

iStockphoto



## AUTEURS



Alexander Ziemba en Lorinc Meszaros  
(Deltares, Technische Universiteit Delft)



Ghada El Serafy  
(Deltares, Technische  
Universiteit Delft)

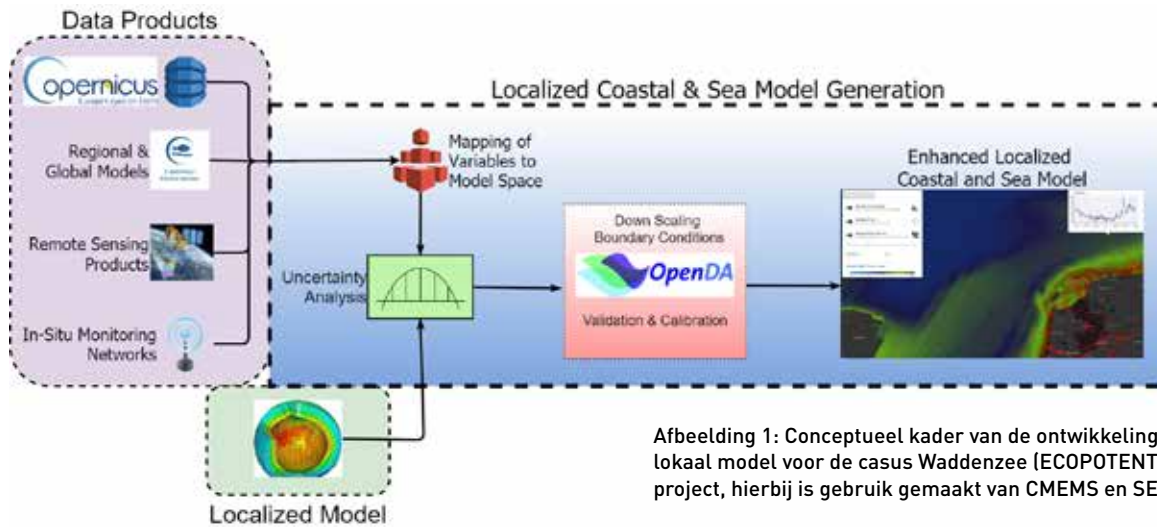


Joe El Rahi  
(Universiteit Gent)

## VERWERKING VAN REMOTE SENSING DATA EN GEGEVENS VAN GROOTSCHALIGE MODELLEN IN LOKAAL TOEPASBARE ZEE- EN KUSTMODELLEN

Op allerlei plekken langs de kust doen zich lokaal soms problemen als schadelijke algenbloei of vervuiling voor. Ook de gevolgen van bijvoorbeeld industriële activiteiten kunnen lokaal sterk verschillen. Overheden en andere belanghebbenden kunnen bij het nemen van maatregelen baat hebben bij lokaal toepasbare zee- en kustmodellen. Het maken van zulke modellen wordt door gebruik van Remote Sensing en slimme modellering veel minder tijdrovend en kostbaar.

De ontwikkeling van modellen kan omslachtig en tijdrovend zijn, vooral de ontwikkeling van de aansturing en het verzamelen van gegevens voor kalibratie en validatie. Remote Sensing (RS) biedt een steeds grotere dekking en een steeds hogere resolutie van relevante data, zowel temporeel als ruimtelijk, en is daarmee een steeds aantrekkelijkere bron voor de kalibratie en validatie van lokale modellen, en het bijwerken ervan. Het COPERNICUS-programma van het Europese Ruimteagentschap (ESA) biedt een breed



Remote sensing en lokale zee- en kustmodellen

8

Afbeelding 1: Conceptueel kader van de ontwikkeling van een lokaal model voor de casus Waddenzee (ECOPOTENTIAL-project, hierbij is gebruik gemaakt van CMEMS en SENTINEL)

scala aan vrij beschikbare RS-data over het mariene milieu. Deze gegevensbronnen zijn geïntegreerd in de Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), en voorzien globale en regionale modellen van data voor het uitvoeren van 'hindcasting' (modellen als toets laten draaien op historische gegevens) en het doen van voorspellingen. Gecombineerd bieden deze twee bronnen het uitgangsmateriaal voor lokale en/of probleemspecifieke modellen. Hierbij worden globale en regionale resultaten afgeschaald om in een kort tijdsbestek lokaal toepasbare modellen te kunnen opzetten en kalibreren.

