

DE OEVERS LANGS DE ZEESCHELDE: VAN UNIFORMITEIT NAAR STRUCTUURDIVERSITEIT

M. HOFFMANN

Min. Vlaamse Gemeenschap,
Instituut voor Natuurbehoud

W. GRARÉ

Min. Vlaamse Gemeenschap, AWZ, Afd.
Zeeschelde

P. MEIRE

Min. Vlaamse Gemeenschap,
Instituut voor Natuurbehoud

THE BANKS OF THE ZEESCHELDE (FLANDERS, BELGIUM): FROM UNIFORMITY TOWARDS STRUCTURE DIVERSITY

After a thorough analysis of the present-day river bank structure quality along the Zeeschelde (25), recently some ecologically sound maintenance measures were taken on an experimental scale :

- Fresh water tidal marshes showing erosion cliffs of more than 1 m high were formerly protected against further erosion with a surface layer of allochthonous boulders. Recently an alternative, (landscape) ecologically more sound construction of superficially hardly visible vertical poles and in between wattle of osiers was used. Three terraces were created at different levels creating narrow zones with different flooding regime suitable for the growth of different kind of vegetation. The construction proved its strength under severe circumstances (several storms and drifting ice during the winter of 1996/97). No spontaneous vegetation development was detected yet.

- Although several bulrush species are known from the Zeeschelde, colonisation of free mud flats by bulrushes was not observed for a long time along the Zeeschelde; these specific fresh water estuarine species are nonetheless known as good mud flat fixators which might help stabilize river banks with large mud flats. Therefore bul-

*rush (*Schoenoplectus tabernaemontani*) was planted on an experimental scale at two sites in the fresh water tidal zone. After three years of monitoring it became clear that bulrushes can only grow in a narrow zone just underneath MHW, where the population base is flooded twice a day. Unlike in other estuaries bulrushes can not maintain themselves until the MLW line. Water or sediment quality do not seem to effect the populations negatively. Seed germination, juvenile and adult plants from seed were observed frequently. At high water velocities and severe wave action the bulrushes will not suppress mud flat erosion, since the mud flats are too steep and the zone suitable for bulrush survival is too narrow.*

Ecologically more sound alternatives for dike construction and dike relocation are presented; these alternatives are not realised yet and could therefore not be evaluated yet. A precursor dike construction in the brackish tidal zone appeared to have a positive effect on mud flat colonization and succession to brackish water tidal marsh.

1. INLEIDING

Oevers van waterlopen staan de laatste jaren sterk in de belangstelling (zie b.v. 1-3). Als lintvormige structuren tussen de extremen land en water zijn het belangrijke landschapselementen, die als onderdeel van de zogenaamde ecologische infrastructuur (4), een cruciale rol vervullen in de verspreidings- en verblijfsmogelijkheden van een groot aantal organismen. In longitudinale zin vormen zij verbindingsroutes voor plant en dier tussen gelijkaardige biotopen op verschillende locaties; loodrecht op de rivieras zijn het uiterst gradiëntrijke milieus in het overgangsgebied tussen land en water. Op korte afstand van elkaar komen in een continue reeks sterk verschillende habitats voor, elk gekarakteriseerd door specifieke organismen. Vandaar ook dat zij een belangrijk onderdeel uitmaken van uitgebreid typologisch onderzoek ten behoeve van de evaluatie van de waterlopen

in Vlaanderen en het formuleren van prioriteiten met betrekking tot bescherming, structuurherstel en sanering (5, 6, 7, 17).

De oevers van de in totaal zowat 256 km getijdenrivier in Vlaanderen bleven daarbij tot nu toe echter stiefmoederlijk behandeld (8, 17). Daar waar de water- en sedimentkwaliteit van deze hoogdynamische, estuariene rivieren meer dan eens onderwerp van onderzoek (9, 10, 11) en discussie (12) waren, bleven vooral oeverstructuurkenmerken onbestudeerd en ondergewaardeerd (17, 18). Dit vindt onder meer zijn reden in het feit dat deze oevers voor een groot deel gelegen zijn langs druk bevaarde waterlopen, waar scheepvaart- en veiligheidsbelangen tot voor kort primeerden boven ecologische waarden.

Overduidelijk blijkt dit uit de uniforme, uitsluitend op bescherming gerichte structuur, die werd toebedacht aan de oevers van de

getijdenrivieren in het oorspronkelijke Sigmaplan (13). Dankzij onder meer de Algemene Milieu-impactstudie voor het eerste deel van het Sigmaplan (14) veranderde deze uniforme benadering van de dijkstructuur en werden meerdere op (landschaps)ecologische waarden gebaseerde alternatieven uitgewerkt en inmiddels deels gerealiseerd. In dit artikel willen we ingaan op deze evolutie van uniformiteit naar structuurdiversiteit. In een eerste artikel (25) werd reeds de huidige toestand van de Zeeschelde-oevers besproken.

2. VAN NATUURLIJKE NAAR MENS-BEPAALDE OEVERSTRUCTUUR

Indien we de ecologisch optimale oever situatie van de Zeeschelde willen beschrijven dan moeten we ons de rivier voorstellen zonder dijken of andere door de mens opgeworpen drempels. De menselijke beïn-

vloeding gaat weliswaar veel verder dan het indijken en geleiden van de estuariene rivierloop alleen (zie o.m. 15), maar in de laatste eeuwen waren dit toch de belangrijkste antropogene factoren die de ecologie van het ecosysteem meest beïnvloedden.

De niet bedijkte Zeeschelde zou zich bewegen in een, in breedte variërende, alluviale vlakke, vaak begrensd door uit tertiair materiaal opgebouwde cuesta's, waar in principe meer land dan water aanwezig zou zijn, en de rivier door het geringe verval, vermoedelijk een grillig en in de tijd variabel verloop zou kennen. Hier zouden sedimentatie- en erosieprocessen de vrije loop hebben en zouden pelagiaal, slikken en schorren (de drie essentiële habitattypes binnen een estuarium) elkaar in tijd en ruimte afwisselen. Lokale overstromingsdynamiek zou grote temporele en ruimtelijke variatie vertonen in overstromingsfrequentie, -hoogte en -duur door verschillen in relatieve hoogteligging ten opzichte van het lokale getij en isolatiegraad ten opzichte van de rivier. In functie van deze grote ecologische differentiatie zouden zich uiteenlopende biocoenosen ontwikkelen typisch voor de verschillende stadia van aanslibbing en overstromingsdynamiek. De sedimentatie-/erosieprocessen worden daarbij mede bepaald door zich in functie van de overstromingsdynamiek vestigende macrofytenvegetatie (22), die het sediment fixeert en aanleiding geeft tot schorvorming.

Deze natuurlijke toestand is door de mens stap voor stap gewijzigd. Zo werden de hoog opgeslibde schorren in de loop der tijd voor een belangrijk deel ingepolderd en volledig aan het estuarium onttrokken. Anderzijds werden schorren begraasd door vee (schapen, runderen, paarden, ...) of werden ze voorzien van een bevoeiings-systeem met zomerdijkjes en sluisjes ten behoeve van gebruik als hooiland met nabeweiding of zelfs als akkers. Tot het midden van de 20e eeuw waren vrijwel alle zoetwaterschorren voorzien van een zomerdijk en in gebruik als zeer vruchtbare, productieve landbouwgrond.

Vroeger werd reeds gewezen op de steeds verdere afname van slik- en schoroevers door inpolderingen, rechttrekkingen en baggeren (20, 21), waardoor de natuurlijke oeverstructuur nog slechts sporadisch aanwezig is. Dit leidde tot een sterke versnippering en isolatie van de verschillende schorgebieden. Zeker in een gradiëntrijk gebied als het Schelde-estuarium is contact tussen gebieden onderling van cruciaal ecologisch belang voor de instandhouding van levensvatbare populaties van organismen.

Het volledig binnen dijken dwingen van de rivierloop beperkt ook de mogelijkheden tot nieuwe slik- en schorvorming. Omwille van de scheepvaartfunctie kan willekeurige aanslibbing of erosie niet geduld worden. Vandaar dat binnen het beheer van de rivier

steeds gestreefd werd naar een sterk gefixeerd oeverbeeld met vastliggende plaatsen waar slik en schor kon blijven bestaan en waartussen dijktrajecten voorzien werden met gefixeerde helling waar geen ingrijpende aanslibbing of erosie kon toegelaten worden.

