

Bouwen met de natuur, meer dan woorden

Bouwen met de natuur is het realiseren van (waterbouwkundige) infrastructuur in harmonie met de natuurlijke omgeving. Waar mogelijk wordt daarbij gebruik gemaakt van de dynamiek en het adaptieve vermogen van die omgeving en worden tegelijkertijd nieuwe kansen voor natuur gecreëerd. Daardoor lopen de belangen van economie, welzijn en duurzaamheid parallel en kunnen ze elkaar versterken. Dit artikel laat aan de hand van een aantal voorbeeldprojecten zien hoe dit aansluit bij de klimaatbufferbenadering.

Langetermijnontwikkelingen als klimaatverandering, zeespiegelstijging en herschikking van macro-economische verhoudingen zullen onvermijdelijk leiden tot aanpassing van de civieltechnische infrastructuur, zoals het stelsel van waterkeringen, wegen, vaarwegen en havens. Het continue karakter van deze veranderingen maakt het nodig daarbij niet alleen te streven naar kosteneffectiviteit en duurzaamheid, maar ook naar aanpassingsvermogen aan geleidelijk veranderende omstandigheden. Door natuur deel te laten uitmaken van een waterbouwkundige constructie is het in bepaalde gevallen mogelijk dat aanpassingsvermogen te realiseren. Dit is in lijn met de klimaatbufferbenadering: natuurlijke processen de ruimte geven en daarmee adaptief vermogen creëren en – via meekoppeling van functies – maatschappelijk rendement (CNK, 2012).

De natuur kan ook helpen bepaalde waterbouwkundige doelen te bereiken door bijvoorbeeld vegetatievorming voor een waterkering (golfdemping) of door het ontstaan van schelpdierbanken (erosiebeperking). Door gebruik te maken van natuurlijke krachten kan een betere inpassing van waterbouwkundige ingrepen in de natuurlijke omgeving bereikt worden. Daarnaast kunnen natuurlijke componenten die deel uitmaken van waterbouwkundige constructies andere nuttige functies vervullen, samen te vatten onder de noemer ecosysteemdiensten. Zo produceert een oesterrif vermarktbaar oesters en oevervegetatie biomassa die kan worden omgezet in energie of veevoer. Ook bieden deze systemen mogelijkheden voor recreatie en een habitat voor een grote

verscheidenheid aan ander leven.

Na een korte beschrijving van het innovatieprogramma *Building with Nature* (BwN) wordt een aantal projecten gepresenteerd waarin het principe van bouwen met de natuur is toegepast en zal ik laten zien hoe deze aansluiten bij de klimaatbufferbenadering.

Building with Nature

De basis van *building with nature* was al eerder gelegd door pioniers als McHarg (1969) en Waterman (2008). Het innovatieprogramma BwN (2008-2012), zie ecoshape.nl en De Vriend & Van Koningsveld (2012), heeft hun ideeën opgepakt, verder doorontwikkeld, in een aantal grootschalige experimenten getoetst en geschikt gemaakt voor bredere praktische toepassing.

Het BwN-programma is uitgevoerd door het EcoShape-consortium, een groep van aannemers, ingenieursbureaus, kennisinstituten en universiteiten met steun, in *cash en kind*, van de overheid. Om te leren in de praktijk heeft BwN aansluiting gezocht bij een aantal lopende initiatieven, zoals de Zandmotor Delfland en de Proefsuppletie Galgeplaat in de Oosterschelde. Daarnaast heeft EcoShape zelf (deels in samenwerking met de coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers) een aantal kleinschalige experimenten opgestart en praktijkprojecten van consortiumpartners geanalyseerd. Er zijn negentien vanuit het programma gefinancierde promotieonderzoeken uitgevoerd om een aantal meer fundamentele kennisleemten op te vullen. De vertaling naar bredere toepasbaarheid heeft geleid tot een wiki-achtige

HUIB DE VRIEND

Prof. Dr. Ir. H.J. de Vriend
Directeur Stichting EcoShape,
Building with Nature,
Burgemeester de Raadtssingel
69, 3311 JG Dordrecht
huib.de.vriend@ecoshape.nl

Foto **Barend Hazeleger**
bvbeeld.nl

handleiding, vrij toegankelijk via de EcoShape-website, met onder meer een beschrijving van de principes van bouwen met de natuur, toepassingsvoorbeelden, gereedschappen, kennispagina's, lesmateriaal en bouwstenen voor toepassing van het concept. Bovendien is samen met Deltares en de TU Delft een laagdrempelig systeem ontwikkeld dat vrije toegang biedt tot een schat aan gegevens en modellen: OpenEarth (openearth.nl).

