

D-Flow FM 3D Schelde estuarium



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

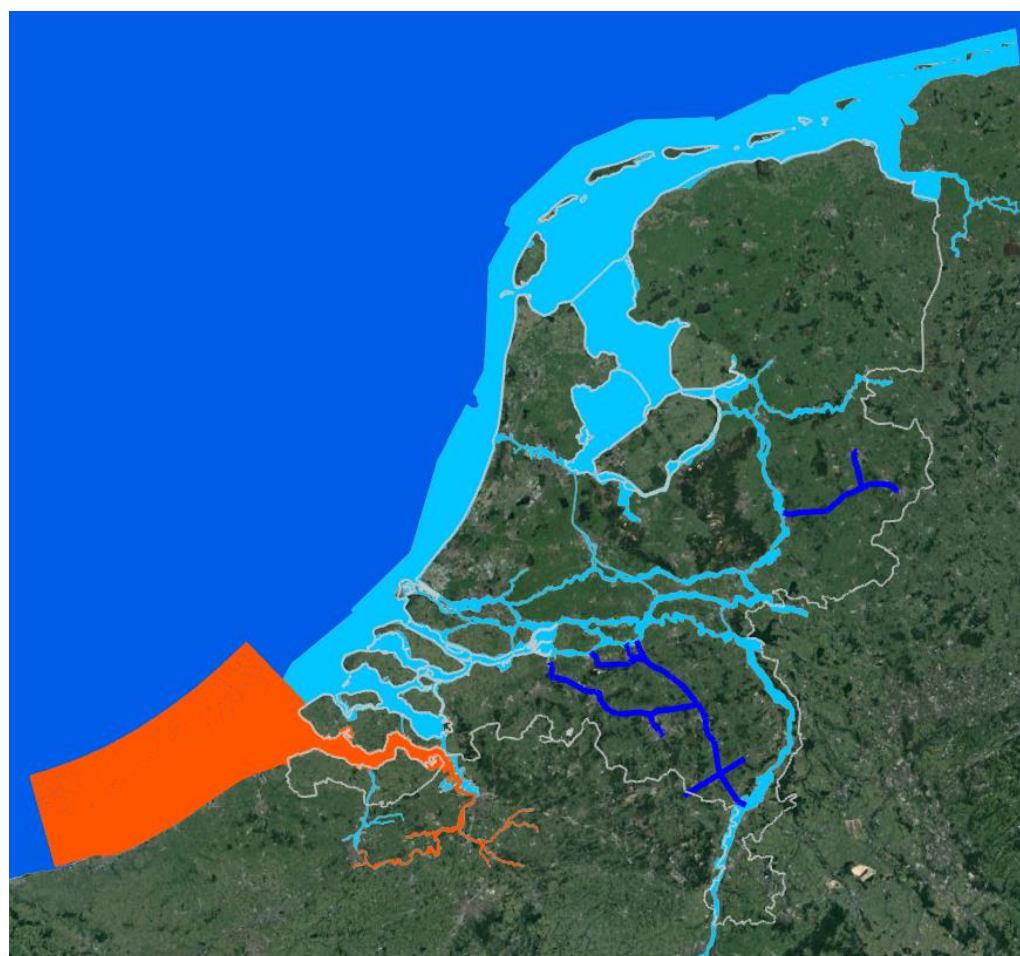
De ontwikkeling van de nieuwe, zesde generatie, modelschematisaties van de door Rijkswaterstaat beheerde watersystemen resulteert in een set schematisaties voor alle Rijkswateren en een aantal aangrenzende gebieden.

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 een bestaande modelschematisatie(s) (model-invoer) en de bijbehorende gebiedsschematisatie(s) voor het betreffende watersysteem.

Elke factsheet start met een algemene inleiding en wordt gevolgd door paragrafen waarin meer details staan over de uitgangspunten en aannames bij de opzet en ontwikkeling van de modellen van Rijkswaterstaat. De algemene inleiding geeft in vier paragrafen informatie over de rol van hydrodynamische modellen bij Rijkswaterstaat, over het gemodelleerde gebied, over de mogelijke toepassingen en over de geografische brongegevens. Deze informatie is vooral bedoeld voor een bredere groep van geïnteresseerden.

