



# WL hoogtepunten 2023

Waterbouwkundig Laboratorium



Vlaamse  
overheid

DEPARTEMENT  
MOBILITEIT &  
OPENBARE WERKEN



# Voorwoord

Het is met oprechte trots en voldoening dat ik u verwelkom bij het overzicht van de hoogtepunten van het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) van het afgelopen jaar. 2023 was een jaar vol dynamiek, uitdagingen en vooral, inspirerende prestaties die onze missie verder hebben versterkt.

Als afdelingshoofd van het Waterbouwkundig Laboratorium, is het mijn voorrecht om met u terug te kijken op een jaar vol vooruitgang en samenwerking. In 2023 hebben we niet alleen de deuren geopend van onze nieuwe toren en kantoorlus op de Berchemlei 115 te Antwerpen, maar hebben we hierdoor vooral een verhoogde verbinding gevoeld tussen onze collega's. Samen met onze partners in het expertisecentrum NeXperta hebben we in het afgelopen jaar gewerkt aan het herdefiniëren van onze missie, visie en strategie, waarbij we vier cruciale rollen hebben benadrukt: beleidsmaker, regisseur, wetenschapper en innovator.

Onze bijdrage aan de Kustvisie, ons werk aan de stormvloedkering te Nieuwpoort, en de hydromorfologische beoordeling van de fietsbrug te Antwerpen getuigen van onze betrokkenheid en expertise op het gebied van waterbouw en infrastructuur.

Als innovators hebben we verschillende proof of concepts gestart om de toekomst van data-acquisitie te verkennen en te verbeteren, met het oog op duurzaamheid en circulariteit in onze benaderingen.

Belangrijker nog, al deze prestaties zijn niet mogelijk zonder de sterke relaties die we hebben opgebouwd met onze partners en stakeholders. Tijdens onze symposium-maand ter gelegenheid van onze 90-jarige verjaardag hebben we deze relaties verder versterkt en nieuwe verbindingen gesmeed die ons in staat stellen om onze missie nog krachtiger uit te voeren.

Terwijl we vooruitkijken, laten we niet vergeten dat onze inspanningen niet alleen invloed hebben op onze directe omgeving, maar ook op een veel grotere schaal. Door strategisch en duurzaam te handelen, verzamelen we data, optimaliseren we modellen en delen we kennis om een positieve impact te hebben op de samenleving als geheel.

Het WL blijft een bron van kennis en expertise, niet alleen voor Vlaanderen, maar voor de hele wereld. Ons Eigen Vermogen Flanders Hydraulics speelt hierbij een cruciale rol, waardoor we kunnen blijven groeien en leren, terwijl we tegelijkertijd onze bijdrage leveren aan mondiale uitdagingen.

Als ik terugkijk op het afgelopen jaar, ben ik niet alleen trots op de prestaties die we hebben geleverd, maar ook dankbaar voor het team van toegewijde experts van wetenschapper tot techniker en administratieve ondersteuners die dit alles mogelijk hebben gemaakt. Samen hebben we een verschil gemaakt, en ik kijk uit naar wat de toekomst voor ons in petto heeft.

Met vriendelijke groeten,

Karim

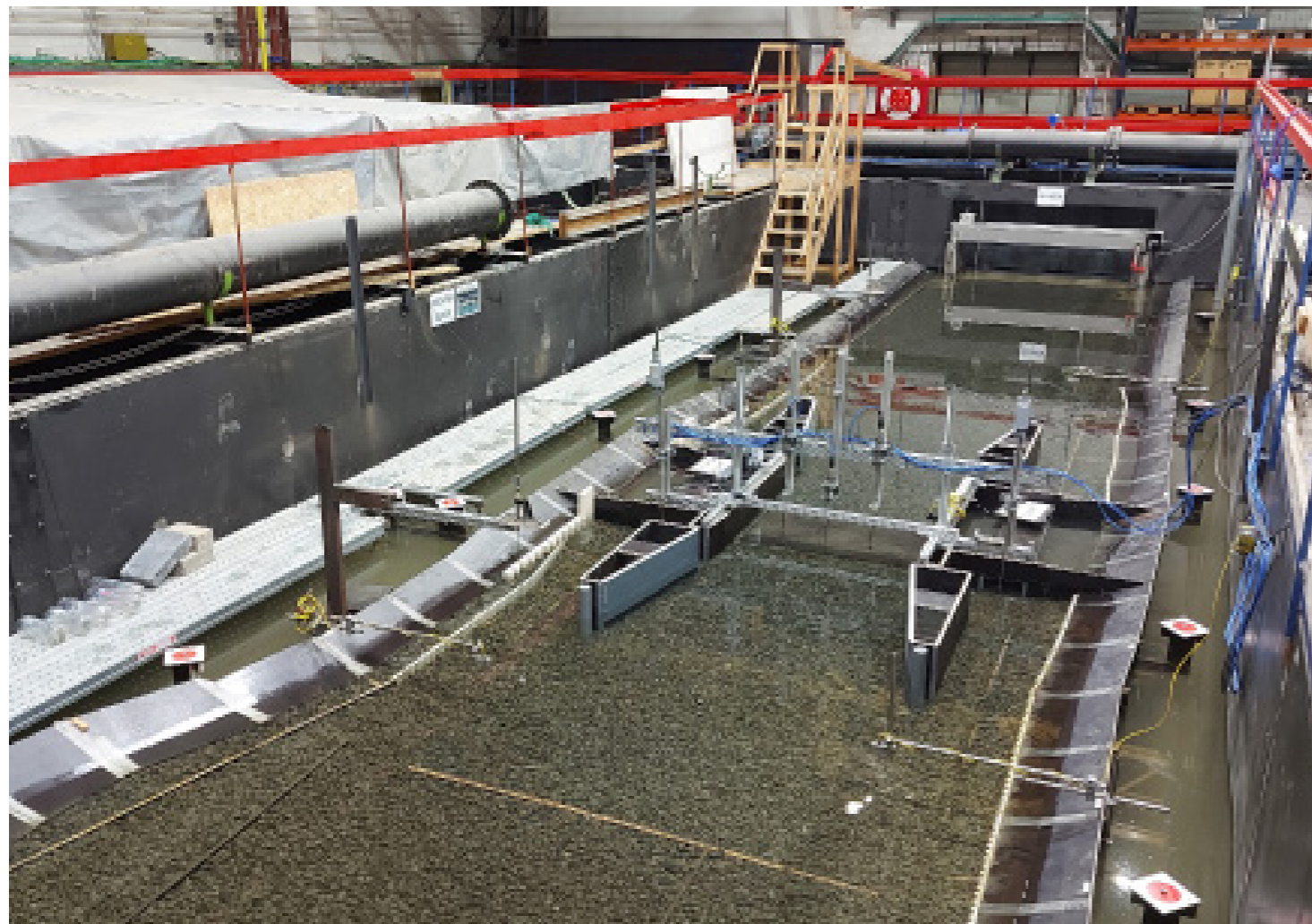
## Schaalmodelproeven voor nieuwe stormvloedkering Nieuwpoort

In Nieuwpoort bouwt Maritieme Dienstverlening en Kust (MDK) in de monding van de IJzer een stormvloedkering om het achterland te beschermen tegen overstromingen. Deze constructie zorgt voor een vernauwing voor de getijdenstroom in en uit de haven. Dat leidt tot hogere stroomsnelheden en een gewijzigd stromingspatroon die de passerende vaartuigen negatief kunnen beïnvloeden. Daarnaast beperken omloopriolen in de landhoofden de snelheidstoename.

Om de stroming naar de middengeul en de omloopriolen te verbeteren, is een goede stroomgeleiding belangrijk. Door het vermijden van vorming van grootschalige wervels, worden de omloopriolen efficiënter gebruikt (groter doorvoer debiet). Daardoor daalt de stroomsnelheid in de middengeul en treedt er een regelmatig en minder "turbulent" stromingspatroon met minder dwarsstroming op. Daardoor wordt de passeerbaarheid beter.

De eerste inschatting van stroomgeleidingsmaatregelen hebben we gemaakt met schaalmodelproeven in één van onze proeftanken. Daarnaast ondersteunde een numeriek model (CFD, computational fluid dynamics) het ontwerp.

Het schaalmodel (schaal 1/35) is 16 meter lang en 3.80 meter breed. Debiten en snelheden in het model hebben we gevalideerd met terreinmetingen. Vervolgens testten we verschillende vormen van stroomgeleidingswanden tussen de middengeul en de omloopriolen om de beste lay-out te bepalen. De stroomsnelheden en stromingspatronen maten we op met elektromagnetische snelheidsmeters en vlotter.