Eerder (25) bleek reeds dat de diverse antropogene ingrepen in de oeverstructuur van de Zeeschelde tot gevolg hadden dat bijna 13 % van de oevers momenteel wordt ingenomen door verticale structuren (vnl. kademuren), dat 74 % uit dijkwaluds met schanskorven of losse breuksteenbestorting bestaat en dat slechts 13 % geen (van op het water zichtbare) kunstmatige oeververdediging vertoont. Deze laatste oevers zijn grotendeels te situëren ter hoogte van de niet door breuksteenbestorting verdedigde schorgebieden. Slechts 32 % van de oevers vertoont een schor (door macrofyten begroeid vlak deel van het getijdengebied), bij slechts 26 % bedraagt de schorbreedte meer dan 5 m en slechts 5 % van de oevers vertoont meer dan 25 m slik en meer dan 25 m schor. De oeverinventarisatie toonde verder aan dat langs grote delen van het estuarium vrijwel uitsluitend een slechte oeverstructuurkwaliteit voorkomt. Met name stroomopwaarts Dendermonde komen nog nauwelijks slikken en/of schorren voor (25).

Terecht rees recent dan ook de vraag naar een ecologisch meer verantwoorde, meer gediversifieerde aanpak van dijk-aanleg, maar ook van slik- en schorfixatie, waarbij oevers met voorliggend slik en schor zouden kunnen uitbreiden en zouden kunnen uitgroeien tot min of meer aaneengesloten zones langsheen het hele estuarium.

3. BELANG VAN DE OEVER(STRUCTUUR) VOOR EEN AANTAL BIOTA

Elders (o.m. 1-3, 5-8, 17, 18, 22) werd reeds ingegaan op het belang van oevers voor verschillende organismen en organismengroepen. Hier willen we slechts exemplarisch het belang hiervan binnen het Zeeschelde-estuarium illustreren. Indien we slikken en schorren includeren in het begrip oever dan spreekt voor zich dat de specifieke vegetaties en plantensoorten van de zoet- en brakwatergetijdengebieden langs de Zeeschelde voor hun voortbestaan afhankelijk zijn van de estuariumoevers: deze herbergen onder meer de enige Vlaamse brakwaterschorvegetaties met een breed scala aan specifieke halotolerante soorten. Verder komen taxa als Spindotterbloem (*Caltha palustris* var. *araneosa*), Driekantige bies (*Schoenoplectus triquetus*) en Bastardbiezen (*S. x carinatus* en *S. x scheuchzeri*) uitsluitend voor in het semi-terrestrisch gebied van de oevers van het zoetwatergedeelte van het estuarium (22, 24, 29). Voor het voortbestaan van de Driekantige bies werd tot voor kort nog gevreesd (23), maar recent werd de soort teruggevonden langs de Zeeschelde (24). Watervogeltellingen to-

nen aan dat soorten verschillen in oeverpreferentie (26). Ook de diversiteit aan benthische organismen wordt mede bepaald door de diversiteit van de oeverstructuur en de ondiepwaterzones voor de oever (27). Op landschapniveau bepaalt de oeverstructuur de belevingsaspecten sterk, zeker in een getijdenrivier met grote tijverschillen, waar een groot deel van de tijd de oever grotendeels bloot ligt. Volledig met breuksteen bestorte dijkwaluds tonen (en zijn) daarbij veel minder natuurlijk dan slik-schor-dijk gedifferentieerde oevers zonder kunstmatige bestortingen.

4.1 ECOLOGISCH GEFUNDEERDE ONDERHOUDSWERKEN LANGS DE ZEESCHELDE

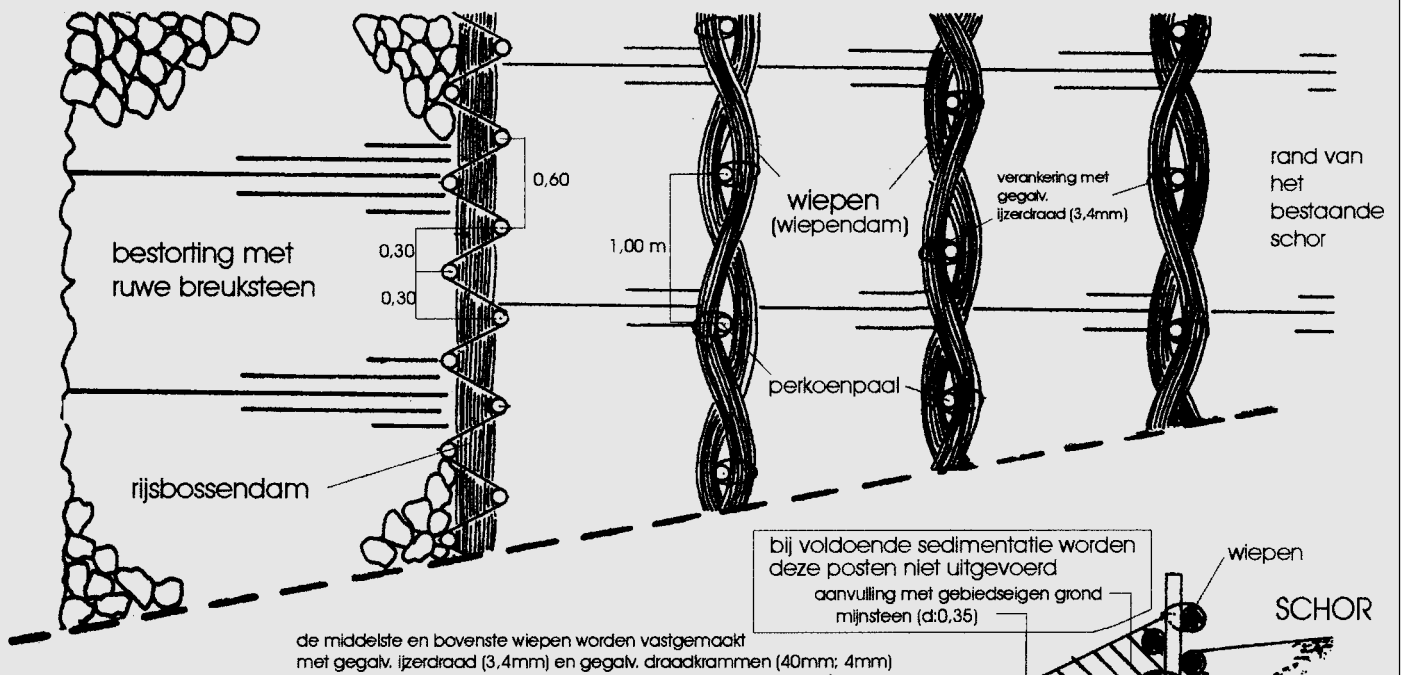
Ecologisch verantwoorde maatregelen in functie van een betere oeverstructuur langs de Zeeschelde zijn onder te verdelen in 1. onderhoudswerken aan dijken, slik- en schorranden en 2. de nog uit te voeren werken in het kader van het Sigmaplans. Met name in de eerste categorie werden reeds enkele maatregelen gerealiseerd, in de tweede categorie zijn de meeste alternatieven nog in onderzoeksfase.