Pilot Zandmotor

De Zandmotor Delfland (figuur 1, zie ook Mulder & Tonnon, 2010), een initiatief van de provincie Zuid-Holland en Rijkswaterstaat, is een experiment om na te gaan of het lokaal aanbrengen van een grote hoeveelheid zand op de onderwateroever een alternatief is voor het onderhouden van een zandige kust met herhaalde, kleinschaliger suppleties zoals tot nu toe de praktijk is. Onafhankelijk van de wijze van suppleren, klein- of grootschalig, draagt het gesuppleerde zand aantoonbaar bij aan duinvorming (Arens et al., 2010). Ook is al duizenden jaren geleden, bij een zeespiegelstijging die veel sneller ging dan nu, gebleken dat de Hollandse kust dankzij voldoende beschikbaarheid van zand in staat was de zeespiegel te volgen en zelfs aan te groeien (Beets

& Van der Spek, 2000). De conclusie is dan ook dat een zandige kust, die via suppleties over voldoende zand beschikt, de zeespiegel kan volgen en werkt als klimaatbuffer.

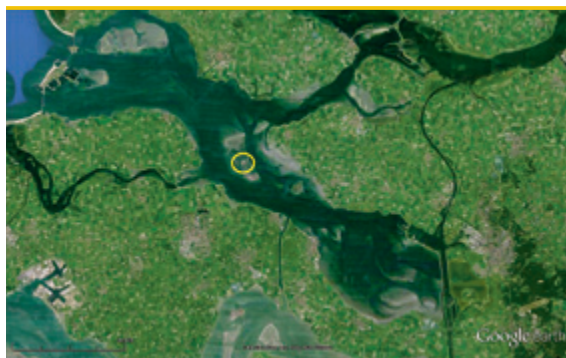
Aan de huidige praktijk van repeterende kleinschalige suppleties kleven enkele nadelen, zoals herhaalde verstoring van het kustecosysteem en een geleidelijke, onnatuurlijke versteiling van het kustprofiel. Bij het suppleren van grote hoeveelheden tegelijk op één plek profiteert een groter deel van het kustprofiel en wordt het zand door golven, getij en wind op een natuurlijker manier over onderwateroever, strand en duinen verdeeld. Bovendien zal de eenheidsprijs van het zand in dat geval lager zijn en kan de aannemer het aanlegproces beter optimaliseren. Naast de verspreiding van het zand door natuurlijke processen zijn er bijkomende functies, zoals (tijdelijke) ruimte voor recreatie – de Zandmotor blijkt een hotspot voor kitesurfers te zijn – een grotere diversiteit aan habitats voor pioniervegetatie, voor vis (kinderkamer), voor zeezoogdieren (rustplaats) en op den duur een blijvende verbreding van het duingebied met enkele tientallen meters.

Het Zandmotorexperiment moet duidelijkheid verschaffen over de economische haalbaarheid van dit

Figuur 1 Zandmotor Delfland op 11 juli 2011 (links) en 27 maart 2013 (rechts). In de tussentijd is de meest zeewaartse punt over 143 meter teruggeschreden, en is er 1,6 miljoen m³ zand van de suppletie afgegaan, terwijl strand en duinen met 1,1 miljoen m³ zijn gegroeid. (Foto: <https://beeldbank.rws.nl/>).