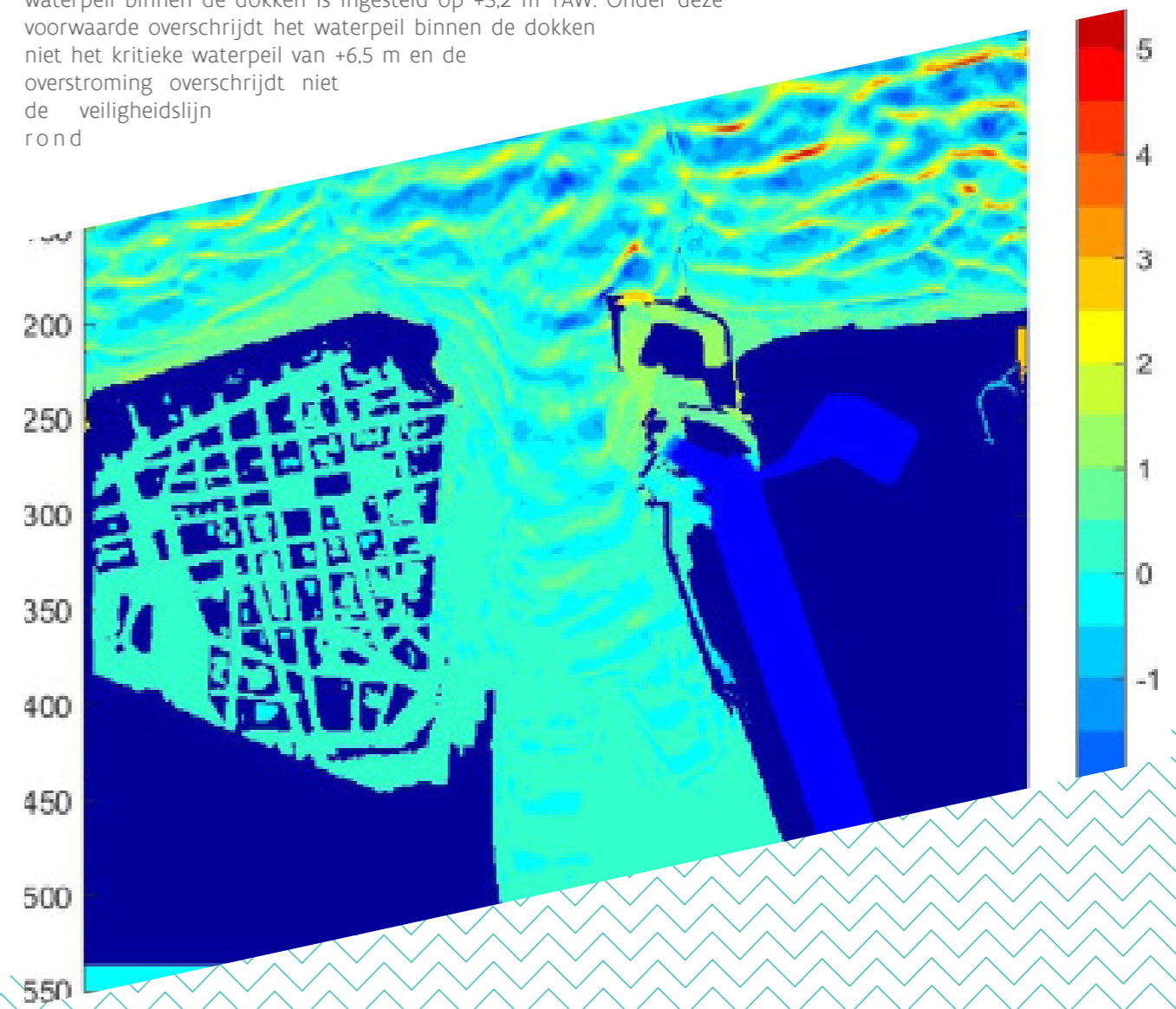


## Toetsen Visserijsluis in Oostende met computersimulaties

Voor MDK hebben we verschillende sluisen in de havens van Oostende en Zeebrugge getoetst op het risico op overstroming en uitspoeling. We keken naar de hoogtes van stormmuren die nabij de sluisdeur moesten komen. De stormmuren tussen de sluisdeur en de bestaande stormmuur langs de Wandelaarskaai en de nieuwe configuratie van de Halve Maandijk beperken het overstromingsvolume dat tijdens de extreme storm naar het Visserijdok / Vuurtorendok wordt geleid. We hebben ook informatie over het falen van de erosiebescherming bij de in- en uitgang van de Visserijsluis geleverd voor de veiligheidsbeoordeling.

Voor de berekening van de overstroming bespraken we eerst de methodologie. Het schatten van overstromingsdebieten in een complexe 3D-situatie is een uitdagende taak. Er zijn geen empirische formules die we hiervoor kunnen toepassen. Op basis van beoordeling en validatie hebben we besloten om SWASH te gebruiken. Na validatie en gevoeligheidsanalyse voerden we berekeningen van golfoverstroming uit. Het doel was om de waterstandverandering binnen het dok te schatten tijdens een storm van 1.000 jaar voor verschillende klimaatscenario's en stormmuurconfiguraties.

De resultaten gaven aan dat de drie geselecteerde scenario's (2020 zonder muren, 2050 zonder muren, 2075 met F2 muurconfiguraties) veilig lijken te zijn als het initiële waterpeil binnen de dokken is ingesteld op +3,2 m TAW. Onder deze voorwaarde overschrijdt het waterpeil binnen de dokken niet het kritieke waterpeil van +6,5 m en de overstroming overschrijdt niet de veiligheidslijn rond



het Visserijdok.

Aan de andere kant zijn twee van deze scenario's (2050 zonder muren, 2075 met F2 muurconfiguraties) veeleer onveilig wanneer het initiële waterpeil binnen de dokken +4,2 m TAW is. In deze gevallen moet het kruinniveau van de sluis verhoogd worden om veiligheid te handhaven. De hiervoor geschikte hoogte moet verder onderzocht worden. Daarvoor is een alternatief bedacht met een muur (dichtbij de sluis) meer naar het westen. Tot slot schatten we de golfkracht die op de nieuwe stormmuren inwerkt met de Goda-formule gebaseerd op de output (significante golfhoogte, golfperiode en gemiddeld waterpeil) van de SWASH-modellering.

We hebben alleen overloop over de sluisdeur aan de dokzijde als een hydraulische belasting beschouwd in de veiligheidsbeoordeling van de huidige erosiebescherming

van de sluis. Wat we niet meenamen als hydraulische belasting:

- Overloop van de sluisdeuren aan de zee kant, omdat we voor de beoordeling van het falen van de erosiebescherming bij de Visserijsluis, veronderstellen we dat het beton van de sluisbodem stabiel is.
- Golfoverslag, omdat de snelheid dichtbij de bodem van de inslaande golf op de bodem verwaarloosbaar is vergeleken met de snelheid dichtbij de bodem bij overloop over de sluisdeuren.



## Kustvisie

AWe hebben verschillende sluisen in de havens van Oostende en Zeebrugge getoetst op het risico op overstroming en uitspoeling. We keken naar de hoogtes van stormmuren die nabij de sluisdeur moesten komen. De stormmuren tussen de sluisdeur en de bestaande stormmuur langs de Wandelaarskaai en de nieuwe configuratie van de Halve Maandijk beperken het overstromingsvolume dat tijdens de extreme storm naar het Visserijdok / Vuurtorendok wordt geleid. We hebben ook informatie over het falen van de erosiebescherming bij de in- en uitgang van de Visserijsluis geleverd voor de veiligheidsbeoordeling.

Voor de berekening van de overstroming bespraken we eerst de methodologie. Het schatten van overstromingsontlading in een complexe 3D-situatie is een uitdagende taak. Er zijn geen empirische formules die we hiervoor kunnen toepassen. Op basis van beoordeling en validatie hebben we besloten om SWASH te gebruiken. Na validatie en gevoeligheidsanalyse voerden we berekeningen van golfoverstroming uit. Het doel was om de waterstandverandering binnen het dok te schatten tijdens een storm van 1.000 jaar voor verschillende scenario's en nieuwe stormmuurroutes.

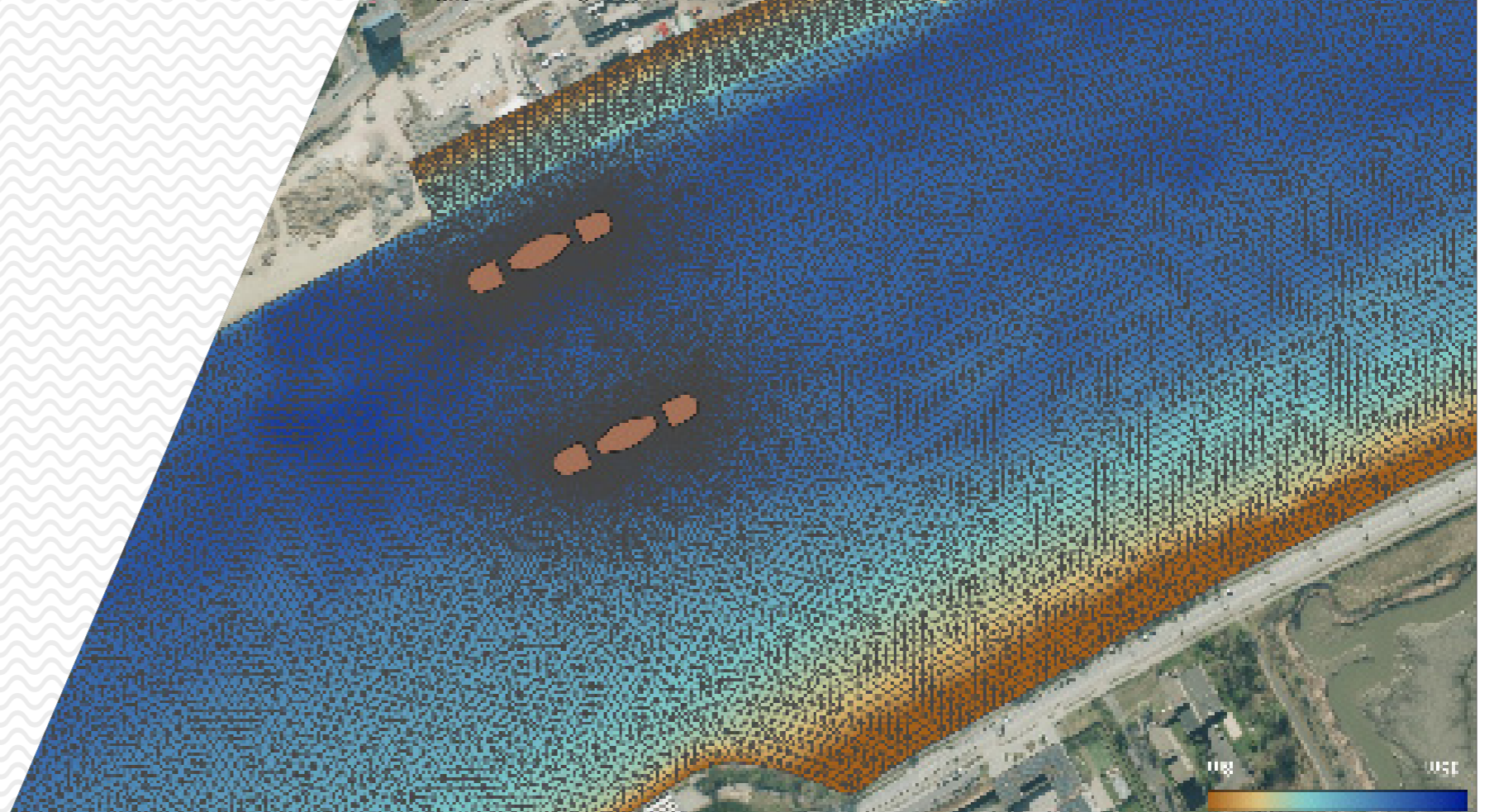
We hebben de validatie uitgevoerd met beproefde fysieke modeltests uit andere projecten. Daarnaast hebben we overloop met een bestaande empirische formule gemodelleerd en gevalideerd. Het model geeft overtuigende gedragingen over de golfoverslag en -overloop.



## Modellering Scheldestroom voor fietsbrug in Antwerpen

Het project "OVER DE RING" voorziet in de aanleg van een Scheldebrug voor fietsers net opwaarts de Kennedytunnel. Dit is om de toegankelijkheid van Antwerpen voor fietsers te verhogen en een verandering in het personenverkeer te ondersteunen. De Vlaamse Waterweg (DVW) ontwerpt en bouwt deze brug. In opdracht van DVW onderzoeken wij onder meer de impact van de brugpijlers op de lokale stroming in de vaargeul en ter hoogte van het slik op linkeroever. De impact op de stroming ter hoogte van de vaargeul geeft input aan de nautische collega's. De stroming ter hoogte van het intergetijdengebied heeft impact op de morfologische en ecologische ontwikkeling van het nabijgelegen slik.

Het huidige brugontwerp voorziet in twee hoofdpijlers van 20 meter breed en ongeveer 110 meter lang, inclusief de betonnen aanvaarconstructie. De hoofdvaargeul bevindt zich tussen de twee pijlers, de brug bestaat hier uit een bewegend brugdeel. Binnenvaart kan ook passeren tussen linkeroever en de noordelijke pijler. Dit vaste brugdeel heeft een overspanning van



bijna 300 meter. Mogelijks worden hier om constructieve en esthetische redenen nog één of meerdere kleinere pijlers voorzien.

