



WL hoogtepunten 2016-2017

Waterbouwkundig Laboratorium



Vlaamse
overheid

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE WERKEN



Voorwoord

Het Waterbouwkundig Laboratorium wil zijn klanten, partners, en het grote publiek op regelmatige tijdstippen informeren over geleverde prestaties, nieuwe inzichten en methodes, samenwerking en ambities. Hierbij volgt dan ook een overzicht van een aantal in het oog springende projecten met volgens ons toegevoegde waarde.

Belangrijk is dat het Waterbouwkundig Laboratorium beseft dat samenwerking met zowel de academische wereld als met de privésector noodzakelijk is. Deze kennisgeving is dan ook een uitnodiging voor de lezers, onderzoekers, bedrijven en universiteiten om samen de kennis verder uit te bouwen om wereldwijd te kunnen participeren in waterbouwkundige en nautische projecten. Onze deur staat alvast wagenwijd open.



In-situ metingen van verticale scheepsbewegingen ter validatie van DKS

Nadat in de periode 2015-2016 een meetcampagne uitgevoerd werd op zeven cape-size vrachtschepen met bestemming Vlissingen-Sloehaven, werd in 2017 dit onderzoek uitgebreid tot maatgevende scheepvaart naar de haven van Antwerpen. De focus lag hierbij op containervaart.

De noodzaak om verticale scheepsbewegingen in situ op te meten is ingegeven door de implementatie van een probabilistisch toelatingsbeleid door de Gemeenschappelijke Nautische Autoriteit (GNA). In de zogenaamde DKS-methode (Dynamische KielSpeling) wordt op basis van de voorspelde hydro-meteocondities, bodemcondities en scheepsparameters de verticale beweging van schepen voorspeld en gerelateerd aan een risico op bodemraking. Om te garanderen dat de DKS-berekening gepaard gaat met een veilige toegankelijkheidsberekening, dient er voldoende validatiemateriaal verzameld te worden met betrekking tot verticale scheepsbeweging van de marginale scheepvaart

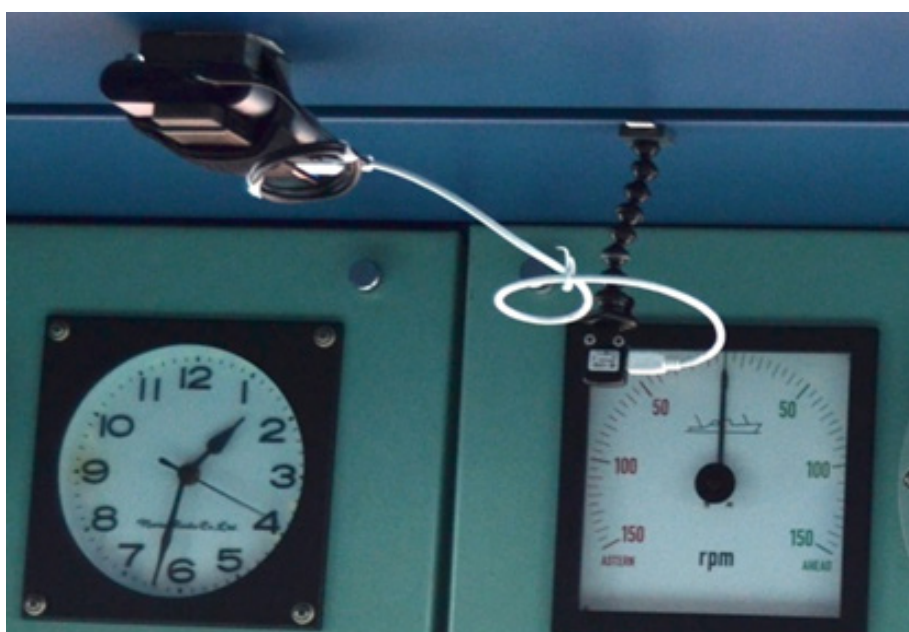
naar de Scheldehavens. De opdracht voor het verzamelen van validatiegegevens op 10 vaarten van of naar de haven van Antwerpen, werd door GNA neergelegd bij WL en UGent, welke eveneens een adviserende rol vervullen bij de implementatie van DKS.

De verticale beweging van containerschepen op de Westerschelde wordt bepaald door een groot aantal parameters zoals omgevingsfactoren (getij, stroming, wind, golven, waterdensiteit, bathymetrie, vaarwegbochten en ander scheepvaartverkeer) als scheepafhankelijke factoren (rompvorm, ladingsconditie, roer- en schroefgegevens) en operationele parameters (vaarsnelheid, roer- en schroefgebruik). In het kader van het onderzoek worden alle vermelde parameters gemeten en wordt hun impact op de verticale scheepsbeweging geanalyseerd.

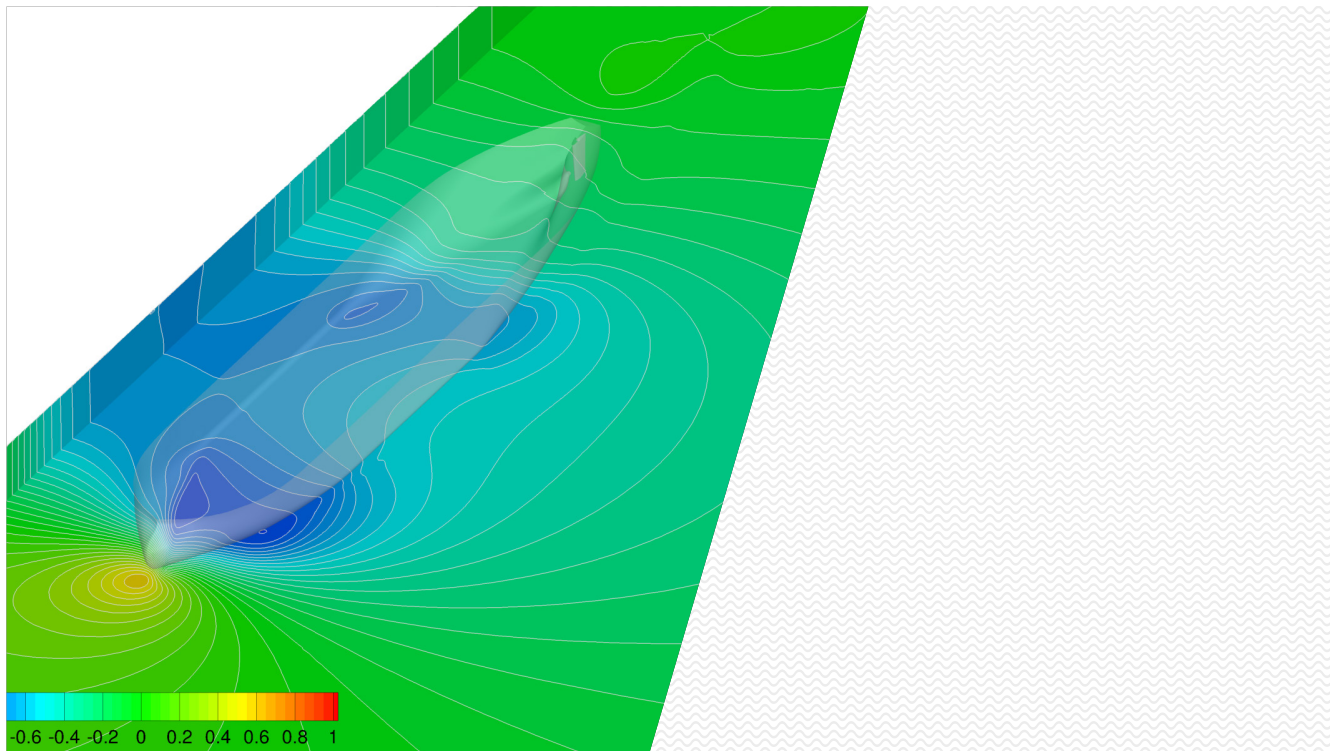
Voor het verzamelen van meetgegevens wordt samengewerkt met het Vlaamse – en Nederlandse Loodswezen, welke

positioneringsapparatuur aan boord meenemen waarmee de scheepsbewegingen in zes vrijheidsgraden gemeten kunnen worden. Bovendien installeren de loodsen in de scheepsbrug een door WL ontwikkeld mobiel camerasysteem waarmee de instrumenten (zoals roer-, schroef- en windindicatoren) gemonitord kunnen worden.

In 2017 werden er reeds vier afvarende containerschepen (met lengte groter dan 360 m) opgemeten door DAB Loodswezen. Op korte termijn voerde WL/UGent een basisverwerking uit op deze meetgegevens, waarvan de resultaten vergeleken kunnen worden met de voorspellingen uit de DKS-methode. Bovendien wordt er op langere termijn ook een omvattende verwerking en analyse van de meetgegevens uitgevoerd waarbij de impact van de verschillende individuele parameters op verticale scheepsbeweging begroot wordt.



Oevereffecten voor KVLCC2 binnen de NATO STO AVT-216 werkgroep



Drukverdeling op de oevers en bodem voor case 5b (10% UKC, grootste afstand tot oever, zonder schroefwerking)

Werkgroep AVT-16 werd binnen de NAVO Science and Technology Organization (STO) gevormd om de nauwkeurigheid van numerieke methoden in realistische en complexe condities, zoals manoeuvreren in golven, ondiep water operaties en schip-oever interactie, te evalueren. Door haar expertise en onderzoek naar het gedrag van schepen in ondiep en beperkt water, werd het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) gevraagd om deel te nemen aan deze werkgroep door experimentele data te leveren die gebruikt kon worden ter validatie van numerieke resultaten. Naast de experimentele data voor schip-oever interactie, werden ook numerieke berekeningen uitgevoerd door het WL m.b.v. het commerciële Computational Fluid Dynamics (CFD) software pakket FINE/Marine.

