

D-Flow FM 2D Grevelingen



Modelschematisaties zijn numeriek wiskundige modellen van het watersysteem. Voor de uitvoering van haar kerntaken rondom de Nederlandse hoofdwatersystemen gebruikt en ontwikkelt Rijkswaterstaat modelschematisaties.

De ontwikkeling van de nieuwe, zesde generatie, modelschematisaties van de door Rijkswaterstaat beheerde watersystemen resulteert in een set schematisaties voor alle Rijkswateren en een aantal aangezende gebieden.

De modelschematisaties van deze watersystemen sluiten naadloos op elkaar aan. Daarmee wordt het mogelijk om op termijn één model voor het gehele hoofdwatersysteem te ontwikkelen.

De modelschematisaties zijn gebaseerd op de D-HYDRO Suite software, waarmee Rijkswaterstaat haar modellen op de laatste stand van de techniek baseert.

Contactgegevens:

Voor vragen n.a.v. deze publicatie kunt u terecht bij het Informatiepunt Leefomgeving: iplo.nl/thema/water/applicaties-modellen/modelschematisaties/

Leeswijzer

Deze factsheet geeft een kort en bondig overzicht van de modelschematisatie(s) (modelinvoer) en de bijbehorende gebiedsschematisatie(s) voor het betreffende watersysteem. De factsheet start met informatie voor een bredere groep van geïnteresseerden waarin een algemene introductie over modelgebruik binnen RWS, het gemodelleerde gebied, de toepassingen waarvoor het model ontwikkeld is en de geografische brongegevens beschreven worden. Vervolgens wordt, met name gericht op modelleers, in meer detail ingegaan op de beschikbare modellen en de onderliggende uitgangspunten en modelleerkeuzes. Voor nadere details wordt verwezen naar de modelrapportage(s).

De factsheets zijn conform een template opgezet. Dit met als doel dat de lezer eenvoudig zijn weg kan vinden in de model- en gebiedsbeschrijvingen (of modelschematisaties) voor de verschillende watersystemen en deze onderling ook kan vergelijken.

Introductie

Rijkswaterstaat maakt ten behoeve van haar kerntaken gebruik van verschillende type modelschematisaties van de rijkswateren en het hoofdwatersysteem. Deze modelschematisaties worden door RWS ingezet toepassing bij het opstellen van operationele verwachtingen, vergunningverlening, planstudies en het Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium. Afhankelijk van het type modelschematisatie, kunnen

deze worden gebruikt voor het berekenen van waterbeweging (waterstanden en stroming), golven, morfologie, waterkwaliteit en ecologie.

In deze factsheet wordt een beschrijving gegeven van het 2D hydrodynamische model van het Grevelingenmeer binnen de D-HYDRO Suite. Deze model-schematisatie is onderdeel van de zesde-generatie modellen.

De 2D variant is afgeleid van het 3D hydrodynamische model van het Grevelingenmeer (beschreven in RWS & Deltares, 2021a) en niet afzonderlijk gekalibreerd. De modelinstellingen voor de 2D variant zijn overgenomen van het 3D model. Er zijn een aantal gevoeligheidsanalyses uitgevoerd en er heeft een validatie voor storm en extreme windcondities plaatsgevonden.

Geografische ligging

Het Grevelingenmeer, ook wel de Grevelingen genoemd, is een voormalige zeearm van de Noordzee in de Zuidwestelijke Delta. Het meer ligt tussen de eilanden Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland, op de grens van Zuid-Holland en Zeeland. Aan de westkant is het meer afgesloten van de Noordzee door de Brouwersdam, aan de oostkant van de Oosterschelde en het Volkerak-Zoommeer door de Grevelingendam.