Voor de hydromorfologische beoordeling van het ontwerp zetten we het TELEMAC-2D Beneden-Zeeschelde model in. Dit is een numeriek detailmodel van de Beneden-Zeeschelde van Hemiksem tot Liefkenshoek. De gemiddelde roosterresolutie in het modeldomein bedraagt 20 m. Langs de oever is het rooster verfijnd tot  $\approx 10$  m. Het rekenrooster bestaat uit 330 500 driehoeken verbonden door 168 000 punten. Met het model rekenen we typisch een springtij-doottij cyclus door. Voor deze opdracht werd het model lokaal in het interessegebied verfijnd tot ongeveer 1,5 m en aangepast aan de geometrie van de pijlers, zie figuren.

Met het model hebben we de maximale stroming bij vloed en bij eb berekend. Bij de vaargeul neemt de maximale stroming met 20 tot 30 cm per seconde toe. Maar ook ter hoogte van de linkeroever, desondanks de afstand tot de pijler, is een toename van de stroming en bodemschuifspanningen lokaal waarneembaar. Vooral bij vloed. Bij eb is dit minder het geval, omdat de inspringing van de dijk bij de Kennedytunnel het slik afwaarts de Kennedytunnel deels afschermt.

De vorming van het zog bleek in de simulaties erg gevoelig te zijn voor de instellingen van het model. Vanwege de complexiteit van de 3D turbulente stroming in het zog, is dit type 2D model niet het beste middel om het zog in detail te bestuderen. Een 3D CFD (computational fluid dynamics) model of een fysisch schaalmodel is hier beter geschikt voor. Elk model is een benaderende representatie van de werkelijkheid met elk zijn eigen beperkingen en onzekerheden.



## Innovatieve meetopstelling voor passeren van scheepvaartsluizen

Een schip dat verschut wordt in een sluis (verschutten: een sluis passeren) zal door het in- of uitstromende water krachten ondervinden, die via trossen overgaan op de bolders op het sluisplatform of de kolkwand. Hierbij mogen de krachten in de trossen, maar ook de verplaatsingen van het schip in de kolk, niet te groot worden. Tijdens het verschutten is de helling van het schip een goede maat voor de kracht die het water uitoefent op het schip en voor de krachten in de trossen.

Wij hebben het initiatief genomen om een contactloze en mobiele meettechnologie te ontwikkelen. Deze technologie kan efficiënt en veilig, vanop de kade, de verplaatsingen en hellingen van een schip in een sluis kolk opmeten. Deze nieuwe meettechnologie moet de veiligheid en de efficiëntie van sluisen verhogen en de doorstroming van de scheepvaart verbeteren. We werken hiervoor samen met het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO). PIO biedt overheidsorganisaties begeleiding en cofinanciering bij hun aankopen van innovatieve oplossingen.

Met steun van PIO hebben we een grondige voorstudie uitgevoerd, waarmee we een opdracht in de markt gezet hebben voor het uitvoeren van Proof of Concepts. De opdracht is toegekend aan de bedrijven Apixa en Iv-Infra België. Apixa is gespecialiseerd in fotogrammetrische meetoplossingen. Zij stelden voor om met een stereovisie opmeting van de boeg en het hek van het schip de bewegingen van het schip te registreren tijdens het

passeren van de sluis. Zo'n opmeting volgt één object met meerdere camera's vanuit verschillende hoeken. Iv-Infra heeft heel wat ervaring met gespecialiseerde topografische opmetingen voor grote infrastructuur projecten. Iv-Infra heeft voorgesteld om met drones een aantal prisma's op het schip te plaatsen. Zo konden we de bewegingen van deze prisma's en hiermee de bewegingen van het schip in de tijd vanop de kade opmeten met totaalstations.

De opdracht bestond uit een voorafgaandelijke test op den droge en de echte Proof of Concept. Zowel Apixa als Iv-Infra toonden tijdens deze test de kwaliteit van hun meetopstelling aan ten opzichte van een referentiemeting. De echte Proof of Concept's zijn uitgevoerd in de sluis te Viersel, die het Albertkanaal verbindt met het Netekanaal. Voor het uitvoeren van de Proof of Concept's huurden we een Zulu pallet schip van Blue Line Logistics in. Op dit schip installeerde de cel fotogrammetrie-topografie van Afdeling Algemene Technische ondersteuning een referentiemeetopstelling. Deze opstelling bestond uit een hoge precisie twee-assige inclinometer, drie totaalstations die vanaf het sluisplatform elk een prisma op het schip in de tijd tracken en twee krachtencellen tussen de bolder en trossen. De Proof of Concept van Apixa werd uitgevoerd op 11 oktober, die van Iv-Infra op 8 november. Beide zijn succesvol uitgevoerd en aan ons opgeleverd. In 2024 voeren we de beoordeling uit van beide opstellingen vergeleken met de ingezette referentiemetingen. De eerste resultaten zien er veelbelovend uit.

Als de meetopstellingen hun nut en meerwaarde hebben bewezen, gebruiken we deze in de eerste plaats binnen opdrachten voor de optimalisatie van het verschutten van een schip in een sluis. Ook gebruiken we deze om eerdere modelleringen te valideren en te optimaliseren. Daarnaast bekijken we samen met de Vlaamse Waterweg (DVW) of we de meetopstellingen op grotere schaal kunnen toepassen bij indienststelling en toetsing van de werking van sluisen.





## Validatiemetingen vispassage Kerkhove

Wij hebben met het instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) een validatiemeetcampagne uitgevoerd in de vispassage te Kerkhove. Deze vispassage maakt onderdeel uit van het stuwsluis complex te Kerkhove op de Bovenschelde. Het betreft een zogenaamde asymmetrische V-vormige bekkentrap vispassage met een totaal verval over de vispassage van 1.35 m bij streefpeil in het opwaarts en afwaarts pand. De vispassage bestaat uit 18 bekkens (trappen) met een breedte van ca. 11 m ter hoogte van de waterlijn en een bekkenlengte van ca. 10 m. Het ontwerpverval per drempel bedraagt 0.10 m. In functie van peilbeheer en het voorkomen van schade bij wascondities kan de vispassage opwaarts afgesloten worden met een afsluitconstructie. Het ontwerp van de vispassage is uitgevoerd in samenwerking met INBO. Na realisatie hebben we in 2021 een eerste validatiemeting uitgevoerd. Deze leidde tot een tweede meer grootschalige validatiemeting. Het doel was het valideren van de vispasseerbaarheid vanuit hydraulisch oogpunt en het optimaliseren van de ontwerpmethodologie voor dergelijke types vispassages.

Tijdens een driedaagse meetcampagne in oktober 2022 maten we zowel de geometrie van de drempels, de waterstanden in de bekkens, de waterstanden in het op- en afwaartse pand, het debiet en de stroomsnelheden in de vispassage op. De geometrie van de 7 meest opwaartse drempels mat ATO in met 3D LiDAR metingen en bijkomende puntmetingen met een totaalstation. Het waterpeil maten we op 16 locaties, zowel in de stuwgeul als in de verschillende bekkens van de vispassage. Het HIC mat het debiet op, zowel met varende als stationaire ADCP-metingen. INBO mat stroomsnelheden in bepaalde punten overheen twee drempels en in een aantal punten in het achterliggend bekken op. Deze metingen hebben ze uitgevoerd vanaf het platform van een hoogtewerker, gelet op de grote stroomsnelheden en de grote overspanning. Wij maten de oppervlaktesnelheidsvelden in drie bekkens en overheen de afsluitconstructie met drone opnames. Deze opnames zetten we met Large-scale particle image velocimetry (LSPIV) - technieken om naar snelheidsvelden. De puntsnelheidsmetingen die INBO had gedaan, hebben we gebruikt ter validatie.

De verwerking van de meetcampagne vond plaats in 2023. In de data-verwerkingsfase hebben we opgemeten waterpeilen, drukken en stroomsnelheden verwerkt en hebben we uit de topografische opmeting een geschematiseerde drempelgeometrie afgeleid. Daarna volgde de eigenlijke hydraulische evaluatie van de vispassage. Daarbij zijn de opgemeten fysieke en hydraulische vervallen over de drempels en de debieten vergeleken met de ontwerpwaarden. In een volgende fase vond een hydraulische beoordeling plaats van de vispasseerbaarheid. Zowel van stroomsnelheid als van doorstroomsectie. Het snelheidspatroon in de bekkens is tevens vergeleken met richtlijnen uit de literatuur voor zones met hoofdstroom en rustzones. Bij toekomstige ontwerpen is het belangrijk om de relatie hydraulisch

verval en debiet nauwkeurig te kunnen bepalen. Zeker voor de toegepaste V vormige drempels opgebouwd uit keien bestaat er nog een behoorlijke onzekerheid in de toe te passen debietcoëfficiënt en reductiecoëfficiënt voor de verdrinkingsgraad. Voor de 7 in detail opgemeten drempels leidden we de debietcoëfficiënt af uit de metingen.

Uit de analyse volgden belangrijke inzichten over de werking van de vispassage te Kerkhove. Ook hebben we aanbevelingen gedaan voor het ontwerp van nieuwe soortgelijke vispassages en voor meettechnieken voor de validatie van andere types vispassages.





## Symposium Pompen en Turbines 21 Nov 2023

Op 21 november 2023 organiseerden we het symposium Pompen en Turbines. Dit symposium bracht experts van de Vlaamse overheid en onderzoeksinstituten samen om de opportuniteiten, uitdagingen, onderzoeks- en toekomstperspectieven van pomp- en turbine-installaties in Vlaanderen te bespreken. De focus van de discussie lag op visvriendelijkheid, optimalisatie onder waterschaarste en ervaringen uit de praktijk. De volgende presentaties stonden op het programma:

- Ontwerp Pompstation Groot schijn door Kurt Elst van de Vlaamse overheid afdeling Expertise Beton en staal
- Ontwerp Pompstation Rode Weel door Githa van Gorp van de Vlaamse overheid afdeling Expertise Beton en staal
- Veerkracht en energie-efficiëntie van waterwegen door Joris Hardy van de Universiteit van Luik
- 15 jaar onderzoek naar de visveiligheid van pompgemalen in Vlaanderen door David Buysse van Instituut voor Natuur en Bosbeheer
- Onderzoek naar de visveiligheid van vijzels als waterkrachtturbine door Ine Pauwels van Instituut voor Natuur en Bosbeheer
- Van vis naar sensor: innovatieve technologie voor het kwantificeren van de visveiligheid van pompen door Sarah Broos van Instituut voor Natuur en Bosbeheer

Na deze presentaties was er een "world café" met producenten van pompen en turbines. Hierbij kregen de producenten de kans om oplossingen voor te stellen voor de verschillende uitdagingen in Vlaanderen. De verschillende producenten betroffen: Fish Flow Innovations NV, Spaans Babcock NV, Turbulent NV, BOSMAN Watermanagement, Van Hooste en Vandezande.

Dit evenement was een uitstekende gelegenheid om alle belanghebbenden en experts binnen en buiten de Vlaamse overheid samen te brengen. Vooral de diversiteit van het publiek, producenten, onderzoekers en beheerders, werd geapprecieerd. In de toekomst zou het interessant zijn om binnen Vlaanderen een stuurgroep te organiseren met betrekking tot pomp- en turbine-installaties.