Figure 1 Delfland Sand Engine at July 11, 2011 (left) and at March 27, 2013 (right). In the meantime the furthest point in sea has regressed with 143 meter and 1.6 million m³ of sand has vanished from the sand nourishment while seashore and dunes have grown with 1.1 million m³. (Photo: <https://beeldbank.rws.nl/>)

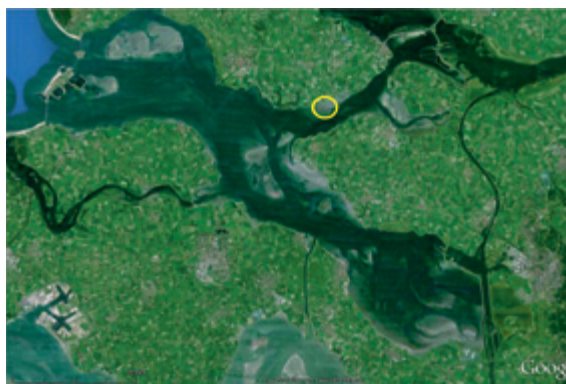




soort megasuppleties, de ecologische effecten ervan en de maatschappelijke waarde van de bijkomende functies. Daartoe is samen met Rijkswaterstaat en met steun van het Europese Fonds voor Regionale Ontwikkeling een uitgebreid monitoringprogramma opgezet en is er onlangs een Perspectiefprogramma van de Technologiestichting STW (twaalf PhD's, drie post-docs) van start gegaan voor de analyse van de gegevens en het omzetten daarvan in elders bruikbare kennis.

Pilots Oosterschelde

Door de bouw van de stormvloedkering is de getijamplitude in de Oosterschelde met een derde gereduceerd en was in één klap het doorstroomoppervlak van de geu-



Figuur 2 proefsuppletie Galgeplaat, links: locatie, rechts: overzicht. De lichtgekleurde ring is een voorafgaand aan de suppletie opgeworpen zandkade (diameter 500 m) om wegglekken van het materiaal tijdens de suppletie te voorkomen. (Foto: <https://beeldbank.rws.nl/>)

Figure 2 pilot nourishment Galgeplaat, left: location; right: overview. The light coloured ring shows the embankment built before the nourishment (500 m in diameter) to prevent the sand from slipping away during the nourishment. (Photo: <https://beeldbank.rws.nl/>)

len te groot voor de resterende eb- en vloedbeweging. De natuurlijke respons is dat geulen zich opvullen met sediment tot opnieuw een passend doorstroomprofiel is ingesteld. Het zand dat daarvoor nodig is komt niet van buitenaf, maar van de platen in het bekken, die daarvoor een belangrijk deel onder water dreigen te verdwijnen (zie bijvoorbeeld De Vriend, 2004). Dit leidt tot een aanzienlijk verlies aan intergetijdegebied – habitat voor een breed scala aan benthische organismen en rijke voedingsgrond voor grote aantallen vogels – en tot een grotere aaneengesloten watervlakte met meer strijklengte voor de wind en dus tot verhevigde golfaanvallen op de waterkeringen. Om deze twee redenen wordt geprobeerd de erosie van de platen tegen te gaan.



Figuur 3 oesterrif bij Viane, links: locatie, rechts: effect na 1 jaar. Afmetingen van het aangelegde substraat: 10 x 200 m.

Figure 3 oyster reef at Viane, left: location, right: effect after 1 year. Dimensions of the constructed substrate: 10 x 200 m.

Rijkswaterstaat heeft in 2008 een proefsuppletie uitgevoerd op de Galgeplaat, een grote droogvallende plaat ten zuidoosten van de Zeelandbrug (figuur 2), om na te gaan of dit een effectief middel is om de voortgaande verlaging van de platen tegen te gaan. Vragen die daarbij aan de orde zijn: hoe snel verspreidt het gesuppleerde zand zich over de plaat en hoe snel herstelt het ecosysteem zich in het met zand bedekte gebied?

Na vier jaar monitoring, onder andere met videocamera's vanaf een speciaal geïnstalleerde meetpost (Borsje et al., 2012), is duidelijk dat het zand zich maar langzaam over de plaat verspreidt en dat biodiversiteit en biomassa zich in deze vier jaar grotendeels hebben hersteld. Conclusie: deze manier van suppleren helpt om de platen op hoogte te houden, c.q. hun reliëf te herstellen, zonder dat dit blijvende schade aanricht aan het ecosysteem.