Toepassingen

Deze 2D D-HYDRO modelschematisatie van het Grevelingenmeer is ontwikkeld voor onderstaande toepassingen:

- Verkenning mogelijkheid om meerpeil te corrigeren voor scheefstand (stormopzet)
- Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium (BOI)

De 2D modelschematisatie is niet ontwikkeld voor onderstaande toepassingen en er wordt zodoende een voorbehoud gemaakt ten aanzien van de inzet van de modelschematisatie voor het volgende:

1. Morfologische studies
2. Scheepvaartbegeleiding-doeleinde
3. Inundatieberekeningen
4. Operationeel waterbeheer van sluizen en stuwen
5. Berekening van waterverdelingsstudies

RWS heeft daarom, rekening houdend met het bovenstaande, deze modelschematisatie vrijgegeven voor gebruik binnen de volgende kerntaken bij Rijkswaterstaat:

1. Watermanagement, waaronder de werkzaamheden vanuit WaterManagement Centrum Nederland ten aanzien van waterberichtgeving over waterstanden, overstromingsdreiging, watertekorten (niet vrijgegeven voor berekening van stoftransport, olieverspreiding, oppervlaktestroming).
2. Operationele toepassingen, zijnde het gebruik binnen de operationele systemen van RWS.
3. Beleidsondersteuning en verkenning, waaronder het doorrekenen van klimaatscenario's, scenario's voor waterbeheer zoals aanpassingen aan de waterbalans en/of nutriëntenbalans. Bij toepassingen gericht op situaties buiten het bereik waarvoor het model is vergeleken met metingen, wordt geadviseerd om naar meerdere doelvariabelen te kijken, een voldoende lange inspeelperiode toe te passen, voldoende gevoeligheidsonderzoek te doen en de resultaten met een bandbreedte/betrouwbaarheidsinterval te rapporteren.
4. Nieuwe aanleg projecten, zoals natuurontwikkelingsprojecten, inpoldering, aanleg strekdammen en havens, etc.
5. Beleidsondersteuning en -verkenning, bijvoorbeeld het doorrekenen van klimaatscenario's, bepalen waterstanden voor toetsen en ontwerpen van dijken en aanpassing stuwprogramma's.

Geografische brongegevens

De onderliggende geografische gegevens voor de modelschematisaties van Rijkswaterstaat zijn verzameld in de bijbehorende Baseline-NL databases. Baseline is een speciale ArcGIS database voor hydrodynamische modelontwikkeling bij Rijkswaterstaat. Zie hiervoor de aparte factsheet van Baseline NL (RWS & Deltares, 2021). Er zijn diverse data bronnen gebruikt om deze database te vullen en er is gewerkt conform de Dienstspecificaties Invoer Baseline. De belangrijkste bron voor de boven het wateroppervlak liggende

gegevens (droge areaal) is het Digitaal Topografisch Bestand (DTB)-NAT van RWS-CIV. Voor de gegevens onder het wateroppervlak wordt gebruik gemaakt van lodingen van de Meetdienst van RWS-CIV. De aanwezige vegetatie in het gebied wordt met de ecotopenkaart van RWS-CIV beschreven.

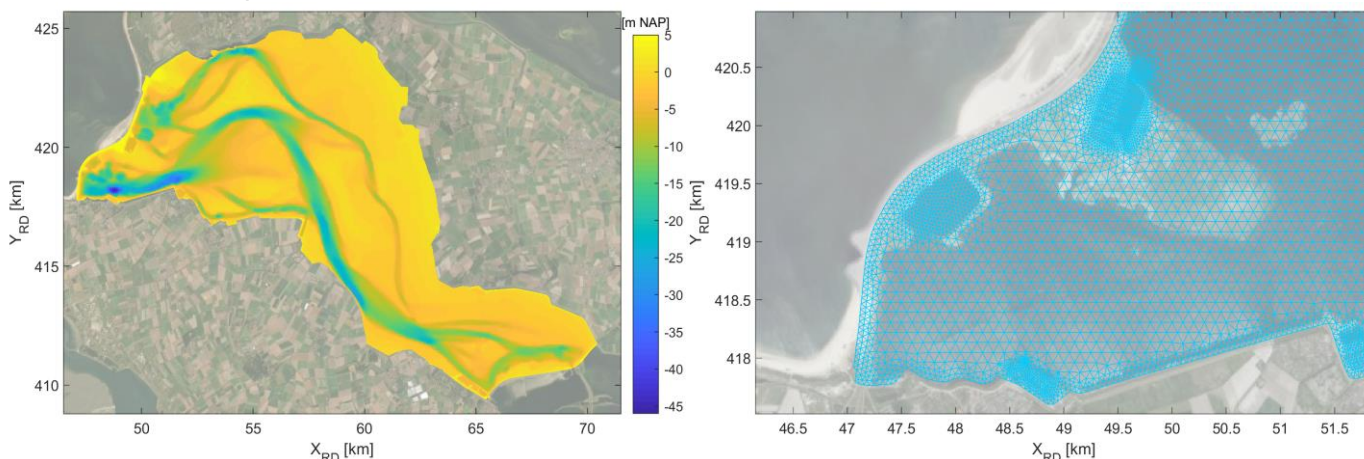
De geografische gegevens in Baseline worden via een automatische procedure geprojecteerd op het rekenrooster van de modelschematisatie. Dit betreft de bodemligging, locaties van uitvoerpunten, lateralen, kunstwerken en debietraaien, lijnelementen, ecotopenkartering en begrenzingen.