## Simulatiestudie naar ontwikkelingen Rodenhuizedok in havengebied Gent

Tussen februari en juni 2023 hebben we, in opdracht van het havenbedrijf North Sea Port, een simulatiestudie gedaan naar verschillende toekomstige ontwikkelingen van het Rodenhuizedok in het havengebied Gent. Op heden voorziet het Rodenhuizedok enkel aan de zuidzijde faciliteiten voor zeevaart. Dit zijn een steiger voor tankvaart aan de westzijde en een kaaimuur voor bulkvaart aan de oostzijde van het dok. Binnen de opdracht hebben we de mogelijkheid onderzocht voor de ontwikkeling van een steiger voor tankvaart centraal in het dok en een nieuwe kaaimuur aan de noordzijde van het dok (zie Figuur 1). Hiertoe hebben we verschillende simulatieomgevingen gemodelleerd. Daarbij optimaliseerden we o.a. de toegang tot het dok voor zowel rechtstreekse in- en uitvaart als voor de uitvoering van een zwaaimanoeuvre op deze locatie. Een andere belangrijke onderzoeksvraag was het definiëren van aanvaardbare veiligheidsafstanden tussen de verschillende bestemmingen aan de parallelle ligplaatsen op het einde van het dok. De ontwikkeling van bijkomende steigers en kaaimuren beperken immers de beschikbare ruimte voor aankomst- en vertrekmanoeuvres en de inzetbaarheid van sleepboten.

De toegankelijkheid van de verschillende bestemmingen hebben we onderzocht voor de geselecteerde ontwerpschepen. Hierbij hielden we rekening met de verwachte toekomstige toegankelijkheid van het Kanaal Gent-Terneuzen. Daarom zijn binnen de opdracht zeven verschillende ontwerpschepen (waarvan de meeste bij verschillende ladingscondities) gedefinieerd en gemodelleerd in de simulator database.

Gedurende vijf simulatiedagen hebben we realtime manoeuvreersimulaties (zie Figuur 2) uitgevoerd op simulator Sim360+. Dit deden we door twee ervaren kanaalloodsen (één van het Vlaamse DAB Loodswezen en één van het Nederlands Loodswezen) terwijl de sleepboten bediend werden door een sleepbootkapitein van Boluda Towage Europe. Op elk van de simulatiedagen waren ook vertegenwoordigers van het havenbedrijf aanwezig. Het diverse simulator team liet toe om tijdens de debriefing van de simulaties concrete optimalisaties aan het ontwerp voor te stellen en die te toetsen in de volgende simulaties. Zo was het mogelijk om op het einde van de simulatiestudie concrete aanbevelingen te formuleren voor het ontwerp van het dok. Hiermee kon

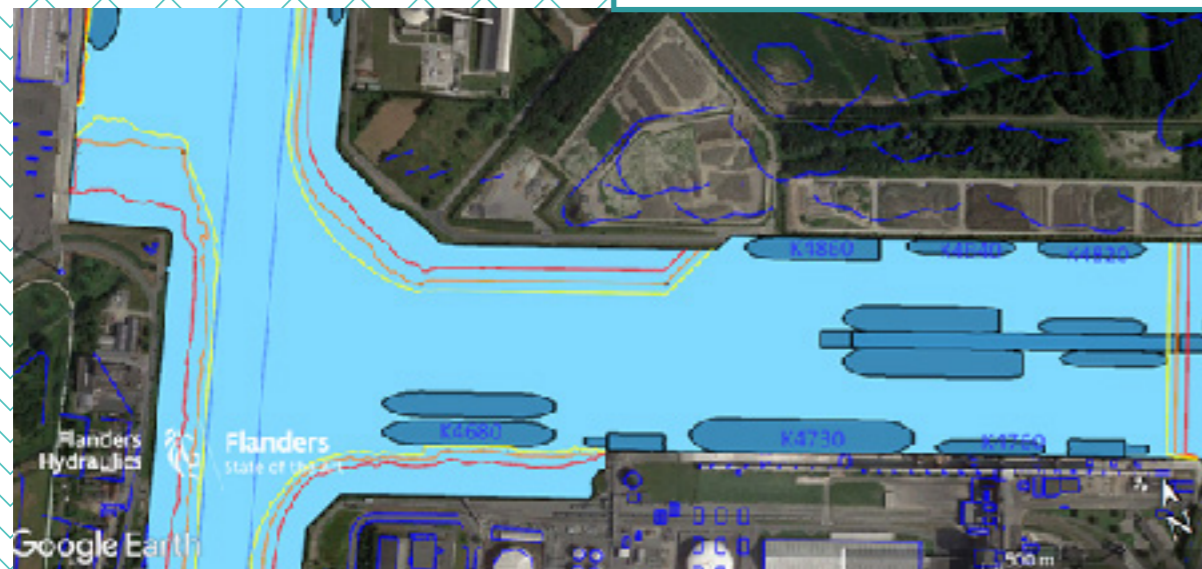
het havenbedrijf verschillende nautisch aanvaardbare ontwerpalternatieven bepalen en beoordelen op hun economische haalbaarheid.

We hebben de studie binnen de voorziene termijn opgeleverd en uitgevoerd tot tevredenheid van de klant en de andere betrokkenen. De studie illustreerde de waarde van realtime vaarsimulaties in een nautisch ontwerpproces en versterkte de relatie tussen het Waterbouwkundig Laboratorium en North Sea Port.



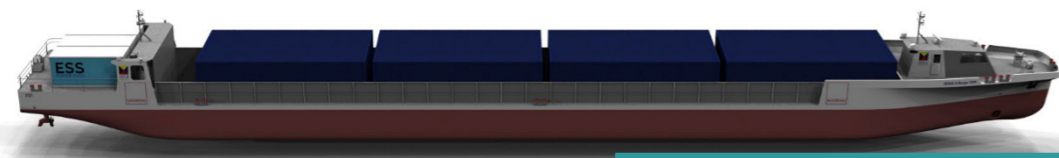
Figuur 2: Illustratie van brugpassage te Sas van Gent tijdens realtime simulatie

Figuur 1: Voorbeeld van een toekomstige ontwikkeling van het Rodenhuizedok bestaande uit de ontwikkeling van een steiger voor tankvaart in het midden van het dok en een kaaimuur aan de noordzijde van het dok.



## Verificatie ontwerp romp voor schip in ondiep en beperkt water

We voeren met UGent onderzoek uit om het benodigde vermogen in realistische condities te bepalen van een nieuw te bouwen binnenvaartschip voor Zulu Associates. Het schip zal voorzien worden van volledig elektrische voorstuwing. Zie een visualisatie van het schip in Figuur 1.

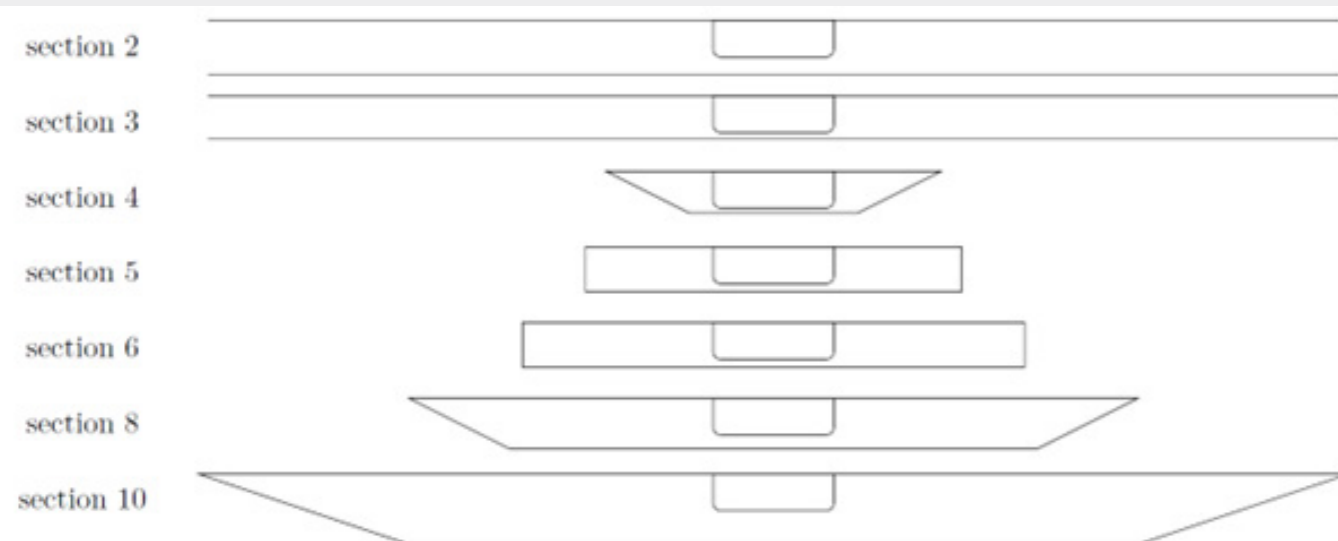


Figuur 1

Initieel hebben we een analyse uitgevoerd van de door de klant beoogde trajecten. Dit leverde een reeks conditie parameters op voor de vaarwegen, die we daarna met numerieke methoden en sleeptankproeven in detail onderzoeken. Met de verkregen waarden van de rompweerstand van het schip maken we een schatting van het benodigde vermogen voor de door de klant beoogde vaartrajecten. Hiermee wordt duidelijk of de vooropgestelde batterijcapaciteit voldoet.

Voor de uitvoering van de CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen is eerst een schifting gemaakt van de bepaalde kritieke vaarwegsecties. De uiteindelijke lijst met vaarwegsecties is weergegeven in Figuur 2. Hierin zijn secties 2 en 3 condities in (lateraal onbeperkt) ondiep water bij 50% en 20% kielspeling. Secties 4, 5, 6, 8 en 10 zijn vaarsecties in beperkt water met kielspelingen tussen 14% en 90%.

De CFD-berekeningen hebben we uitgevoerd met het pakket FINE/Marine. De weerstand, laterale kracht en giermoment van de romp van het schip worden bij een diepgang van 2.9 m bepaald met en zonder drifthoeken voor meerdere snelheden. Met deze waarden kan de klant de richtingsstabiliteit van de romp bepalen in realistische vaarcondities. Visualisaties van de stroming rond de romp worden ook gebruikt om te bepalen of het initiële rompontwerp aangepast moet worden zodat het beter presteert in realistische (ondiep water) condities. Door de blockage onder de romp in ondiep water, zal een groot deel van de retourstroming via de zijkant naar het achterschip stromen. In onbeperkte water condities, gebeurt dit voornamelijk via de bodem van de scheepsromp.