Milieuvriendelijke schorrandverdediging

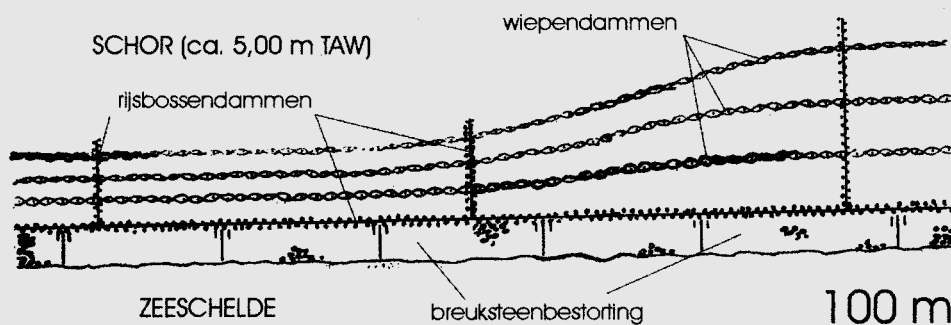
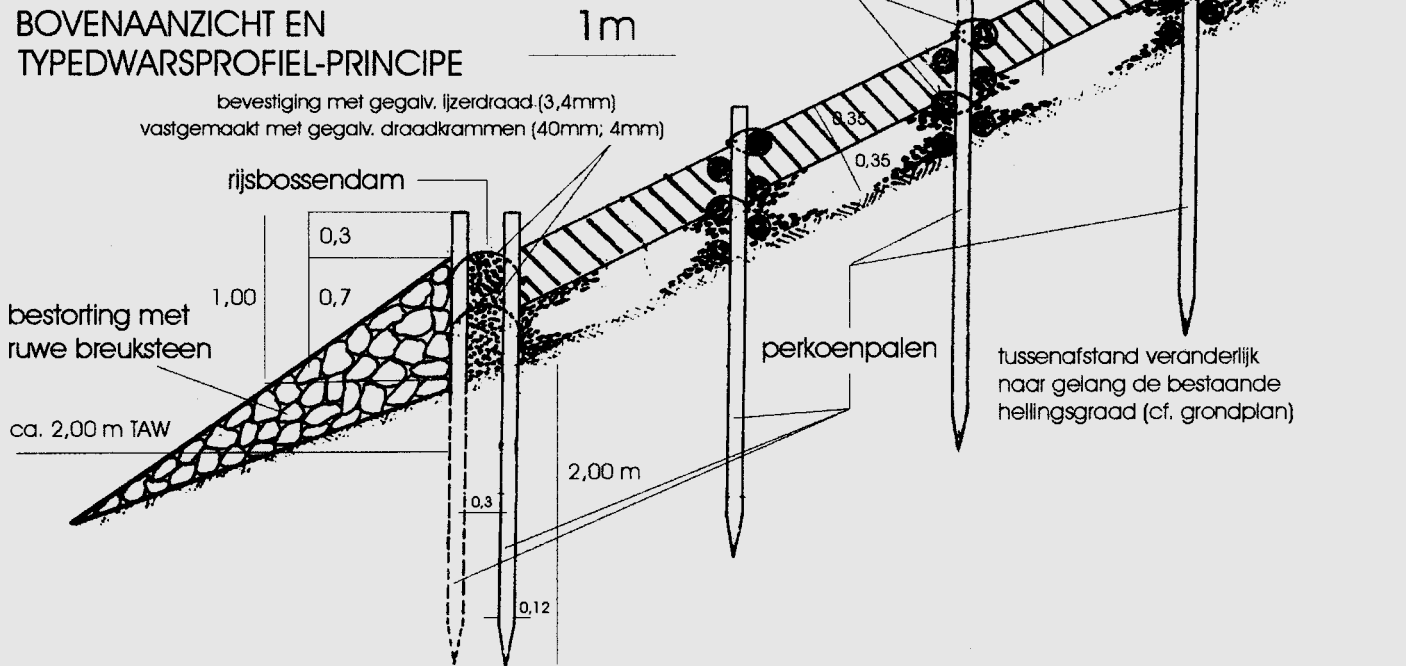
Ter hoogte van eroderende schorranden, die een bedreiging zouden kunnen vormen voor de vrije doorgang langs de waterweg, werd op een aantal plaatsen gekozen voor een alternatief voor de tot dan toe gebruikelijke bestorting van de schorklif met landschappelijk onaantrekkelijke en kunstmatige breuksteen (dit laatste onder meer aan de Kramp te Moerzeke-Kastel). Het alternatief is erop gericht de steile schorklif te vervangen door een geleidelijke helling tussen hoog schor en slik. Vergelijkbare, maar niet nader gedocumenteerde alternatieve schorrandverdedigingen met basale kraagstukken en verschillende lagen rijspakwerk werden reeds toegepast langsheen de Durme, onder meer langs het staatsnatuurreservaat Schorren van de Durme (mond. med. E. Taverniers (AWZ, Afd. Marietie Schelde) en P. Van Reeth (AWZ, Afd. Zeeschelde)).

Met name in het riviertraject Dendermonde - Durmemonding ligt een grote concentratie aan hoog opgeslibde zoetwaterschorren, die tot enkele decennia geleden vrijwel allemaal in gebruik waren als landbouwgrond (22). Hiervoor werd indertijd op de schorrand een dijkje aangelegd, waardoor de grens schor-waterweg nog extra geaccentueerd werd. Deze zomerdijkjes werden in het algemeen beplant met verschillende boomsoorten, vooral *Salix alba* (Schietwilg). Na het in onbruik geraken van de schorren als landbouwgrond werden de dijkjes niet verder onderhouden, waardoor een schorklif ontstond. Zo groeide het gevaar dat de schorrand en daarna delen van de schor, inclusief de hoog opgeschoten wilgen in de

Fig. 1. Principeplan van milieuvriendelijke schorrandverdediging, zoals uitgevoerd ter hoogte van de Zogge (Moerzeke-Kastel)



BOVENAANZICHT EN TYPEDWARSPROFIEL-PRINCIP



vaarweg zouden terechtkomen met alle risico's vanden voor de scheepvaart. Van daar dat men deze schorranderosie zoveel mogelijk wenst te beperken.

Als alternatief voor breuksteenbestorting werd ter hoogte van de Zogge (een lang, smal schorgebied te Moerzeke-Kastel) terrasbouw met perkoenpalen en wilgenteenbussels uitgetoet (fig. 1)(35). Drie terrassen werden gerealiseerd, een laag terras onder de gemiddelde hoogwaterlijn een middenteras en een hoog terras enkele dm onder de schorrand. Het lage terras werd onderaan (ter hoogte van GLW (gemiddeld laagwater)) nog versterkt met een breuksteenbestorting. Het is onderaan opgebouwd uit een dubbele rij perkoenpalen waartussen bussels wilgentenen gefixeerd werden. Het middenteras is onderaan opgebouwd uit een enkele rij perkoenpalen waartussen bussels wilgentenen gevlochten werden, het hoogste terras wordt beiderzijds begrensd door wilgenvlechtwerk. Op regelmatige afstanden is loodrecht op de rivieras een eveneens uit perkoenpalen en gevlochten wilgenteenbussels geconstrueerde dwarsverbinding gemaakt. Op deze manier ontstaan langwerpige cellen die voldoende barrière vormen om te kunnen fungeren als slibvang. Weliswaar werd bij de uitvoering van de werken een laag vette aarde aangebracht op de bodem van de cellen, maar verder gebeurde de dichtslibbing op een spontane manier met rivierslib. De werken werden uitgevoerd in het voorjaar van 1993. In het najaar van hetzelfde jaar waren de cellen reeds volledig opgeslibd, waardoor een schorrand werd gecreëerd met zwakke helling, die gefixeerd is door de terrasconstructie (fig. 2). Zo ontstonden drie niveaus met verschillende overstromingsdynamiek, die moeten toelaten dat macrofyten met verschillende overstromingsdynamische optima zich op ter-

mijn kunnen vestigen. Voorlopig blijven de nieuw ontstane slikterrassen echter nog onbegroeid. Beschaduwning door overhangende wilgentakken kan hierbij een beperkende factor zijn. De constructie heeft de eerste vier jaar goed doorstaan en heeft perfect standgehouden tijdens de winter 1996/97, waarin ze op de proef gesteld werd door zwaar kruiend ijs. Inmiddels werden gelijkaardige constructies verwezenlijkt onder meer ter hoogte van het Groot Schoor van Hamme en de schorren voor de Ge spoelde Put te Hamme.

Slikfixatie met biezen

Historische bronnen (38) wijzen uit dat biezen vroeger algemeen voorkwamen langs de Zeeschelde, en wel als eerste kolonisatoren van het onbegroeide slik. Ze bevorderden aanslibbing en dus ophoging van de nieuw gevormde schor en bereidden zo het milieu voor voor andere schorplanten, die onder minder overstromingsdynamische omstandigheden voorkomen. Recent worden biezen echter niet meer aangetroffen op vrijliggende slikken langs de Zeeschelde. Biezen komen weliswaar algemeen voor (24, 29), maar vrijwel uitsluitend tussen de dichtgeslibde breuksteenbestortingen, en vrijwel nooit op vrijliggende slikken. Het betreft daarbij vrijwel uitsluitend Bastaardbies (*Schoenoplectus x carinatus* en *S. x scheuchzeri*), slechts uitzonderlijk Driekantige bies (*S. triquetus*) of Ruwe bies (*S. tabernaemontani*) (28). Ze groeien er vrijwel zonder uitzondering steeds in een smalle zone (gemiddeld hoogteverschil tussen boven- en onderrand van de populatie 1,0m) tussen GHW-0,6m en GHW-1,7m (28; GHW: gemiddeld hoogwater). De vraag stelt zich waarom de biezen zich niet meer vestigen en/of handhaven op vrije slikken.