Rekenrooster

Het binnengebied van het rekenrooster is gevuld met volledig uniforme driehoekige rekencellen (zie Figuur 1) met een resolutie van 100 m. De rand van het modeldomein bestaat uit driehoekige cellen met een resolutie van 50 m waarbij de modelrand aansluit op de bandijk en op andere D-HYDRO netwerken (zeedeel Rijn-Maasmondingsmodel en de Oosterschelde). Op verzoek van RWS is de resolutie van het rekenrooster bij havens en inhammen fijner gemaakt.

De modelschematisatie is een 2Dh weergave van het systeem en beschrijft de processen diepte-gemiddeld.

Het rekenrooster wordt weergegeven in cartesische Rijksdriehoekskoördinaten en het verticale referentievlak is Normaal Amsterdams Peil (NAP). Het rekenrooster bestaat uit 44.804 bodempunten en 23.109 waterstands-/rekenpunten.



Figuur 1: Links: Modelbathymetrie Grevelingenmeer (m NAP) en rechts: Rekenrooster (netwerk).

Schematisatie-elementen

Schematisatie-elementen zijn elementen die op een vaste positie in het gebied liggen en waarvan de ligging tijdens de berekeningen niet wijzigen. In de D-HYDRO-schematisatie zijn de volgende schematisatie-elementen meegenomen:

Bodemhoogte

De modelbodempligging is weergegeven in het linkerpaneel van Figuur 1. De hoofdgeul heeft een diepte van ca. 15 m, het diepste punt ligt op zo'n 45 m diep.

Overlaten

In het model zijn vele overlaten aanwezig, die automatisch uit Baseline worden afgeleid.

Landgebruik en bodemruwheid

De aanwezige vegetatie in het gebied wordt met de ecotopenkaarten van RWS-CIV beschreven. Deze zijn opgenomen in de Baseline-schematisatie. De bodemruwheid van het deel dat onder het wateroppervlak ligt wordt met de Manning-coëfficiënten berekend. Hiervoor is een kalibratie-polygoon gebruikt.

Kunstwerken

Het model bevat geen zogenoemde *general structures*, de kunstwerken worden als lozingen- en onttrekkingen gemodelleerd (zie ook kopje *Lozingen en onttrekkingen*).

Modelgrenzen

De gesloten modelranden worden gevormd door bandijken.

Modelkarakteristieken - hydrodynamica

Open randen

Het model bevat geen open randen.

Laterale lozingen en onttrekkingen:

De volgende laterale lozingen en onttrekkingen zijn in het model opgenomen

- Brouwerssluis (in de stormperiode december 2013)

Randvoorwaarden

De randvoorwaarden voor stormperiode 2002 en stormperiode 2013 waren reeds beschikbaar uit voorgaande modelstudies (Groenenboom et al. (2016) en Minns et al. (2015)). Voor de verificatie van de stormopzet is een korte simulatieperiode gekozen op basis van het criterium dat peilfluctuaties ten gevolge van het peilbeheer daarin beperkt zijn (deze zouden niet goed door het model berekend kunnen worden door het gebruik van een maandgemiddelde waterbalans) én dat er een duidelijk signaal waarneembaar is in de waterstand ten gevolge van de windforcering. Er zijn geen volumebalansen opgesteld.

Debietten door de Brouwerssluis zijn wel in de simulatieperiode voor december 2013 opgenomen, niet voor oktober 2002. Er is geen neerslag en verdamping opgenomen.

Meteo

Voor de meteoaansturing met wind worden 10-minuut waarden van windsnelheid en -richting van meetstation Stavenisse gebruikt. Deze aansturing wordt uniform over het modeloppervlak toegepast. Er is bij de kalibratie van het model (dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4) gebruik gemaakt van wind drag formulering (Smith & Banke) en bijbehorende coëfficiënten ($6,3E-4$ bij 0 m/s) en $7,23E-3$ bij 100 m/s) en luchtdichtheid ($1,205 \text{ kg/m}^3$).