Vanaf paragraaf “rekenrooster”, is de factsheet vooral bedoeld voor mensen die beschikken over een modelleerachtergrond. De opvolgende paragrafen bevatten informatie over de beschikbare modellen en de onderliggende uitgangspunten en modelleerkeuzes. Per modelitem wordt dit op hoofdlijnen nader toegelicht. Voor nadere details wordt verwezen naar de modelrapportages onder de paragraaf “Referenties”.

De factsheets zijn conform een uniform template opgezet. Dit met als doel dat de lezer eenvoudig zijn weg kan vinden in de factsheets voor de verschillende gebieden en deze onderling ook kan vergelijken.

Introductie

Rijkswaterstaat maakt ten behoeve van haar kerntaken gebruik van verschillende modelschematisaties van de Rijkswateren en het Hoofdwatersysteem. Deze modelschematisaties worden o.a. ingezet voor de operationele verwachtingen, vergunningverlening, planstudies en het Beoordelings- en Ontwerpinstrumentarium. Modelschematisaties omvatten toepassingen voor waterbeweging, golven, morfologie, waterkwaliteit en ecologie.

In deze factsheet wordt een beschrijving gegeven van het 3D hydrodynamische model van het Schelde estuarium binnen de D-HYDRO Suite. Deze modelschematisatie is onderdeel van de zesde-generatie modellen.

Geografische ligging

De modelschematisatie van het Schelde estuarium loopt van het Zuidwestelijke gedeelte van de Noordzee (tussen Gravelines (Frankrijk) en Domburg en tot circa 40 km zeewaarts), via de Westerschelde tot en met het Vlaamse deel van het Schelde estuarium: de Zeeschelde en haar zijrivieren (Durme, Zenne, Dijle, Grote en Kleine Nete). Het gebied wordt weergegeven in het Rijks-Driehoeks coördinatenstelsel en het verticale referentievlak is het Normaal Amsterdams Peil (NAP).

Toepassingen

Voor ontwikkeling van de 3D hydrodynamische modelschematisatie van het Schelde estuarium is een programma van eisen opgesteld (Tiessen en Vanlede, 2022). De 3D modelschematisatie is ontwikkeld om als een breed basismodel te kunnen dienen voor verschillende toepassingen. Hieronder worden deze beoogde toepassingen genoemd en de *geschiktheid schuingedrukt toegelicht* :

1. Studies naar de hydrodynamische condities:
 - a. Effecten van zeespiegelstijging op hydrodynamica
Het model kan hiervoor worden toegepast.
 - b. Verzilting en zoutindringing
Gezien de overschatting van tijgemiddelde saliniteit in de Westerschelde en Zeeschelde is het model niet geschikt om absolute waarden van verzilting te berekenen. Relatieve effecten van maatregelen in het stroomgebied kunnen naar verwachting wel beoordeeld worden met het model.
 - c. Ecotopenkartering (bijv. droogvalduur, snelheden ondiepe gebieden)
Dit is van tevoren niet te beoordelen omdat het afhangt van de gekozen methodiek voor ecotopenkartering en de benodigde nauwkeurigheid van de daarvoor te berekenen parameters.
2. Basismodel voor stofverspreiding-, zoutindringing- en temperatuurstudies (waarin o.a. gelaagdheid en horizontale en verticale uitwisseling een rol speelt).
 - a. Morfologische studies (waarin o.a. de bodemligging dynamisch varieert)
 - b. Studies naar slibtransport
 - c. Waterkwaliteitsstudies
De geschiktheid van het model hangt af van het interessegebied en de benodigde nauwkeurigheid voor de toepassing. Gebruikers wordt geadviseerd aan de hand van de validatiegegevens opgenomen in de digitale appendix bij de rapportage te beoordelen of de benodigde nauwkeurigheid voor hun toepassing wordt gehaald.

Validatie van stroomsnelheden tegen metingen op vaste en tijdelijke meetlocaties toont aan dat het model goed presteert in de diepere locaties (geulen) maar dat nauwkeurigheid op de ondiepere delen (platen en langs geulen) beperkter is. Vergelijking met gevaren ADCP campagnes bevestigt dit beeld.