Gegeven het feit dat biezen gekende slikfixators zijn rees verder de vraag in hoeverre biezen in staat zijn slik- en schorerosie tegen te gaan. Het is bekend dat biezen een golfbrekende werking (30, 31, 32) en een tegen oevererosie beschermend effect hebben. Ze zouden dus een ecologisch meer verantwoord alternatief kunnen vormen voor kunstmatige breuksteenbestortingen of schanskorven.

Daarom werden op een tweetal plaatsen op experimentele schaal biezen aangeplant op vrije slikken bij het gehucht St.-Onolfsdijk (bij Appels) en tegenover de Kramp bij Vlassenbroek.

Experimentele biezenaanplant, proefopzet.

De biezen werden in mei 1993 in verschillende dichtheden (5 wortelstokken/m², 7/m² en 10/m², fig. 3a) aangeplant, waarbij de "stekken" (stukjes wortelstok met enkele groene stengels) op een gemiddelde diepte van 10-12 cm werden gepoot. De biezen werden aangeplant vanaf de GHW-lijn (vanaf de zone waar reeds macrofytenvegetatie aanwezig was; op 5,35 resp. 5,15 m TAW) tot ca. 2 m (Vlassenbroek) respectievelijk 2,5 m (Appels-St.-Onolfsdijk) boven GLW (0,85 resp. 1,45 m TAW). De slikhelling te Vlassenbroek was gelijkmatig en bedroeg gemiddeld 9°; te Appels-St.-Onolfsdijk was de slikhelling geknikt, ze bedroeg respectievelijk gemiddeld 1,5° voor het hoogste deel (zone van 15-16 m breed) en gemiddeld 15° voor het laagste deel (4-5 m breed) met een klifrand van 25cm op de overgang van beide delen (fig. 3b). In Vlassenbroek werd in de bovenste zone (tussen 5.35 en 4.75 m TAW) *Bolboschoenus maritimus* (Zeebies) aangeplant, naar beneden (tussen 4,75 m TAW en 2,75 m TAW) werd *Schoenoplectus tabernaemontani* (Ruwe bies) gepoot. Te Appels-St.-Onolfsdijk werd uitsluitend *S. tabernaemontani* gepoot. Het plantgoed werd aangekocht bij erkende handelaren in het zoetwatergebied in Nederland. Jaarlijks (september) werd per locatie eenmalig gemiddelde stengel lengtes, -diktes en -dichtheden en bovengrondse biomassa productie bepaald in een drietal transecten loodrecht op de lengte-as van de rivier.

Experimentele biezenaanplant, resultaten

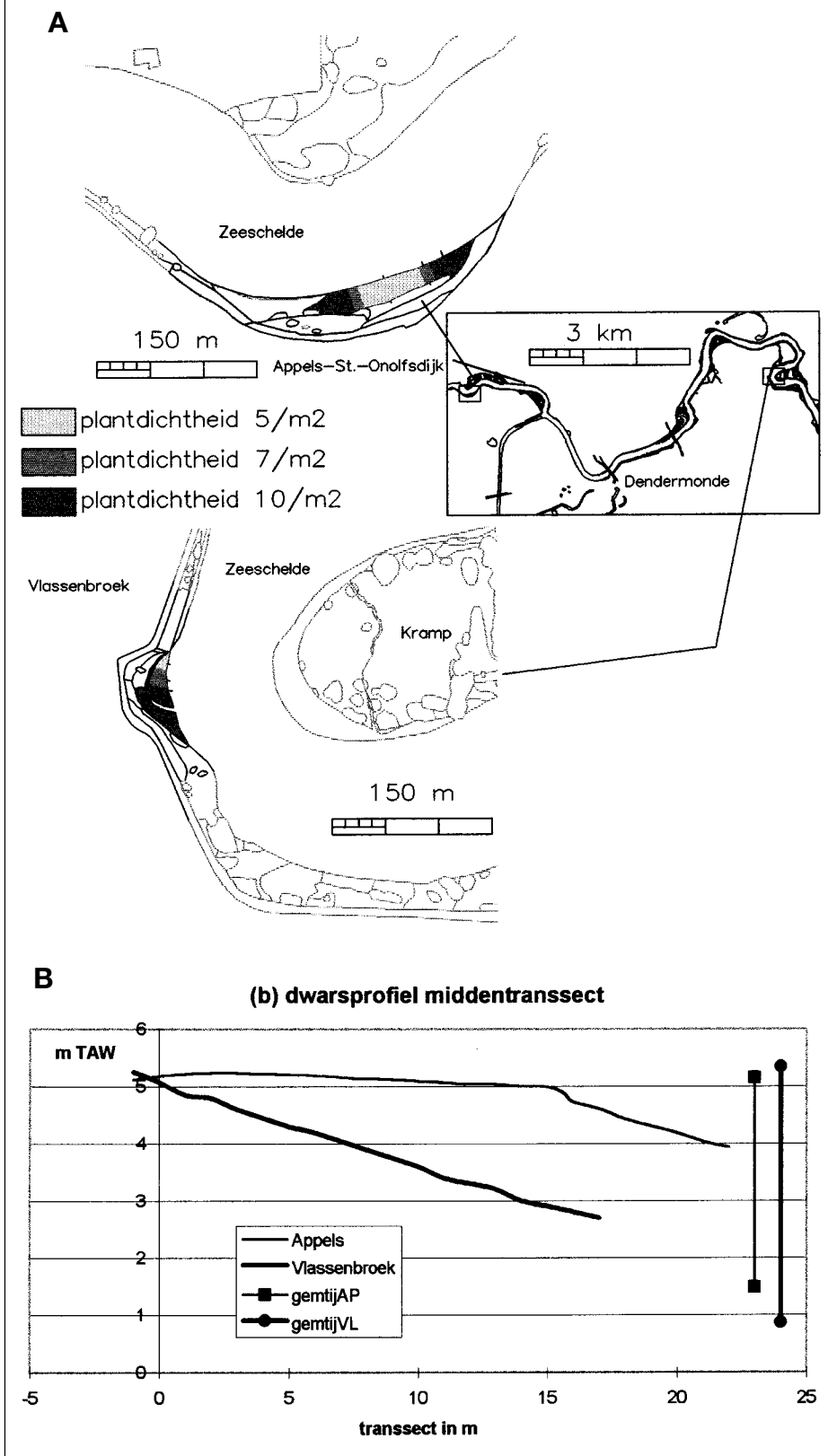
De resultaten van en voorlopige conclusies uit deze experimenten kunnen als volgt samengevat worden:

- Reeds na één groeiseizoen (Vlassenbroek) of na één jaar (Appels-St.-Onolfsdijk) komt de bies alleen nog voor in een smalle zone, juist onder de GHW-lijn. De onderrand van deze zone is op dezelfde relatieve hoogte (t.o.v. GHW) gelegen als de onderrand van de zones waar spontane, tussen breuksteen groeiende biezenpopulaties voorkomen (28). De overstromingsfrequentie van de

Fig. 2. Het resultaat van terrasbouw door middel van perkoenpalen en vlechtwerk van wilgenteenbussels als alternatieve schorrandverdediging ter hoogte van de Zogge te Moerzeke-Kastel langs de linkeroever van de Zeeschelde.



Fig. 3. Situatieschets van de met biezen beplante zones te Vlassenbroek en Appels-St.-Onolfsdijk. (a) grondplan met zones met verschillende beplantingsdichtheden en onderzoekstransecten. (b) dwarsprofiel van de respectievelijke middentranssecten.



basis van beide bedraagt daarmee meer dan 95 % van de hoogwaters. In andere estuaria komen biezen nochtans reeds voor vanaf de GLW-lijn (37). Door het relatief grote getijverschil (en dus veel grotere overstromingshoogtes) in de

Zeeschelde, de beperkte oppervlakte aan vrijliggende slikken in het zoetwatergetijdengebied (ca. 126 ha; 36) en de in het algemeen relatief steile slikhelling zijn blijkbaar weinig geschikte plaatsen beschikbaar voor spontane vestiging van

biezen op vrijliggend slik. De kans dat diasporen (zaden, stukken wortelstok) deze plaatsen bereiken en zich vestigen is dan ook eerder klein.