Ten behoeve van gebruik binnen BOI2023 en uniformiteit tussen D-HYDRO-modellen van de meren zijn de meteoparameters aangepast: wind drag formulering (Smith & Banke) en bijbehorende coëfficiënten ($1,4E-3$ bij 7,8 m/s) en ($2,75E-3$ bij 30,85 m/s) en luchtdichtheid ($1,2265 \text{ kg/m}^3$).

Zout en temperatuur

Niet van toepassing.

Kunstwerken (sturing)

Niet van toepassing

Overige fysica

Niet van toepassing

Numerieke instellingen

De modelopzet van het zesde-generatie Rijkswaterstaatmodel van de Grevelingen is gebaseerd op de generieke technische en functionele specificaties zoals beschreven in Minns et al. (2020). Op de achtergrondwaarde van de verticale eddy diffusiviteit na (gebruikt om de verticale menging af te regelen), worden de standaardinstellingen voor D-HYDRO-modellen gebruikt.

Kalibratie hydrodynamica

Methodiek

Waterstandsrepresentatie en verhang

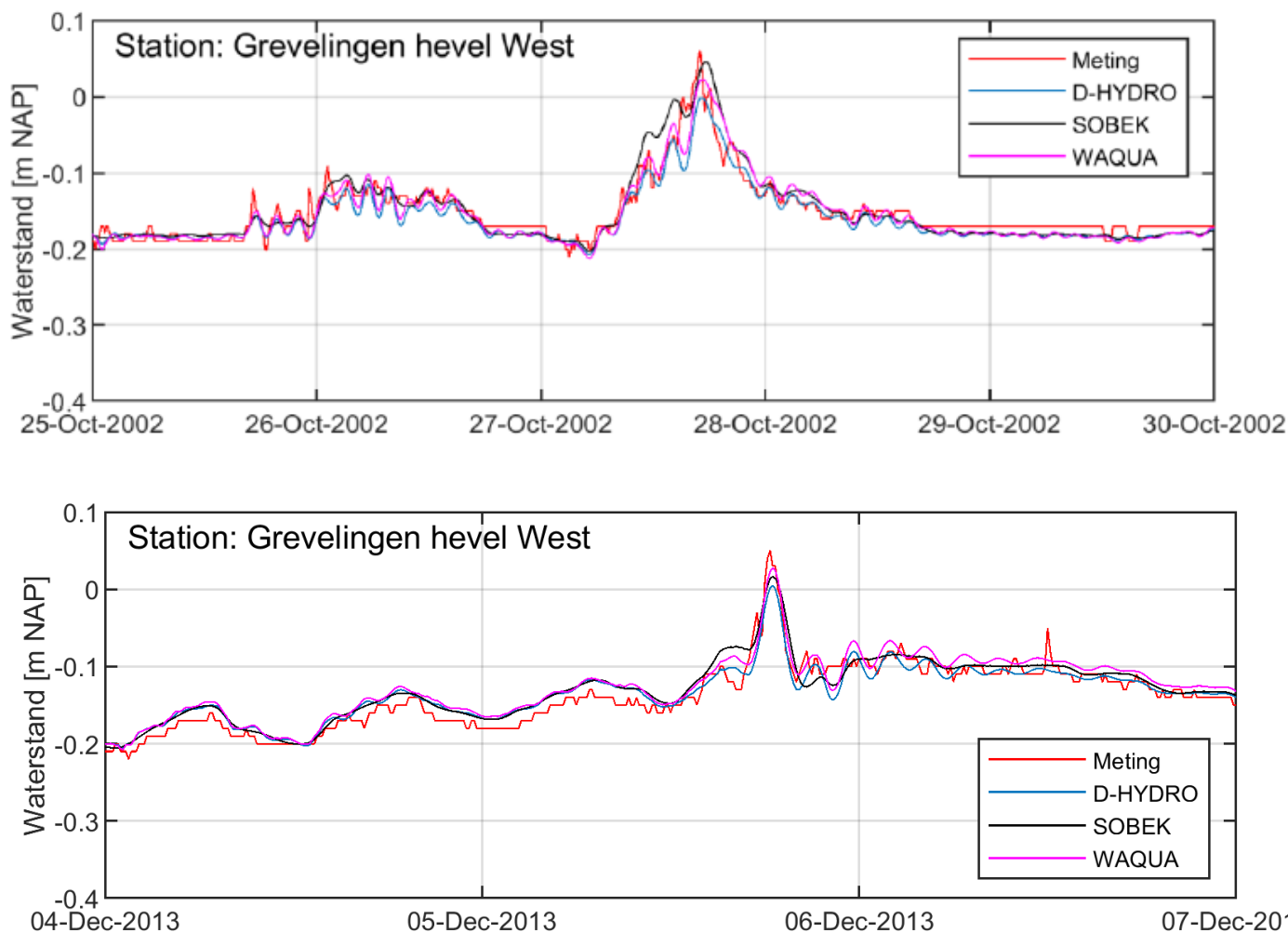
Voor dit model is tevens een gevoeligheidsonderzoek gedaan naar het effect van het gebruik van verschillende windstations, windforceringen en andere instellingen op de berekende stormopzet. Hierbij zijn twee stormperiodes in oktober 2002 en december 2013 (Sinterklaasstorm) gebruikt. Deze berekeningen zijn gedaan een diepte-gemiddelde versie van het model waarbij transport van saliniteit en temperatuur niet berekend wordt.