Uit de experimentele proevenreeksen uitgevoerd met de KVLCC2 (KRISO Very Large Crude Carrier 2) in de sleeptank van het WL werden 10 condities gekozen waarbij drie parameters werden gevarieerd: de nabijheid tot een verticale oever, de kielspeling en de schroefwerking. De resulterende krachten en momenten op de romp van de KVLCC2 en de vervorming van het vrij vloeistof oppervlak naast het schip werden gebruikt om de nauwkeurigheid van de CFD resultaten te beoordelen. De convergentie studies uitgevoerd tonen aan dat, om afdoende

lage discretisatie fouten te bekomen, zeer fijne rekenroosters (met of zonder automatische roosterverfijning) nodig zijn. De CFD berekeningen werden uitgevoerd op rekenroosters met ongeveer 16 miljoen cellen.

Op basis van een vergelijking van de numerieke resultaten met de experimentele data kan geconcludeerd worden dat oevereffecten voorspeld kunnen worden met CFD. Desondanks werden enkele afwijkingen geconstateerd van de metingen waarvoor verdere studie noodzakelijk is. O.a. het effect van de propeller werd op vereenvoudigde manier in rekening gebracht in de huidige berekeningen. Om oevereffecten ten volle te voorspellen zou het effect van de propeller in de toekomst nauwkeuriger meegenomen moeten worden in de berekeningen. Ook het specifieke turbulentiemodel en grenslaagtransitie kunnen de nauwkeurigheid van de resultaten in positieve zin beïnvloeden.

Verdere details van dit onderzoek werden gepubliceerd als Open-Access artikel [1].

[1] Van Hoydonck, W., Toxopeus, S., Eloot, K., et al. J Mar Sci Technol (2018). <https://doi.org/10.1007/s00773-018-0545-3>

ITTC

In september 2017 vond de 28ste International Towing Tank Conference (ITTC) plaats in Wuxi, China. Het WL was er vertegenwoordigd door Guillaume Delefortrie, die eveneens de secretaris was van het 28ste Manoeuvring Committee (MC). Op deze conferentie heeft het 28ste MC haar rapport voorgesteld aan al de ITTC leden. Dit rapport biedt een volledig overzicht van de literatuur die gepubliceerd was in het vakgebied manoeuvreren van schepen (periode 2014-2016), met een specifieke focus op beperkt en ondiep water. Eveneens biedt het rapport een beschrijving van de uitvoeringswijze van gedwongen manoeuvreerproeven op basis van een bevraging onder alle ITTC leden en worden voorstellen geformuleerd om de invloed van meetonzekerheden op manoeuvreersimulaties na te gaan. Geïnteresseerden kunnen het vrij downloaden via: ittc.info/downloads/proceedings/28th-conference-wuxi-2017/. Op deze conferentie werd Guillaume Delefortrie eveneens aangesteld als voorzitter van het 29ste Manoeuvring Committee voor de periode 2017-2020.

Overname peilmeetnet de Vlaamse Waterweg langs de Kempische kanalen en het Albertkanaal

In 2015 werden de eerste contacten gelegd tussen het toenmalige nv De Scheepvaart, intussen de Vlaamse waterweg (dVw), en het Waterbouwkundig Laboratorium – Hydrologisch Informatie Centrum (WL-HIC) met het oog op de modernisering van het peilmeetnet op het Albertkanaal en de Kempische kanalen. Het peilmeetnet bestaat uit 35 meetlocaties voorzien van een gedigitaliseerde vlotter, voornamelijk opwaarts van de verschillende sluizen (foto 1). Begin 2016 werd het projectplan gefinaliseerd en is er gestart met de uitwerking hiervan. Op basis van een zeer degelijke verkenning en opmeting van de verschillende meetlocaties kon een uitstekende raming gemaakt worden van de nodige investering in meetapparatuur en bouwkundige werkzaamheden.

Medio 2016 is door medewerkers van het WL-HIC dan een aanbesteding geschreven (Bestek nr. FAC-L-PMN-16-49 en FAC-W-PMN-16-55), gepubliceerd door De Vlaamse Waterweg, met alle technische specificaties om de modernisering te laten uitvoeren. Uiteindelijk zijn de firma's Koenders Instruments en Vandevordt bvba weerhouden om deze modernisering uit te voeren, respectievelijk voor de vernieuwing van alle apparatuur en voor de infrastructuurwerken op de verschillende meetlocaties.



Figuur 1. Oude opstelling met vlotter

In het voorjaar van 2017 zijn dan alle 35 meetlocaties effectief op terrein voorzien van nieuwe infrastructuur en een druksonde (foto 2). Het mooie resultaat kon enkel bereikt worden door de goede voorbereidingen die waren getroffen op het terrein en dankzij de intense samenwerking tussen de mensen van het WL-HIC, beide aannemers en de betrokken medewerkers van de Vlaamse waterweg.

Eind 2016 is ook nog een samenwerkingsovereenkomst formeel ondertekend tussen het WL en De Vlaamse Waterweg omtrent het onderhoud en beheer van deze meetlocaties en de dataaansluiting.



Figuur 2. Nieuwe situatie - druksonde en peilschaal in meetput, veilig afgeschermd met luik - datakast met GPRS-antenne

Monitoring effecten onderwater- en strandsuppleties aan de Kust - Meetframes en boeien te Mariakerke-Raversijde



Figuur 1. Strandsuppletie (rood) en onderwatersuppletie (geel) uitgevoerd in het najaar 2013 en voorjaar 2014. Blauwe lijnen tonen de meetsecties (sectie 100-101: strandsuppletie en sectie 104: strand- en onderwatersuppletie).

In het kader van het Geïntegreerd Kustveiligheidsplan werd in de zone rond Mariakerke in het najaar 2013 en voorjaar 2014 door Afdeling Kust een proefsuppletie (strandsuppletie en onderwatersuppletie) uitgevoerd. Het effect van deze maatregel werd vanaf 2014 jaarlijks 2 keer bemeaten gedurende 6 weken door het meetteam van het Waterbouwkundig Laboratorium-Hydrologisch Informatiecentrum (WL-HIC), in samenwerking met DAB Vloot. Deze langere-termijn in-situ metingen te Mariakerke-Raversijde waren verdeeld over 2 referentie meetsecties: één dwars op de zone waarin alleen een strandsuppletie bestaat (sectie 100-101) en één over de zone waarin zowel strand- en vooroeversuppleties aanwezig zijn (sectie 104) (figuur 1).

De in-situ metingen bestonden uit akoestische golf- en stromingsmeettoestellen, gecombineerd met turbiditeitsensoren en druksensoren, in zijn geheel geplaatst op een viertal meetframes verspreid over de 2 meetsecties. Figuur 2 toont één van de meetframes, frames van meer dan 1 ton, voorzien van onze meetinstrumenten en ook van de nodige hijsbanden, hijstouwen, zware D-sluitingen en blazen met metalen staaf om het geheel van banden en touwen drijvende te houden.

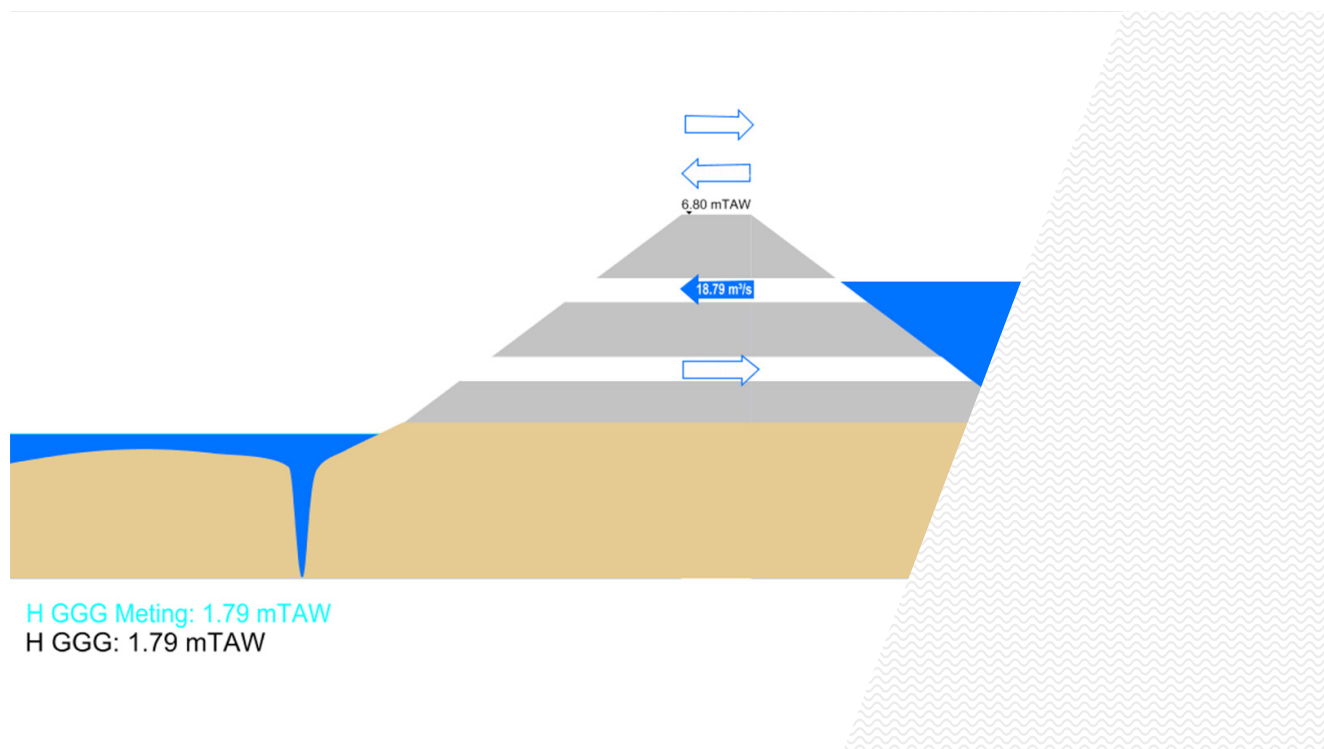
Eind 2017 werden de laatste metingen verricht door het meetteam van het WL-HIC. Het mag gezegd worden dat de

uitvoering van dit werk op terrein een echt huzarenstuk was. Dankzij de goede coördinatie en afspraken op terrein en dankzij de goede samenwerking tussen het WL-HIC meetteam, DAB Vloot, het Maritiem Reddings- en Coördinatiecentrum (MRCC) en ook de firma Deco nv, konden deze metingen tot een goed einde gebracht worden.