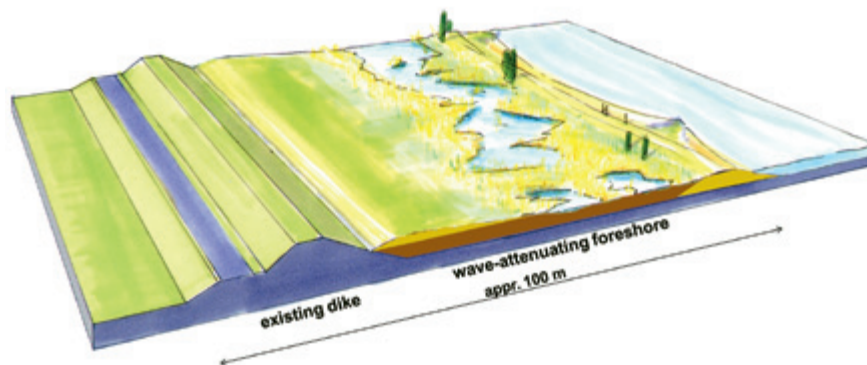
Een andere methode om oppervlakteverlies en zandtransport van plaat naar geul tegen te gaan is het beschermen van de plaatranden, hetzij via een cascade van lage dammetjes (Rijkswaterstaatspilot Schelphoek), hetzij via het stimuleren van de ontwikkeling van schelpdierbanken (BwN-pilots Oesterriffen), zie figuur 3. De oesterriffen worden geïnitieerd door korven van ijzerdraad op de plaatrand te plaatsen en te vullen met oesterschelpen. Op dit substraat zetten zich jonge oesters vast en vormt zich op den duur een levende oesterbank die de plaatrand beschermt.

Uit de eerste (nog niet gepubliceerde) resultaten van de uitgevoerde experimenten blijkt dat het succes van deze methode afhangt van de plaatskeuze. In sommige gevallen zijn de banken zeer effectief, in andere raken ze bedekt met zand, wier en schelpen en vormt zich geen levende oesterbank. Dit illustreert eens te meer dat bouwen met de natuur dient te berusten op een grondige kennis van het systeem waarin gewerkt wordt.

Het suppleren van platen is eerder een onderhoudsmaatregel dan het creëren van een zichzelf aan veranderende omstandigheden aanpassend systeem en daarom wellicht niet aan te merken als een klimaatbuffer. Levende oesterriffen komen daar dichterbij, omdat die wel degelijk het beoogde aanpassingsvermogen hebben. Beide experimenten leren ons echter wel hoe deze waardevolle intergetijdegebieden kunnen worden behouden bij versnelde zeespiegelstijging in combinatie met een tekort aan zandaanvoer vanuit de geulen. Nieuwe toepassing is voorzien bij de Oesterdam (in de ontwerpfasen en samen met Rijkswaterstaat en de coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers) en de Roggenplaat (in de initiatiefase en in samenwerking met Rijkswaterstaat en Natuurmonumenten).

Ondiepe vooroevers

Dijken die onderhevig zijn aan golfaanvallen moeten extra hoog zijn om golfoverslag – een bedreiging van de stabiliteit van de dijk – te beperken. Dat zijn dure dijken die veel ruimte in beslag nemen, want een hogere dijk is ook breder. Bij elke aanscherping van de maatgevende condities (waterstand, golfaanval) moet zo'n dijk bovendien verder worden verhoogd. Het aanleggen of stabiliseren van een ondiep, bij voorkeur begroeid voorland kan hier uitkomst bieden (onder meer Van der Wal et al., 2011). Ondiepte en vegetatie werken beide golfremmend en beperken dus de golfaanval op de dijk. Als er voldoende zand of slib in het water zit, zal de vegetatie bovendien sediment invangen en zo in staat zijn een geleidelijke stijging van de gemiddelde waterstand te volgen. Daarnaast kunnen allerlei andere functies meekoppelen, zoals recreatie, natuurontwikkeling en ecosysteemdiensten. Het systeem is dus in bepaalde mate adaptief en multifunctioneel en in die zin aan te merken als klimaatbuffer. De Friese IJsselmeerkust is een voorbeeld



van een gebied, waar zo'n situatie van nature voorkomt. De voormalige Zuiderzeekwelders hebben zich ontwikkeld tot rijke zoetwaterwetlands die de achterliggende dijk beschermen tegen golfaanvallen, zie Van Slobbe (dit nummer).

