingen, duinvalleien: niet aan grote open wateren. Algemeen vooral op drassige plekken en als oeverplant minder relevant.
- Aanplant: zoden, wortelstokken
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april.

Kalmoes (Acorus calamus)
- Beschermend voor steile oevers; gemeden door vee, ganzen en eenden; kan een hoge vervuilingsgraad weerstaan.
- Klei tot veen, liefst humeus; matig tot zeer voedselrijke grond.
- Stagnant tot langzaam stromend water.
- Zoet water.
- Tot 0,30 m waterdiepte.
- Invloed peilwisselingen; niet beschreven.
- Lichtminnende soort.
- Aan oevers van zoet water, vooral langs kanalen. Vrij algemeen; zeldzaam in het Waddendistrict, in de zeekleigebieden van het Hafdistrict ten noorden van het IJ en in het Deltagebied.
- De zaden worden in ons land niet rijp; daardoor voor de voortplanting aangewezen op de verspreiding van afgebroken wortelstokken.
- Aanplant: zoden, wortelstokken
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april.

Gele lis (Iris pseudacorus)
- Als oeverbescherming in gestuwde wateren toegepast; horstgewijs ter verrijking van de rietkraag.
- Op kleiige-slibrijke tot zandige bodems.
- Stagnant tot langzaam stromend water.
- Zoet water.
- Tot 0,30 m waterdiepte, maar meestal net boven de waterlijn of er op.
- Invloed peilwisselingen: plant van de wisselwaterzone; verder niet beschreven.
- Lichtminnende soort.
- Aan sloten en plassen met zoet water, ook in moerassen en elzenbroek. Algemeen.
- Aanplant: zoden, wortelstokken
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april.

Liesgras (Glyceria maxima)
- Alleen op stevig substraat beschermend; wordt tot op de meest vervuilde (eutrofe) plaatsen aangetroffen.
- Op kleiige-slibrijke, voedselrijke bodems.
- Stilstaand tot langzaam stromend water.
- Zoet water.
- Tot 0,30 m waterdiepte.
- Invloed peilwisselingen: verdraagt overstromingen goed, uitdroging slecht.
- Lichtminnende soort.
- Aan waterkanten en in ondiep water, vooral in zeer voedselrijk milieu, ook in drassige beekdalgraslanden. Zeer algemeen.
- Aanplant: zoden, wortelstokken, halmen
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april (halmaanplant mei/juni).

Scherpe zegge (Carex acuta)
- Zeer belangrijk; uitstekend voor oeverbescherming in zones met wisselende waterstand en stuwmeren; gemeden door vee.
- Op kleiige-slibrijke bodems, ook op grindrijke, stenige bodems; voedselrijke bodem.
- Stilstaand tot langzaam stromend water.
- Tot 0,30 m waterdiepte.
- Invloed peilwisselingen: verdraagt wisselende waterstanden goed.
- Lichtminnende soort.
- In zeggemoerassen en aan waterkanten; ook in zwak brak water. Algemeen.
- Aanplant: zoden, wortelstokken
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: hele jaar, mei-juli beste periode.

Moeraszegge (Carex acutiformis)
- Geschikt voor oeverbescherming langs stuwmeren.
- Humeuze klei tot veen; voedselrijke, gewoonlijk kalkrijke bodem.
- Stagnant tot langzaam stromend water.
- Zoet tot zwak brak water.
- Tot 0,20 - 0,50 m waterdiepte.
- Invloed peilwisselingen: verdraagt wisselende waterstanden goed.
- Lichtminnende soort.
- In moerassen, aan waterkanten, in natte bossen; ook nog in zwak brak milieu. Algemeen.

- Aanplant: zoden, wortelstokken
  rond de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: hele jaar, mei - juli beste periode.

Oeverzegge (Carex riparia)
- Toegepast bij beken en rivieren.
- Voedselrijke bodem.
- Lichtminnende soort.
- Aan waterkanten en in moerassen, vooral op laagveen en klei. Algemeen in het Haf- en Fluviatiel district, elders vrij zeldzaam.
  Zie verder moeraszegge.

De zeggen komen vooral op drassige plaatsen voor. Waar ze in het water voorkomen zijn ze zelden dominant, ze vormen een aanvulling op andere soorten.

Grote egelskop (Sparganium erectum)
- Vormt samen met gele lis en zeggen de oeverbegroeiing van vaarten.
- Aan en in zoet, voedselrijk, niet te diep water.

5.3 Zachthoutzoneplanten

Rietgras (Phalaris arundinacea)
- Toegepast als oeverbescherming in scheepvaartrijke wateren.
- Op kleiige, zandige en venige bodems en grind.
- Prefereert stromend, zuurstofrijk water. In Nederland op plaatsen waar de bodem aan sterk wisselende invloeden is blootgesteld.
- Zoet water.
- Tot 0,20 m waterdiepte, bij stabiel waterpeil boven de waterlijn.
- Invloed peilwisselingen: plant van zones met wisselende waterstand, tolereert geen permanente, wel tijdelijke overstromingen.
- Lichtminnende soort.
- Aan waterkanten, in broekbossen, op vochtige bermen. Algemeen.
- Aanplant: zoden, wortelstokken, halmen, inzaai
  net boven de gemiddelde zomerwaterstand
  Planttijd: maart/april (halmaanplant mei/juni).

Zwarte els (Alnus glutinosa)
- Typische pionierhoutsoort met een snelle jeugdgroei. Is goed bestand tegen wind en niet gevoelig voor late nachtvorst. Hoge boom (tot 25 m) met doorgaande stam en dunne zijtakken.
- Diverse ecotypen: boomvormende en struikvormende.
- Zeer goede oeverbeschermende eigenschappen (ook op steile oevers) door een sterk verticaal gericht en sterk vertakt wortelstelsel (fig. 42). De meeste wortels tussen 0.2 en 1.0 meter beneden maaiveld. In staat om met de wortels in de permanente grondwaterzone door te dringen. Nauwelijks kans op onderspoeling.
- Invloed peilwisselingen: in de vegetatieperiode worden langdurige (> 3 dagen) overstromingen slecht verdragen. Kortdurende overstromingen worden wel verdragen evenals tijdelijk hoge grondwaterstanden.
- Verdraagt constante kwelomstandigheden waarbij het water wordt afgevoerd.
- Bodemvaag, verdraagt ook zure grond.
- Stagnant en stromend zoet water.
- Aanplant: Planthoogte: onder in de oeverzone vanaf 0,5 m boven de gemiddelde zomerwaterstand.
  Materiaal: stekken met wortels; gesorteerde, tweejarige planten

van goede herkomst.
Planttijd: november tot mei voorkeur maart/april.

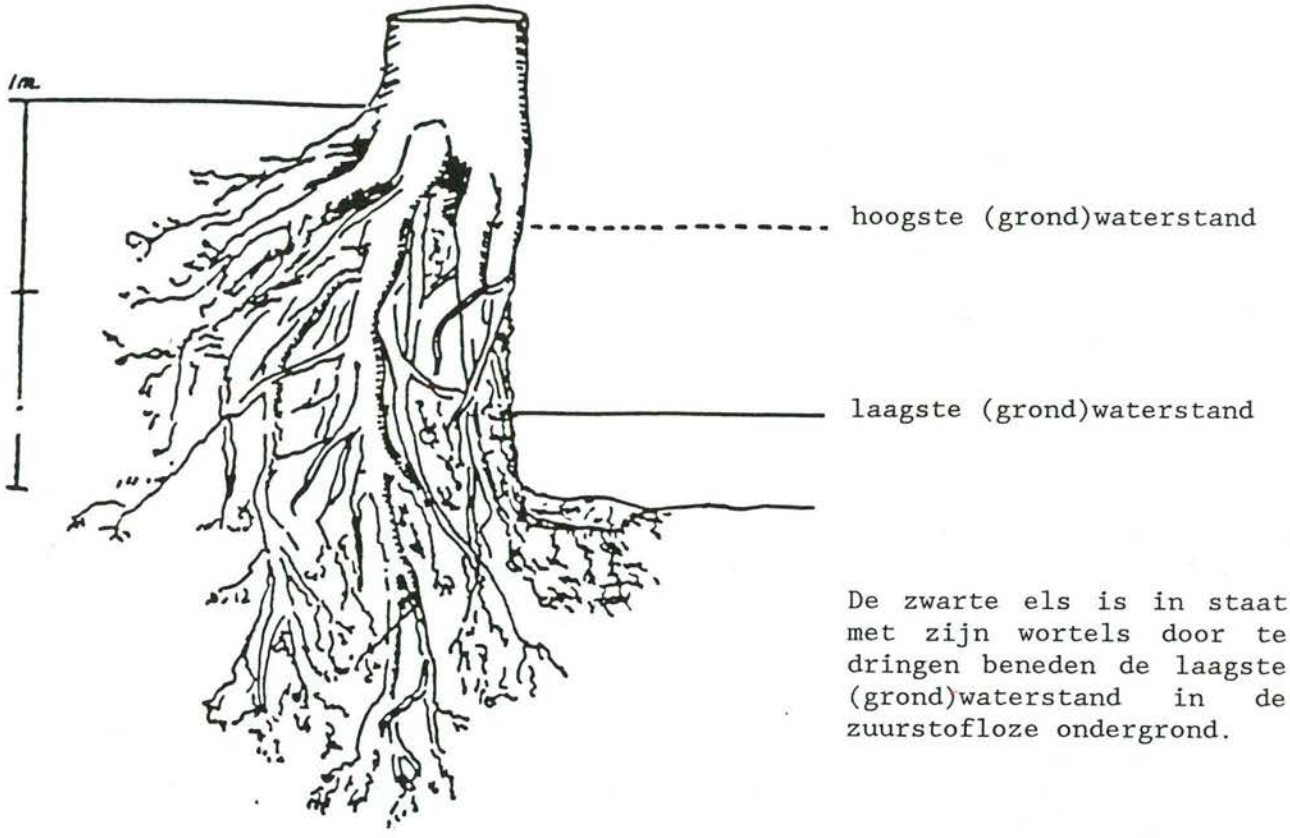


Fig. 42. Bewortelingskarakteristiek van de zwarte els [52].

Wilgen (Salix sp.)
- Vooral struikwilgen hebben een goede oeverbeschermende werking door eigenschappen als grote buigzaamheid, grote groeisnelheid en de vorming van adventief wortels. In staat om met z'n wortels in de permanente grondwaterzone door te dringen. Wortelt verticaal.
- Op uiteenlopende bodemsoorten, afhankelijk van de soort.
- Op extreem natte groeiplaatsen.
- Stagnant en stromend zoet water.
- Invloed peilwisselingen: in de vegetatieperiode worden langdurige (>3 dagen) overstromingen slecht verdragen.
- Lichtminnende soort.
- Aanplant: als takken, stekken, stammetjes in de grond gezet; als kraagstukken, vlechttuinen en takkenbossen vanaf net boven de gemiddelde zomerwaterstand.

