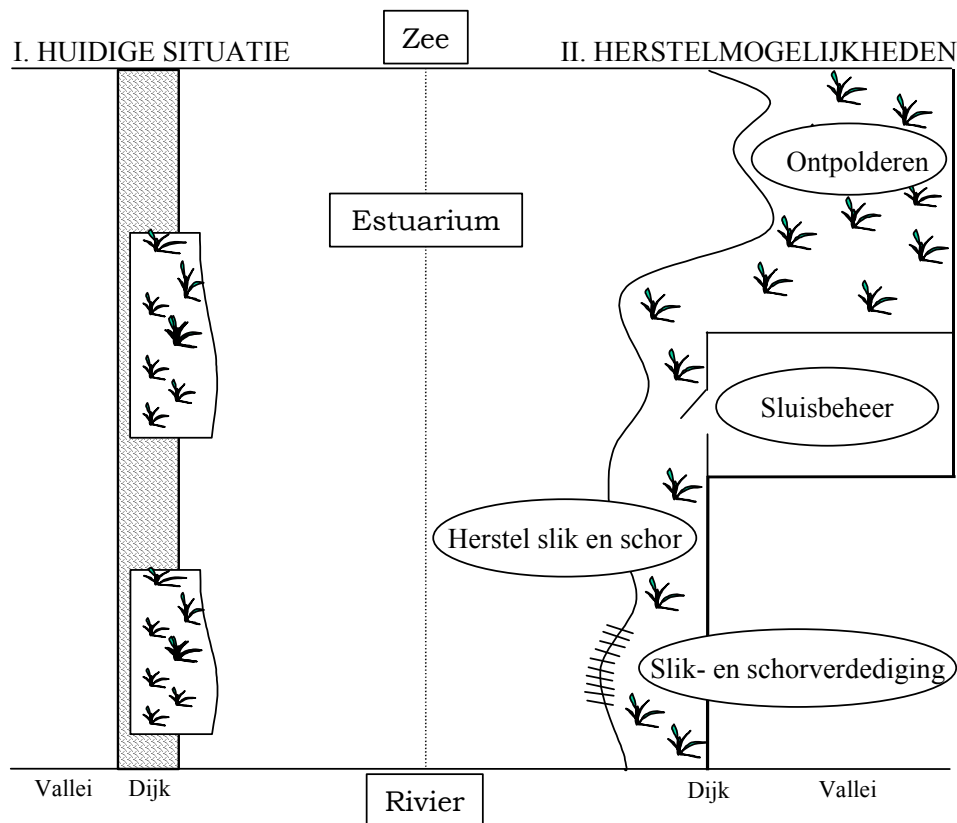



Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen

Dick van Oevelen, Erika Van den Bergh, Tom Ysebaert & Patrick Meire



instituut
voor
Insi  *oud*
natuurbeho

Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen

Dick Van Oevelen¹, Erika Van den Bergh¹, Tom Ysebaert¹ & Patrick Meire²

Rapport IN.R. 2000.4

Maart 2000



¹Instituut Voor Natuurbehoud
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Kliniekstraat 25
1070 Brussel



²Universtaire Instelling Antwerpen
Departement Biologie
Universiteitsplein 1C
2610 Wilrijk

Colofon

Tekst : Dick Van Oevelen, Erika Van den Bergh, Tom Ysebaert & Patrick Meire

Eindredactie en Lay-out : Dick Van Oevelen en Erika Van den Bergh

Wijze van citeren: Van Oevelen, D., Van den Bergh, E., Ysebaert, T. & Meire P., 2000.
Literatuuronderzoek naar estuariene herstelmaatregelen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud
IN.R. 2000.4, Brussel.

Dit rapport werd gemaakt als achtergronddocument voor het opstellen van een Lange Termijn
Visie voor het Schelde-estuarium, in opdracht van de werkgroep Natuurlijkheid.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Dankwoord

1	<i>Inleiding</i>	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Afbakening	1
2	<i>Werkwijze</i>	3
2.1	Informatiebronnen	3
2.2	Indeling en definitie van de herstelmaatregelen	3
2.3	Terminologie	4
2.4	Database	4
2.5	Opbouw van een fiche	4
3	<i>Evaluatie van estuariene herstelmaatregelen</i>	7
3.1	Definities van maatregelen	7
3.2	Beoordeling per herstelmaatregel	9
3.2.1	Hoofdgroep 1: Ontpolderen	9
3.2.2	Hoofdgroep 2: Instellen van aangepast waterbeheer voor uitwateringssluizen	14
3.2.3	Hoofdgroep 3: Herstel van natuurlijke overgangen en gradiënten	20
3.2.4	Hoofdgroep 4: Uitbreiding van het intergetijdengebied	22
3.2.5	Hoofdgroep 5: Fixatie van intergetijdengebied	30
3.2.6	Hoofdgroep 6: Natuurvriendelijke dijkverdediging	33
3.2.7	Hoofdgroep 7: Maatregelen gericht op bepaalde vegetatietypes of ontwikkelingen	34
3.2.8	Hoofdgroep 8: Maatregelen gericht op ontwikkeling van visbiotoop	37
3.2.9	Hoofdgroep 9: Maatregelen gericht op het ontwikkelen van vogelhabitat	39
4	<i>Algemene aanbevelingen en opmerkingen</i>	40
4.1	Basisprincipes	40
4.2	Bodemsamenstelling	40
4.3	Herstelperiode	41
4.4	Soortensamenstelling	41
4.5	Eindstadium	42
5	<i>Conclusies</i>	43
6	<i>Literatuur</i>	47

Samenvatting

Het voorliggende rapport is het resultaat van zes weken literatuuronderzoek naar de toepasbaarheid van estuariene herstelmaatregelen voor het Schelde-estuarium. Dit rapport werd gemaakt in het kader van het project 'Langetermijnvisie voor het Schelde-estuarium' en vormt één van de stappen naar de ontwikkeling van het streefbeeld 'Natuurlijkheid'.

In principe werden herstelmaatregelen uit alle geografische regio's beschouwd. De aandacht werd vooral toegespitst op in praktijk uitgevoerde en geëvalueerde projecten. Op basis van 70 herstelprojecten werden 21 verschillende maatregelen systematisch beoordeeld. Deze informatie werd in een Access databestand ingevoerd en verwerkt. Na evaluatie werd elke maatregel beoordeeld op de toepasbaarheid voor de Schelde en op de bijdrage die ze zouden leveren aan een beter ecologisch functioneren van het estuarium. Tenslotte werden algemene bevindingen en aanbevelingen met betrekking tot estuariene herstelprojecten samengevat.

Maatregelen die meer ruimte aan het Schelde-estuarium geven door uitbreiding van het intergetijdengebied kunnen een substantiële versterking van haar ecologische functies bewerkstelligen. Hiertoe behoren onder andere ontpolderen door dijkdoorbraken of door het introduceren van een gecontroleerd gereduceerd getij met permanent sluisbeheer en het afgraven van opgehoogde buitendijkse gebieden.

Ook het herstellen van natuurlijke overgangen en habitatuutbreiding voor estuariumgebonden soorten komen het ecologisch herstel van het estuarium ten goede.

Maatregelen die het intergetijdengebied uitbreiden ten koste van ondiepwatergebieden, zoals de constructie van rijsendammen en sedimentsuppletie, worden minder positief beoordeeld omdat het ene waardevolle habitat verruild wordt voor een ander.

Schorfixatie of -verdediging kan noodzakelijk zijn om te redden wat er nog rest maar belemmert de typische estuariene dynamische processen. Het wordt niet beschouwd als een ecologische herstelmaatregel maar eerder als mitigatie of verzachting. Natuurvriendelijke uitvoeringsalternatieven van infrastructuurwerken zoals dijkverdediging vallen in dezelfde categorie.

Maatregelen die erop gericht zijn om natuurlijke processen te versnellen, te sturen of te verhinderen worden eerder negatief beoordeeld omdat ze autonome ontwikkelingen tegengaan. Hiertoe behoren onder andere vegetatiegerichte maatregelen zoals aanplanten, bemesten of vraatbescherming.

Herstelmaatregelen resulteren zelden in gebieden met een ecologische functionaliteit die vergelijkbaar is aan die van natuurlijke gebieden. Het behoud van de resterende natuurlijke ecosystemen is dus veruit te verkiezen boven compensatie of mitigatie en moet ten allen tijden maximaal nagestreefd worden. Indien behoud onmogelijk is moet voor compensatie door herstel gedacht worden aan een ratio die hoger is dan 1:1. Bovendien blijkt dat het herstellen van ecologische functies een langdurig proces is. Daarom moeten compenserende herstelmaatregelen uitgevoerd zijn vooraleer het te compenseren habitat wordt vernietigd.

Dankwoord

Wij bedanken Margot Rondel en Lieve Gossye voor hun assistentie bij het verzamelen van de literatuur.

De hulp die Gert Van Spaendonck bood bij het opstellen van het acces databestand wordt enorm geapprecieerd.

Harm Verbeek, Kees Storm, Willem Van Duin, Jon Coosen en zovele anderen danken we voor het doorgeven van de literatuurgegevens.

Dit rapport kwam mede tot stand met de financiële hulp van de Administratie Waterwegen en Zeewezen in het kader van het natuurherstelplan voor de Zeeschelde.

1 Inleiding

1.1 *Achtergrond*

Het voorliggende rapport is het resultaat van zes weken literatuuronderzoek naar succes- en faalfactoren van herstelmaatregelen die toegepast werden in estuaria om er de natuurlijkheid te herstellen of te versterken. Onder natuurlijkheid wordt verstaan: de mate waarin als karakteristiek te kenmerken (estuariene) processen hun gang kunnen gaan. Het versterken van de natuurlijkheid kan ook betekenen het streven naar win-win situaties bij onderhouds- en verdedigingswerken, door te zoeken naar meer natuurvriendelijke uitvoeringsalternatieven. Het doel van deze studie is de toepasbaarheid van ecologische herstelmaatregelen en de kans op slagen ervan in het Schelde-estuarium beter te kunnen inschatten.

De opdracht kadert in het opstellen van een Langetermijnvisie voor het Schelde-estuarium (LTV) waartoe de Technische Schelde Commissie (TSC), op verzoek van de Nederlandse minister en met instemming van haar Vlaamse collega, in maart 1998 de opdracht heeft gegeven (RA/98-321; RA/99-336). LTV is een bilaterale, bestuurlijke projectorganisatie waarbij verschillende partners van Vlaamse en Nederlandse zijde betrokken zijn. Drie werkgroepen (Natuurlijkheid, Veiligheid en Toegankelijkheid) werken, elk vanuit hun eigen gezichtspunt, aan één integrale visie voor de ontwikkeling van het estuarium op lange termijn. Dit literatuuronderzoek is meer bepaald één van de stappen die geformuleerd werden in het onderzoeksplan van de werkgroep Natuurlijkheid. In een eerste fase werd door deze werkgroep een korte termijn schets gemaakt van het Schelde-estuarium aan de hand van een aantal biologische, chemische en fysische parameters (Van Damme et al., 1999). In een volgende fase wordt momenteel werk gemaakt van een knelpuntenanalyse en worden ecologische kwaliteitsdoelstellingen voor het Schelde-estuarium opgesteld. Daarnaast worden mogelijkheden onderzocht voor het versterken van de natuurlijkheid, waarbij ook deze literatuurstudie aansluit. Dit moet uiteindelijk leiden tot een integraal, lange termijn streefbeeld voor het Schelde-estuarium.

1.2 *Afbakening*

Het onderwerp van deze studie omvat de evaluatie van, meestal éénmalige, technische ingrepen die uitgevoerd werden om de natuurlijkheid in een estuarium te herstellen, te versterken of te ondersteunen. Hiertoe behoort ook binnendijkse habitatuitbreiding ten voordele van estuarium-gebonden biota. Maatregelen die vervuiling van oppervlaktewater door puntbronnen of diffuse bronnen tegengaan en ook steeds weerkerende onderhoudsbeheersmaatregelen, zoals maaien of begrazen, worden niet besproken. Het kaderen van herstelmaatregelen binnen duidelijk geformuleerde ruimere projectvisies en de institutionele organisatie van projectuitvoeringen is op zich een belangrijke succes- of faalfactor maar valt buiten de opdracht van deze studie.

De aandacht werd vooral toegespitst op uitgevoerde en liefst geëvalueerde projecten. Geplande of niet geëvalueerde projecten werden vernoemd indien het relevant geacht werd. Omdat het de bedoeling was nieuwe inzichten te verwerven werd er meer tijd besteed aan projecten elders in de wereld. Daardoor komen de beter gekende projecten in Vlaanderen en Nederland minder uitgebreid aan bod.

2 Werkwijze

2.1 Informatiebronnen

De informatie voor dit literatuuronderzoek werd op verschillende manieren verzameld. Verschillende gespecialiseerde instituten en wetenschappers over de hele wereld werden gecontacteerd per brief of e-mail met de vraag naar wetenschappelijke literatuur en technische rapporten (de zogenaamde grijze literatuur) waarin uitgevoerde estuariene herstelmaatregelen geëvalueerd werden. Referenties uit wetenschappelijke tijdschriften werden opgezocht via Current Contents en Nisk Disc en ook op het internet werd bijkomende informatie verzameld.

Om een zo volledig mogelijk beeld te schetsen over wat er in de wereld zoal aan estuarien herstel wordt gedaan werden in principe herstelmaatregelen uit alle geografische regio's beschouwd. De vraag naar de vergelijkbaarheid met de abiotische omgevingsfactoren in het Schelde-estuarium was hierbij niet aan de orde.

De rondvraag leverde wel algemene bevindingen op, zowel over estuarien herstel in het algemeen als over een aantal maatregelen in het bijzonder, maar concrete resultaten en evaluaties van herstelmaatregelen werden op deze korte termijn nauwelijks verkregen. Er werden vooral 'Management plans' en al dan niet uitgevoerde projectvoorstellen toegestuurd. Sommige 'Management plans' zijn uitgewerkt voor een volledig estuarium of gebied, maar uitvoering ervan is momenteel nog niet aan de orde (vb. Ems, Weser, Elbe: Claus et al., 1993; Claus, 1998). Evaluaties van daadwerkelijk uitgevoerde projecten zijn beperkt. Technische rapporten werden, op deze korte termijn, haast niet verkregen gezien hun tijdelijke aard en dikwijls zeer beperkte oplage. Wetenschappelijke publicaties gaven dikwijls resultaten weer van een specifiek onderzoek, waarbij bijvoorbeeld biota in herstelde/gecreëerde estuariene habitatten vergeleken werden met die in natuurlijke. Hierbij ontbraken echter meestal duidelijke omschrijvingen van de Ausgangssituatie en van de uitgevoerde ingrepen. Dikwijls werden meerdere herstelde biotopen, waarop verschillende maatregelen werden toegepast, samen geëvalueerd zonder dat er specifiek verbanden gelegd werden tussen ingreep en effect. De informatie van het internet is meestal te algemeen en te vaag om in een literatuurstudie te verwerken. De vooropgezette werkwijze voor de evaluatie van herstelmaatregelen moest dan ook gedeeltelijk herzien worden.

2.2 Indeling en definitie van de herstelmaatregelen

Het rechtlijnig indelen en ondubbelzinnig definiëren van maatregelen is een lastige klus. Vaak hebben verschillende maatregelen zeer uiteenlopende uitvoeringsvarianten maar grofweg hetzelfde doel en vice versa. Voor deze studie werden de maatregelen op basis van hun doelstelling ingedeeld in een aantal hoofdgroepen. Vervolgens werden de verschillende uitvoeringsvarianten binnen deze groepen duidelijk gedefinieerd. Ook deze indeling is niet vrij van overlappingsen en voor een aantal projecten zal de juiste plaats steeds ter discussie blijven. Om deze te plaatsen werd er zo veel mogelijk naar het hoofddoel gekeken.

2.3 Terminologie

Vaak worden herstelmaatregelen in een estuarium uitgevoerd als onderdeel van een groter overkoepelend project en geeft een evaluatie van de herstelmaatregel alleen niet voldoende informatie. Om verwarring ten aanzien van begrippen te voorkomen definiëren we de volgende termen:

- *Project*: Dikwijls maken herstelmaatregelen in hetzelfde estuarium deel uit van hetzelfde project, projecten worden dan ook weergegeven door de naam van het estuarium, gevolgd door het land waarin het project uitgevoerd wordt. Indien er in één estuarium meerdere projecten uitgevoerd of gepland worden, wordt dit verder gespecificeerd.
- *Maatregel*: Een uitvoeringsvariant uit de lijst van gedefinieerde herstelmaatregelen die uitgevoerd of gepland wordt in het kader van een project. Er wordt geen onderscheid gemaakt of deze in het kader van herstel of mitigatie is uitgevoerd.
- *Analyse*: Beschouwing van de omstandigheden, specifieke uitvoering en evaluatie van een maatregel op systematische wijze.

2.4 Database

De informatie werd in een Access databestand ingevoerd en verwerkt. Op die manier is ze zeer flexibel te gebruiken en kunnen gegevens vanuit meerdere invalshoeken worden opgevraagd (vb. per land of per auteur). Het grootste gedeelte van dit rapport bestaat uit een uitdraai van deze database in de vorm van fiches, waarin de maatregelen geanalyseerd en geëvalueerd worden.

2.5 Opbouw van een fiche

Om de maatregelen op systematische wijze te analyseren worden ze geëvalueerd aan de hand van database fiches waarop vooraf gespecificeerde onderwerpen zo volledig mogelijk worden ingevuld. De verschillende onderdelen van een dergelijke fiche worden nader toegelicht in bijgaand prototype. Indien een vakje oningevuld bleef betekent dit dat de informatie niet voor handen was. Zo werden de belangrijkste functies van het estuarium waarin de ingreep gebeurt toegevoegd om een idee te krijgen van de multifunctionaliteit van het gebied. Achteraf bleek deze in veel gevallen niet vermeld te zijn.

Voorbeeld fiche

Maatregel: *Omschrijving van de maatregel*

Definitie: *Definitie van de maatregel*Project 1: *Naam estuarium en land (project)*

Uitgangssituatie:	Beschrijving van de situatie vóór de uitvoering
Functies:	Korte beschrijving van de functies die het estuarium vervult
Situering in estuarium:	Zoet, brak of zout gedeelte
Doel:	Duidelijke omschrijving van het te behalen doel
Specifieke ingreep:	Ingreep in detail, vb. terrassenaanleg met paaltjes en vlechtwerk van wilgenteenbussels
Dimensie ingreep:	Aantal ha of m van het gebied waarop de ingreep invloed heeft
Datum uitvoering:	(indien het om een nog niet uitgevoerd plan gaat dan worden de onderdelen resultaten en beoordeling niet ingevuld)
Resultaten:	Resultaten m.b.t. de processen (fysisch, chemisch, biologisch) die zijn opgevolgd
Beoordeling:	Succes of gefaald? Gevolgd door het waarom? Deze beoordeling is geen eigen interpretatie maar wordt aan de literatuur ontleend
Referenties artikel:	Gebruikte referenties (terug te vinden via database en in literatuurlijst van het eindrapport)
Referenties rapport:	

Project 2: *Naam estuarium en land*

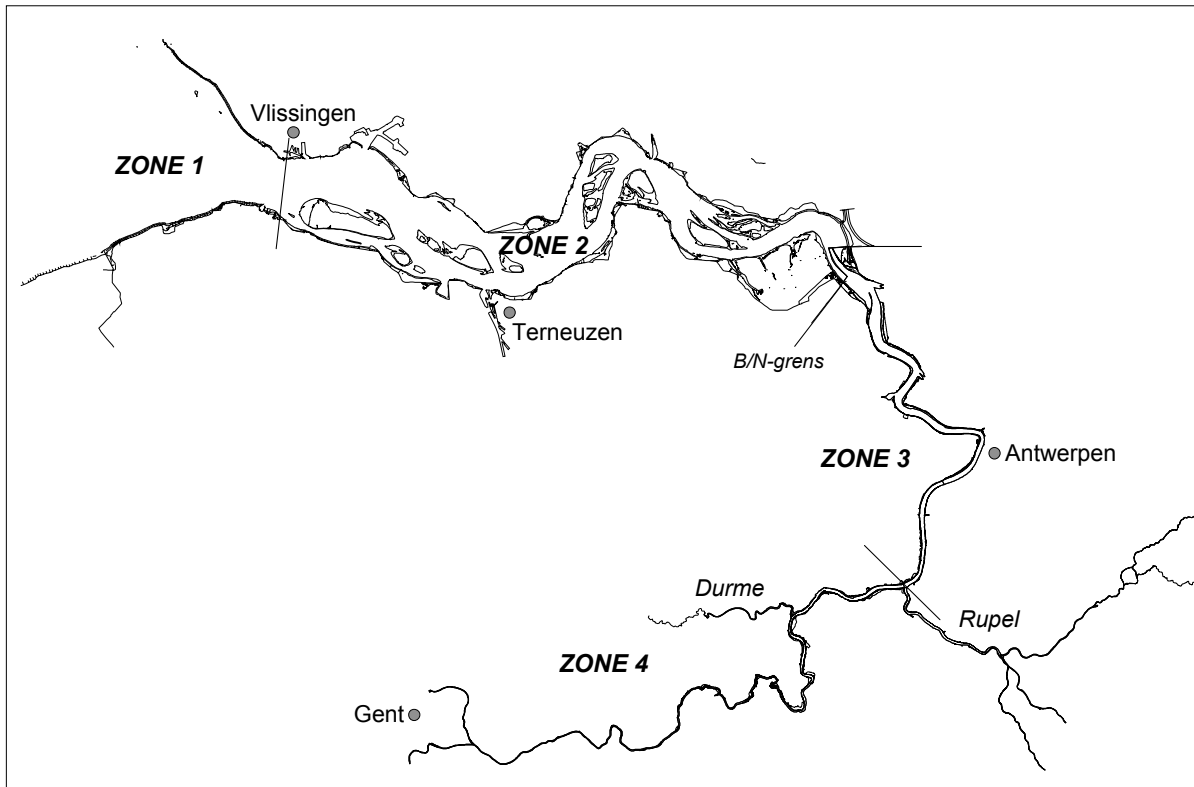
Uitgangssituatie:	Beschrijving van de situatie voor uitvoering
Etc.....	

