

Dit afstudeeronderzoek is uitgevoerd door Olof Baltus onder begeleiding van Erik Horstman (UT), Rik Gijsman (UT), Pieter Roos (UT), Martijn Siemerink (N&S) en Nicolette Volp (N&S)

Mangrove Bossen en 3Di

Bij kustbescherming denk je al snel aan ‘harde’ technische oplossingen, zoals kades en dijken, maar mangrove-ecosystemen hebben bewezen een kosteneffectief en duurzaam alternatief te zijn. Tegelijkertijd zijn mangroven kwetsbare ecosystemen en kan hun functionaliteit als kustverdediging wegvallen als bepaalde hydrodynamische omslagpunten worden bereikt. Om meer te weten te komen over het functioneren en de weerbaarheid van mangroven, worden vaak hydrodynamische modellen gebruikt om de gevoeligheden van deze systemen te onderzoeken. Een bekend praktisch probleem van hydrodynamische simulaties is dat er een afweging moet worden gemaakt tussen de ruimtelijke resolutie en rekentijden. De relatief nieuwe modelleringsmethode van subgrid-gebaseerde hydrodynamische modellering heeft echter aangetoond dat het nauwkeurig kan omgaan met ruimtelijke gegevens met hoge resolutie, zonder de rekentijden van het model enorm te beïnvloeden.

Dit afstudeeronderzoek richt zich op hoe het effect van vegetatie nauwkeurig kan worden meegenomen in een subgrid-gebaseerd hydrodynamisch model. We passen dit toe in een mangrove kreek systeem in het Whitianga-estuarium in Nieuw-Zeeland, waar een uitgebreide meetcampagne heeft plaatsgevonden. Hieruit bleek dat de weerstand door aanwezigheid van vegetatie, het stromingspatroon beïnvloedt.

Voor deze modelstudie wordt eerst het effect van het subgrid getest om erachter te komen wat het potentieel is om hydrodynamica in intergetijdengebieden te simuleren. Vervolgens zijn twee vegetatierepresentaties getest. Een optie is door het toevoegen van een ruimtelijk variërende bodemruwheid, zoals vaak wordt gedaan. De andere optie is, om de stroming door het dichte bos te berekenen als door een poreus medium, wat nog nooit gedaan is.

Op basis van dit afstudeeronderzoek zijn er drie belangrijke conclusies te trekken. De resultaten van de verschillende representaties tonen aan dat het gebruik van subgrid een aanzienlijk potentieel heeft bij het modelleren van de stromingsdynamiek van intergetijdengebieden. Het is duidelijk aangetoond, dat het opnemen van ruimtelijke gegevens met een hoge resolutie belangrijk is voor de grotendeels door bathymetrie gedreven stroming in intergetijdengebieden. Met de subgrid-modelleringsmethode is het model ongeveer 100 keer sneller dan voor een traditionele modelleringsaanpak met dezelfde ruimtelijke resolutie, dankzij het gebruik van grotere rekencellen.

Uit de simulaties met een ruimtelijk variërende bodemruwheid kan geconcludeerd worden dat het vermogen van het model om de waargenomen getijdendynamiek te reproduceren verbeterde. Dit geldt met name tijdens laag water. Dat deze representatie gering effect heeft tijdens de hoogste waterstanden in het studiegebied, komt door de verminderde invloed van de bodemruwheid bij grotere waterdiepten. Dit is in lijn met de hypothese.

De derde conclusie is op basis van de resultaten van het model, waar de stroming door de vegetatielaag door een poreuze laag werd vertegenwoordigd. Hierbij gebruikmakend van de

interflow optie van 3Di. Met deze aanpak bleek de gemodelleerde stroomsnelheden op het bosplatform te verbeteren. Maar bleek geen significante verbetering te geven op de gesimuleerde hoogste waterstanden in het gebied. Daarnaast bleek deze representatie de lage waterstanden in de kreek, minder goed te voorspellen.

Kortom, intergetijdengebieden met en zonder mangroven zijn goed te modelleren met de subgrid-modelleringstechniek. In deze studie is aangetoond, dat het de rekentijd verlaagt zonder de gemodelleerde hydrodynamica te beïnvloeden. Het meenemen van het effect van vegetatie, door middel van de interflow optie, liet potentieel zien, maar zou moeten worden uitgebreid om het beter te kunnen toepassen. Tenslotte is het van belang om andere vegetatierepresentaties te onderzoeken die schalen met de waterdiepte, welke in combinatie met subgrid kunnen worden toegepast.

Meer informatie en referenties kunnen hier worden gevonden:

<https://essay.utwente.nl/92211/>



Figuur 1 Mangrove kreek systeem in het Whitianga Estuarium, Nieuw Zeeland

Mangrove forests and 3Di

When you think of coastal protection, you quickly think of 'hard' technical solutions, such as quays and dikes. However, mangrove ecosystems have proven to be a cost-effective and sustainable alternative. At the same time, mangroves are fragile ecosystems, and their functionality as coastal defenses can be lost if certain hydrodynamic tipping points are reached. To understand better the functioning and resilience of mangroves, hydrodynamic models are often used to investigate the sensitivities of these systems. A well-known practical problem of hydrodynamic simulations is that a trade-off must be made between spatial resolution and computational times. Fortunately, the relatively new numerical method of subgrid-based hydrodynamic modelling has shown, that it can accurately handle high-resolution spatial data, without greatly affecting the model computational times.

This graduation research focuses on how the effect of vegetation can be accurately included in a subgrid-based hydrodynamic model. We apply this in the mangrove forest of the Whitianga estuary in New Zealand. Here, an extensive measurement campaign has taken place. This showed that the drag, due to the presence of vegetation, affects the flow pattern.

For this model study, the effect of the subgrid method is first tested. This to determine the potential of it in intertidal areas. Subsequently, two vegetation representations were tested. The first representation by adding a spatially varying bottom roughness, as is often done. The other representation is to calculate the flow through the dense forest as through a porous medium, which has never been done before.

Based on this graduation research, three important conclusions can be drawn. Firstly, the results of the different representations show that the use of subgrid has considerable potential in modelling the dynamics of intertidal areas. It has clearly been demonstrated that accounting for the high-resolution spatial data, is important for the predominantly bathymetry-driven flow in intertidal areas. With the subgrid modelling method, the model is approximately 100 times faster than for a traditional modelling approach with the same spatial resolution, thanks to the use of larger computational cells.

Based on the results of the simulations with a spatially varying bottom roughness, can be concluded that the ability of the model to reproduce the observed tidal dynamics improved. This is especially true during low tide. The fact that this effect is small during the highest water levels in the study area is due to the reduced influence of the bottom roughness at greater water depths. This is in line with the hypothesis.

The third conclusion is based on the results of the model, where the flow through the vegetation layer was represented with a porous medium. Using 3Di's interflow option. This approach showed improvements of the modelled flow rates on the forest platform. However,

it did not appear to significantly improve the simulated highest water levels in the area. In addition, the modelled low water levels in the creek, where less accurately computed.

In short, intertidal areas with and without mangroves can be modelled well with the subgrid modelling technique. This study showed that it reduces the computational time without affecting the modelled hydrodynamics. Including the effect of vegetation, through the interflow option, showed potential, but would need to be expanded to better implement it. Finally, it is important to investigate other vegetation representations, that scale with water depth and be used in combination with subgrid.

More information and references can be found at: <https://essay.utwente.nl/92211/>



Figure 2 Mangrove creek system in the Whitianga Estuary, New Zealand