

Book of abstracts

Wetenschappelijk Scheldesymposium

21 november 2024



Inhoud

| | |
|--|----|
| Hydrodynamic Processes and Resilience of Bare Creek-Flat Systems in Estuaries | 3 |
| Sedimentdynamiek van intergetijde gebieden | 5 |
| De zand- en slibbalans voor de Zeeschelde | 6 |
| AMORAS sediment verwerking: Inschatting van de netto sediment-import via de sluizencomplexen Antwerpen rechteroeverhaven | 7 |
| Geen Zee te Hoog – Omgaan met zeespiegelstijging in de dijkzone van de Westerschelde | 9 |
| Burgerwetenschap voor monitoring van biodiversiteit | 11 |
| Assessing the impact of macrobenthic species invasions on the erodibility of tidal mud flats – a case study in the Scheldt estuary..... | 13 |
| Verschoring van de Westerschelde | 15 |
| Een conceptueel morfologisch model van de Schaar van Valkenisse | 17 |
| Toepassing van het SCALDIS-model voor een update van de ecotopenkaarten van de Zeeschelde | 19 |
| Sediment quality and sediment flux: a silver bullet for predicting macrobenthos productivity in the freshwater Scheldt? | 20 |
| Buitendijkse maatregelen | 21 |
| D-Eco Impact..... | 22 |
| Habitatgebruik van steltlopers in de Westerschelde in relatie tot gebiedskenmerken | 23 |
| Veerkrachtindicatoren: Naar een robuuster en veerkrachtige Westerschelde | 24 |

Hydrodynamic Processes and Resilience of Bare Creek-Flat Systems in Estuaries

J.L.J. Hanssen^{1,2}, Romaric Verney³, Florent Grasso³, D.C. van Maren^{1,2}, B.C. van Prooijen¹

¹Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, j.l.j.hanssen@tudelft.nl

²Deltares, Delft, The Netherlands

³Ifremer, Brest, France

1. Introduction

In the Western Scheldt and other estuaries, creeks are common features, intersecting tidal flats and often fixated by vegetation (i.e. marshes or mangroves). On the bare tidal flat, creeks are also persisting without significant migration despite the absence of stabilizing vegetation (Figure 1). Our objective is to investigate the hydrodynamic processes and bed properties governing the stability of bare creek-flat systems, focusing on a site in the Loire estuary, France.

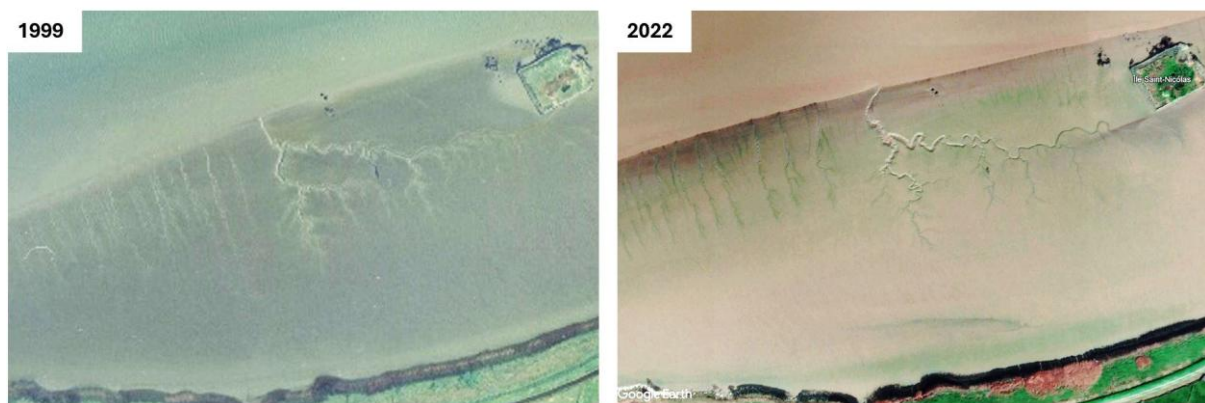


Figure 1: Tidal flat - creek system in the Loire Estuary (FR), 1999 (left) and 2022 (right). (IGN and Google Earth Engine). We measured in the creek indicated by the purple arrow.

2. Methods

Field measurements were conducted in the Loire estuary across two spring-neap tidal cycles to capture the hydrodynamics and sediment characteristics of a creek-flat system. In an extensive field campaign, we deployed frames to measure flow velocity and water level at 10 locations on the tidal flat, close to the creek and in the creek simultaneously. Additionally, sediment samples were collected from 55 sites, and photogrammetry drone flights captured changes in bathymetry during the campaign. Historical maps and images (1784 – 2024) provided insights into the long-term evolution of the creek-flat system.

3. Results

The creek-flat system in the Loire estuary has developed over 200 years, with a creek structure emerging after the siltation of a secondary channel in the 1970s. Since then, the creek has stabilized into a network of shallow runnels across the tidal flat, which has shown minimal morphological change over the last 25 years despite exposure to large erosive events (Figure 1). Bathymetric stability observed over two spring-neap tidal cycles further suggests the system's resilience.

The flow pattern on the tidal flat is influenced by the tidal flat shape and the tidal flow of the Loire river. Longshore tidal flows dominate the lower flat, likely limiting creek depth, while delayed dewatering on the upper flat enhances cross-shore flows, which may direct water toward the creek. Within the creek

itself, the flow remains primarily parallel to the creek channel, a condition that reinforces the creek's stable form and prevents lateral migration. During spring tides, the net outflow volumes through the creek are 2 – 3 times the geometric volume of the creek, implying that the creek not only dewater itself but also part of the tidal flat. Although our frames near the creek did not capture direct flow pathways from the flat toward the creek, the veined network and continuous water flow within the creek during low tide suggest alternative pathways. This may include groundwater discharge or subsurface flow through the runnels, which act as drainage 'highways' channeling water toward the main creek. In the creek, peak flow velocities were reached at the end of the ebb tide, suggesting a self-scouring mechanism that maintains channel depth. The next step is to investigate how these peak velocities compare to the strength of the bed material to better understand whether the peak flows are sufficient to clear deposited material without eroding the bed, thereby contributing to the creek's stability.

With this research we unravel the hydrodynamic processes and resilience of bare creek-flat systems, providing a new understanding of the role of creeks in marine ecosystem functionality and morphological stability.



Sedimentdynamiek van intergetijde gebieden

Tim Grandjean, Tjeerd Bouma

Slikken spelen een cruciale rol in kustbescherming, biodiversiteit en koolstofopslag. De voortdurende interactie tussen golven, getijden en biota bepaalt in hoge mate de morfologie van deze intergetijde gebieden. Bij elke getijcyclus ontstaat een dynamisch evenwicht tussen sedimentaanvoer en -afvoer, waarbij fysieke krachten continu de balans tussen erosie en sedimentatie beïnvloeden. Hoewel het slik op het oog stabiel lijkt, is de bodem voortdurend in beweging.