3. Onderzoek naar effecten van waterloopkundige aanpassingen in het beheergebied
Het model kan hiervoor worden ingezet zolang de waterloopkundige aanpassingen groot genoeg zijn om met de resolutie van het model beschreven te worden. Indien alleen waterstandseffecten

van de aanpassing beschouwd worden is gebruik van een (nog te ontwikkelen) 2D model efficiënter en consequent met andere beheergebieden.

Deze 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. Scheepvaartbegeleiding (waarin o.a. diepte variërende stroming en dwarsstroming een rol speelt)
Een vergelijking met gevaren ADCP raaien toont aan dat het model de neer rond giertij enigszins reproduceert, maar niet op de juiste locatie en in mindere mate waardoor de dwarsstroming over de vaargeul wordt onderschat in dit model. Voor scheepvaartbegeleiding is het huidige model zodoende niet geschikt.
2. Watermanagement, zijnde o.a. de werkzaamheden vanuit WaterManagement Centrum Nederland ten aanzien van waterberichtgeving over waterstanden, overstromingsdreiging, watertekorten (niet vrijgegeven voor berekening van stoftransport, olieverspreiding, oppervlaktestroming).
3. Operationele toepassingen, zijnde o.a. het gebruik binnen de operationele systemen van RWS.
4. Inundatieberekeningen
5. Vergunningverlening

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

1. Beleidsondersteuning en advies

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. 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 water liggende gegevens op het Nederlands grondgebied is het Digitaal Topografisch Bestand (DTB) van RWS-CIV. Voor de onderwatergegevens wordt gebruik gemaakt van lodingen van de Meetdienst van RWS-CIV in het Nederlandse gedeelte van het domein. De bathymetrie in Vlaamse wateren is door de ontwikkelaars zelf naar het rooster geïnterpoleerd uit beschikbare data. 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 ongestructureerde rekenrooster is zoveel mogelijk uitgelijnd met stroombanen, waar vierhoekige roostercellen de voorkeur hebben boven driehoeken. Het rekenrooster sluit naadloos aan op de rekenroosters van naburige modelschematisaties. De volgende resolutie van het rekenrooster is toegepast:

- Het zeedomein buiten de Westerschelde: circa 650 m x 500 m
- Belgische kust: circa 500 m x 420 m
- Ter hoogte van de ingang Westerschelde: circa 200 m x 200 m
- Western Scheldt: tussen circa 100 m x 70 m en 50 m x 50 m
- In de Zeeschelde tot Schelle: tussen circa 100 m x 45 m en 70 m x 40 m
- In de zijrivieren: tussen 175 m x 35 m en 4 m x 2.5 m

Het rekenrooster bestaat in totaal uit 140.301 cellen en 267.867 flow links. In de verticale richting wordt de waterdiepte onderverdeeld in 14 lagen.

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 bodemhoogte is geprikt uit het bodemhoogtemodel van Baseline op de hoekpunten van de roostercellen. De hoogte op de flow links (gebruikt voor doorstroomoppervlak) is het gemiddelde van de aangrenzende hoekpunten. De hoogte op de waterstandspunten (gebruikt voor de volume berekening) is het minimum van de aangrenzende flow links. In het Vlaamse gedeelte van het domein is de bodemhoogte handmatig geïnterpoleerd op basis van daar beschikbare gegevens.

Overlaten

In het model zijn vele tienduizenden overlaten aanwezig voor de schematisatie van steile gradienten in de bodem. Deze worden automatisch uit de Baseline-schematisatie afgeleid. Ook overloopp dijken zijn als fixed weirs geschematiseerd.

Landgebruik en bodemruwheid

De aanwezige vegetatie in het gebied wordt met de ecotopenkaarten van RWS-CIV beschreven. Deze zijn opgenomen in de Baseline-schematisatie.

In het zomerbed is een initiële Manningwaarde van $0.023 \text{ s/m}^{1/2}$ gebruikt, deze waarde is later gekalibreerd. Ruwheden op de platen zijn gedefinieerd als White-Colebrook ruwheden k , waar de ruwheidswaarde is afgeleid uit ribbelhoogtes die uit satellietbeelden zijn bepaald.