Figuur 2 . Frame met meetinstrumenten (LxBxH: 2 m x 2 m x 1,8 m – gewicht: 1 ton).

Voorspellingen HIC: FEWS-Vlaanderen



Visualisatie van de GOG-werking van het GOG met GGG-werking te Kruibeke.

Sinds 2003 beschikt het Hydrologisch Informatie Centrum van het Waterbouwkundig Laboratorium over operationele voorspellingssystemen. Dit zowel voor het voorspellen van overstromingen door neerslag (gebruikmakend van Floodwatch, DHI-software) als door wind (gebruikmakend van het voorspellingssysteem Kust en Schelde, Rijkswaterstaat – Deltares software). Het systeem Floodwatch was na al die jaren van gebruik toe aan vervanging en ook vernieuwde modellen dienden ingebouwd. Om de vervanging in goede banen te leiden werden een aantal stappen uitgevoerd. Eerst werd een vergelijkende studie uitgevoerd van software die kan dienst doen als operationele schil rond de modellen. Hieruit

bleek FEWS (Flood Early Warning System), Deltares, het meest interessante pakket. Eerst werd 1 model als test succesvol ingebouwd waarna in 2 overheidsdrachten een vernieuwd voorspellingssysteem "FEWS Vlaanderen" het levenslicht zag. Dit systeem maakt gebruik van up to 2 date Mike11-modellen, bevat heel uitgebreide visualisatiemogelijkheden en gebruikt innovatieve technieken (webservices) om data in het systeem te importeren. De voorspellers van de HIC-permanentiedienst gebruiken dit systeem sinds de winter van 2017-2018. Hieronder worden een aantal schermen van de software weergegeven.

Permanentedienst HIC in 2017: Werking bij Droogte

De start van het laagwaterseizoen op 1 april 2017 werd – zowel in België als in Noord-Frankrijk – voorafgegaan door een warme en droge periode die gestart was in juli 2016. Deze periode van droogte hield aan gedurende het hele laagwaterseizoen, met in juni 2017 een hittegolf met bijzondere maatregelen in gans Vlaanderen als hoogtepunt.. Crisiscellen kwamen samen, de burger mocht zijn zwembad niet meer vullen of de auto niet meer wassen. Uiteraard waren ook de afvoeren op de waterwegen waren in 2017 lager dan normaal. Gemiddeld over een aantal karakteristieke meetposten op de waterwegen werd in het laagwaterseizoen van 2017 slechts 54 % van het normale gecumuleerde volume afgevoerd. Schuttingsbeperkingen en diepgangsbeporingen werden noodzakelijkerwijs veel langer en strenger dan in een normaal seizoen opgelegd vanuit De Vlaamse Waterweg. Door deze omstandigheden werd ook vanuit de permanentiedienst van het HIC de werking aangepast. In normale omstandigheden wordt maandelijks de toestand op de waterwegen wordt gerapporteerd in de laagwaterberichten. Deze frequentie werd opdreven en tussen juni en augustus werden een aantal extra berichten opgemaakt. Deze zijn steeds terug te vinden op waterinfo.be



Latis

Sinds 2003 werkt het WL in samenwerking met de Universiteit Gent (Vakgroep Geografie) aan een methodologie voor het inschatten van schade, slachtoffers en risico's ten gevolge van overstromingen. Om de impact van overstromingen op uniforme en objectieve wijze te kunnen inschatten en om verschillende overstromingsscenario's tegenover elkaar af te kunnen wegen, werd een specifieke GIS-tool ontwikkeld: LATIS.

LATIS 3

Met LATIS 3 kan het economisch risico (uitgedrukt in euro/jaar) en het risico op slachtoffers (uitgedrukt in slachtoffers/jaar) berekend worden door het ingeven van één of meerdere overstromingskaarten. Dit gebeurt op basis van landgebruiksinformatie, socio-economische data, schadefuncties (ook verdrinkingsfuncties genoemd wanneer het specifiek over slachtoffers gaat) en een risicoformule (zie Figuur 1). De landgebruiksinformatie met de ligging van gebouwen, wegen, akkerland, weiland, ... wordt gecombineerd met de socio-economische data die de waarde van de verschillende landgebruikscategorieën bevatten. Door deze combinatie kan een maximale schadekaart opgesteld worden die de schade weergeeft die zou optreden als een overstroming de verschillende types landgebruik volledig zou vernietigen. Aan de hand van de maximale schadekaart en schadefuncties die de werkelijke schade bij verschillende waterdieptes aangeven voor de verschillende types landgebruik, kan de werkelijke schade bij een bepaalde overstroming berekend worden. Door deze laatste werkelijke schadekaarten voor verschillende terugkeerperiodes aan te maken en te integreren met de risicoformule, wordt het economisch risico berekend.

Voor het berekenen van het slachtofferrisico wordt een analoge methodologie gebruikt, alleen wordt hierbij geen gebruik gemaakt van schadefuncties gebaseerd op waterdieptes maar van verdrinkingsfuncties gebaseerd op stroomsnelheid, stijgsnelheid en waterdiepte.

LATIS 4

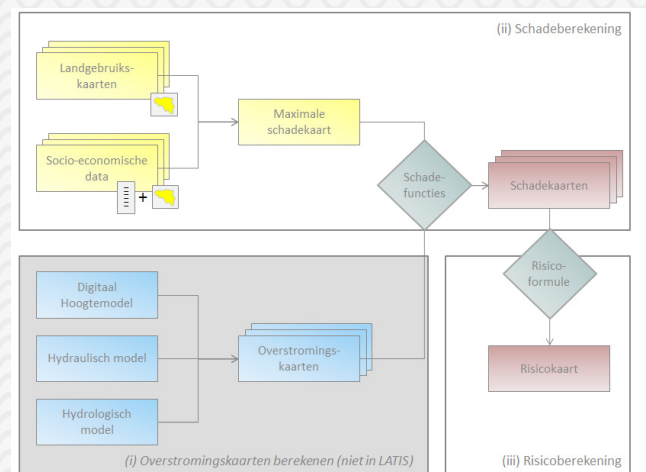
In de Europese Overstromingsrichtlijn (Richtlijn 2007/60/EG) wordt aangegeven dat naast het kwantificeren van economische schade en slachtoffers ook andere negatieve gevolgen van overstromingen gekwantificeerd moeten worden. Om verschillende scenario's ten opzichte van elkaar te kunnen afwegen, is het immers noodzakelijk ook de negatieve gevolgen voor de gezondheid van de mens, het milieu en het culturele erfgoed in kaart te brengen. De afgelopen jaren werd onderzoek verricht naar de meest geschikte methodologie om culturele, sociale en ecologische impact van overstromingen te kwantificeren binnen Vlaanderen. Het is de bedoeling dat een gebruiker met LATIS 4 in staat is om ook deze drie types impact op uniforme wijze te berekenen voor heel Vlaanderen voor verschillende overstromingsscenario's.

De sociale kwetsbaarheid voor overstromingen wordt voor Vlaanderen benaderd door vijf socio-economische indicatoren te combineren tot een index. Indien deze index voor sociale kwetsbaarheid gecombineerd wordt met het aantal getroffen personen en het al dan niet getroffen zijn door de overstroming, kan de sociale schade van een bepaald overstromingsscenario gekwantificeerd worden.

De culturele impact van een overstroming wordt berekend door het vermenigvuldigen van de culturele kwetsbaarheidsindex, gebaseerd op de inventaris van het bouwkundig erfgoed, en een overstromingsindex afhankelijk van de waterdiepte.

De ecologische impact van een overstroming wordt beschouwd als een combinatie van enerzijds de ecologische waarde van een vegetatietype en anderzijds de kwetsbaarheid van dat vegetatietype voor een overstroming. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de methodologie ontwikkeld door De Nocker et al. (2007) voor Vlaanderen en de Speciale Beschermingszones (SBZ). Een SBZ is een officiële naam voor een Natura-2000 gebied. Deze gebieden zijn aangeduid door Agentschap Natuur en Bos (ANB) om bijkomende kansen te geven aan habitats en soorten die van levensbelang zijn voor de Europese biodiversiteit.

Naast het uitbreiden van de toepassing met nieuwe types impact, werd ook gewerkt aan een meer gebruiksvriendelijke en moderne user interface (zie Figuur 2) zodat toekomstige gebruikers er gemakkelijker mee aan de slag kunnen. Bovendien werden de landgebruikskaarten en de maximale schadewaarden voor de verschillende landgebruikscategorieën geactualiseerd en de schadefuncties die aangewend worden bij het berekenen van de economische schade afgetoetst met internationale literatuur en aangepast waar nodig. In de loop van 2018 wordt de nieuwe LATIS 4 gelanceerd. De geactualiseerde data wordt nu wel al gebruikt in berekeningen voor verschillende projecten voor bv. Afdeling Kust, W&Z en VMM.



Figuur 1. Vereenvoudigd schema overstromingsrisicomodel

Waterbalans

Het Waterbouwkundig Laboratorium heeft een waterbalansmodel (2009-2017) ontwikkeld dat rekening houdt met het grootste deel van het expliciet watergebruik en wateraanbod van de bevaarbare rivieren en kanalen in het Scheldestroomgebied. Het watergebruik langs de onbevaarbare waterlopen is eerder impliciet gemodelleerd door hydrologische modellen.