Belangrijke struikvormige soorten zijn:
- Bittere wilg (Salix purpurea) in grienden, aan rivieroevers in zand- en kleigroeven en in de duinen, plaatselijk vrij algemeen (0,90 - 3,00 m hoog);

- Amandelwilg (Salix triandra) vooral aan rivieroevers en in grienden, plaatselijk algemeen (1,50 - 4,00 m hoog);
- Katwilg (Salix viminalis) vooral in grienden en aan rivieroevers, plaatselijk algemeen (1,50 - 4,00 m hoog).

Boomvormige soorten zijn:
- Schietwilg (Salix alba) aan wegen, sloten en langs weilanden op vochtige, vruchtbare grond, veel in broekbossen en grienden. Algemeen, veel aangeplant als knotwilg;
- Kraakwilg (Salix fragilis) aan waterkanten, waarschijnlijk vrij zeldzaam spontaan gevestigd. Verspreiding onvoldoende bekend.

Er zijn verschillende rassen in de handel. In het algemeen kan worden gesteld dat de wilg een pionierhoutsoort is.
Materiaal. Eenjarig plantsoen, NAKB-gekeurd, lengte ten minste 1,25 m, doorsnede op 0,50 m boven wortelhals tenminste 9 mm;
Eenjarige scheut op tweejarige wortel, idem;
Tweejarig plantsoen, NAKB-gekeurd, lengte ten minste 2 m, doorsnede op 1 m boven de wortelhals minstens 9 mm.
Planttijd: november tot half april. In verband met schade door eventuele strenge vorst (in de winter) verdient het voorjaar wel aanbeveling.

5.4 Hardhoutzoneplanten

Es (Fraxinus excelsior)
- Hoge boom (tot 35 m) met overwegend rechte zware zijtakken. Onder zuurstofrijke omstandigheden in staat om met z'n wortels in de grondwaterzone door te dringen. Wortelt voornamelijk horizontaal (fig. 43); zijwortels tussen 0,0 en 0,3 m, zinkers vanaf 0,2 meter beneden maaiveld tot aan het grondwater.
- De wortelwerking is goed ook in zuurstofrijk grondwater. Kans op onderspoeling is aanwezig.
- Verdraagt tijdelijke, hoge grondwaterstanden en kortdurende overstromingen.
- Liefst kalkrijke, vochtige, zuurstofrijke, lemige bodem.
- Verdraagt geen constante kwel.
- Aanplant: Planthoogte: afhankelijk van de zuurstofvoorziening onder en boven in de oever.
  Materiaal: gesorteerde tweejarige planten.
  Planttijd: eind september tot mei.
  Door gevoeligheid voor late nachtvorst moet aanplant worden ontraden waar de kans op nachtvorst erg groot is.

De es zal met zijn zinkerstelsel alleen onder de laagste grondwaterstand wortelen als er sprake is van enigszins stromend, zuurstofrijk water in de ondergrond.

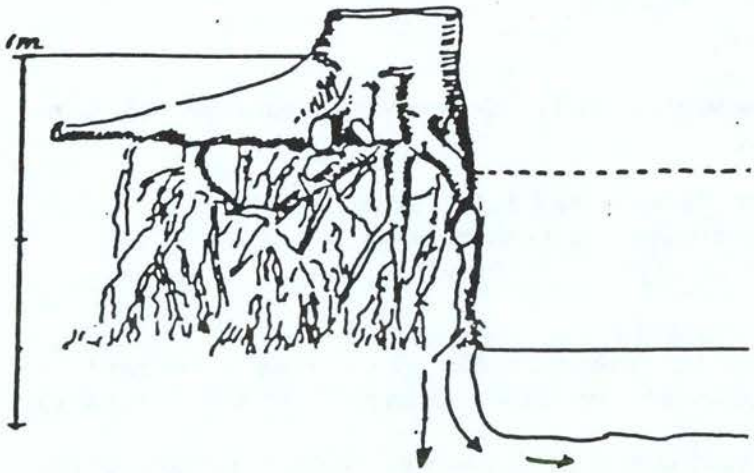
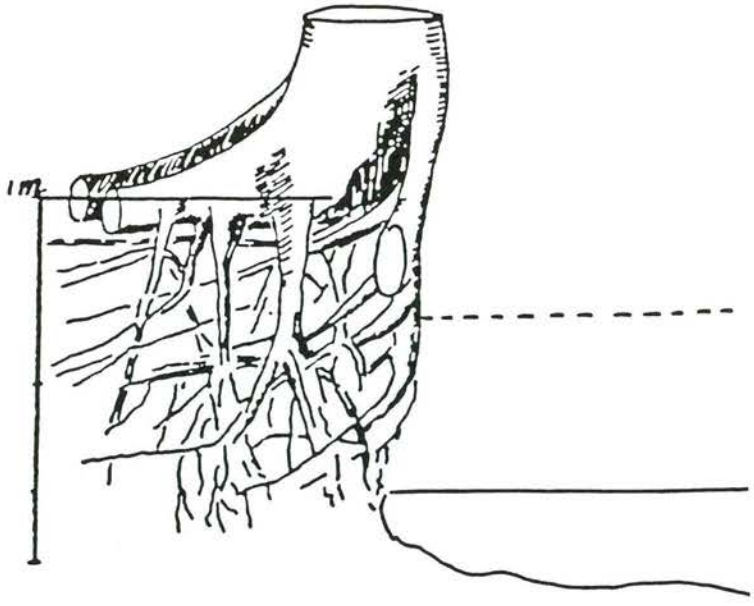


Fig. 43. Bewortelingskarakteristiek van de es [52].

Zomereik (Quercus robur)
- Hoge boom (tot 35 m) met zware grillig gevormde zijtakken. Sterk verticaal gericht hartwortelsysteem. Meeste wortels tussen 0,2 en 0,8 m beneden maaiveld (fig. 44).
- De wortelwerking is goed, maar afbuigend boven het grondwater. Kans op onderspoeling is aanwezig.
- Verdraagt tijdelijk hoge grondwaterstanden en kortdurende overstromingen.
- Verdraagt geen constante kwel.
- Vrij bodemvaag; als opgaande boom vooral op voedselrijke, vochthoudende gronden, als kreupelhout vooral op voedselarme, droge standplaatsen.
- Aanplant: Planthoogte: boven in de oever en op het maaiveld.
  Materiaal: bij voorkeur tweejarige planten van goede herkomst.
  Planttijd: van november tot half april.
  Kunnen te lijden hebben van late nachtvorsten. Voor de aanleg zijn enige beschutting en een goede vochtvoorziening gewenst.



De eik wortelt niet in de zone beneden de laagste (grond)waterstand, zodat meestal een typische uitholling ter hoogte van de gemiddelde waterhoogte in het dwarsprofiel is waar te nemen.

hoogste (grond)waterstand

laagste (grond)waterstand

Fig. 44. Bewortelingskarakteristiek van de zomereik [52].

Hazelaar (Corylus avellana)
- Grote meerstammige struik (tot 10 m hoog en 6 tot 12 meter breed).
- Liefst op klei- of leemhoudende grond (niet zuur).
- Verdraagt tijdelijk hoge grondwaterstanden en kortdurende overstromingen.
- Verdraagt geen constante kwel.
- Wortelwerking goed maar afbuigend boven het grondwater, kans op onderspoeling aanwezig.
- Aanplant: Planthoogte: boven in de oever en op het maaiveld.

BIJLAGE B

FAUNA

INHOUD

blz.

1 Inleiding 187
2 Ongewervelde dieren 189
3 Amfibieën en reptielen 191
4 Vissen 192
5 Vogels 196
6 Zoogdieren 199
7 Voorzieningen voor vissen 206
8 Voorzieningen voor zoogdieren 208

1. Inleiding

In en langs waterlopen komt een groot aantal diersoorten voor die goed zijn aangepast aan het water. De aanwezigheid van vegetaties is voor deze diersoorten onontbeerlijk. Planten verschaffen dieren onder andere zuurstof, dekking, schuil- en nestgelegenheid. Verder zijn dieren direct of indirect afhankelijk van planten voor hun voedselvoorziening. Planten vormen de primaire voedselbron in elk ecosysteem en worden daarom wel producenten genoemd. In tegenstelling tot dieren zijn planten in staat met behulp van zonlicht hun eigen voedsel te produceren. Planteneters (herbivoren) zijn voor hun groei en ontwikkeling afhankelijk van planten als voedselbron. Roofdieren (carnivoren) zijn voor hun voortbestaan aangewezen op de aanwezigheid van planteneters. Op deze wijze zijn vaak ingewikkelde voedselketens (ook wel voedselweb of voedselpiramide) aanwezig in wateren. Meestal staan aan de top hiervan betrekkelijk zeldzame soorten zoals de otter (fig. 45). Hun positie aan de top van de voedselpiramide brengt met zich mee dat giftige, slecht afbreekbare stoffen zich in hun lichaam ophopen. De weg van het voedsel eindigt echter niet bij deze toppredatoren. Het in gestorven dieren opgeslagen voedsel komt weer beschikbaar door planten en dieren die zorgen voor de afbraak van organisch materiaal. Deze organismen die reducenten genoemd worden, zijn het voedsel voor weer andere diersoorten. In dit verband is het wellicht beter te spreken van een voedselkringloop in plaats van een voedselketen.

Eutrofiëring is de overmatige toevoer van meststoffen naar het oppervlaktewater. Overmatig, en daarom een slechte zaak. Eutrofiëring heeft verstrekkende gevolgen gehad voor de opbouw van de levensgemeenschappen in onze wateren.
In de afgelopen tientallen jaren zijn de waterplanten op veel plaatsen vrijwel verdwenen. Eens heerste hier in helder plantenrijk water, de snoek.
Toevoer van meststoffen (stikstof (N), fosfaat (P)) leidt tot meer algen. Meer algen betekent troebel water, minder waterplanten en snoek, meer brasem, minder watervlooien, meer opwoeling van bodemslib en nog meer algen. Een negatieve spiraal.

