Pilot zandige vooroever Houtribdijk

Publiekssamenvatting

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

EcoShape

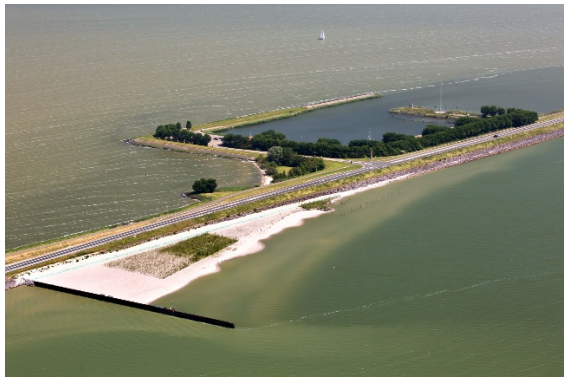
Inleiding

In de periode van 2014 tot 2018 is een pilot uitgevoerd voor een zandige versterking van de Houtribdijk. Het doel van de pilot was kennis te ontwikkelen over de toepassing van zandige versterkingen voor dijken in meren met milde golfcondities. Met deze kennis zou het ontwerp en uitvoering van waterkeringen goedkoper kunnen.

Onderzoeksopzet

In 2014 is een voorland van zand aangelegd aan de zuidkant van de Houtribdijk, ter hoogte van Trintelhaven. Het ontwerp van de driehoekige proefsectie was 400 meter lang en 150 meter breed en werd aan de noordkant begrensd door de Houtribdijk en aan de westzijde door een damwandconstructie die loodrecht op de dijk was aangebracht. De waterlijn van het zandpakket lag loodrecht op de gemiddelde golfinvalsrichting van het Markermeer. Om de ontwikkeling van vegetatie onder verschillende omstandigheden te onderzoeken werd in een deel van de proefsectie klei door de toplaag gemengd. Het voorland is vier jaar gemonitord. In totaal zijn 23 inmetingen uitgevoerd. De monitoring startte in september 2014. De laatste inmeting vond op 20 maart 2018.

Pilot in 2014 vlak na aanleg



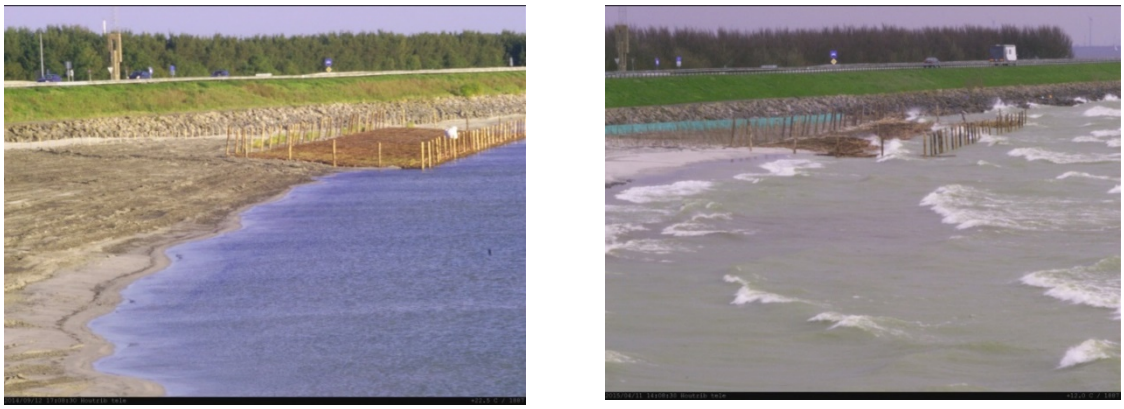
Pilot in 2016

Ontwikkeling van de vegetatie

Vegetatie op vooroevers heeft in veel gevallen een golfremmende werking. Bovendien beperkt vegetatie de erosie en gaat het stuifoverlast tegen. Binnen de proefsectie is een aantal vakken gedefinieerd waarbinnen verschillende combinaties van vegetatie en ondergrond zijn onderzocht. De vakken verschilden in aanplant van vegetatie (wel of geen aanplant), bescherming tegen foeragerende vogels en het mengen van klei door de toplaag. Een belangrijke conclusie is dat het inmengen van klei zeker in het begin een groot positief effect heeft op de groei van de vegetatie. Foeragerende vogels hebben een duidelijk negatief effect op de beplanting.