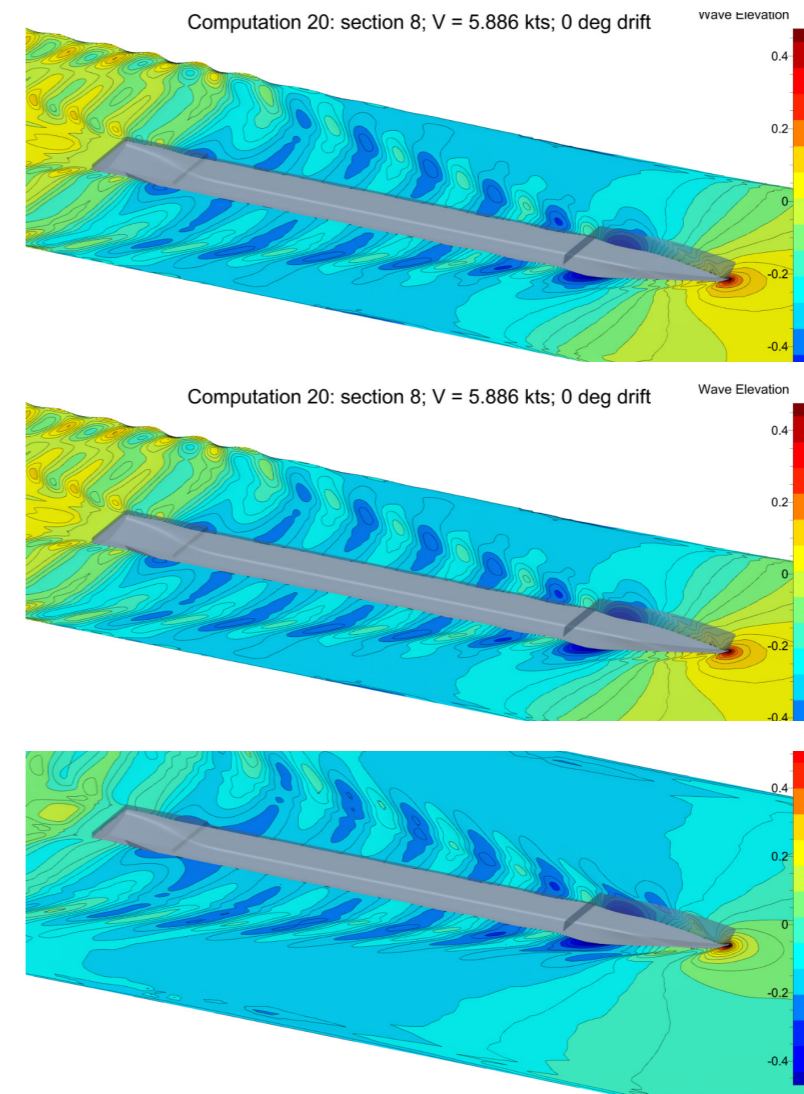


Figuur 2

Resultaten van de berekeningen in beperkt water tonen aan dat bij hoge blockage (vooral secties 6, 8 en 10), de stroming bij de achtersteven loslating vertoont die niet aanwezig is bij de ruimere vaarsecties. Deze loslating resulteert in een verhoging van de rompweerstand in vergelijking met dezelfde snelheid in diep water. Voor alle gevallen is de berekende totale weerstand lager dan die bij de hoogste snelheid in diep water. De verhouding tussen het aandeel wrijvingsweerstand en drukweerstand wijzigt in ondiep water bij hoge blockages. De wrijvingsweerstand is in diep water, ondiep water en in de breedste vaarsecties in beperkt water hoger dan de drukweerstand. Voor de drie nauwste secties (6, 8 en 10) is dit omgekeerd. De relatief lage snelheden zorgen voor een klein aandeel wrijvingsweerstand, terwijl de hoge blockage resulteert in een relatief hoge waarde van de drukweerstand.

In overleg met de klant is besloten om de in 2024 geplande sleeptankproeven uit te voeren met dezelfde romp als gebruikt bij de CFD-berekeningen.

Visualisatie van het wateroppervlak in sectie 8 bij een snelheid van 5.886 kts.



# SIMMAN2020 Work

 Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering /  The Society of Naval Architects of Korea  
16th to 19th July, 2023 Incheon, Korea



## SIMMAN Workshop, SIMMAN2020, 16 – 19 juli 2023, Incheon – Republiek van Korea

De SIMMAN2020 Workshop voor Verification and Validation of Ship Manoeuvring Simulation Methods, werd georganiseerd door het Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering in samenwerking met de Society of Naval Architects of Korea. Eerdere SIMMAN workshops zijn georganiseerd in 2008 en 2014 in Kopenhagen, Denemarken. Het Manoeuvring committee van de International Towing Tank Conference (ITTC) riep de workshop in het leven. Er was behoefte aan benchmarking van de voorspellingsmogelijkheden van simulatiemethoden voor het manoeuvreren van schepen, waaronder systeem- en CFD-gebaseerde methoden (CFD = Computational Fluid Dynamics). In 2008 is begonnen met CFD als hulpmiddel en in SIMMAN2014 nam het aantal testgevallen af door het verminderen van het aantal benchmarkschepen. Voor alle simulatiemethoden zijn condities in diep en ondiep water (kielspelingen kleiner dan 50% van de diepgang) geselecteerd.

Het primaire doel van deze workshop was om de voorspellende capaciteiten van verschillende manoeuvreermethoden te benchmarken. Dit is gedaan door ze te vergelijken met sleeptankresultaten van drie benchmarkschepen: de tanker KVLCC2, het containerschip KCS en het mariene schip ONRT.

De workshop was oorspronkelijk gepland voor 2020, maar moest worden uitgesteld vanwege COVID-19 beperkingen. De inzendingen van verschillende instituten werden in 2020 verzameld, in de tussentijd geanalyseerd en tijdens de workshop gepresenteerd als voorlopige procedures met definitieve verspreiding in 2024.

De workshop faciliteerde boeiende groepsdiscussies met 80 deelnemers. Gedwongen en vrijvarende modelproeven in sleeptanks en bassins, zoals rotating arm tests, blijven fundamenteel belangrijk voor het voorspellen van manoeuvreergedrag. Bij deze tests meet men krachten en momenten of trajecten op schaalmodellen. Simulatiemethoden die gebruik maken van numerieke gegevens, zoals CFD, vullen de modelleringsdatabase echter aanzienlijk aan.

## Erkenning van overstromingsrampen

De workshop stond onder toezicht van het uitvoerend comité. De bijdragen van de deelnemers werden gepresenteerd en gevolgd door kritische sessies onder leiding van experts, groepsdiscussies en posterpresentaties. Belangrijke punten van de workshop waren:

De workshop stond onder toezicht van het uitvoerend comité, voorgezeten door Professor Frederick Stern van het Iowa Institute of Hydraulic Research en Frans Quadvlieg van MARIN. De bijdragen van de deelnemers werden gepresenteerd en gevolgd door kritische sessies onder leiding van experts, groepsdiscussies en posterpresentaties. Vanuit het Waterbouwkundig Laboratorium nam expert Dr. Katrien Eloot voor de ondiep water sessie deel. Belangrijke punten van de workshop waren:

- Tank- en bassinkarakteristieken en testparameters tijdens de uitvoering beïnvloeden de schaalmodelproeven. Om deze testen effectief te kunnen vergelijken met andere methoden, is een uitgebreide beschrijving van de testparameters en uitvoering van de benchmarkgegevens noodzakelijk.
- Aanbeveling: het publiceren van krachten en momenten van schaalmodelproeven op alle scheepsmodules (romp, schroef, roer).
- CFD-set-ups voor gedwongen of vrijvarende proeven moeten de respectievelijke modeltestopstellingen nauwkeurig nabootsen. Het is essentieel om een consensus te bereiken over de minimaal vereiste informatie in de CFD-setup (aanbevelingen voor de beschrijving van de modelopstelling).
- Het uitvoeren van onderzoek naar lokale stroomfenomenen in experimenten en numerieke simulaties ondersteunt de ontwikkeling van CFD-codes.
- Systeemgebaseerde voorspellingen zijn gebaseerd op wiskundige modellen die niet specifiek één manoeuvre voorspellen, in tegenstelling tot vrijvarende CFD, die een specifiek manoeuvre voorspellen. Inzicht in dit onderliggende verschil is cruciaal bij het vergelijken van simulatiemethoden.
- Overeenkomst in testopstellingen voor benchmark scheepsmodellen getest in zowel diep als ondiep water is essentieel.
- Onzekerheidsanalyse laat zien dat het een uitdaging is om de onzekerheid in alle componenten volledig te beschrijven. Het aanpakken van onzekerheden in vrijvarende proeven, vooral tijdens overgangsfasen, vereist een gedefinieerde procedure. Zowel fysica- als onzekerheidsanalyses moeten de simulatiemethoden ondersteunen om de voorspelling te verbeteren.

Hoewel SIMMAN zich richt op simulatiemethoden en niet zozeer een primaire CFD workshop is, vragen verschillende uitdagingen om samenwerking in de komende jaren:

- Het bepalen van het minimumaantal simulaties dat nodig is om manoeuvreergedrag effectief te voorspellen.
- Het evalueren van de rol van simulaties van gedwongen proeven in toekomstige SIMMAN workshops.
- Het aanmoedigen van het gebruik van AI en Machine Learning voor systeemidentificatie (parametrische of niet-parametrische modellering van scheepsmanoeuvres) in toekomstige workshops.

De SIMMAN2020 workshop eindigt met het aanbevelen van samenwerking met andere workshops. Denk aan workshops die zich richten op diep en ondiep water of die gebruik maken van CFD in sloophydrodynamica. Deze samenwerking is bedoeld om codeontwikkelaars te helpen, best practices vast te stellen en de industrie effectief te begeleiden.

Een volgende SIMMAN workshop is gepland voor 2028 en wordt in Europa georganiseerd (vermoedelijk in België door het kenniscentrum Varen in ondiep en beperkt water, [www.shallowwater.be](http://www.shallowwater.be)). Aangezien SIMMAN een workshop is, zal er de komende jaren meer informatie beschikbaar komen voor deelnemers.

Meer informatie? Neem contact op met Dr. Katrien Eloot, lid van SIMMAN op [katrien.eloot@mow.vlaanderen.be](mailto:katrien.eloot@mow.vlaanderen.be) of kijk op <https://simman2020.kr/> voor updates over de laatste SIMMAN workshop.