- Te Vlassenbroek had de aanplant na één groeiseizoen (1993) initieel groot succes (bovengrondse primaire productie tot 4,2 ton/ha, gemiddeld 1,1 ton/ha bij een beplantingsdichtheid van 10/m²). De biomassa-productie, stengellengte, -dikte en -dichtheid was in de dichtst beplante zones (10/m²) significant hoger dan bij lagere plantdichtheden (7 resp. 5/m²) (tab. 1).

Tabel 1. Gemiddelde stengellengtes en -diktes en bovengrondse biomassa-productie van *Schoenoplectus tabernaemontani* in de aanplanten te Vlassenbroek (VL) en Appels-St.-Onolfsdijk (AP) per plantdichtheidscategorie (initiële plantdichtheden 5 wortelstokken/m², 7/m² en 10/m²). Aanplant 25-28 mei 1993, bemonstering 19-20 september 1993 in transecten met breedte 1 m en telkens in proefvlakken van 1m². n: aantal gemeten stengels (i.e. totaal aantal intacte stengels per transect; dgw: gemiddeld drooggewicht op basis van de vijf bemonsteringsvlakken (elk 1 m²) met hoogste bovengrondse productie per transect.

locatie - dichtheid	n	lengte (cm)	dikte (cm)	dgw (ton/ha)
VL10	154	101,6	1,03	2,93
VL7	113	77,4	0,80	0,80
VL5	18	64,5	0,69	0,13
VLtotaal	285	89,1	0,92	1,29
AP10	94	73,4	0,84	0,83
AP7	49	67,6	0,84	0,38
AP5	104	80,3	0,91	0,85
APTotaal	247	75,3	0,87	0,69

De beplantingsdichtheid had in Vlassenbroek na één groeiseizoen een significant positief effect op de totale bovengrondse biomassa-productie.

De biomassa-productie verminderde in de loop der jaren echter sterk. In 1996 resteerde nog slechts een kleine populatie *S. tabernaemontani* en overleefde *Bolboschoenus maritimus* in een, weinig vitale, onderbroken zone aan de bovenrand in het segment met hoogste initiële plantdichtheden. Wellicht zouden hogere initiële plantdichtheden op langere termijn betere resultaten geleverd hebben. De resultaten drie jaar na aanplant geven echter aan dat te Vlassenbroek, waar het slik een constante, relatief steile helling vertoont van 9°, de rivierdynamiek te groot is opdat biezen er op termijn en in grote aaneengesloten, golfonderdrukkende en daardoor erosie afremmende vegetaties zouden kunnen overleven. De hogere delen van het slik/schor zijn reeds inge-

nomen door andere macrofyten, waardoor de weinig competitieve biezen daar ook geen vestigingskansen meer hebben. Wel is opmerkelijk dat zich ter plaatse, in de luwte van de aanplant van *S. tabernaemontani*, inmiddels spontaan nieuwvestiging voordeed van *S. lacustris* (Mattenbies) een vroeger langs de Zeeschelde algemene soort, die er recent was uitgestorven (29).

- Te Appels-St.-Onolfsdijk, waar de slikhelling in het bovenste deel minder steil is (1,5°), waardoor dit breedste deel van de aanplant op nagenoeg constante hoogte blijft, vertoont de aanplant een moeilijke start (geringere stengellengtes en bovengrondse primaire productie dan in Vlassenbroek (tab. 1)); in het eerste groeiseizoen bedroeg de bovengrondse productie maximaal 1 ton/ha, gemiddeld 0,4 ton/ha bij een beplantingsdichtheid van 10/m²). In de daaropvolgende jaren groeide de populatie echter sterk aan (fig. 4), hoewel het plaatselijk succes van jaar tot jaar sterk kan wisselen. Ook hier blijft de soort beperkt tot een zone juist onder de GHW-lijn, maar deze zone is ter plaatse vrij breed. Verschillende beplantingsdichtheden hadden te Appels-St.-Onolfsdijk geen significant effect op de gemiddelde biomassa-productie, stengellengtes, -diktes of -dichtheden, ook niet na één groeiseizoen (tab. 1). De initieel aangeplante wortelstokken vormden na één jaar cirkelvormige pollen (diameter tot meer dan 1 m), in de luwte waarvan in 1995 voor het eerst kiemplanten uit zaad werden vastgesteld; deze kiemplanten komen weliswaar slechts in beperkte mate tot wasdom, maar dragen in dat geval toch substantieel bij tot het aaneengroeien van de biezen tot een dichtbegroeide zone. In 1996 werden bovengrondse primaire productiecijfers vastge-

steld tot ca. 11 ton/ha. Inmiddels worden de biezenbegroeiingen te Appels-St.-Onolfsdijk vanuit de bovenrand geïnvadeerd door andere plantensoorten (therofyten als *Polygonum hydropiper* en *Veronica anagallis-aquatica*, maar ook overblijvende helofyten als *Phragmites australis* en *Typha latifolia* en ruigtekruiden als *Lythrum salicaria*).

- Hiermee wordt dus vastgesteld dat biezen wel degelijk kunnen voorkomen op vrijliggend slijk, maar dat de periode tussen vestiging (uit zaad of uit losgeslagen wortelstokdelen, die van elders worden aangevoerd) en uitgroei tot verankerde planten blijkbaar moeilijk te overbruggen is. Zaadkieming en uitgroei van kiemplanten tot volwassen planten blijkt nochtans mogelijk mits voldoende bescherming (luwte) aanwezig is. De verklaring voor het geringe succes van spontane vestiging van bies op vrijliggend slijk lijkt dan ook te zoeken in de beperkte aanwezigheid van qua hoogteligging geschikte standplaatsen, maar zeker ook in de hoge rivierdynamiek, die verankering in het weinig houvast biedend vrijliggend slijk verhindert. Zelfs reeds gevestigde planten worden gemakkelijk losgewoeld. De met slib verzadigde spleten tussen breuksteen bieden blijkbaar wel voldoende houvast om spontane vestiging van bies toe te laten.
- Uit ecologische overwegingen (voorkomen van floravervalsing, voorkomen van introductie van mogelijk potentiële competitievere populaties dan de inheemse populaties) verdient het aanbeveling om bij toekomstige aanplanten te werken met autochtoon plantmateriaal afkomstig uit hetzelfde gebied en zo weinig mogelijk allochtoon plantmateriaal te introduceren. Uit een eerste screening van

autochtone Ruwe bies en het in het experiment gebruikte Nederlandse plantmateriaal blijken deze onderling duidelijke genotypische verschillen te vertonen. Ook morfologisch zijn duidelijke verschillen waarneembaar. Het geïntroduceerd materiaal heeft significant grotere afmetingen en produceert meer zaad dan het autochtoon materiaal (28). In hoeverre dit toe te schrijven is aan standplaatsverschillen kon nog niet worden uitgemaakt.

- Uit de jaarlijkse hoogtemetingen ter hoogte van de aanplanten bleek dat met name het onbegroeide slijk grote fluctuaties kan vertonen. Zo lag de onbegroeide slijkzone te Appels-St.-Onolfsdijk in 1996 gemiddeld 0,50m hoger dan in 1993, maar met grote tussentijdse fluctuaties (tot 1,3 m/jaar). De met biezen begroeide delen vertonen te Appels-St.-Onolfsdijk een tendens om lichtjes op te hogen (tussen 1993 en 1996 gemiddeld 0,05m). Wat dus vooral opvalt is de veel grotere stabiliteit qua hoogteligging van het met bies begroeide slijkdeel ten opzichte van het lager gelegen onbegroeide deel. Biezen leveren op die manier een positieve bijdrage tot schoraanwas. Anderzijds werd vastgesteld dat bij een erosieve aanval van de rivier (vermoedelijk door een verandering in het stroompatroon) de biezen niet voldoende weerstand bieden, opdat het slijk/schor voldoende bestand zou zijn tegen de erosieve werking van stroming en golfslag. In het in een keurslijf gedwongen en door relatief grote stroomsnelheden gekenmerkte Zeeschelde-estuarium met noodgedwongen relatief steile slikhellingen, waar brede, relatief vlakke slijk- en zandplaten geen kans krijgen, zullen biezen dan ook slechts beperkt bijdragen tot het voorkomen van slijk- of schorranderosie.