Resultaten

Waterstandsrepresentatie en verhang

De verificatie van de stormopzet (oktober 2002 en december 2013) heeft aangetoond dat meetgegevens van station Stavenisse tot de beste reproductie van de stormopzet leidt bij het doen van hindcasts. Het gevoeligheidsonderzoek heeft aangetoond dat de berekende stormopzet vooral beïnvloed wordt door de keuze van meetstation en de winddrag-coëfficiënten. Een eventuele verbetering van de piekwaterstanden zou bereikt kunnen worden door de Cd-coëfficiënten aan te passen (waarmee dan wordt afgeweken van de standaardinstellingen voor D-HYDRO-modellen).

Figuur 2 toont het waterstandverloop tijdens de stormen van oktober 2002 en december 2013 (Sinterklaasstorm) ter plaatse van Grevelingen hevel West (met *j19_6-w4*).



Figuur 2: Waterstandverloop tijdens de stormen van oktober 2002 en december 2013 (Sinterklaasstorm) voor Grevelingen hevel West (rood: meting, blauw: 2Dh D-HYDRO, zwart: SOBEK en magenta: WAQUA) met *dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4*.

Aangezien de kalibratie van de winddrag-coëfficiënten afhankelijk is van het toegepaste station en het resterende verschil in piekwaterstand enkele centimeters is, is besloten om deze waarden niet aan te passen en gebruik te maken van de standaardinstellingen voor D-HYDRO-modellen. Voor toepassing binnen BOI is uiteindelijk wel besloten om de windparameters aan te passen (modelschematisatie *j19_6-v2a* en *hr2023_6-v1a*).

Validatie hydrodynamica

Methodiek

Er heeft geen aanvullende validatie plaatsgevonden voor de stormopzet.

Resultaten

Er heeft geen aanvullende validatie plaatsgevonden voor de stormopzet.

Nauwkeurigheid, toepasbaarheid en modelonzekerheid

Op basis van de voorgaande figuren kan afgelezen worden dat de stormopzet (opwaaiing/afwaaiing) door het model geproduceerd kan worden met een afwijking van enkele centimeters. Een en ander is ondermeer afhankelijk van het gekozen windstations en windparameters. De resultaten zijn erg vergelijkbaar met eerdere 1D (SOBEK) en 2D (WAQUA) varianten van het model voor het Grevelingenmeer.

Om de geschiktheid van het model voor extreme BOI-achtige condities te testen, is een hoekpuntenanalyse gedaan met vijf extreme scenario's. Hierbij zijn de resultaten ook vergeleken met het 3D D-HYDRO Grevelingen model en met het vijfde generatie WAQUA-model – waarbij de windcoëfficiënten voor de onderlinge vergelijk gelijk zijn getrokken. Uit de resultaten blijkt dat het 3D D-HYDRO-model hogere piekwaterstanden berekend dan de 2D variant. Ook blijkt dat het 3D D-HYDRO-model (blauw) iets dichter bij de resultaten van het WAQUA-model (rood) komt, doordat er een iets grotere opzet berekend wordt in het 3D-model.