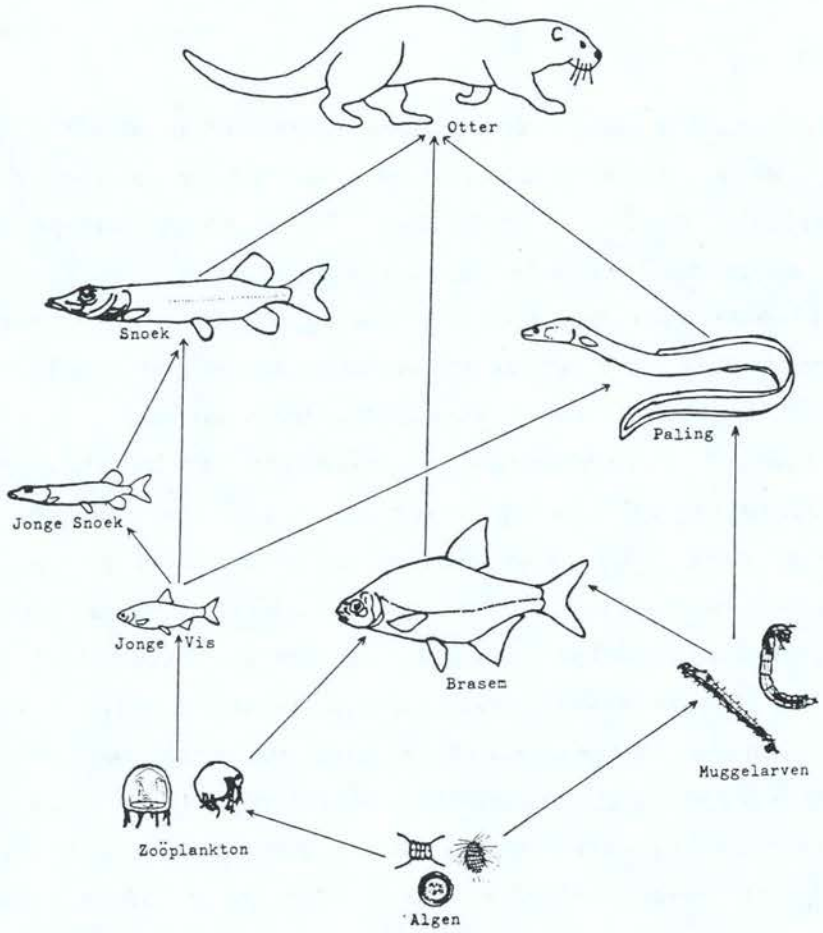


Fig. 45. Voorbeeld van een voedselketen zoals die aanwezig kan zijn met de otter als toppredator [53].

Het eutrofiëringsprobleem is op te lossen door de belasting van het water met meststoffen te verminderen. Het terugdringen van de fosfaatbelasting biedt de beste mogelijkheden. Fosfaatverwijdering in rioolwaterzuiveringsinstallaties, fosfaatvrij wassen, minder mestgebruik in de landbouw dragen alle bij tot het verminderen van de algengroei in het water.
In de gebieden waar dergelijke maatregelen zijn getroffen blijft het water lang groen cq. troebel. Verlaging van de fosfaatbelasting vermindert weliswaar de groei van de algen, maar herstelt niet onmiddellijk het evenwicht in de levensgemeenschap.

Actief biologisch beheer, als aanvulling op het fosfaatbeleid, kan leiden tot een positieve spiraal. Verminderen van de brasemstand betekent meer watervlooien en minder bodemopwoeling en dus helder water en betere mogelijkheden voor waterplanten en snoek.

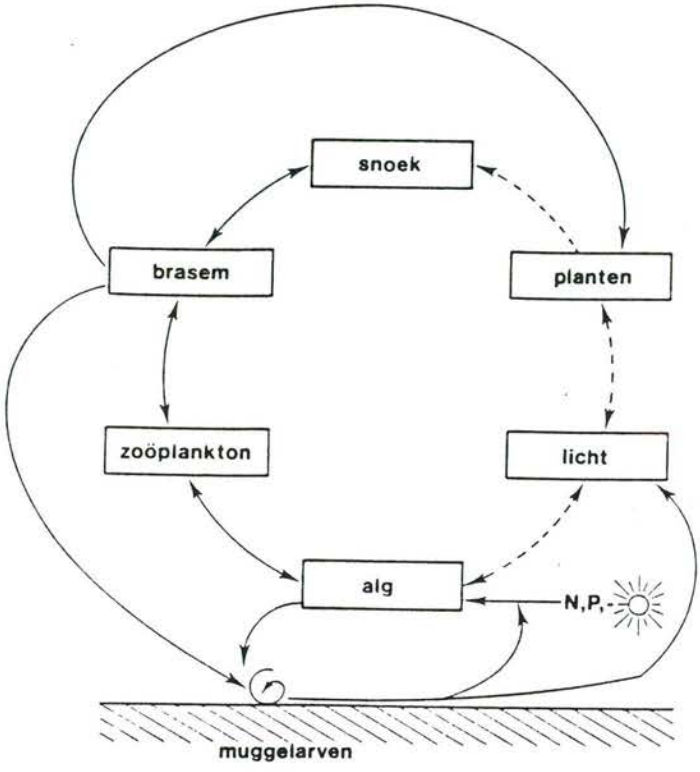


Fig. 46. Voedselrelaties in ondiepe plassen [54].

Een belangrijke conclusie die uit het voorgaande te trekken valt, is dat handelingen die directe effecten op een bepaalde plaats in de voedselkringloop hebben, op de een of andere manier doorwerken op vrijwel alle tot een bepaalde levensgemeenschap behorende soorten planten en dieren.

2. Ongewervelde dieren

Belangrijke groepen ongewervelde dieren in binnenwateren zijn:

- kreeftachtigen: watervlooien;
  roeipootkreeften;
  vlokreeften;
  waterpissebedden;
- mollusken : driehoeksmosselen en andere tweekleppigen;
  slakken;
- wormen : tubifex;
- insekten.

De insekten vormen de grootste groep binnen het dierenrijk. Veel groepen hebben in het water levende larven, o.a. eendagsvliegen of haften, steenvliegen, kokerjuffers, libellen en muggen. Ook onder de kevers en wantsen zijn veel soorten met in het water levende larven. De volwassen dieren leven deels in het water of aan de oever.

Het spreekt haast vanzelf dat voor diersoorten, die in hun levenscyclus als larve onder water leven en als volwassen dier boven water, de overgang tussen land en water, de oever, uitermate belangrijk is. Omdat het om een zo grote en gevarieerde groep gaat, kunnen niet alle typen relaties tussen de waterfase en de landfase besproken worden; daarom worden alleen een paar karakteristieke voorbeelden gegeven.

De larven van libellen bijvoorbeeld, leven onder water tussen waterplanten of ingegraven in de bodem. Ze eten kleine waterdieren zoals watervlooien. Als de larven volgroeid zijn, kruipen ze uit het water omhoog langs een stengel van riet, lisdodde of een andere boven water uitstekende plant. Enkele decimeters boven het water blijft de larve zitten en na enige tijd komt uit de larve de volwassen libel tevoorschijn; de opengebarsten larvehuid (exuvie) blijft leeg op de waterplanten achter. Het duurt nog enige tijd voor de libellen geslachtsrijp zijn. In de larvale fase eten ze andere insekten en rusten tussen de vegetatie, soms ver van het water verwijderd. Bij geslachtsrijpheid verblijven de libellen aan de oever; ruigtekruiden en struiken spelen een grote rol bij de gebiedsafbakening van de mannetjes en bepalen de mogelijkheden voor het vinden van een partner. Na de paring zoeken de wijfjes geschikte plaatsen om hun eieren af te zetten. Sommige soorten laten zittend op takken boven het water eipakketten in het water vallen, andere leggen de eitjes op de planten en de larfjes komen pas na het uitkomen in het water terecht. Voor de meeste soorten zijn water- en oeverplanten essentieel voor de eiafzetting.

Bij andere groepen insekten is de relatie met de oever minder sterk, maar nog steeds heel belangrijk. De larven van dansmuggen (Chironomidae, meestal de dominante groep onder de insekten) ontwikkelen zich onder water tot een pop. Als de pop volgroeid is gaat deze drijven waarna aan het wateroppervlak de volwassen mug uit de pop komt. De muggen zoeken allereerst een schuilplaats in de oevervegetatie; daar blijven ze tot de weersomstandigheden ge-

schikt zijn voor een zwermvlucht (paringsvlucht). De eiafzetting vindt meestal op het wateroppervlak plaats.

Uit deze voorbeelden blijkt hoe belangrijk de oever is in de levenscyclus van waterinsekten. Er zijn tal van andere voorbeelden te geven omtrent de binding van ongewervelde dieren aan de oever. Ook onder de landdieren zijn veel soorten die aan oevers gebonden zijn, omdat ze een hoge vochtigheidsgraad nodig hebben (o.a. sommige loopkeversoorten en de vlokreeft Orchestia, die in de aanspoelselzone leeft). Er zijn ook larven die een rustperiode van enkele jaren nodig hebben alvorens ze overgaan in het volwassen stadium. Dit is met name van belang in verband met het schonen van het water.

Uiteraard zijn de water- en bodemkwaliteit en de aanwezigheid van onderwatervegetatie van belang voor ongewervelden in het water. Vooral een goede zuurstofhuishouding speelt een grote rol. In kleinere wateren veroorzaakt een kroosdek een sterke daling van het zuurstofgehalte van het water.

3. Amfibieën en reptielen

Amfibieën

Amfibieën zijn gewervelde koudbloedige dieren. Zij danken hun naam aan het feit dat ze hun leven deels op het land en deels in het water doorbrengen. In ons land komen 14 soorten voor, waaronder vijf soorten salamanders. Alle Nederlandse amfibieën zijn wettelijk beschermd krachtens artikel 22 van de Natuurbeschermingswet.

De meeste amfibieën zetten hun eieren (dril) direct in het water af op in het water groeiende planten. Dit gebeurt bij kikkers in de vorm van eiklompen, bij padden in de vorm van eisnoeren en bij salamanders als losse eieren. Sommige plantesoorten genieten daarbij de voorkeur. Zo prefereert de kamsalamander mannagras voor de eiafzet [55]. Voor nagenoeg alle soorten geldt dat bij afwezigheid van vegetatie geen eieren worden afgezet [56]. Watervervuiling kan de eiafzet verstoren [57]. De eieren en larven van amfibieën worden vaak niet alleen geroofd door libellelarven, roofkevers, waterwantsen en vissen, maar ook door volwassen exemplaren van de eigen soort of van andere amfibiesoorten [55]. Voor de meeste soorten is het dan ook voor de ontwikkeling van de eieren en de larven van groot belang dat schuilplaat-

sen voorhanden zijn, met name in de vorm van een volgroeide water- en oevervegetatie. Verder is de watertemperatuur van belang voor de ontwikkeling van de eieren en de groei van de larven. Ondiepe wateren voldoen het best omdat ze relatief snel opwarmen.

Amfibieën gebruiken in de loop van het jaar verschillende terreindelen (deelbiotopen) die meestal ruimtelijk van elkaar gescheiden zijn. De aard van de deelbiotopen verschilt nogal per soort. De deelbiotopen kunnen verschillend zijn voor de beide seksen, jonge onvolwassen dieren en larven. Het is daarom van het grootste belang voor amfibieën dat veilige migratiemogelijkheden tussen de verschillende deelbiotopen bestaan.
Het voedsel van amfibieën bestaat voornamelijk uit insekten en hun larven.

De belangrijkste bedreiging van amfibieën in Nederland zijn biotoopvernietiging, verandering van het landschap en de vegetatie, alsmede watervervuiling.

Reptielen

In Nederland komen zeven soorten reptielen voor: vier hagedissen en drie slangen. Alle soorten zijn wettelijk beschermd krachtens de Natuurbeschermingswet, artikel 22.

Reptielen die langs het water aangetroffen kunnen worden, zijn vooral de ringslang, de adder en de levendbarende hagedis, deze laatste twee met name in kleine droogvallende wateren [57]. De ringslang is echt waterminnend en kan vaak in de buurt van water worden aangetroffen. Voor deze soort is dekkingbiedende vegetatie belangrijk [55]. Daarnaast dienen er ook plekken te zijn waar het dier zich kan opwarmen (zonnen). Voor de aanleg van het nest zijn strooiselrijke plekken gewenst.