Het gemodelleerde gebied beslaat niet enkel de bevaarbare rivieren en kanalen binnen het Scheldestroomgebied, maar ook de kanalen die het Scheldestroomgebied met aanpalende stroomgebieden verbinden alsook een aantal rivieren uit deze aanpalende bekken.

Als eindresultaat van deze studie werd vooropgesteld om te kunnen beschikken over een:

- Verbeterd modelinstrumentarium voor het bestuderen van de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen op regionaal niveau.
- Analyse van de waterbeschikbaarheid in Vlaanderen voor de huidige toestand.
- Analyse van het effect van klimaatsverandering in de Waterbeschikbaarheid.

Op basis van de resultaten kunnen we stellen dat voor het huidige klimaatscenario en onder het huidige watergebruik het wateraanbod in Vlaanderen toereikend is om aan de watervraag van de meeste watergebruikers te voldoen.

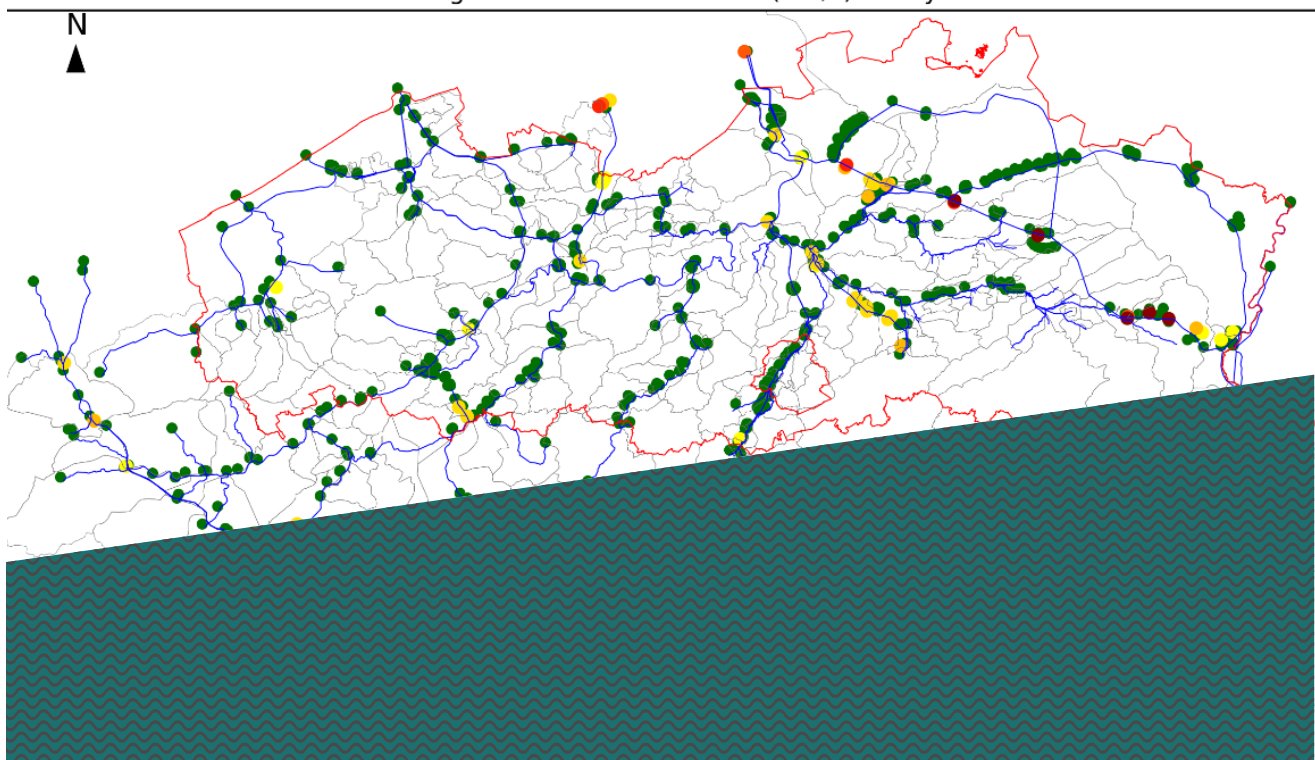
Dit valt niet te interpreteren als een overvloedige en continue beschikbaarheid. Integendeel, er zijn periodes met watertekort vastgesteld. Deze tekorten blijven echter beperkt tot korte periodes van minder dan vijf dagen, maar er zijn ook jaren met periodes van watertekort groter dan een maand. De meeste van deze periodes zouden wel overbrugd kunnen worden door middel van lokale beheersmaatregelen (pompen, bufferbekkens).

Het meest getroffen gebied is het kanaal Gent-Terneuzen en het Albertkanaal, de meest getroffen sector zal de Scheepvaart. De volgende figuur geeft een overzicht van het maximaal gesimuleerde watertekort (1967-2013).

De klimaatsverandering zal leiden naar een vermindering van het wateraanbod in Vlaanderen, als gevolg daarvan zal het watertekort stijgen in termen van het aantal dagen met watertekort en de duur ervan.

De toename van het watertekort zal voornamelijk plaatsvinden bij watergebruikers (sectoren) en locaties die al nu getroffen worden door watertekort, dat betekent dus dat er zich ernstige watertekortperiodes zullen voordoen waar deze nu al gebeuren. Er wordt niet verwacht dat als gevolg van de klimaatsverandering er nieuwe gebieden in Vlaanderen zullen getroffen worden door watertekort.

Maximaal gesimuleerd watertekort (m^3 /s) - daily - All

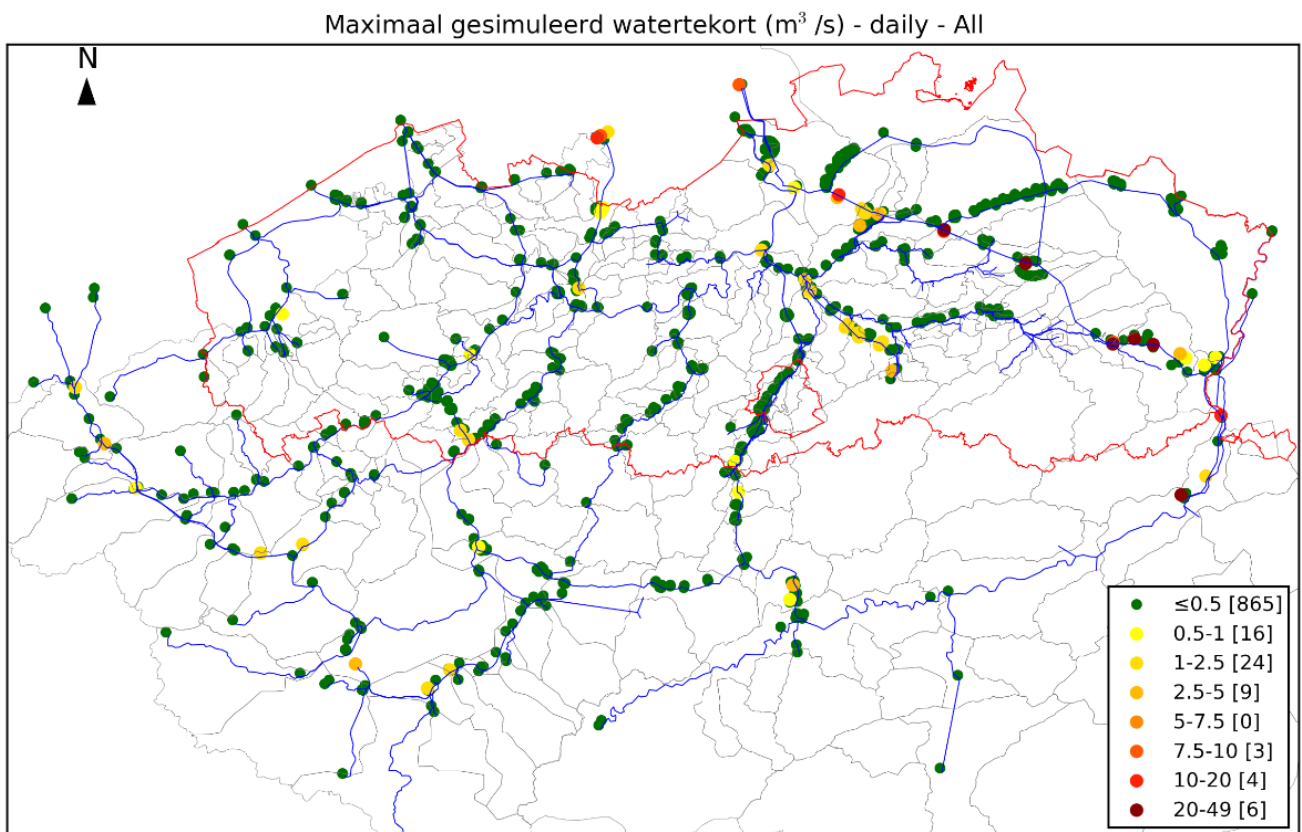


De meest getroffen sector zal de Scheepvaart (zout bestrijding) blijven, een algemene stijging van het watertekort wordt verwacht langs het Kanaal Gent Terneuzen, het Albert Kanaal en het WPC De Bankkaart.

Ondanks deze verandering kunnen we vaststellen dat aan de meeste watervraag in Vlaanderen nog kan voldaan worden. De volgende figuur geeft een overzicht van het maximaal gesimuleerde watertekort (1967-2013), rekening houdend met het effect van klimaatverandering.

Uit de resultaten kunnen we concluderen dat Vlaanderen beschikt over de nodige middelen (fysiek, menselijk, financieel en institutioneel) om een waterveilige toekomst voor zijn burgers te waarborgen, zelfs onder een scenario van klimaatverandering.

Deze conclusies moeten niet geïnterpreteerd worden als een verklaring van overvloedige waterbeschikbaarheid, integendeel met een afgestemd en efficiënt waterbeheer in Vlaanderen -kennis inbegrepen- zouden we al in het huidige klimaat scenario dagen zonder watertekort kunnen ambiëren. Er zijn verschillende aspecten die nog verder moeten bestudeerd worden en acties die moeten ondernomen worden.

