

Werkdocument

Resultaten NCK Workshop “Zeegaten en Getijdebekkens”, Ameland, 28 september 1996

uitwerking februari/maart 1999, o.a. naar aanleiding van aantekeningen 09.01.97

Ad van der Spek en Marcel Stive, met bijdrage van Huib de Vriend (bijlage)

1. Inleiding

1.1 Doel workshop en werkdocument

Het doel van de workshop was het inventariseren en vastleggen van wetenschappelijk en maatschappelijk relevante onderzoeksvragen en onderzoeksbenaderingen met betrekking tot zeegaten en getijdebekkens, vanuit het perspectief van NCK, universiteiten en kennisinstututen. Deze inventarisatie vormt een eerste stap op weg naar het formuleren van een NCK onderzoeksvoorstel op het gebied van zeegaten en getijdebekkens. Daarnaast kan het dienen als overzicht van de stand van zaken op dit gebied. Om dit doel te bereiken was de workshop opgezet als een plenaire brainstorm sessie, onderverdeeld in 3 blokken, waarbij per blok de maatschappelijk relevante vragen, fysische probleemstellingen, onderzoeksmeningen, -vragen en -benaderingen, systeembeschrijvingen etc. voor een specifieke tijdschaal aan de orde gesteld werden (zie Bijlage 1). De tijdschalen waren achtereenvolgens: ‘eeuwen’ (100-1000 jaar), ‘decaden’ (10-100 jaar) en ‘jaren’ (tot 10 jaar). Via een open discussie is de stand van zaken per tijdschaal vastgesteld.

Deelnemers aan de workshop waren: Wim Bakker, Dirk Beets, Janrik van den Berg, Jelmer Cleveringa, Arnold Heemink, Karin de Jong, Rien Kolkman (UT), Hanz Niemeyer, Henk Schuttelaars, Ad van der Spek, Marcel Stive, Huib de Swart en Huib de Vriend.

Dit werkdocument is vooral gebaseerd op de resultaten van de discussies tijdens de Ameland workshop, maar ook op eerdere discussies binnen NCK (b.v. NCK-dagen Boekelo, mei 1995). Daarnaast is een nagekomen bijdrage van Huib de Vriend als bijlage toegevoegd. Het document geeft, puntsgewijs, een overzicht van de kennis van de **natuurlijke** ontwikkeling van getijdebekkens en de aangrenzende kustzone. De achterliggende gedachte hierbij is dat je het natuurlijk systeem moet begrijpen, alvorens het effect van menselijk handelen is aan te geven.

1.2 Aanpak

(a) methode van onderzoek

1. grootschalige ontwikkeling (fenomenologie): kennis samenvatten in gedragsmodellen, daarna downscalen naar voor lange-termijn relevante processen

2. opschalen van procesmodellen naar voor lange-termijn relevante processen

- uitwisseling tussen beide methodes??; aanpak: cascade van concepten en modellen op verschillende tijd- en ruimteschalen
- rol Ecologie? integratie in fysische kennis? (rol LOICZ?)

(b) maatschappelijke versus wetenschappelijke context

1. maatschappelijke context: problematiek rond getijdebekken en zeegaten

- wat willen we betekenen voor de maatschappij? wat hebben we te bieden?
- onderzoek concentreren op concrete problemen; directe opdrachtgevers?
- anderzijds een eigen mening van belang, en eigen verantwoording: indien belangrijk kennis op dit gebied in stand houden, om fluctuaties in belangstelling directe opdrachtgever op te vangen ("maatschappelijke relevantie is niet de waan van de dag")

2. wetenschappelijke context

- vaststellen waar inzicht ontbreekt
- vaststellen onderzoeksthema's (gaten opvullen)

1.3 Inventarisatie problematiek getijdebekken en zeegaten en de maatschappelijke context

(a) op schaal levenscyclus getijdebekken:

- wat is de "natuurlijke" levenscyclus van een getijdebekken? (voortbestaan van het systeem)
- wat is de externe forcering in de ontwikkeling van een getijdebekken? (verhouding relatieve zeespiegelrijzing--sedimentaanbod van buiten; rol samenstelling substraat)

(b) op schaal van eeuwen: verstoringen op schaal kleiner dan natuurlijke levenscyclus

- wat is de invloed van "zware" menselijke ingrepen zoals:
 - gas-/wateronttrekking resulterend in bodemdaling
 - afsluiting (delen van) bekken
 - grootschalig baggerwerk (navigatie, geulverdieping, zandwinning)
 - rigide kustbescherming: sediment vastgelegd langs aangrenzende kust
 - beïnvloeding zeegatdynamica

(c) schaal van 'event'/seizoen:

- wat is de natuurlijke dynamica rond een evenwichtssituatie (herstellingsvermogen; veerkracht; dynamisch handhaven)
- wat is het belang van extreme events?
- dagelijkse publieksvoorlichting

2. Stand van zaken kennis zeegaten en getijdebekken

2.1 Tijdschaal “eeuwen”: ontstaan en ontwikkeling bekkens

- tijdschaal: eeuwen tot millennia
- belangrijkste factoren: (relatieve) zeespiegelstijging, sedimentaanbod

2.1.1 Stabiliteit kustlijn

(a) uitgangspunt:

geen enkele kust is stabiel op alle tijdschalen! bijv. *rotskust*: stabiel op korte en middellange tijdschaal, maar niet op zeer lange tijdschaal

(b) stabiliteit sedimentaire kustlijn:

- “zachte” kust nooit over gehele lengte stabiel, er is altijd netto verplaatsing van sediment **lateraal** langs de kust; ernstige tekorten ontstaan daar waar zand direct aan de kustlijn onttrokken wordt, òf naar dieper water, òf naar achterliggend bekken
- stabiliteit hangt af van zandverlies naar aangrenzende kustvakken en uiteindelijk naar achterliggende bekkens (netto verlies naar dieper water verwaarloosbaar geacht)
- sediment uiteindelijk min of meer definitief vastgelegd in bekkens

(c) sedimentvraag door bekken

1. sedimentvraag hangt af van oppervlak en inhoud bekken, maar ook van transportcapaciteit: bijv. Bergen-bekken, niet geheel opgevuld met sediment maar toch ging zeegat dicht; waarschijnlijk door afname van relatieve grootte van transportmechanisme/-capaciteit naar meest landwaartse deel bekken

2. direkte relatie snelheid zeespiegelrijzing en sedimentopslag in bekken:

snelle zeespiegelrijzing leidt tot veel sedimentatie:

- veel aanvoer? zeebodem relatief ondiep met veel restanten oudere kustlijnen; relief leidt tot sterke gradienten in transport
- efficiënte invang van sediment door specifieke morfologie? Hangt morfologie samen met snelheid zeespiegelrijzing? bij snelle zeespiegelstijging is aanvoer sediment juist

voldoende om verticale aggradatie geulbed en oeverwallen de stijging bij te laten houden, waardoor weinig laterale migratie geulen in bekken; (zeegat?)

(d) transgressieve versus regressieve ontwikkeling

1. transgressief: sedimentvraag > sedimentaanvoer

- vraag groot, bijv. door grote getjebekken bij zeespiegelrijzing, en/of aanvoer klein, bijv. geen of nauwelijks sedimentbronnen
- morfologie bekken: bekken landwaarts overgaand in moerasgebied; relatief smalle barriers (overwashing dominante proces) ervoor, doorsneden door zeegaten

2. regressief: sedimentaanvoer > sedimentvraag

- grote aanvoer, bijv. door rivier of erosie elders in systeem, en/of weinig vraag, bijv. door geringe of geen zeespiegelrijzing
- morfologie bekken: bekken met nauwelijks mariene beïnvloeding (vooral zoetwatermilieus); kustlijn alleen doorsneden door riviermonden (NB kunnen snel in getjidebekken veranderen!); (uitbouwende) strandwallen hiertussen

2.1.2 Ontstaan van bekken

(a) Hoe?