Fig. 4. De aanplant van *Schoenoplectus tabernaemontani* (Ruwe bies) ter hoogte van Appels-St.-Onolfsdijk twee jaar na aanplant.



4.2 REALISATIES EN PLANNEN IN HET KADER VAN DE SIGMAWERKEN

In de Algemene milieu-impactstudie betreffende de nog uit te voeren werken in het kader van het Sigmaplans (14) worden alternatieven geformuleerd voor dijkuitvoering en/of dijklocatie. Deze alternatieven worden voorgesteld ter mildering van negatieve milieu-effecten of zelfs voor het creëren van een ecologische meerwaarde, al dan niet gekoppeld aan een hogere veiligheid. In het oorspronkelijk Sigmaplans werd een uniform dijprofiel uitgetekend dat overal zou worden toegepast, tenzij ter hoogte van kaaiplateaus en verticale muurconstructies (13). De versterking van de dijken werd destijds uitgetekend volgens éénzelfde schema met aan rivierzijde een dijkhelling van 12/4, een geotextiel en een oppervlakkige, 0,50 m dikke breuksteenbestorting tot ruim boven de gemiddelde hoogwaterlijn (fig. 5a). De in AMIS voorgestelde dijkuitvoeringsalternatieven kunnen als volgt worden samengevat: terrasbouw met zwakke helling, waarbij de

helling in landwaartse richting wordt uitgebouwd en waarbij deze terrassen op verschillende hoogtes worden aangelegd, zodat zones ontstaan met verschillende overstromingsdynamiek. De terrassen kunnen opgebouwd worden uit

- houten constructies met verticale, geheide perkoenpalen, waartussen wilgentenen gevlochten worden; de aldus ontstane cellen slibben op korte termijn dicht en vormen dan een zacht hellend vlak met oppervlakkig nauwelijks zichtbare kunstmatige structuren (vnl. in gebieden met geringere stroomsnelheden, en in de smallere delen van het estuarium waar de landschappelijke impact van oeververdedigingsstructuren relatief groot is; fig. 5b);
- bestaan uit een dijkhelling die is opgebouwd uit een afwisseling van hellende steenbestorting en horizontale onbestorte slijkplateaus (vnl. in erosiegevoeliger gebieden met hogere stroomsnelheden, fig. 5c).

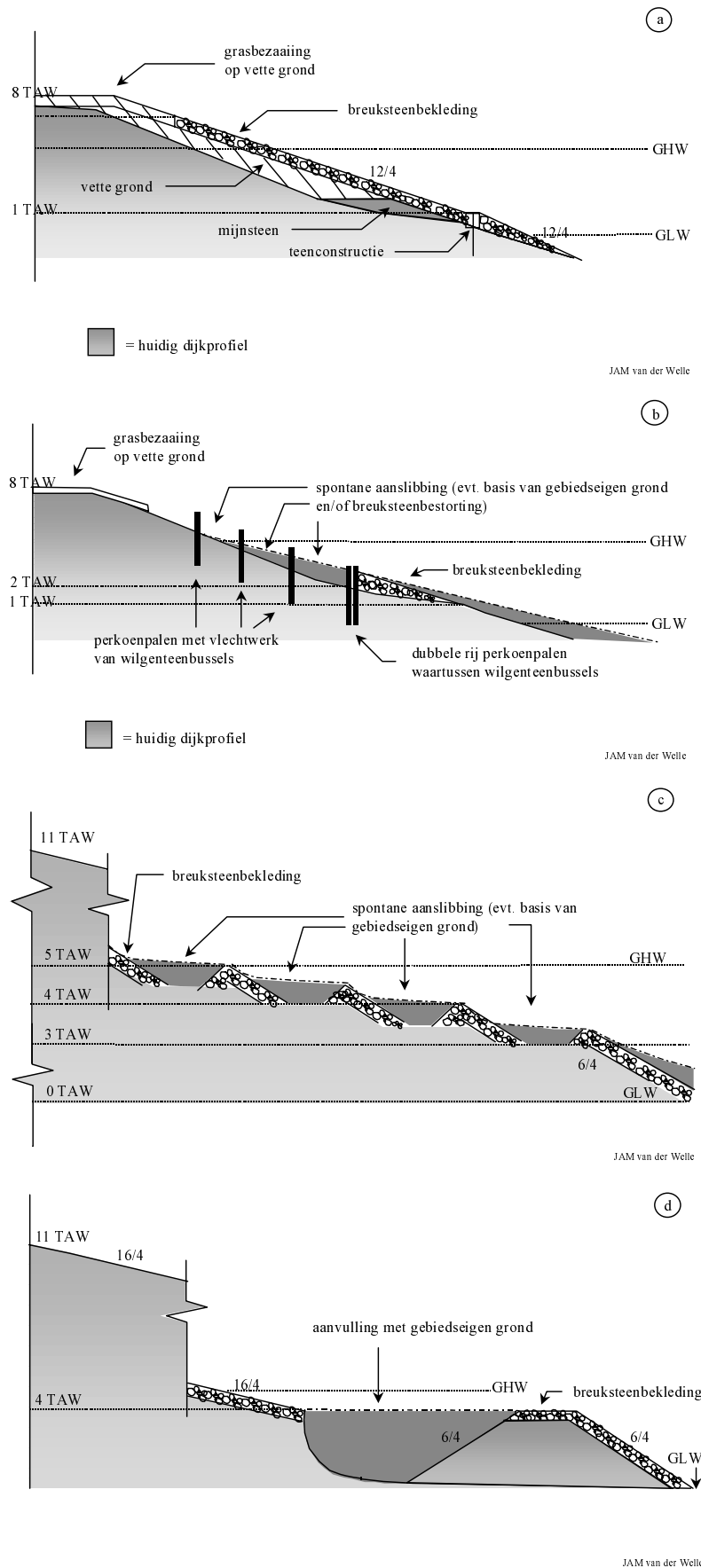
Van deze terrassen mag verwacht worden dat ze op termijn begroeid zullen raken met slikkoloniserende vegetatie (biezen en/of zeebies) en uiteindelijk schorvegetatie (riet en/of wilgen).

Dijkuitvoeringsalternatieven in het kader van de Sigmawerken zijn in de meeste gevallen nog in de onderzoeksfase en werden nog nergens concreet uitgevoerd. Er zijn echter enkele voorbeelden van alternatieve dijkuitvoering, die dicht aanleunen bij de AMIS-voorstellen:

Getrapte dijktaald (brakwatergetijdengebied)

Langs enkele trajecten in het brakwatergetijdengebied (o.a. stroomafwaarts St.-Annastrand, Antwerpen-Linkeroever en Noordkasteel, Oosterweel) werd de door breuksteenbestorte (al dan niet geasfalteerde), gelijkmatige helling van het rivierwaartse dijktaald onderbroken met een horizontaal plateau, dat werd aangelegd op een hoogte van 4,00 à 4,50 m TAW (fig. 5d). Hierdoor worden zones gecreëerd waar macrofytenvegetaties (Ruwe bies, Zeebies, Riet e.a.) zich kunnen vestigen. Al naar gelang de relatieve hoogteligging ten opzichte van de getijamplitude kunnen zich verschillende vegetatietypes vestigen, die elk hun eigen floristische en faunistische elementen herbergen. Landschappelijk zijn de dominante breuksteenbestortingen weliswaar minder aantrekkelijk dan de onopvallende terrassen uit perkoenpaal/wilgenteenbussels, maar op termijn zullen de losse breuksteenbestortingen verdwijnen onder een laagje slib en een hoog opschietende vegetatie. Het is daarbij uiteraard cruciaal dat de breuksteenbestorting niet afgesloten wordt door asfaltering of dergelijke. Momenteel zijn deze plateaus gedeeltelijk reeds begroeid met zouttolerante vegetatie (*Aster*

Fig. 5. Dijkdwarsprofielen. (a) typedwarsprofiel van een versterking van de waterkerende dijken volgens het oorspronkelijk Sigmaplan (naar 13); (b) voorgesteld dijkuitvoeringsalternatief met perkoenpalen en vlechtwerk van wilgenteenbussels; (c) voorgesteld dijkuitvoeringsalternatief met terrasbouw in breuksteenbestorting; (d) geglobaliseerd dwarsprofiel van een gerealiseerde alternatieve dijkuitvoering stroomafwaarts St.-Annastrand te Antwerpen-Linkeroever. -.-.: te verwachten aanslibbingsniveau



tripolium (Zeeaster), *Bolboschoenus maritimus* (Zeebies) en *Phragmites australis* (Riet)., onder meer ter hoogte van het Noordkasteel bij Oosterweel).