Dit is vooral gunstig als het gaat om regio's waarover weinig data beschikbaar zijn. De grote ruimtelijke en temporele dekking van de globale modellen en RS-producten is een zegen voor een vakgebied waarin van oudsher data dun gezaaid zijn door de afhankelijkheid van een beperkt aantal ver uit elkaar gelegen meetstations of dure meetcampagnes. De hier geschetste werkwijze voor het ontwikkelen van lokale modellen zou, indien geautomatiseerd, gemeenten en regionale overheden met een beperkt budget in staat stellen om zelf onderzoek in 'hun' kustgebied te laten doen, lokale observatoria op te zetten en/of ecologische ontwikkelingen te monitoren.

### Werkwijze

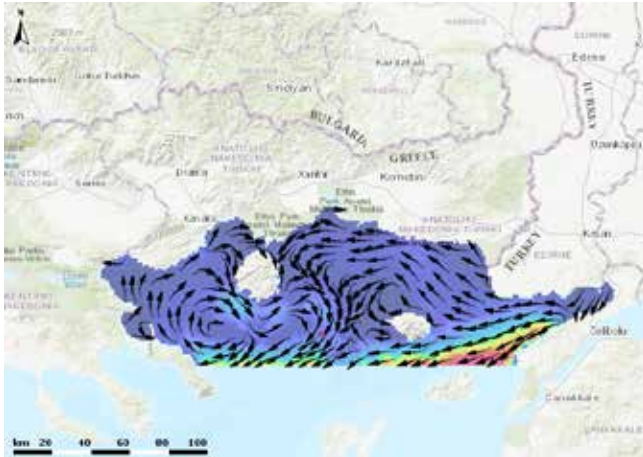
In dit onderzoek werden lokale modellen voor Europese wateren gegenereerd op basis van een combinatie van globale en regionale modellen en RS-data. Hierbij werd ook gebruik gemaakt van de nieuwe SENTINEL satellietgegevenssets. De ontwikkeling van de modellen gebeurde in het kader van de projecten H2020 ECOPOTENTIAL en H2020 ODYSSEA.

In alle gevallen betrof het 'nested models', dus modellen die werken met een subset van parameters van de meer grootschalige modellen op basis waarvan ze zijn ontwikkeld, maar die wel zelfstandig opereren. In alle cases is het kustmodelleringsysteem gebaseerd op het pakket Delft3D.

De nauwkeurigheid van de remote sensing data is beperkt, maar door toepassing van foutenstatistiek en onzekerheidsanalyse kunnen deze toch bruikbaar zijn bij het kalibreren en valideren van lokale modellen, vooral hydrodynamische en biogeochemische modellen.

In grote lijnen is bij de hiernavolgende drie cases de werkwijze gevolgd die werd gebruikt bij de opzet van een model voor de Waddenzee voor het ECOPOTENTIAL-project. In afbeelding 1 is te zien dat in die casus COPERNICUS-gegevens extra kalibratie- en validatiepunten boden, aanvullend op Nederlandse metingen van de meetcampagnes en -stations van Rijkswaterstaat (RWS). Data van optische satellieten betroffen biologische processen in de gehele regio en waren onmogelijk te verkrijgen via gangbare metingen. Met het nieuwe lokale model kan de primaire productie van algen in de Waddenzee beter worden gemodelleerd en kan schadelijke algengroei beter worden voorspeld.

Op een vergelijkbare manier kunnen optische satellietgegevens over sedimenten in de waterkolom een hulpmiddel zijn bij de kalibratie en validatie van lokaal toepasbare modellen voor sedimentverplaatsing. Dit is essentieel voor het verkrijgen van inzicht in de lokale ecologische gevolgen van zandwinning- en baggerwerkzaamheden, en voor het bepalen van de impact van zulke werkzaamheden in het algemeen.