Aanleg van een ondiep voorland wordt overwogen voor de westelijke Markermeerdijk (figuur 4, links). Het is de vraag of deze dijk, die op een dikke, slappe veenlaag ligt, zomaar verder kan worden verzwaaard. Binnendijks is er bovendien op veel plaatsen nauwelijks ruimte voor verbreding, en verhoging is bezwaarlijk voor de vele dijkhuizen. Buitendijks is er ruimte en, in het Markermeer, genoeg slib beschikbaar (zie onder meer Scheffer, 2005). Of deze oplossing er komt is nog onduidelijk, omdat de huidige financiële situatie alleen alternatieven toelaat die bewijsbaar goedkoper zijn dan een traditionele aanpak. De onzekerheden die nu eenmaal samenhangen met een nieuwe aanpak werken dan tegen.

Een ander voorbeeld is de dijk van de Prins Hendrikpolder, deel van de zuidpunt van Texel (figuur 4, rechts). Deze Waddenzeedijk is afgekeurd en zou moeten worden opgehoogd. Momenteel wordt een zandig alternatief overwogen, met een ondiepe vooroever en een

duinrichel voor de dijk. Ook langs de Fries-Groningse Waddenzeekust zouden ondiepe voorlanden, bijvoorbeeld op basis van de al aanwezige kwelders, een alternatief kunnen zijn voor het verder versterken van dijken. Een punt van aandacht bij dit soort alternatieven is, dat ze dan ook moeten worden meegenomen in de toetsing van de waterkeringen. Om twee redenen gebeurt dat momenteel meestal niet: (1) onbekend is hoe dat technisch gezien moet (het Voorschrift Toetsing Veiligheid biedt onvoldoende handvatten) en (2) de waterkeringbeheerder heeft geen zeggenschap over de voorlanden en kan de golfdempende functie dus niet garanderen. Hier ligt dus niet alleen een technische maar ook een bestuurlijke en economische opgave.

Opschaling

Afgezien van een aantal locaties langs de Hollandse kust, zoals de Slufterdam, de Van Dixhoordriehoek, de Zandmotor, de kustversterking Noordwijk, Marina IJmuiden en de versterking van de Pettemer en Hondsbossche Zeewering, is het principe van bouwen met de natuur vooral toegepast in kleinschalige experimenten, in het kader van het innovatieprogramma BwN, het pro-

Figuur 4 ondiepe voorlanden als onderdeel van een waterkering. Links: Prins Hendrikdijk, Texel (foto Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). Rechts: impressie Oeverdijk Markermeer (Bureau Strooming),

Figure 4 shallow foreshore as part of a dike. Right: impression Oeverdijk Markermeer (Bureau Strooming), left: Prins Hendrikdijk, Texel (photo Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier).

Figuur 5 locaties van projecten waar bouwen met de natuur aan de orde is. Rood: pilots in het kader van het innovatieprogramma BwN, groen: locaties waar een bouwen-met-de-natuur alternatief is toegepast of wordt overwogen.

Figure 5 locations of projects building with nature. Red dots: pilots of the innovation program BwN, green dots: locations where building with nature is applied or being considered.



gramma Natuurlijke Klimaatbuffers en van het Eco-engineering programma van Rijkswaterstaat. Naarmate die experimenten succesvol zijn, is het van belang de toepassing op te schalen naar de reguliere waterbouwkundige praktijk. Dat proces is momenteel gaande, in de zin dat bouwen-met-natuur wordt overwogen op tal van locaties in Nederland en daarbuiten (zie figuur 5). Daadwerkelijke realisatie stuit echter nog vaak op een voorkeur voor traditionele oplossingen en op hoge prijskaartjes die men koppelt aan onzekerheden. Innovatieve alternatieven lijken en blijken dan al gauw te duur. Ook in internationaal verband vindt het concept van bouwen met de natuur steeds meer weerklank. PIANC, de internationale organisatie voor havens en scheepvaart, propageert Working with Nature ([kingwithnature\), volgens principes die sterk overeenkomen met die van *Building with Nature* en die via het *Green Infrastructure* concept inmiddels ook omarmd worden door de Europese Commissie. De Europese koepelorganisatie van baggerbedrijven EUDA heeft een actieve milieuwerkgroep die bouwen met de natuur propageert. Het *US Army Corps of Engineers* kent een beweging *Engineering with Nature*, gebaseerd op natuurontwikkeling via hergebruik van bij baggerprojecten vrijkomende materialen. In Engeland wordt al jaren geëxperimenteerd met *managed realignment* \(zie onder meer Luisetti et al., 2011\), het terugleggen van waterkeringen ten behoeve van extra hoogwaterberging, schorontwikkeling en golfdemping. In tropische landen wint het inzicht terrein dat mangrovebossen kunnen dienen als duurzaam element in de kustverdediging \(Misdorp, 2011\) met de capaciteit zich aan te passen aan zeespiegelstijging. Kortom, bouwen met de natuur slaat ook internationaal aan.](http://pianc.org/wor-</p></div><div data-bbox=)