1. geleidelijk: uitbreiding via dalsysteem/laagste delen landschap ten gevolge van stijging relatieve zeeniveau
2. plotseling: doorbraak waardoor de zee toegang krijgt tot gebied dat beneden de hoogwaterlijn ligt, waardoor het onderdeel wordt van het bergend oppervlak

de geleidelijke ontwikkeling lijkt het meest voor te komen, kleinere delen kunnen plotseling aan de berging toegevoegd worden (bv. door een stormvloed), maar dit komt vooral voor bij door de mens aangebrachte "harde grenzen" zoals dijken

(b) Randvoorwaarden

1. potentiële komberging: "momentane" *reliëf* bepaalt omvang, inhoud en vorm bekken
2. relatieve zeespiegelstijging: bestaat uit
 - bodemdaling (o.a. tektoniek, isostatische bewegingen, zetting en compactie van oudere afzettingen)
 - reële stijging van het gemiddeld zeeniveau door o.a. uitzetten zeewater t.g.v. temperatuurstijging en verschuivingen in de hydrologische balans

NB relatieve zeespiegelverlaging op dit moment niet bekend in Holocene ontwikkeling Nederlandse kust

(c) Snelheid

de snelheid waarmee de omvang van een bekken toeneemt wordt bepaald door zowel het reliëf van de aangrenzende kustvlakte als door de snelheid van relatieve zeespiegelstijging

- bij een vlak reliëf leidt een kleine waterstandsverhoging tot een grote oppervlaktetoename van het bekken
- de snelheid van relatieve zeespiegelstijging langs de Vlaamse en Nederlandse kust in het Vroeg en Midden Holoceen nam toe van zuid naar noord

2.1.3 Ontwikkeling van bekkens

(a) Sturing van ontwikkeling bekkens

de ontwikkeling van een bekken hangt af van de balans tussen:

1. de ruimte om sediment af te zetten (accommodatie ruimte) en de veranderingen daarin, en
2. de opvulling van die ruimte met sediment van mariene of fluviatiele oorsprong, en veen

de volgende *factoren* zijn daarbij van belang:

1. sedimentaanvoer

- beschikbaarheid sediment, zowel intern als extern
- efficiëntie aanvoer en vastlegging sediment: rol morfologie, vegetatie
- aanvoermechanismen: getij; golven (wind [klimaat]); dichtheidsstroming (neerslag; temperatuur [klimaat]); stormopzet; nog meer?
- onderscheid tussen zand en slib belangrijk: groot verschil in gedrag
- koppeling tussen morfologie bekken en sedimenttransport: in principe altijd netto sedimentatie in 'korte' bekkens, tenzij er geen sediment voorhanden is; in 'lange' bekkens kan ebdominantie bestaan

2. verandering accommodatieruimte

- *uitbreiding van bekkens*, zie 2.1.2, maar ook uitruiming bekken ná verandering hydraulische randvoorwaarden (bv. Oosterschelde vanaf 17e eeuw)

- *afname van oppervlak en inhoud bekkens* door verlanding t.g.v. sedimentatie

- model Karin de Jong: lange bekkens zijn ebdominant (netto erosie); slaat makkelijk om in vloeddominantie waarna opvulling
- veen speelt een cruciale rol: het vult een deel van de accommodatieruimte op waardoor er minder klastisch sediment aangevoerd hoeft te worden, maar het is wel kwetsbaar voor erosie: veen verdwijnt daardoor grotendeels uit het systeem, waarna de inhoud van het bekken snel toe kan nemen
- samenstelling ondergrond: weerstand tegen erosie?
- obstakels die verdere migratie van bekkens beperken of verhinderen, bijv. kliffen maar ook dijken: bij verdere stijging zeeniveau neemt oppervlak af (link met reliëf)
- biologische factoren: veenvorming, vegetatie (vastleggen sediment), vertragen erosie t.g.v. matvorming door benthische organismen, bioturbatie?
- klimaat (temperatuur, neerslag)
- mens ??