Afbeelding 2: Bij het lokale model voor de Thracische Zee worden afgeschaalde en aangepaste CMEMS-gegevens gebruikt om lokaal en met een hogere resolutie stromingspatronen te voorspellen. Deze informatie is relevant voor maritieme activiteiten in de regio

### Valencia, Spanje

Voor de kust nabij Valencia werd een lokaal hydrodynamisch model gegenereerd en gevalideerd op basis van CMEMS-modellen. Daarbij werden data uit het gebruikte grootschalige model en beelden van de SENTINEL-satelliet over het zee-oppervlak gebruikt voor validatie. In deze casus is de assimilatie van data nog niet geïntegreerd.

Het model kan datasets met een hoge resolutie produceren met relevante informatie voor scheepvaart en havenactiviteiten die afhankelijk zijn van specifieke zeeomstandigheden en -stromingen. Als ergens kwallenbloei is waargenomen, kan het model middels een 'plug-in' de verspreiding en de effectzones van de kwallenpopulatie voorspellen. Dit soort informatie is essentieel voor de recreatiesector, voor kustdorpen en -steden en voor de visserij en aquacultuur op zee, die allemaal risico's lopen als gevolg van dergelijke kwallenpopulaties. De waarschuwingstijd die het model oplevert, maakt het mogelijk om maatregelen te nemen om de schade te beperken.

### Egeïsche Zee

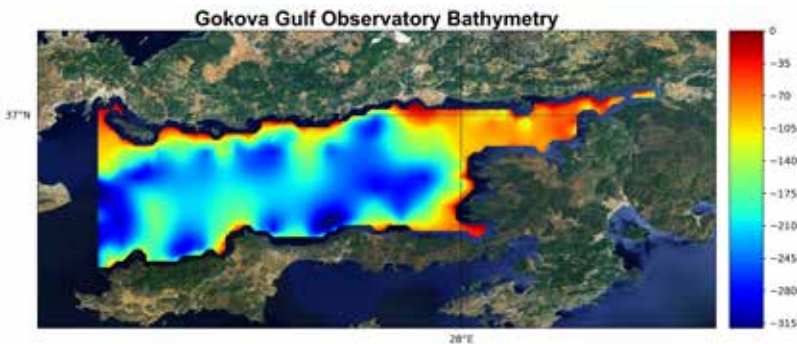
Een ander voorbeeld is het Thracian Sea / North Aegean Observatory, dat zich in het meest noordelijke gedeelte van de Egeïsche Zee bevindt. Dit observatorium werkt met een lokaal model van zeestromingen en golven; aan integratie van waterkwaliteitsparameters en biologische processen wordt momenteel gewerkt. Het systeem haalt dagelijks CMEMS-gegevens op van de afgelopen dag om voorspellingen te doen voor de 2 komende dagen. Het lokale model biedt een kortetermijnvoorspelling met een hoge resolutie van waterpeil, stromingen en golfhoogtes. Daarmee zijn

de dagelijkse voorspellingen tijdig beschikbaar voor de eindgebruikers.

Validatie geschiedt op basis van metingen met nieuwe meetinstrumenten, waaronder onbemande zweefvliegtuigen en met sensoren uitgeruste boeien op locatie. De validaties van het hydrodynamische model met deze instrumenten in 2019 en 2020 gaven een eerste en hoopgevende bevestiging van de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de voorspellingen. Met dit lokale model is een belangrijke informatiebron beschikbaar gekomen voor maritieme activiteiten in de regio, zoals scheepvaart, offshore energieplatforms en visserij. De validatie van de component voor waterkwaliteit zal midden 2020 plaatsvinden. Een separate prognosekaart voor de waterkwaliteit, verspreid via sociale media, wordt al door lokale vissers gebruikt.