De mate van dynamiek hangt af van de fysische en biotische processen die actief zijn in het slik en beïnvloedt ecologische processen zoals vegetatievestiging (Bouma et al., 2016) en de samenstelling van bodemdiergemeenschappen (Zhou et al., 2024). Het is essentieel om subtiele veranderingen in bodemhoogte te begrijpen, aangezien zeespiegelstijging, stormactiviteit en menselijke ingrepen, zoals strekdammen of suppleties, een grote invloed kunnen hebben op de ecologie

De inzet van Surface Elevation Dynamics (SED) sensoren in de Ooster- en Westerschelde biedt waardevol inzicht in zowel grootschalige morfologische veranderingen als kortetermijndynamiek van intergetijde gebieden. Door tijdreeksen van bodemhoogtedynamiek te koppelen aan factoren zoals windsnelheid, windrichting, getijde-amplitude en NDVI-waarden, wordt door middel van empirische statistiek duidelijk welke processen de ontwikkeling van het slik op korte en lange termijn sturen (Grandjean et al., 2023).

Deze gegevens bieden niet alleen inzicht in de processen die ten grondslag liggen aan de sedimentdynamiek, maar helpen ook te voorspellen waar vegetatie zich kan vestigen, welke bodemdieren aanwezig zijn, en hoe veerkrachtig locaties zijn onder invloed van klimaatverandering. Essentiële informatie om de effecten van de grootschalige maatregelen in de Ooster- en Westerschelde te duiden. Daarmee vormen SED-sensoren een tool om een goed begrip van sedimentdynamiek te krijgen, en is daarmee essentieel voor de ontwikkeling van strategieën voor duurzaam beheer van intergetijde gebieden.

Bouma, T. J., van Belzen, J., Balke, T., van Dalen, J., Klaassen, P., Hartog, A. M., Callaghan, D. P., Hu, Z., Stive, M. J. F., Temmerman, S., & Herman, P. M. J. (2016). Short-term mudflat dynamics drive long-term cyclic salt marsh dynamics. *Limnology and Oceanography*, 61(6), 2261–2275. <https://doi.org/10.1002/lno.10374>

Grandjean, T. J., de Smit, J. C., van Belzen, J., Fivash, G. S., van Dalen, J., Ysebaert, T., & Bouma, T. J. (2023). Morphodynamic signatures derived from daily surface elevation dynamics can explain the morphodynamic development of tidal flats. *Water Science and Engineering*, 16(1), 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2022.11.003>

Zhou, Z., Grandjean, T. J., de Smit, J., van Belzen, J., Fivash, G. S., Walles, B., Beauchard, O., van Dalen, J., Blok, D. B., van IJzerloo, L., Ysebaert, T., & Bouma, T. J. (2024). Sediment dynamics shape macrofauna mobility traits and abundance on tidal flats. *Limnology and Oceanography*, 69(10), 2278–2293. <https://doi.org/10.1002/lno.12669>

De zand- en slibbalans voor de Zeeschelde

Yves Plancke¹, Gwendy Vos

¹Yves.Plancke@mow.vlaanderen.be

Om meer inzicht te krijgen in de sedimenthuishouding van het Schelde-estuarium werd voor de Zeeschelde voor 4 periodes binnen de afgelopen 20 jaar (2001-2011, 2011-2016, 2016-2019 en 2019-2022) een zand- en slibbalans berekend.

Aan de basis van het bepalen van de sedimentbalans ligt een berekening van het volumeverschil tussen 2 topo-bathymetrische opnames. Deze volumeverschillen worden per OMES-segment verklaard door sedimenttransport aan de opwaartse en afwaartse randen van de Zeeschelde, met daarnaast ook de menselijke ingrepen (baggeren, storten, extractie). Aan de hand van de sedimentsamenstelling - bepaald uit staalnames doorheen het estuarium – kan per ecotoop (oa. slik, schor, diep en ondiep subtidaal) een inschatting gemaakt worden van het aandeel van de zand- en slibfractie. Aangezien een aantal meetgegevens (eg. topo-bathymetrische verschilkaarten) voorhanden zijn als volumes, terwijl andere gegevens (eg. baggergegevens, fluviatiele sedimentaanvoer) als massa beschikbaar zijn, werden de volumes omgerekend naar massa's. Hiervoor werd een inschatting gemaakt van de porositeit, die verschilt in functie van de zand-slib-verhouding. Op basis van de gegevens kunnen de residuele zand- en slibtransporten berekend worden.

Globaal gezien is het residueel transport van zand opwaarts gericht, terwijl het slibtransport afwaarts gericht is. De richting van het residueel transport is gelijkaardig voor de verschillende periodes, al zijn wel verschillen mogelijk. Met name de periode 2016-2019 wijkt af van de overige periodes, waarbij het zandtransport in deze periode langsheen de volledige Zeeschelde opwaarts is gericht, terwijl dit in de andere periodes in de Boven-Zeeschelde hoofdzakelijk afwaarts gericht is. Mogelijke verklaringen zijn de variatie in sinks en sources en verschillen in bovenafvoer.



AMORAS sediment verwerking: Inschatting van de netto sediment-import via de sluizencomplexen Antwerpen rechteroeverhaven

Bart De Maersch

Waterbouwkundig Laboratorium, Berchemlei 115, Antwerpen

AMORAS

Wanneer sediment zich afzet in de vaargeulen in de Schelde, wordt dit materiaal tijdens baggerwerk volgens vergunning teruggestort in de rivier. Zo blijft het systeem intact. Binnen de Antwerpse rechteroeverhaven is dit sediment echter historisch verontreinigd, waardoor het niet teruggestort kan worden in hetzelfde waterlichaam. Hiertoe is in 2011 een installatie in werking gesteld onder het acroniem AMORAS: Antwerpse Mechanische Ontwatering, Recyclage en Applicatie van Slib.

De baggerspecie wordt gestort in de AMORAS onderwatercel in het schuildok voor de duwvaart (1). Vandaar wordt het opnieuw opgepompt en na scheiding van het zand wordt de slibspecie verder verpompt (2) naar de AMORAS site waar het sediment mechanisch ontwaterd wordt (3). Het ontwaterde sediment wordt op land gestockeerd met als doel verwerkt te worden in bouwmaterialen (4).



Figuur 1: AMORAS installatie voor mechanische ontwatering van sediment: 1) Onderwatercel en zandscheider, 2) transportleidingen, 3) ontwateringsinstallatie en waterzuivering, 4) stockage sedimentkoeken.