### Van Staatshervorming over decreet via uitvoeringsbesluit naar protocol.

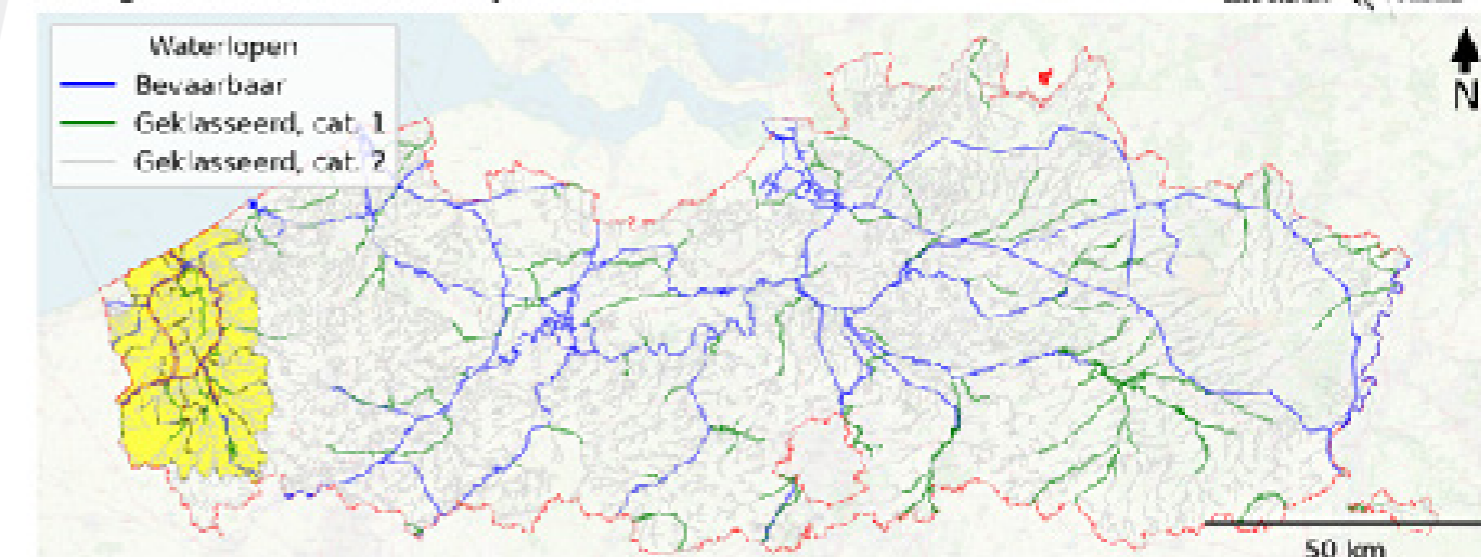
De laatste jaren is het beleid in ons land rond de erkenning van natuurrampen grondig hertekend. In de uitvoering van het Vlinderakkoord bij de zesde staatshervorming van 2011 werd het (federaal) Rampenfonds overgedragen aan de Gewesten. Uit datzelfde akkoord volgde voor ons beleidsdomein extra taken rond de regionalisatie van de keuring van voertuigen en de regionalisering van de binnenvaart. Het (Vlaamse) Decreet met de krijtlijnen voor deze taak dateert van 5 april 2019. Het uitvoeringsbesluit, kwam pas in oktober 2020, maar moesten we toepassen vanaf 1 januari 2020. Kort door de bocht: onze Vlaamse Regering kan een natuurverschijnsel met uitzonderlijk karakter dat belangrijke schade heeft veroorzaakt als ramp erkennen in twee situaties. Als het bedrag van de geraamde (totale) schade hoger is dan honderd miljoen euro of als wetenschappelijke criteria met een minimale terugkeerperiode van 30 jaar gehaald worden. Dit kan gaan over hevige neerslag, overstroming, stormwinden, droogte, vorst, natuurbrand, aardverschuivingen, hagelbuien, vulkaanuitbarstingen of orkanen.

Het Vlaams Rampenfonds, onderdeel van het Departement Kanselarij en Buitenlandse Zaken (DKBUZA) is de motor van dit verhaal. Dit fonds staat in voor de verzameling van dossiers, erkenningsprocedure, berekening van tegemoetkomingen, aanstellen van deskundigen en de vergoedingsprocedure. Het Waterbouwkundig Laboratorium is in het Uitvoeringsbesluit opgenomen als wetenschappelijke adviesinstantie voor overstroming, samen met de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Na de overstromingen van juli '21 werd al insteek van het Waterbouwkundig Laboratorium meegenomen (onder de PA007) en even later werd de wenselijke gang van zaken afgesproken in een Protocol rond optimale adviesverlening tussen DKBUZA, WL en VMM. Normaal komen adviesvragen voor overstroming pas naar het Waterbouwkundig Laboratorium na evaluatie van het financiële criterium (meer dan honderd miljoen euro schade) en het neerslagcriterium (KMI en VMM).

### De praktijk in 2023

Een uitdaging bood zich aan in september 2023, waarbij we voor meer dan 200 gemeentes het overstromingscriterium voor bijna heel 2021 moesten evalueren. Die oefening liep nog volop toen in november 2023 de Westhoek overstroomde. Het betrokken kabinet drong aan op een zo snel mogelijke afhandeling van de procedure- waarbij we alle criteria parallel dienden te evalueren. Schadelijders hebben 60 dagen na de ramp om melding te maken, en dus werd door het Rampenfonds, WL en VMM alles in het werk gezet om al eind januari (exact 60 dagen na het onderschrijven van de alarmdrempel op de IJzer in Lo-Fintele) de evaluatie van de criteria te starten. De oefening van WL vroeg minder dan 1 week en op 7 februari konden we het advies overmaken aan het Vlaams Rampenfonds.

### Fusiegemeentes en waterloopassen



## Provinciale fase wateroverlast november

### Het regent

Het begon al in oktober. Er viel in de Westhoek en het Franse deel van het stroomgebied van de IJzer al 40 tot 60% meer neerslag dan normaal. En dan nog zo goed als volledig in de tweede helft van oktober. Vervolgens kregen we drie opeenvolgende stormen: Ciaran (2 november), Domingos (5-7 november) en Elisa (8-10 november). Vooral deze laatste twee zorgden voor aanzienlijke hoeveelheden regen boven de Westhoek en Noord-Frankrijk: 60-70 mm bij Domingos en kort daarop 50 mm tijdens Elisa. Ciaran zorgde dan wel voor zware wateroverlast in Frankrijk, bij ons was de neerslag eerder beperkt tot 15-20 mm. Ciaran veroorzaakte op haar beurt wel met aanhoudende sterke zuidenwind verhoogde laagwaters bij Nieuwpoort (meer dan een meter opzet). Door de verhoogde laagwaters, met een periode van doortij waarbij de laagwaters sowieso hoog staan, ontstond een vertraagde afvoer van de IJzer via de Ganzepoot bij Nieuwpoort. Na deze stormen volgden nog een aantal events van intense regen.

### Het stroomt (over)

Ciaran veroorzaakte een eerste stijging van de IJzer: de peilen en afvoeren stijgen en bij Haringe tot Lo-Fintele worden de (pre-) waakdrempels reeds overschreden. Her en der treedt de IJzer buiten haar oevers met de eerste niet-kritieke lokale overstromingen tot gevolg. Ook voor de Leie ziet het er even naar uit dat we overschrijdingen van waakdrempels en misschien zelfs overstromingen mogen verwachten. Gelukkig hebben meteorologische en onze hydrologische/hydraulische modellen het soms ook al eens fout.

In tegenstelling tot onze zuiderburen blijken we er

met Ciaran al bij al nog redelijk goed van af te komen. De volgende events laten zich echter harder gelden in onze contreien. Het IJzerbekken krijgt nu wel de volle laag. De peilen gingen omhoog en de IJzer stroomde over. Bij Stavele, Lo-Fintele, Diksmuide en Keiem werden de hoogste peilen sinds onze metingen genoteerd (de oudste stations bij Lo-Fintele en Diksmuide dateren van 1987). Grote delen van de IJzervlakte, waaronder de Blankaart, kwamen blank te staan.

### De provinciale fase voor wateroverlast

Op 9 november 2023 kondigt de gouverneur van West-Vlaanderen, Carl Decaluwé, de provinciale fase voor wateroverlast af. Het Hydrologisch Informatiecentrum (HIC) wordt door de Vlaamse Waterweg gevraagd om op het crisiscomité de hydrologische toestand en verwachtingen voor de IJzer toe te lichten. De eerste week komt het crisiscomité nagenoeg dagelijks samen. Met onder andere de adviezen van het HIC stemmen we het waterbeheer tussen DVW, VMM, de polders en Frankrijk af: om de IJzer te ontlasten wordt het Lokanaal maximaal ingezet (daggemiddelde tot 12 m<sup>3</sup>/s) om via Veurne en dan verder via het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort het water richting Nieuwpoort te laten stromen. Om het Lokanaal maximaal te kunnen inzetten, maken we afspraken met Frankrijk om het water van het Kanaal Duinkerke-Nieuwpoort opwaarts Veurne via Frankrijk te kunnen lozen. Zo kunnen we Adinkerke vrijwaren van wateroverlast.

De afkondiging van de provinciale fase voor wateroverlast maakt het mogelijk om extra middelen op te vorderen. Zo voerden DVW, verschillende brandweerzones en de civiele bescherming extra pompen aan om de afvoer van de IJzer te bevorderen. De pompen werden onder

andere geïnstalleerd bij de Ganzepoot te Nieuwpoort om ook bij hoogwater, water te kunnen blijven afvoeren. Bij laagwater zetten we de sluisdeuren aan beide kanten van de sluis open om zoveel mogelijk water via de sluis kolk af te voeren. Alles samen werd ongeveer 20 m<sup>3</sup>/s aan pompcapaciteit ter plaatse gebracht. Ter vergelijking: het jaargemiddelde debiet van de IJzer bij Haringe ligt rond de 2 a 3 m<sup>3</sup>/s. Op 7 november steeg de afvoer bij Haringe tot boven de 90 m<sup>3</sup>/s.

De provinciale fase duurde uiteindelijk tot 24 november. Er is dan geen acuut gevaar meer voor de bevolking, toch staan de peilen en afvoeren nog hoog. Pas op 2 december zakt het peil te Woumen onder de waakdrempel waarna de Blankaart pas kan beginnen ontwateren. De bodem is ondertussen ook maximaal verzadigd waardoor ook bij beperkte regenval de peilen onmiddellijk weer kunnen gaan stijgen, zoals al het geval was op 29 november. Dit geldt bovendien niet enkel voor de IJzer, maar inmiddels voor nagenoeg alle Vlaamse waterwegen.

	Event 1 (Domingos) - 5/11 20u tot 7/11 8u	Event 2 (Elisa) - 8/11 5u-10/11 8u	Event 3 - 14/11 7u-18u	Totaal 5-15/11	Totaal 1-30/11
Lo-Fintele	33.9	44.8	40.8	135.7	248.6
Vlamertinge	48.1	47.6	31.8	142.6	246.5
Steenvoorde	53	49.8	33.4	156.2	251.2
Saint-Omer	64.6	50.9	28.8	159.9	276.2



## Het HIC

Niet alleen volgt het HIC de afvoeren en peilen op de voet en maakt het prognoses voor de volgende uren en dagen. Ook ter plaatse zijn onze terreincollega's actief om de meetposten te controleren, te herstellen en kalibratiemetingen uit te voeren. Zij zijn daarbij ingezet over de grenzen van hun 'normaal' werkingsgebied om zoveel mogelijk nuttige metingen te verzamelen. En ook de snelle en efficiënte dataverwerking was een onontbeerlijke stap om tot de beste debieten online te komen.