4. Vissen

Vissen spelen een belangrijke rol binnen de levensgemeenschap in het water. Ze komen in allerlei watertypen voor, zowel in stilstaand als in stromend water. Alleen in zeer voedselarme en zure wateren ontbreken ze. De huidige Nederlandse visfauna telt circa 60 soorten. Met name de soorten van het stromende water worden bedreigd. Van deze soorten komen de beekforel, de

beekprik en de elrits nog maar op enkele plekken voor. Van de zeevissen die voor het kuitschieten het zoete water opzoeken komen de steur, zalm, elft en houting niet meer in Nederland voor.

Ter illustratie van het belang van een goed ontwikkelde oevervegetatie met zowel oever- als waterplanten, wordt hier de snoek besproken.

Het verdwijnen van waterplanten onder meer veroorzaakt door belasting met voedingsstoffen (zoals fosfaten en stikstofverbindingen), normalisatie en intensivering van het onderhoud, heeft geleid tot een afname van het aantal roofvissen. Vooral de snoekstand is achteruitgegaan [58]. Snoeken hebben waterplanten nodig om te kunnen paaien en als schuilplaats om te kunnen opgroeien. Een lage roofvissenstand heeft tot gevolg dat het aantal witvissen toeneemt, met name brasem. Men spreekt dan ook wel over 'verbraseming' van de Nederlandse wateren.

Het paaien van de snoek vindt vroeg in het voorjaar plaats (eind maart en begin april), in de nog aanwezige plantenresten van het vorige jaar. De eitjes zijn kleverig en blijven plakken aan de planten. Het broed dat daaruit tevoorschijn komt hecht zich met een kleeforgaan aan de planten vast (peilverlagingen kunnen grote sterfte onder het snoekbroed veroorzaken). Snoeken eten alle soorten vissen die maximaal 1/3 van de eigen lichaamslengte meten, inclusief de eigen soort (kannibalisme). In de eerste weken eten de jonge snoekjes dierlijk plankton en kunnen in grote dichtheden bij elkaar leven. Als de snoekjes zes weken oud zijn, ze zijn dan ca. 4 cm lang, jagen ze op kleine vis inclusief soortgenoten. Ze hebben nu meer ruimte nodig en trekken weg naar de diepere delen met planten. In de dekking van waterplanten vinden de visjes bescherming tegen grotere roofvissen. De planten bieden tevens camouflage voor de jacht. In de diepere delen van de begroeide oever huizen de ongeveer één jaar oude, 17-35 cm metende, snoeken. In het tweede jaar groeit de snoek door tot 30 à 40 cm: nog steeds is de vis sterk gebonden aan de watervegetatie. De groei in het derde en vierde jaar is afhankelijk van de ruimte in het open water. Wanneer er weinig grote snoeken zijn, groeien ze snel door tot afmetingen van 50 à 60 cm. Wanneer er veel grote snoeken zijn, blijven de snoeken van 45-60 cm in de begroeide zone van de oever hangen.

De gevolgen van het verdwijnen van een oevervegetatie worden nu duidelijk.

Er zullen minder beschutte plaatsen en aanhechtingsplaatsen zijn, waardoor het aantal larfjes dat tot ontwikkeling komt geringer is. Het kleine aantal larfjes en het kannibalisme veroorzaken een verandering in de leeftijdsverdeling in de richting van enkele grote snoeken en weinig kleine. Ook het verdwijnen van de ondergedoken waterplanten heeft direct gevolgen voor de snoekstand; de waterplanten vormen immers een goede schuilgelegenheid van de eerste- en tweedejaars snoeken. Bij afwezigheid van waterplanten staan deze snoeken direct bloot aan predatie door de oudere, in het open water levende snoeken. Schematisch weergegeven betekent dit dat bij afwezigheid van oeverbegroeiing en waterplanten enkele zeer grote snoeken voorkomen (fig. 47) en dat het evenwicht meer verschuift naar grotere aantallen kleinere snoeken naarmate er meer waterplanten aanwezig zijn. Dit heeft grote gevolgen voor de gehele vispopulatie, omdat veel kleinere snoeken meer witvis eten dan enkele grotere snoeken.

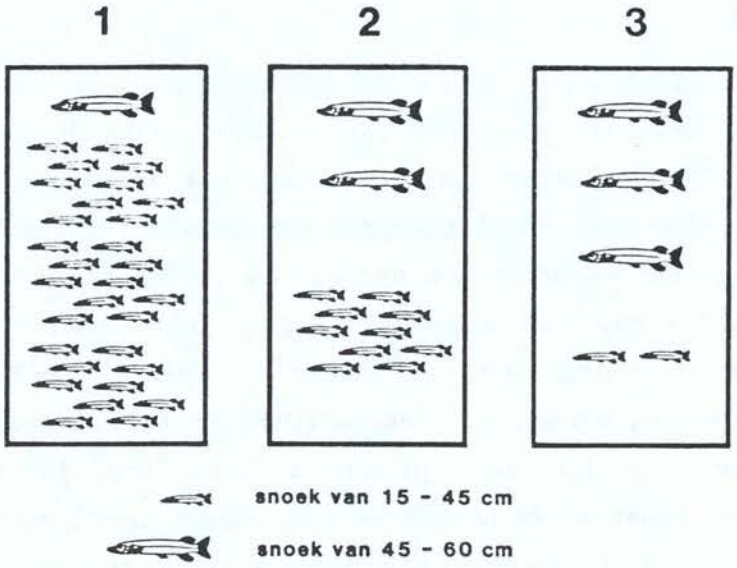


Fig. 47. De opbouw van een snoekenpopulatie in situaties met afnemende vegetatie, resp. 1, 2 en 3 [59].

Een gevarieerd bestand aan water- en oeverplanten is voor veel vissoorten van met name de stilstaande en zwakstromende wateren van belang. De planten bieden de vissen schuilgelegenheid, paaiplaatsen, voedsel en zuurstof en voor het visbroed een veilige schuilplaats waar het zich goed kan ontwikkelen. Voor vissen zijn naast het aanwezig zijn van planten een aantal (omgevings) factoren van belang:

- waterkwaliteit;
- zuurstofgehalte;
- temperatuur;
- waterdiepte;
- instralingsdiepte van het zonlicht in het water (doorzicht of zichtdiepte);
- gehalte aan (planten)voedingsstoffen, zoals kalk, fosfaten en nitraten;
- zuurgraad van het water (pH).

Barrières, zoals kleine duikers en stuwen, maken de trek en verspreiding van vissoorten onmogelijk. Vissen moeten zich kunnen verplaatsen in verband met onder meer de paaitrek, voedsel zoeken, beschutting zoeken, wisselend zomer- en winterverblijf, het afhankelijk van het levensstadium wisselend levensmilieu enz.

Tabel 11. Gebruik van het water en de oever door een aantal zoetwatervissoorten (gegevens uit [59]).

Soort	Paaiplaats/larven	Volwassenen
Baars	Ondergelopen gebieden (tolerant voor paaiplaats).	Trekt in de ochtend naar en in de avond van het open water. Verblijft 's nachts in de oeverzone. Zoekt zijn voedsel in het open water: plankton, jonge vis, insektenlarven, slakjes. Meren en langzaam stromende rivieren. Snelstromende wateren worden gemeden. 's Winters in de diepere watergedeelten, 's zomers in de ondiepe. Algemeen.
Brasem	Bij voorkeur boven plantmateriaal anders boven willekeurige obstakels.	Zoekt zijn voedsel voornamelijk in de bodem van de wat diepere watergedeelten: plankton, muggelarven, mosseltjes, slakjes en tubifex. Komt ook in wateren met een zeer laag doorzicht voor. Zeer algemeen zowel in (zwak)stromend als stilstaand, zoet en brak water.
Blankvoorn	Ondiepe gedeelten van een water, dicht onder de oever. Zet eieren af op planten of andere obstakels.	Komt voornamelijk in de oeverzone voor, in voedselrijke wateren met een hoge visstand ook in de diepere delen. Voedsel: dierlijk + plantaardig plankton, bodemorganismen, zoetwater mosselen en planten. Zeer algemeen in zoet water, IJsselmeer, de grote rivieren en in vrijwel alle grotere en kleinere meren, rivieren, kanalen en sloten.
Karper	Oever/waterplanten.	Zachte slibrijke bodem met veel waterplanten. Komt op de warmste plaatsen voor, in de herfst en de winter in de diepere delen, in het voorjaar en zomer in de ondiepere delen. Woelt de bodem om bij het zoeken naar voedsel. Komt ook in water met een zeer laag doorzicht voor. Zeer algemeen, voorkomen vooral bepaald door uitzettingen. Voorkeur voor ondiepe stilstaande of langzaam stromende wateren met slibrijke bodem. Dieper water i.v.m. overwintering noodzakelijk.
Pos	Boven obstakels, geëxponeerde oevers i.v.m. zuurstofbehoefte.	Water 50 cm of dieper. Modderige bodem is zeer geschikt, waterplanten zijn niet noodzakelijk. Algemeen in de wat grotere meren, vooral in het IJsselmeer, Haringvliet en Lauwersmeer.

Rivier-grondel	Stenen en waterplanten. Zwakstromend, koel, zuurstofrijk, schoon water.	Stromend, stilstaand en brak water. Zoekt op de bodem naar voedsel: insektenlarven, kleine kreeftachtigen, wormpjes en draadalgen. Algemeen. In meren en brede vaarten meestal langs de oevers.
Snoek	Oever/waterplanten.	Bij voorkeur in helder ondiep tot matig diep water met rijke plantengroei. Roofvis: vnl. jonge vis.
Snoek-baars	Kuil in 1-6 m diep water.	Troebel water, ook in helder diep water, mijdt daglicht.
Spie-ring	Boven obstakels of zandbanken.	Troebel water en grote diepte. Talrijk in het IJsselmeer en in de Friese boezemwateren en in de overige kustprovincies en Waddenzee.
Vlag-zalm	Ondiep water met een bodem van fijn zand of fijn grind.	Beken en rivieren. Koel helder water met een hoog zuurstofgehalte. Houdt zich bij voorkeur op in binnenbochten en in stroomkommen. Zoekt zijn voedsel over het algemeen in de waterlagen dicht bij de bodem.
Zeelt	Uitsluitend op oever/waterplanten.	Wateren met veel waterplanten en zachte bodems. Vrij algemeen.
Barbeel	Zand/grindbanken in ondiep water.	Middenloop van rivieren vnl. in het midden van het water. Limburgse Maas.
Rivier-donder-pad	Broedhol onder steen.	Niet in water dieper dan 9 m. Overwegend langzaam tot snel stromend water met lage temperaturen. In Nederland ook in ongekanaliseerde beken, rivieren en sommige vrijwel stilstaande meren.
Fint	Zand- en grindbanken op de grens van zoet/brak.	Vnl. in de kustwateren, trekt voor paai de rivier op. Komt in Nederland niet of nauwelijks meer voor.
Paling	Wiervelden in de Sargassozee.	Glasaal trekt in het vroege voorjaar de zoete wateren op. Waterplanten en zachte bodems met obstakels hebben de voorkeur. Algemeen.
Zeefo-rel	Ondiepe grindbanken.	Kust en IJsselmeer. Voorkeur voor vrij snelstromende rivieren die direct in zee uitmonden.
Zalm	Grindbeddingen van beken en zijrivieren van de Rijn.	Jongen verblijven 1 à 2 jaar op de beek, dan trek naar zee. Vindt geboortegrond, om te paaien terug op de geur. Paaiplaatsen verloren of onbereikbaar door kunstwerken.