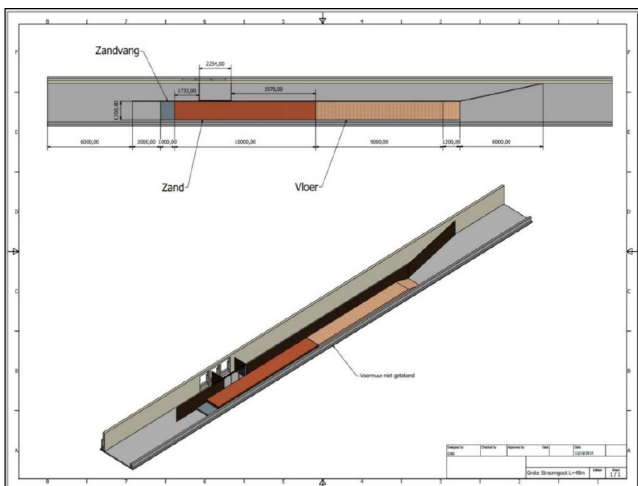


Thesisbegeleidingen

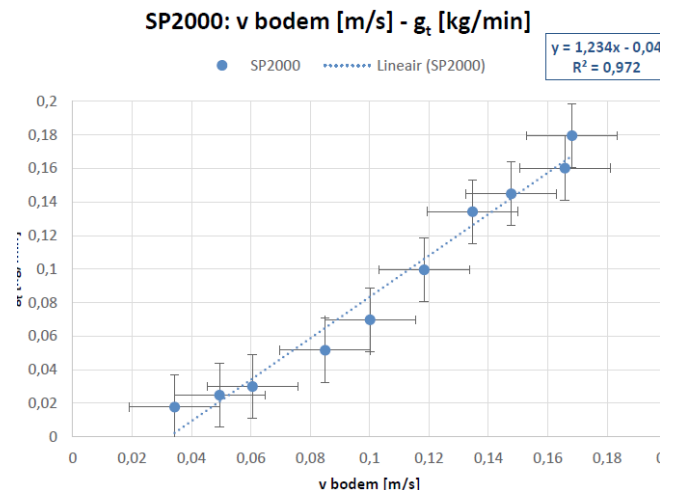
Jaarlijks worden er vanuit het Waterbouwkundig Laboratorium (via gastdocent Yves Plancke – Waterbouwkunde) voorstellen geformuleerd als potentiële onderwerpen voor masterproeven binnen de opleiding “Master in de industriële wetenschappen: bouwkunde” (industriële ingenieur). In het academiejaar 2016-2017 leidde dit tot 2 succesvolle masterproeven:

- “Applicatie van ADCP-BT voor het opmeten van bodemtransport” door Joachim Beckers, begeleiding door Dieter Meire en Yves Plancke
- “Optimalisatie van een fysisch model voor het kalibreren van akoestische en optische sediment instrumentatie” door Laurens Engelen, begeleiding door Slyn Claeys en Yves Plancke

De eerste masterproef richtte zich op de haalbaarheid om met behulp van de Bottom Track (BT) van de ADCP het sedimenttransport nabij de bodem in te schatten. In de stroomgoot van het WL (Figuur 1) werd in gecontroleerde omstandigheden een vergelijking gemaakt tussen de bodemsnelheid (via ADCP-BT) en het sedimenttransport bepaald via een weegcel. Het onderzoek toonde een duidelijke kwalitatieve relatie (Figuur 2) maar de kwantitatieve vergelijking bevatte nog aanzienlijk discrepanties. Daartoe werd vervolgonderzoek opgestart binnen een nieuwe masterproef.



Figuur 1. Overzicht van de stroomgoot gebruikt in het onderzoek

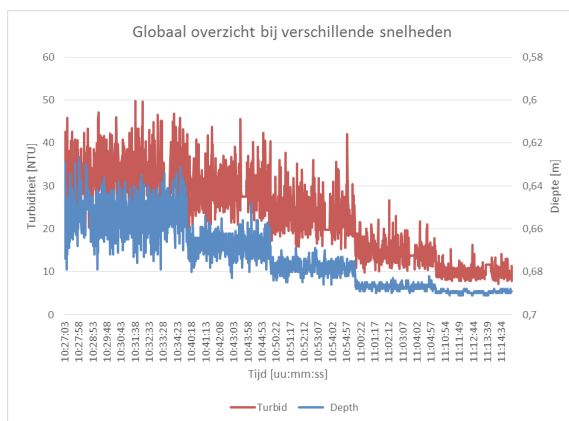


Figuur 2. Relatie tussen de bodemsnelheid en het sedimenttransport in de weegcel



Figuur 3. Kalibratietank

De tweede masterproef had als doel een kalibratietank (Figuur 3) operationeel te krijgen voor het kalibreren van indirecte meettoestellen voor het meten van sedimentconcentraties. Dergelijke toestellen meten de hoeveelheid licht (optical backscatter) of geluid (acoustic backscatter) dat door het sediment wordt weerkaatst en evenredig is met o.a. de sedimentconcentratie. Binnen dit onderzoek werd o.a. de instellingen van de mixer geoptimaliseerd (Figuur 4) om een zo uniforme mogelijke verdeling van het sediment in de kalibratietank te realiseren. Daarnaast werd ook een kalibratie uitgevoerd van een aantal toestellen met zowel slibrijke als zanderige specie. In de toekomst (voorstel masterproef 2018-2019) zal hierop verder gewerkt worden met sediment vanop verschillende locaties in het Schelde-estuarium.



Figuur 4. Evolutie van de turbiditeit bij verschillende draaisnelheden van de mixer (elke 5' afname rotatiesnelheid)

Hiernaast werden ook twee masterproeven uitgevoerd door studenten vanuit de Universiteit Gent, enerzijds “Master in de Ingenieurswetenschappen: bouwkunde” en “Master in de Geologie”.

- “Evolution of tides in the Upper Sea Scheldt: influence of freshwater discharge and tidal wave penetration” door Daan Maes, begeleiding door Dieter Meire
- “Feasibility study of the visualization of sandy bottom transport by using particle tracking velocimetry” door Jens Michiels, begeleiding door Styn Claeys en Dieter Meire

De masterproef van Daan Maes focust op de effecten van opwaartse debieten en afwaartse opzetten op de getijstanden in de Boven-Zeeschelde. Voor verschillende tijposten werden voor de beschikbare gegevens vanaf 1970 relaties gezocht tussen respectievelijk hoog- en laagwaters en debiet of opzet. In tegenstelling tot voorgaande studies werd hier gebruik gemaakt van alle hoog- en laagwaters, en geen jaargemiddelde waarden. Eveneens werd de voortplantingsnelheid van de getijgolf en de getij-assymetrie onderzocht.

Met behulp van software worden de sedimentdeeltjes op de verschillende opeenvolgende foto's getraceerd. Op die manier kan de afstand, en bijgevolg de snelheid van de sedimentpartikels worden afgeleid, zoals weergegeven in Figuur 7.

Ook in het lopende academiejaar (2017-2018) lopen er 3 masterproeven waarbij het WL betrokken is:

- "Applicatie van ADCP-BT voor het opmeten van bodemtransport" door Yassine Chikri, begeleiding door Dieter Meire en Yves Plancke
- "Experimenteel onderzoek naar de opbouw van sliblagen in havens" door Mohammed Ouhida en Stéphanie Broosus, begeleiding door Stefaan Ides (Havenbedrijf Antwerpen), Dieter Meire, Styn Claeys en Yves Plancke

In het academiejaar 2015-2016 droeg Brecht Indekeu zijn thesis voor aan de KUL (promotor Prof. E. Toorman) met als titel "Modelling interactions between a ship's hull and a fluid mud layer". De thesis werd succesvol verdedigd voor het behalen van de graad van Master of Science in de ingenieurswetenschappen (bouwkunde, optie Civiele techniek).

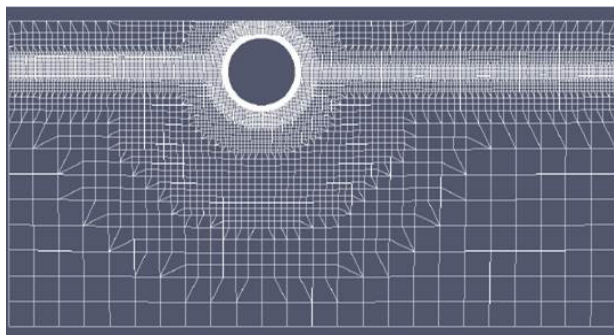
Brecht bouwde verder op een eerdere thesis van Ine Vandebek (ook aan de KUL) en sloot inhoudelijk aan bij het WL-project "Haalbaarheidsstudie CFD Nautische Bodem".

De basisidee achter het project en deze thesis is om te kijken of het haalbaar is om op basis van reologische materiaaleigenschappen die in labo-omstandigheden worden gemeten, voorspellingen te doen van krachten op voorwerpen die door het slib bewegen.

De basisdataset die hiervoor wordt gebruikt, is gebaseerd op sleepproeven die op het WL werden uitgevoerd in 2015, waarbij een cilinder doorheen slib werd getrokken en de krachten op de cilinder werd gemeten (Meshkati et al, 2016).

De proeven op het WL werden succesvol geproduceerd in een CFD berekening in OpenFoam, waar een reologisch model was in bijgeprogrammeerd.