Het 2D-model is geschikt om toe te passen voor de modellering van waterstanden en stormopzet in het Grevelingenmeer bij verschillende meerpeilen en windcondities. De keuze van Cd-coëfficiënten en eventueel windforceringsstation is hierbij mede bepalend voor de mate van nauwkeurigheid.

In relatie tot de modelonzekerheid dient opgemerkt te worden dat het model momenteel alleen voor de huidige watersysteemsituatie is doorgerekend met geringe/geen uitwisseling met de omliggende watersystemen. Hierdoor neemt de onzekerheid van resultaten van het model toe op het moment dat scenario's doorgerekend gaan worden waarbij extra uitwisseling tussen deelgebieden aan het model worden toegevoegd, bijvoorbeeld ten gevolge van een doorlaatmiddel of spuidebieten door de Brouwerssluis of de Flakkeese Spuisluis.

Modelgebruik

Wat mag er wel of niet worden gewijzigd in de modelschematisatie:

Gebiedsinformatie: aanpassing aan gebiedsinformatie in principe enkel en alleen aanpassen in de gebiedsschematisatie via Baseline m.b.v. maatregelen en dan een projectie naar invoer voor de modelschematisatie (Dienstspecificaties Invoer Baseline). Voor snelle tests naar mogelijke impact van een aanpassing kan dit ook rechtstreeks via de D-HYDRO GUI.

Rooster: bij officieel gebruik van de modelschematisatie mogen er geen veranderingen aan het rooster worden gedaan. Dit is wel toegestaan in het kader van onderzoeksvragen.

Randvoorwaarden: Deze kunnen (en moeten) worden aangepast naar de gewenste situatie (dit geldt o.a. voor open randen, lateralen en meteo-informatie). Hiervoor zijn een aantal standaard randvoorwaarden sets beschikbaar bij het model. *Randvoorwaarden afkomstig van derden (o.a. KNMI, ECMWF) kunnen niet zondermeer worden uitgeleverd.*

Uitvoerlocaties: er kunnen indien gewenst uitvoerlocaties (afvoerraaian en/of uitvoerpunten) worden toegevoegd. Ten alle tijden dienen de reeds aanwezige uitvoerlocaties, die nodig zijn voor de correcte werking van het model, behouden te blijven (m.n. voor sturing kunstwerken en afvoerraaian voor werking kalibratiefactoren).

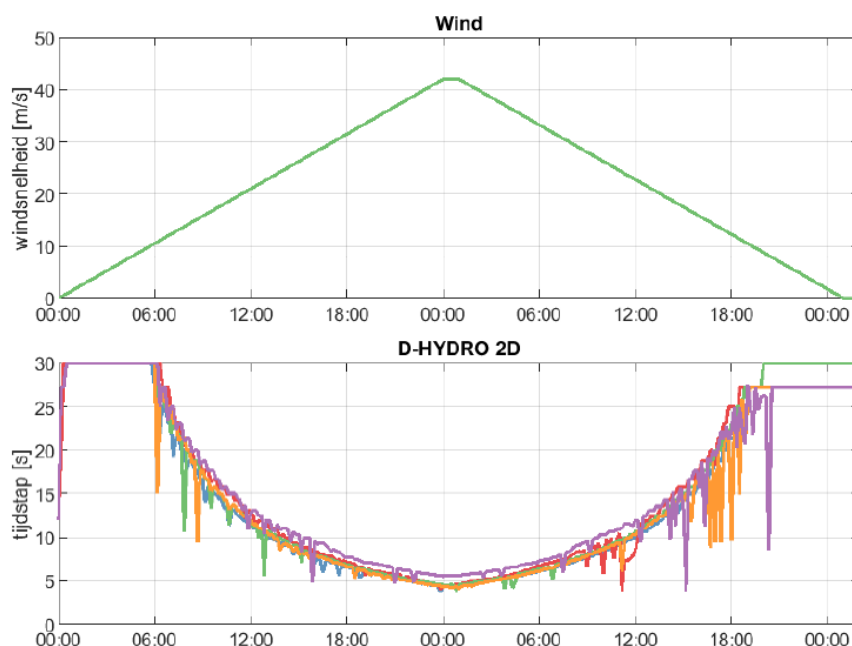
Numerieke instellingen: bij officieel gebruik van de modelschematisatie mogen er geen veranderingen aan de numerieke instellingen worden gedaan. Dit is wel toegestaan in het kader van onderzoeksvragen.