Algemene opmerkingen naar: (Referenties) Algemene opmerkingen en aanbevelingen afkomstig uit de erbij vermelde referenties

Besluit: conclusie m.b.t. de toepasbaarheid in de verschillende zones in het Schelde-estuarium.

Zoals reeds eerder opgemerkt werd is een groot gedeelte van de beschikbare literatuur te algemeen om de uitgevoerde herstelmaatregelen op deze vooropgestelde wijze te analyseren. Omdat de waardevolle opmerkingen en aanbevelingen die ze bevat toch niet onbenut zouden blijven werden deze aan de fiches toegevoegd onder de hoofding ‘Algemene opmerkingen naar.’, gevolgd door de referenties van de literatuur waaruit ze gehaald werden. Voor elke maatregel werden tenslotte een aantal algemene besluiten opgesteld, gebaseerd op de analyses uit de fiches en op de algemene opmerkingen en aanbevelingen. Tevens werd bepaald in welke zones van het Schelde-estuarium (Figuur 1), zoals die gehanteerd werden in de ‘Situatieschets korte termijn Schelde-estuarium’ (RA/00-377c), de maatregel toepasbaar kan zijn. De wenselijkheid ervan is hier niet aan de orde maar wordt in hoofdstuk 5 besproken. De volgende vier zones werden onderscheiden (Figuur 1):

- zone 1: de mondingszone met de Vlakte van de Raan;
- zone 2: de Westerschelde van Vlissingen tot de Belgisch/Nederlandse grens;
- zone 3: de zone rond Antwerpen: van de Belgisch/Nederlandse grens tot de monding van de Rupel;
- zone 4: de boven Zeeschelde van de monding van de Rupel tot Gent.



Figuur 1. Het Schelde-estuarium met de indeling in vier zones.

3 Evaluatie van estuariene herstelmaatregelen

3.1 Definities van maatregelen

De indeling en definitie van de maatregelen zoals ze a priori vastgelegd werden in deze studie zijn terug te vinden in Tabel 1. De hoofdgroepen werden per doelstelling afgebakend en werden verder ingedeeld per uitvoeringsvariant (maatregel) om deze doelstelling te bereiken.

Tabel 1. Overzicht van de estuariene herstelmaatregelen.

Omschrijving van de maatregel	Definitie van de maatregel
Hoofdgroep 1: Ontpolderen	
Ontpolderen: dijkdoorbraak	Een dijk op een aantal strategische plaatsen doorsteken om het achterliggend gebied weer onder getijdeninvloed te brengen.
Ontpolderen: dijk verwijderen	Verwijderen van een dijk om het achterliggend gebied weer onder getijdeninvloed te brengen.
Hoofdgroep 2: Instellen van aangepast beheer voor uitwateringssluizen	
Sluisbeheer: permanent	Estuariene invloed landinwaarts uitbreiden door uitwateringssluizen permanent (behoudens extreme omstandigheden) open te zetten.
Sluisbeheer: occasioneel	Estuariene invloed landinwaarts uitbreiden door uitwateringssluizen gedurende gecontroleerde perioden open te zetten.
Hoofdgroep 3: Herstel van natuurlijke overgangen en gradiënten	
Natuurlijke overgang: herstel	Herstellen van de longitudinale (zout-zoet) en de verticale (van ondiep watergebied naar hoog schor) gradiënten.
Hoofdgroep 4: Uitbreiding van het intergetijdengebied	
Getijdengebied: afgraven	Herstellen van overstromingsregime typisch voor een intergetijdengebied (slikken en schorren) door buitendijks gebied af te graven.
Getijdengebied: constructie	Het aanleggen van constructies die intergetijdengebieden beschermen en tegelijk gelegenheid geven tot aangroei door sedimentatie.
Getijdengebied: suppletie	Zandsuppletie toepassen met als doel het intergetijdengebied te beschermen en terwijl ook aangroei te stimuleren.
Hoofdgroep 5: Fixatie van het intergetijdengebied	
Schorfixatie: constructie	Aanleggen van constructies om de schorrand te fixeren.
Schorfixatie: suppletie	Zandsuppletie aanwenden om de schorrand tegen erosie te beschermen.
Slikfixatie: constructie	Aanleggen van constructies om de slikrand te fixeren.
Slikfixatie: suppletie	Zandsuppletie aanwenden om de slikrand tegen erosie te beschermen.
Hoofdgroep 6: Natuurvriendelijke dijkverdediging	
Dijkverdediging met terrassen	Terrasconstructie die in de bestaande dijkstructuur wordt aangelegd om een meer natuurvriendelijke dijkverdediging te verkrijgen.
Dijkbekleding natuurvriendelijk	Vervangen van harde dijkbekleding door meer natuurvriendelijke dijkbekleding.
Hoofdgroep 7: Maatregelen gericht op vegetatie	
Vegetatie: aanplanten	Aanplanten van vegetatie om een bepaald vegetatietype in stand te houden of te ontwikkelen.
Vegetatie: vraatbescherming	Aanbrengen van een constructie om vegetatie (al dan niet aangeplant) te beschermen tegen vraat.
Hoofdgroep 8: Maatregelen gericht op vissen	
Visbiotoop	Biotoopontwikkeling in het stroomgebied ten behoeve van vissen.
Vismigratie	Maatregelen ten behoeve van vismigratie.
Hoofdgroep 9: Maatregelen gericht op vogels	
Voegleiland	Aanleggen van een eiland om de habitat van vogels uit te breiden of te vervolledigen.
Vogelinlagen	Aanleggen van een binnendijkse inlaag om de habitat van vogels uit te breiden of te vervolledigen.
Vogel substraat	Aanpassen van substraat van een gebied om de habitat van vogels uit te breiden of te vervolledigen.

Over een aantal van deze maatregelen werd niet voldoende literatuur gevonden om een relevante analyse te maken, deze zijn dan ook niet terug te vinden in de beoordelingen per maatregel:

- Maatregel ‘Ontpolderen: dijk verwijderen’: er is één geval gekend op Northey Island, Essex, Groot-Brittannië, maar daar werden geen literatuurgegevens over gevonden;
- Maatregel ‘Slikfixatie : suppletie en constructie’ ;
- Maatregel ‘Dijkbekleding natuurvriendelijk’: er werden wel verschillende referenties over niet getij-gebonden gebieden teruggevonden maar deze werden hier niet behandeld.
- Maatregel ‘Vegetatie: vraatbescherming’.

Eén vegetatiegerichte maatregel werd achteraf toegevoegd: het versnellen van vegetatievorming door het substraat te bemesten.

3.2 Beoordeling per herstelmaatregel

3.2.1 Hoofdgroep 1: Ontpolderen

1. Ontpolderen: dijkdoorbraak

Definitie maatregel: een dijk op een aantal strategische plaatsen doorsteken om het achterliggend gebied terug onder getijdeninvloed te brengen.

Project: Bair Island Ecological Reserve, San Fransisco Bay, California, VS

Uitgangssituatie: ingepolderd gebied voor landbouw en zoutwinning
 Functies:
 Situering in estuarium: zout
 Doel: herstel van getijdenregime,
 Specifieke ingreep: kanaal door dijk gegraven (1985)
 Dimensie van ingreep: 324 ha
 Datum van uitvoering: 1985
 Resultaten: Vegetatie evolueerde in respons op de fysische veranderingen (*Spartina* en *Salicornia* begroeiing vermeerderde van 73 naar 175 ha), een aantal doelsoorten (Clapper Rail en Salt Marsh Harvest Mouse) kwamen zich vestigen.
 Beoordeling: Soms gaat er veel tijd overheen voordat doelstellingen worden bereikt.
 Referenties artikels: (Josselyn et al., 1990)
 Referenties rapporten: (Zedler, 1996)

Project: Bracut marsh mitigation bank, California, VS

Uitgangssituatie: Ingepolderd getijdengebied, dat is opgevuld met houtafval en riviergrind.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Creëren van een productief intergetijdengebied met zouttolerante vegetatie waar zo weinig mogelijk onderhoud aan nodig is.
 Specifieke ingreep: Doorbreken van dijk, aanleg van eilanden net erachter om erosie door golven tegen te gaan, lagere gebieden opvullen met bagger, aanplant van *Spartina* waar gewenst.
 Dimensie van ingreep: 2,5 ha.
 Datum van uitvoering: Waarschijnlijk uitgevoerd tussen 1980 en 1988.
 Resultaten: Vegetatievestiging is slecht, niet volledig verwijderen van houtafval leidt tot slechte waterkwaliteit, gebruik van het schor door vogels is variabel. Ondanks slechte uitbreiding van aanplant blijkt dat een zeldzame soort bepaalde gebieden herkoloniseerde.
 Beoordeling: Arme bodemomstandigheden en verkeerde keuze van aanplant hebben geleid tot slechte herkolonisatie door vegetatie, niet volledig verwijderen van houtafval heeft slechte waterkwaliteit tot gevolg. Per ongeluk een habitat voor zeldzame plant gecreëerd.
 Referenties artikels: (Josselyn et al., 1990)
 Referenties rapporten:

Project: Gog-Le-Hi-Te, Puyallup estuarium, Puget Sound, Washington, VS

Uitgangssituatie: Gebied is gebruikt als baggerdepot.
 Functies:
 Situering in estuarium: Licht-brak tot zoet.
 Doel: Mitigatieproject met de doelstellingen: voorzien in habitat voor zalm (50% van gebied), watervogels (20%), broedvogels (10%), roofvogels (10%) en kleine zoogdieren (10%). Hiervoor werd in het gebied estuarien wetland en hoger gelegen grasland aangelegd.
 Specifieke ingreep: Aanleg nieuwe waterkerende dijk, afgraven van het gebied, aanleg van kreken, aanplant van *Carex* en doorbreken van de dijk (15 m).
 Dimensie van ingreep: Estuarien wetland is 2,2 ha en grasland is 1,7 ha.
 Datum van uitvoering: Februari 1986.
 Resultaten: Ondanks gebrek aan referentieschorren werd het gebied binnen 1-2 jaar gekoloniseerd door algen, brakwater vegetatie, benthische fauna, vissen en vogels. Gegraven kreken slibden snel in maar vertakten zich verder. Organisch gehalte van bodem lager dan natuurlijk.
 Beoordeling: Redelijk succesvol. Toch blijkt functioneren, uitgedrukt in diversiteit bodemfauna, organisch materiaal bodem, biomassa productie door *Carex*, van het gebied achter te lopen bij (verder weg gelegen) referentieschorren. Evenwichtssituatie nog niet bereikt.
 Referenties artikels: (Simenstad & Thom, 1996)

Project: *Hayward regional shoreline, Alameda County, California, VS*

Uitgangssituatie: Voormalig intergetijdengebied dat gebruikt is als zoutwinningsgebied.
Functies:
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Herstellen van getijdeninvloed zodat grote gebieden gekoloniseerd kunnen worden door *Spartina*, habitat voor watervogels, creëren van vogelbroedeilanden en gebied toegankelijk maken voor publiek.
Specifieke ingreep: Afgraven en vormen van waterplassen, eilanden en kreken. Doorsteken van dijken op 2 plaatsen om getijdeninvloed te herstellen, installatie van overlaat om leeglopen van gebied te voorkomen met het oog op de habitatfunctie voor vissen en watervogels.
Dimensie van ingreep: 80 ha.
Datum van uitvoering: Rond 1980.
Resultaten: Herstel van saliniteitsgehalte in bovenste bodem, kattenkleivorming op eilanden leidde tot lage pH, snelle herkolonisatie door vogels, vissen en invertebraten. Vegetatie vestiging langzaam, aanplantingen hebben proces versneld. Gebruik van vogelbroedeilanden laag.
Beoordeling: Redelijk succesvol. Functies niet helemaal als verwacht. Vogelgebruik goed maar lager dan nabijgelegen gebied. Gebrek aan zaadvoorraad en hoge zoutgehaltes van bodem leidde tot langzame vestiging van vegetatie; gegraven kreken en plassen verzanden.
Referenties artikels: (Josselyn et al., 1990)
Referenties rapporten: (Zedler, 1996)

Project: *Holwerderzomerpolder, Groningen, Nederland*

Uitgangssituatie: Zomerpolder die in 1956 is ontstaan door de landwinningswerken langs de Waddenzee en die gebruikt werd als weidegebied.
Functies: Natuur, visserij, scheepvaart.
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Een doelstelling van het beleid is behoud en uitbreiding van het kwelderareaal. Dit project is uitgevoerd om inzichten te verkrijgen in de effecten van het verkwelleren (=ontpolderen) van zomerpolders.
Specifieke ingreep: In 1989 werden 3 klepduikers permanent opengezet en in 1995 is 1 klepduiker verwijderd en is een gat in de dijk gemaakt.
Dimensie van ingreep: Klepduikers hebben een diameter van 1-2 m en gat in de dijk is ongeveer 10-15 m. De oppervlakte van de zomerpolder is 37 ha.
Datum van uitvoering: 1989 (openzetten kleppen), 1995 (dijkdoorbraak)
Resultaten: Tot 1996 is een accretie van 0,6 cm/j gemeten, dit is 50% lager dan op naburige natuurlijke kwelders. Na enkele jaren werd pioniervegetatie ontstaan en tegenwoordig komen op de hogere delen ook lage kweldersoorten voor.
Beoordeling: Redelijk succesvol. Er heeft zich kweldervegetatie ontwikkeld, maar de accretie is achtergebleven bij natuurlijke kwelders. Er wordt verwacht dat de slibaanvoer en daarmee de accretie verbetert na het aanbrengen van het gat in de dijk
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymus, 1999c)

Project: *Humbolt Bay Mitigation Marsh, California, VS*

Uitgangssituatie: Ingedijkt schor in gebruik als weide
Functies:
Situering in estuarium: zout
Doel: Compensatie voor het verlies van kustlijn, subtidaal en intertidaal habitat (voor Zeetong), zeegrasbedden en een kolonie boormosselen bij de aanleg van een jachthaven.
Specifieke ingreep: Dijkdoorbraak
Dimensie van ingreep: 3,5 ha
Datum van uitvoering: 1980
Resultaten: Gevolgd tot enkele jaren na de doorbraak. Sterk fluctuerende saliniteit, geen Tong, zeegrasbedden, boormosselen. Wel een goed habitat voor juveniele en euryhalie vissen.
Beoordeling: Geen compensatie voor verloren habitat, voor compensatie moet er gezocht worden naar een plaats met vergelijkbare hydrologische en physicochemische eigenschappen.
Referenties artikels: (Chamberlain & Barnhart, 1993)
Referenties rapporten: (Zedler, 1996)

Project: *Muzzi Marsh, San Fransisco Bay North, California, VS*

Uitgangssituatie:	Ingedijkt baggerstort, voorbestemd als industrieterrein, ongeveer een halve meter ingeklonken door uitdroging, hersteld als compensatie voor een baggerkanaal door de Corte Madera Flats.
Functies:	
Situering in estuarium:	zout
Doel:	een duurzaam <i>Spartina</i> schor als water- en broedvogel habitat ontwikkelen
Specifieke ingreep:	Ophoging met baggerslib van 40 cm boven gemiddeld hoog hoogwater aan landzijde tot 30 cm onder GHHW aan de baaizijde, doorbreken van de dijken, na 5 jaar uitgraven van kanalen op de hoger gelegen delen om er de getijdenwerking te verhogen.
Dimensie van ingreep:	52 ha
Datum van uitvoering:	1976
Resultaten:	Kreekvorming goed in de lagere delen, niet in de hogere, zelfs na het uitgraven van kanalen. Snelle kolonisatie met <i>Salicornia</i> , <i>Spartina</i> ontwikkelde pas na het uitgraven van de kanalen. Clapper Rail en andere vogels, 10 vissoorten, ook kraamkamer
Beoordeling:	Volle productiviteit belemmerd door beperkte sedimentatie, naar schatting zou nog 60 jaar nodig zijn om een evenwichtssituatie te bekomen. Netwerk van geschikt vishabitat minder uitgebreid in vergelijking met natuurlijke schorren, dus minder functioneel.
Referenties artikels:	(Marcus, 1993), (Marcus, 1994), (Williams & Florsheim, 1994)
Referenties rapporten:	(Zedler, 1996)

Project: *Northey Island, Essex, Engeland*

Uitgangssituatie:	Baggerdepot, mogelijk als weidegebied of landbouwgrond gebruikt. Dijkonderhoud is niet meer economisch rendabel.
Functies:	Visserij, natuur, scheepvaart.
Situering in estuarium:	Zout.
Doel:	Test om te onderzoeken of het doorbreken van een dijk leidt tot schorvorming dat kan dienen als alternatieve kustverdediging.
Specifieke ingreep:	Doorbreken van de dijk en aanleg van een nieuwe waterkerende dijk. Deze dijk is lager en daarom goedkoper in onderhoud.
Dimensie van ingreep:	Doorbraak van 10-15 m zet het gebied van 1 ha weer onder getijdeninvloed.
Datum van uitvoering:	Augustus 1991.
Resultaten:	Eerste 4,5 jaar een hoge accretie (1.4 cm/j), na 5 jaar is gebied gestabiliseerd en is er nauwelijks accretie. Slechts beperkte kreekontwikkeling, waardoor water in het gebied blijft staan. Vegetatie heeft het gebied gekoloniseerd.
Beoordeling:	Succesvol, alleen slechte kreekontwikkeling leidt tot stagnant water. Waarschijnlijk wordt beperkte kreekontwikkeling veroorzaakt door de te hoge ligging op het moment van de doorbraak.
Referenties artikels:	
Referenties rapporten:	(Burd, 1996)

Project: *Orplands, Essex, Engeland*

Uitgangssituatie:	2 gebieden die in de 18e eeuw zijn ingepolderd en als weidegebied zijn gebruikt. De dijk is onderhevig aan erosie en onderhoud is niet meer economisch verantwoord.
Functies:	Visserij, natuur, scheepvaart.
Situering in estuarium:	Zout.
Doel:	Schorontwikkeling initiëren in voormalig ingepolderd gebied als alternatieve (economisch rendabele) kustverdediging.
Specifieke ingreep:	Per gebied wordt een opening in de dijk gemaakt. Er worden 7 kreek gegraven en het vrijgekomen materiaal wordt direct naast kreek gelegd als golfbreker. Er wordt een nieuwe waterkerende dijk aangelegd.
Dimensie van ingreep:	Openingen zijn 20 m breed en gebieden zijn 28 en 12 ha groot.
Datum van uitvoering:	April 1995.
Resultaten:	Gemiddeld vindt er accretie plaats over het gebied (30-40x van naburig natuurlijk schor), vegetatie is natuurlijk gevestigd en breidt zich uit. Benthische fauna neemt toe maar is nog lager dan referentieschor. Watervogels maken gebruik van het gebied.
Beoordeling:	Voorlopig succesvol. Er lijkt een schor te ontwikkelen dat als alternatieve kustverdediging kan dienen.
Referenties artikels:	(Dixon et al., 1998), (Macleod et al., 1999)
Referenties rapporten:	(HR Wallingford, z.j. c), (HR Wallingford, z.j. b), (HR Wallingford, z.j. a), (HR Wallingford, 1996)

Project: *Salmon River Estuary, Oregon, VS*

Uitgangssituatie: Ingedijkte weide, 35 cm ingeklonken door compactatie en oxidatie van organisch materiaal
Functies:
Situering in estuarium: zout
Doel: Gebied terug brengen tot een systeem zonder menselijke beïnvloeding
Specifieke ingreep: Gedeeltelijke dijkdoorbraken, verder niets doen
Dimensie van ingreep: 21 ha
Datum van uitvoering: 1978
Resultaten: Weidevegetatie stierf af, na 2j. kolonisatie met *Salicornia* en *Spartina* aan zeezijde, *Carex* aan landzijde. Vorming van kreken, oeverwallen en kommen duidelijk na 10 j., hoge primaire productie, gebruikt door vogels, vissen en zoogdieren. Sedimentatie 5 cm
Beoordeling: Redelijk succesvol, naar schatting zouden 5 decaden nodig zijn om het gebied te laten evolueren tot een volledig functioneel systeem met complete levensgemeenschappen die vergelijkbaar zijn met de natuurlijke.
Referenties artikels: (Frenkel & Morlan, 1991)
Referenties rapporten: (Zedler, 1996)