Sedimentbronnen

Geschat wordt dat er nog voldoende bergingscapaciteit is voor de komende vijftien jaar. Niettegenstaande is een betrouwbare inschatting van de toekomstige noden voor sedimentverwerking gewenst. Daarom is het belangrijk om de verschillende bronnen van sediment binnen de haven te kennen te kunnen begroten. De op heden aangevoerde specie is hoofdzakelijk afkomstig van: inkomende sedimentstromen ter hoogte van de sluizen, uit het Albertkanaal en andere bronnen, historische achterstand aan onderhoud en (bepaalde) baggerwerken voor infrastructuurwerken.

Sedimentimport via de sluizencomplexen

De uitwisseling van water, zout en sediment via de sluisgolven wordt gedreven door het dichtheidsverschil als gevolg van het verschil in saliniteit tussen de rivier en het dokkenwater. Elke keer

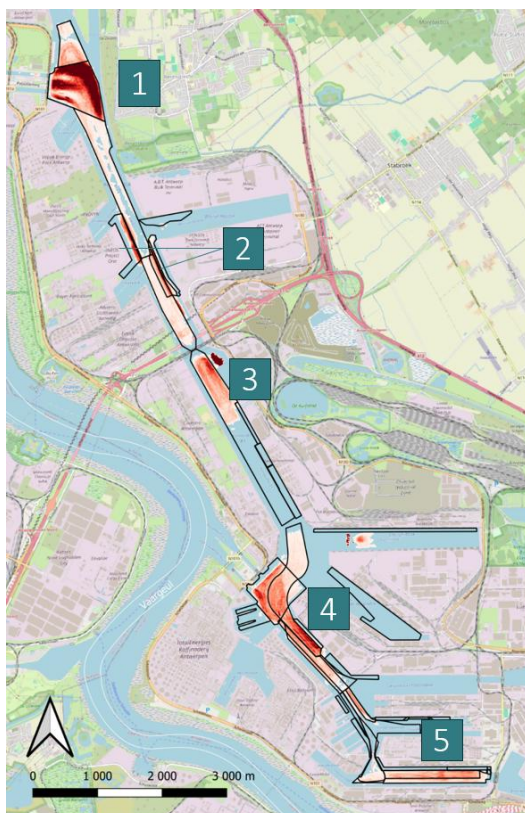
wanneer de sluisdeuren openen, zowel aan de rivierzijde als aan de dokkenzijde, zorgt het dichtheidsverschil voor een stroming waarbij het water tussen rivier en sluiscolk of tussen colk en dokken uitgewisseld wordt. Dit resulteert in een netto import van sediment in de dokken. Binnen de dokken is er nauwelijks stroming waardoor het sediment zich in de nabijheid van de sluiscomplexen kan afzetten.

Begroting van de jaarlijkse sediment import

De totale jaarlijks import van sediment per sluiscomplex is berekend door verschillende baggerregistratie databronnen van de afgelopen negen jaar te combineren en analyseren.

De sleeophopzuigers die opereren in opdracht van DMOW afdeling Maritieme Toegang zijn standaard uitgerust met een bagger-informatie-systeem (BIS). Het BIS-systeem registreert automatisch een groot aantal parameters waaronder de locatie en baggervolumes tijdens het baggeren. Figuur 2 toont de baggerintensiteit voor de periode 2016-2023 binnen het dokkencomplex van de rechteroeverhaven. Bij de Berendrecht- en Zandvlietsluizen is er een duidelijk patroon waarneembaar waar het vers sediment neerslaat en gebaggerd dient te worden (1).

Voor de Boudewijn en Van Cauwelaertsluis is dit patroon minder uitgesproken (4). Bovendien worden er in deze zone ook door andere partijen, zoals Port of Antwerp-Bruges, baggerwerken uitgevoerd en werden er ook lokale verdiepingswerken uitgevoerd bij sommige kaaien. Om een inschatting te maken van het netto jaarlijkse sedimentimport zullen daarom extra informatiebronnen gecombineerd worden.



Figuur 2: baggerintensiteit sleeophopzuigers binnen de rechteroeverhaven 2016-2023. 1) onderhoudsbaggerwerken sediment import bij Berendrecht- en Zandvlietsluis, 2) Verdiepings- en constructiewerken kaaimuren, 3) opruiming van sediment in de buurt van de onderwatercel in de beginperiode van de ingebruikname van de cel, 4) onderhoudsbaggerwerken bij Boudewijn- en Van Cauwelaertsluizen, maar ook verdiepingswerken Hansadok, 5) verdiepingswerken 5^{de} Havendok.

Geen Zee te Hoog – Omgaan met zeespiegelstijging in de dijkzone van de Westerschelde

Dr. ir. T. Terpstra

t.terpstra@hz.nl

Geen Zee te Hoog is een praktijkgericht onderzoeksproject. HZ University of Applied Sciences (penvoerder), Wageningen University en NIOZ doen gezamenlijk onderzoek naar de mogelijkheden van waterkerende landschappen langs de Westerschelde, als strategie om in de toekomst om te kunnen gaan met een zeespiegelstijging van 1 en 2 meter Nederlandse (in lijn met het Kennisprogramma Zeespiegelstijging). Het onderzoek omvat modellering van overstromingsrisico's, landschapsontwerp en draagvlakonderzoek. Waterkerende landschappen worden hierbij gezien als brede waterkerende zones die zich zowel buitendijks als binnendijks kunnen uitstrekken. De toepassing van Nature-based Solution en Building with Nature principes staan hierin centraal. Het onderzoek is georganiseerd in Living Labs, waarin diverse belanghebbenden deelnemen aan een co-creatief proces. Het co-creatieve proces resulteert in landschappelijke uitwerkingen van waterkerende landschappen, dat aansluit bij de identiteit van het gebied en waarin dijkversterkingsopgave wordt gecombineerd met andere binnendijkse en buitendijkse gebiedsopgaven. Momenteel zijn er twee living labs, namelijk de 'Zak van Zuid-Beveland' en het dijktraject 'Ritthem'.

Zeespiegelstijging leidt op twee manieren tot een toename van de overstromingsrisico's. Ten eerste, doordat de zeespiegel stijgt, nemen de hydraulische belastingen op de waterkeringen toe. Dit vertaalt zich een hogere kans op overstromingen. Dijken moeten, om aan de wettelijke normen te blijven voldoen, worden verhoogd en versterkt. Ten tweede, doordat de zeespiegel stijgt, nemen de overstromingsgevolgen tevens toe. Omdat in Nederland de waterveiligheidsnormen van de keringen zijn gebaseerd op overstromingsgevolgen, dienen de normen in de toekomst mogelijk te worden aangescherpt. Het eerste mechanisme (grotere hydraulische belastingen) wordt meegenomen bij dijkversterking, maar het tweede mechanisme niet. Geen zee te Hoog onderzoekt onder meer of een toename in overstromingsgevolgen kan leiden tot strengere normen, en daarmee tot een mogelijke extra opgave voor dijkversterking.