Kunstwerken

In de modelschematisatie zijn geen kunstwerken opgenomen. Hierdoor wordt de werking van Gecontroleerde overstromingsgebieden (GOG) en Gebieden met Gereduceerd Getij (GGG) nog niet correct gesimuleerd. Hiervoor is het nodig lange duikers te implementeren, dit onderzoek hiernaar loopt nog.

Brugpijlers

Brugpijlers worden in de modelschematisatie weergegeven door een lokaal verhoogde weerstand.

Hoogwatervrije gebieden

Hoogwatervrije lijnen en vlakken kunnen worden gebruikt om gebouwen in uiterwaarden te schematiseren, en voor vergunningsvrije gebieden.

Modelgrenzen

De gesloten modelranden worden gevormd door bandijken en hoge gebieden.

Modelkarakteristieken

Open randen

Aan de zeezijde worden waterstanden opgelegd op de open rand. Voor het jaar 2018 zijn randvoorwaarden beschikbaar die zijn afgeleid uit 3D DCSM-FM (j22).

Aan de zeezijde wordt saliniteit opgelegd die constant is in tijd en in diepte, maar variabel in de ruimte. Aan de zuidwestelijke en noordwestelijke open rand wordt een constante waarde van 34 psu opgelegd, terwijl aan de noordoostelijke rand de waarde varieert van 34 psu off-shore tot 32 psu langs de kust.

Bovenstrooms worden gemeten afvoeren opgelegd op zes locaties: Melle/Merelbeke, Dendermonde, Zenne, Dijle, Grote Nete en Kleine Nete. Aanvullend worden afvoeren door de Bathse spuisluis en het kanaal Gent-Terneuzen geschematiseerd als open rand en opgelegd uit metingen.

Laterale lozingen en onttrekkingen

Laterale lozingen en onttrekkingen zijn niet meegenomen in de schematisatie.

Meteo

In het model wordt een ruimtelijk constante windsnelheid opgelegd afkomstig van KNMI meetstation Vlissingen.

Er is geen gebruik gemaakt van luchtdruk, neerslag en verdamping.

Zout en temperatuur

De invloed van zoutindringing op de dichtheid van water worden expliciet meegenomen in het model. Het effect van temperatuur niet, omdat de invloed op waterstanden klein wordt geacht.

Overige fysica

Er is geen rekening gehouden met de interactie met het grondwater (inzijging en indringing).

Numerieke instellingen

- Gebruik is gemaakt van de instellingen zoals vastgesteld in generieke specificaties (Minns et al., 2023).
- Uitzonderingen hier zijn de volgende instellingen:
 - Relativewind=1 om rekening te houden met de invloed van de stroomsnelheid van het water op winddrag.
 - Eps_h=0.05 m, het criterium voor droge/natte cellen.
 - Voor de luchtdichtheid wordt een waarde van 1,2265 kg/m³ gebruikt, in plaats van de standaardwaarde van 1,2 kg/m³,

Kalibratie

Methodiek

Na de ontwikkeling van de initiële modelschematisatie werden onzekerheden in de initiële bodemruwheid verminderd in een kalibratieprocedure. Het model werd gekalibreerd in een meteorologisch rustige periode van 15 juni tot 15 juli 2018. Kalibratiefactoren voor de ruwheid van 16 gebieden, die de zomerbodem van het modeldomein beslaan, werden één voor één geoptimaliseerd, waarbij de talweg in opwaartse richting werd gevolgd. Optimalisatie vond plaats met een kostenfunctie waarin de volgende statistische kentallen zijn meegenomen:

- RMSE van tijdreeksen waterstanden
- RMSE van hoogwaters
- M2 fase en amplitudedefouten
- RMAE van tijdreeksen van stroomsnelheden.

Resultaten

In Tabel 1 is voor de kalibratieperiode de bias en RMSE van de gemodelleerde waterstanden t.o.v. de gemeten waterstanden gegeven. De modelkwaliteit is goed in de kustzone en de Westerschelde en redelijk in de Zeeschelde tot Schoonaarde. De modelkwaliteit in de zijtakken is matig, het model heeft niet de resolutie om de getijvoortplanting in de zijtakken accuraat te representeren.