Project: *Salmon Slough, Snohomish river, Washington, VS*

Uitgangssituatie: Ingepolderd landbouwgebied (ca 100 jaar)
Functies:
Situering in estuarium:
Doel: Creëren van kinderkamers voor jonge zalm
Specifieke ingreep: Uitgraven van kanalen en vijvers, doorsteken van de dijk op verschillende plaatsen. De grootste hinderpaal is dat er twee electriciteit pilonen dicht naar een woongebied moeten verschoven worden.
Dimensie van ingreep: 164 ha
Datum van uitvoering: eind 2000
Resultaten:
Beoordeling:
Referenties website: www.heraldnet.com/stories/99/3/22/10673721.htm
Referenties rapporten:

Project: *Sonoma Baylands, California, VS*

Uitgangssituatie: Gebied werd gebruikt als hooiland. Voor de dijk ligt nog een rand natuurlijk schor. Periode van inpoldering is onbekend.
Functies: Scheepvaart, natuur.
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Combineren van aanleg 'baggerdepot' met natuurontwikkeling. Door laag gelegen gebied op te vullen raakt men bagger kwijt en wordt het gebied tot juiste hoogte opgevuld voor schorontwikkeling na het doorbreken van de dijk.
Specifieke ingreep: Opvullen van gebied met bagger, aanleg van golfbrekers en doorsteken van de dijk. Er is veel onderzoek gedaan naar de kwaliteit van het slib, alleen schoon slib werd gebruikt.
Dimensie van ingreep: Dijk wordt op 2 plaatsen (totaal 57 m) doorgestoken waardoor 141 ha weer onder getijdeninvloed komt te staan.
Datum van uitvoering: 1996.
Resultaten: Geen monitoringsgegevens beschikbaar.
Beoordeling: Geen beoordeling beschikbaar.
Referenties artikels: (Marcus, 1993), (Marcus, 1994)
Referenties rapporten: (Anonymus, 1994b)

Project: Tollesbury, Essex, Engeland

Uitgangssituatie:	Een voormalig schor dat 350 jaar ingepolderd is geweest. In het begin is het gebruikt als weidegebied en later als landbouwgrond, waarschijnlijk heeft bekalking plaats gevonden.
Funcies:	Visserij, natuur, scheepvaart.
Situering in estuarium:	Zout.
Doel:	Experimentele gecontroleerde ontpoldering ten behoeve van kustbescherming, om de processen te begrijpen en technieken voor toekomstige ontpolderingen te ontwikkelen.
Specifieke ingreep:	Doorsteken van de dijk en de aanleg van een nieuwe waterkerende dijk. De natuurlijke topografie van de streek maakt dat nieuwe dijken lager of overbodig zijn en daardoor minder duur in het onderhoud.
Dimensie van ingreep:	Dijkdoorbraak van 20-40 m stelde een gebied van 21 ha weer onder getijdeninvloed.
Datum van uitvoering:	Augustus 1995.
Resultaten:	Er wordt accretie waargenomen (10x van referentieschor) en het gebied wordt gekoloniseerd vanuit de hogere stukken door pioniersvegetatie. Benthische fauna ontwikkelt zich (nog wel lager dan referentieschor) en watervogels foerageren in gebied.
Beoordeling:	Voorlopig succesvol. Ontwikkeling tot schor dat als kustbescherming kan dienen duurt waarschijnlijk nog enkele decennia.
Referenties artikels:	(Dexter, 1996), (Hazelden, 1996)
Referenties rapporten:	(Anonymus, 1999b), (Brickle et al., 1994), (Dyer & Dale, 1998), (Reading et al., 1999), (Reading et al., 1998), (Watts et al., 1996)

Project: Warm Springs, San Fransisco Bay, South California

Uitgangssituatie:	40 jaar ingepolderd gebied voor landbouwgebruik en zoutwinning, gecompecteerd door drainage, oxidatie door drooglegging, vervuild door industriële lozingen.
Funcies:	scheepvaart, natuur, visserij
Situering in estuarium:	zout
Doel:	ontwikkeling van een functioneel schor (veiligheid, zelfreiniging, recreatie en habitat voor wildlife) met een minimum aan beheer. Ontwerp gericht op <i>Salicornia</i> schor ten behoeve van de bedreigde salt marsh harvest mouse (<i>Reithrodonomys raviventris</i>).
Specifieke ingreep:	Uitgraven van een grillige kustlijn en baai met zes compartimenten, doorbraak van dijken naar aangrenzende schorren, uitgraven van krekenselsel.
Dimensie van ingreep:	100 ha
Datum van uitvoering:	1986
Resultaten:	sedimentatie: 0,2-1,1 m/jaar; vegetatie kolonisatie (<i>Salicornia</i> , <i>Atriplex</i> en <i>Spartina</i>) evolueerde vanzelf in respons op de veranderende fysische condities; 70 vogelsoorten (oa witte pelikaan en slechtvalk); 3 vissoorten paaien, zeehonden in baai.
Beoordeling:	de evoluties zijn niet altijd voorspelbaar, er is dus nood aan continue monitoring om eventueel het beheer bij te sturen.
Referenties artikels:	
Referenties rapporten:	(Zedler, 1996)

Algemene opmerkingen op basis van andere literatuur: Geen

Besluit

- Toepasbaar in het ganse Schelde-estuarium
- Ontpolderen kan indien goed gepland een substantiële bijdrage aan uitbreiding van intergetijdengebied leveren.
- Starten vanuit de juiste uitgangshoogte (net onder GHW) en zeewaarts gerichte helling zijn belangrijk voor een goede kreekontwikkeling.
- Als het gebied hoog genoeg komt te liggen kan vegetatieontwikkeling worden verwacht.
- Aanplanten van vegetatie om kolonisatie te versnellen is zelden succesvol, de aanplant sterft af als de hoogteligging t.o.v. het getij niet de juiste is of wordt verdrongen door natuurlijke vegetatie.
- Een goede ontwikkeling van een gebied met slikken, krekenselsel en schorren, dat even functioneel is als naburige functionele natuurlijke systemen vergt meerdere decennia.
- Accretie van organisch rijk estuarien slib is nodig voor een goede schorbodemontwikkeling, die de basis moet vormen van het voedselweb.

3.2.2 Hoofdgroep 2: Instellen van aangepast waterbeheer voor uitwateringssluizen

1: Sluisbeheer: occasioneel

Definitie maatregel: Estuariene invloed landinwaarts uitbreiden door uitwateringssluizen gedurende gecontroleerde perioden open te zetten.

Project: Baie des Veys, Normandië, Frankrijk

Uitgangssituatie: Polder de Carmel, verlaten polder, aangekocht door Conservatoire du Littoral
Functies: Natuur
Situering in estuarium: Zout
Doel: Geschikt vogelhabitat creëren, maar ook ontwikkeling van zilte vegetatie.
Specifieke ingreep: Waterniveau tot +2 m boven GLW van begin oktober tot eind februari, voorafgegaan en gevolgd door een overstroming tot +2,10 m boven GLW en waterniveau iets lager in de zomer.
Dimensie van ingreep: 30,2 ha
Datum van uitvoering: 1993-nu
Resultaten: Sedimentatie 0,5-1 cm per inundatie, dijk degradeert door golfslag, op sommige plaatsen ontstaat een klif, sluisen verstoppert.
Beoordeling: Niet gemaakt naar biota toe.
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Brossard, 1995), (GRESARC, 1998)

Project: Indian River Lagoon, Florida, VS

Uitgangssituatie: Wetland dat ingedijkt was ten behoeve van muggencontrole, in de zomer droog, in de winter een zoetwater wetland met bijbehorende vegetatie.
Functies:
Situering in estuarium: Zout
Doel: Herstellen van getijdeninvloed om zout-tolerante soorten terug te krijgen.
Specifieke ingreep: Aanleg van 13 buizen (diameter 91 cm) door de dijk. Gevolgd na twee jaar door afbranden om zaadbank en dode vegetatie te verwijderen. In de zomer is er weinig getijdeninvloed tgv benodigde hoge zoutwaterstand voor muggencontrole.
Dimensie van ingreep: Oppervlakte van 1215 ha.
Datum van uitvoering: Oktober 1993.
Resultaten: In 1996 waren de meeste zoetwater soorten verdwenen en bedekking nam af met 56%. Zouttolerante soorten herkoloniseerden het gebied snel. Organisch gehalte was hoger dan in natuurlijke gebieden, waarschijnlijk door verminderde uitwisseling met rivier.
Beoordeling: Succesvol, de zouttolerante soorten herkoloniseerden het gebied nadat zoetwater soorten waren afgestorven.
Referenties artikels: (Brockmeyer et al., 1997)
Referenties rapporten:

Project: Shorebird marsh, Marin County, California, VS

Uitgangssituatie: Onbekend.
Functies:
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Creëren van overstromingsgebied in winter en gebied onder gedempt getijde in de zomer, zuivering van afvalwater en habitat voor vogels en vissen.
Specifieke ingreep: Afgraven van gebied tot gewenste topografie. Aanleg van een pomp, sluisen en aanleg van een kanaal naar de sluisen. Aanplant van *Spartina*.
Dimensie van ingreep: 14 ha.
Datum van uitvoering: Onbekend.
Resultaten: Aangelegd kanaal is verzand. Geen natuurlijke herkolonisatie door vegetatie. Drie jaar na aanleg pas gedempt getijde ingesteld. Afsterven van brakwater vegetatie dat voorheen in gebied groeide.
Beoordeling: Niet succesvol. Beheer van gebied door lokale overheid en gebruik als overstromingsgebied leidt dat natuurfunctie onderbelicht blijft. Effect van zuivering nooit geëvalueerd.
Referenties artikels: (Josselyn et al., 1990)
Referenties rapporten:

- Algemene opmerkingen naar: (Rozas & Minello, 1999), (Reed et al., 1997), (Anisfeld et al., 1999)
- Over langere perioden beschouwd is sedimentatie in schorren met seizoenaal sluisbeheer 78 tot 50% van dat van referentieschorren. Accumulatie van anorganisch sediment is hetzelfde maar organische depositie is minder doordat er meer decompositie is bij de drooglegging in de zomer.
 - Seizoenaal sluisbeheer met bijvoorbeeld in- en uitwatering in de winter, en afwatering in lente en zomer verlaagt het habitat van migrerende estuariene vissoorten die voortplanten in de zee en schorren als broedkamer gebruiken. Voor niet-migrerende nektonsoorten heeft dit sluisbeheer geen negatief effect.

Besluit

- Toepasbaar in het ganse Schelde-estuarium
- De doelstellingen van de geëvalueerde projecten zijn zo uiteenlopend dat een eenduidige conclusie moeilijk te trekken is. Wel kan worden gesteld dat gebieden die door een aangepast sluisbeheer gedurende bepaalde perioden gecontroleerd overstroomd worden door vogels in gebruik worden genomen en dat in het zout-brak gebied zoetwater vegetatie vervangen wordt door zouttolerante soorten.

2 : Sluisbeheer: permanent

Definitie maatregel: Estuariene invloed landinwaarts uitbreiden door uitwateringssluizen permanent (behoudens extreme omstandigheden) open te zetten.

Project: Abbotts Hall Experimental Works

Uitgangssituatie: Ingepolderd sinds de 17e-18e eeuw, voormalig landbouwgebied, akker en weiland, lager dan gemiddeld schorniveau door drainage, compactatie, nivellering en niet-sedimentatie. Twee draineerbuizen met een diameter van 30 en 45 cm.

Functies: Recreatie, oester- en mosselkweek

Situering in estuarium: zout

Doel: Experiment om lager gelegen polders om te vormen tot schor zonder dijkdoorbraak, zonder te grote impact op voorliggende schorren en slikken, zonder schade te berokkenen aan naburige oestercultuur en jachthavens, met creatie van komberegeningsvolumen

Specifieke ingreep: Uitwateringssluizen worden in- en uitstroom opening, uitgraven van een 2,2 km lang meanderend kreeksysteem, 1-3 m breed en diep, een dijk isoleert de afwatering van de omliggende akkers, soortgerichte habitat creatie, inzaaiing halofyten, rietaanplant,

Dimensie van ingreep: 20ha

Datum van uitvoering: 1996

Resultaten: Kreekvolume is te groot t.o.v. de watertoevoer, schor kan tijdens één cyclus niet onderlopen als de kreken volledig ontwateren. Monitoring resultaten: vestiging van halofyten, marine en terrestrische invertebraten, broed- en watervogels.

Beoordeling: goede perspectieven, betere voorstudie van de habitat- enhancements is gewenst

Referenties artikels: (Dixon et al., 1998)

Referenties

Project: Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmaphan, Zeeschelde, België

Uitgangssituatie: Als veiligheidsmaatregel aan te leggen gecontroleerd overstromingsgebied in de polders van Kruibeke Bazel Rupelmonde wordt door aangepast sluisbeheer onder gecontroleerd gereduceerd getij gezet om slik- en schorgebieden te ontwikkelen

Functies: Veiligheid, scheepvaart, natuur.

Situering in estuarium: Grens brak-zoet.

Doel: Combinatie natuurontwikkeling, ecologisch functioneren van het estuarien systeem, veiligheid.

Specifieke ingreep: Bouwen van ringdijk, aanpassen overlooptdijk, inbouwen sluisen die in twee richtingen controleerbaar zijn.

Dimensie van ingreep: 300 ha

Datum van uitvoering: Bij verkrijgen van bouwvergunning.

Resultaten:

Beoordeling:

Referenties artikels: (Meire et al., 1997)

Referenties (Anonymus, 1994a), (Overmars & Helmer, 1999), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: *Baie des Veys, Normandië, Frankrijk*

Uitgangssituatie: De baai kent door progressieve inpolderingen een versnelde verlanding en een verhoogde turbiditeit ten nadele van de schelpdierencultuur. Akkerbouw in sommige polders niet rendabel door problemen met (zout)watertoevoer en afvoer.

Functies: Schelpdierenteelt, visserij, natuur, landbouw.

Situering in estuarium: zout.

Doel: Herstel getijdenregime in polders voor: bevordering primaire productie, verhogen biodiversiteit, tegengaan verlanding van de baai, slibvang van vervuild rivierslib, verminderen turbiditeit bij schelpdierencultuur.

Specifieke ingreep: Permanent openen van sluizen in twee of meerdere polders, verschillende scenario's worden modelmatig onderzocht.

Dimensie van ingreep: 900 ha

Datum van uitvoering: Voorstel: 1995, model, haalbaarheidsstudie bezig.

Resultaten:

Beoordeling:

Referenties artikels:

Referenties (Brossard, 1995)

Project: *Barn Island Wildlife Management Area, Connecticut, VS*

Uitgangssituatie: Schor omdijkt in 1946 om vogelhabitat te creëren. In 1978 werd getijdeninvloed gedeeltelijk hersteld door een buis. Referentie schor werd elke 3-4 jaar gemaaid.

Functies:

Situering in estuarium: Zout

Doel: Herstellen van getijdeninvloed om schorgebied te herstellen.

Specifieke ingreep: Aanleg van een buizen door dijk in 1978 (Ø 1,5 m) en in 1982 (Ø 2,1 m).

Dimensie van ingreep: Beide schorren zijn ongeveer 20 ha.

Datum van uitvoering: 1978

Resultaten: Hersteld schor herbergt een vergelijkbare of grotere diversiteit en dichtheid aan vogels dan natuurlijk schor.

Beoordeling: De herintroductie van getijdeninvloed heeft geleid tot een schor dat een belangrijke ecologische functie vervult.

Referenties artikels: (Brawley et al., 1998)

Referenties

Project: *Drakes Island Marsh, Wells, Maine in the Wells National Estuarine Research Reserve, New England, VS*

Uitgangssituatie: Hoog schorgebied afgesloten van de getijdeinvloed door de aanleg van een weg in 1848. Systeem in 1987 gekarakteriseerd als een zoet tot brak schor zonder getijdeninvloed.

Functies:

Situering in estuarium: Zout

Doel: Gebied opnieuw onder getijdeninvloed stellen om natuurlijke functies te herstellen.

Specifieke ingreep: Er heeft een ongepland herstel van de getijdeinvloed plaatsgevonden doordat de uitwateringssluis (0,9 m diameter) onder de aangelegde weg de klep verloor, waardoor de sluis permanent open kwam te staan.

Dimensie van ingreep: 40 ha.

Datum van uitvoering: Maart 1988

Resultaten: Getijdenregime meer door dood-springtij dan dagelijks getij bepaald, grondwatertafel en -zoutgehalte vergelijkbaar, ook visdichtheid en -soorten vergelijkbaar. Na 8 jaar een lage (ipv hoog) schorvegetatie ontwikkeld, mogelijk door ander getijdenregime.

Beoordeling: Niet geheel succesvol. Door ander getijdenregime ontwikkelt zich waarschijnlijk geen vegetatie zoals op het referentieschor. Vishabitat lijkt wel hersteld.

Referenties artikels: (Burdick et al., 1997), (Peck et al., 1994), (Sinicrope et al., 1990)

Referenties

Project: *Hatches Harbour Dike, Provincetown, Maryland, VS*

Uitgangssituatie:	Gebied dicht bij een luchthaven staat reeds onder gereduceerd getij door gewone buisen in de dijk, door de beperkte doorstroombopening echter is de getij-amplitude te klein, de ontwatering onvoldoende en de zoute vegetatie vervangen door riet.
Functies:	
Situering in estuarium:	zout
Doel:	Herstel en uitbreiding van zoute schorren met halofyten door de instroomopening te vergroten zodat de toegelaten getij-amplitude vergroot en de afwatering sneller en beter kan gebeuren.
Specifieke ingreep:	Installatie van rechthoekige afsluitbare sluizen met regelbare opening die gradueel vergroot wordt zodat schorontwikkeling gelijktijdig met accretie gebeurt zonder voorafgaande fase met slik en rottende vegetatie. Aanleg van een ringdijkje.
Dimensie van ingreep:	40 ha
Datum van uitvoering:	1999
Resultaten:	25% toename van getij-amplitude, vnl lagere laagwaters door betere ontwatering, verlaging poriënwater, verzouting van de wortelzone, toename in aantal en individueel gewicht van bivalven
Beoordeling:	na minder dan een jaar lijken de processen zich te ontwikkelen in de gewenste richting
Referenties artikels:	
Referenties	(Farris & Portnoy, 1998) (Farris & Portnoy, 2000)

Project: *Isipingo lagoon and estuary, Zuid-Afrika*

Uitgangssituatie:	Mond van het estuarium is dichtgeslibd door een verminderd debiet van de Isipingo rivier, waardoor de getijdeninvloed is gedempt. Een poging tot herstel is gedaan door 2 buizen aan te leggen door de zandbanken.
Functies:	Recreatie, industrie, water voorziening.
Situering in estuarium:	Zout tot brak.
Doel:	Verbeteren van de getijdeninvloed in het estuarium.
Specifieke ingreep:	Het aanleggen van extra buizen door de zandbanken die de mond van het estuarium blokkeren.
Dimensie van ingreep:	De 2 buizen die reeds zijn aangelegd hebben een diameter van 1 m.
Datum van uitvoering:	
Resultaten:	
Beoordeling:	
Referenties artikels:	(Kalicharran & Diab, 1993)
Referenties	

Project: *Long Island Sound National Estuarine Restoration Project, Connecticut, VS*

Uitgangssituatie:	Vloeimeers met afwateringssluizen.
Functies:	Landbouw.
Situering in estuarium:	Zout.
Doel:	Schor herstel.
Specifieke ingreep:	Bewust niet herstellen van kapotte uitwateringssluizen, verwijderd na een aantal jaren en instroomopening vergroot door brugopening te vergroten.
Dimensie van ingreep:	
Datum van uitvoering:	1970
Resultaten:	Schor verhoogt sneller in vergelijking met ongestoorde referentie of andere gedempt getij schorren, dit compenseerde de verhoogde waterstand, zodat het schor bleef. Vegetatie verjongde van hoge schorre naar lage schorvegetatie.
Beoordeling:	Dankzij de graduele opvoering van het tij-regime (eerst sluizen stuk, vervolgens verwijderd, dan toegang verbreed) veranderde het schor niet in een plas maar verjongde het.
Referenties artikels:	(Anisfeld et al, 1999)
Referenties	

Project: *Marsh Amelioration along the River Schelde, België en Nederland*

Uitgangssituatie: Scheldepolder, populierbos, maisakker en weiland, omgeven door niet functionele dijken aan landzijde en waterkerende dijk met uitwateringssluis naar de Schelde toe. Gemiddelde hoogte van de polder 2,6m TAW.

Functies: Momenteel landbouwgebruik, gewestplanbestemming bos, aangekocht als Vlaams natuurreservaat.

Situering in estuarium: Zoet.

Doel: Uitbreiden van de estuariene invloed door gereduceerd gecontroleerd getij. Kleinschalig project om processen te evalueren en resultaten te gebruiken toepassing op grote schaal in nog in te richten gecontroleerde overstromingsgebieden.

Specifieke ingreep: Ombouwen van ringdijk tot waterkerende dijk. Uitwateringssluis wordt omgebouwd voor in- en uitwatering, bijkomende inwateringssluis om spring-tijd dood-tijd te simuleren.

Dimensie van ingreep: 10 ha

Datum van uitvoering: 2000-2001.

Resultaten:

Beoordeling:

Referenties artikels:

Referenties (Anonymus, 1998), (SOESMA, 2000), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: *Mill Brook Marsh, Stratham, New Hampshire, VS*

Uitgangssituatie: Schorregebied dat door de aanleg van een weg in 1970 van getijdeninvloed afgesneden werd, vegetatie gedomineerd door zoutwater soorten slechts enkele zouttolerante individuen werden gevonden.