Het lange termijn einddoel dat we met deze onderzoekslijn voor ogen hebben is om de krachten op (en dus de manoeuvreereigenschappen van) een schip dat vaart boven of door het slib te begroten op basis van CFD berekeningen

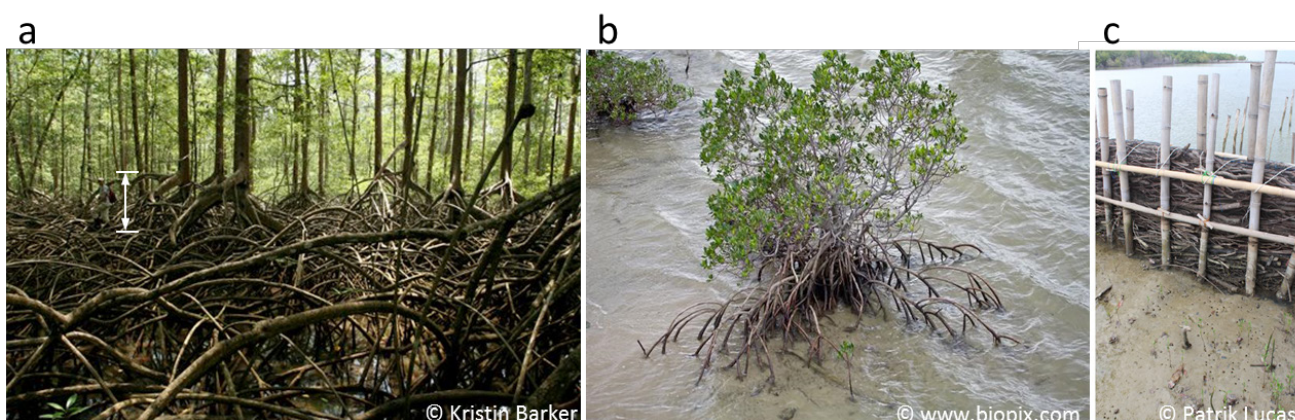


Rekenrooster van de CFD berekening

SWASH-VEG model development

Een nieuw golf-vegetatiemodel is geïmplementeerd in een open-sourcecode, SWASH (Simulating WAVes till Shore). Naast de algemeen overwogen horizontale sleepkracht, zijn verticale sleepkracht, porositeit en traagheidseffecten opgenomen in het vegetatiemodel. Het vegetatiemodel wordt getest op laboratoriummetingen en bestaande empirische modellen en goede modelprestaties worden gevonden. De opname van de porositeit leiden een grotere golfreductie in vergelijking met de gebruikelijke modellering en de hoger maximale waterstand. Het nieuwe vegetatiemodel in SWASH-code is een solide vooruitgang naar verfijnde simulatie van golfvoortplanting over vegetatievelden.

Dit werk is ingediend bij Coastal Engineering.



Figuur 1. (a) Een voorbeeld van een mangrovebos met complexe wortels met hoge dichtheid, een mengsel van horizontale en verticale cilinders. De schaal op de foto toont een staande persoon; (b) golfvoortplanting door horizontale en verticale mangrove wortels; (c) doorlatende kreupelhoutliezen met horizontale houten stokken voor golfdemping en een mangrovekwekerij.

INTERREG ENDURE

The image shows the logo for the Interreg 2 Seas Mers Zeeën ENDURE project. The logo includes the text 'Interreg 2 Seas Mers Zeeën ENDURE' and 'ENSuring DUne REsilience tegen klimaatverandering'. Below the logo is a photograph of a coastal dune area with grasses. The text below the photo states: 'ENDURE heeft als doelstelling het verbeteren van inzichten om het beheer van de kustlijn van de twee zeeën duurzaam en kosteneffectief te benaderen, en het creëren van een natuurlijke en dynamische kust die bestendig is tegen erosie, overstromingen en zeespiegelstijging.' At the bottom, there are logos for Cerema, the European Union, and Norfolk County Council, along with the website 'www.endure.eu.com'.

ENDURE, een project gefinancierd door Interreg 2 Zeeën, richt zich op duinbeheer om het 2 Zeeën-gebied weerbaar te maken tegen klimaatverandering. Het project is gestart op 1/01/2018 en eindigt op 31/12/2020. Er zijn 6 complete partners en 15 observatiepartners uit het Verenigd Koninkrijk, België, Frankrijk en Nederland. Het totale budget van het project is 2.166.635,15 euro, waarvan 60% wordt vertegenwoordigd door EU-bijdragen, terwijl 40% wordt vertegenwoordigd door de bijdrage van de partners.

Hoofdpartner : Norfolk County Council, UK

Partner 2: Waterbouwkundig Laboratorium, Be

Partner 3: Ghent Universiteit, Terrestrial Ecology Unit, Be

Partner 4: Permanent Centre for Environment Initiatives Val d'Authie (CPIE), Fr

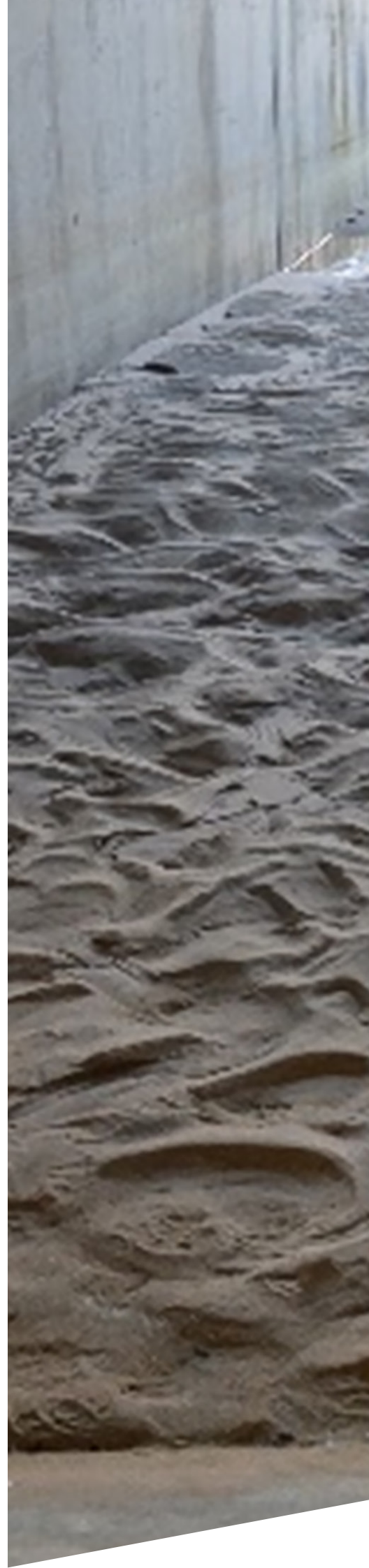
Partner 5: Centre of studies and expertise on risks environment mobility and planning (Cerema), Fr

Partner 6: Hoogheemraadschap Holland Noorderkwartier (HHNK), NL

Hydralab-plus WALOWA

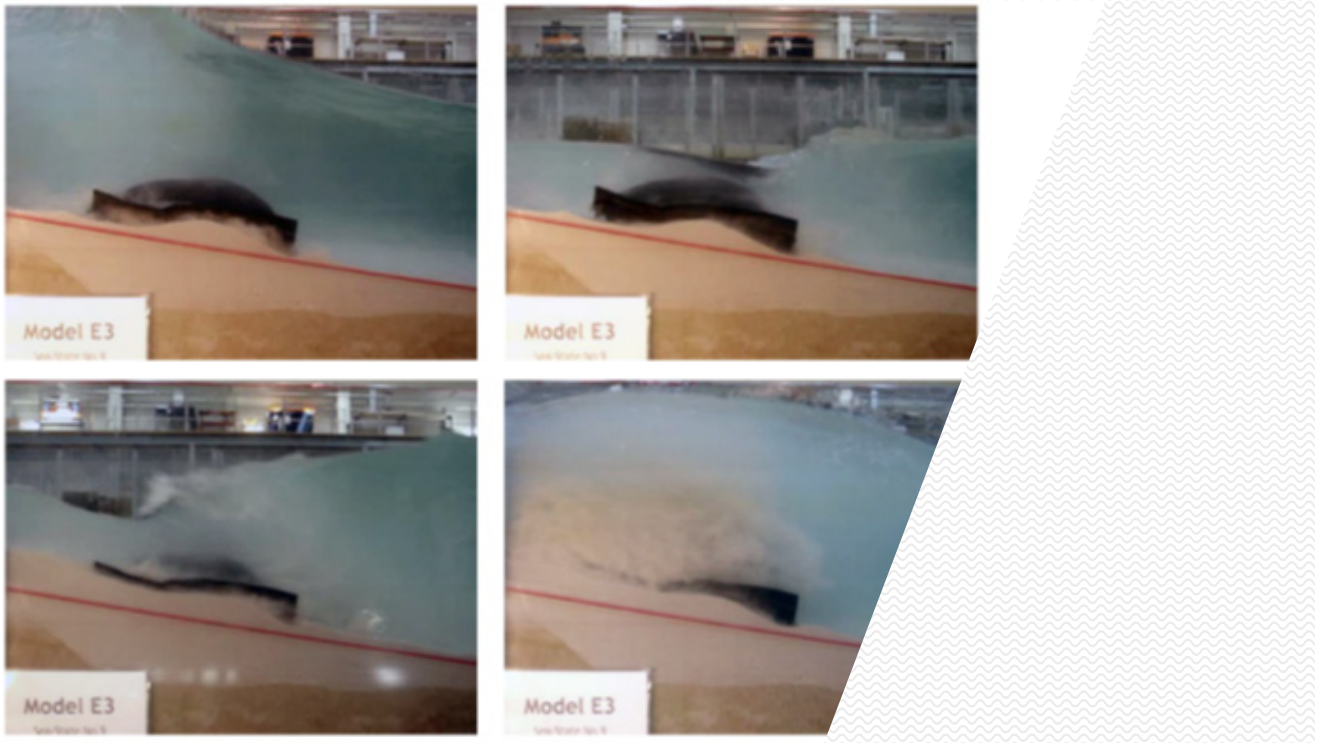
Het project omvat fysieke modelexperimenten uitgevoerd in de nieuwe Deltagoot in Delft (Nederland), binnen het HydraLab+ raamwerk (februari-maart 2017). Postoverslageffecten op stormwanden op zeedijk met ondiepe vooroevers worden op grote schaal bestudeerd. De resultaten zullen worden vergeleken met die van kleinschalige tests uitgevoerd aan de Universiteit Gent. De studie van de vooroeversevolutie en numerieke modellering (namelijk SWASH, OpenFoam en DualSPHysics) zijn ook onderdelen van het project. Prestaties in 2016-2017 waren 1) uitvoering van fysieke modeltests in de nieuwe Deltagoot bij Deltares, de grootste golfgolf ter wereld, en 2) nabewerking en analyse samen met onze partners (UGent, TU Delft, Universiteit van Florence, Technische Universiteit van Bari, RWTH Universiteit van Aken) en 3) een COMEM-masterproefwerk, één conferentiepresentatie op SCACR 2017, twee geaccepteerde abstracts voor ICCE 2018.

