

De Metronoom: riviermondingen in schaallexperimenten

Getijstroomen in estuaria vormen dynamische patronen van geulen en platen. In tegenstelling tot rivieren is er over de vorm en patronen van estuaria nog erg weinig bekend. Met de Metronoom – een kantelende stroomgoot van 20 x 3 m – is nu een nieuwe onderzoeksmethode beschikbaar gekomen. Hierin bootsen onderzoekers aan de Universiteit Utrecht deze systemen in het klein na.

De geulen zijn belangrijk voor de scheepvaart en de droogvallende platen zijn belangrijk voor de ecologie. In de Westerschelde worden de geulen regelmatig gebaggerd om bevaarbaar te blijven voor de scheepvaart, wat waarschijnlijk ten koste gaat van het oppervlak dat dagelijks onderstroomt en droogvalt.

In 1950 beschreef Johan van Veen de typische eb- en vloed gedomineerde geulen (ook wel 'eb- en vloodscharen' genoemd) die in getijdesystemen ontstaan. Het is nog niet gelukt om zodanig te verklaren waarom die geulen eigenlijk bestaan dat we hun interactie met de platen kunnen voorspellen. Dit is wel van belang met de toenemende economische druk op het systeem, de afnemende ecologische waarden en de overstromingsveiligheid van Antwerpen.

Metingen in de natuur zijn niet alleen duur, maar het is bijzonder lastig om de oorzakelijke verbanden te vinden en factoren te isoleren. Dit kan wel met computermodellen die mor-



Door de stroomgoot te kantelen, is het mogelijk processen in estuaria na te bootsen.

fologische veranderingen kunnen voorspellen, maar deze zijn nog erg gevoelig voor keuzes welke onderdelen worden gebruikt en voor kalibratie. Sinds eind 2015 is er nu een nieuwe onderzoeksmethode beschikbaar gekomen waardoor het nu ook mogelijk is om estuaria in geschaalde laboratoriumexperimenten te laten ontstaan.

Turning the tide

Het eerste getijdesysteem werd door Osborne Reynolds nagebootst in het laboratorium. Dit deed hij door de zeespiegel met een periode van enkele minuten op en neer te bewegen, net zoals getijstroomen in de natuur ook ontstaan door de dubbeldaagse waterstandsvariatie van de zee. De vloedstroom die ontstond als gevolg van hele kleine waterstandsvariaties was niet sterk genoeg om het zand te bewegen hellingopwaarts in de landwaartse richting. Hierdoor werd er enkel door de ebstroom zand getransporteerd. Enkele pogingen sindsdien hielden hetzelfde probleem. Doordat de sedimentmobiliteit tijdens vloed consequent te klein was, leken de resulterende patronen niet op patronen in de natuur. Daarom bedacht MGK de Metronoom: een langwerpige stroomgoot, die op zijn as heen en weer kantelt. Als de goot zeewaarts kantelt,

ontstaat er een ebstroom. Andersom ontstaat er een vloedstroom als deze landwaarts kantelt. Hiermee was het probleem in eerdere experimenten opgelost: door het zandbed te kantelen om getijdestroomen te creëren, bleek dat de mobiliteit van het sediment tijdens zowel eb als vloed hoog genoeg was, niet alleen bij zee maar over de hele lengte van het estuarium. Daardoor ontstaat er een dynamisch systeem, dat sterk lijkt op natuurlijke systemen zoals de Westerschelde.

Een getijdencyclus in de Metronoom duurt slechts 45 seconden. Hierdoor is het op een dag ongeveer 2.000 keer eb en vloed. Zodoende ontstaat er nu in de Metronoom wekelijks een nieuw estuarium. Het landschap dat zichtbaar wordt is ongeveer 2.000 keer kleiner dan een natuurlijk systeem. De uiteinden van de kantelbak bewegen op en neer met een amplitude van 75 mm, zodat de maximale gradiënt 7,5 mm/m is. Experimenten beginnen met een vlak zandbed en initieel een smalle rechte geul. De stroomgoot kantelt heen en weer, terwijl bovenstrooms met een pompje de rivierafvoer wordt aangevoerd. Aan de zeewaartse kant worden golven opgewekt om de ebdelta in toom te houden. Zodoende ontstaan de eerste eb- en vloodscharen een paar uur.