Functies:

Situering in estuarium: Brak.

Doel: Gebied opnieuw onder getijdeninvloed stellen om natuurlijke functies te herstellen.

Specifieke ingreep: Plaatsen van een buis (2,1 m diameter) onder de weg, en verwijderen van de klep van een reeds aanwezige ontwateringssluis (diameter onbekend).

Dimensie van ingreep: 4,5 ha.

Datum van uitvoering: Oktober 1993.

Resultaten: Getijderegime, grondwater tafel en -zoutgehalte vergelijkbaar met referentie schor. Na 2 jaar zoetwater vegetatie (*Lythrum*, *Aster*, grassen) vervangen door zouttolerante soorten (*Vaucheria*, *Juncus* en *Spartina*) en visdichtheid en -soorten vergelijkbaar.

Beoordeling: Tijdens periode van drooglegging heeft inklinking plaatsgevonden. Echter binnen enkele jaren wordt een goed ontwikkelde schorvegetatie verwacht. Vishabitat is ook hersteld.

Referenties artikels: (Burdick et al., 1997)

Referenties

Algemene opmerkingen naar (Brockmeyer et al., 1997), (Reed et al., 1997), (Steinke, 2000):

- Het inlaten van water via kunstwerken gaat gepaard met een lagere sedimentatiesnelheid van het ingepolderde gebied ten opzichte van naburige natuurlijke schorren. Dit wordt veroorzaakt door een verminderde uitwisseling met de rivier.
- Door verminderde export van lokaal organisch materiaal naar de rivier neemt het organisch gehalte sneller toe in gebieden die via sluizen onder getijdeninvloed staan.
- Het gradueel opvoeren van de getijamplitude voorkomt slikvorming en het massaal wegrotten van de oorspronkelijke vegetatie. De schorvorming volgt de sedimentatie in het gebied en de vegetatie wordt gradueel vervangen.

Besluit

- Toepasbaar in het ganse Schelde-estuarium
- Maatregel lijkt succesvol te kunnen zijn om ecologisch functioneel intergetijdengebied te doen ontstaan.
- Het overstromingsregime is bepalend voor de evolutie van de vegetatieontwikkeling en opbouw van een voedselweb.
- Over het algemeen is er door de beperkte uitwisseling een lagere sedimentatiesnelheid en een

snellere accumulatie van organisch materiaal. In de praktijk zullen deze echter afhankelijk zijn van het samenspel van een aantal plaatsgebonden factoren en van het ingestelde overstromingsregime.

- Uitzonderlijk kunnen vogels en vissen een vergelijkbare diversiteit en dichtheid opbouwen maar in de meeste gevallen blijven soortenrijkdom en dichtheid lager dan in natuurlijke schorren.
- De grootste kans op succes kan verwacht worden bij het creëren van een overstromingsregime voor slik of laag schor, waarbij het gebied kan rijpen door de frequente overstromingen.

3.2.3 Hoofdgroep 3: Herstel van natuurlijke overgangen en gradiënten

Definitie maatregel: **Herstellen van de zoet-zout en droog-nat gradiënten.**

Project: *Isipingo lagoon and estuary, Zuid-Afrika*

Uitgangssituatie: Mond van het estuarium is dichtgeslibd door een verminderd debiet van de Isipingo rivier, waardoor de getijdeninvloed is gedempt. Een poging tot herstel is gedaan door buizen aan te leggen door de zandbanken.
Functies: Recreatie, industrie, water voorziening.
Situering in estuarium: Zout tot brak.
Doel: Verbeteren van de getijdeninvloed in het estuarium.
Specifieke ingreep: Baggeren van zand dat de mond van het estuarium gedeeltelijk blokkeert.
Dimensie van ingreep: Onbekend.
Datum van uitvoering:
Resultaten:
Beoordeling:
Referenties artikels: (Kalicharran & Diab, 1993)
Referenties rapporten:

Project: *Marsh Amelioration along the River Schelde, België en Nederland*

Uitgangssituatie: Een waardevol natuurgebied langs de Schelde met slufferachtige kenmerken dat door verzanding nauwelijks meer onder invloed van het getij staat. Verder wordt het bedreigd door afslag van de duinen.
Functies: Natuur, recreatie, scheepvaart.
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Het behouden van de slufferachtige kenmerken van het gebied en het realiseren van natuurontwikkeling.
Specifieke ingreep: Uitdiepen van de bestaande geul (10 tot 80 cm), plaatsen van stuifschermen en aanplant van zandhaver.
Dimensie van ingreep: 7,5 ha.
Datum van uitvoering: Oktober 1997.
Resultaten: In oktober 1999 bleek dat met name de zeezijde van de geul verondiept is door verzanding en dichtstuiving. Maar voorlopig blijft de geul diep genoeg om eens per jaar water door te laten, een nieuwe ingreep is de komende jaren nog niet aan de orde.
Beoordeling: Succesvol m.b.t. herstel van overstromingsregime. Effect op biologische componenten (nog) niet geëvalueerd.
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymus, 1998), (Niesing et al., 1996), (Spierings, 2000)

Project: *Olympics 2000 site, Sydney, Australië*

Uitgangssituatie: Oppervlakte schorregebied is afgenomen met >50% in de laatste 60 jaar. Verder is in het overgebleven gebied de getijdeninvloed sterk gereduceerd door stockeren van baggerspecie en het dichtslibben van kanalen die zorgen voor verbinding met rivier.
Functies:
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Herstellen van het verstoorde getijdenregime in het schorregebied.
Specifieke ingreep: Graven van een kanaal van de rivier naar het schorregebied. Vooraf werden in 1996 aanplantingen van oa *Spartina* verricht en werden gebieden opnieuw genivelleerd.
Dimensie van ingreep: 30 ha.
Datum van uitvoering: Aanplant in 1996 en kanaal in februari 1997.
Resultaten: Modelvoorspellingen mbt overstromingsregime van het gebied waren niet geheel juist, waardoor een groot gedeelte van de aanplant stierf. Echter door herstel van getijdenregime wordt in de komende jaren een herstel van schorrenvegetatie verwacht.
Beoordeling: Voorlopig niet geheel succesvol. In de komende jaren wordt een verbetering van de groei van vegetatie verwacht.
Referenties artikels: (Burchett et al., 1998)
Referenties rapporten:

Algemene opmerkingen naar (van den Berghs et al, 1999), (De Wolf, 1996)

- In het Waddengebied (NL) werd een themagroep gradiënten opgericht. De doelstelling van deze groep omvat het herstellen van zoet-zout en land-water gradiënten in het waddengebied. Verschillende maatregelen streven de volgende doelen na:
 - de zoet-zout gradiënten zo natuurlijk mogelijk laten verlopen
 - het spuiregime van de afwateringssluizen afstemmen op de visintrek
 - het behouden en uitbreiden van het schorrenareaalDe projecten die in het kader van dit programma worden uitgevoerd worden nader toegelicht in (van den Berghs et al, 1999)
- Het Zwin is een sluftegebied aan de Noordzeekust waarvan de monding aan sterke verzanding onderhevig is. Om de opening te vrijwaren werden reeds maatregelen genomen:
 - het openingskanaal verplaatsen
 - uitbaggeren van het toevoerkanaal
 - uitgraven van een put die als zandvang moet dienenVerdere toelichting over de problematiek en oplossingen kan worden gevonden in (De Wolf, 1996).

Besluiten:

- Toepasbaar in het ganse Schelde-estuarium van toepassing
- Het uitgraven of uitdiepen van een toevoerkanaal naar schorren in een sluftegebied blijkt vaak een tijdelijke oplossing. De ingreep moet na enkele jaren herhaald worden.

3.2.4 Hoofdgroep 4: Uitbreiding van het intergetijdengebied

1 : Getijdengebied; afgraven

Definitie maatregel: Herstellen van overstromingsregime typisch voor een intergetijdengebied (slikken en schorren) door buitendijks gebied af te graven.

Project: *Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmaphan, Zeeschelde, België*

Uitgangssituatie: Ketenissepolder is een buitendijkse akker en weide, opgehoogd door zonevreemd zandig materiaal en omgeven door zomerdijk

Functies: Scheepvaart

Situering in estuarium: In de overgangzone tussen brak en zoet

Doel: Herstellen van intergetijdengebied in de buitendijkse zone van de Schelde.

Specifieke ingreep: Afgraven tot op net onder slikniveau, met een schuine helling, zodat terreinvreemd materiaal verwijderd wordt, een laag scheldesediment wordt afgezet en een natuurlijk substraat ontstaat.

Dimensie van ingreep: 30 ha

Datum van uitvoering: 2000-2001.

Resultaten:

Beoordeling:

Referenties artikels:

Referenties (Anonymus, 1994a), (Hoffmann & Meire, 1997), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: *Chesapeake Bay, Maryland, VS*

Uitgangssituatie: Gebied van nature boven niveau van intergetijdengebied.

Functies:

Situering in estuarium: Brak, overstroming mede bepaald door wind.

Doel: Experiment om te onderzoeken of afgraven van gebieden in combinatie met aanplant kan leiden tot intergetijdengebied ontwikkeling.

Specifieke ingreep: Afgraven van gebied en aanleggen van een krekensysteem. Aanplant van brakwatervegetatie.

Dimensie van ingreep: 2 ha.

Datum van uitvoering: Voorjaar 1983.

Resultaten: Na het beïnvloeden van de lage pH en P-concentratie (waarschijnlijk door bemesten en bekalken) vestigde de aangeplante vegetatie zich.

Beoordeling: Project succesvol, de aangeplante vegetatie vestigde zich.

Referenties artikels: (Broome, 1990)

Referenties rapporten:

Project: *Chocolate Bay, Matagorda Bay, Stedman Island, Texas, VS*

Uitgangssituatie: Drie onbegroeide baggerdepots langs de Texaanse kust.

Functies:

Situering in estuarium: Zout - brak.

Doel: Creëren van schor

Specifieke ingreep: Afgraven tot intergetijdengebied en aanplant met *Spartina alterniflora*.

Dimensie van ingreep: Gebieden 8,1 ha, 8 ha en 5 ha groot.

Datum van uitvoering: Respectievelijk in 1983, 1984 en 1981.

Resultaten: Bij analyse in 1986 blijkt in gecreëerd schor organisch gehalte en infauna lager te zijn, saliniteit, zuurstof, temperatuur en visgebruik gelijk te zijn, bovengrondse biomassa en stengeldichtheid hoger te zijn in vegetatie met natuurlijk schor.

Beoordeling: Evolutie naar natuurlijk schor verwacht. Verder lijkt infauna gerelateerd te zijn aan organisch gehalte.

Referenties artikels: (Minello & Zimmerman, 1992)

Referenties rapporten:

Project: *Dills Creek, Newport estuary, North Carolina, VS*

Uitgangssituatie: Gebied niet onderhevig aan getijde en begroeid met naaldbomen.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout - brak.
 Doel: Creëren van schor als mitigatie.
 Specifieke ingreep: Verwijderen van naaldbomen, afgraven tot intergetijdengebied en aanplant van *Spartina*.
 Dimensie van ingreep: 0,9 ha.
 Datum van uitvoering: 1985
 Resultaten: Na 3 jaar blijkt dat gecreëerd schor in ontwikkeling achter blijft bij 2 referentie schorren. Te laag organisch gehalte van de bodem wordt gedeeltelijk verantwoordelijk gehouden voor dit verschil.
 Beoordeling: Niet succesvol, gecreëerd schor functioneert niet als een natuurlijk schor. Schorgebieden moeten niet als vervangbare habitatten gezien worden.
 Referenties artikels: (Moy & Levin, 1991)
 Referenties rapporten:

Project: *Lincoln street marsh wetland mitigation, Puyallup estuarium, Pierce County, Washington, VS*

Uitgangssituatie: Intergetijdengebied dat is opgevuld met baggerspecie.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Creëren van een getijdengebied met slikken, schorren en krekens, met een overgang naar hoger gelegen delen met grasland en bomen.
 Specifieke ingreep: Afgraven van opgehoogde delen tot contouren die bij gewenste habitats horen, aanleggen van een nieuwe inlaat om getijdeninvloed te herstellen en aanplant van *Carex*.
 Dimensie van ingreep: 3,9 ha.
 Datum van uitvoering: 1985.
 Resultaten: Herkolonisatie door *Carex* was zeer snel (viervoud van aanplant na een groeiseizoen), gebied wordt gebruikt door jonge zalm, ook gebruik van gebied door watervogels was goed te noemen.
 Beoordeling: Eerste waarnemingen duiden op een geslaagd project. Nog te vroeg voor uiteindelijke evaluatie. Wel werd sedimentatie waargenomen bij de inlaat wat kan leiden tot beïnvloeding van het overstromingsregime.
 Referenties artikels: (Josselyn et al., 1990)
 Referenties rapporten:

Project: *Newport River estuary, Morehead city, North Carolina, VS*

Uitgangssituatie: Opgehoogd baggerdepot.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Creëren van een zoutwater schor.
 Specifieke ingreep: Afgraven tot 0,58-1,03 m boven GLW en aanplant met *Spartina*.
 Dimensie van ingreep: 0,9 ha.
 Datum van uitvoering: 1990
 Resultaten: In gecreëerd schor organisch gehalte lager, denitrificatie veel lager, in- en epifauna lager, nitrificatie vergelijkbaar en bovengrondse biomassa hoger in vergelijking met natuurlijk schor. Inventarisatie van 1991-1994
 Beoordeling: Schor in vroeg stadium van successie, laag schor ontwikkelt sneller dan hoog schor, suggestie om eerder voor creëren van laag schor te kiezen. Functionaliteit in microbiële activiteit blijft achter doordat zuurstof in de zandige bodem kan doordringen.
 Referenties artikels: (Levin et al., 1996), (Thompson et al., 1995)
 Referenties rapporten:

Project: Pamlico River estuary, North Carolina, VS

Uitgangssituatie: Supratidaal gebied.
Functies:
Situering in estuarium: Brak.
Doel: Creëren van schor.
Specifieke ingreep: Afgraven tot intergetijdengebied en aanplant met *Spartina alterniflora*.
Dimensie van ingreep: 2,1 ha.
Datum van uitvoering: 1983
Resultaten: Op basis van analyses van poriënwater bleek na 5 jaar in het gecreërd schor organisch C en N, NH₄, PO₄, pH lager te zijn en zuurstof, Fe, Mn, NO₃ hoger te zijn dan in een natuurlijk schor. Het organisch gehalte van de bodem was lager in gecreëerd schor.
Beoordeling: Schorren zijn niet gelijkwaardig, mogelijk wordt het stadium van een natuurlijk schor nooit bereikt. De verwachting is in ieder geval dat de ontwikkeling vele jaren gaat duren.
Referenties artikels: (Craft et al., 1991)
Referenties rapporten:

Project: San Diego Bay, California, Sweetwater Marsh National Wildlife Refuge, VS

Uitgangssituatie: Gebieden waren door baggersuppleties opgehoogd tot boven intergetijdengebied.
Functies:
Situering in estuarium: Zout tot brak
Doel: Compensatie van habitatverlies voor light-footed clapper rail (*Rallus longirostris levipes*) door aanleg wegen.
Specifieke ingreep: Door middel van afgraven werden acht schoreilanden gecreëerd. Aanplant van *Spartina* op de lagere oevers van de eilanden.
Dimensie van ingreep: Totaal gebied ongeveer 5 ha.
Datum van uitvoering: Afgraving in 1984 en aanplant in 1985.
Resultaten: Vier jaar na aanleg was 50% van afgegraven schor begroeid, maar bovengrondse biomassa was 50% lager, epibenthic invertebraten aantal en dichtheid was lager en substraat van afgegraven schor was armer dan natuurlijk schor.
Beoordeling: Geen succes. Geen clapper rails op schor. Van een functie-index (100% voor natuurlijk schor) bleek maar 60% vervangen, voornamelijk door arm substraat. Mogelijk bemesting nodig. Als vervanging van 1:1 ha onmogelijk blijkt dan meer ha compensatie nodig.
Referenties artikels: (Zedler & Langis, 1991)
Referenties rapporten:

Project: Sarah's Creek, Gloucester county, Virginia, VS

Uitgangssituatie: Gebied dat van nature boven het intergetijdengebied ligt.
Functies:
Situering in estuarium: Brak.
Doel: Creëren van brakwater schorgebied als mitigatie.
Specifieke ingreep: Afgraven van gebied tot niveau typisch voor intergetijdengebied, aanplant met *Spartina* en de aanleg van een kanaal op 1 m onder GLW.
Dimensie van ingreep: 0,65 ha.
Datum van uitvoering: 1987
Resultaten: Na 5 jaar bleek dat temperatuur, zuurstofgehalte, vogelgebruik, benthische fauna en visdiversiteit gelijk aan referentie schor. Echter organisch C, vegetatie bedekking, vogelbroedplaatsen, visdichtheid waren lager dan in referentie schor.
Beoordeling: Niet geheel succesvol. Natuurlijke schorren lijken veel meer op elkaar dan op gecreëerd schor.
Referenties artikels: (Havens et al., 1995)
Referenties rapporten:

Algemene opmerkingen naar (Haltiner et al., 1997), (French, 1996), (Josselyn et al., 1990) :

- Schorvorming heeft minder kansen in een sediment arme omgeving.
- Als sediment op een opgehoogd schor vervuild is, moet alle sediment worden afgegraven, zelfs als dit betekent dat er tot onder GHW moet worden afgegraven.
- Aan te raden is om gebied tot beneden verwachte schorhoogte af te graven, natuurlijke depositie van sediment zorgt voor een betere ontwikkeling van bodemeigenschappen (met name organisch gehalte en krekens).
- Foutief aangelegde krekens blijken vaak stabiel te zijn dan verwacht en resulteren in ongewenste effecten, zoals lage sedimentatie of ongewenste erosie.

Besluit

- Toepasbaar op de zones 1-4 van het Schelde-estuarium.
- Het is aan te raden is om het gebied af te graven tot op hoog slik niveau, zodat natuurlijke sedimentatie zorgt voor een rijke sliklaag die essentieel is voor schorvorming.

2: Getijdengebied: constructie

Definitie maatregel: Het aanleggen van constructies die intergetijdengebieden beschermen en gelegenheid geven tot aangroei door middel van sedimentatie.