(b) Stabiliteit van bekkens en aangrenzende kust

verandering van het relatieve zeeniveau drijft grootschalige dynamiek aan:

- door stijging relatieve zeeniveau verplaatst kuststelsel incl. bekkens zich landwaarts
- bekkens worden in stand gehouden door stijging van relatieve zeeniveau

NB; de grootte van de sedimentaanvoer kan deze trends sterk beïnvloeden of zelfs omkeren!!

- bij stabiele zeespiegel vullen bekkens op met sediment of blijven zoals ze zijn bij geringe sedimentaanvoer
- bij een dalende zeespiegel worden bekkens ondieper en kleiner, of er nieuwe bekkens verder zeewaarts kunnen ontstaan hangt van reliëf zeebodem af en hoeveel de zeespiegel daalt

NB; beide situaties zijn niet van toepassing op de Holocene ontwikkeling van de Nederlandse kust (wel op nog langere tijdschaal)

(c) Ruimen bekkens uit of slibben ze op?

dat hangt af van de balans tussen de verandering van de accommodatieruimte en de sedimentaanvoer; geïntegreerd over het hele bekken zijn er bij een stijgende relatieve zeespiegel 3 mogelijkheden:

1. uitbreiding van het bekken

- toename accommodatieruimte > sedimentaanvoer
- eindproduct is lagune: vooral subtidal
- vergelijk 2.1.2; ontwikkeling wordt op lange termijn meestal weer gevolgd door opvulling

2. bekkenomvang is stabiel

- toename accommodatieruimte = sedimentaanvoer
- evenwichtssituatie (eindprodukt is gelijk aan beginsituatie)
- vooral intertidal morfologie (platen)

3. opvulling van het bekken

- toename accommodatieruimte < sedimentaanvoer
- lijkt het meest voor te komen; eindprodukt: opgevulde kustvlakte of zoetwater-bekken (bv. Biesbosch), grotendeels supratidal; meestal stabiel tenzij zeespiegel verder stijgt, dan wordt preservatie van organisch materiaal (veen) cruciaal voor handhaving situatie

(d) Wijze van opvulling van bekkens

- aanvoer van sediment vanuit zee (voor Nederland) belangrijkste

zand wordt direkt achter zeegat afgezet (snelheden nemen na passeren zeegat af, grofste korrels als eerste afgezet), waardoor opbouw binnendelta direkt achter zeegat of landwaartse uitbreiding van bestaande binnendelta

NB; voor langgerekte systemen zoals estuaria veel minder goed begrepen!

slib bezinkt op rustige plaatsen, vooral achterin systeem

hierdoor ontstaat een trend van met afstand tot zeegat afnemende gemiddelde korrelgrootte; deze trend wordt verstoord door lokale variaties (biogene sedimentproductie, oudere afzettingen e.d.)

- indien er fluviaatiele aanvoer is wordt een bekken ook van achteruit opgevuld; in de Nederlandse situatie geldt dit hooguit voor slib, m.u.v. Rijn en Maas
- *veen* speelt een tijdelijke rol: makkelijk geërodeerd maar vertraagt vraag naar sediment
- *mechanisme van opvulling*: meest definitieve afzetting in rustige delen van bekken; shifting van depocenters

(e) Stabiliteit van zeegaten

uitgangspunt: lokatie van zeegat wordt bepaald door vorm en positie van bekken

1. structurele stabiliteit:

geologische factoren die laterale migratie en/of insnijding beperken, zoals stugge klei- of veenbanken: vertragen migratie maar geen definitieve vastlegging, profiel zal zich aanpassen (ondieper en breder), daarnaast erosie op langere termijn

2. hydraulische stabiliteit:

- bewegingsvrijheid van diepe zeegatgeulen wordt beperkt doordat de positie van het grootste deel van het bergend oppervlak vastligt, bijv. in een rivierdal; de aan- en afvoerende geulen kunnen niet onbeperkt hun weglengte vergroten (dat is wat gebeurt bij laterale migratie) zonder hun debiet aan kortere geulen te verliezen, waarna deze geulen verdwijnen of tenminste sterk in grootte afnemen
- als het dalsysteem geen rol meer speelt, door opvulling van het dalsysteem of door stijging van het zeeniveau, dan is deze stabiliserende invloed op de positie van het zeegat verdwenen.

NB; er is geen unieke relatie tussen de getijslag en de lengte van barriereilanden!!

1. golven spelen een belangrijke rol bij het ontstaan van barriers: de kustvorm wordt bepaald door de verhouding van golf- en getij-energie (Davis en Hayes, 1984)
2. de grootte van het getijdeprisma bepaalt de grootte van de zeegaten en daarmee de lengte van de eilanden (Davis en Hayes, 1984)
3. ook de grootschalige vorm van de kust (b.v. hoog-reliëf kust versus kustvlakte) en de opbouw van de ondergrond (resistente lagen) spelen een rol in de morfologie van de kust
4. punt 2 wordt geïllustreerd door de groei in lengte van de Waddeneilanden na gedeeltelijke verlanding van de achterliggende bekkens waardoor de zeegaten sterk in breedte afnamen (Borndiep: Van der Spek, 1994, 1995; Oost-Friese Wad: FitzGerald et al., 1984, FitzGerald en Penland, 1987); dit hield dus per saldo een sterke groei van de lengte van de eilanden in bij gelijkblijvende getijslag

De relatie tussen getijslag en morfologie (waaronder lengte) van barriereilanden werd in 1975 en 1979 gepostuleerd door Hayes, en wordt sindsdien regelmatig geciteerd en verder uitgewerkt (zie o.a. Wolff, 1986, en Ehlers, 1988). Echter, Hayes heeft deze suggestie al in 1979 genuanceerd door te wijzen op het relatieve belang van het golfklimaat. In een gezamenlijke publicatie benadrukken Davis en Hayes (1984) tenslotte het belang van o.a. de verhouding tussen getij- en golfenergie, en het getijdeprisma voor de morfologie van barriersystemen.

2.2 Tijdschaal 'decaden': Interne dynamiek bekken

- tijdschaal: decades tot eeuwen

2.2.1 Belangrijke aspecten bij interne dynamiek bekken

- rol diverse deelsystemen: zeegat / buitendelta / bekken / aangrenzende kust (geulen, platen, kwelders, barriers etc.)
- rol externe elementen, bv. morfologie begrenzende kustvlakte en zeebodem
- rol *reliëf ondergrond* in positie geulen en zeegaten
- richting en snelheid migratie verschillende elementen

- sedimentbronnen (onderscheid zand / slib)
- transportmechanismen; vooral waterbeweging (onderscheid zand / slib)
- sturing ontwikkeling elementen; voorbeeld: effect storm op zeegat

2.2.2 Ontwikkeling morfologie bekken

(a) morfologisch "model"

- in uitgangssituatie (t_0) is er géén evenwicht tussen (a) bodemligging, (b) waterbeweging (en wind) en (c) sedimentverdeling, zowel intern als extern
- de dynamische koppeling tussen de verschillende elementen leidt tot een herverdeling van sediment volgens de energiegradient(en)
- de dynamiek neemt af in de tijd (dus een afname van de veranderingen), er ontstaat een quasi-evenwicht, op tijdstip t_e , zie fig. 1
- het produkt hiervan is de *morfologie* van het bekken en het zeegat (dat bestaat uit keel, ebdelta en aangrenzende kust), op tijdstip t
- kritische factoren voor het verloop van de ontwikkeling zijn: (1) energie en (2) sedimentsamenstelling
- de ontwikkeling van t_0 naar t_e (fig. 1) is de morfologische ontwikkeling *op deze tijdschaal!*
- de tijdschaal voor het ontstaan van evenwicht wordt bepaald door het 'traagste' element dat erbij betrokken is