Tabel 1 : Bias and RMSE

Region	Station	BIAS (m)	RMSE (m)
Kustzone	Dunkerque	0.01	0.05
	Westhinder	-0.04	0.07
	Nieuwpoort	-0.02	0.09
	Oostend harbour	-0.04	0.07
	Blankenberge	0.01	0.05
	Wandelaar	0.06	0.08
	A2	0.03	0.06
	ZeebruggeLeopoldIIIDam	0.00	0.06
	BolvanHeist	0.03	0.06
	ScheurWielingen	0.02	0.06
	Cadzand	0.00	0.07
	VlaktevandeRaai	-0.01	0.05
	Westkapelle	0.01	0.05
	Breskens	0.00	0.06
Schelde	Vlissingen	0.01	0.06
	Borssele	0.01	0.10
	Terneuzen	-0.02	0.07
	OverloopvanHansweert	-0.03	0.07
	Hansweert	-0.04	0.07
	Walsoorden	-0.06	0.09
	Baalhoek	-0.06	0.09
	SchaarvandeNoord	-0.04	0.08
	Bath	-0.02	0.08
	Prosperpolder	0.03	0.08

Region	Station	BIAS (m)	RMSE (m)
	Liefkenshoek	0.01	0.08
	Kallosluis	0.02	0.09
	Antwerpen	0.04	0.12
	Hemiksem	0.05	0.14
	Temse	0.06	0.13
	Driegoten	-0.04	0.14
	Sint-Amands	0.05	0.14
	Dendermonde	0.02	0.14
	Schoonaarde	0.06	0.20
	Uitbergen	0.06	0.20
	WetterenBrug	0.08	0.19
	Melle	-0.08	0.17
Zijtakken	Tielrode	0.04	0.18
	WaasmunsterBrug	0.14	0.74
	Waasmunster	1.05	1.22
	Rumst	0.02	0.14
	Hombreek	0.50	1.01
	Zemst	0.37	0.82
	MechelenBenedensluis	0.96	1.40
	MechelenStuwAfwaarts	0.54	0.98
	Rijmenam	0.09	0.26
	DuffelSluis	0.07	0.38
	LierMolbrug	-0.04	0.31
	Emblem	0.19	0.45
	Kessel	0.23	0.41
	ItegemHullebrug	0.20	0.30

Validatie

Methodiek

Het model is gevalideerd over het hele jaar 2018 en enkele kortere periodes binnen dat jaar gebaseerd op karakteristieke condities, zie Tabel 2.

Tabel 2 Validatieperiodes in het jaar 2018.

Periode	Periode in 2018	Lengte [d]	Eigenschappen
Kalibratie - kalme condities	15 Jun. - 15 Jul.	30	Q _{max} = 33.4 m ³ /s; Surge @Vlis < 15 cm; MaxWind = 11 m/s
Validatie – kalme conditions	8-22 Okt..	14	Q _{max} = 27 m ³ /s; Surge @Vlis < 15 cm; MaxWind = 13 m/s
Validatie – hoge stormopzet periode 1	15-20 Jan.	5	Surge@ Vlis~68 cm. Q _{max} ~172 m ³ /s; MaxWind = 24 m/s
Validatie – hoge stormopzet periode 2	6-11 Dec.	5	Surge@ Vlis~76 cm. Q _{max} ~90 m ³ /s; MaxWind = 17 m/s
Validation – hoge rivierafvoer periode 1	1-7 Jan.	6	Surge_max@Vlis = 58 cm; MaxWind = 30 m/s; Q_max = 379 m ³ /s; Q_begin = 173 m ³ /s; Q_end = 190 m ³ /s
Validation – hoge rivierafvoer periode 2	9-14 Mar.	5	Surge_max@Vlis = 30 cm; MaxWind = 12 m/s; Q_max = 294 m ³ /s; Q_begin = 117 m ³ /s; Q_end = 189 m ³ /s
Validation met gevaren ADCP stromingsmetingen	2018	1 year	
Validation met vaste stations snelheidsmetingen	2018	1 year	
Validation saliniteit	2018	1 year	

Na kalibratie werd een laatste simulatie over het volledige jaar 2018 uitgevoerd voor validatiedoeleinden. Binnen het jaar 2018 zijn verschillende kortere validatieperiodes gedefinieerd op basis van de omstandigheden. De validatie richt zich op waterstanden, stroomsnelheden en zoutgehalte.