Project: Kwelderwerken, Waddenzee, Denemarken

Uitgangssituatie: Dijken langs de kust leden veel schade door zware stormen in 1976 en 1981.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Kustbescherming.
 Specifieke ingreep: Aanleg van bezinkvelden (gem 200x200 m) van rijzendammen die ongeveer 10-15 cm boven GHW liggen. Hierin wordt een drainagesysteem aangelegd.
 Dimensie van ingreep: 700 ha.
 Datum van uitvoering: Ongeveer tussen 1981 en 1985.
 Resultaten: Er vindt sedimentatie plaats, relatief langzaam met 1-2 cm/ jaar. Na natuurlijke herkolonisatie door *Spartina* en *Salicornia* neemt deze snelheid toe. Naar verwachting duurt het 15-25 jaar voordat een volledig begroeid schor op GHW-niveau is gegroeid.
 Beoordeling: Succesvol. Nieuwe schorren groeien in de aangelegde bezinkvelden, echter geen ontwikkeling van natuurlijk krekensstelsel.
 Referenties artikels: (Jensen, 1996)
 Referenties rapporten:

Project: Kwelderwerken, Waddenzee, Duitsland

Uitgangssituatie: Schorren worden gewaardeerd als natuurlijke kustverdediging,
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Versterking en bescherming van de schorren als kustbescherming.
 Specifieke ingreep: Aanleg van bezinkvelden (gem 200x200 m) van rijzendammen die ongeveer 10-15 cm boven GHW liggen. Hierin wordt een drainagesysteem aangelegd.
 Dimensie van ingreep: Ongeveer 10.000 ha.
 Datum van uitvoering: Onbekend. Kwelderwerken begonnen vanaf 1860.
 Resultaten: Sedimentatie heeft geleid tot de vorming van duizenden ha aan kwelders, die dienen als kustverdediging.
 Beoordeling: Succesvol.
 Referenties artikels: (Hofstede, 1996)
 Referenties rapporten:

Project: *Kwelderwerken, Waddenzee, Noord Nederland*

Uitgangssituatie: Bezinkvelden op onbegroeide slikken aangelegd als landaanwinningswerken.
Functies: Natuur, visserij, scheepvaart.
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Bescherming van kwelders en mogelijkheid geven tot uitbreiding ervan voor kustbescherming.
Specifieke ingreep: Aanleg van (400x400 m) bezinkvelden van rijzendammen voor de kust, met een afwateringsstelsel. De bezinkvelden werden soms verder gecompartmenteerd, de rijzendammen zorgen voor een afname van de golfenergie en het ontwateringssysteem zorgt voor goede groeiomstandigheden voor de vegetatie.
Dimensie van ingreep: Enkele duizenden ha, verdeeld over de kusten van de Waddeneilanden, Friesland, Groningen en de Dollard.
Datum van uitvoering: Vanaf 1935.
Resultaten: Bezinkvelden werken goed. Sedimentatiesnelheden van 10-30 cm per jaar worden waargenomen. Verkleining van de oppervlakte van de velden lijkt succesvol omdat golfbeweging verder beperkt wordt.
Beoordeling: Succesvol.
Referenties artikels: (Dijkema, 1997)
Referenties rapporten: (Bergs et al., 1992)

Project: *Mississippi River delta (Louisiana) wetland herstel, VS*

Uitgangssituatie: Twee schor- en slikgebieden onderhevig aan erosie, door gecombineerd effect van zeespiegelrijzing en landdaling van de Mississippi Delta Vlakte. Er werd een getijverschil van 10 tot 30 cm gemeten.
Functies: Scheepvaart
Situering in estuarium: Brak tot zoet
Doel: Erosie verminderen door golven te breken. Sedimentatie bevorderen en herkolonisatie door schorvegetatie mogelijk maken.
Specifieke ingreep: Enkele tientallen meters voor de schorgebieden werden hekken geconstrueerd die bestonden uit kribben die werden opgevuld met kerstbomen.
Dimensie van ingreep: In totaal 300 m aan hekwerk, verdeeld over twee gebieden van 2 en 4 ha.
Datum van uitvoering: Januari 1989 en maart 1990
Resultaten: Golven werden met 50% gedempt. Erosie werd tegengegaan, sedimentatie achter de hekken werd bevorderd, hoewel een factor 2 verschil in zwevend stof tussen beide gebieden was sedimentatie gelijk. Herkolonisatie werd op 1 station waargenomen.
Beoordeling: Hekken kunnen sedimentatie en herkolonisatie bevorderen. Aanbevolen om ze te plaatsen in ondiepe gebieden en minder dan 5 cm beneden niveau van aanwezige schorvegetatie.
Referenties artikels: (Boumans et al., 1997)
Referenties rapporten:

Project: *Project Lamsoor, Wester- en Oosterschelde, Nederland*

Uitgangssituatie: Het schor Zuidgors langs de Westerschelde erodeerde met 5,4 m per jaar door verhoogde golfaanval, deze wordt veroorzaakt door een verlaging van de vooroever door het opdringen van de geul.
Functies: Scheepvaart, natuur, visserij.
Situering in estuarium: Zout.
Doel: Tegengaan van erosie en sedimentatie te bevorderen waardoor de golfaanval op de schorren zal verminderen, hierbij wordt het dynamische karakter in stand gehouden.
Specifieke ingreep: Aanleg van 6 kribben (100 tot 150 m lang) van wiepen en rijshout loodrecht op de schorren, gelijk verdeeld over een afstand van 500 m.
Dimensie van ingreep: 500 m.
Datum van uitvoering: September 1992.
Resultaten: In 1997 bleek erosie verminderd naar 2,2 m per jaar. Tussen kribben heeft sedimentatie plaatsgevonden, echter nog onvoldoende om de golfslag afdoende te breken en daarmee de erosie te stoppen.
Beoordeling: Erosie is verminderd. Verwacht wordt dat bij voortzetting van het bevorderen van sedimentatie de erosie verder wordt tegengegaan.
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Consemulder, 1992), (Consemulder et al., 1998), (Postma, 1992)

Algemene opmerkingen naar (Wannings et al., 1996), (Carpenter, 1996), (Storm, 1999):

- De aanleg van geulwandverdedigingen in de Westerschelde stopt laterale erosie van slikken en landwaarts wordt in 4 van de 6 beschouwde situaties sedimentatie waargenomen.
- Sedimentatieproces wordt alleen versterkt op plaatsen waar sedimentatie of slechts lichte erosie plaatsvindt, oftewel het sedimentbudget moet het toelaten een situatie te creëren waar sedimentatie wordt bevorderd.
- Door hoge installatie kosten wordt aanleg voor eroderende schorren en slikken afgeraden.

Besluit

- Toepasbaar in de zones 1-2 van het Schelde-estuarium en in zone drie tot aan de Kerncentrale van Doel, daar waar er nog min of meer sprake is van een meergeulensysteem. Verderop in de Zeeschelde is er onvoldoende ruimte en zijn de oevers te steil.
- Mits voldoende aanvoer van sediment en beperkte golfaanval kan deze maatregel met succes toegepast worden.

3: Getijdengebied; suppletie

Definitie maatregel: Zandsuppletie toepassen met als doel het intergetijdengebied te beschermen en aangroei te stimuleren.

Project: Bolivar peninsula, Galveston Bay, Texas, VS

Uitgangssituatie: Ondiep water gebied langs de oever.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout - brak.
 Doel: Creëren van schor op baggerdepot.
 Specifieke ingreep: Gebied werd afgegraven, gedeeltelijk bedijkt als bescherming tegen golfaanval, volgestort met bagger en aangeplant met *Spartina*. Later waren aanvullende maatregelen nodig tegen erosie.
 Dimensie van ingreep: 8 ha.
 Datum van uitvoering: 1974
 Resultaten: Rond 1989 bleek vegetatie zich goed te hebben gevestigd en het gebied doorstond een orkaan.
 Beoordeling: Succesvol. Vegetatie vestigde zich en baggerspecie werd vastgelegd.
 Referenties artikels: (Chabreck, 1990)
 Referenties rapporten:

Project: Louisiana Coastal Wetland Restoration Plan, Louisiana, VS

Uitgangssituatie: Experimentele opzet: tot ondiepwater afgegraven schor
 Functies:
 Situering in estuarium:
 Doel: Evaluatie van het gebruik van gebaggerd slib, verrijkt met houtafval voor het creëren van nieuwe schorren. De verrijking heeft als doel het organisch gehalte en de nutriëntenconcentratie van het sediment te verhogen om schorontwikkeling te versnellen.
 Specifieke ingreep: ondiep waterzone opvullen met slib verrijkt met verschillende hoeveelheden houtafval.
 Dimensie van ingreep: Per gebied ongeveer 1,5 ha.
 Datum van uitvoering: Nog niet uitgevoerd.
 Resultaten:
 Beoordeling:
 Referenties artikels: (Williams, 1999)
 Referenties rapporten:

Project: *Manahawkin, New Jersey, VS*

Uitgangssituatie: Onbekend.
Functies:
Situering in estuarium Brak - zoet.
Doel: Creëren van hoog schor als mitigatie voor de aanleg van een pijpleiding.
Specifieke ingreep: Verhoging van gebied met zand en aanplant van *Scirpus patens*.
Dimensie van ingreep: 0,3 ha.
Datum van uitvoering: 1977
Resultaten: In 1987 bleek *Spartina alterniflora* de belangrijkste soort te zijn. Problemen waren er door ongeschikte hoogteligging en arme bodem.
Beoordeling: Geen beoordeling opgesteld.
Referenties artikels: (Shisler, 1990)
Referenties rapporten:

Project: *Snow's Cut, North Carolina, VS*

Uitgangssituatie: Opgehoogd gebied ten gevolge van opslag gebaggerd materiaal.
Functies:
Situering in estuarium Brak.
Doel: Stabilisatie en vasthouden van de gesuppleerde baggerspecie.
Specifieke ingreep: Aanplant van *Spartina alterniflora*.
Dimensie van ingreep: 0,9 ha.
Datum van uitvoering: 1971
Resultaten: In 1996 geen verschil in biomassa met referentie schor, wel lager N en organisch gehalte in sediment. Dichtheid en aantal benthische organismen hoger, maar wel in andere samenstelling.
Beoordeling: Succesvol in schorontwikkeling. Organisch gehalte van sediment hoog genoeg voor ontwikkeling van schor vergelijkbaar met referentieschor. Effectiviteit in stabilisatie niet geëvalueerd.
Referenties artikels: (Craft et al., 1999)
Referenties rapporten:

Project: *Stedman Island, Texas, VS*

Uitgangssituatie: Onbegroeid baggerdepot.
Functies:
Situering in estuarium Zout.
Doel: Creëren van zout schor.
Specifieke ingreep: Aanplant van *Spartina alterniflora*.
Dimensie van ingreep: 5 ha.
Datum van uitvoering: Onbekend.
Resultaten: Na 2 jaar was 95% van het gebied begroeid. Na ruim drie jaar begon op de lagere delen de vegetatie af te sterven. Op de hogere delen leek vegetatie gezond.
Beoordeling: Redelijk succesvol. Mogelijk reden voor afsterven van vegetatie zijn: te hoge saliniteit, sulfide concentraties, chemische verontreiniging, onvoldoende beluchting of N limitatie.
Referenties artikels: (Chabreck, 1990)
Referenties rapporten:

Project: *Winyah Bay, South Carolina, VS*

Uitgangssituatie: Ondiep water gebied.
Functies:
Situering in estuarium Zout.
Doel: Creëren van zoutwater schor met behulp van baggerspecie.
Specifieke ingreep: Opvullen van gebied tot een hoogte van een zout schorgebied, geen aanplantingen werden verricht.
Dimensie van ingreep: 30 ha.
Datum van uitvoering: 1974.
Resultaten: Natuurlijke hervegetatie na drie jaar.
Beoordeling: Succesvol. Wel discussie of het vervangen van ondiepwater gebied voor schorgebied te verantwoorden is.
Referenties artikels: (Broome, 1990)
Referenties rapporten:

Algemene opmerkingen naar: (Marcus, 1993), (Haltiner et al., 1997), (Wanningen et al., 1996), (Carpenter, 1996)

- Op zandig materiaal kan schorvegetatie groeien, maar condities blijken vaak te arm te zijn.
- Herstel zal eerder mislukken in een sediment arme omgeving
- Het gebruik van organisch rijk baggerslib kan de tijd van schorvorming van 30-50 jaar tot 10 jaar verkorten.
- Aan te raden is het schorvormingsproces te initiëren in plaats van het ganse schor te creëren, krekken worden natuurlijker gevormd en natuurlijke sedimentatie zorgt voor aanvoer van organisch rijk sediment.
- Opslag/ hergebruik van top laag van bestaand schor is aan te raden wegens de goede benodigde eigenschappen (N en organisch materiaal).
- Bij suppletie voor een bestaand schorgebied moet worden gewaakt dat schorren en krekken niet verzanden en dat gesuppleerd zand niet de geul in wordt gespoeld, tevens moet bodemfauna zich kunnen herstellen tussen opeenvolgende suppleties.
- Timing van suppletie lijkt belangrijk. In Essex (Engeland) werd gesuppleerd zand grotendeels weggespoeld tijdens eerstvolgend hoogwater.

Besluit

- Toepasbaar op zones 1-2 van het Schelde-estuarium en tot aan de kerncentrale van Doel in zone drie tot waar het meergeulensysteem in een enkele geul overgaat. De vraag is of het wenselijk is om het ene habitat type te vervangen door het andere (ondiepwatergebied, slik, schor).
- Als deze maatregel specifiek gebruikt is om intergetijdengebied uit te breiden, blijkt dat deze vooral toepasbaar is in stroomluwtes waar (lichte) sedimentatie plaatsvindt en de suppletie moet rijk zijn aan organisch materiaal en N.
- In de Verenigde Staten vooral uitgevoerd om baggerdepots te stabiliseren en tegelijkertijd schor te ontwikkelen, vegetatie vestiging is meestal succesvol, vooral op slibrijke bagger, op meer zandige bagger zijn condities vaak te arm.

3.2.5 Hoofdgroep 5: Fixatie van intergetijdengebied

1: Schorfixatie; constructie

Definitie maatregel: Aanleggen van constructies om schorrand te fixeren.

Project: Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmaphan, Zeeschelde, België

Uitgangssituatie: Oever die aan erosie onderhevig is maar waar schorklif nog zeer klein is.
Functies: Scheepvaart, natuur.
Situering in estuarium Zoet.
Doel: Slikfixatie met biezen.
Specifieke ingreep: Aanplanten van biezen op hoog slik om oevererosie te bestrijden.
Dimensie van ingreep: 0,3 ha
Datum van uitvoering: 1993
Resultaten: Begroeide slikzones vertonen hogere stabiliteit qua hoogteligging dan niet begroeide en helpen schoraanwas. Maar biezen bieden niet voldoende weerstand aan erosieve aanvallen.
Beoordeling: Door de relatief steile helling en sterke stroming blijft vestiging beperkt tot een smalle strook, eronder is de overspoelingsduur te lang, erboven is er concurrentie met riet. Biezen kunnen slechts beperkt erosie bestrijden in de Zeeschelde.
Referenties artikels: (Hoffmann et al., 1997)
Referenties rapporten: (Hoffmann, 1993), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmaphan, Zeeschelde, België

Uitgangssituatie: Schorranden met een steile schorklif die onderhevig zijn aan erosie. Vrije sedimentatie-erosie processen zijn niet aanvaardbaar omwille van de scheepvaart.
Functies: Scheepvaart, natuur.
Situering in estuarium Zoet
Doel: Fixatie van de schorrand waarbij er een geleidelijker overgang tussen slikken en schorrand ontstaat i.p.v. het aanbrengen van harde breuksteen. De constructie kan tijdelijk als slibvang fungeren, de hoogste niveau's kunnen spontaan begroeien.
Specifieke ingreep: Aanbrengen van een vlechtwerk van perkoenpalen en wilgenteenbussels in 2 of drie terrassen. Door het aanbrengen van dwarsrijen ontstaan langwerpige cellen waarin slib kan sedimenteren.
Dimensie van ingreep: Ongeveer 5 km verspreid over de verschillende schorren die aan erosie onderhevig zijn.
Datum van uitvoering: 1995-heden
Resultaten: De constructies vervullen hun technische functies minstens even goed als de breuksteenbestortingen, er is duidelijk sedimentatie in de compartimenten, tot nog toe is er nergens begroeiing.
Beoordeling: Als erosiebestrijding en slibvang positief, het creëren van geleidelijker overgangen en de vestiging van pioniersvegetaties kan slechts over een langere termijn beoordeeld worden.
Referenties artikels: (Hoffmann et al., 1997)
Referenties rapporten: (Anonymus, 1994), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: Pine Knoll Shores, North Carolina, VS

Uitgangssituatie: Eroderende oever.
Functies:
Situering in estuarium Zout.
Doel: Voorkomen van erosie.
Specifieke ingreep: Aanplanten van *Spartina alterniflora* op eroderende oever.
Dimensie van ingreep: 0,3 ha.
Datum van uitvoering: 1974
Resultaten: In 1996 geen verschil in biomassa en sediment samenstelling met referentie schor, dichtheid en aantal benthische organismen hoger.
Beoordeling: Succesvol in schorontwikkeling. Het aangelegde schor lijkt vergelijkbaar met referentieschor. Erosie werd succesvol tegengegaan.
Referenties artikels: (Broome, 1990), (Broome et al., 1986), (Craft et al., 1999)
Referenties rapporten:

Algemene opmerkingen naar (Carpenter, 1996), (Hoffmann et al., 1997), (Storm, 1999):

- Een harde verdediging blijkt in Engeland meest effectief. Gewaakt moet worden voor ondergraving van de verdediging
- Ook in Vlaanderen en Nederland worden schorranden gefixeerd met breukstenen en schanskorven. In Vlaanderen zou de alternatieve methode met perkoenpalen en wilgenteenbussels minstens even efficiënt zijn. Een echte kosten-baten analyse werd niet echt teruggevonden.

Besluit

- Toepasbaar in het ganse Schelde-estuarium
- De schorrand kan worden gefixeerd met aanplant, vlechtwerk van perkoenpalen en wilgenbussels of breuksteen. Bij een zachte geleidelijke overgang van slik naar schor met relatief weinig stroming lijkt aanplanting de aangewezen maatregel, omdat deze bovendien de mogelijkheid tot schoraanwas geeft. Bij een steile overgang kan terrasbouw de overgang geleidelijker maken, waarbij perkoenpalen te verkiezen zijn omwille van het esthetisch aspect. Fixatie van schorrand met breuksteen kan erosie voorkomen, maar de steile overgang blijft en natuurlijke processen worden hiermee belemmerd.

2 : Schorfixatie; suppletie

Definitie maatregel: Zandsuppletie gebruiken om de schorrand tegen erosie te beschermen.

Project: Coffee Island, Alabama, VS

Uitgangssituatie: Schor dat onderhevig was aan erosie door golfaanval.
 Functies:
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Bescherming van schor tegen golven.
 Specifieke ingreep: Suppletie van baggerspecie, aanplant met *Spartina* en zachte bescherming werd aangebracht aan zeezijde van suppletie.
 Dimensie van ingreep: Niet precies bekend, maar vrij klein.
 Datum van uitvoering: Onbekend.
 Resultaten: Na 2 jaar bleek vegetatie zich gevestigd te hebben en bleek er sedimentatie plaats te vinden. Schor werd effectief beschermd tegen erosie.
 Beoordeling: Succesvol.
 Referenties artikels: (Chabreck, 1990)
 Referenties rapporten:

Project: Project Lamsoor, Wester- en Oosterschelde, Nederland

Uitgangssituatie: Het schor bij Anna Jacobapolder langs de Oosterschelde erodeerde met ongeveer 2 m per jaar door ondergraving van het schor door golfaanval. Sedimentaantvoer gestopt door sluiting van Philipsdam.
 Functies: Natuur, recreatie, visserij.
 Situering in estuarium: Zout.
 Doel: Tegengaan van erosie door het fixeren van de schorrand, overige processen moeten zoveel mogelijk dynamisch blijven.
 Specifieke ingreep: Aanleg van kleibekleding (8 m breed en 0,8 m dik) tegen en voor de schorrand, hiermee wordt onder meer de teen van de schorrand beschermd tegen erosie.
 Dimensie van ingreep: 200 m.
 Datum van uitvoering: Oktober 1992.
 Resultaten: In 1997 bleek de kleibekleding de rand van het schor te hebben gestabiliseerd, de niet verdedigde rand is met 2,25 m achteruit gegaan. De kleibekleding is over de jaren geërodeerd maar de kleiteen blijft het schor tegen ondergraving beschermen.
 Beoordeling: Effectieve vermindering van de erosie van het schor is bewerkstelligd.
 Referenties artikels:
 Referenties rapporten: (Consemulder, 1992), (Consemulder et al., 1998), (Postma, 1992)

Algemene opmerkingen naar (Storm, 1999):

- Klei tegen de schorrand aanplakken is alleen zinvol als: golfaanval beperkt is, erosie vooral aangrijpt op de teen van de schorrand, regelmatig onderhoud acceptabel en uitvoerbaar is en de kwaliteit van de klei gewaarborgd is.
- Door suppletie wordt het bodemleven verstoord, dit herstelt echter relatief snel. Suppletie in de wintermaanden heeft het minste verstoring tot gevolg.
- Door suppletie kunnen schorren en krekens verzanden, dit kan ongewenst zijn en moet daarom in de gaten gehouden worden.

Besluit

- Toepasbaar in de zones 1-2 van het Schelde-estuarium en tot aan de Kerncentrale van Doel in zone 3
- Deze maatregel kan toegepast worden als de golfaanval beperkt is, maar gewaakt moet worden voor verzanding van het schorgebied en ontoelaatbare verstoring van het bodemleven.
- Indien baggerslib gebruikt wordt kan dit als een win-win situatie beschouwd worden, mits het baggerslib de juiste kwaliteit heeft en aan de hierboven vermelde voorwaarden voldaan wordt.

3.2.6 Hoofdgroep 6: Natuurvriendelijke dijkverdediging

1: Dijkverdediging terrassen

Definitie maatregel: Terrasconstructie die in de bestaande dijkstructuur wordt aangelegd voor een meer natuurvriendelijke dijkverdediging.

Project: Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmoplan, Zeeschelde, België

Uitgangssituatie: Dijken onderhevig aan erosie.
 Functies: Scheepvaart, natuur.
 Situering in estuarium Zoet.
 Doel: Ecologisch gefundeerd dijkonderhoud, vervanging van harde breuksteen.
 Specifieke ingreep: Vlechtwerk van perkoenpalen en wilgenteenbussels met dwarsrijen zodat langwerpige cellen ontstaan waarin sedimentatie kan optreden, en waarin naargelang de hoogteligging op langere termijn vegetatie kan ontwikkelen.
 Dimensie van ingreep: 500 m
 Datum van uitvoering: 1996-nu
 Resultaten: Constructie houdt stand, werkt als slibvang maar nog geen vegetatie ontwikkeling.
 Beoordeling: Valabele vervanging van breuksteen, evaluatie van vegetatie ontwikkeling heeft langere termijn nodig.
 Referenties artikels: (Hoffmann et al., 1997), (Meire et al., 1997)
 Referenties rapporten: (Anonymus, 1994), (Van den Bergh et al., 1999)

Project: Algemene Milieu-Impactstudie voor het eerste deel van het Sigmoplan, Zeeschelde, België

Uitgangssituatie: Met breuksteen verharde dijk.
 Functies: Scheepvaart, natuur.
 Situering in estuarium Overgang brak-zoet.
 Doel: Ecologische aanpassing van de dijkverdediging.
 Specifieke ingreep: Invoegen van onverharde terrassen in de dijk zodat schor en/of slikplateau's kunnen ontstaan (getrapt dijktaalud).
 Dimensie van ingreep: Ongeveer 8 km, plateau's tot 10 m breed.
 Datum van uitvoering: 90-nu
 Resultaten: Gedeeltelijk begroeid met zouttolerante vegetatie (bv biezten), slikplateau's gebruikt door watervogels.
 Beoordeling: Functioneel om longitudinale continuïteit in ecologische structuren te herstellen/bevorderen (verbindingengebieden).
 Referenties artikels: (Hoffmann et al., 1997), (Meire et al., 1997)
 Referenties rapporten: (Anonymus, 1994), (Van den Bergh et al., 1999)

Algemene opmerkingen naar (Broome, 1990):

- Golfaanval kan groei van vegetatie op zachte dijkverdediging belemmeren.