Kort samengevat in aantallen:

- 2x daagse publicatie hoogwaterbericht op waterinfo.be, een enkele keer ook om 13u en om 23u
- 62 actief verstuurd hoogwaterberichten
- 141 telefoontjes met externe partijen (zoals DVW, KMI)
- 11 toelichtingen op het crisisonderzoek
- 30-tal debietijkingsmetingen
- 20-tal interventies op het terrein om uitgevallen of afwijkende peil/debietmetingen snel te herstellen. Dit naast het reguliere werk dat weliswaar wat minder prioriteit krijgt dan, doch nooit stopt.
- Eén kajak geleend van een plaatselijke bewoner
- Meer dan 300 geregistreerde uren

## Hoogbezoek

Op 17 november 2023 brengt koning Filip vergezeld van minister Verlinden een bezoek aan de streek. Dit bezoek begon met de deelname aan het crisisonderzoek. De koning sprak zijn dank uit naar alle diensten en volgens minister Verlinden verdienen we extra appreciatie.



## Stroommetingen Albertkanaal te Kanne

In de periode van 2022-2023 hebben we met Rijkswaterstaat (RWS) een belangrijke fase van onderzoek en ontwikkeling doorgemaakt. Dit was met name gericht op stroommetingssystemen langs waterwegen, zoals het Albertkanaal te Kanne. Het doel was om de precisie en betrouwbaarheid van metingen te verbeteren. Dit resulteerde in een uitgebreide vergelijkende studie naar verschillende stroommeettoestellen.

Deze samenwerkingsstudie concentreerde zich op het vergelijken van stationaire ADCP-stroommeettoestellen met verschillende configuraties en de traditionele looptijdmeter (ADM). Mobile ADCP-metingen dienden als referentie. Het hoofddoel was om de nauwkeurigheid en precisie van deze systemen te beoordelen, vooral in tijden van waterschaarste. Dan is gedetailleerde en nauwkeurige informatie cruciaal voor duurzaam waterbeheer.

De twee partijen hebben elk gedurende één week continu debieten gemeten, achtereenvolgens van 16/6/22 tot 22/6/22 en van 30/6/22 tot 6/7/22. Tijdens deze periode hebben de verschillende partijen ook mobiele kalibratiemetingen uitgevoerd (Z-Boat).



Transect gevaren met Z-Boat 1800RP USV



Z-Boat 1800RP USV

Gedurende beide weken voerden we ook stationaire H-aDcp-metingen met een Argonaut SL500 uit met twee verschillende configuraties (single-cell & multi-cell).

Zowel Rijkswaterstaat (Observant) als WL-HIC (met Hydro Surveyor M9 met rQPOD platform) hebben mobiele ADCP-metingen uitgevoerd gedurende beide periodes. Die dienden als referentie voor de uiteindelijke kwaliteitscontrole van de met de stationaire toestellen gemeten/berekende debieten.



Hydro Surveyor M9 met rQPOD



Meetvaartuig m/v Observant Rijkswaterstaat

Hiernaast wordt een figuur gegeven met de locatie van de vier verschillende testopstellingen. Voor een uitgebreide beschrijving van de opzet en de individuele resultaten en rapportage wordt verwezen naar de rapporten van de deelnemers.

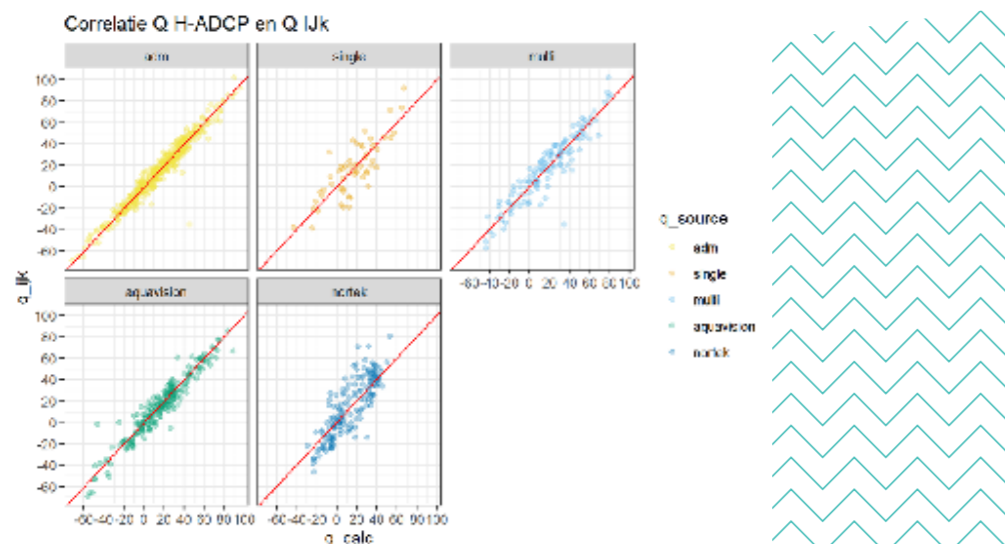
We hebben de "beste continue debieten" van alle partijen vergeleken met de uitgevoerde vurende ijkingsmetingen en de beschikbare ADM-debieten. We hebben verschillende statistische parameters afgeleid, waaronder afwijking, absolute afwijking, procentuele afwijking en absolute procentuele afwijking.



Niet alle onderzochte opstellingen voldeden echter aan de kwaliteitsstandaarden. Toch leverde dit waardevolle inzichten op voor verdere ontwikkeling van meetmethoden en verbetering van waterbeheerpraktijken.

Uit de resultaten van de studie blijkt dat de opstelling van Aqua Vision, met twee tegenover elkaar geplaatste RDI 600 kHz H-ADCP Teledyne RDI – ChannelMaster-systemen, vergelijkbare resultaten oplevert als de traditionele looptijdmeter. Dit biedt een veelbelovend alternatief voor de traditionele meetmethode.

Indien de bovenstaande configuratie financieel of bouwtechnisch niet mogelijk is, verdient een alternatieve opstelling, met één H-ADCP-toestel eveneens aanbeveling.



## Bloemlezing activiteiten 2023 van HIC Meetnet/Meetcampagnes

- 24/24 – 7/7 opvolging van operationele meetstations op de waterwegen
- 260-tal uitgevoerde interventies bij uitval van een meetstation (vanop afstand of op terrein of via aannemer), met een gemiddelde hersteltijd van minder dan 48u.
- Wekelijks, 2-wekelijks tot maandelijks onderhoud en controle van meetsondes en meetlocaties met het oog op optimale werking en veilige toegang tot de meetlocaties
- Inplannen en voorbereiden van 130-tal vaarten in het getijdengebied met schepen en bemanning van DAB Vloot voor opdrachten van WL, INBO en OMES
- Uitvoeren van 72-tal vaardagen met DAB Vloot voor WL-metingen (halve tij eb, onderhoud multiparametertoestellen en tijmeetlocaties op de Zeeschelde, projectmatige meetcampagnes WL)
- 6 kalibratiecampagnes ter bepaling van sedimentconcentratie ter hoogte van continue meetlocaties voor turbiditeit in het Schelde-estuarium, met voor- en nazorg
- 168 debietjkingen uitgevoerd ter hoogte van debietmeetposten op de waterwegen, met in totaal 3400 gemeten ADCP dwarsraaien.
- Bepaling locatie nieuwe peilmeters stuwsluis Pollare, Idegem, Denderleeuw, Denderbelle in overleg met DVW
- Verdere uitrol van het optimalisatieplan van de monitoring in de Zeeschelde:
  - \* Opvolging van grote bouwkundige werken voor realisatie sedimentmeetstation Lillo, Prosperpolder, Dendermonde, Tielrode
  - \* Opvolgen werken stroomvoorziening huidige meetlocaties Oosterweel/Prosperpolder
  - \* Afstemming DVW, aMT, PoA monitoring fysische parameters: verdere verkenning toekomstnoden
- Verdere uitbouw meetnet op andere waterwegen:
  - \* 7 real-time debietmeters ter vervanging van ADM looptijdmeters
  - \* 7 real-time peilmeters (Dender-Aalst, Nete-Itegem)
- Meetcampagnes (met medewerking en inzet van WL-onderzoekers):
- opmeting stromingen en golven op slikken ter hoogte van Fort-Filip (P18\_018) – laatste fase
  - \* in- en uitwatering GGG Kruike ism UA – sediment-/nutrientenbalans (PA014)
  - \* dwarsstroming Ossenissee (P20\_108)
  - \* sedimenttransportmetingen rond kentering (P17\_088)
  - \* stroomatlas Zeebrugge (P22\_063)
- Begeleiding berging meetpaal Lillo (aanvaring najaar 2022)
- Integratie nieuwe terreintechnicus via Kompas: Steven de Leeuw





## Opening toren en kantoorlus

In oktober 2023 is de renovatie van het Waterbouwkundig Laboratorium afgerond. Op 23 oktober 2023 huldigden Lydia Peeters, Filip Boelaert, Frank Geets en Lieven Achtergael onze site officieel in.

### Kantoorlus en toren maken van de site één geheel

De verbouwingen gingen van start in oktober 2019. Naast de oorspronkelijke hoofdgebouwen was onze site van een onafhankelijk geheel van verschillende en te kleine bijgebouwen. Hierdoor waren de functies en teams verspreid over het volledige terrein. Dit bemoeilijkte soms de nodige samenwerking en interactie. Daarnaast voldeden enkele paviljoenen niet meer aan de huidige comfort- en veiligheidseisen.

Om onze organisatie voor te bereiden op de toekomst was een grondige renovatie noodzakelijk. De hoofdgebouwen op het terrein werden behouden en zijn nu door nieuwbouw, een toren van 26 meter hoog en een L-vormige kantoorlus, met elkaar verbonden. Ook de daken van de hallen werden vernieuwd. De site telt zo'n 100 werkplaatsen voor onze medewerkers, naast de mogelijkheid tot samenwerkingsvormen met andere sites en organisaties. Er is gekozen voor een open kantoorinrichting met veel vergadermogelijkheden. Met de nieuwe toren bestaande uit het onthaal, een gespecialiseerde publieke bibliotheek en een auditorium krijgen we ook een publieke functie en zijn er meer mogelijkheden tot kennisdeling. Bovenaan biedt de refter een mooi uitzicht over het terrein.