Waterkerende landschappen maakt gebruik van Nature-based Solutions, met name via de mogelijkheden om voorlanden (buitendijks) en wisselpolders (binnendijks) te creëren. Deze twee oplossingsrichtingen kunnen gezien worden als 'landspiegelstijging' en vormen daarmee een tegenhanger voor 'zeespiegelstijging'. Landspiegelstijging vindt plaats door langzame sedimentatie, waardoor voorlanden en wisselpolders kunnen meegroeien met de zeespiegel. En waar zeespiegelstijging leidt tot een toename van de overstromingskans en -gevolgen, leidt landspiegelstijging tot een afname van beide. Voorlanden en wisselpolders kunnen daarmee in de toekomst een effectieve strategie om te kunnen omgaan met zeespiegelstijging.

Dijkversterking (traditioneel of met nieuwe concepten) zal in de toekomst meer ruimte vereisen. Er is echter maatschappelijke weerstand tegen wisselpolders. Wisselpolders worden vaak geassocieerd met 'ontpolderen' en het opgeven van land voor water. Dit druist in tegen de identiteit van de strijd tegen het water. Recente ontwikkelingen laten echter zien dat actoren bereid zijn over wisselpolders na te denken, omdat hiermee ook de veiligheid wordt gediend. We zien deze positieve grondhouding in de living labs, en dit debat heeft inmiddels ook in de politieke arena opnieuw post gevat. De deur lijkt

momenteel op een kier te staan. Met ons onderzoek streven we naar een constructieve bijdrage aan de maatschappelijke dialoog via debatavonden, symposia en gesprekken.



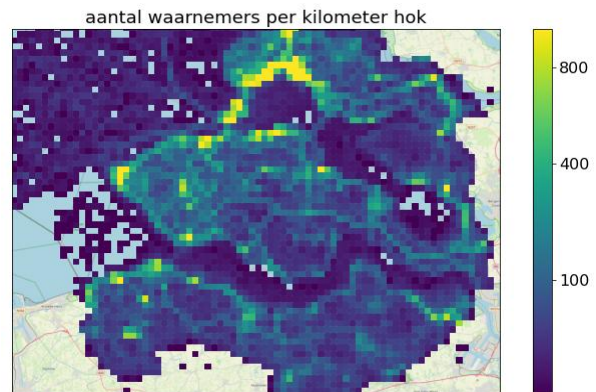
Burgerwetenschap voor monitoring van biodiversiteit

Gert Jacobusse¹, Eelke Jongejans², Mischa Beckers¹

¹HZ University of Applied Sciences

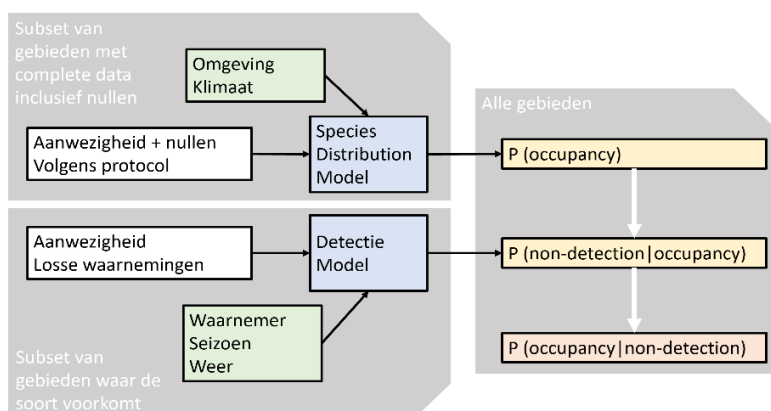
²Radboud Universiteit

Burgerwetenschap levert steeds meer data over biodiversiteit op, miljoenen losse waarnemingen per jaar. Deze vullen de data van meetnetten aan met meer locaties, tijdstippen en soorten. De data geven niet altijd een goed beeld omdat de voorkeuren van individuele waarnemers bepalen wat er vastgelegd wordt. Zo gaan de meeste data over vogels, worden zeldzame soorten fanatieker ingevoerd en zijn er meer waarnemingen in gebieden waar veel mensen komen. Op het kaartje met aantal waarnemers per kilometer hok is zelfs het wegennet zichtbaar.



Er zijn innovatieve methoden nodig om dergelijke bias te corrigeren, zodat toch de juiste conclusies uit de data getrokken worden. Voor monitoring van biodiversiteit is een belangrijk doel om de verspreiding van soorten in kaart te brengen. De vraag is waar een soort voorkomt, maar de beschikbaarheid van data is ook afhankelijk van waar een soort gerapporteerd wordt.

Dit onderzoek brengt de verspreiding in kaart door combinatie van twee modellen die elk de sterke punten van een databron benutten. Data van meetnetten zijn verzameld volgens een protocol, waarbij ook vastgelegd is wanneer een soort niet voorkomt. Met die informatie kan een Species Distribution Model leren hoe de omgevingskenmerken van invloed zijn op de kans dat een soort wel of niet in het gebied voorkomt. Losse waarnemingen zijn veel breder beschikbaar, ook buiten natuurgebieden. Met een Detectie Model kan per gebied bepaald worden wat de waarnemingsinspanning is, zodat hiervoor gecorrigeerd kan worden om een goed beeld te krijgen ondanks de waarnemersvoorkeuren (Jacobusse & Jongejans, 2024).



Voor een totaalplaatje is een integratie van beide modellen nodig, waarin de geschiktheid van een gebied gecombineerd wordt met de waarnemingsinspanning om in te schatten of een soort in het gebied voorkomt.

Jacobusse, G. W., & Jongejans, E. (2024). Non-detection during excursions by citizen scientists modeled as a function of weather, season, list length, and individual preferences. *bioRxiv*, 2024-09.