Toekomstige dijklocatie-alternatieven ?

De in AMIS voorgestelde dijklocatie-alternatieven streven een uitbreiding van het estuariene invloedsgedebied na (en daarmee diversificatie van oeverstructuren), opdat de loop van de rivier op termijn meer vrijheid krijgt dan bij de huidige strategie, waarbij dijken zo dicht mogelijk tegen en meestal op de huidige oevers worden aangelegd. Dijklocatie-alternatieven werden tot op heden voorgesteld voor dijktrajecten tussen Schoonaarde-brug en de monding van de Paddebeek, tussen Schellebelle-Aardgat en Uitbergen-brug en tussen Heusden-brug en de monding van de Ringvaart, alle langs de Zeeschelde gelegen en tussen Waasmunster-brug en de Rietsnijderij langs de Durme. Deze alternatieven zijn echter nog in onderzoeksfase en werden nog niet uitgevoerd; ze worden hier dan ook niet verder besproken.

Bij realisatie van bovenvermelde alternatieven langs de Zeeschelde alleen al treedt een uitbreiding van het zoetwatergetijdengebied op van ca. 45 ha. Gelet op het feit dat de voorgestelde alternatieven grotendeels gelegen zijn in segmenten waar een dominant slechte oeverstructuurkwaliteit overheerst (OMESsegmenten 17, 18 en 19; zie 25) zouden deze alternatieven een substantiële bijdrage leveren tot de ecologische kwaliteitsverbetering van de oevers en van het estuarium in het algemeen.

5. CONCLUSIES

Na verschillende oproepen (17, 19, 20) tot ecologische herstelmaatregelen in het Scheldebekken werden inmiddels initiatieven genomen om hieraan gehoor te geven.

De alternatieve schorrandverdediging met perkoenpalen en wilgenteenvlechtwerk blijkt een degelijk alternatief voor de ecologisch en vooral landschappelijk minder gunstige breuksteenbestortingen van schorerosiekliffen. Een kosten-batenanalyse van perkoenpaal/wilgenteenvlechtwerk tegenover breuksteenbestorting werd, voor zover op te maken bij het nastreven van ecologische kwaliteitsdoelstellingen, nog niet uitgevoerd.

De aanplant van biezen op erosiegevoelige plaatsen blijkt in beperkte mate bij te dragen tot schoraanwas, maar bewijst vooral dat biezen langs de Zeeschelde zonder probleem kunnen voorkomen op vrijliggende slikken en niet gestoord worden door de alom misprezen slechte kwaliteit van het Scheldewater en -sediment. Het qua overstromingsdynamiek geschikte milieu voor spontane biezenvestiging op vrijliggend slik is echter zeer beperkt aanwezig in het Zeeschelde-estuarium door de grote mechani-

sche storingsgraad, de geringe slikoppervlakte op het geschikte niveau en de grote getijamplitude.

De aanleg van plateaus in breuksteenbestorting in het brakwatergetijdengebied blijkt gunstig te zijn voor de ontwikkeling van macrofytenvegetaties, die de harde dijkconstructie onderbreken en maskeren en die vooral een habitatverrijking betekenen, die plaats biedt voor een grotere biotische diversiteit. Ze fungeren daarbij als belangrijke verbindingsroute tussen de grotere brakwaterschorgebieden langs de rivier. Anderzijds blijkt ook dat met name losse, doorgroeibare breuksteenbestortingen belangrijke, oeverstructuur-verrijkende elementen zijn, waarvan het voorkomen van een karakteristieke zoetwatergetijdenssoort als *Schoenoplectus triquetus* (Driekantige bies) afhankelijk is.

Hoewel nog in de onderzoeks- of planfase lijkt het geen twijfel dat verderzetten van het gebruik van dijkuitvoeringsalternatieven, maar vooral ook toekomstige dijklocaties verder landinwaarts een verdere bijdrage zullen leveren tot de structuurdiversiteit van het estuariene ecosysteem van de Zeeschelde, waarbij de rivier met name in de breedte meer ruimte geboden wordt en daardoor de ontwikkeling van vlakke slik- en schorgebieden opnieuw mogelijk wordt. Toekomstige realisaties (gecontroleerd overstromingsgebied van Kruibeke-Bazel-Rupelmonde, Ketenissepolder, potpolders langs de Durme, Lillopolder, ...) kunnen verder bijdragen tot de vorming van een stevige ecologische infrastructuur, waarin slik- en schorgebieden binnen het estuarium niet langer geïsoleerd liggen, maar een continue zone vormen, waarlangs organismen kunnen migreren en interageren. Dat daarbij blijvend rekening dient gehouden met de antropogene gebruiksfuncties van de rivier spreekt voor zich.

M. HOFFMANN¹
W. GRARÉ²
P. MEIRE¹

⁽¹⁾ Instituut voor Natuurbehoud
Kliniekstraat 25
B-1070 Brussel

⁽²⁾ AWZ, Afd. Zeeschelde
Copernicuslaan 1, bus 13
B-2018 Antwerpen

REFERENTIES

- (1) CLAUS, K., JANSSENS, L. (red.) (1994). Vademecum Natuurtechniek. Inrichting en beheer van waterlopen. Min. Vlaamse Gemeenschap, Dept. Leefmilieu en Infrastructuur, Brussel.
- (2) COOPS, H. (1996). Oeverplanten, over eigenschappen en toepassingen in het water- en oeverbeheer. Min. Verkeer & Waterstaat, Dir-Gen. Rijkswaterstaat, RIZA, notanr. 96.001, Lelystad, 43 pp.

- (3) VANHECKE, L., VERHAERT, E. (1997). Sloten en hun oevers : over kanten en wallen, beweiden en bewaren, verlanden en verliezen, schonen en scheppen, in HERMY, M., DE BLUST, G. (red.), Punten en lijnen in het landschap. Stichting Leefmilieu, Schuyt & Co., Van de Wiele, Natuurreservaten, WWF, Instituut voor Natuurbehoud. 336 p: 117-142.
- (4) DE BLUST, G., HERMY, M. (1997). Ecologische infrastructuur. in HERMY, M., DE BLUST, G. (red.), Punten en lijnen in het landschap. Stichting Leefmilieu, Schuyt & Co., Van de Wiele, Natuurreservaten, WWF, Instituut voor Natuurbehoud. 336 p: 35-61.
- (5) NAGELS, A., SCHNEIDERS, A., WILS, C. (1992). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest, IJzerbekken. Universitaire Instelling Antwerpen. 113 p.
- (6) NAGELS, A., SCHNEIDERS, A., WEISS, L., WILS, C. (1993a). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest, Zennebekken. Universitaire Instelling Antwerpen.
- (7) NAGELS, A., SCHNEIDERS, A., WEISS, L., WILS, C. (1993b). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest, Boven-Scheldebekken. Universitaire Instelling Antwerpen.
- (8) NAGELS, A., SCHNEIDERS, A., WEISS, L., WILS, C. (1993c). Onderzoek naar de verspreiding en de typologie van ecologisch waardevolle waterlopen in het Vlaamse Gewest, Beneden-Scheldebekken. Universitaire Instelling Antwerpen, 87 pp.
- (9) DE BRABANDER, K., DE GREEVE, K. (1988). Waterkwaliteit van de Schelde. Water 43 : 223-227.
- (10) VAN ECK, G. T. M., DE PAUW, N., VAN DEN LANGENBERGH, M. & VERREET, G. (1991). Emissies, gehalten, gedrag en effecten van microverontreinigingen in het stroomgebied van de Schelde en Schelde-estuarium. Water 60: 164-181.
- (11) VAN DAMME, S., MEIRE, P., MAECKELBERGHE, H., VERDIEVEL, M., BOURGOING, L., TAVERNIERS, E., YSEBAERT, Y., WATTEL, G. (1995). De waterkwaliteit van de Zeeschelde : evolutie in de voorbije dertig jaar. Water 85: 244-256.
- (12) KLAP, V., HEIP, C. (1991). De Schelde : een evaluatie van het beleid, de functies en de waterkwaliteit. Verslag van de Raadgevende Interparlementair Beneluxraad 404-1.
- (13) CASTELEYN, E., KERSTENS, P. (1988). Het Sigmaplan : beveiliging van het Zeescheldebekken tegen stormvloeden op de Noordzee. Water 43: 170-175.
- (14) HOFFMANN, M., MEIRE, P. (1994). Algemene Milieupactstudie. Sigmaplan : overzicht van de mogelijke effecten en evaluatie van de ecologische gevolgen en potenties van de verschillende projecten. Rapport IN94.12, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, 75 p. + tab.