Discussie n.a.v. laatste opmerking:

- Hanz N.: geulen "bepalen" tijdsverloop, zijn als eersten weer in evenwicht, ten koste van platen
- empirische relaties doorsnede zeegat ~ getijprisma: verschillende tijdschalen voor vergroting en verkleining doorsnede? bijvoorbeeld. erosie snel, enkele getijden of een storm; sedimentatie langzaam, 10 jaar of meer
- Janrik: monding Oosterschelde binnen 5 à 10 jaar aangepast aan afsluiting Volkerak
- doorsnede zeegat hangt af van: 'amplitude getijsnelheid' / 'getijlengte'
- voorbeeld Tuncurry estuarium (New South Wales, Australië): doorsnede zeegat zeer klein waardoor zeer klein getijverschil in bekken, ondanks hoge snelheden in zeegat (3-4 m/s); komt door golven: golfenergie zo hoog dat inlet steeds bijna stikt in zand, gebeurt ook in jaren met zeer lage rivierafvoeren
- discussie empirische relaties in het algemeen: waarom geulen zeegaten niet dieper dan 30 m? Ontstaan van meerdere geulen boven getijdebiet van ca. 1000 miljoen m³?

suggestie Marcel: discussie toevoegen over tijdschaal-verschillen voor de elementen waardoor menging van tijdschalen bij interactie

(b) sedimentimport

belangrijke 'processen' zijn

- vloeddominantie (gemiddeld over bekken)
- longshore drift

- storm (washovers; stormafzettingen in bekken)
- eolisch transport
- bovenafvoer
- restcirculaties

(c) herverdeling sediment in bekken

belangrijke 'processen' zijn

- getijasymmetrie
- restcirculatie
- opwerveling
- driftstroming
- vegetatie (vasthouden sediment, demping waterbeweging)
- biogene slibvorming

2.2.3 Ontwikkeling morfologie buitendelta

(a) stabiliteit geulen

- vloedgeulen meer of minder passief
- ebgeulen hebben grootste vrijheid, kunnen vrij migreren

(b) stabiliteit eilandoevers

(c) buitendelta

oppervlaktemorfologie: migrerende banken, bewegen relatief snel
sediment transport? 'bypassing' model, zig-zag verhaal

model Wang: 2DH, alleen getij, géén golven: geulmigratie gesimuleert, niet ver gekomen!
(is dit nog actueel?)

Marcel s.v.p. aanvullen tot recente stand van zaken

vraag: heb je onder alle condities en in alle ontwikkelingsfasen van een zeegat/bekken systeem een buitendelta?

stelling: buitendelta's zijn meest volgende onderdeel van zeegat/bekken systeem, leveren extra sediment indien nodig; volume daarom op grotere tijdschaal niet alleen afhankelijk van getijprisma

vraag: Gaat er zand rechtstreeks van de Noordzeebodem naar de buitendelta en vervolgens het bekken in (vraag Hans Wiersma)?

belangrijk: rol verhouding golven en getij in bepalen omvang en morfologie buitendelta en ook zeegat (papers Hayes, 1979, en Sha en Van den Berg, 1993); vergelijk Tuncurry kust, Eems (getijvolume veel te dominant t.o.v. golven, géén buitendelta)

2.3 tijdschaal 'jaren': "Dagelijkse dynamiek"

tijdschaal: seconden tot seizoenen

2.3.1 Wat weten we?

vooral **bruto**-transporten op **intra**-getijdeschaal

(COMOR-aanpak + dynamische loop)

Marcel s.v.p. aanvullen tot recente stand van zaken

2.3.2 Verder vooral vragen!

- sedimenttransport op getijschaal; ook op kleinere schaal; netto-effecten?
- verhouding tussen 'dagelijkse gang' en 'events'; rol chronologie
- "schakelaars" en triggers: onomkeerbare gebeurtenissen, leiden tot trendbreuken; rol chronologie
- dynamiek kleinste morfologische eenheden (geul / plaat / bank)
- aansturende processen: wind, golven, getij. dichtheidsverschillen; netto-effect op langere tijdschaal; rol chronologie

3. Uitwerking

Hieronder worden een aantal (relevante) onderzoeksvragen uitgewerkt.