Resultaten

Voor de volledige validatieresultaten wordt verwezen naar de rapportage van het 3D model (Vanlede et al. 2024). De belangrijkste conclusies zijn:

- De RMSE van de waterstandtijdreeksen over het jaar 2018 wijst op een robuuste modelprestatie van waterstanden in het kustgedeelte van het domein (gemiddeld 7,8 cm), de Westerschelde (gemiddeld 10,1 cm) en de Zeeschelde (gemiddeld 17,9 cm). Verder stroomopwaarts in de zijrivieren is de modelschematisering te grof voor een nauwkeurige reproductie van waterstanden.
- Harmonische analyse van waterstanden over het jaar 2018 wijst op een nauwkeurige reproductie van de M2-component in de Westerschelde. In de Zeeschelde wordt M2 nauwkeurig gemodelleerd tot aan Temse. Verder stroomopwaarts zien we een toenemende overschatting van amplitudes en een fasefout van M2.
- Het model presteert goed voor de permanente vaste snelheidsmeetstations in termen van RMAE. Het model presteert beter voor de permanente stations dan voor de tijdelijke stations, waarbij het model beter presteert in de diepe stations in vergelijking met de ondiepere waterstations. Een van de redenen voor hogere fouten van het model bij ondiepe stations is het nat/droog worden van die stations, wat mogelijk niet goed wordt vastgelegd door de grovere roosters. Lokale subgrid-topografievariëaties die in het model onvoldoende in resolutie kunnen worden meegenomen, kunnen ook de stroming naar de tijdelijke meetstations beïnvloeden.
- Vergelijking met de gevaren 19 ADCP-campagne toont een redelijke tot goede kwaliteit van de gesimuleerde stroomsnelheid en -richting op verschillende gevaren trajecten in de Westerschelde. De gemodelleerde kwaliteit is slechter voor gevaren trajecten rond de plaat van Ossenissee die gericht waren op het opmeten van de dwarsstroming die daar kan optreden onder specifieke getijcondities. Deze dwarsstroming wordt dus niet altijd correct gesimuleerd.
- Het gemodelleerde zoutgehalte bij het meest stroomafwaartse meetstation van Vlakte van de Raan wordt nauwkeurig gesimuleerd. Het gemodelleerde zoutgehalte in de Westerschelde en Zeeschelde is over het algemeen te hoog, behalve bij het meest stroomopwaartse station Melle. Gevoeligheidssimulaties, met variaties in zowel fysieke als numerieke instellingen, gaven geen richting aan voor significante verbeteringen in de zoutgehaltereproductie. Dit vereist verdere aandacht. De dagelijkse temporele variatie van het zoutgehalte wordt redelijk goed vastgelegd op verschillende locaties.

Nauwkeurigheid en modelonzekerheid

- Door kalibratie van de ruwheden van het zomerbed is de waarde van de voorgedefinieerde kostenfunctie met circa 25 % afgenomen. Deze verbetering kwam voornamelijk door een verbetering van de waterstanden. In de Zeeschelde konden fouten in M2 niet verder worden verkleind aangezien verbetering van M2 amplitude een lagere ruwheid vereist, en verbetering van de M2 fase een hogere ruwheid.
- Validatie van waterstanden wijst erop dat waterstanden voor de beoogde toepassingen voldoende goed worden gerepresenteerd in het kustgebied, de Westerschelde en de Zeeschelde.
- Stroomsnelheden worden over het algemeen goed gerepresenteerd ($RMAE < 0.4$).