Besluit

- Toepasbaar in zones 3-4 van het Schelde-estuarium.
- Op basis van toepassingen in het brakke gedeelte van de Zeeschelde lijkt deze maatregel een bijdrage aan de longitudinale gradiënt te kunnen leveren. Ook in zone 2 kan deze maatregel in principe toegepast worden maar dit heeft enkel zin op die plaatsen waar het daadwerkelijk zou bijdragen aan de longitudinale continuïteit en daar waar de golfslag niet te sterk is. Terrassen onderhevig aan golfslag en sterke stroming hebben minder kans op vestiging van vegetatie en blijven slikplateau's.

3.2.7 Hoofdgroep 7: Maatregelen gericht op bepaalde vegetatietypes of ontwikkelingen

1 : Vegetatie: aanplanten

Definitie maatregel: Aanplanten van vegetatie om een bepaald vegetatietype in stand te houden of te ontwikkelen.

Project: Chesapeake Bay, Maryland, VS

Uitgangssituatie: In Chesapeake Bay liep bedekking met ondergedoken waterplanten sterk terug als gevolg van verhoogde nutriëntengehalten en zwevend stof concentratie.
Functies: Recreatie, scheepvaart, natuur.
Situering in estuarium: Zout tot zoet.
Doel: Bepalen van de habitateisen van ondergedoken waterplanten door levensvatbaarheid van aanplanten te monitoren en zodoende herkolonisatie versnellen.
Specifieke ingreep: Aanplanten van niet nader genoemde ondergedoken waterplanten op kleine schaal en waterkwaliteitsparametersmonitoren.
Dimensie van ingreep: In totaal werden 94 aanplanten verricht van enkele tientallen vierkante meters verspreid over de zoet-zout gradiënt.
Datum van uitvoering: 1983-1989.
Resultaten: Habitatieisen voor 1 meter diepte in zoet-brak water zijn: Kd < 2 /m, zwevend stof < 15 mg/l, chlorophyl a < 15 ug/l, P < 0,02 mg/l. Deze zijn voor brak-zout: Kd < 1,5 /m, zwevend stof < 15 mg/l, chlorophyl a < 15 ug/l, N < 0,01 mg/l en P < 0,02 mg/l.
Beoordeling:
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymous, 1992)

Project: Chesapeake Bay, Maryland, VS

Uitgangssituatie: Onbekend.
Functies:
Situering in estuarium: Brak, overstrooming mede bepaald door wind.
Doel: Creëren van begroeide oever dat als mitigatiegebied kan dienen in geval van verlies op andere plaatsen door wegeaanleg.
Specifieke ingreep: Aanplant van onder andere *Spartina* op een oever.
Dimensie van ingreep: 3,7 ha.
Datum van uitvoering: Zomer 1982.
Resultaten: Onbekend.
Beoordeling: Succesvol. Oever is geheel begroeid en ontwikkeld.
Referenties artikels: (Broome, 1990)
Referenties rapporten:

Algemene opmerkingen naar (Carpenter, 1996), (Josselyn et al., 1990), (Broome, 1990), (Chabreck, 1990), (Shisler, 1990), (Storm, 1999), (Broome et al., 1988), (Hawkins et al., 1999):

- De hoogteligging van de aanplant ten opzichte van het getijdenregime is cruciaal voor het succes van de aanplant en/of uitbreiding.
- Het gebruik van lokale soorten voor aanplanten is aanbevolen, er moet voor gezorgd worden dat aanplanten in het juiste seizoen gebeurt, in gebieden met minder golfaanval en met compatibele bodemeigenschappen (pH, saliniteit, vochtigheid, textuur).
- Aanplanten kan herkolonisatie versnellen, zeker als er geen zaadbank in de buurt is van waaruit herkolonisatie kan aanvangen.
- Zaaïen is minder succesvol dan aanplant, maar wel minder arbeidsintensief.
- Verschillende projecten van aanplant in Engeland mislukten door verkeerde planning en/of selectie van plaatsen. Op plaatsen waar de oorzaak van de achteruitgang adaptief werd aangepakt was aanplant wel succesvol.
- Een grotere dichtheid van aanplant is nodig op eroderende oevers.
- Het transplanteren of aanplanten van Zeegrasbedden (*Zostera marina*) wordt op grote schaal toegepast maar verloopt niet altijd even succesvol doordat uitgangssituatie niet voldoende

aangepast is. Vaak is er een netto verlies doordat de donor zeegrasbedden beschadigd worden en/of door het mislukken van de aanplant. Bovendien blijken aangeplante Zeegrasbedden genetisch armer te zijn dan natuurlijke.

Besluit

- In principe kunnen over de ganse lengte van het Schelde-estuarium vegetaties aangeplant worden, de wenselijkheid ervan wordt hier in het midden gelaten.
- Bij *Spartina* aanplanten moet aandacht besteed worden aan bodemeigenschappen (saliniteit, textuur, topografie), (over)stromingsregime, seizoen, soort selectie, dichtheid van aanplant. Aanplanten is meer succesvol dan zaaien, maar arbeidsintensiever. Natuurlijke kolonisatie is verkiesbaar boven aanplant, mits er een goede zaadbank in de buurt is en de situatie er zich toe leent. Natuurlijke herkolonisatie is sneller in zoetwater getijdengebieden (1-2 groeiseizoenen) dan in brakke of zoute.
- Aangeplante schorren en ondergedoken vegetaties zijn genetisch armer dan natuurlijke, het is een wijzere strategie om de bestaande te behouden in plaats van telkens te vernietigen en te compenseren.

Toelichting: Bij veel restauratie projecten is aanplant (voornamelijk *Spartina* of *Zostera*) een versterking van een bredere maatregel (bv schorontwikkeling), zodat ze niet als specifieke cases voor aanplanten kunnen geëvalueerd worden. Vaak worden er algemene aanbevelingen/ opmerkingen gedaan, hierop is dit besluit dan ook gebaseerd.

2 : Vegetatie: bemesting

Definitie maatregel: Bemesten van (aangeplante) vegetatie om vestiging te versnellen.

<i>Project:</i>	<i>San Diego Bay, California, Sweetwater Marsh National Wildlife Refuge, VS</i>
Uitgangssituatie:	De vegetatie op een aangelegd schor bleek minder hoog te zijn dan op een natuurlijk schor door arme bodemsamenstelling. Hierdoor was het geen geschikt habitat voor vogels.
Functies:	
Situering in estuarium	Zout.
Doel:	Testen of het bemesten van aanplant resulteerde in een hogere bovengrondse biomassa productie en of dit leidde tot een rijkere bodemsamenstelling.
Specifieke ingreep:	Experimentele opzet waarin aanplantingen met verschillende bemestingsniveau's behandeld werden.
Dimensie van ingreep:	In totaal werden 7 behandelingen getest, waaronder twee controles.
Datum van uitvoering:	Voorjaar 1990
Resultaten:	Hoewel bovengrondse biomassa proportioneel toenam met toegevoegde N, was deze half van de biomassa op een naburig natuurlijk schor. Verder bleek bodem niet verrijkt te worden, waarschijnlijk door hoge decompositie en zandige structuur van de bodem.
Beoordeling:	Niet succesvol. Bemesting bleek er niet voor te kunnen zorgen dat de produktieniveau's van natuurlijke schorren benaderd kon worden.
Referenties artikels:	(Boyer & Zedler, 1999), (Boyer & Zedler, 1998), (Gibson et al., 1994)
Referenties rapporten:	

Algemene opmerkingen naar (Broome, 1990), (Shisler, 1990), (Perry et al., 1997), (Broome et al., 1988):

- Bemesting kan, afhankelijk van lokale bodemeigenschappen, in sommige gevallen de vestiging van aanplanten versnellen.
- Aangeraden wordt slow-release N bemesting, toegepast onder de grond.

Besluit

- Kan in principe over de ganse lengte van het Schelde-estuarium toegepast worden maar is als maatregel weinig zinvol omdat zandige bodems de aanrijking niet vasthouden en bij slibrijke bodems bemesting meestal overbodig is.

3: Vegetatie: vraatbescherming

Definitie maatregel: Aanbrengen van een constructie om vegetatie (al dan niet aangeplant) te beschermen tegen vraat.

Algemene opmerkingen naar (Broome, 1990):

- Beschermen van aanplant gedurende enkele groeiseizoenen tegen vraat door bv ganzen kan nodig zijn om vestigingskansen voor aangeplante vegetatie te vergroten.

Besluit

- In theorie toepasbaar op alle zones van het Schelde-estuarium
- Er werden geen specifieke cases behandeld, enkel de opmerking dat bescherming de vestigingskansen van aanplanten kan verhogen.

3.2.8 Hoofdgroep 8: Maatregelen gericht op ontwikkeling van visbiotoop

1: Visbiotoop

Definitie maatregel: **Biotoopontwikkeling in het stroomgebied ten behoeve van vissen.**

Project:	<i>Delaware Bay, New Jersey, VS</i>
Uitgangssituatie:	Onbedijkte hoge rietschorren zijn weinig toegankelijk en ongeschikt voor secundaire productie van vissen en andere nektonsoorten doordat vegetatie, hoogte, steile oeverwallen, overstromingsregime en uitbouw van het krekensysteem niet optimaal zijn.
Functies:	Visserij, natuur
Situering in estuarium	Zout tot brak
Doel:	Als compensatie voor schade die de koelwaterinstallatie van een elektriciteitscentrale aanbrengt aan nektonproductie wordt schor terug geschikt gemaakt als visbiotoop, de nodige oppervlakte werd met een foodchain model berekend, factor x4 als foutenmarge
Specifieke ingreep:	Besproeien met herbiciden, gecontroleerd afbranden om dense rietmonovegetatie terug te dringen, testprogramma voor lange termijn rietcontrole en herstel van microtopografie door sulfaat toevoeging, inzaaien van <i>Spartina alterniflora</i> .
Dimensie van ingreep:	2258 ha
Datum van uitvoering:	1996-1997
Resultaten:	na het afbranden van het riet bleek dat de kleinere vertakkingen van het krekennetwerk grotendeels verdwenen waren, in experimentele plots wordt in eerste instantie onderzocht hoe de vegetatie best beheerd wordt om tot een geschikt visbiotoop te evolueren
Beoordeling:	nog geen
Referenties artikels:	(Teal & Weinstein, in press), (Weinstein et al., 1997), (Weinstein et al., in press), (Weinstein, 1998), (Weinstein & Balletto, 1999)
Referenties rapporten:	

Project:	<i>San Diego Bay, California, Sweetwater Marsh National Wildlife Refuge, VS</i>
Uitgangssituatie:	Drie stations waren al schor, een station was een baggerdepot.
Functies:	
Situering in estuarium	Zout tot brak
Doel:	Compensatie van foerageerplaats voor least tern (<i>Sterna albifrons browni</i>)
Specifieke ingreep:	Graven van kanalen die geschikt zijn als visbiotoop.
Dimensie van ingreep:	In totaal werd gegraven in een schorgebied van 20 ha.
Datum van uitvoering:	1984 (3 stations) en 1990 (1 station)
Resultaten:	Gegraven kanalen waren minder fijn vertakt en breder dan natuurlijke kanalen, maar bleken effectief in het aantrekken van vis. Gedurende twee opeenvolgende jaren 75% van soortenrijkdom en dichtheid van natuurlijke kanalen. De vorm van de kanalen bleek belangrijker dan de leeftijd in het voorzien van vishabitat.
Beoordeling:	De doestelling werd gehaald. Aanbevolen wordt om kanalen te graven die qua vorm, hydrologie en complexiteit de natuurlijke zo dicht mogelijk te benaderen. Verder moet organisch gehalte van bodem hoog genoeg zijn voor vegetatiegroei.
Referenties artikels:	(Williams & Zedler, 1999)
Referenties rapporten:	

Algemene opmerkingen naar (Haltiner et al., 1997), (Desmond et al., 2000), (Weinstein, 1998):

- Kreeken zijn een belangrijk habitat voor vissen. In geval van lage sedimentaanvoer kan graven van krekennetwerk nodig zijn om ontwikkeling van habitat te stimuleren. In geval van genoeg sedimentaanvoer is natuurlijke ontwikkeling een betere optie.
- Graven van kreeken dient te gebeuren op basis van een lokaal referentie krekensysteem.
- De soortensamenstelling van de schorvegetatie en de toegankelijkheid ervan bij hoogwater door aanwezigheid van niet te steile oeverwallen zijn belangrijk.

Besluit

- In principe toepasbaar op alle zones van het Schelde-estuarium
- Uitgraven van een krekensysteem als visbiotoop lijkt effectief, rijpheid van kreeken lijkt minder van belang dan de vorm ervan en de geleidelijke overgang naar begroeide schorren.

2: Vismigratie

Definitie maatregel: Maatregelen ten behoeve van vismigratie

Project: Chesapeake Bay, Maryland, VS

Uitgangssituatie: Bovenstroomse gebieden onbereikbaar voor migrerende vissen.
Functies:
Situering in estuarium: Zoet.
Doel: Opnieuw bereikbaar maken van bovenstroomse gebieden als habitat en paaiplaats.
Specifieke ingreep: Verwijderen van obstakels zoals dammen en uitwateringssluizen.
Dimensie van ingreep: Deze maatregel werd op 13 plaatsen uitgevoerd en in totaal werd 160 km in Chesapeake Bay weer bereikbaar voor migrerende vissen.
Datum van uitvoering: 1997-1998.
Resultaten: Geen van de afzonderlijke projecten werd geëvalueerd. Wel werden visuitzettingen in het stroomgebied gevolgd en hiervan werden vissen teruggevonden stroomafwaarts.
Beoordeling:
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymous, 1999)

Project: Chesapeake Bay, Maryland, VS

Uitgangssituatie: Bovenstroomse gebieden zijn onbereikbaar voor migrerende vissen.
Functies:
Situering in estuarium: Zoet.
Doel: Opnieuw bereikbaar maken van bovenstroomse gebieden als habitat en paaiplaats.
Specifieke ingreep: Aanleg van Denil vistrappen. Deze vistrappen bestaan uit een goot met daarin schuin tegen de stroom ingerichte schotten waarin een v-vorm is uitgesneden.
Dimensie van ingreep: Aanleg van 11 Denil vistrappen maakte 184 km weer toegankelijk voor migrerende vissen.
Datum van uitvoering: 1997-1998.
Resultaten: Bij een Denil vistrap werden migrerende vissen gesignaleerd. Meer evaluaties niet beschikbaar.
Beoordeling:
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymous, 1999)

Project: Chesapeake Bay, Maryland, VS

Uitgangssituatie: Bovenstroomse gebieden onbereikbaar voor migrerende vissen.
Functies:
Situering in estuarium: Zoet.
Doel: Opnieuw bereikbaar maken van bovenstroomse gebieden als habitat en paaiplaats.
Specifieke ingreep: Aanleg van onder andere visliften, vistrappen en bekkentrappen.
Dimensie van ingreep: Met de aanleg van 20 constructies werd 224 km weer toegankelijk voor migrerende vissen in Chesapeake Bay.
Datum van uitvoering: 1997-1998.
Resultaten: Uit monitoring bij visliften bleek dat migrerende vissen gebruik maakten van deze constructie. Verder werden migrerende soorten gevonden in een rivier die 155 jaar ontoegankelijk is geweest.
Beoordeling:
Referenties artikels:
Referenties rapporten: (Anonymous, 1999)

Algemene opmerkingen naar (Rogers et al., 1994):

- Een alternatief beheer van sluizen en overlaten, gericht op het creëren van migratiemogelijkheden heeft positieve effecten op het voorkomen van migrerende vissoorten. Op basis van de resultaten kon geen aanbeveling worden gedaan omtrent de beste beheersstrategie.

Besluit

- In principe toepasbaar in alle zones van het Schelde-estuarium
- De aanleg van vistrappen lijkt niet zinvol langs de Schelde omdat deze een lokstroom nodig hebben en dit met een getijdenregime niet haalbaar is. Een aangepast beheer van de uitwateringssluizen tijdens het paaiseizoen waarbij uitwisseling met de polder mogelijk wordt, biedt meer perspectief.

3.2.9 Hoofdgroep 9: Maatregelen gericht op het ontwikkelen van vogelhabitat

1: Vogelinlagen

Definitie maatregel: **Aanleggen van een binnendijkse inlaag om het habitat van vogels uit te breiden of te vervolledigen.**

Project: Orne estuarium, Frankrijk

Uitgangssituatie: Polder achter duinen.
 Functies: Natuurgebied, gericht op vogels.
 Situering in estuarium: Zout
 Doel: Beheer van het waterniveau zodat plassen en plas-dras toestanden ontstaan.
 Specifieke ingreep: Invoegen van twee inwateringssluizen die bij hoge hoogwaters zeewater in het gebied laten, er wordt gestreefd naar een hoger niveau van augustus tot april en iets lager tot eind juni, extra laag in augustus voor de sterns.
 Dimensie van ingreep: 20 ha
 Datum van uitvoering: 1986
 Resultaten: Inwateringssluizen voldoen niet (2x 400mm buizen) en moeten vervangen worden door dubbele diameter
 Beoordeling: Gebruik van het gebied door vogels nam toe zowel voor overwintersaars, overzomeraars als voor broedvogels
 Referenties artikels:
 Referenties rapporten: (Anonymus, 1995), (Anonymus, 1991)

Algemene opmerkingen naar (Kramer, 1990):

In het kader van het plan Tureluur in de Oosterschelde worden verschillende inlagen aangelegd en gepland als binnendijkse uitbreiding van habitatten die geschikt zijn voor estuarien afhankelijke soorten.

Besluit

- In principe toepasbaar in alle zones van het Schelde-estuarium
- Daar waar in het buitendijksgebied bepaalde habitattypen voor estuarium-gebonden soorten onvoldoende aanwezig zijn (rust, broed, overtij, foerageer) kan dit door het inrichten van inlagen binnendijs verholpen worden zodat deze soorten toch nog kunnen stand houden in die gebieden.

2: Vogeleilanden + vogel substraat

Voor de vogelgerichte maatregelen die in Nederland uitgevoerd werden in het Deltagebied wordt naar de rapporten Wieland (1997), Arts & Meininger (1998) en Beijersbergen (1992) verwezen. Voor de aanleg van vogeleilanden en aanpassen van substraat aan de Haven van Zeebrugge wordt verwezen naar Veen et al. (1997) en Van Waeyenberghe (2000).

4 Algemene aanbevelingen en opmerkingen

De analyse van de beschikbare literatuur heeft buiten evaluaties van estuariene herstelmaatregelen een aantal bruikbare, maar meer algemene aanbevelingen en bedenkingen opgeleverd aangaande de uitvoering of toepassing van herstelmaatregelen. Aangezien deze niet ondergebracht kunnen worden bij een of meerdere maatregelen worden deze hieronder puntsgewijs opgesomd.

4.1 *Basisprincipes*

Hier moet onderscheid gemaakt worden tussen herstelmaatregelen en zgn. mitigatieprojecten.

- In het algemeen kan worden gesteld dat mitigatieprojecten zelden of nooit de functionaliteit van een verloren gegaan natuurlijk gebied vervangen, daarom zouden mitigatieprojecten met een hogere ratio dan 1:1 uitgevoerd moeten worden; m.a.w. als compensatie voor het verlies van één hectare estuarien habitat moet meer dan één hectare estuarien habitat gecreëerd of hersteld worden (Josselyn et al., 1990; Zedler & Callaway, 1999).
- De enige manier om de 'no net loss' doelstelling te bereiken bij mitigatieprojecten is door vervangbiotopen te verstrekken die even functioneel zijn als degene die vernietigd zullen worden, en dit vooraleer de vernietiging toegestaan is. Gezien de tijd die nodig is om de ecologische functionaliteit van een hersteld of gecreëerd gebied op te bouwen (zie verder) is 'no net loss' quasi onhaalbaar bij mitigatie (Zedler & Langis, 1991; Taussik, 1999).
- Soortgerichte herstelprojecten slagen er zelden in om de doelsoort aan te trekken, biodiversiteit in het algemeen blijft achteruitgaan en tot nog toe werd er geen enkele plant- of diersoort van de rode lijst gehaald als resultaat van (soortgerichte) herstelprojecten. Enerzijds wordt er te veel lokaal en te weinig op ecosysteem niveau gepland en geëvalueerd. Er zou bijvoorbeeld moeten gekeken worden naar de minimum vereiste oppervlakte en/of netwerkconfiguratie van habitatten langsheen het ecosysteem die nodig zijn om de regionale biodiversiteit te behouden. Anderzijds moet er meer inzicht in de ecologie en de functionele behoeften van de doelsoorten verworven worden om soortgerichte maatregelen succesvol te kunnen uitvoeren. (Zedler, 1988; 1991; 1996; Zedler & Powell, 1993).
- Bij een ecosysteembenadering voor estuarien herstel is het belangrijk de knelpunten correct te prioriteren om ze in de juiste volgorde van belang aan te pakken (Kennish, 2000).