Vegetatie in een exclosure (afscherming voor ganzen) in 2015 (links) en 2017 (rechts). Op de foto's is goed te zien dat de exclosure begrazing door ganzen tegen gaat, waardoor rietgroei kan plaatsvinden. Op de omringende delen waar ook riet is aangeplant zonder exclosure, is het riet in 2015 deels afgegeten en in 2017 door begrazing grotendeels verdwenen.

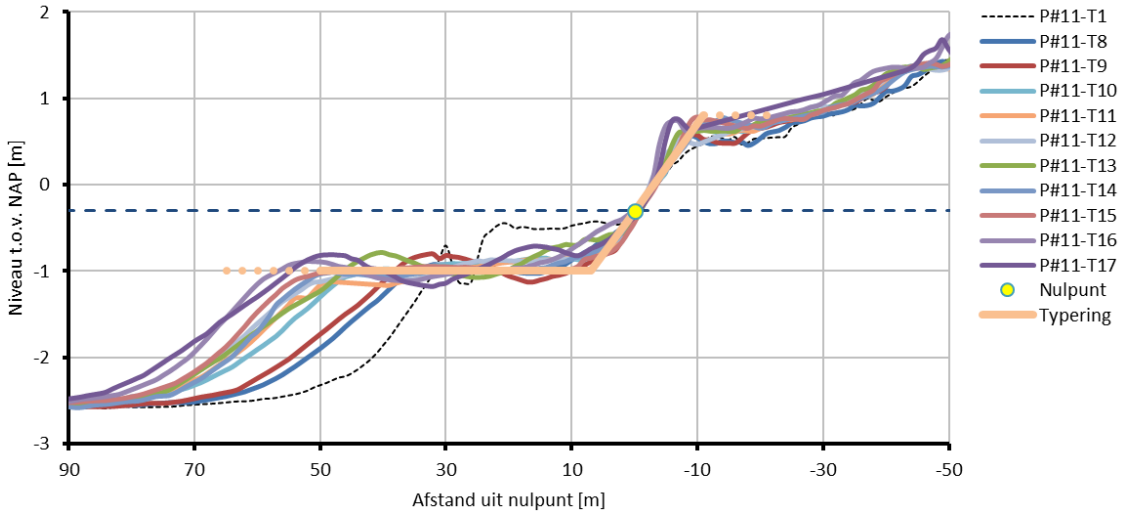
Het onderzoek naar golfremmende werking van rietvegetatie rond de oeverlijn bleek lastig: de golfwerking was te sterk voor het aangebrachte riet waardoor deze niet goed aansloeg. Verschillende pogingen bleken weinig succesvol. Deze ervaring sluit aan bij de elders opgedane inzichten dat rietvegetatie nauwelijks bestand is tegen golven hoger dan grofweg 20 cm.



Foto's van de camera bij de pilotlocatie op 12 september 2014 met eerste rietaanplant op rijsmat (links) en 11 april 2015 met sterke golfwerking op de rijsmatten (rechts). De rijsmatten zijn gedeeltelijk weggeslagen in het winterseizoen van 2014-2015. Achter de rijsmat is de aanplant van riet zichtbaar.

Ontwikkeling zandvolume en vorm van de pilot

De hoeveelheid zand is vrijwel gelijk gebleven ondanks de soms zware stormomstandigheden met golven tot 1,2 meter hoog. Een stabiele zandige oplossing in een meeromgeving is dus mogelijk.
De vorm van de pilot is gedurende de looptijd van de pilot wél veranderd. Het dwarsprofiel heeft zich ontwikkeld in een lagergelegen vooroever en een steiler deel rond de waterlijn.



Schematische weergave van het dwarsprofiel in het centrale deel van de pilot ten opzichte van doorsnijding op NAP-0,3 m niveau.