De belangrijkste beperkingen die tijdens de validatie naar boven zijn gekomen, en die in detail in de technische rapportage worden besproken zijn:

- De gemodelleerde tijgemiddelde saliniteit in de Westerschelde en Zeeschelde is te hoog, hoewel de overeenkomst in het meest afwaartse station (Vlakte van de Raan) goed is. De getijvariatie van saliniteit wordt dan weer wel goed gereproduceerd.
- Een vergelijking met 19 gevaren ADCP raaien geeft een goede kwaliteit van gemodelleerde stroomsnelheden. De belangrijkste uitzondering zijn de meetcampagnes voor dwarsstroming ter hoogte van de platen van Ossenissee waar de validatie aantoont dat het model de neer rond giertij wel

reproduceert, maar niet op de juiste locatie waardoor de dwarsstroming over de vaargeul wordt onderschat in dit model.

- De modelkwaliteit voor waterstanden is goed in de kustzone en de Westerschelde en redelijk in de Zeeschelde tot Schoonaarde. De modelkwaliteit in de zijtakken is matig, het model heeft niet de resolutie om de getijvoortplanting in de zijtakken accuraat te representeren.

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 (Rijkswaterstaat, 2021b). Voor snelle tests naar mogelijke impact van een aanpassing kan dit ook rechtstreeks via de D-HYDRO GUI (versie voor 2D3D).

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.

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

Het model maakt gebruik van automatische rekentijdstapverkleining op basis van het CFL-criterium. Hierdoor heeft een model een langere rekentijd bij hoge stromingscondities dan bij lage stromingscondities.

De rekentijd van het model voor het doorrekenen van het jaar 2018 bedraagt 4,81 dagen in 96 partities op infrastructuur van Waterbouwkundig Laboratorium Antwerpen (twee nodes die ieder voorzien zijn van 2 x AMD EPYC 7451 24-Core Processors).

Koppelingen en relaties met andere modellen

- Baseline NL (via clipcontouren wordt de deelschematisatie van het Schelde estuarium hieruit aangemaakt).
- Het zeedomein overlapt met D-Flow FM model van de Noordzee.
- De noordelijke zeerand overlapt met D-Flow FM model van de Oosterschelde
- Het modeldomein sluit aan op het 3D D-Flow FM model van Kanaal Gent-Terneuzen, de roosterdefinitie is hierop aangepast om naadloos aan te sluiten.
- Het modeldomein sluit aan op D-Flow FM model van Volkerak-Zoommeer bij de Bathse Spuisluis.

Praktisch gebruik van het model

Het model kan gerund worden via de opgeleverde DIMR-versie (Windows of Linux). Het runnen via de (2D3D) GUI van D-HYDRO is (praktisch) niet mogelijk. Het is wel mogelijk om het model in de 2D3D GUI te openen, maar daar worden nog niet alle functionaliteiten ondersteund.

De jaarsimulatie 2018 wordt gedraaid in twee stappen. Hiervoor dienen de meegeleverde voorbeeldruns in computations/3D/A01 Year 2018 initial en computations/3D/A01 Year 2018:

- Een spin-up van een week voor de waterbeweging. Hierbij blijft het zoutveld constant door gebruik van MDU-keyword **DiagnosticTransport=1**. Verder wordt de waterbeweging op de zeerand geleidelijk opgebouwd door **Tlfsmo = 21600**.
- De simulatie over het jaar 2018 waar het zout in tijd en ruimte variabel is. De simulatie start door een herstart uit de restartfiles van de spin-up run.

Om de uitvoer naar de map-file te beperken maar toch iedere tien minuten uitvoer te genereren tijdens de eerste storm van 2018 (januari) en tijdens gevaren ADCP-campagnes is gebruik gemaakt van een MapOutputTimevector. De gebruiker kan indien gewenst de tijdstippen van uitvoer specificeren in: general/MapOutputTimeVector ADCP storm 2018.mpt.

Er zijn initiële zoutvelden uit metingen afgeleid voor verschillende tijdstippen. Deze zijn beschikbaar in initial_conditions/hist/j2018. Voor afleiding van deze initiële velden wordt verwezen naar Appendix G uit d rapportage (Vanlede et al. 2024).

Beschikbare versies

Modelschematisaties

In de Release Notes is een uitgebreidere toelichting opgenomen van iedere modelschematisatie.