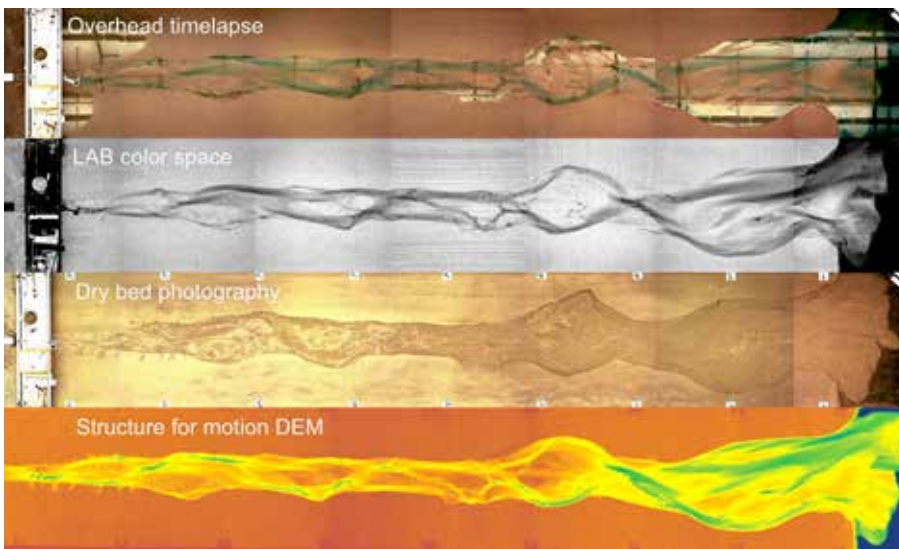
IN 'T KORT - De Metronoom

Met de Metronoom worden de vorm en patronen van estuaria onderzocht

In de kantelende stroomgoot ontstaat wekelijks een nieuw estuarium

Van elk ontstaan getijde wordt een foto genomen

Na afloop van een experiment wordt een gedetailleerd hoogtemodel gemaakt



Resultaat van een getijde-experiment met een periode van 45 seconden, amplitude van 75 mm en een rivierafvoer van 250 liter per uur.

Filmhuis met estuaria

Terwijl deze omstandigheden systematisch worden onderzocht, houden promovendi Jasper Leuven en Lianne Braat de Metronoom nauwlettend in de gaten. Als ze er niet bij kunnen zijn, nemen de zeven camera's aan het plafond de taken over: elke getijdencyclus wordt er een foto geschoten. Het filmmateriaal stroomt dus binnen, waarbij iedere film de ontwikkeling van weer een ander type estuarium laat zien, bijvoorbeeld een rivier gedomineerd of juist een golfgedomineerd estuarium. In sommige gevallen zijn de resultaten verrassend; bijvoorbeeld die keer dat er per ongeluk

een waddeneiland ontstond omdat de golfgenerator aan het experiment werd toegevoegd. Als een experiment is afgelopen, wordt er met structure for motion een gedetailleerd hoogtemodel gemaakt. Uiteindelijk zal de analyse van het beeldmateriaal de gevonden trends kwantificeren.

Ruimte voor het estuarium

In de experimenten ontwikkelt een estuarium erg snel. Daardoor is het mogelijk om alle verschillende factoren die in de natuur mogelijk effect hebben op de morfologie van het estuarium te variëren en isoleren. Zodoende

hopen de onderzoekers oorzakelijke verbanden te vinden. Bijvoorbeeld experimenteren met baggeren en storten van zand is een van de mogelijkheden, met als vraag of dat niet slimmer kan zodat het minder ten koste van de ecologie gaat. Maar ook fundamentele vragen liggen open. Wat is bijvoorbeeld het effect van rivierinstroom, getijdestromen of de zeespiegel op de vorm en patronen in het estuarium?

Er worden onder andere halfjaarlijkse bijeenkomsten georganiseerd met de onderzoekers aan de Universiteit Utrecht en gebruikers die werken bij Deltares, Rijkswaterstaat, Royal HaskoningDHV, Arcadis en het NIOZ. Ook wordt jaarlijks de Christiaan Bruningslezing georganiseerd voor alle in estuaria geïnteresseerde kenniswerkers. Bij deze bijeenkomsten worden onderzoekresultaten gelinkt met toepassingen en implicaties voor huidige trends en effecten van ingrepen. Een beetje meer rivierafvoer, hardere getijstroomen of een grotere omwentelingssnelheid van de aarde (grotere getijde periode) zijn gevaarlijke of onmogelijke experimenten in echte estuaria, maar onderzoekbaar in de Metronoom. Zo is bijvoorbeeld een van de belangrijke vragen wat het effect van slib is op de vorm van het estuarium. Hiertoe zullen de onderzoekers gemalen walnootschaal toevoegen aan de experimenten. Dit simuleert het cohesieve effect van slib op de oevers en platen in het estuarium. Daardoor ontstaan er in plaats van mudflats waarschijnlijk nutflats in de experimenten.

Dataset

Ondertussen worden er met Delft3D estuaria gesimuleerd op natuurlijke schaal en wordt er een dataset verzameld met gegevens over de vorm en patronen van echte estuaria. De Utrechtse onderzoekers hopen met behulp van deze experimenten, modellen en data te kunnen verklaren wat de grootschalige vorm van het estuarium bepaalt. Recentelijk vonden zij dat de patronen die vervolgens binnen dat systeem ontstaan, sterk afhankelijk zijn van diezelfde vorm. Het lijkt er dus op dat – in analogie met het Ruimte voor de Rivier-project – de ruimte die een estuarium neemt of krijgt weerspiegelt is in het patroon van water en zand. De vraag is nu of we estuaria voldoende ruimte hebben gegeven.

Meer informatie op www.uu.nl/metronome.

Jasper Leuven is promovendus aan de Universiteit Utrecht en werkt samen met promovenda Lianne Braat. Maarten Kleinhans is hoogleraar morfodynamiek van rivieren en delta's aan de Universiteit Utrecht en heeft voor dit onderzoek in 2014 een Vici-subsidie en in 2015 een ERC Consolidator-subsidie verworven.



Maarten Kleinhans aan de rand van de Metronoom.