4.2 *Bodemsamenstelling*

Uit vergelijking van de bodems van natuurlijke en gecreëerde intergetijdengebieden blijkt er vaak een verschil in organisch gehalte en nutriëntenconcentratie te zijn, deze zijn beide in natuurlijke intergetijdengebieden enkele malen hoger. De bodemsamenstelling van een gebied

dat ingepolderd is geweest of op andere wijze aan het overstromingsregime werd onttrokken, is blijkaar zodanig veranderd (bv oxidatie van organisch materiaal) dat deze op het moment van inundatie geen geschikt habitat kan bieden aan een volwaardige estuariene flora- en faunagemeenschap (Moy & Levin, 1991; Zedler & Langis, 1991; Havens et al., 1995; Lee et al., 1998; Sacco et al., 1994, Evans et al., 1999).

4.3 Herstelperiode

Veel studies (bv Craft et al., 1988; Craft et al., 1991; Levin et al., 1996; Josselyn et al., 1990; Minello & Webb, 1997; Sacco et al., 1994) concluderen dat de herstelperiode voor estuariene intergetijdengebieden lang is en loopt in de decennia, voornamelijk omdat de accumulatie van organisch materiaal en nutriënten een langzaam proces is. Verder lijkt er een hiërarchie te bestaan in de effectiviteit van herstel (Levin et al., 1996). Slikken lijken zich relatief snel te kunnen herstellen (Evans et al., 1999), terwijl herstel van hoge schorren een moeizame taak blijkt (Shisler, 1990). Overigens blijkt wel dat op een zoetwater schor een snellere natuurlijke rekolonisatie van vegetatie plaatsvindt dan op een zoutwater schor (Broome, 1990; Shisler, 1990).

4.4 Soortensamenstelling

Zoals reeds gesteld wordt het lager organisch gehalte vaak verantwoordelijk gehouden voor de relatief lage functionaliteit van gecreëerde schorren in vergelijking met natuurlijke. Deze vaststelling heeft gevolgen voor de structuur van het voedselweb van een schor. Dat deze niet eenduidig zijn zal blijken uit de volgende vergelijking tussen gecreëerde en natuurlijke schorren op basis van enkele faunagroepen.

Vissen: Sommige studies vinden een lagere soortenrijkdom en/of dichtheid (Moy & Levin, 1991; Havens et al., 1995), andere een gelijke (Minello & Zimmerman, 1992; LaSalle et al., 1991; Minello & Webb, 1997) in het gecreëerde schor in vergelijking met een natuurlijk schor. Vaak blijkt echter de vorm van het krekenselsel van een groter belang dan de ontwikkeling van het schor (Rulifson, 1991; Williams & Zedler, 1999; Minello & Webb, 1997; Havens et al., 1995;).

Benthische fauna: In de meeste gevallen wordt de functionaliteit uitgedrukt in benthische fauna van natuurlijke schorren niet gehaald in gecreëerde schorren. Echter er worden verschillen gevonden in de dichtheid (Sacco et al, 1994; Scatolini & Zedler, 1996) of soortenrijkdom en dichtheid (Minello & Zimmerman, 1992; Levin et al., 1996; Moy & Levin, 1991; Minello & Webb, 1997). Een gelijke samenstelling en dichtheid van benthische fauna werd gevonden door Peck et al. (1995), Havens et al. (1995) en LaSalle et al. (1991).

Mogelijke hiërarchie van herstel (slikken → relatief eenvoudig tot hoog schor → moeilijk) lijkt zich uit te drukken in bentische fauna herstel, met 3 jaar relatief snel op slikken (Evans et al., 1999) en sneller op lagere delen dan hogere delen van gecreëerd schor (Levin et al., 1996).

Vogels: De functie van een gecreëerd schor als vogelhabitat wordt lager (Havens et al., 1995; Melvin & Webb, 1998) of gelijkwaardig bevonden (Evans et al., 1999; Brawley et al., 1998). In gevallen dat functie als vogelhabitat lager was werd dit geweten aan een armere diversiteit aan habitatten binnen het schor.

4.5 Eindstadium

Het blijft onduidelijk of een gecreëerd schor ooit eenzelfde eindstadium als een natuurlijk schor zal kunnen bereiken. Sommige studies (bv Minello & Zimmerman, 1992; Craft et al., 1999; Peck et al., 1994) concluderen dat hoewel er nog een lange weg te gaan is het gebied zich ontwikkelt, andere studies (bv Moy & Levin, 1991; Craft et al., 1991) concluderen dat het gebied waarschijnlijk nooit een vergelijkbaar eindstadium zal bereiken.

5 Conclusies

Besluiten met betrekking tot de besproken herstelmaatregelen, hun toepasbaarheid in het Schelde-estuarium en een beoordeling naar de bijdrage die ze zouden leveren aan het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium worden in een overzicht weergegeven in Tabel 2. Met de toepasbaarheid wordt louter de technische haalbaarheid bedoeld om deze maatregel in de verschillende zones in het Schelde-estuarium toe te passen ongeacht het feit of zulks wenselijk zou zijn. Met de bijdrage aan het ecologisch functioneren van het estuarium worden de volgende vragen gesteld:

1. Versterkt de herstelmaatregel het natuurlijk functioneren van het estuarium? (Beoordeling B1)
2. Biedt de herstelmaatregel de mogelijkheid tot een zo autonoom mogelijke ontwikkeling van het lokale gebied? (Beoordeling B2)

Beide antwoorden + → + beoordeling

Een van beide antwoorden 0, of een combinatie van +/- → 0 beoordeling

Beide antwoorden - → - beoordeling

Zo worden maatregelen die gericht zijn op het uitbreiden van de estuariene invloed positief beoordeeld omdat verondersteld wordt dat ze het estuariene functioneren versterken als ze succesvol uitgevoerd worden. Maatregelen die gericht zijn op het versnellen van de natuurlijke successie verhinderen de natuurlijke evolutie van spontane processen en krijgen een negatieve beoordeling. Maatregelen die een natuurvriendelijk uitvoeringsalternatief zijn van ingrepen ten behoeve van de veiligheid of scheepvaart en zodoende de negatieve effecten ervan verminderen, krijgen een neutraal oordeel. Niet omdat de uitvoeringsalternatieven niet wenselijk zijn, maar omdat de maatregel op zich niet uitgevoerd wordt met het oog op het versterken van de natuurlijkheid in het estuarium.

Algemene conclusies met betrekking tot estuariene herstelprojecten:

- Er blijken heel wat ideeën, visies en projectvoorstellen te bestaan rond estuariene herstelmaatregelen. Sommige daarvan zijn uitgewerkt in zogen. 'Management plans' voor een volledig estuarium of gebied (bv. Ems, Weser, Elbe: Claus et al., 1993; Claus, 1998). Daadwerkelijk uitgevoerde projecten blijken er echter veel minder te zijn, en worden niet altijd opgevolgd en geëvalueerd.
- Het succes van een uitgevoerde herstelmaatregel hangt in grote mate af van de lokale omstandigheden. De abiotische randvoorwaarden dienen dan ook in detail onderzocht te worden.

- In meeste gevallen blijkt dat structuurkwaliteit en functionaliteit van natuurlijke gebieden niet geëvenaard wordt in gecreëerde gebieden.
- Een te laag organisch gehalte van de bodem lijkt vaak aan basis te liggen van verschillen in functionaliteit tussen gecreëerde en aangelegde schorren. Hierdoor kan een gecreëerd schor vaak niet een volledig voedselweb ondersteunen.
- De effecten van de andere omstandigheden in een gecreëerd gebied op het ontwikkelde voedselweb van zijn niet eenduidig. Vaak is het voedselweb onvolledig, maar dit komt op verschillende manieren tot uiting in de samenstelling van de faunagroepen.
- Aangezien mitigerende herstelmaatregelen zelden resulteren in gebieden met een vergelijkbare functionaliteit in vergelijking met natuurlijke, moet geconcludeerd worden dat een hogere dan 1:1 ratio in acht moet worden genomen.
- Er lijkt een hiërarchie te bestaan in herstelsucces, waarbij het herstellen van slikgebieden eenvoudiger en sneller lijkt dan het herstellen van een hoog schor. Dit is te verklaren doordat een slik een laag successiestadium van een schor is en er nog relatief weinig diagenetische processen hebben plaatsgevonden. Een hoog schor daarentegen is het resultaat van een jarenlange ontwikkeling van de bodem en het nabootsen hiervan blijkt op veel problemen te stuiten. Aangeraden wordt om waar mogelijk te beginnen in een zo laag mogelijk successiestadium.

Tabel 2: Evaluatie, toepasbaarheid in de verschillende zones van het Schelde-estuarium en beoordeling (B1 en B2, voor uitleg: zie tekst) voor de geanalyseerde maatregelen (voor de zone-indeling van het Schelde-estuarium zie Figuur 1).

Maatregel omschrijving	Toepasbaar op zone(s) van de Schelde				B1	B2	Besluiten
	1	2	3	4			
Ontpolderen; dijkdooibrak	X	X	X	X	+	+	Ontpolderen kan indien goed gepland een substantiële bijdrage aan uitbreiding van intergetijdengebied leveren. Starten vanuit de juiste uitgangshoogte (net onder GHW) en zeewaarts gerichte helling zijn belangrijk voor een goede kreekontwikkeling. Als het gebied hoog genoeg komt te liggen kan vegetatieontwikkeling worden verwacht. Aamplanten van vegetatie om kolonisatie te versnellen is zelden succesvol, de aanplant sterft af als de hoogteligging tov het getij niet de juiste is of wordt verdrongen door natuurlijke vegetatie. Een goede ontwikkeling van een gebied met slikken, kreken en schorren, dat even functioneel is als naburige functionele natuurlijke systemen vergt meerdere decennia. Accretie van organisch rijk estuariaen slib is nodig voor een goede schorbodementwikkeling, die de basis moet vormen van het voedselweb.
Sluisbeheer; occasioneel	X	X	X	X	+	0	De doelstellingen van de geëvalueerde projecten zijn zo uiteenlopend dat een eenduidige conclusie moeilijk te trekken is. Wel kan worden gesteld dat deze gebieden door vogels in gebruik worden genomen en dat in zout-brak gebied zoetwater vegetatie vervangen wordt door zouttolerante soorten.
Sluisbeheer; permanent	X	X	X	X	+	+	Maatregel lijkt succesvol te kunnen zijn om ecologisch functioneel intergetijdengebied te doen ontstaan. Het overstromingsregime is bepalend voor de evolutie van de vegetatieontwikkeling en opbouw van een voedselweb. Over het algemeen is er door de beperkte uitwisseling een lagere sedimentatiesnelheid en een snellere accumulatie van organisch materiaal. In de praktijk zullen deze echter afhankelijk zijn van het samenspel van een aantal plaatsgebonden factoren en van het ingestelde overstromingsregime. Uitzonderlijk kunnen vogels en vissen een vergelijkbare diversiteit en dichtheid opbouwen maar in de meeste gevallen blijven soortenrijkdom en dichtheid lager dan in natuurlijke schorren. De grootste kans op succes kan verwacht worden bij het creëren van een overstromingsregime voor slik of laag schor, waarbij het gebied kan rijpen door de frequente overstromingen.
Natuurlijke overgang; herstel	X	X	X	X	+	+	Het uitgraven of uiddiepen van een toeverkanaal naar schorren in een slufteergebied blijkt vaak een tijdelijke oplossing. De ingreep moet na enkele jaren herhaald worden.
Getijdengebied; afgraven	X	X	X	X	+	+	Het is aan te raden is om het gebied af te graven tot op hoog slik niveau, zodat natuurlijke sedimentatie zorgt voor een rijke slikläag die essentieel is voor schorvorming.
Getijdengebied; constructie	X	X	X		+	0	Mits voldoende aanvoer van sediment en beperkte golfaanval kan deze maatregel met succes toegepast worden.
Getijdengebied; suppletie	X	X			0	0	Als deze maatregel specifiek gebruikt is om intergetijdengebied uit te breiden, blijkt dat deze vooral toepasbaar is in stroomluwtes waar (lichte) sedimentatie plaatsvindt en de suppletie moet rijk zijn aan organisch materiaal en N. Maatregel is in de Verenigde Staten vooral uitgevoerd om baggerdepots te stabiliseren. vegetatie

							vestiging is meestal succesvol, vooral op slibrijke bagger, op meer zandige bagger zijn condities vaak te arm. De vraag is of het zinnvol is om het ene soort habitat kunstmatig in te ruilen voor een andere soort.	
Schorfixatie; constructie	X	X	X	X	0	-	0	De schorrand kan worden gefixeerd met aanplant, vlechtwerk van perkoempalen en wilgenbussels en breuksteen. Bij een zachte geleidelijke overgang van slik naar schor met relatief weinig stroming lijkt aanplanting de aangewezen maatregel, omdat deze bovendien de mogelijkheid tot schoraanwas geeft. Bij een steile overgang kan terrasbouw de overgang geleidelijker maken, waarbij perkoempalen te verkieszen zijn door de langere levensduur en omwille van het esthetisch aspect. Fixatie van schorrand met breuksteen kan erosie voorkomen, maar steile overgang blijft en natuurlijke processen worden hiermee belemmerd.
Schorfixatie; suppletie	X	X			0	-	-	Maatregel kan toegepast worden als de golfaanval beperkt is, maar gewaakt moet worden voor verzanding van het schorgebied en ontoelaatbare verstoring van het bodemleven. Wanneer baggerslib gebruikt wordt kan dit een win-win situatie genoemd worden.
Dijkverdediging terrassen		X	X	X	+	0	0	Op basis van toepassingen in het brakke gedeelte van de Zeeschelde lijkt deze maatregel een bijdrage aan de longitudinale gradient te kunnen leveren. In de Westerschelde moet nader bekeken worden waar deze uitvoering zinvol zou kunnen zijn. Terrassen onderhevig aan golfslag en sterke stroming hebben minder kans op vestiging van vegetatie.
Vegetatie; aanplanten	X	X	X	X	-	-	-	Het transplanteren van zeegras resulteert vaak in een netto verlies. Door verlies van donor zeegrasbedden en/of mislukken van de aanplant. Bij <i>Spartina</i> aanplanten moet aandacht besteed worden aan bodemeigenschappen (saliniteit, textuur, topografie), (over)stromingsregime, seizoen, soort selectie, dichtheid van aanplant. Aanplanten is meer succesvol dan zaaien, maar arbeidsintensiever. Natuurlijke kolonisatie is verkiesbaar boven aanplant, mits er een goede zaadbank in de buurt is en de situatie er zich toe leent. Natuurlijke herkolonisatie is sneller in zoetwater getijdengebieden (1-2 groeiseizoenen) dan in brakke of zoute.
Vegetatie; bemesten	X	X			-	-	-	Bemesting lijkt niet succesvol, omdat het vaak zandige karakter van de bodem de aanrijking niet vasthoudt. Bij slibrijke bodems is bemesting meestal overbodig.
Vegetatie; vraatbescherming	X	X	X	X	-	-	-	Geen specifieke cases behandeld, enkel de opmerking dat bescherming de vestigingskansen van aanplant kan verhogen.
Visbiotoop	X	X	X	X	+	-	0	Uitgraven van een krekensstelsel als visbiotoop lijkt effectief, rijpheid van kreken lijkt minder van belang dan de vorm.
Vismigratie	X	X	X	X	+	+	+	De aanleg van vistrappen lijkt niet zinnvol langs de Schelde omdat deze een lokstroom nodig hebben en dit met een getijdenregime niet haalbaar is. Een aangepast beheer van de uitwateringssluizen tijdens het paarseizoen waarbij uitwisseling met de polder mogelijk wordt, biedt meer perspectief.
Vogelinlagen	X	X	X	X	+	+	+	Daar waar in het buitendijksgebied bepaalde habitattypen voor estuarium-gebonden soorten onvoldoende aanwezig zijn (rust, broed, overtij, foerageer) kan dit door het inrichten van inlagen binnendijks verholpen worden zodat deze soorten toch nog kunnen stand houden in die gebieden.

6 Literatuur

- Anisfeld, S.C., Tobin, M.J. & Benoit, G. 1999. Sedimentation rates in Flow-restricted and Restored Salt marshes in Long Island Sound. *Estuaries*, 22 (2A) 231-244.
- Anonymus, 1991. Plan de gestion de l' Estuaire de l'Orne. Conservatoire de l'espace littoral et des Rivages Lacustres, Délégation de Basse -Normandie.
- Anonymus, 1992. Chesapeake Bay submerged aquatic vegetation habitat requirements and restoration targets: a technical synthesis. Chesapeake Bay Program 68-WO-0043.
- Anonymus, 1994a. Algemene milieu-impactstudie voor het eerste deel van het Sigmapijan, algemene beginselen en kader. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, nota AMIS-045, Brussel.
- Anonymus, 1995. Evaluation de l'application du plan de gestion de l'estuaire de l'Orne. Conservatoire de l'espace littoral et des Rivages Lacustres, Délégation de Basse - Normandie.
- Anonymus, 1998. Life project Mars, the restoration of estuarine habitats in the river Schelde. AMINAL afdeling Natuur, Instituut voor Natuurbehoud, Rijkswaterstaat directie Zeeland.
- Anonymus, 1999a. Removing impediments to migratory fishes in the Chesapeake Bay watershed. Fish Passage Workgroup of the Chesapeake Bay Program, Annual Progress Report 1997-1998.
- Anonymus, 1999b. Tollesbury experimental managed re-alignment site. Newsletter from English Nature issued 27 January 1999.
- Anonymus, 1999c. Hoogteontwikkeling Holwerderzomerpolder (Buitendijkse zomerpolder ten oosten van de Holwerder pier). Werkgroepkwelderwerken, 26 november 1999.
- Anonymus, 1994b) 1994b. Sonoma Baylands, Wetland demonstration project, Final demonstration project report and environmental assessment. US Army Corps of Engineers, California, April 1994.
- Arts, F.A., Meininger, P.L., 1998. Kustbroedvogels langs Oosterschelde en Westerschelde: ontwikkelingen, knelpunten en perspectieven. Bureau Waardenburg rapport 97.55, Rijkswaterstaat RIKZ werkdocument OS-97.885X.
- Barrett, N.E. & Niering W. A. 1993. Tidal marsh restoration: Trends in vegetation change using a geographical information system (GIS). *Restoration Ecology* march
- Beijersbergen, R., 1992. De populatiedynamiek van dwergsterns op de Hooge Platen. *De Levende Natuur* 93: 159-163.
- Bergs, J. van den, Bossinada, J.H., Dijkema, K.S., 1992. De effecten van het 'uitpolderen' van zomerpolders op de kweldervorming binnen de kwelderwerken in de Waddenzee. Rijkswaterstaat Directie Groningen NOTA GRAN 1992-2001, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel, RIN-rapport 92/20.
- Boumans, R.M.J., Day, J.W., Kemp, G.P., Kilgen, K., 1997. The effect of intertidal sediment fences on wetland surface elevation, wave energy and vegetation establishment in two Louisiana coastal marshes. *Ecol. Eng.* 9: 37-50.
- Boyer, K.E. & Zedler, J.B., 1998. Effects of nitrogen additions on the vertical structure of a constructed cordgrass marsh. *Ecological Applications* 8: 692-705.

- Boyer, K.E. & Zedler, J.B., 1999. Nitrogen addition could shift plant community composition in a restored California salt marsh. *Restoration Ecology* 7: 74-85.
- Brawley, A.H., Warren, R.S., Askins, R.A., 1998. Bird use of restoration and reference marshes within the Barn Island Wildlife Management Area, Stonington, Connecticut, USA. *Environ. Mgmt* 22: 625-633.
- Brickle, C., Cutts, N., Pethick, J. 1994. Full-scale managed setback trial – Tollesbury creek, Essex. Environmental Assessment. Report to English Nature No. S011-94-F.
- Brockmeyer, R.E., Rey, J.R., Virnstein, R.W., Gilmore, R.G., Earnest, L., 1997. Rehabilitation of impounded estuarine wetlands by hydrologic reconnection to the Indian River Lagoon, Florida (USA). *Wetlands ecology and management* 4: 93-109.
- Broome, S.W., 1990. Creation and restoration of tidal wetlands of the southeastern United States. In: Kusler, J.A. & Kentula, M.E. (eds.), *Wetland creation and restoration: The status of the science*, pp. 37-72, Island Press, Washington D.C.
- Broome, S.W., Seneca, E.D., Woodhouse, W.W., 1986. Long-term growth and development of transplants of the salt-marsh grass *Spartina alterniflora*. *Estuaries* 9:
- Broome, S.W., Seneca, E.D., Woodhouse, W.W., 1998. Tidal salt marsh restoration. *Aquatic Botany* 32: 1-22.
- Brossard, V., 1995. Valorisation des polders de la commune des Veys. Mémoire DESS environnement des Universités Caen-Rouen i.s.m. Groupe de Recherche sur les Environnements Sedimentaires Aménagés et les Risques Côtiers.
- Burchett, M.D., Pulkownik, A., Grant, C., Macfarlane, G., 1998. Rehabilitation of saline wetlands, Olympics 2000 site, Sydney (Australia) - I: Management strategies based on ecological needs assessment. *Marine Pollution Bulletin* 37: 515-525.
- Burd, F., 1996. Northey Island managed retreat, Report 6, Results to February 1996. Report to English Nature No. Z062-96-F.
- Burdick, D.M., Dionne, M., Boumans, R.M., Short, F.T., 1997. Ecological responses to tidal restorations of two northern New England salt marshes. *Wetlands ecology and management* 4: 129-144.
- Carpenter, K., 1996. Maintenance and enhancement of saltmarshes. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 4-13.
- Chabreck, R.H., 1990. Creation, restoration, and enhancement of marshes of the northcentral Gulf coast. In: Kusler, J.A. & Kentula, M.E. (eds.), *Wetland creation and restoration: The status of the science*, pp. 127-144, Island Press, Washington D.C.
- Chamberlain, R.H. & Barnhart, R.A., 1993. Early use by fish of a mitigation salt marsh, Humboldt Bay, California. *Estuaries* 16: 769-783.
- Chung, C.H., 1994. Creation of *Spartina* plantations as an effective measure for reducing coastal erosion in China. In: Mitsch, W.J. (ed.), *Global wetlands Old world and new*, pp. 443-453, Elsevier Science.
- Claus, B. 1998. Länderübergreifendes Schutzkonzept für die Ästuarie Elbe, Weser, un Ems. World Wildlife Fund/Bund, Freunde der Erde.
- Claus, B., Neumann, P. & Schirmer M. 1993. Rahmenkonzept zur Renaturierung de Unterweser und ihrer Marsch. Universität Bremen, Landkreis Wesermarsch.