5. Vogels

Veel vogelsoorten maken gebruik van de oever: om er te broeden op de grond, in de iets hogere gedeelten of in de vegetatie (riet- of andere ruigtesoorten dan wel struikjes), te foerageren of te rusten (al dan niet in de ruiperiode). De ruiperiode is zeer belangrijk daar de vogels dan zeer kwetsbaar zijn. Sommige soorten zitten er het hele jaar, andere slechts een deel van het jaar (op doortrek naar hun broedgebied).

Hierna wordt een overzicht gegeven van de voornaamste Nederlandse soorten, waarvoor oevers een belangrijke rol spelen in één of meer seizoenen van het jaar. Tevens is vermeld welke eisen de soort aan de oever (en eventueel de

omgeving) stelt (gegevens uit [60 en 61].
Het overzicht geeft een indruk van welke soorten in een bepaald oevertype verwacht kunnen worden (als er geen andere ongunstige omstandigheden zijn) en in welk seizoen.

Dodaars	Jaarvogel. Vrij schaarse broedvogel. Doortrekker en wintergast in vrij klein aantal. Als broedbiotoop heeft de dodaars de voorkeur voor niet al te grote wateroppervlakten (<1 ha) en ondiep water (< 1 m). De bodems en de oeverranden bij voorkeur modderig en rijk aan water- en oeverplanten. Op grote meren en waterbekkens is de soort vooral te vinden in ondiepe inhammen. Buiten het broedseizoen komt de dodaars op meer open water voor, maar vermijdt ruw water. Als overwinteringsbiotoop in Nederland heeft de dodaars een voorkeur voor brakke tot zoute gebieden zonder getij in Zuidwest Nederland. Ook in de meeste brakke binnenwateren, bredere watergangen en kanalen zijn vaak grote aantallen dodaarzen aanwezig. Meestal wordt in de ondiepere delen, bijv de oeverzone van kanalen, gefoerageerd.
Fuut	Jaarvogel. Talrijke broedvogel. Doortrekker en wintergast in vrij klein tot vrij groot aantal. Tijdens het broedseizoen maken futen hoofdzakelijk gebruik van koele tot koude stagnante zoete of zoute wateren, waar in de niet te dichte oevervegetatie, meestal bestaande uit riet, biezen of lisdodde, een nest wordt gebouwd. De waterdiepte is bij voorkeur 0.5-5 m. Omdat de nesten (half)drijvend in de oevervegetatie gebouwd zijn, mag de waterstand niet aan te sterke fluctuaties onderhevig zijn. De oevervegetatie beschermt zowel de legsels als de kuikens tegen hoge golven en predatoren en biedt de kuikens tegelijkertijd voedsel (insekten, kleine visjes). Futen broeden meestal solitair maar ook wel in kolonies. Buiten het broedseizoen rusten en poetsen de vogels in ondiep water en foerageren op meer open en diepere delen.
Wilde eend	Jaarvogel. Zeer talrijke broedvogel. Doortrekker in groot aantal en wintergast in zeer groot aantal. Wilde eenden broeden graag in een vochtige omgeving, liefst in de directe omgeving van open water. Wilde eenden broeden voornamelijk in ruigten tot op grote afstand van het water. Nesten van wilde eenden worden ook wel gevonden in knotwilgen, -essen, -elzen en -eiken. Direct na de broedtijd trekken de eenden zich terug in de dekking van met moeras en verlandingsvegetaties begroeide plassen, sloten, weteringen, waar zij gedurende de gehele ruiperiode verblijven.
Wintertaling	Jaarvogel. Schaarse, plaatselijk voorkomende broedvogel. Doortrekker in groot aantal en in zachte winters wintergast in vrij groot aantal. Wintertalingen broeden in kleine waterplassen en meren met een goed ontwikkelde oevervegetatie die bescherming kan bieden. De nesten liggen goed verborgen en droog tussen een ruige begroeiing, vaak ook in bossen en bosaanplantingen. Er bestaat een voorkeur om in hoge en vaak houtige vegetatie te broeden, waardoor nesten ver van het water kunnen liggen. Tijdens de rui hebben ondiepe wateren, die rijk aan voedsel zijn met dichte vegetatie om te schuilen de voorkeur. Het voedsel is gevarieerd en bestaat zowel uit plantaardig als dierlijk materiaal: plantezaden, insektenlarven, slakjes enz.
Krakeend	Zeer schaarse broedvogel. Doortrekker in vrij klein aantal. Broedgevallen vinden als regel plaats in gebieden met ondiep water en rijke verlandings- en oevervegetaties.
Slobeend	Talrijke broedvogel waarvan het aantal broedparen van jaar tot jaar grote schommelingen kan vertonen. Doortrekker in wisselend aantal in voor- en najaar. Slobeenden broeden het liefst bij rustige meren, plassen en kreken met een rijke oeverbegroeiing, bij geïnundeerd land en slecht ontwaterde weiden met brede poldersloten. Het nest bevindt zich meestal op een droog plekje met meer dekking (bijv. onder struiken). De slobeend foerageert bij voorkeur in ondiep, voedselrijk, stilstaand water met modderige bodem. Het voedsel bestaat vooral uit: plankton, kleine mollusken, insekten, larven, zaden en plantendebris.
Tafeleend	Jaarvogel. Vrij schaarse broedvogel. Doortrekker en wintergast in zeer groot aantal. Tafeleenden broeden vooral aan open water met een weelderige oever- of verlandingsvegetatie. Dikwijls ligt het nest op zeer drassige plaatsen, waar het met planteresten is

opgehoogd. Naast dichte vegetatie is open water een belangrijke voorwaarde. Tafeleenden worden vaak aangetroffen in meren, poelen, kanalen, vaarten, vennen en visvijvers, bij voorkeur met een waterdiepte van 1 à 1,5 m. Het voedsel is zowel plantaardig als dierlijk en wordt voor een groot gedeelte duikend bemachtigd.

Kuifeend — Jaarvogel. Vrij schaarse broedvogel. Doortrekker en wintergast in groot tot zeer groot aantal.
De kuifeend broedt bij voorkeur in dichte vegetatie. Nesten worden niet alleen op vochtige plaatsen, maar ook op droge plaatsen aangetroffen, meestal niet meer dan 10 m van open water. De soort vermijdt hierbij zoveel mogelijk grote oppervlakten open water en heeft een voorkeur voor eutrofe wateren met diepten van gemiddeld 3-5 m. De kuifeend is een alleseter en bemachtigt het meeste voedsel duikend.

Waterral — Jaarvogel. Vrij schaarse broedvogel, in sommige jaren vrij talrijk. Doortrekker in onbekend en wintergast in klein tot vrij klein aantal.
Verreweg de meeste paren bewonen de dichte oevervegetaties en verlandingsgordels.

Waterhoen — Jaarvogel. Zeer talrijke broedvogel. Wintergast in groot aantal.
Verreweg de meeste komen voor langs kleinere begroeide wateren. Ook aan open wateren met veel moerasvegetatie. Veel minder nestelen ze langs vaarten waar in het algemeen slechts smalle stroken met moerasvegetaties voorkomen.

Meerkoet — Jaarvogel. Zeer talrijke broedvogel. Wintergast in zeer groot tot uiterst groot aantal. In het algemeen niet erg kieskeurig ten aanzien van het broedgebied. In wateren met voldoende dekking biedende water- en oeverplanten komen zeer veel broedparen voor. Echter deze soort komt ook voor wanneer weinig of geen vegetatie aanwezig is. Komt in het algemeen voor in grotere wateren dan waterhoentjes. Nest bevindt zich in het algemeen op de grens riet-water, ook wel midden in sloten van ca. 3m breed.

Groenpootruiter — Doortrekker in vrij klein aantal. Evenals vele andere steltlopers heeft de groenpootruiter voorkeur voor slikranden langs het water.

Witgatje — Doortrekker in vrij klein aantal, zomer en wintergast in zeer klein aantal.
Voorkeur voor slikranden langs het water.

Bosruiter — Doortrekker in klein aantal in voor- en najaar.
Voorkeur voor slikranden langs het water.

Oeverloper — Zeldzame broedvogel, doortrekker in klein aantal.
Voorkeur voor water met slikranden.

Watersnip — Jaarvogel. Vrij talrijke broedvogel. Doortrekker in vrij groot aantal.
Watersnippen nestelen vooral in natte graslanden en open moerasterreinen. Ook broeden zij wel in gemaaid rietland en pas gekapte grienden.

IJsvogel — Jaarvogel. Zeer schaarse tot schaarse broedvogel. Stand- en zwerfvogel, mogelijk ook doortrekker. Wintergast in uiterst klein aantal.
Heldere, visrijke wateren met steile oevers en overhangend geboomte vormen een geschikt broedgebied. Het water kan een beek of een riviertje zijn, maar ook een oude rivierarm, een kleiput of een kasteel- of fortgracht. De nestholte ligt soms tot enkele honderden meters van het viswater verwijderd. Ook wordt de nestholte wel uitgegraven in de wortelkluit van een omgewaaide boom. Buiten de broedtijd stellen ijsvogels minder specifieke eisen aan hun omgeving. Zij worden dan aan allerhande wateren gezien, het meest echter aan helder, visrijk water met veel overhangende takken en in of langs het water staande palen die als zit- en uitkijkplaatsen dienst doen.

Oeverzwaluw — Zomervogel. Talrijke broedvogel. Doortrekker in onbekend aantal.
Oeverzwaluwkolonies bevinden zich in steile, zandige oevers van rivieren of ontgrondingen. In de wanden worden gangen van 50 cm tot 150 cm diep gegraven. Tijdens de trek wordt er sociaal geslapen in rietvelden, vaak te zamen met boerenzwaluwen.

Baardmannetje — Schaarse tot zeer schaarse broedvogel. Doortrekker in wisselend aantal. Regelmatige wintergast.
Het baardmannetje is sterk gebonden aan rietvelden van enige omvang met voldoende oud riet en een rijke ondergroei van moerasplanten. De soort bereikt bij ons praktisch de noordwestgrens van het verspreidingsgebied en is erg gevoelig voor winterse omstandigheden. Door strenge winters kan de Nederlandse populatie sterk in omvang afnemen.

Sprinkhaanrietzanger — Zomervogel. Vrij schaarse broedvogel. Over doortrek is niets bekend.
De soort heeft een tamelijk gevarieerde habitatkeuze. In zowel droge als vochtige met

name ruige gebieden is deze vogel aan te treffen.