Het steilere, hoger gelegen deel (dwarshelling ongeveer 1 : 10) beweegt mee met de heersende golfinvalsrichtingen. Een periode met bijvoorbeeld meer zuidoostelijke windrichtingen leidde tot een draaiing van de het hoger gelegen deel met de klok mee en een aangroei van de kustlijn ter plaatse van de damwandconstructie. De buitencontour van het lagere deel van het profiel (beneden NAP-1 m) vertoont dit gedrag niet. Dit nam de vorm aan van een plateau.

Functie en werking plateau

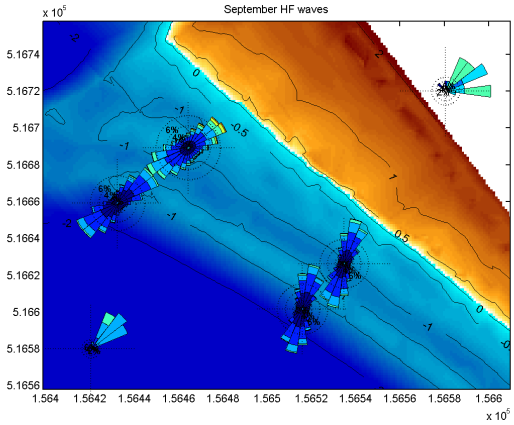
Op grond van de waarnemingen bleek het nog niet goed mogelijk de functie en werking van dit plateau goed te verklaren. Medio 2017 is besloten om dit te onderzoeken. Dit aanvullende onderzoek bestond uit twee onderdelen, namelijk

- Fysische metingen op het plateau zoals golfhoogten en stroomsnelheden
- Het monitoren van het effect van een lokale afgraving van het plateau, om de werking van het plateau te onderzoeken

De analyse van deze gegevens heeft geleid tot een verbetering van het morfologisch model XBeach, waarmee ontwerpers kustversterkingen doorrekenen. Een belangrijk resultaat is ook dat er een rekenmodule aan dit model is toegevoegd waarmee de steile profielvorm rond de waterlijn veel beter na te bootsen is.

Plaatsing van instrumenten voor meting van de lokale afgraving.

De monitoring van de lokale afgraving leverde inzichten op over de werking van het plateau. Als het plateau een beschermende werking zou hebben voor het deel rond de waterlijn, dan zou het gedeeltelijk afgraven van dit plateau vrijwel direct zou leiden lokale erosie. Uit de waarnemingen blijkt echter dat de afgraving geen grote impact had op het gedeelte rond de waterlijn. De opvulling van het aangebrachte ‘gat’ vond namelijk vooral aan de beide zijkanten plaats als gevolg van stroming langs de pilot, en niet vanuit het hoger gelegen deel door stroming en golven loodrecht op de pilot. Conclusie is dus dat het plateau geen duidelijke beschermende werking heeft op het hoger gelegen deel van het voorland. De vorming van het brede plateau lijkt mede veroorzaakt door de damwand en dijk. Dit is af te leiden uit het feit dat er gedurende de onderzoeksperiode sprake was van extreme hydraulische condities met de hoogste windsnelheid, de hoogste waterstand en golfhoogten tot ruim 1 m en er zelfs toen geen significant effect op de waterlijn aanwezig was.



Afbeelding van gemeten ‘intra-golf stromingspatronen’ voor de vier instrumenten die voor de pilot in het water lagen op 8 september 2017. De windroos linksonder geeft de gemeten golfrichting voor de oever aan; de roos rechts bovenin de windrichting.

Verschil tussen meer en open kust

Het grootste verschil tussen het voorland uit deze pilot en een voorland op zee was het steile profiel rond de waterlijn en een vrijwel horizontaal plateau onder water. De oorzaak is dat er in een meer geen getij aanwezig is. Wel is er in een meer een sterke samenhang tussen waterstand en golfhoogte. De wind zorgt namelijk zowel voor het opstuwen van de waterstand als voor de inkomende golfaanval. Een zwaardere golfaanval gaat samen met een hogere waterstand. Het niveau van het vlakke plateau lijkt samen te vallen met het niveau waarop de golven effectief kunnen aangrijpen bij verschillende combinaties van opzet van de waterstand en golfhoogten.