Assessing the impact of macrobenthic species invasions on the erodibility of tidal mud flats – a case study in the Scheldt estuary

Maxime Laukens¹, Erik Toorman¹, Naveen Kassadi¹, Gunther Van Ryckegem², Frank Van de Meutter², Christian Schwarz¹

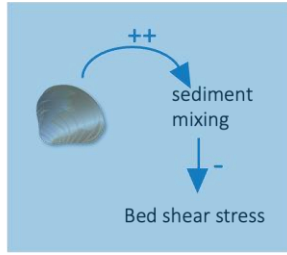
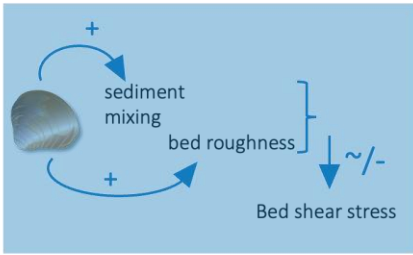
¹ Department of Civil Engineering, Hydraulics and Geotechnics, KU Leuven

² Research Institute for Nature and Forest, Estuaries

Fine sedimentary intertidal systems are characterized by mixtures of cohesive (e.g. mud) and non-cohesive sediments (e.g. sand) which are reworked, i.e. bioturbated, by benthic organisms. By redistributing inorganic and organic sediments benthic organisms create improved “engineered” environmental conditions for themselves and other organisms. However, benthic organisms are not only distributed locally through natural dispersal mechanisms but are also introduced as a byproduct of human activities. The benthic organism *Potamocorbula amurensis* commonly known as the Asian clam, a bivalve native to the Western Pacific Coast, was recently introduced in the Scheldt estuary through ballast water of marine vessels. Following its introduction the rapid growth of this invasive species can cause notable ecological disruption as previously observed in the San Francisco Bay, US. This study aims to understand whether the arrival of invasive benthic organisms aside from its ecological implications can also affect erodibility and consequently redistribution of fine sediments at intertidal mudflats.

Through field investigations and flume erosion experiments, we investigate if the presence of *Potamocorbula amurensis* can alter cohesive sediment erosion in comparison with the natural situation. Flume experiments compare natural sediment beds, in respect to bed composition and benthic communities, to “artificial” sediment beds with altered bed and macrozoobenthic properties. Initial results, show that these invasive benthic organisms are indeed able to alter mudflat erodibility, however that their effect is highly dependent on the environmental context.

The presence of *P. amurensis* reduces the critical shear stress of erosion particularly in less muddy, less cohesive sediments. The impact of biota on muddy sediments is a mix of changes in surface roughness and vertical mixing. We see that vertical mixing dominates bed shear stress reductions at less muddy sites whereas bed shear stress changes at muddy site effects are potentially caused by both changes in bed roughness and vertical mixing.



Verschoring van de Westerschelde

Greg Fivash¹, Jean-Pierre Belliard^{1,2}, Marte Stoorvogel³, Jeroen van Dalen³, Tim Grandjean³, Roeland van de Vijssel⁴, Maike Heuner⁵, Jim van Belzen³, Tjeerd Bouma^{3,6}, Stijn Temmerman¹

The Western Scheldt has undergone a considerable transformation through centuries of embankment and more recent decades of dredging in its current role as a shipping lane to the port of Antwerp. As a consequence, it has experienced considerable tidal amplification, which the estuary has not yet fully adapted to. In this presentation, we discuss the consequences of those hydraulic changes on the future geomorphological and ecological character of the Western Scheldt. Over the last three decades, the intertidal flats in the Western Scheldt have been consistently rising and many new marshes have appeared. We explain how these changes are linked to the tidal amplification in the Western Scheldt using a conceptual model of bed level equilibria. The elevation of the tidal flats in the estuary is determined by the balancing rates of sediment deposition and erosion, which have both been re-balanced to a new equilibrium by the modified tidal range. Rising tidal flats experience more frequent inundation-free periods, increasing the likelihood of initiating a reinforcing feedback loop that leads to (1) drying, erosion-resistant sediment and (2) eventual marsh expansion. Using these findings, we discuss how the Western Scheldt is likely to develop in the next century as a consequence of its current management.



Figure 1: Marsh expansion on the tidal flat of Zuidgors, in the Western Scheldt, between the growing seasons of 2021 and 2022.

¹ECOSPHERE Research Group, University of Antwerp, Antwerp, Belgium

²Operational Directorate Natural Environment, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Belgium

³Department of Estuarine & Delta Systems, Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Yerseke, the Netherlands

⁴Hydrology and Environmental Hydraulics Group, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

⁵Department of Vegetation Studies and Landscape Management, Federal Institute of Hydrology, Koblenz, Germany

⁶Department of Physical Geography, Utrecht University, Utrecht, the Netherlands

Een conceptueel morfologisch model van de Schaar van Valkenisse

Claire Jeuken¹, Edwin Elias¹, Carlijn Meijers¹, Anne Ton¹, Thom Wolf², Gijsbert van Holland², Klaas Lenstra³, Jelmer Cleveringa³, Marcel Taal¹, Marco Schrijver⁴

¹Deltares

²IMDC

³Arcadis

⁴Rijkswaterstaat – Zee en Delta

Inleiding

De Schaar van Valkenisse ligt in het oostelijk deel van de Westerschelde in het verlengde van de Schaar van Waarde. Beiden vormen samen de grote vloedgeul van het Valkenisse gebied. Het Valkenissegebied wordt ook wel aangeduid als macrocel 5 van het meergeulensysteem.

De Schaar van Valkenisse is in gebruik als vaarwater voor schepen met beperkte diepgang. Door morfologische veranderingen sinds 2009, vooral in het ondiepere drempelgebied van de geul is deze ondieper en breder geworden, wat beperkingen geeft voor de bevaarbaarheid. Deze vormveranderingen van het drempelgebied hangen nauw samen met het quasi-cyclische gedrag van kortsluitende drempelgeulen. Dergelijke geulen vormen verbindingen tussen de grote vloedgeul en ebgeul in het Valkenisse gebied. Door de VNSC is de vraag gesteld hoe de morfologie van de Schaar van Valkenisse zich in de komende vijf tot tien jaar gaat ontwikkelen en wat dit betekent voor de toegankelijkheid van de geul voor de scheepvaart.

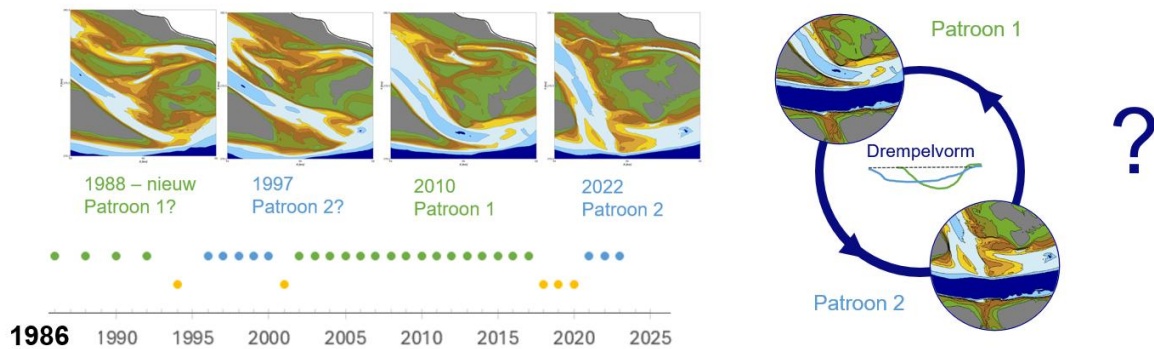
Aanpak

Er is onderzoek uitgevoerd dat voortbouwt op eerdere onderzoeken naar het morfologisch gedrag en de rol van kortsluitgeulen in de Westerschelde (Van den Berg et al., 1996; Jeuken, 2000; Swinckels et al., 2009), en de Schaar van Valkenisse in het bijzonder (Cleveringa en de Vet, 2002; Wolf, 2002). Om hypothesen over schaalinteracties en terugkoppelingsmechanismen in de waargenomen morfologische ontwikkelingen sinds 1986 te kunnen onderbouwen, is gekozen voor een integrale analyse van morfologische waarnemingen en numerieke resultaten gegenereerd met een Telemac model (Chu et al, 2022).