### Golf van Gökova

Het derde voorbeeld is de Golf van Gökova in Turkije. Het gaat hierbij om een 100 kilometer lange, smalle golf in de Egeïsche Zee die in 1988 als Special Environmental Protection Area (SEPA) is aangewezen. Menselijke activiteiten in en rond de golf bestaan uit landbouw, toerisme, visserij en maritieme activiteiten. De belangrijkste bedreigingen zijn illegale visserij, een overmaat aan toerisme, verontreiniging, kustontwikkeling c.q. vernietiging van habitats, organisch en anorganisch afval. Een laatste opvallende bedreiging wordt gevormd door invasieve soorten, als gevolg van klimaatverandering én door het Suezkanaal, wat het voor uitheemse soorten uit de Rode Zee en de Indische Oceaan mogelijk heeft gemaakt om naar dit gebied te migreren.



Afbeelding 3: Dieptepatroon voor de Golf van Gökova op basis van Remote Sensing data (in meters)

Remote sensing en lokale zee- en kustmodellen

Om de effecten van al deze bedreigingen op het ecosysteem te kunnen beoordelen en de bovengenoemde sectoren te ondersteunen, zijn voorspellingen nodig met een hogere resolutie dan die van de CMEMS-producten. Daarom werd een lokaal kustmodel met een hoge resolutie opgezet om operationele gegevens over stromingen, golven en biogeochemie te kunnen verstrekken aan de belangrijkste eindgebruikers: exploitanten van cruiseschepen, veerboten naar Griekenland, visserij, waaronder sponzenvisserij en sportvisserij, en toerisme (hotels, jachten). Het model wordt automatisch van CMEMS-data voorzien zodat de gebruikte gegevens over temperatuur, zoutgehalte, waterpeil en stromingen aan de grenzen van het model altijd actueel zijn. Deze data worden aangevuld met meteorologische gegevens van NOAA-GFS (wereldwijde weersvoorspellingen). Momenteel worden de prognoses dagelijks op sociale media gepubliceerd en gevolgd door meer dan 100 eindgebruikers. Eind 2020 zal de verstrekking plaatsvinden via het ODYSSEA portal voor observatoria gelegen aan de Middellandse Zee.

#### Naar betere en kostenefficiëntere lokale modellen

Momenteel wordt verder gewerkt aan de automatisering van het kalibratieproces en van het updaten van modellen. Afbeelding 1 toont de verwachte eindverwerkingsketen. Tot nu toe is een succesvolle integratie van Remote Sensing data ten behoeve van kalibratie tot stand gebracht. Aan de automatisering van data-assimilatie wordt gewerkt, waarmee ook verdere verfijning van de modellen en daarmee betere voorspellingen mogelijk worden.

Wanneer de hele keten eenmaal is geautomatiseerd, zullen de kosten van de ontwikkeling van een lokaal model op basis van deze COPERNICUS-services aanzienlijk dalen. Daarmee worden de huidige barrières voor het gebruik van deze services weggenomen. De

prestaties van lokale modellen kunnen vervolgens verder worden verbeterd door gebruik van meerdere op COPERNICUS gebaseerde gegevenssets.

Alexander Ziemba, Lorinc Meszaros en Ghada El Serafy (*Deltares, Technische Universiteit Delft*), Joe El Rahi (*Universiteit Gent*)

#### Referenties

<https://www.ecopotential-project.eu/>

<http://odysseaplatform.eu/>

<https://earth.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/news/-/article/copernicus-sentinel-1-supports-detection-of-shoreline-positions>

[https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home/-/journal\\_content/56/247904/3869448](https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home/-/journal_content/56/247904/3869448)

<https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2018-10/copernicus4regions.pdf>

#### SAMENVATTING

Overall langs de kust kan lokaal schadelijke algenbloei, kwallenbloei of vervuiling optreden. Lokaal toepasbare modellen met een hoge resolutie kunnen de verspreiding van dit soort fenomenen voorspellen, en overheden en andere belanghebbenden helpen bij het nemen van maatregelen. Het ontwikkelen van lokale modellen, normaliter arbeidsintensief en kostbaar, is recent een stuk haalbaarder geworden. Binnen het COPERNICUS-programma is een werkwijze ontwikkeld om ze op te zetten als 'nested model' binnen grootschaliger modellen. Belangrijk hierbij is het gebruik van Remote Sensing data bij validatie en kalibratie, als aanvulling op lokaal verkregen gegevens.