Snor	Zomervogel. Schaarse broedvogel. Doortrekker in onbekend aantal. Het voorkomen is beperkt tot moerasgebieden: dichte moerasvegetaties, van velerlei aard (rietkragen, biezen- en zeggenveld, overgang riet naar pitrus-lisdoddevegetatie); de mogelijkheid voor dekking lijkt belangrijker dan de waterstand.
Grote Karekiet	Zomervogel. Schaarse broedvogel. Doortrekker in onbekend aantal. De optimale habitat wordt gevormd door grote rietvelden met stevig, goed uitgegroeid riet, dat in water staat. Kleine rietpercelen worden alleen bewoond wanneer ze door andere moerasvegetatie worden omgeven. Het riet dient dan als zang-en nestelplaats, de overige vegetatie wordt als voedselgebied gebruikt.
Kleine Karekiet	Zomervogel. Talrijke broedvogel. Regelmatige doortrekker in onbekend aantal. Deze karekiet komt vrijwel alleen in rietvegetaties voor, ook wanneer deze een zeer kleine oppervlakte hebben. Een enkele maal worden lisdodde- en mattenbiesvegetaties bewoond.
Bosrietzanger	Zomervogel. Zeer talrijke broedvogel. Trekt in voor- en najaar regelmatig door in onbekend aantal. De soort wordt aangetroffen in moerasvegetaties, vooral wanneer er opslag is van struiken, in natte en vochtige ruigten.
Rietzanger	Zomervogel. Vrij talrijke broedvogel. Doortrekker in onbekend aantal. De belangrijkste habitat wordt gevormd door moeras- en oevervegetaties. Binnen deze habitats worden zowel natte (biezen en lisdodde, afgewisseld met riet) als drogere vegetaties (riet met ruigte, open griend) door deze soort bewoond. Hoge uitstekende punten in niet-gemaaide rietpollen en -stroken en in struiken fungeren als zangposten. Behalve in grotere moerasgebieden vestigen rietzangers zich ook in smalle stroken met moeras- en oevervegetaties langs sloten en andere wateren.
Oeverpieper	Wintergast in zeer klein aantal. oorkeur voor rommelige slootranden, randen van strangen, wielen en tichelgaten in de uiterwaarden.
Waterpieper	Wintergast in zeer klein aantal. Aanspoelselranden langs de rivier en de spatzones, modderige randen en vloedmerken van beken en sloten, tichelgaten en wielen worden graag bezocht. Vooral plaatsen waar rietresten en ander plantaardig materiaal bij elkaar zijn gewaaid of gespoeld vormen trekpleisters. Hier worden vaak grote groepen aangetroffen.
Grote Gele kwikstaart	Onregelmatige broedvogel. Zomervogel en wintergast in uiterst klein aantal, doortrekker in zeer klein aantal. De soort houdt zich vaak op aan slikkige oevers van beken, sloten, kanalen, strangen, zandputten en vennen, een enkele keer op ruigteterreinen en soms midden in de stad, langs grachten of vijvers.
Rietgors	Jaarvogel. Talrijke broedvogel. Regelmatige doortrekker en wintergast in onbekend aantal. De broedhabitat bestaat in de regel uit gebieden met een hoge grondwaterstand. In vrijwel alle typen begroeiingen (bos uitgezonderd) wordt de rietgors aangetroffen. Moerasvegetaties met liesgras, riet, zeggen en biezen vormen wel de belangrijkste habitat. Daarnaast komt deze gors voor in graslanden, grienden, natte ruigten, ruderale terreinen, vochtige bosjes en bij vennen. Binnen de habitat lijkt een voorkeur te bestaan voor randen, zoals de overgang griend/moeras en hoge/lage moerasvegetatie. Derhalve is de soort, behalve in grote moerasgebieden, veelvuldig aan te treffen langs oevers.

6. Zoogdieren

De samenstelling van de Nederlandse zoogdierenfauna heeft nogal wat veranderingen ondergaan door menselijk toedoen. Een aantal soorten is uitgestorven of wordt ernstig bedreigd zoals de bever en de otter, en uitheemse dieren hebben zich kunnen vestigen: zoals de uit pelsdierfokkerijen ontsnapte mus-

kusrat, Amerikaanse nerts (mink) en beverrat. De belangrijkste oorzaken van de achteruitgang en het uitsterven van soorten zijn vervuiling, verstoring en het verloren gaan van geschikt leefgebied.

Voor slechts een klein aantal zoogdiersoorten kunnen de diverse watertypen en hun oevers een optimaal habitat vormen. Otter, waterspitsmuis, water- en meervleermuis, woelrat, bever en bruine rat zijn de inheemse zoogdieren die gebruik maken van de (natte) oeverzone. Maar veel meer soorten zijn door de achteruitgang van hun oorspronkelijk habitat tegenwoordig aangewezen op de oeverzone. Dit geldt met name voor voedsel, schuilgelegenheid en dispersiemogelijkheden. Vaak vormen de oevers de enige nog overgebleven landschapselementen waar deze dieren dekking kunnen vinden en waarlangs zij zich (veilig) kunnen verplaatsen.

De vegetatie is van groot belang voor de zoogdieren: enerzijds biedt het voedsel (plantaardig en dierlijk) anderzijds dekking tegen predatoren. De dekking kan worden geboden door rietkragen, kruidenvegetaties, struikgewas of door bomen.
Van de soorten die specifiek aan de oever gebonden zijn worden alleen de otter en de muskusrat in het kort besproken. De andere soorten worden in tabel 12 besproken.

Otter

Ondanks dat de otter (Lutra lutra) in Nederland bijna is uitgestorven, wordt het dier wel gezien als de ambassadeur van het integraal waterbeheer. De otter is een typische oeverbewoner. Het leefgebied van een otter omvat beken, rivieren, meertjes, grote plassen, moerassen en kuststroken. Hij is schuw en vooral 's nachts actief en kan grote afstanden afleggen (tot 16 km in één nacht [62]). Een goed otterbiotoop zal ten minste aan een aantal basisvoorwaarden moeten voldoen, vooral met betrekking tot rust, dekking en voedsel. Door de wijze van jagen, waarbij de otter veelvuldig in en uit het water gaat en op vaste plaatsen (met name bij inhammen) naar prooien zoekt, moet de oever zeer toegankelijk zijn. Oevers met afwisseling in vorm en vegetatiestructuur bieden betere vangstmogelijkheden dan rechte éénvormige oevers. De otter blijkt het grootste deel van zijn tijd door te brengen in een smalle oeverzone (fig. 48).

De otter jaagt vooral op vis (paling, blankvoorn en brasem). Zijn menu wordt aangevuld met onder meer woelratten, eieren, amfibieën, zoetwatermosselen, (jonge) muskusratten, (kleine) watervogels. Een geschikt otterbiotoop moet voldoende visrijk water bieden. Dit water moet helder zijn zodat de vissen gevangen kunnen worden, schoon om een goede kwaliteit van het voedsel te kunnen garanderen en voldoende diep om dichtvriezen in de winter zoveel mogelijk te beperken. Het water mag ook weer niet te diep zijn, omdat de ontsnappingskans van de vissen aan een jagende otter dan te groot is. Een brede ruig begroeide oever kan voldoende rust bieden. Een otter heeft gemiddeld iedere 1.000 - 2.000 m een schuilplaats nodig [63]. In Nederland gebruikt de otter als rustplaats meestal een bovengronds nest (leger) in dichte moerasvegetaties of een geïmproviseerd nest in of onder knotwilgen, stapels riet, rijshout, droogliggende duikers enz. [64]. Het is van essentieel belang om contact te hebben met andere (deel)populaties: voorkomen van genetische verarming (inteelt), aanvulling na decimering of uitsterven van (deel)populaties. Hiervoor is een goede ecologische infrastructuur noodzakelijk waardoor de verschillende leefgebieden van otters onderling bereikbaar zijn.

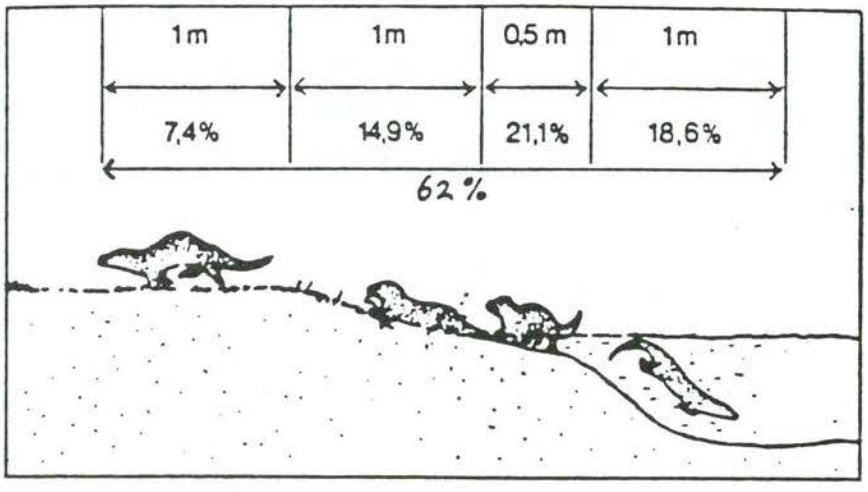


Fig. 48. Aandeel van het verblijf in de (3,5 m brede) oeverzone (1.209 min. = 62%) in verhouding tot de totale activiteitsduur (1.951 min. = 100%) van een otter in het visotteronderzoeksreservaat Oderhaus (BRD) [62].

Tenslotte is de otter een roofdier, dat wil zeggen dat hij boven in de voedselpiramide staat (fig. 45). Otters blijken net als zeehonden grote hoe-

veelheden PCB's in het vetweefsel op te slaan. Vermoed wordt dat PCB's de vruchtbaarheid verminderen en de weerstand doen afnemen.

In Nederland komt de otter nog slechts sporadisch of zelfs niet meer voor. De achteruitgang is voornamelijk veroorzaakt door verstoring door waterrecreatie, watervervuiling en het achteruit of verloren gaan van geschikt leefgebied.

Muskusrat

De muskusrat (Ondatra zibethicus) is een knaagdier uit de woelmuizenfamilie. Hij leeft in en langs het water en is daarom een dier waarmee men bij het beheren van oevers dikwijls te maken krijgt.
De muskusrat is overwegend herbivoor en eet zowel wilde planten (vooral de stengels en wortels van grassen, riet en lisdodde) als cultuurgewassen, met name bieten (blad en knollen), granen en maïs (stengels).
Sommige individuen eten ook zoetwatermossels [65].
Muskusratten bewonen meestal "bouwen", stelsels van gangen en kamers die zij graven in oevers. Ook kunnen zij worden aangetroffen in "hutten", kegelvormige constructies van plantenmateriaal die zij maken in ondiep water. De in- en uitgangen van bouwen en hutten liggen gewoonlijk onder de waterspiegel.
Muskusratten komen zowel voor in zoet als brak en stromend als stilstaand water. Zij hebben echter een voorkeur voor water met een geringe stroomsnelheid en weinig golven [66 en 65].