Resultaten en conclusies van de pilot

De belangrijkste conclusies zijn van de pilot zijn:

Vegetatie

- Zware golfslag belemmert de groei van vegetatie langs de waterlijn
- Bijmengen van klei door het zand heeft in het begin een positief effect op de vegetatiegroei
- Foeragerende vogels hebben een negatief effect op de vegetatie

Morfologie

- Het voorland blijft goed liggen en er is weinig zandverlies
- Voor het voorland (meerzijde) heeft zich onverwacht een plateau gevormd.
- Dit plateau heeft echter geen duidelijk beschermende werking voor het voorland
- Het model Xbeach is gevalideerd en uitgebreid op basis van de gegevens over vorming van het plateau
- De damwand en dijk hebben als opsluitconstructie effect gehad op de vorm van het zandpakket en de vorm van het plateau.

De proefsectie in 2017

Lessons Learned en Guidelines

Een van de doelen van de pilot was om ontwerprichtlijnen (guidelines) te maken voor toekomstige zandige voorlanden en de geleerde lessen vast te leggen. Er zijn guideline en lessons learned documenten over vergunningen en aanleg en er zijn guidelines voor beheer en onderhoud en ontwerp van dijk-voorlandsystemen. Ook is er een document business case met mogelijke andere locaties voor zandige voorlanden. De documenten zijn vrij beschikbaar op de website van EcoShape. De belangrijkste punten uit deze documenten zijn:

Vergunningen

- Snelste manier om in een Natura2000 gebied de benodigde vergunningen te krijgen
- Eisen vanuit vergunningverlening en hoe deze toe te passen in het ontwerp

Aanleg

- Ervaringen tijdens aanleg en analyse van de opgetreden zettingen en zandverliezen.
- De mate waarin het ontwerp qua geometrie daadwerkelijk is gerealiseerd.
- Leidraad voor kosteneffectieve aanleg van grootschaligere voorlandoplossingen

Ontwerp en beoordeling dijk-voorlandsystemen

- Een overzicht van de technische belemmeringen om het ontwerp te beoordelen?
  Deze komen voort uit het gebrek aan concrete rekenregels. Het document bevat daarom ook:
- Aanzet voor ontwikkeling van concrete rekenregels voor ontwerp van zandige voorlanden
- Handvatten voor ontwerp en beoordeling van voorlandoplossingen voor (bestaande) dijken.
- Handvatten voor de integrale beoordeling van de veiligheid van de hybride waterkering

Beheer en onderhoud

- De standzekerheid bij een zandig voorland is deels afhankelijk van de keuzes die al in het ontwerpstadium worden gemaakt. Dit komt doordat ook profielvorm en bodemopbouw onderdeel zijn van het ontwerp. Dit heeft grote invloed op de morfologische ontwikkeling van het voorland zelf en op de vegetatieontwikkeling.
- Slimme keuzes in de ontwerpfase maken het mogelijk om te sturen op de uiteindelijke veldsituatie en het benodigde beheer en onderhoud.

Het document Business-Case bevat tot slot een verkenning van mogelijkheden voor de aanleg van een voorlandoplossing op andere typen locaties.

Bijdrage aan andere projecten en vervolgonderzoek

Een van de hoofddoelstellingen van de pilot was gericht op het toepassen van de resultaten in zowel lopende als komende HWBP-projecten. De kennis uit de pilot is inmiddels toegepast bij de dimensionering van de zandige versterking van de Houtribdijk en de zandige buitenranden van de Marker Wadden. Verder zijn de inzichten ook toegepast bij de versterking van de Markermeerdijken tussen Hoorn en Edam, de zogenaamde oeverdijk.
De pilot heeft al tijdens de uitvoering bijgedragen aan projecten in en om het Markermeer.

December 2018

Contact
Spuiboulevard 210,
3311 GR Dordrecht
+31 78 6111 099
info@ecoshape.nl
www.ecoshape.nl