

D-Flow FM & D-Water Quality 3D Veerse Meer



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 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 op Informatiepunt Leefomgeving:

<https://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 modelleurs, 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 D-Flow FM 3D hydrodynamische model online-gekoppeld aan D-Water Quality (waterkwaliteit) van het Veerse Meer binnen de D-HYDRO Suite. Deze modelschematisaties zijn onderdeel van de zesde generatie modellen.

Geografische ligging

Het Veerse Meer is een voormalige estuariene monding in de Zuidwestelijke Delta. Het meer ligt in de provincie Zeeland ten zuiden van Noord-Beveland en ten noorden van Walcheren en Zuid-Beveland. In het westen wordt het afgesloten van de Noordzee door de Veerse Gatdam (1961) en in het oosten is het afgesloten van de Oosterschelde door de Zandkreekdam (1960). Om de waterkwaliteit binnen het Veerse Meer te verbeteren is in 2004 doorlaatmiddel Katse Heule geopend om te zorgen voor meer wateruitwisseling tussen het Veerse Meer en de Oosterschelde. Bij Veere is het Veerse Meer via sluizen verbonden met het Kanaal door Walcheren.

Het gebied wordt weergegeven in cartesische Rijksdriehoekscoördinaten en het verticale referentievlak is Normaal Amsterdams Peil (NAP).

Toepassingen

De D-Flow FM 3D- en het gecombineerde D-Flow FM & D-Water Quality 3D modelschematisaties van het Veerse Meer zijn ontwikkeld voor onderstaande toepassingen:

- Systeemwerking t.b.v. peilbeheer en gezonde waterkwaliteit. Het 3D hydrodynamische model dient als basis voor het online-gekoppelde 3D waterkwaliteitsmodel van het Veerse Meer. De beschrijving richt zich op de volgende systeemkenmerken:
 - Zout- en temperatuurdynamiek en -stratificatie ten behoeve van grootschalige waterkwaliteitspatronen en -processen (met name zuurstofuitputting onderlaag)
 - Seizoenale patronen van zout en temperatuur, winter- en zomerniveaus
 - Zuurstofconcentratie waterkolom en zuurstofuitputting in relatie tot stratificatie
 - Seizoenale patronen van nutriënten (N, P, Si), winter- en zomerniveaus, doorvertaling naar algenproductie
 - Doorzicht (lichtextinctie) in relatie tot algengroei en de bijdrage van verschillende componenten aan lichtklimaat
 - Seizoenale patronen van chlorofyl (algen), zomerniveau en hoogte van eventuele kortdurende piekwaarden.

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. 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 modelschematisaties (dflowfm3d-veerse_meer-j19_6-v1a & dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v1a) vrijgegeven voor gebruik binnen de volgende kerntaken bij Rijkswaterstaat:

1. Beleidsondersteuning en verkenning, waaronder het doorrekenen van klimaatscenario's, scenario's voor waterbeheer zoals aanpassingen 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.
2. Nieuwe aanleg projecten, zoals natuurontwikkelingsprojecten, inpoldering, aanleg strekdammen en havens, etc.
3. Beleidsondersteuning en -verkenning, waaronder 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 (literatuur [8.]). Er zijn diverse databronnen 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) 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.

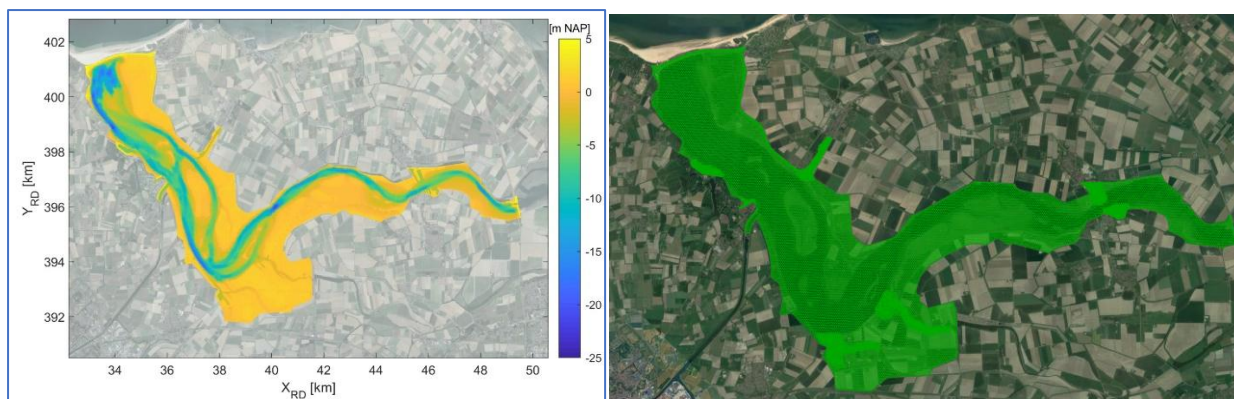
De geografische gegevens in Baseline worden via een automatische procedure geprojecteerd op het rekenrooster van de modelschematisatie. Dit betreft de bodemligging, locaties van uitvoerpunten, lateralen, kunstwerken en debietraaien, lijnelementen, ecotopenkartering en begrenzingen.