Door het gebruik van oever- en waterplanten als voedsel en als bouw- en nestmateriaal, kan de muskusrat grote invloed hebben op de vegetatie. Zo kunnen door het vergraven en eten van wortelstengels, vegetaties van helofieten (bijv. riet, lisdodde) veranderen in vegetaties van nymphaeiden (bijv. gele plomp, witte waterlelie) en zelfs in open water [67]. Afhankelijk van de situatie ter plekke, kan dit als gunstig of ongunstig worden beschouwd. Muskusratten in lage dichtheden hebben soms een gunstig effect doordat zij via het maken van open plekken de variatie in een gebied vergroten [68]. Grote muskusrattendichtheden worden gewoonlijk echter ongunstig geacht, omdat daardoor de vegetatie te zeer kan worden aangetast [69].
In Nederland en de omliggende landen wordt de muskusrat bestreden vanwege zijn graafgedrag, waardoor hij schade kan veroorzaken in de vorm van verzakkingen van oevers en lekkages van waterkeringen enerzijds en obstructie van

waterlopen met uitgegraven grond anderzijds.

Wanneer oevers natuurlijker zijn, zullen zij vaak aantrekkelijker zijn voor muskusratten. Rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid dat zich in milieuvriendelijke oevers eerder of meer muskusratten zullen vestigen dan in civieltechnische oevers. In dit verband is het nuttig te wijzen op de grote voortplantingscapaciteit van de muskusrat: een volwassen vrouwtje kan gemiddeld per jaar 18 jongen voortbrengen.
Muskusratten kunnen in betrekkelijke korte tijd grote dichtheden bereiken. Natuurlijke vijanden, zoals in Nederland de buizerd, de bunzing en de snoek, kunnen hooguit incidenteel invloed hebben op het aantal muskusratten.

Bij de aanleg en het beheer van milieuvriendelijke oevers is het daarom verstandig rekening te houden met de muskusrat. In de meeste gevallen zullen milieuvriendelijke oevers extra inspanning vergen van muskusrattenbestrijders. Het is immers moeilijker en arbeidsintensiever om muskusratten te localiseren en te vangen langs oevers met een rijke vegetatie, dan langs oevers met slechts geringe of geen begroeiing. Wanneer muskusratten in milieuvriendelijke oevers niet zouden worden bestreden, zullen in omliggende gebieden nog wel de geëmigreerde dieren moeten worden gevangen. Hoeveel extra bestrijdingsinzet nodig zal zijn, hangt af van het type oever en van de muskusrattendichtheid in de omgeving. Het verdient aanbeveling om dit in verschillende situaties in een vroeg stadium na te gaan (vergelijk het proefvak in de Lage Vaart, Zuid Flevoland (fig. 49)).

In sommige gevallen kunnen oevers misschien ook ongeschikt gemaakt worden voor muskusratten-bouwen. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van Amerikaans onderzoek, waaruit bleek dat oevers geen bouwen bevatten wanneer:
- de helling van het talud minder dan 10° is [66 en 71];
- de oever veel zand bevat ([66]: meer dan 90% zand en grovere deeltjes; [71]: ten minste 70% zand);
- de hoogte van de oever minder dan 0,2 m boven de waterspiegel is [66].

Wanneer oevers ongeschikt zijn voor bouwen zullen muskusratten zich er niet vestigen of hutten gaan maken. Wanneer muskusratten hutten bewonen, kunnen zij gemakkelijk worden gelokaliseerd.

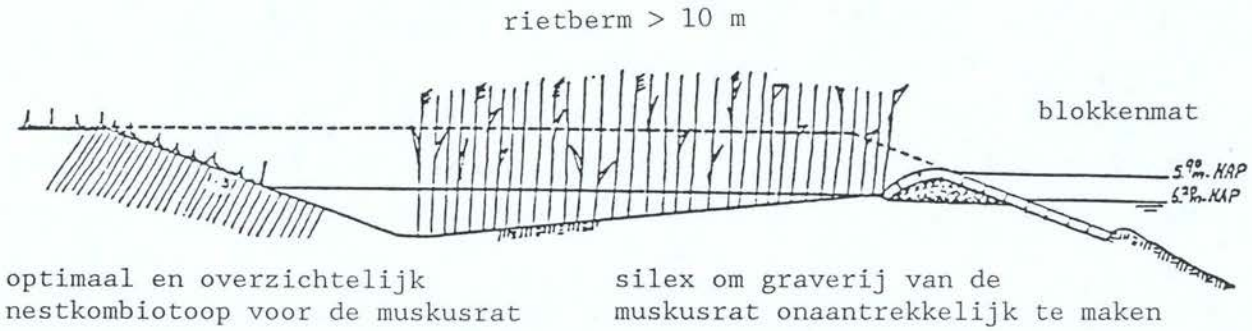


Fig. 49. Proefvak muskusratveilige constructie, Lage vaart, Zuid Flevoland [70].

Overige soorten

Soorten die frequent in de oeverzone en vooral rietoevers zijn aan te treffen maar er niet specifiek aan zijn gebonden, zijn aardmuis, rosse woelmuis, bosspitsmuis en bosmuis. In mindere mate geldt dit ook voor dwergspitsmuis, egel, konijn, haas, wezel, hermelijn en bunzing. Al deze soorten vinden in de oevers vooral voedsel en schuilgelegenheid.

De oevers worden onder meer door das en vos gebruikt als corridor. Ook voor deze diersoorten speelt hierbij een rol dat hierlangs voedsel (bijv. muizen en amfibieën) en vaak dekkingbiedende vegetatie aanwezig zijn. Bovendien kunnen de dieren zich oriënteren op deze waterlopen [72]. Anderzijds kunnen waterwegen (vaarten en kanalen) met een steile beschoeiing (damwanden) vrijwel onoverbrugbare barrières vormen voor veel zoogdiersoorten. Zo is het voor reeën onmogelijk om beschoeiingen op te klauteren die meer dan 0,40m boven het wateroppervlak uitsteken [73]. Ook een zich veel verplaatsende soort als de otter wordt in zijn migratiemogelijkheden dan sterk beperkt. Voor kleinere diersoorten treden al problemen op bij lagere damwanden. Te

water geraakte dieren in wateren met damwanden, zullen dan ook veelal verdrinken.

Tabel 12. Habitat en verspreiding van de aan oevers gebonden soorten zoogdieren, gegevens uit [56 en 74].

Naam	Habitat	Verspreiding	Voedsel	Opmerkingen
Otter	Beken, rivieren en wetlands; dekking van ruigtevegetaties, bomen en rietoevers; veilige nestplaats is essentieel.	In de meren van Friesland, Groningen en Drenthe in de plassen van NW-Overijssel en Hollands-Utrechts plassengebied.	Voornamelijk vis m.n. paling, kikkers, af en toe jonge vogels en zoogdieren.	Sterk bedreigd /uitgestorven. 's Nachts actief.
Waterspitsmuis	Schoon, (matig) voedselrijk langzaam of niet stromend water met veel waterplanten en ruig begroeide oevers.	In geheel Nederland; niet op de Waddeneilanden, wel op Texel.	Insekten en andere ongewervelden (wormen en slakken).	Overdag en 's nachts actief.
Meervleermuis	Meren kanalen, vaarten en ander stilstaand open zoet water.	In de zomer plaatselijk vrij algemeen in Friesland en N-Holland, elders zeldzaam; in de winter v.n.l. in Limburg.	In de schemering vliegende insekten.	Beschermd. 's Nachts actief.
Watervleermuis	Water bij voorkeur met bomen omgeven zonder uit het water op stekende vegetatie.	In geheel Nederland uitgezonderd de Waddeneilanden.	In de schemering vliegende insekten.	Beschermd. 's Nachts actief.
Woelrat	Ruig begroeide oevers van beken, rivieren en meren. Niet aan wateren met sterk wisselende waterstanden.	In geheel Nederland uitgezonderd de Waddeneilanden.	Grassen, kruiden, wortels van kruiden en bomen, dode vis, insekten, schelpdieren, vogeleieren.	Overdag actief maar ook 's nachts.
Muskusrat	Oevers van langzaam stromend water met begroeide omgeving.	In geheel Nederland met uitzondering van enkele Waddeneilanden.	Allerhande waterplanten, wortels, landbouwgewassen en zoetwatermosselen.	Uitheems. 's Nachts actief. Sinds 1928 in Ned.
Bever	Licht bos met ondergroei langs rivieren, oude beddingen, meren en moerassen.	Uitgestorven sinds 1827.	Bast, wortelstokken en waterplanten.	Herintroductie in 1988 in de Biesbosch.
Beverrat	Meestal langs stromend water met steile oevers; ook in zout water en in brak of moerassige gebieden.	In het stroomgebied van de Maas, Roer, Swalm.	Grassen, waterplanten, wortelstokken, landbouwgewassen en zoetwatermosselen.	Uitheems. Sinds 1953 in Ned.
Amerikaanse nerts	Water met dekking van bomen en ruigtevegetaties.	Ontsnapt regelmatig uit kwekerijen en komt waarschijnlijk in geheel Nederland voor.	Vis, kleine zoogdieren en vogels en amfibieën.	Uitheems. 's Nachts actief.

7. Voorzieningen voor vissen

Voor een goede, gezonde visstand is het naast de aanwezigheid van min of meer natuurlijke oevers, noodzakelijk dat vissen, ongehinderd door allerlei barrières, kunnen trekken. Dit is nodig in verband met de paaitrek, voedsel zoeken, beschutting zoeken, wisselend zomer-en winterverblijf, het afhankelijk van het levensstadium wisselend deelbiotoop enz. Globaal kunnen er drie categorieën vissen worden onderscheiden wat betreft de trek:

- vissen die van zee naar het binnenwater trekken en vice versa (bijv. zeeforel, steur, zalm, paling);
- vissen die enkel in het binnenwater over grote afstanden trekken (bijv. beekforel, barbeel, sneep, alver);
- vissen die in het binnenwater slechts over kleine afstanden trekken (bijv. karper, zeelt, brasem, baars).

De paling neemt tussen alle vissen een aparte plaats in: enerzijds doordat de paling niet boven het water uit kan springen, anderzijds doordat de paling wel in staat is zich kruipend of klimmend over het land te verplaatsen. Zowel in stromende wateren in de hellende gebieden als in de vele polderwateren komen barrières in de vorm van stuwen en dammen voor, al of niet voorzien van sluizen, waterkrachtturbines, gemalen enz. Dergelijke barrières kunnen de noodzakelijke vistrek zowel stroomop- als -afwaarts onmogelijk maken doordat de te passeren hoogteverschillen loodrecht en te groot zijn, en de stromingen in en rond het kunstwerk te sterk zijn.

Om de trek in de Nederlandse wateren mogelijk te maken mag de stroomsnelheid in het water en rond de bijbehorende kunstwerken c.q. in de vispassages niet hoger zijn dan 1 m/sec (bij lange trajecten zijn rustplekken noodzakelijk) en de te overwinnen hoogteverschillen niet groter dan 0,20 m per sprong. Bij deze te nemen hoogteverschillen is in verband met de 'afzet' een waterdiepte van ca. 0,5-1 m en een 'aanloop' van ca. 2-4 m gewenst. Vispassages die zwemmend zonder springen kunnen worden genomen genieten de voorkeur. Als breedte van een vispassage moet, afhankelijk van de vissoort, worden gedacht aan minimaal 1-2 m; dit mede in relatie tot de waterloop (beek versus rivier).