Aangezien de geometrie van het model en de golfcondities lijken op een typisch geval uit de Belgische kust, zijn de projectresultaten, .e.g. de impactkracht en het drukgedrag van bovenliggende golven op verticale structuren bovenop een dijk, zullen belangrijk zijn voor een goed ontwerp van mogelijke tegenmaatregelen tegen golfoverslag en voor de upgrade van bestaande kuststructuur en gebouwen om te kopiëren met klimaatverandering en zeespiegelstijging scenario's.





Hydralab+ GEOS



Fysieke modeltestafbeeldingen van geobags

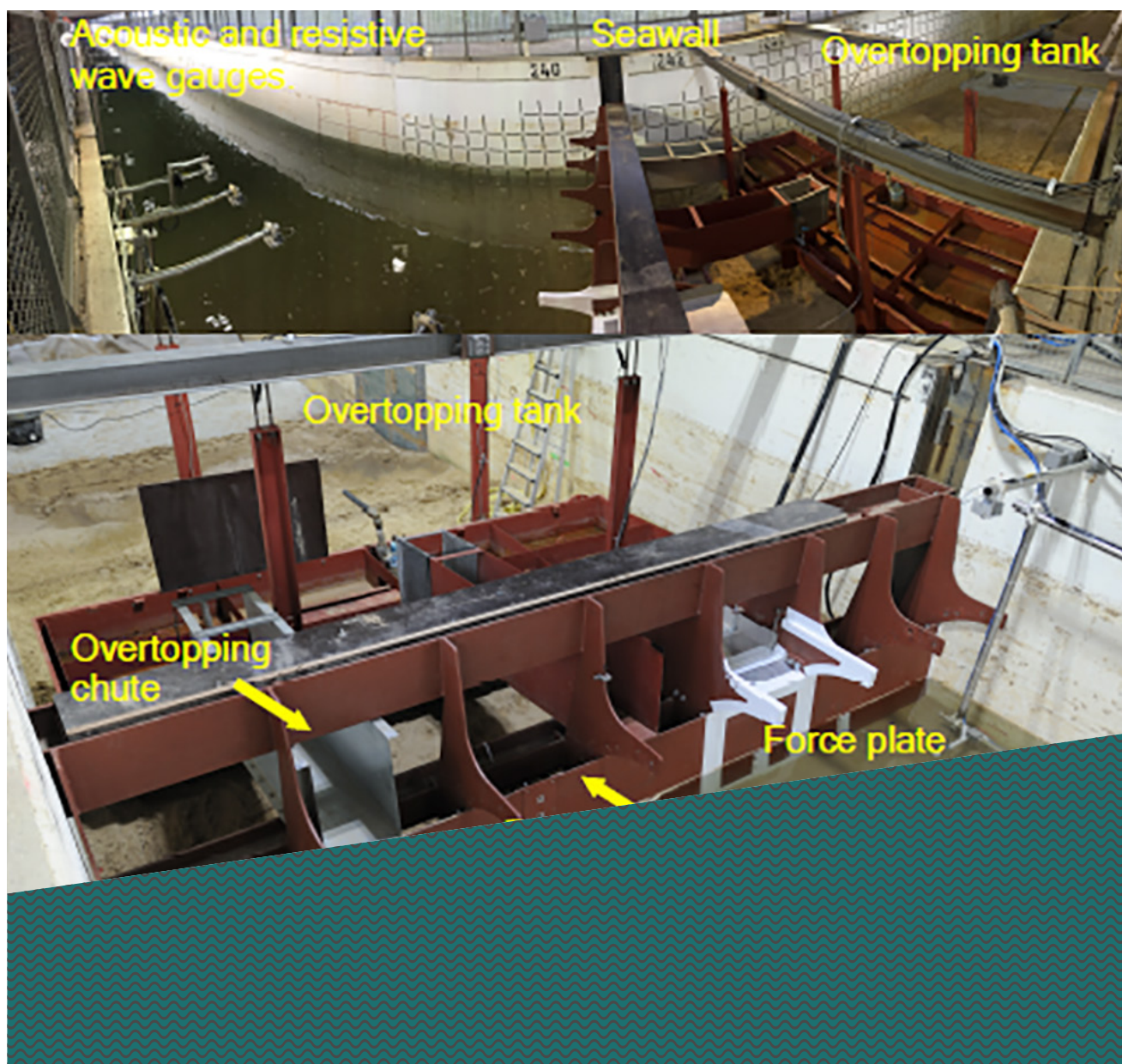
Overstromingen, erosie, overstrooming en extreme weersomstandigheden hebben invloed op honderden miljoenen mensen, belangrijke infrastructuur, toerisme en handel, met aanzienlijk menselijk leed en verliezen voor nationale economieën tot gevolg (Wereldbank, 2016). De voorspelde zeespiegelstijging en de toegenomen stormachtigheid in de komende decennia vormen een grote bedreiging voor de laaggelegen kustgebieden. Bestaande kustverdedigingen zijn vaak onvoldoende om deze gebieden te beschermen tegen extreme stormen, en daarom is het verplicht om beschermende tegenmaatregelen te ontwerpen. In dit door de EU gefinancierde GEOS-project (LARGE SCALE EXPERIMENTS FOR AN ALTERNATIVE EROSION CONTROL MEASURE USING SAND-FILLED GEOSYSTEMS in Hydralab+ program), zal de 'geobag' (met zand gevulde geosystemen) structuur worden getest in

een grote faciliteit. Het hoofddoel van het huidige project is: het 'geobag'-concept, zoals hierin voorgesteld, met betrekking tot kustbescherming en risicovermindering evalueren door de invloed ervan op morfologische veranderingen in de kustzone onder stormgolfcondities te bestuderen door middel van grootschalige fysieke modeltesten. Daarnaast kunnen fysieke modelresultaten verder worden gebruikt voor de kalibratie van numerieke modellen. Deze test zal worden uitgevoerd in de grote golfgoet in UPC, Barcelona, Spanje. De verwachte timing van de test zal najaar 2018 zijn. We hebben de experimentele opzet en de testmatrijs vooraf ontworpen. De partners van dit project zijn: Gent Univ, TUDelft, UPorto, UPatras en IMDC.

Hydralab+ ICODEP

Veel kustgemeenschappen worden beschermd door systemen van stranden en waterkeringen. Tijdens extreme evenementen wordt het strand aanzienlijk aangetast. De impact van de vooroeverevolatie op golfoverslag is nog steeds slecht begrepen en gekwantificeerd. Het door de EU gefinancierde ICODEP-project (binnen het Hydralab + -programma) zal deze kenniskloof aanpakken door inzicht te bieden in de fysieke processen. Resultaten in 2016-2017 waren 1) uitvoering van fysieke modeltests in GWK, Duitsland (een van de grootste golfkanalen ter wereld) en 2) Nabewerking en analyse samen met onze partners (Universiteiten van Nottingham, Catania, Newcastle, Gent, Roma La Sapienza, Genova en UNESCO-IHE) en 3) hebben de manuscripten ingediend bij Coastal Engineering en ook bij ICCE 2018.

De uitkomst, de invloed van de bathymetrische verandering tijdens de storm, zal belangrijk zijn voor de toekomstige toetsing van de Belgische kust om onzekerheden in modelvoorspelling te verminderen.



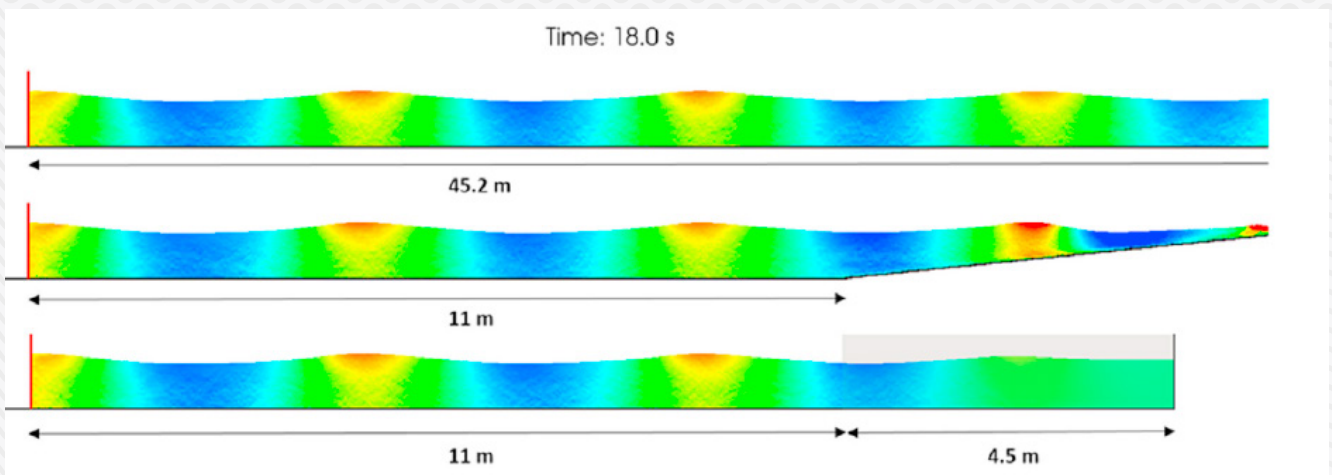
DualSPHysics model van de golfoploop op de golfbreker van de haven van Zeebrugge