Resultaten

De morfologie van het Valkenisse gebied is de afgelopen decennia sterk veranderd. De huidige configuratie bestaat in grote lijnen sinds 1986. De eerste trigger voor de morfologische systeemverandering was naar alle waarschijnlijkheid de bochtafsnijding van het Middelpgat in de jaren vijftig en die ontwikkeling is vervolgens versterkt door de eerste verdieping in de jaren zeventig en het onderhoud van de vaargeul begin jaren tachtig. Sinds 1986 is het plaat-geulstelsel korter en zijn er twee grote aaneengegroeide plaatcomplexen, de Plaat van Walsoorden en Valkenisse, en drempelgeulen komen weer voor in het drempelgebied van de Schaar van Valkenisse. De drempelgeulen vertonen een quasi-cyclisch gedrag op een tijdschaal van enkele jaren tot meer dan een decennium. Vooral de recentere ontwikkelingen sinds 2003 laten veranderingen in het patroon van drempelgeulen. Deze veranderingen komen kwalitatief overeen met de ontwikkelingen in de Everingen in het westelijke deel van de Westerschelde (Jeuken, 2000). De kwantitatieve analyses voor de periode 1986-2023 maken duidelijke welke schaalinteracties en terugkoppelingsmechanismen bepalend zijn

geweest in deze waargenomen veranderingen in de dynamiek van drempelgeulen. De interacties treden op tussen de grote geulen, platen, drempelgeulen en menselijke ingrepen op macro-, meso- en microschaal. Positieve en negatieve terugkoppelingsmechanismen tussen de drempelgeulen en de platen op mesoschaal en het sedimentbeheer lijken bepalend voor het al dan niet ontstaan van een nieuw patroon met grotere en diepere drempelgeulen in de komende vijf tot tien jaar.



Figuur 1: Visuele weergave van de veranderingen in de morfologie van drempelgeulen in het drempelgebied van Schaar van Valkenisse tussen 1986 en 2023.

Chu, Kai; Breugem, W. Alexander; Wang, Li; Wolf, Thom; Koutrouveli, Theofano; Decrop, Boudewijn (2022): Automatic calibration of a tidal estuary model of the Scheldt using data assimilation algorithm. In: Bourban, Sébastien E.; Pham, Chi Tuân; Tassi, Pablo; Argaud, Jean-Philippe; Fouquet, Thierry; El Kadi Abderrezzak, Kamal; Gonzales de Linares, Matthieu; Kopmann, Rebekka; Vidal Hurtado, Javier (Hg.): Proceedings of the XXVIIIth TELEMAC User Conference 18-19 October 2022. Paris-Saclay: EDF Direction Recherche et Développement. S. 289-296.

Cleveringa, J. en L. de Vet, 2002. Morfologische ontwikkeling Schaar van Valkenisse.

Jeuken, M.C.J.L., 2000. On the morphologic behaviour of tidal channels in the Westerschelde estuary. PhD thesis Universiteit Utrecht.

Swinckels, C.M., M.C.J.L. Jeuken, Z.B. Wang en R.J. Nicholls, 2009. Presence of connecting channels in the Westersn Scheldt Estuary. Journal of Coastal Research, 25, 3, p 627-640.

Van den Berg, J.H.; Jeuken, M.C.J.L., and Van der Spek, A.J.F., 1996. Hydraulic processes affecting the morphology and evolution of the Westerschelde Estuary. In: Nordstrom, K.F. and Roman, C.T. (eds.), Estuarine Shores: Evolution, Environment and Human Alterations. London: John Wiley & Sons Ltd, pp. 157-184.

Wolf, T., 2022. IMMERSE Morfologisch beheer Schelde. Eindrapport versie 2.0.

Toepassing van het SCALDIS-model voor een update van de ecotopenkaarten van de Zeeschelde

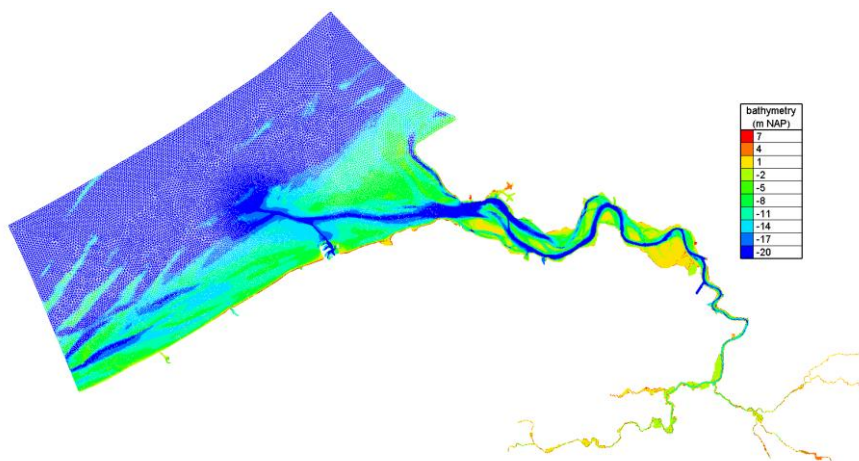
Joris Vanlede¹, Mostafa Nazarali^{1,2}, Amber Mertens³, Alexander Van Braeckel³

¹ Waterbouwkundig Laboratorium, Berchemlei 115, 2140 Antwerpen, België

² HAEDS Kortewagenstraat 53B 9230 Wetteren-ten-Ede, Belgium

³ INBO, Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88, B-1000 Brussel

Het SCALDIS model is een gedetailleerd referentiemodel van het gebied van de Schelde in Telemac3D. Het model is oorspronkelijk ontwikkeld en afgeregeld voor scenario analyse van ingrepen in de Boven-Zeeschelde. De parameters van het model worden elke 6 jaar geherkalibreerd, en in de tussenliggende jaren wordt het model doorgerekend met de meest recente bathymetrie om een geüpdate waterbeweging te verkrijgen. De meest recente herkalibratie werd uitgevoerd voor 2019 (Vanlede et al., 2020).