!<<< Lintje knippen >>>!>

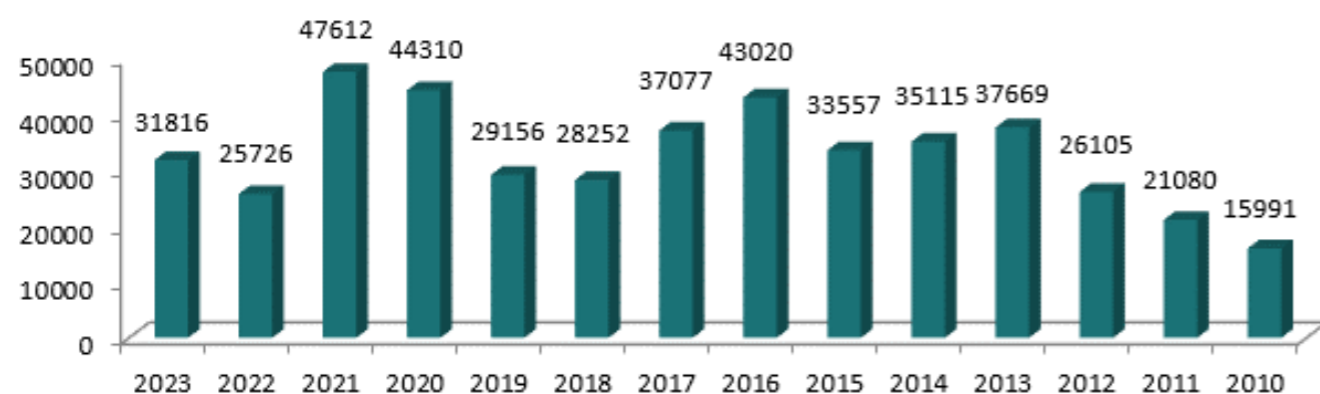


## Publicaties

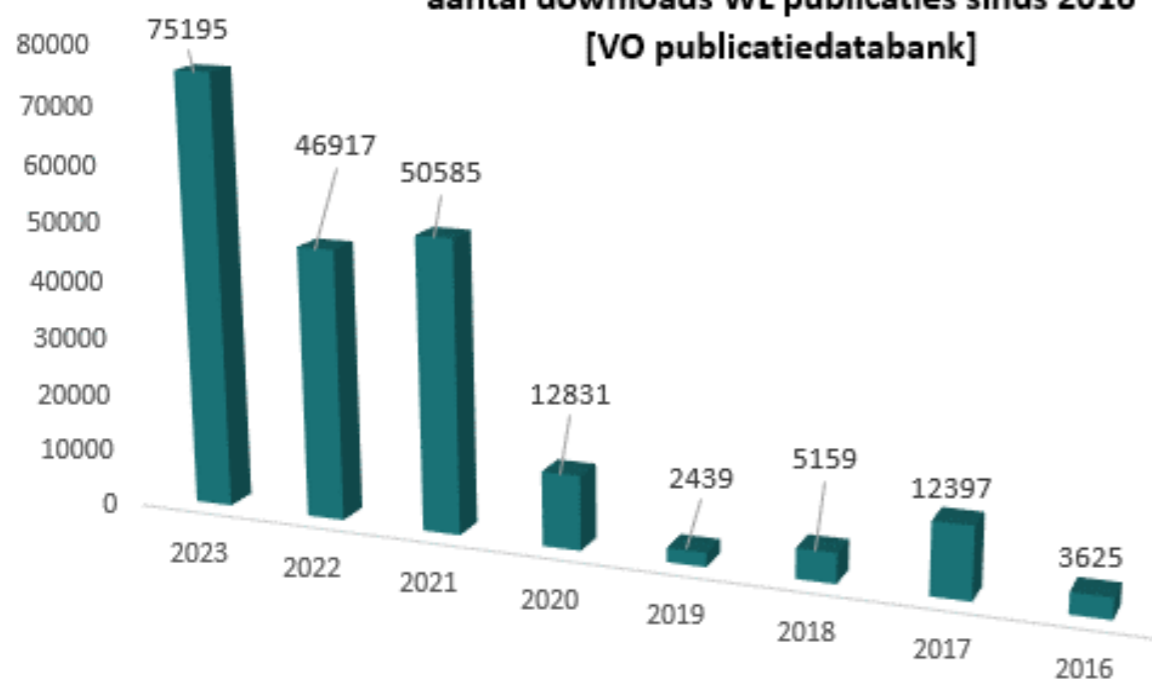
Het WL stelt zijn onderzoeksresultaten beschikbaar via z'n eigen repository Open WL Archief (OWA) alsook via de publicatiedatabank van de Vlaamse overheid.

Hieronder volgen enkele statistieken en overzichtslijsten van gedownloade publicaties en hun aantallen.

**aantal downloads WL publicaties sinds 2010 [WL repository 'OWA']**



**aantal downloads WL publicaties sinds 2016 [VO publicatiedatabank]**



## Top 10 aantal gedownloade WL publicaties in 2023 [WL repository 'OWA']

Rangorde	Editie titel	gedownload
1	Hydrologisch Informatiecentrum (2003). Hydrologisch jaarboek 2002. Hydrologisch jaarboek. Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek: Antwerpen. 140 pp.	2165
2	Delefortrie, G.; Van Hoydonck, W.; Eloot, K. (2022). Forces and torque acting on a rudder while manoeuvring. J. Mar. Sci. Technol. 27: 383-407. <a href="https://doi.org/10.1007/s00773-021-00840-y">https://doi.org/10.1007/s00773-021-00840-y</a>	1459
3	Trouw, K. et al. (2012). Numerical modelling of hydrodynamics and sediment transport in the surf zone : a sensitivity study with different types of numerical models, in: International Conference on Coastal Engineering (ICCE 2012), Santander, Spain, July 1-6 2012: book of papers. pp. [1-12]	718
4	Baetens, J.; Van Eerdenbrugh, K.; Mostaert, F. (2005). Watersysteem van het Albertkanaal en de Kempense kanalen: inventarisatie voor de opmaak van zoetwaterstrategieën. WL Rapporten, 720_4. Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek: Antwerpen. vi, 64 + kaarten, bijlagen pp.	674
5	Eloot, K. et al. (2018). Manoeuvring characteristics: sub report 7. Comparison of the manoeuvring characteristics of the COSCO 20,000 TEU and other Ultra Large Container ships. Version 2.0. FHR reports, 16_023_7. Flanders Hydraulics Research: Antwerp. 8 + 2 p. appendices pp.	669
6	van Zwijnsvoorde, T. et al. (2019). Wind modeling for large container vessels: a critical review of the calculation procedure. International Journal of Transport Development and Integration 3(4): 369-381. <a href="https://dx.doi.org/10.2495/TDI-V3-N4-369-381">https://dx.doi.org/10.2495/TDI-V3-N4-369-381</a>	537
7	Cumps, F. (2008). Hydrométrie: mesure de débits liquides - mesure de débits solides [PRESENTATION]. Flanders Hydraulics Research: Antwerp. 87 slides pp.	407
8	Van Pul, P. (2014). De Belgische militaire onderwaterzettingen rond de Versterkte Plaats van Antwerpen in augustus en september 1914: een historisch-geografische reconstructie. Waterbouwkundig Laboratorium 1933 - 2008. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen. 127 pp.	397
9	Lamoën, J. (1947). Note sur quelques types de canaux venturi (canaux à ressaut). Tijds. Openb. Werken Belg. = Ann. Trav. Publics Belg. C(3): 323-348	367
10	Cumps, F. (2008). Bief maritime du fleuve Congo: travaux d'aménagement dans la région divagante [PRESENTATION]. Flanders Hydraulics Research: Antwerp. 26 slides pp.	354

## Top 10 aantal gedownloadde WL publicaties in 2023

### [VO publicatiedatabank]

Rangorde	Editie titel	Gedownload
1	Stroomatlas Zeeschelde. Vakken Prospolder – Boudewijnsluis; Boudewijnsluis – Antwerpen; Antwerpen – Hoboken; Hoboken – Wintam	3746
2	Morfologische trends aan de Belgische kust. Evolutie van de Vlaamse kust tot 2019	2092
3	Het hydraulisch randvoorwaardenboek (2020). Achtergrondrapport	1960
4	De eeuwige Schelde? Ontstaan en ontwikkeling van de Schelde	1143
5	MOZES – Research on the Morphological Interaction between the Sea bottom and the Belgian Coastline. Working year 1	973
6	De ontwikkeling van de haven van Antwerpen de voorbije 75 jaar en de relatie tot de Scheldepolders: deel 1	774
7	Manning's roughness coefficient in SWASH. Application to overtopping calculation	740
8	Modelling Belgian Coastal zone and Scheldt mouth area. Sub report 12. Scaldis-Coast model. Model setup and validation of the 2D hydrodynamic model	706
9	Living Lab Raversijde. Monitoring Soft Coastal Defences. Factual data report 1st working year 2021-2022	617
10	De Antwerpse Noorderpolders in de 16de en 17de eeuw	475

## Overzicht van de EVFH-projecten in 2023

WL nummer	EVFH nummer	Projecttitel	Opdrachtgever	Offerte bedrag
23_089	P24/07*	Innovative sediment management framework for a SUSTAINable DANube black SEa system (SunDanSe)	EU HORIZON (UDJG)	846.075
23_002	P24/05*	Data-Driven Smart Shipping (DDSHIP) (cSBO)	DBC	647.631
23_028	P23/15	X-Barge: scenarios for numerical towing tank & physical towing tank (incl. deel onderaanneming Ugent)	Zulu Associates	142.264
23_031	P23/16*	Demonstration of Dune-Dike hybrid blue-grey Nature-based Solutions (Dunefront)	EU HORIZON (UGent)	106.000
23_063	P23/14	Stroomatlas Zeebrugge	POAB	87.600
23_101	P23/23	Sluizen Boven-Schelde	TM SBE-Arcadis	80.250
PA021	P03/03	Samenwerkingsovereenkomst voor het inrichten van vaarsimulaties	Antwerp Maritime Academy	80.000
22_086	P23/03	Nautische Studie Rodenhuizedok (incl. deel onderaanneming UGent)"	NSP Flanders	77.851
22_100	P23/11	Aanvaarbescherming kanaalzonetunnels Oosterweelverbinding	LANTIS	44.000
23_038	P23/13	Orcelle   simulaties RoRo-terminal Boudewijnkanaal	POAB	34.800
23_088	P23/20	Impact nieuwe kaaimuur Oostende op in- en uitvaren achterhaven	Haven van Oostende	28.750
23_036	P23/09	CP ECA: HD berekeningen Noordzeeterminal	POAB	20.350
23_042	P23/10	Lichterkade Bieshoek - numerieke modellering + nautisch addendum	POAB	19.800
23_004	P23/07	Simulatiestudie voor LNG terminal Fluxys	Fluxys	18.450
PA049	P08/07	Externe analyse Sedimentlabo	diverse opdrachtgevers	13.257
23_037	P23/08	Cursus Baggertechnieken Ivoorkust	APEC	10.890
23_018	P23/05	Wetenschappelijke Begeleiding Verkeerssimulatiemodel	NSP Flanders	10.450
23_073	P23/18	Blackout drifting under wind, waves and current	Maritime Casualty Specialists	10.100
23_019	P23/04	Demo vaarsimulator Open Scheepvaartdagen	POAB	8.300
23_059	P23/19	Kwaliteitscontrole modelontwikkeling Kanaal Gent-Terneuzen 3D	HKV	8.000
23_029	P23/06	Advies golfbelasting Prinses Elisabeth Eiland	DEME	7.690
24_004	P23/21	Overeenkomst voor plaatsing en exploitatie Labocontainer op terrein MOC	VITO	7.600
21_043_4	P21/03	CP ECA Antwerpen : stroomdata van de Westerschelde tot de zone Deurganckdok	POAB	6.500
23_069	P23/17	Revision CFD maasdeltatunnel"	DEME	5.200
23_093	P23/22	13u Staalname ter hoogte van Liefkenshoek in kader van PFAS analyse	SWECO	2.200

\* subsidiedossiers

**TOTAAL**

**2.324.008**

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](http://www.waterbouwkundiglaboratorium.be)

[waterbouwkundiglaboratorium@vlaanderen.be](mailto:waterbouwkundiglaboratorium@vlaanderen.be)

Depotnummer: D/2024/3241/074