Hybrid SPH-modelontwikkeling voor kustveiligheid

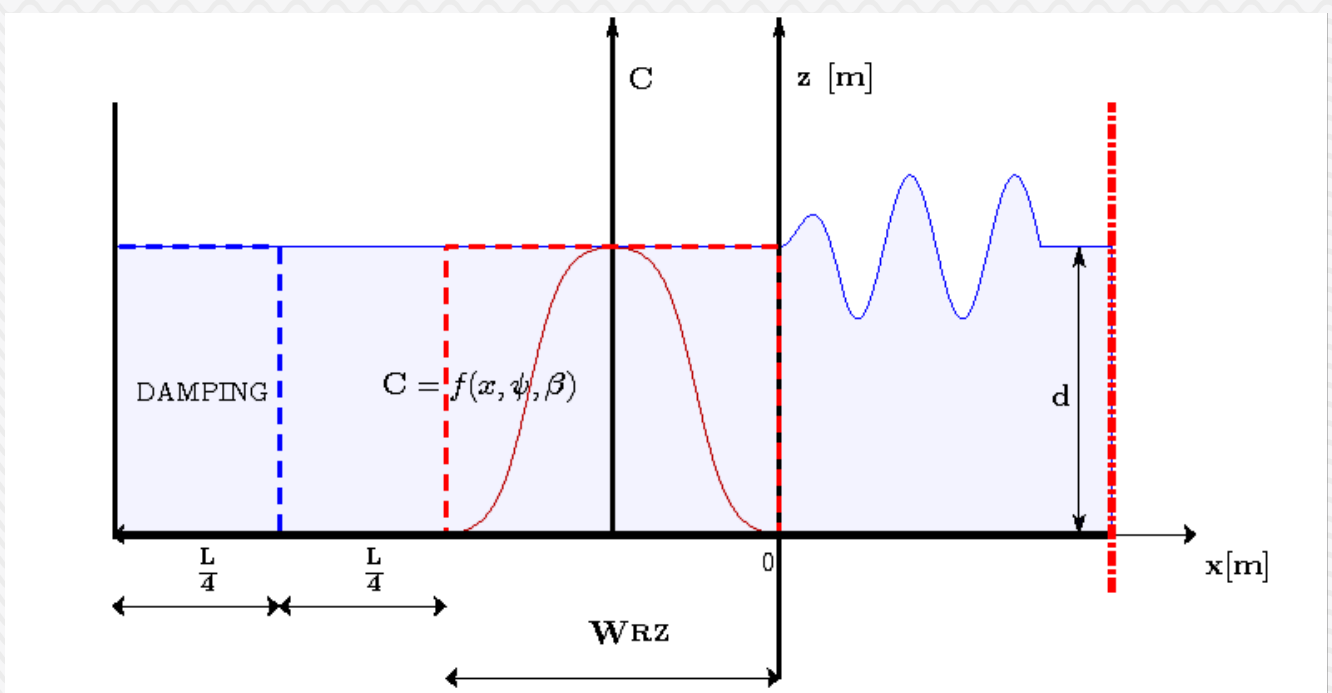
Alle processen op kust door een numeriek model is zeer uitdagend: de resolutie van elk proces is anders (bijvoorbeeld golftransformatie ~km en golfkracht ~cm). Dit probleem wordt aangepakt door een hybridiseringsstrategie tussen SWASH en DualSPHysics modellen (13_027 Hybrid SPH-modelontwikkeling voor kustveiligheid). Deze strategie heeft een nadeel dat de werkelijke toepasbaarheid ervan beperkt: het kan de gereflecteerde golven niet correct verwerken. Dus de hybride model kunt alleen gebruiken wanneer de golfreflectie klein is of slechts voor enkele golven. Dit vereist een extra geavanceerde strategie om reflectieproblemen te overwinnen. Het doel van dit project is om de geavanceerde strategie te ontwikkelen. Aan het einde van dit project zullen we beschikken

een tool die golf-structuurinteractie modelleren op een geoptimaliseerde, goedkope en snelle manier. Resultaten in 2016-2017 waren 1) implementatie van Active Wave Absorption System in DualSPHysics gepubliceerd in Coastal Engineering, en 2) implementatie van de Relaxation Zone-methode in DualSPHysics en gekoppeld aan SWASH gepubliceerd in de procedure van SPHERICS 2017.

Dit model zal een belangrijk hulpmiddel zijn om verdere problemen te beantwoorden die moeten worden aangepakt in studie en advies, waar bijvoorbeeld stroompatronen, snelheidsvelden, belastingen enz. Worden gekenmerkt. Dit project is georganiseerd in nauwe samenwerking met UVigo.



Golfgeneratie met AWAS



Relaxation zone methode

Onzekerheid in de golfoverslagberekening gebruik makende van SWASH

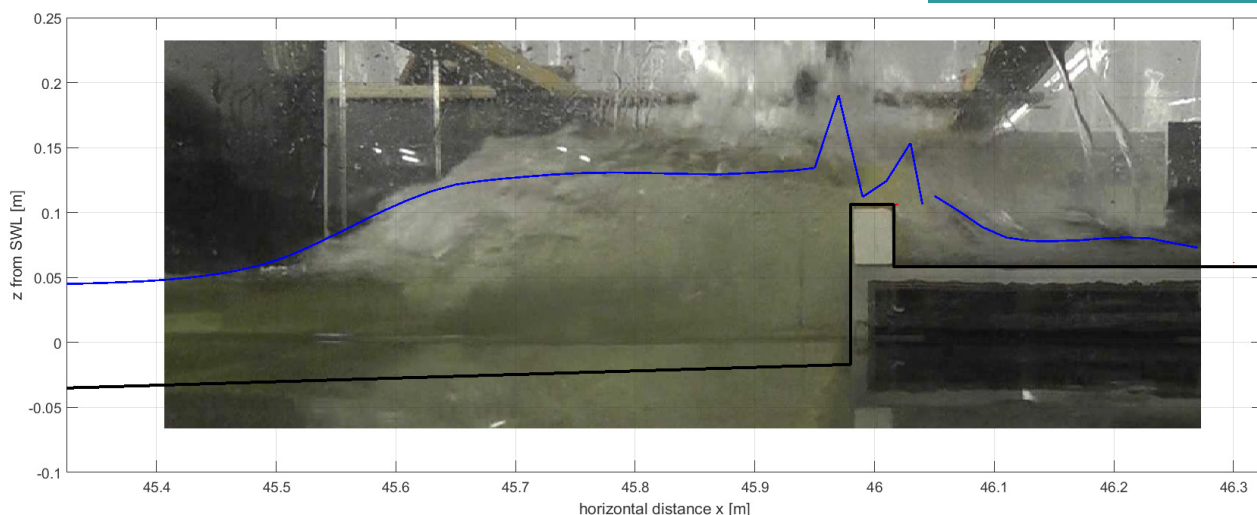
Golfrandvoorwaarden op diep water worden vaak opgemeten door golfmeetboeien (bijv. de directionele golfboei te Westhinder), die periodiek het heersende energiedensiteitspectrum weergeven, of voorgesteld als parameters van een geïdealiseerd energiedensiteitspectrum (bijv. in het Hydraulisch Randvoorwaardenboek, De Roo et al., 2016).

Zo'n energiedensiteitspectrum kan gebruikt worden als golfgerelateerde invoer voor numerieke (en fysische) modellering. Hiertoe dient het spectrum vertaald te worden naar een verheffingstijdreeks, ook wel golftrein genoemd. Dit gebeurt door de lineaire superpositie van verschillende spectrale componenten, wiens fases verondersteld worden willekeurig verdeeld te zijn. Dit resulteert bijgevolg in een oneindig aantal verheffingstijdreeksen, komende uit eenzelfde energiedensiteitspectrum. Deze willekeurige verdeling van de fases gebeurt in het numerieke model door het seed number te wijzigen. Een ander seed number creëert dus een andere verheffingstijdreeks.

Het aantal golven dat over een constructie (bijv. een dijk) slaat, wordt bepaald door het aantal grote golven in een verheffingstijdreeks en door de specifieke opeenvolging van verschillende golven in de tijdreeks. Kortom, verschillende 'golftreinen' resulteren mogelijk in een ander golfoverslagdebiet. Elke nieuwe simulatie (= met een nieuw seed number) van eenzelfde energiespectrum geeft dus mogelijk een ander golfoverslagdebiet.

Het numerieke model SWASH wordt gebruikt om het golfoverslagdebiet te berekenen (in bijv. de toetsing van de kustveiligheid). Om de variabiliteit in het golfoverslagdebiet te kwantificeren, werden 500 simulaties uitgevoerd per casus. In totaal werden 18 verschillende casussen gedefinieerd, vertrekkende van de ondiep voorlandconditie die zo kenmerkend is voor de Belgische kustzone. Onder andere de lengte van het voorland, de helling van het voorland en de dijkhelling werden gevarieerd.

In praktijk (bijv. Het ontwerp van een nieuwe dijk) is het uiteraard niet mogelijk om iedere keer 500 simulaties uit te voeren. Daarom werd bijkomend, gebruik makende van een Monte Carlo bemonsteringsmethode, de extra onzekerheid gekwantificeerd die voortkomt uit de uitvoering van slechts een beperkt aantal simulaties. Indien meer dan 8 simulaties uitgevoerd worden, blijkt de winst in nauwkeurigheid door nog een extra simulatie uit te voeren minimaal.



Vlaamse overheid
Departement Mobiliteit en
Openbare werken

Waterbouwkundig Laboratorium
Berchemlei 115
B-2140 Antwerpen
Tel. +32 3 224 60 35
Fax +32 3 224 60 36

www.waterbouwkundiglaboratorium.be

waterbouwkundiglaboratorium@vlaanderen.be

Depotnummer: D/2018/3241/160