Figuur 1: Modeldomein van Scaldis 2019 dat is gebruikt in deze studie

De modeluitvoer van het SCALDIS model wordt (onder andere) ingezet om de abiotische omgevingsfactoren te bepalen die mee dienen in de bepaling van ecotopen in de Zeeschelde. Het gaat dan concreet bijvoorbeeld om de stroombeelden bij maximale vloed ter bepaling van laagdynamische habitats in het subtidaal (Van Braeckel et al., 2018) maar ook overschrijdingskansen van hoog- en laagwaters en overspoelingsduur. Het gekalibreerde model wordt zo ingezet als aanvulling van een data analyse van helmeting.

Vanlede, J.; Chu, K.; Smolders, S.; Decrop, B.; Mostaert, F. (2020). Update SCALDIS 2019: a 3D hydrodynamic model of the Scheldt Estuary: Calibration report. FHR Reports, PA_016_1. Flanders Hydraulics Research: Antwerp.

Van Braeckel A., Speybroeck J., Vanoverbeke J., Van Ryckegem G. & Van den Bergh E. (2018). Habitatmapping Zeeschelde subtidaal: relatie tussen bodemdieren en hydro- en morfodynamiek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (91). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Sediment quality and sediment flux: a silver bullet for predicting macrobenthos productivity in the freshwater Scheldt?

Frank Van de Meutter, Joost Vanoverbeke, Merlijn Jocqué, Alexander Van Braeckel, Nicolas Vanermen, Gunther Van Ryckegem (INBO)

The energy needed to sustain estuarine food webs comes from two main sources: autotrophic production (micro-algae, plants) and heterotrophic production from detritus. The importance of these sources for the food web on mudflats changes from the upstream border of the estuary to the mouth. In the freshwater to oligohaline part of the Sea Scheldt, the macrobenthic biomass is dominated by detritus-feeding Oligochaeta that make up >95% of the benthic AFDW. In the brackish to saline parts of the estuary, bivalves feeding on phytoplankton dominate the benthic biomass. Intertidal benthic biomass is a good quality indicator of production and carrying capacity for benthic fish (e.g. European flounder) and especially (overwintering) birds. Understanding what drives Oligochaete biomass therefore is crucial to manage the ecosystem. Modelling Oligochaeta biomass from coincidental variables comprising granulometry, total organic mass fraction and tidal parameters, retained only height in the tidal window as relevant. But such a simple model cannot explain differences among different sites along the estuary nor can it predict temporal changes.

We therefore choose to switch from these more distal variables to a more proximate one: food availability. The most abundant Oligochaeta species in the Scheldt, *Limnodrilus hoffmeisteri*, feeds on detritus, more specifically on the labile fraction. As we want to improve both spatial and temporal predictive power of the benthos model, we need a way to link labile carbon to a widely available and well-known variable. Thus we formulated the hypothesis that the Biological oxygen demand of organic compounds (Carbonaceous BOD or CBOD, measured as part of OMES) measured in the water column can be used to predict the availability of labile detritus for Oligochaetes on adjacent mudflats. A first necessary next step is to establish the spatial and temporal pattern of (labile) POC deposition on mudflats. Next we will need to relate this to CBOD measurements in the water. INBO will start to develop this new research line from 2025 onwards. On mudflats in equilibrium, elevation changes are small, and deposition of (labile) POC presents itself as a flux of material that is deposited and eroded again with each tide. During the deposition phase, detritivores collect freshly deposited material to feed themselves. Therefore identifying the quantity and quality of the flux material is essential. Earlier experiments have shown a strong effect of the amount of labile POC in sediment on Oligochaeta production and standing biomass. As a last step, we will need to build-up similar knowledge for the dominant *Limnodrilus hoffmeisteri* in the Scheldt Estuary, to translate flux quality to benthos. All this should lead to a spatially explicit model to explain benthos productivity in the largest part of the Sea Scheldt estuary.



Buitendijkse maatregelen

Jaco de Smit en anderen

Als gevolg van vaargeulverdiepingen is het getij in de Westerschelde de afgelopen decennia versterkt. Dit leidt tot ophoging en versteiling van intergetijdengebieden en hogere stroomsnelheden, waardoor laagdynamische slikken in het middenlittoraal onder druk staan. Om de achteruitgang van deze cruciale foerageerhabitats voor watervogels te remmen is 600 ha natuuruitbreiding gerealiseerd onder Natuurpakket Westerschelde. Een deel van deze maatregelen (± 300 ha) betreft buitendijkse maatregelen. En een deel daarvan (± 130 ha) betreft lokale verbetering van bestaande maar gedegradeerde schorren, slikken en platen. Dit door middel van het aanleggen van strekdammen om lokaal stroming te verminderen en sedimentatie te bevorderen (Baalhoek, Bath, Knuitershoek, Ossensisse, Zimmerman), of door middel van het lokaal afgraven van schor (Zuidgors) om lokaal de biodiversiteit te vergroten.

De afgelopen jaren zijn de effecten van deze maatregelen gemonitord door NIOZ, WMR, Deltares en HZ. Dit heeft een aantal fundamentele en praktische inzichten opgeleverd die in de presentatie aan bod zullen komen. Op korte termijn leveren de maatregelen lokaal natuurverbetering op, terwijl de lokale uitstralingseffecten gering zijn. Echter is het toekomstperspectief van buitendijkse maatregelen nog onduidelijk. Hoe ontwikkelen deze gebieden zich op de langere termijn? En wat zijn de cumulatieve effecten van deze maatregelen op grootschalige processen in de Westerschelde?



D-Eco Impact

Sebastiaan Mestdagh (Deltares)

Om beleid te voeren dat bepalend is voor de toekomst van ecosystemen is het belangrijk te weten welke invloed veranderingen in de omgeving kunnen hebben op de ecologie. D-Eco Impact is een softwaretool voor ecologische postprocessing, ontwikkeld door Deltares, die hieraan bijdraagt.

Gebruikers kunnen vrij inputdata kiezen vanuit verschillende bronnen (zoals in-situ metingen, remote sensing, modellen of kennis van experts). Deze input wordt verwerkt aan de hand van bekende kennisregels die de impact op het ecosysteem reflecteren. Op die manier kan D-Eco Impact gebruikt worden om de ecologische effecten van toekomstscenario's, toekomstig beleid en beheersmaatregelen in kaart te brengen.

D-Eco Impact kan gebruikt worden in impactstudies die van belang zijn voor het verkrijgen van veerkrachtige en gezonde watersystemen. Met de tool kan waardevolle informatie verkregen worden voor scenariostudies, habitatgeschiktheidsanalyses en studies naar de relaties tussen de abiotiek en soortensamenstelling van een ecosysteem.