Modelschematisatie	Type	Jaar	Software	
			Baseline	D-HYDRO Suite (DIMR)
dflowfm3d-schelde_nevla-j19_6-v3a	KV	2024	6.3.2.2739	2024.03

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.

- 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).
- De kolom '**type**' model verwijst naar het gebruik van het model: K=kalibratie, V=validatie, A=actueel, B=beno, H=HR
- De kolom '**jaar**' verwijst naar het jaar waarin de modelschematisatie is opgeleverd.
- De kolom '**software**' verwijst naar de versies waarmee de modelschematisatie is opgebouwd en getest.

Randvoorwaardensets

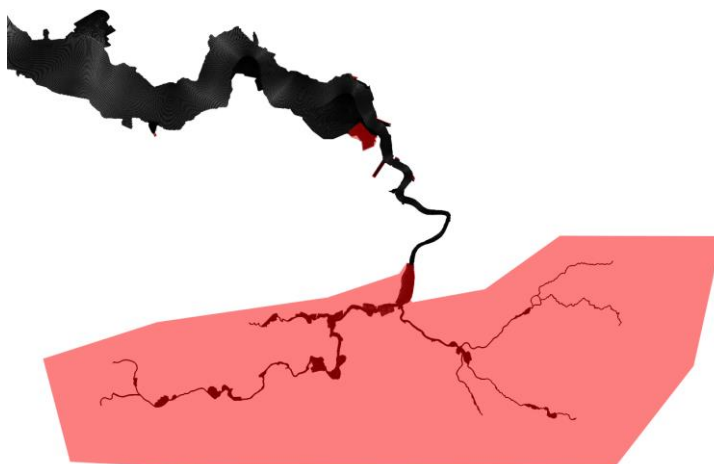
De volgende randvoorwaardensets zijn beschikbaar voor de zesde-generatie Schelde-modellen.

Naam	Type	Beschrijving	Referentie
J18	hist	1 december 2017 tot 1 31 december 2018	Vanlede et al. (2024)

Release notes

dflowfm3d-schelde_nevla-j19_6-v3a (Vanlede et al., 2024)

Deze modelschematisatie is opgezet voor de kalibratie- en validatiesimulaties voor het jaar 2018. Hierbij is gebruik gemaakt van Baseline-schelde_nevla-j19_6-v3. Deze Baseline boom is afgeleid uit Baseline-nl_land-j19_6-v2 en Baseline-nl_zee-j19_6-v2. Verder zijn er een achttal maatregelen ten opzichte van Baseline gebiedsschematisatie j19_v2 toegevoegd. Voor enkele gebieden bovenstrooms van de Westerschelde en voor de Hedwig-Prosperpolder (LIDAR 2018) zijn data rechtstreeks in het 3D D-Flow FM model opgenomen. Zie rode gebieden in onderstaand figuur.



Deze modelschematisatie kan dienen als uitgangspunt voor toekomstige 3D-schematisaties voor dit gebied, waarbij de modelbathymetrie kan worden geüpdatet met de meest recente informatie uit Baseline.

Referenties (alfabetisch)

Deltares (2024). *D-Flow Flexible Mesh. Computational Core and User Interface. User Manual. Version: 2024.03.* In te zien op:

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

Minns, T., Spruyt, A.S. en Kerkhoven, D. (2023). *Specificaties zesde-generatie modellen met D-HYDRO: Generieke technische en functionele specificaties (v1-2023)* Deltares rapport 11208053-012-ZWS-0024 d.d. 22-12-2023.

Rijkswaterstaat (2021a) *Naamgeving conventies modellen Rijkswaterstaat Versie 2.0.* In voorbereiding

Rijkswaterstaat (2021b) *Dienstspecificaties. Deze variant voor Baseline 6 is nog in voorbereiding*

Tiessen, M., & Vanlede, J. (2022). *D-HYDRO Schelde estuarium: Programma van Eisen.* Delft: Deltares and Flanders Hydraulic research.

Vanlede, J., Zijlker, T., Nazarali, M., Van der Kaaij, T., Sumihar, J. (2024): *Development of a sixth generation Scheldt estuary model: Model setup, calibration and validation*, Deltares rapport 11210334-006-ZKS-0001.



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

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.