Rekenrooster

Het binnengebied van het rekenrooster is gevuld met volledig uniforme driehoekige rekencellen (zie Figuur 1) met een resolutie van 50 m. De rand van het modeldomein bestaat uit driehoekige cellen met een resolutie van minimaal 20 m. De modelrand sluit aan op de bandijk en op andere netwerken (d.w.z. Oosterschelde) van D-Flow FM modelschematisaties.

De modelschematisatie is een 3D weergave van het systeem en beschrijft de processen diepte-afhankelijk. In verticale richting wordt het rekenrooster beschreven door z-lagen. Het hydrodynamisch en waterkwaliteit model van 2011-2012 en 2019-2020 gebruikt 35 lagen met een laagdikte van 0,5 m. Uit een (beperkte) convergentietest blijkt deze laagdikte nodig om het verticale (stratificatie)profiel en met name de zuurstofuitputting onder de spronglaag voldoende goed te reproduceren.

Het rekenrooster bestaat uit 81.327 bodempunten en 30.128 waterstands-/rekenpunten.



Figuur 1 Links: Modelbathymetrie Veerse Meer (m NAP) en rechts: Modeldomein en het rekenrooster van het D-HYDRO Veerse Meer model.

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-Flow FM-modelschematisatie zijn de volgende schematisatie-elementen meegenomen:

Bodemhoogte

De modelbodempligging is weergegeven in het linker paneel van Figuur 1. De hoofdgeul heeft een diepte van circa 10 m. Het diepste punt ligt op zo'n 23 m diep.

Droge punten, dunnen dammen en 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 onderwater ligt wordt met de Manning-coëfficiënt 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*).

Brugpijlers

Het model bevat geen brugpijlers.

Hoogwatervrije gebieden

Het model bevat geen hoogwatervrije gebieden.

Modelgrenzen

De gesloten modelranden worden gevormd door bandijken.

Modelkarakteristieken - hydrodynamica

Open randen

Het Veerse Meer model heeft geen open randen.

Lozingen en onttrekkingen

- Katse Heule (uitwisseling, d.w.z. zoals lozing als onttrekking)
- Sluis Veere, Sluis Jacoba
- Gemalen: Gemalen Oosterland, Muidenweg, Kleverskerke, Jacoba, Adriaan, De Piet, Willem, Wilhelmina, Oranjeplaat, Oostwating en Aalvanger

- Regenval en verdamping
- Afstroming van buitendijkse gebieden
- Sluitterm

Randvoorwaarden

De uitwisseling met de Oosterschelde via doorlaatmiddel Katse Heul en Zandkreeksluis wordt gemodelleerd middels onttrekkingen en lozingen op basis van tijdseries van debiet, saliniteit en temperatuur. Neerslag en verdamping worden via een *lateral discharge* verspreid over het actieve modeldomein opgelegd. Ook de afstroming van buitendijkse gebieden en de sluitfout uit de waterbalans worden op deze manier meegenomen in de modellering. De waterbalansen zijn opgesteld voor de periode 2011-2020 op basis van data aangeleverd door Rijkswaterstaat, Waterschap Scheldestromen en KNMI (literatuur [2.]).

Meteo

Voor de meteoaansturing worden uurswaarden voor de luchttemperatuur, de luchtvochtigheid en de bewolgingsgraad van meetstation Vlissingen gebruikt, afkomstig van het KNMI. Deze aansturing wordt uniform over het modeloppervlak toegepast. Voor het 3D D-Flow FM model van het Veerse Meer zijn dezelfde winddragformulering en -coëfficiënten gebruikt als in de 2Dh kalibratie (Tiessen, et al. 2019). Er wordt gebruik gemaakt van de winddrag formulering van Smith & Banke en de Cd-coëfficiënten zijn 0,0014 (bij een windsnelheid van 7,8 m/s) en 0,0039 (bij een windsnelheid van 50 m/s) met lineaire interpolatie er tussenin. Voor meteorologische forceringen op de temperatuur zijn respectievelijk de convectieve- en verdampingswarmtefluxen (latent) respectievelijk vastgesteld op 0,0013 in overeenstemming met de generieke specificaties van de zesde generatie. De luchtdichtheid is 1.205 kg/m³ en de Secchi-diepte, die de troebelheid van het water vertegenwoordigt, is vastgesteld op 3 m.

Zout en temperatuur

Zout en temperatuur worden in het model gesimuleerd. Alle lozingen en onttrekkingen worden beschreven met tijdseries van debiet, saliniteit en temperatuur. Gegevens van saliniteit en temperatuur zijn afkomstig van Rijkswaterstaat (Katse Heule) en Waterschap Scheldestromen (gemalen, sluis Veere, sluis Jacoba). De ruimtelijk uniforme initiële condities zijn overgenomen uit voorgaande modelstudies.