Habitatgebruik van steltlopers in de Westerschelde in relatie tot gebiedskenmerken

Joost Vanoverbeke¹, Bas van den Boogaard², Job de Jong², Gunther Van Ryckegem¹ & Floor Arts³

¹Instituut Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88, B-1000 Brussel, België

²Waardenburg Ecology, Varkensmarkt 9, 4101 CK, Culemborg, Nederland

³Deltamilieu Projecten, Edisonweg 53D, 4382 NV, Vlissingen, Nederland

De Westerschelde is een belangrijk broed-, rui-, doortrek- en overwinteringsgebied voor allerlei soorten vogels. Samen met de andere grote wateren in de Delta, vormt het naast het Waddengebied het belangrijkste estuarien habitat voor doortrekkende en overwinterende steltlopers in Nederland. Dit vertaalt zich in de aanwijzing als Natura 2000-gebied Westerschelde & Saefthinghe; met in totaal 9 aangewezen broedvogelsoorten en 31 niet-broedvogelsoorten. De Natura 2000 doelen worden voor een aantal steltlopersoorten niet gehaald en de aantallen van sommige soorten vertonen een negatieve trend. Vogelsoorten die in de Westerschelde afhankelijk zijn van intergetijdengebieden en die onder hun N2000 doelaantal zitten (soms i.c.m. negatieve trends) zijn bontbekplevier, bonte strandloper, groenpootruiter, kluut, rosse grutto, strandplevier, tureluur en zwarte ruiter.

De belangrijkste foerageergebieden voor steltlopers zijn droogvallende slikken en platen. Het is tot op heden echter onvoldoende duidelijk welke gebiedskenmerken bepalen of deze slikken en platen geschikt zijn als foerageergebied voor de vogels. Om invulling te geven aan deze kennisleemtes is in 2018 in opdracht van Rijkswaterstaat Zee & Delta een onderzoek (fase 1) gestart waarbij watervogels gedurende drie jaren geteld zijn bij afgaand tij op drooggevalen slikken en platen. In een vervolgpodracht (fase 2) is vervolgens onderzocht in hoeverre gebiedskenmerken gerelateerd tot oppervlakte, morfologie, waterdynamiek en sedimentsamenstelling een invloed hebben op het gebiedsgebruik voor een selectie van relevante vogelsoorten. In dit lopend onderzoek (in afronding) wordt ook gekeken naar de relatie met voedselbeschikbaarheid (bodemdierenbiomassa) en naar mogelijke effecten van verstoring door menselijke activiteiten en de nabijheid van geschikte hoogwatervluchtplaatsen. Met kennis en begrip van deze factoren kunnen hypothesen geformuleerd worden over mogelijke oorzaken van het niet behalen van N2000 vogeldoelen. De resultaten van dit onderzoek zijn relevant in het kader van herstel- en inrichtingsmaatregelen en vergunningverlening in de Westerschelde.

In het kader van dit Scheldesymposium worden enkel de resultaten getoond met betrekking tot de invloed van gebiedskenmerken en menselijke verstoring op het gebruik van het intergetijdenareaal door steltlopers. Een eerste opvallend resultaat is dat voor de meeste soorten de aan-/afwezigheid op een gegeven locatie beter kan verklaard worden dan het effectieve aantal vogels op die locatie. Vooral de kleinere soorten verplaatsen zich hoofdzakelijk in grote zwermen tussen locaties en zijn dan ofwel in groten getale aanwezig op een locatie ofwel grotendeels afwezig. Daarnaast blijkt uit de resultaten dat de meeste soorten een voorkeur vertonen voor licht bolle slikken en platen met veel laagdynamisch areaal. Binnen het laagdynamisch areaal lijkt ook een goede spreiding van meer slibrijke bodems van belang voor foeragerende vogels. Vogels kiezen ook gebieden waar ze ongestoord kunnen foerageren en die niet te ver verwijderd zijn van de locaties waar ze het hoogtij overbruggen.

Veerkrachtindicatoren: Naar een robuuster en veerkrachtige Westerschelde

Jim van Belzen

Wageningen Marine Research & het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee

De natuur in het Schelde-estuarium staat onder druk. Het laatste voortgangsrapport over de natuurlijkheid van de Westerschelde toont aan dat het in veel opzichten slechter gaat met de ecologie, ondanks de implementatie van het natuurlpakket. Dit roept belangrijke vragen op: hoe bepalen we de robuustheid en veerkracht van estuariene systemen? En hoe verandert die veerkracht als gevolg van van klimaatverandering en zeespiegelstijging?

Soorten in dynamische en stressvolle milieus, zoals estuaria, hanteren doorgaans drie strategieën om te overleven: het vermijden van stress, het tolereren ervan of het dempen van stress en dynamiek. Bij die laatste strategie spelen ecosysteem-ingenieurs een belangrijke rol. Hun invloed kan leiden tot sterke terugkoppelingsmechanismen, die estuariene ecosystemen zowel veerkrachtiger als kwetsbaarder maken. Hoewel deze terugkoppelingen de soorten helpen zich beter te handhaven in het dynamische milieu, vergroten ze ook de kans op niet-lineaire reacties en kantelpunten. Deze biogeomorfologische processen kunnen hierdoor abrupte verschuivingen veroorzaken, zoals verlies van vegetatie door erosie of juist plotseling herstel wanneer gunstige omstandigheden ontstaan, de zogenaamde windows of opportunity. Tegelijkertijd biedt de natuurlijke dynamiek en stochastiek in estuariene systemen een zekere mate van bescherming tegen kantelpunten, wat deze ecosystemen complex en uitdagend maakt om te begrijpen en te beheren. Hoe kunnen we beter voorspellen wanneer een systeem richting een kantelpunt beweegt? En hoe kunnen we nieuwe veerkrachtindicatoren ontwikkelen die deze processen niet alleen zichtbaar maken, maar ook bruikbare input leveren voor het beheer van het estuarium?

In deze presentatie deel ik de nieuwste wetenschappelijke inzichten over veerkrachtindicatoren en kantelpunt dynamiek in estuariene systemen. Ik bespreek recente resultaten uit onderzoek naar schorren, waarin we zowel de potentie voor erosie onder stochastische condities als de kansen voor vegetatieherstel hebben bestudeerd. Deze inzichten bieden een nieuw perspectief op de veerkracht van estuariene ecosystemen en hoe gericht beheer deze veerkracht kan versterken.

Deze presentatie gaat echter verder dan het delen van wetenschappelijke kennis. Ik wil ook een discussie starten over de toekomst van beleid en beheer. Moeten we ons sterker richten op het meten en benutten van dynamiek en veerkracht? Of beschikken we al over voldoende kennis om no-regret maatregelen te implementeren die de robuustheid en veerkracht van het estuarium vergroten? Ik nodig de deelnemers uit om hierover gezamenlijk van gedachten te wisselen over een robuuste en veerkrachtiger Westerschelde.