Er bestaan verschillende mogelijkheden om barrières in waterlopen die de vistrek belemmeren voor vis passeerbaar te maken (fig. 50). Twee principes

zijn te onderscheiden:

- de barrières (te groot en loodrecht hoogteverschil, te hoge stroomsnelheden) te reduceren zodanig dat ze door de vis zelf genomen kunnen worden;
- de vis zelf via een mechaniek te helpen de barrières te nemen.

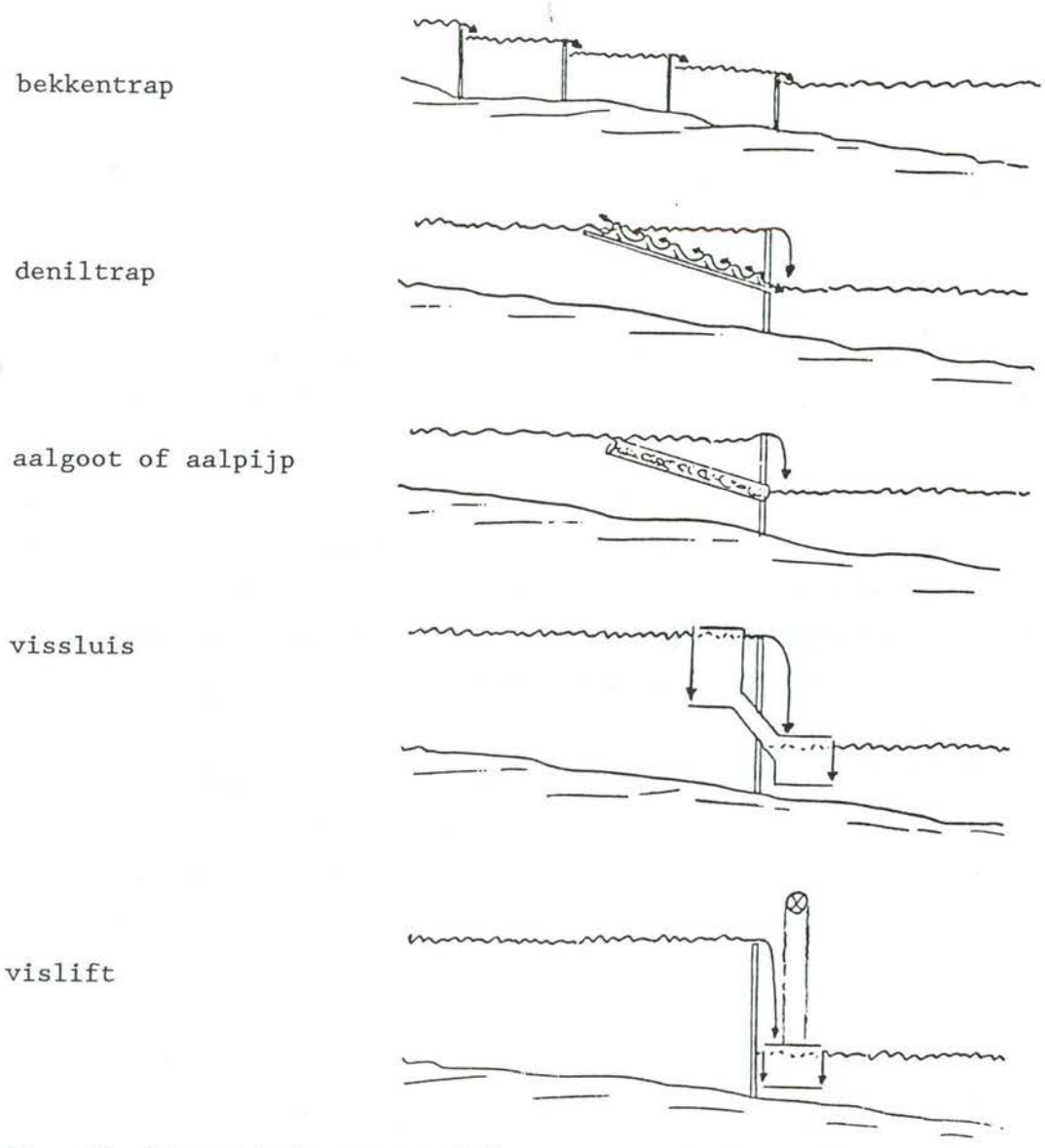


Fig. 50. Schematische voorstelling van verschillende typen vispassages [75].

Tot de typen vispassages van de eerste categorie behoren de bekkentrap, de Deniltrap en de aalgoot of aalpijp. Het functioneren van deze vispassages komt respectievelijk op het volgende neer:

- door verlenging van het traject waarover het water het hoogteverschil moet

overbruggen, worden het verhang en de hiermee samenhangende stroomsnelheden en de spronghoogten verminderd;
- door energie-brekende voorzieningen (schotten) wordt de stroomsnelheid verminderd;
- door ruw, vochtig materiaal wordt de aal kruip- of klimgelegenheid geboden.

Tot de typen vispassages van de tweede categorie behoren de vissluis en de vislift.

8. Voorzieningen voor zoogdieren

Het toepassen van damwanden dient bezien vanuit de doelstellingen van deze voorlopige richtlijnen zoveel mogelijk vermeden te worden. Ten eerste vormen damwanden zeer abrupte overgangen tussen water en land, waar voor planten slechts weinig mogelijkheden zijn om tot ontwikkeling te komen. Dit betekent dat ook de hieraan gebonden dieren ontbreken. Achter de damwanden is natuurlijk in principe de aanleg van een plasberm mogelijk, maar van oevers met een geleidelijk aflopend flauw talud kan geen sprake zijn. Ten tweede zijn damwanden vaak ernstige belemmeringen in de toegankelijkheid van de oever voor de meeste dieren. Zoveel mogelijk dienen dan ook alternatieven voor deze vorm van oeverbescherming toegepast te worden.

Bij oevers waar de aanleg van damwanden onvermijdelijk is kan men daarin onderbrekingen aanbrengen, zgn. fauna-uitstapplaatsen. Deze onderbrekingen kan men dan tegen erosie beschermen met doorgroeibare materialen (open betonblokken, stortsteen e.d.). De oevertoegankelijkheid wordt dan voor veel diersoorten vergroot.

De inpassing van fauna-uitstapplaatsen moet met de nodige zorg gebeuren. Zo is het belangrijk te zorgen voor een glooiend talud en voor een goede herkenning van deze voorzieningen voor het te water geraakte wild. Gedacht kan worden aan het aanplanten van struiken. Een ander belangrijk punt is dat de uitstapplaats altijd voldoende diep in het water moet liggen en bij elke waterstand door de verschillende diersoorten te gebruiken is. Een diepte van ca 0,50 m onder het laagste waterpeil is voldoende (tabel 13). De breedte moet minimaal 8 m zijn. De onderlinge afstand tussen de verschillende fauna-uitstapplaatsen moet zo gering mogelijk zijn (maximaal ca. 100 m).

Ook in het water moet worden aangegeven dat er een uitstapplaats is door middel van een ondiepte met riet of een andere beplanting).

Het gebruik van wildtrappen en ladders, die aan een damwand hangen, is af te raden in verband met de grote kans van beschadiging door de golfslag en aanvaringen en het geringe gebruik dat de dieren van deze voorzieningen maken. Bij het gebruik van open betonblokken moeten de gaten zodanig worden gevuld met zand/grind dat het materiaal niet onder invloed van golfslag verdwijnt en dieren hun poten niet in de gaten kunnen breken. Verder moet voor reewild bij aanleg rekening worden gehouden met de bestaande wissels.

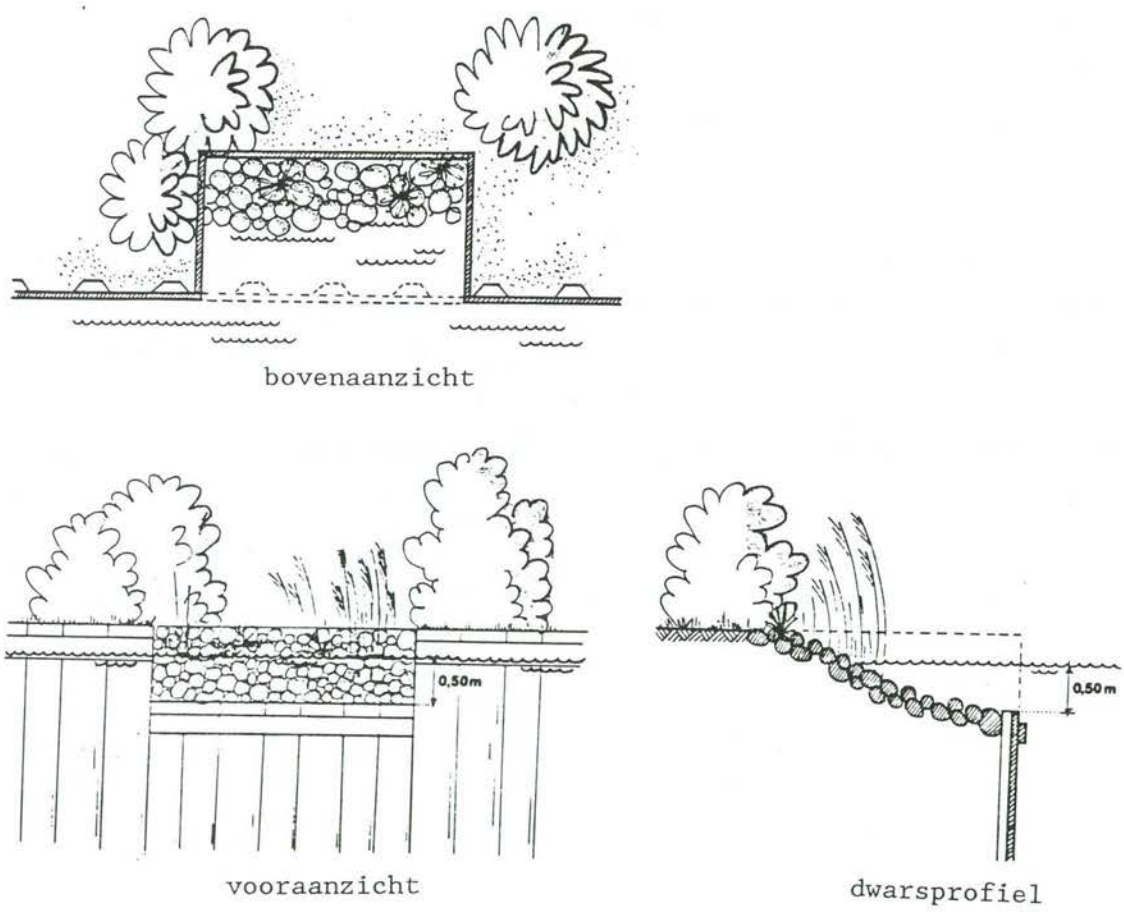


Fig. 51. Een fauna-uitstapplaats.