Te verwachten rekentijden

De simulaties zijn uitgevoerd op het h6 Linux-cluster van Deltares. Elke node bevat één Intel quad-core e3-1276 v3 processor, dat wil zeggen 4 cores per node met 3,6 GHz per core. In deze studie is telkens parallel gerekend op 8 partities (2 nodes met 4 cores per node). De rekentijden voor de oktober 2002 en december 2013 stormen bedragen respectievelijk 3,4 en 4,4 minuten per simulatiedag.

De rekentijden voor de vijf onderzochte extreme scenario's zijn doorgerekend op het Deltares rekencluster op één (i.p.v. 2) virtuele rekennode (Intel Xeon CPU E5-2667 v3 @ 3.20GHz) gebruik makend van vier rekenkernen. Voor de vijf scenario's (elk 50 uur per scenario) variëren de rekentijden tussen 2,8 minuten en 3,2 minuten per simulatiedag. Bij toenemende windsnelheden in het model, treden hogere stroomsnelheden

op en zal de gehanteerde rekentijdstep door D-HYDRO worden geknepen – dit resulteert in langere rekentijden.



Figuur 3: Verloop van rekentijdstep per scenario tijdens storm (boven) voor D-HYDRO 2D (onder) met dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4.

Koppelingen en relaties met andere modellen

Om een eventuele koppeling met naastgelegen deelgebieden te kunnen faciliteren, sluit het rekenrooster van D-HYDRO Grevelingen aan op het rooster van de D-HYDRO-modellen van de Rijn-Maasmonding, het Volkerak-Zoommeer en de Oosterschelde.

Praktisch gebruik van het model

Informatie over D-Flow FM software (hydrodynamische module van D-HYDRO) is te vinden via de online User Manual:

https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/D-Flow_FM_User_Manual.pdf

In de huidige modelontwikkeling is gebruik gemaakt van de randvoorwaarden en initiële condities uit voorgaande modelstudies.

De mappenstructuur van het D-HYDRO-model is uitgelijnd met de generieke mappenstructuur voor D-HYDRO-modelschematisaties (de Jong, 2020). Hierdoor is het mogelijk om het model eenvoudig aan te sluiten op de Sommengenerator Watermodellen (SGWM).

Beschikbare versies

Modelschematisatie	Jaar	Software	
		Baseline	D-HYDRO Suite
dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4	2020	6.1.1 (2019)	2020.05
dflowfm2d-grevelingen-j19_6-v2a	2021	6.1.2 (2021)	2021.04
dflowfm2d-grevelingen-hr2023_6-v1a	2021	6.1.2 (2021)	2021.04

De schematisaties zijn weergegeven op volgorde van actualiteit van de gebiedsbeschrijving. De dik gedrukte schematisaties zijn de vigerende versies van het totaalmodel. De 'normaal' gedrukte versies betreffen deelmodellen van het totale systeem. In grijs zijn de schematisaties aangegeven die intussen zijn vervangen door een nieuwere versie.

- o De kolom '**modelschematisatie**' verwijst naar de naam van de modelschematisatie: Hieraan is te zien welke geometrie de schematisatie het beste representeert. De schematisatie van het jaar 20XX wordt het best gerepresenteerd door het jXX model. (zie ook Rijkswaterstaat, 2021a).
- o De kolom '**jaar**' verwijst naar het jaar waarin de modelschematisatie is opgeleverd.
- o De kolom '**software**' verwijst naar de versies waarmee de modelschematisatie is opgebouwd en getest.

Randvoorwaardensets

De volgende randvoorwaardensets zijn beschikbaar voor de zesde-generatie Grevelingen-modellen.