- (15) VERBRUGGEN, C., DENYS, L., KIDEN, P. (1991). Paleo-ecologische en geomorfologische evolutie van Laag- en Midden-België tijdens het Laat-Kwartair. De Aardrijkskunde 1991/3: 357-376.
- (16) MYS, M., GULLENTOPS, F., JANSSENS, P., WUYTACK, M.J., STINISSEN, H. (1983). De holocene evolutie van de alluviale vlakke van de Beneden-Schelde. Tijdsch. Belg. Ver. Aandr. Studies (BEVAS) 1983-1: 7-33.
- (17) VERHEYEN, R., MEIRE, P., DE WIT, J. A.W., SCHNEIDERS, A., WILS, C., YSEBAERT, T. (1991). Naar een ecologisch herstelplan voor de Schelde. Water 60: 195-203.
- (18) DE WIT, J.A.W., ADMIRAAL, W., MEIRE, P. (1991). Ecologisch herstel van stroomgebieden : voorbeelden en aanbevelingen. Water 60: 190-194.
- (19) BOEIJE, R.C. (1992). Perspectief voor het Schelde-estuarium. Min. Verkeer en Waterstaat, Dienst Getijdwateren, Directie Zeeland, Min. Vlaamse Gemeenschap, LIN, Inst. Natuurbehoud, Dienst Natuurontwikkeling. Rapport DGW92.034. 20 pp.
- (20) MEIRE, P., ROSSAERT, G., DE REGGE, N., YSEBAERT, T., KUIJKEN, E. (1992). Het Schelde-estuarium : ecologische beschrijving en een visie op de toekomst. Inst. Natuurbehoud, Brussel, Universiteit Gent, Lab. Ecologie der Dieren, Rapport IN-A.95.57, 150 pp.
- (21) MEIRE, P., HOFFMANN, M., YSEBAERT, T., (1995). De Schelde : een stroom natuurtalent. Inst. Natuurbehoud, Brussel, rapport IN95.10, 32 pp.
- (22) HOFFMANN, M. (1993). Vegetatiekundig-ecologisch onderzoek van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde met vegetatiekartering. Universiteit Gent, Lab. Plantkunde i.o.v. Inst. Natuurbehoud, Brussel & Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, 223 pp., 4 bijl., 18 krtn.
- (23) VANHECKE, L. (1986). *Scirpus x carinatus* Smith, S. x *scheuchzeri* Brügger en S. *triqueter* L. in België. Dumortiera 34-35: 94-100.
- (24) HOFFMANN, M., VANHECKE, L., ZWAENEPOEL, A. (1996). *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla en *Schoenoplectus* (Reichb.) Palla in de getijdenzone van Zeeschelde, Rupel, Dijle en Beneden-Nete. Dumortiera 64-65: 2-8.
- (25) HOFFMANN, M., MEIRE, P. (1997). De oevers langs de Zeeschelde: inventarisatie van de huidige oeverstructuren. Water 95: 131-137.
- (26) YSEBAERT, T., MEIRE, P. (1997). Watervogels nemen een hoge vlucht langs het Schelde-estuarium. Rapport Inst. Natuurbehoud, Brussel, IN97.08, 14 pp.
- (27) YSEBAERT, T., MEIRE, P., MAES, D. & BUIJS, J. (1993). The benthic macrofauna along the estuarine gradient of the Schelde Estuary. In MEIRE, P., VINCKX, M. (Eds). Marine and estuarine gradients. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 27 (2-4): 327-341.
- (28) DEKONINCK, W. (1996). Het genus *Schoenoplectus* (Reichenb.) Palla langs de Zeeschelde. Universiteit Gent, Lab. Plantkunde, scriptie, 80 pp. + bijl.
- (29) HOFFMANN, M. (1993). Verspreiding van biezenvoetplanten langs de Zeeschelde, historiek en mogelijkheden tot aanplant. Gent, Universiteit Gent, i.o.v. Inst. Natuurbehoud, 31 pp.
- (30) CLEVERING, O. A., VAN GULIK, W.J.M. (1990). De aanleg van biezenvoetplanten. Mogelijkheden voor her-introductie van biezenvoetplanten in het Haringvliet-Hollands Diepgebied. Oostvoorne, Inst. Oecol. Onderz., Afd. Duinonderz. "Weevers Duin"; 94 pp.
- (31) ANONYMUS (1990). Biezen. Over eigenschappen van biezenvoetplanten en toepassingen in het water- en oeverbeheer. Dordrecht/Heteren, Rijkswaterstaat, dienst Binnenwateren/RIZA, nota 90.026, 35pp.
- (32) COOPS, H. BOETERS, R., SMIT, H. (1991). Direct and indirect effects of wave attack on helophytes. Aquat. Bot. 41: 333-352.
- (33) MEIRE, P., HOFFMANN, M. (1994). Integraal waterbeheer: Globale visie op het Zeescheldebekken. Inst. Natuurbehoud, Brussel, rapport 94.13.
- (34) MEIRE, P. (1992). Restoration of river floodplains along a freshwater tidal river: the Scheldt. In WAGENAAR-HART, A. (Ed.), Contributions to the European workshop ecological rehabilitation of floodplains. Report no. II-6 under the auspices of the CHR, Lelystad, Nederland: 15-20.
- (35) MEIRE, P. (1992). Onderhoudswerken aan de schorren op de RO van de Zeeschelde ter hoogte van de Kramp: enkele suggesties voor ecologisch meer verantwoorde oeverversterkingen. Instituut voor Natuurbehoud, rapport IN A92.114.
- (36) MEIRE, P., YSEBAERT, T., HOFFMANN, M., VAN DEN BALCK, E., DEVOS, K., SAMANYA, R., DEREGGE, N., VAN WAEYENBERGE, J., ANSELIN, A., ROSSAERT, G., KUIJKEN, E. (1995). Ecologisch onderzoek in de Zeeschelde door het Instituut voor Natuurbehoud: onderbouwing van natuurherstel en natuurontwikkeling. Biol. Jaarb. Dodonaea 62: 27-47.
- (37) ZONNEVELD, I. S., (1960). De Brabantse Biesbosch. Een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Belmontia II (Doct. Verh.) 6: 1-210, krtn.
- (38) MASSART, J. (1907). Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Recueil Inst. Léo Errera, VII:167-584.

BOEKBEPREKING

WATERSYSTEEMVERWERKING - RIZA RAPPORT 97.003

Uitgave Directoraat-generaal Rijkswaterstaat-Nederland

Bij de watersysteemverkenningen, met het doel een inzicht te verwerven in de toestand van het waterbeheer in Nederland en de hieruit te trekken gegevens voor de toekomst, werd afzonderlijk het probleem van de industrie onderzocht.

Na een situering van de problemen eigen aan de industrie die zich voornamelijk situeren in het industrieel waterverbruik en de industriële emissies naar het oppervlaktewater, worden de resultaten van de verkenning besproken.

De opbouw en groei van deze sector wordt onderzocht aan de hand van enkele bestaande modellen.

Achtereenvolgens wordt de periode 1985-1993 behandeld, waarna een emissie-prognose voor de toekomst wordt opgesteld. Er wordt vastgesteld dat tussen 1985 en 1993 een daling van de emissie

met gemiddeld 71 % werd bereikt. Voor de toekomst, gelet op de groei van de industrie, zullen echter bijkomende maatregelen dienen te worden genomen om deze toestand te bestendigen en eventueel te verbeteren.

De maatschappelijke context voor het toekomstig beheer kan echter de te nemen maatregelen sterk beïnvloeden. Zij kunnen milieugericht of kostenbeheersend worden benaderd. Op lange termijn is daarbij een structurele aanpak mogelijk.

De studie onderzoekt enkele varianten die als basis kunnen dienen voor het toekomstig beheer.

H.R.