Conclusie

Uit bovenstaande voorbeelden kunnen we concluderen dat bouwen met de natuur qua concept goed aansluit bij dat van klimaatbuffers. Bovendien is bouwen met de natuur – en daarmee het klimaatbufferconcept toegepast op oppervlaktewateren en waterbouwkundige infrastructuur – zich aan het ontwikkelen tot een brede, internationale beweging die steeds meer weerklank vindt in de waterbouwkundige praktijk. Daarmee zijn we het stadium van woorden voorbij en komt het er nu op aan dit gedachtengoed waar mogelijk optimaal in te zetten.

Literatuur

- Arens, S.M., S.P. van Puijvelde & C. Briere, 2010.** Effecten van suppleties op duinontwikkeling. Geomorfologie. Rapportage fase 2, Amsterdam ARENS BSDO, Rapport RAP2010.03, 125 pp.
- Beets, D.J. & A.J.F. van der Spek, 2000.** The Holocene evolution of the barrier and the back-barrier basins of Belgium and the Netherlands as a function of late Weichselian morphology, relative sea-level rise and sediment supply. *Geologie en Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences* 79 (1): 3-16.
- Borsje, B.W., K. Cronin, H. Holzhauer, I. de Mesel, T. Ysebaert & A. Hibma, 2012.** Biogeomorphological interactions on a nourished tidal flat: lessons learnt from Building with Nature. *Terra et Aqua* 126: 3-12.
- CNK, 2012.** Natuurlijke klimaatbuffers, kennis en kansen. Coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers, Tussenrapportage 2010-2012, 233 pp.
- Luisetti, T., R.K. Turner, I.J. Bateman, S. Morse-Jones, C. Adams & L. Fonseca, 2011.** Coastal and marine ecosystem services valuation for policy and management: Managed realignment case studies in England. *Ocean & Coastal Management* 54: 212-224.
- McHarg, I.L., 1969.** Design with nature. N.Y. Garden City. Published for the American Museum of Natural History [by] the Natural History Press, 197 pp. ISBN 0-471-11460-X
- Misdorp, R. (ed.), 2011.** Climate of Coastal Cooperation, Coastal & Marine Union - EUCC, Leiden, 208 pp. ISBN 978-90-75502-09-1
- Mulder, J.P.M. & P.K. Tonnon, 2010.** "Sand Engine": background and design of a mega-nourishment pilot in the Netherlands. In: J. McKee Smith & P. Lynett (eds.). *Coastal Engineering* 2010.
- Scheffer, M., 2005.** Ecology of shallow Lakes. Kluwer Academic Press, 357 pp.
- Slobbe, E. van, A. Klimkowska, H.F. van Dobben & A.P. Wiersma, dit nummer.** De zachte zandmotor van de Workumer Buitenwaarden. *Landschap* 30/4: 219-227.
- Vriend, H.J. de, 2004.** The Eastern Scheldt Barrier: environmentally friendly engineering? In: M. Marco Camena (ed.). *Ponencias y Comunicaciones, II Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente*. Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, Spain, p 1269-1281. ISBN 84-380-0286-2.
- Vriend, H.J. de & M. van Koningsveld, 2012.** Building with Nature: thinking, acting and interacting differently. *EcoShape, Building with Nature*, Dordrecht, 39 pp. ISBN 978-94-6190-957-2
- Wal, M. van der, B.G.H.M. Wichman & M.B. de Vries, 2011.** Verkenning Markermeermoeras en Houtribdijk. Deltares, rapport 1205484-000, 32 pp (zie ook markermeerijmeer.nl)
- Waterman, R.E., 2008.** Integrated coastal policy via building with nature. The Hague. Opmeer Drukkerij, 450 pp. ISBN/EAN 978-90-805222-3-7