NB. Deze uitwerking is verre van volledig!

- *Wat is de "natuurlijke levenscyclus" van een getijdebekken in een zandige kust?*

1. Relevante disciplines en aanpak

- *geologie*; reconstructie op grond van veldgegevens, analogiën
- *historische geografie*; reconstructie op grond van kaarten en geschreven bronnen

2. Lopend onderzoek

3. Belangrijke kennisleemten

- *Wat is de invloed van menselijke verstoringen op een tijdschaal kleiner dan de "natuurlijke levenscyclus"?*

1. Relevante disciplines en aanpak

- *morfologie*; evenwichtsmodellen (elementen en totaal), procesmodellen (elementen)
- *geologie*:

2. Lopend onderzoek

3. Belangrijke kennisleemten

- *Wat is de "natuurlijke dynamica" rond een evenwichtssituatie op een tijdschaal van jaren?*

1. Relevante disciplines en aanpak

- *geologie*;
- *morfologie*; procesmodellen
- *sedimentologie*; procesmodellen, analyse sedimentaire structuren

2. Lopend onderzoek

3. Belangrijke kennisleemten

etc.

Referenties

Davis, R.A., en M.O. Hayes, 1984. What is a wave-dominated coast? In; B. Greenwood en R.A. Davis, (red.), Hydrodynamics and Sedimentation in Wave-Dominated Coastal Environments. Marine Geology, 60: 313-329.

Ehlers, J., 1988. The Morphodynamics of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam, 397 p.

FitzGerald, D.M., en S. Penland, 1987. Backbarrier dynamics of the East Friesian Islands. Journal of Sedimentary Petrology, 57 (4): 746-754.

FitzGerald, D.M., S. Penland en D. Nummedal, 1984. Control of barrier island shape by inlet sediment bypassing: East Frisian Islands, West Germany. Marine Geology, 60: 355-376.

Hayes, M.O., 1975. Morphology of sand accumulations in estuaries; an introduction to the symposium. In: L.E. Cronin (red.), Estuarine Research, Vol 2: Geology and Engineering, pp. 3-22. Academic Press, New York.

Hayes, M.O., 1979. Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In: S.P. Leatherman (red.), Barrier Islands from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Mexico, pp. 1-27. Academic Press, New York.

Sha, L.P., en J.H. van den Berg, 1993. Variation in ebb-tidal delta geometry along the coast of the Netherlands and the German Bight. *Journal of Coastal Research*, 9 (3): 730-746.

Spek, A.J.F. van der, 1994. Large-scale evolution of Holocene tidal basins in The Netherlands, proefschrift, Utrecht, 191 pp.

Spek, A.J.F. van der, 1995. Reconstruction of tidal inlet and tidal channel dimensions in the Friesian Middelzee, a former tidal basin in the Dutch Wadden Sea. In: B.W. Flemming en A. Bartholomä (red.), *Tidal Signatures in Modern and Ancient Sediments*. Special Publication International Association of Sedimentologists, 24, pp. 239-258. Blackwell, Oxford.

Wolff, W.J., 1986. De Waddenzee: eigenschappen van een dynamisch kustgebied. *Flevobericht*, 252: 11-22. Rijksdienst IJsselmeerpolders, Lelystad.

Bijlagen

1. Vraagstellingen workshop ("voorzetten")
2. Stuk Huib de V. d.d. 30.09.96