Naam	Type	Beschrijving	Kenmerken	Referentie
Storm oktober 2002	hist	25 oktober 2002 tot 30 oktober 2002	Meteo: Windsnelheid Windrichting	Groenenboom et al. (2021)
Sinterklaasstorm 2013	hist	Storm van 4 tot 8 december 2013	Meteo: Windsnelheid Windrichting	Groenenboom et al. (2021)
Hoekpunten analyse 2021	test	(hoekp21) Ter voorbereiding van BOI-toepassing: 5 condities met wind 42 m/s, verschillende meerpeilen en windrichtingen	Meerpeilen (-0.30, 0 en +0.30 m NAP) Meteo: Windsnelheid, Windrichting	Groenenboom et al. (2021)
HR2023	hr2023	Tijdreeksen van wind (snelheid en richting), zoals gebruikt voor BOI 2023. Meerpeil wordt via MDU opgegeven (-0,30 -0,15 0,00 0,15 0,30 0,45 0,60 0,75).	Meteo: Windsnelheid (9) Windrichting (16)	volgt later

Release notes

Hieronder wordt chronologisch weergegeven welke veranderingen er zijn doorgevoerd tussen de verschillende beschikbare modelschematisaties.

dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4

Deze modelschematisatie is in 2020 ontwikkeld en is gebaseerd op gebiedsschematisatie Baseline-zwd-j19_6-w4.

dflowfm2d-grevelingen-j19_6-v2a

Deze modelschematisatie is gebaseerd op *dflowfm2d-grevelingen-j19_6-w4*, echter is een actualisatie uitgevoerd via *baseline-grevelingen-j19_6-v2* afgeleid uit *Baseline-nl-j19_6-v2*. Verder zijn de windparameters en de luchtdichtheid geuniformeerd naar respectievelijk: (1,4E-3 bij 7,8 m/s) & (2,75E-3 bij 30,85 m/s) en (1,2265 kg/m³). Deze modelschematisatie is het uitgangspunt voor toekomstige 2D-schematisaties voor dit gebied.

dflowfm2d-grevelingen-hr2023_6-v1a

Deze modelschematisatie is gebaseerd op *dflowfm2d-grevelingen-j19_6-v2a*. Hierbij is een maatregel ingemixt met uitvoerlocaties van BOI (Beoordeling en Ontwerpinstrumentarium) van 2023.

Referenties (alfabetisch)

Groenenboom, J., van der Heijden, L., Markus, A.A., Laan, S.C. (2021). *Ontwikkeling zesde-generatie modelschematisatie D-HYDRO Grevelingen Modelbouw, kalibratie en validatie Deltares, rapport 11205259-006-ZKS-0007, definitief, 23 november 2021.*

Groenenboom, J., Verploegh, D. (2016). *5e generatie SOBEK3-model Grevelingen. Deltares, rapport 1230072-007-ZKS-0003.*

de Jong, J. (2020). *Toepassing van D-HYDRO: Mappenstructuur en sommengenerator water modellen (SGWM). Deltares, memo 11205259-002-ZKS-0004. <nog in de maak>.*

Minns, T., A. Spruyt & D. Kerkhoven (2020). *Specificaties zesde-generatie modellen met D-HYDRO - Generieke technische en functionele specificaties. Deltares rapport 11203714-013-ZWS-0001.*

Minns, T., Gaytan Aguilar, S. (2015). *5e generatie WAQUA model Grevelingen; modelverificatie voor stormopzet en afwaaiing. Deltares, rapport 1220073-007-ZKS-0003.*

RWS & Deltares (2021a). *Factsheet D-Flow FM 3D DWAQ Grevelingen, versie 2021-v1.*

RWS & Deltares (2021b). *Factsheet Baseline-NL, versie 2021-v1.*

Spiteri, C., Nolte, A.J. (2010). *Validatie van het 3D model van het Grevelingenmeer voor hydrodynamica, waterkwaliteit en primaire productie. Deltares, rapport 1201650-000-ZKS-0015.*



Deltares

DISCLAIMER:

Bij gebruik van de modelschematisatie met de meest recente software-releases, kunnen de resultaten enigszins afwijken van hetgeen is vastgelegd in de rapportage van de betreffende modelschematisatie. Overige verschillen kunnen veroorzaakt worden door het gebruik van andere hardware.

Hoewel de informatie in dit document met de nodige zorgvuldigheid is samengesteld, aanvaarden RWS en Deltares geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onnauwkeurigheden in deze informatie en ten gevolge van het gebruik van deze informatie.

Deltares en RWS behouden zich het recht voor om de inhoud van dit document te allen tijde zonder nadere aankondiging te wijzigen.