- Consemulder, J., 1992. Bescherming van eroderende schorranden: twee experimenten in het Deltagebied. Rijkswaterstaat DGW Rapport 92.023.
- Consemulder, J., Storm, C., Houmes, W., 1998. Experimentele schorverdedigingen: kleibekleding Anna Jacobapolder bezinkvelden Zuidgors. Rijkswaterstaat RIKZ Rapport 98.017 Rijkswaterstaat Directie Zeeland AXW nota 98.1007.
- Craft, C., Reader, J., Sacco, J.N., Broome, S.W., 1999. Twenty-five years of ecosystem development of constructed *Spartina alterniflora* (Loisel) marshes. *Ecol. Appl.* 9: 1405-1419.
- Craft, C.B., Broome, S.W., Seneca, E.D., 1988. Nitrogen, phosphorus and organic carbon pools in natural and transplanted marsh soils. *Estuaries* 11: 272-280.
- Craft, C.B., Seneca, E.D., Broome, S.W., 1991. Porewater chemistry of natural and created marsh soils. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 152: 187-200.
- De Wolf, P., 1996. Management issues for the Zwin tidal marsh (Belgian-Dutch border). In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence pp: 130-140.
- Desmond, J.S., Zedler, J.B., Williams, G.D., 2000. Fish use of tidal creek habitats in two southern California salt marshes. *Ecol.Eng.* 14: 233-252.
- Dexter, A.R., 1996. The strenght and stability of muds and sediments. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 64-74.
- Dijkema, K.S., 1997. Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea. *Journal of Coastal Research* 13: 1294-1304.
- Dixon, A. M., Leggett, D.J. & Weight, R.C., 1998. Habitat Creation Opportunities for Landward Coastal Re-alignment: Essex Case Studies. *Journal of the Chartered Institute of Water and Environmental Management*, 1998, 12/107-112.
- Dixon, A. M.; Leggett, D. J., and Weight, R. C. 1998. Habitat creation opportunities for landward coastal re-alignment: Essex case studies. *Journal of the Chartered Institute of Water and Environmental Management* 12:107-112.
- Dyer, M & Dale, K., 1998. Biological assessment of the Tollesbury managed set-back site, Results from surveys 1-4 (Aug 1996 – May 1997). Unicmarine.
- Evans, P.R., Ward, R.M., Bone, M., Leakey, M., 1999. Creation of temperate-climate intertidal mudflats: Factors affecting colonization and use by benthic invertebrates and their bird predators. *Marine Pollution Bulletin* 37: 535-545.
- Farris, C., N. & Portnoy, J.P. 1998. Operating plan for the Hatches Harbor Dike. Cape Cod National Seaschore, 1998.
- Farris, C.N. & Portnoy, J.W., 2000. 1999 Annual report of the Hatches Harbor Saltmarsh Restoration Project. Cape Cod National Seaschore, March 2000.
- French, J., 1996. Function and optimal design of saltmarsh channel networks. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 85-95.
- Frenkel, R.E. & Morlan, J.C., 1991. Can we restore our salt marshes? Lessons from the Salmon River, Oregon. *Northwest Environm. J.* 7: 119-135.
- Gibson, K.D., Zedler, J.B., Langis, R., 1994. Limited response of cordgrass (*Spartina foliosa*)

- to soil amendments in a constructed marsh. *Ecological Applications* 4: 757-767.
- Goodwin, P. & Kamman, R.Z., 1997. Mixing and circulation in tidal wetlands. In: ASCE document on Tidal Wetland Restoration, Physical Processes in tidal wetland
- Goodwin, P. & Williams, P.B., 1992. Restoration of Coastal Wetlands: the California experience and potential applications in Europe. *J. Inst. Water Environ. Management*. 6: 709-719.
- Groupe de Recherche sur les Environnements Sédimentaires Aménagés et les Risques Côtiers 1998. Etat d'avancement des suivis année 1997. Pointe du Gros-Banc, commune de Merville-Franceville Omaha-beach, commune de Colleville-sur-Mer, Polder du Carmel, communes de Brévands Dunes de Biville, Dunes d'Hautainville-Carteret. GRESARC, Unité M.2.C-Université de Caen, CNRS.
- Haltiner, J., Zedler, J.B., Boyer, K.E., Williams, G.D., Callaway, J.C., 1997. Influence of physical processes on the design, functioning and evolution of restored tidal wetlands in California (USA). *Wetlands ecology and management* 4: 73-91.
- Havens, K.J., Varnell, L.M., Bradshaw, J.G., 1995. An assessment of ecological conditions in a constructed tidal marsh and two natural reference tidal marshes in coastal Virginia. *Ecological Engineering* 4: 117-141.
- Hawkins, S.J., Allaen, J.R. and Bray, S 1999. Restoration of temperate marine and coastal ecosystems: nudging nature. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems* 9:23-46.
- Hoffmann, M., 1993. Verspreiding van biezenvetaties langs de Zeeschelde, historiek en mogelijkheden tot biezenaanplant. Rijks Universiteit Gent.
- Hoffmann, M. & Meire, P. 1997. Advies in verband met de bestemming van Keetenispolder en omgevende buitendijkse gebieden te Beveren. Instituut voor Natuurbehoud, IN.AMIS.P54.20.97.1.A.
- Hoffmann, M., Graré, W. & Meire, P. 1997. De oevers langs de Zeeschelde: van uniformiteit naar structuurdiversiteit. *Water* 95: 138-146.
- Hofstede, J.L.A., 1996. Saltmarsh management in the federal state of Schleswig-Holstein, Germany. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence pp: 141-151
- HR Wallingford 1996. Baseline survey of managed retreat site, Orplands, Essex, Description of pre and post unudation monitoring methodology and a description of the physical and, chemical and biological characteristics of the site before the sea wall was breached. Report EX 3391 ed. Wallingford.
- HR Wallingford z.j. a. Results of post breach monitoring of Orplands managed retreat site, August 1995 to March 1997. Wallingford.
- HR Wallingford z.j. b. Results of post breach monitoring of Orplands managed retreat site, August 1997 to March 1998. Wallingford.
- HR Wallingford z.j. c. Results of post breach monitoring of Orplands managed retreat site, August 1998 to March 1999. Wallingford.
- Hazelden, J., 1996. Soils and managed retreat at Tollesbury, Essex. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 75-84.

- Jensen, K., 1996. Establishment of sedimentation fields in the Danish part of the Wadden Sea. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 124-129.
- Josselyn, M., Zedler, J., Griswold, T., 1990. Wetland mitigation along the Pacific Coast of the United States. In: Kusler, J.A. & Kentula, M.E. (eds.), Wetland creation and restoration: The status of the science, pp. 3-36, Island Press, Washington D.C.
- Kalicharran, S., Diab, R., 1993. Proposals for rehabilitation and management of Isipingo lagoon and estuary, South Africa. Environ. Mgmt. 17: 759-764.
- Kennish, M.(ed) 2000. Estuary Restoration and Maintenance, the National Estuary Program. CRC, Marine Science series, Institute of Marine and Coastal Sciences, Rutgers University, New Jersey.
- Kramer, T., 1990. Plan Tureluur: een natuurontwikkelingsplan voor de Oosterschelde. Goes: Zeeuwse Milieufederatie; 1990: 16.
- Larsonneur, C. 1994. The Bay of Mont-Saint-Michel: A Sedimentation model in a Temperate Macrotidal Environment. Senckenbergiana Maritima 24 (1): 3-66.
- LaSalle, M.W., Landin, M.C., Sims, J.G., 1991. Evaluation of the flora and fauna of a *Spartina alterniflora* marsh established on dredged material in Winyah bay, South Carolina. Wetlands 11: 191-208.
- Lee, J.G., Nishijima, W., Mukai, T., Takimoto, K., Seiki, T., Hiraoka, K., Okada, M., 1998. Factors to determine the functions and structures in natural and constructed tidal flats. Water Resources 32: 2601-2606.
- Levin, L.A., Talley, D., Thayer, G., 1996. Succession of macrobenthos in a created salt marsh. Marine Ecology Progress Series 141: 67-82.
- Lewis, R.R., 1990. Creation and restoration of coastal plain wetlands in Florida. In: Kusler, J.A. & Kentula, M.E. (eds.), Wetland creation and restoration: The status of the science, pp. 73-102, Island Press, Washington D.C.
- Macleod, C. L.; Scrimshaw, M. D.; Emmerson, R. H. C.; Chang, Y. H., and Lester, J. N. 1999. Geochemical changes in metal and nutrient loading at Orplands farm managed retreat site, Essex, UK (April 1995-1997). Marine Pollution Bulletin 38:1115-1125.
- Marcus, L. 1993. Sonoma Baylands: creating an environmental benefit out of the San Francisco Bay Dredging crisis. In: Magoon ,O. (ed.) Coastal Zone '93, New Orleans.
- Marcus, L., 1994. A marriage in the mud. California Coast Ocean, 10 (2): 6-18.
- Meire, P., Starink, M. & Hoffmann, M. 1997. Integratie van ecologie en waterbouwkunde in de Zeeschelde: aanleiding tot en situering van het onderzoek milieu-effecten sigmaplan (OMES). Water 95: 147-165.
- Melvin, S.L. & Webb, J.W., 1998. Differences in the avian communities of natural and created *Spartina alterniflora* salt marshes. Wetlands 18: 59-69.
- Minello, T.J. & Webb, J.W., 1997. Use of natural and created *Spartina alterniflora* salt marshes by fishery species and other aquatic fauna in Galveston Bay, Texas, USA. Marine Ecology Progress Series 151: 165-179.
- Minello, T.J. & Zimmerman, R.J., 1992. Utilization of natural and transplanted Texas salt marshes by fish and decapod crustaceans. Marine Ecology Progress Series 90: 273-285.

- Moy, L.D., Levin, L.A., 1991. Are *Spartina* marshes a replaceable resource? A functional approach to evaluation of marsh creation efforts. *Estuaries* 14: 1-16.
- Niesing, H., Santbergen, L., De Jong, S. 1996. Marsh Amelioration along the river Schelde Dutch project plan: The restoration of estuarine habitats in the Westerschelde. Rijkswaterstaat, afdeling Zeeland, Nota AX-95.072.
- Overmars & Helmer 1999. Gecontroleerd overstromingsgebied Kruibeke-Bazel-Rupelmonde. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Afdeling Natuur.
- Peck, M.A., Fell, P.E., Allen, E.A., Gieg, J.A., Guthke, C.R., Newkirk, M.D., 1994. Evaluation of tidal marsh restoration: comparison of selected macroinvertebrate populations on a restored impounded valley marsh and an unimpounded valley marsh within the same salt marsh system in Connecticut, USA. *Environ. Mgmt* 18: 283-293.
- Perry, J.E., Barnard, T.A., Bradshaw, J., Friedrichs, C., Havens, K., Mason, P., Priest, W., Silberhorn, G.M., 1997. Creating tidal saltmarshes in the Chesapeake Bay. In: ASCE document on Tidal Wetland Restoration, Physical Processes in tidal wetland
- Pethick, J. & Burd, F., 1995. Sedimentary processes under managed retreat. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 14-26.
- Postma, R., 1992. Plan van aanpak project Lamsoor, maatregelen tegen het verlies van schorren, slikken en platen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland Notitie AXW 92.020.
- RA/98-321, 1999. Agenda Langetermijnvisie Schelde-estuarium, Bijlage Werkdocumenten. Recource Analysis, 1998.
- RA/99-366, 1999. Agenda Langetermijnvisie Schelde-estuarium. Recource Analysis,
- Rampling, P.A., Jago, C.F., Scourse, J.D., 1995. Contemporary and holocene sediment dynamics of the Walton Backwaters, North-east Essex. In: Halcrow, W. & Partners Ltd, National Rivers Authority project W5/I480 Proceedings: Saltmarsh management for flood defence, pp 34-45.
- Reading, C. J.; Paramor, O. A. L.; Garbutt, R. A.; Watts, C. W.; Spearman, J. R.; Barratt, D. R.; CHesher, T.; Cox, R.; Gradwell, M.; Hughes, R. G.; Longstaff, D. J.; Myhill, D. G.; Rothery, P., and Gray, A. J., 1999. Managed realignment at Tollesbury and Saltram, Annual Report for 1998. Report to MAFF. CEH Project T 08074 C 5.
- Reading, C. J.; Paramor, O. A. L.; Garbutt, R. A.; Watts, C. W.; Spearman, J. R.; Barratt, D. R.; Cox, R.; Hughes, R. G.; Longstaff, D. J.; Myhill, D. G.; Rothery, P., and Gray, A. J., 1998. Managed realignment at Tollesbury and Saltram, Annual Report for 1997. Report to MAFF. CEH Project T 08074 C 5.
- Reed, D.J, Spencer, T., Murray, A.L., French, J.R.& Lynn, L., 1999. Marsh surface sediment deposition and the role of tidal creeks: implications for created and managed coastal marshes. *Journal of Coastal conservation* 5:81-90.
- Reed, D.J., Luca, N. de, Foote, A.L., 1997. Effect of hydrologic management on marsh surface sediment deposition in coastal Louisiana. *Estuaries* 20: 301-311.
- Rogers, D.R., Rogers, B.D., Herke, W.H., 1994. Structural marsh management effects on coastal fishes and crustaceans. *Environmental Management*. 18: 351-369.
- Rozas, L.P. & Minello, T.J. 1999. Effects of structural marsh management on fishery species and other nekton before and during a spring breakdown,. *Wetland Ecology and*

- Management 7:121-139.
- Rulifson, R.A., 1991. Finfish utilization of man-initiated and adjacent natural creeks of South Creek estuary, North Carolina, using multiple gear types. *Estuaries* 14: 447-464.
- Sacco, J.N., Seneca, E.D., Wentworth, T.R., 1994. Infaunal community development of artificially established salt marshes in North Carolina. *Estuaries* 17: 489-500.
- Scatolini, S.R. & Zedler, J.B., 1996. Epibenthic invertebrates of natural and constructed marshes of San Diego bay. *Wetlands* 16: 24-37.
- Shisler, J.K., 1990. Creation and restoration of coastal wetlands of the northeastern United States. In: Kusler, J.A. & Kentula, M.E. (eds.), *Wetland creation and restoration: The status of the science*, pp. 145-173, Island Press, Washington D.C.
- Simenstad, C.A. & Thom, R.M., 1996. Functional equivalency trajectories of the restored Gog-Le-Hi-Te estuarine wetland. *Ecological Applications* 6: 38-56.
- Sinicrope, T.L., Hine, P.G., Warren, R.S., Niering, W.A., 1990. Restoration of an impounded salt marsh in New England. *Estuaries* 13: 25-30.
- SORESMA 2000. Milieueffectrapport: Realisatie van een gecontroleerd gereduceerd getij aan de Zeeschelde L.O. te Hamme. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dep LIN, AMINAL, afdelin Natuur.
- Spierings, A., 2000. Natuurontwikkeling "De Kaloot". Rijkswaterstaat Directie Zeeland 110502/ZF0/0B8/100015.
- Steinke, T.,J., 2000. A Brief Summary of the History and Effects of Diking and Salt Marsh Restoration in the Urban Tidal Wetlands of Fairfield Connecticut, USA. Nekton Incorporated, Fairfield, Connecticut.
- Storm, K., 1999. Slinkend Onland, Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland NOTA AX-99.007.
- Taussik, J., 1999. The contribution of spoilt land to the sustainable development of the coast. *Marin pollution bulletin* 38 (9): 752-759.
- Teal, J.M. & Weinstein, M.P., Ecological engineering, design, and construction considerations for marsh restorations in Delaware bay, USA. *Ecological engineering*, in press.
- Thompson, S.P., Pearl, H.W., Go, M.C., 1995. Seasonal patterns of nitrification and denitrification in a natural and a restored salt marsh. *Estuaries* 18: 399-408.
- Van Damme, S., Ysebaert, T., Meire, P. & Van den Bergh, E., 1999. Habitatstructuren, waterkwaliteit en leefgemeenschappen in het Schelde-estuarium. Rapport IN 99.24, 150 pp, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Van den Bergh, E., Meire, P., Hoffmann, M. & Ysebaert, T. 1999. Natuurherstel langs de Zeeschelde: drie mogelijke inrichtingsvarianten. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, IN 99/18, Brussel.
- Van den Bergs, J., Riesenkamp, W., Walker, P. & Jacob, A. 1999. Notitie betreffende de stand van zaken "Gradiënten in het Waddengebied". Themagroep Gradiënten.
- Van Waeyenberghe, J., 2000. De ontwikkeling van sternekolonies in de haven van Zeebrugge,. Abstracts NECOV-dag (28/4/2000).
- Veen, J., Stienen, E.W., Brenninkmeijer, A., Offringa, H., Meire, P. & Van Waeyenberghe, J.,

1997. Ecologische randvoorwaarden voor de aanleg van een broedplaats voor sterns in de voorhaven van Zeebrugge. , Rapport IN 97.15, 37p. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Wanningen, H., Krijger, G.M., Niesing, H., 1996. Geulwandverdedigingen en achterliggende slikken. Rijkswaterstaat Directie Zeeland Nota AXW 1022.96.
- Watts, C. W.; Dexter, A. R., and Longstaff, D. J., 1996. Post-inundation characteristics of soil physical and chemical parameters on the Tollesbury experimental set back site, (August 1995 - June 1996). Report to MAFF. Silsoe Research Institute contract report No. CR/737/96/1326 ed.
- Weinstein, M.P., Balletto, J.H., Teal, J.M., Ludwig, D.F., 1997. Success criteria and adaptive management for a large-scale wetland restoration project. *Wetlands ecology and management* 4: 111-127.
- Weinstein, M.P., Teal, J.M., Balletto, J.H. & Kenneth A.S. . Restoration principles Emerging from the World's Largest Tidal Marsh Restoration Project. *Ecological engineering*, in press.
- Weinstein, P. 1998. What begets succes? In: Engineering approaches to Ecosystem restoration, Proceedings of the conference American Society of civil Engineers, 1998, Denver, Colorado.
- Weinstein, P. & Balletto, H. 1999. Does Common Reed, *Phragmites australis*, affect essential fish habitat? *Estuaries* 22(3B): 793-802.
- Wieland, A., 1997. Natuurontwikkeling en kustbroedvogels in het Deltagebied: een evaluatie. Afstudeeropdracht Hogeschool Larenstein in opdracht van Rijkswaterstaat
- Williams, G.D., Zedler, J.B., 1999. Fish assemblage composition in constructed and natural tidal marshes of San Diego Bay: relative influence of channel morphology and restoration history. *Estuaries* 22: 702-716.
- Williams, J.R., 1999. Addressing global warming and biodiversity through forest restoration and coastal wetland creation. *The Science of the Total Environment* 240: Williams, P.B. & Florsheim, J.L., 1994. Designing the Sonoma Baylands project. *California Coast & Ocean* 10(2): 19-27.
- Williams, P.B. & Florsheim, J.L., 1994. Designing the Sonoma Baylands Project. *California Coast Ocean*, 10 (2): 19-28.
- Zedler, J.B. 1988. Restoring diversity in Salt Marshes, Can we do it? In: *Biodiversity*, E.O. Wilson ed. (1988).
- Zedler, J.B. 1991. The Challenge of Protecting Endangered Species Habitat Along the Southern California Coast. *Coastal management* 19:35-53.
- Zedler, J.B. & Callaway, J.C., 1997. Tidal wetland functioning. In: ASCE document on Tidal Wetland Restoration, Physical Processes in tidal wetland restoration.
- Zedler, J.B., 1995. Salt marsh restoration: lessons from California. In: Cairns, J. (eds.), 1995. *Rehabilitating Damaged Ecosystems*, CRC Press, Inc.
- Zedler, J.B., Callaway, J.C., 1999. Tracking wetland restoration: Do mitigation sites follow desired trajectories? *Restoration Ecology* 7: 69-73.
- Zedler, J.B., Langis, R., 1991. Comparisons of constructed and natural salt marshes of San Diego bay. *Restoration & Management Notes* 9: 21-25.

Zedler, J.B., 1996. Tidal Wetland Restoration: a Scientific Perspective and Southern California Focus. California Sea Grant College System, Publication No. T-38.