Kunstwerken (sturing)

Er vindt geen sturing op kunstwerken plaats. Er wordt gebruikt gemaakt van een opgelegde waterbalans (literatuur [2.]).

Overige fysica

Niet van toepassing

Numerieke instellingen

De modelopzet van het zesde-generatie Rijkswaterstaatmodel van de Veerse Meer is gebaseerd op de generieke technische en functionele specificaties zoals beschreven in literatuur [7.]. 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

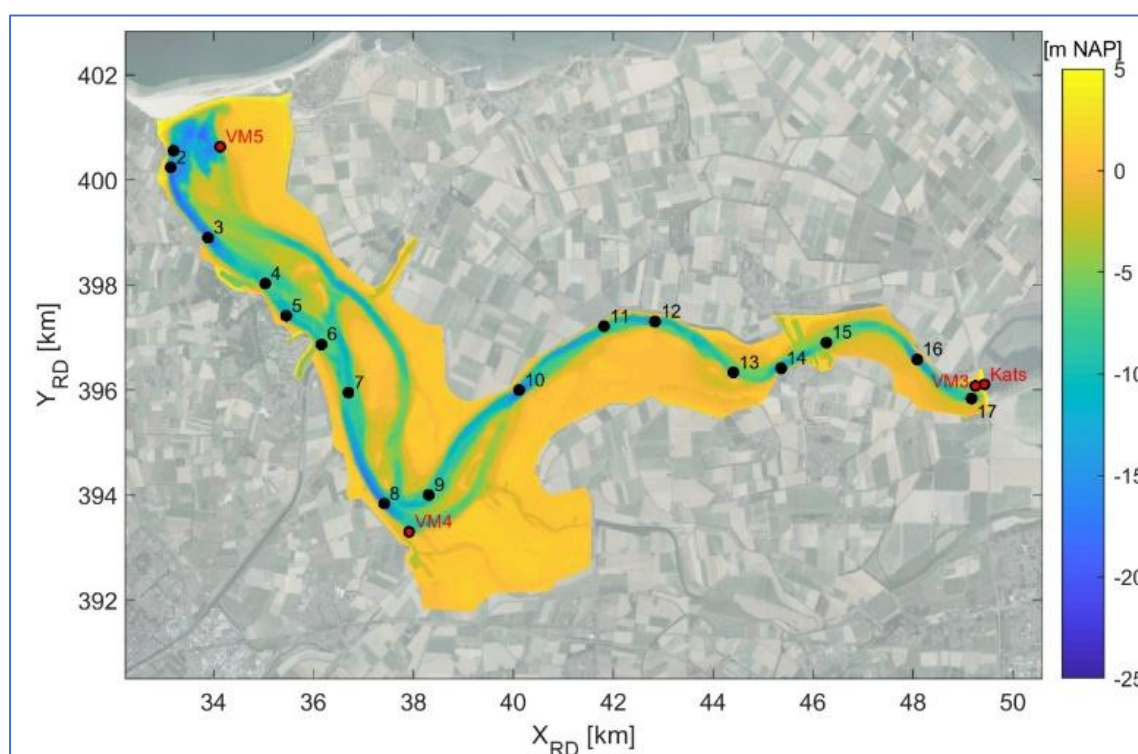
Methodiek

Het 3D D-Flow FM model van het Veerse Meer bouwt voort op de kalibratie van het 2D D-Flow FM model. Het 2D model is gekalibreerd met windstation KATS en er is gekeken naar de waterstandsopzet tijdens storm in 2007 en 2013. De Manning ruwheidscoëfficiënten zijn overgenomen.

Er zijn voor het 3D model waterbalansen opgesteld en er heeft een verificatie plaatsgevonden op 2011-2012 (literatuur 1). Als eerste is de waterbalans afgeregeld op basis van beschikbare debietreeksen en een (zo klein mogelijke) sluitfout zodanig dat de maandgemiddelde waterstand inclusief peilopzet en -aflaat naar zomer- en winterpeil respectievelijk goed wordt gereproduceerd. Het 3D model wordt daarom niet op waterstand gekalibreerd en gevalideerd.

De modelresultaten voor saliniteit en temperatuur zijn vergeleken met tweewekelijkse verticale-profielmetingen (TSO = Temperature, Salinity, Oxygen) en 10-minuten metingen van de vaste meetpalen (Figuur 2).

De kalibratie is afgerond op basis van de resultaten van de D-Water Quality modelschematisatie, waarmee de zuurstofuitputting van de diepe waterlagen is berekend. De vergelijking met de verticale zuurstofprofielen is een maat voor (met name) verticaal transport over de spronglaag.



Figuur 2 Overzicht locaties van meetpalen (VM3, VM4, VM5, rode punten) en TSO-stations (1 t/m 17, zwarte punten).

Resultaten

Verticale laagverdeling

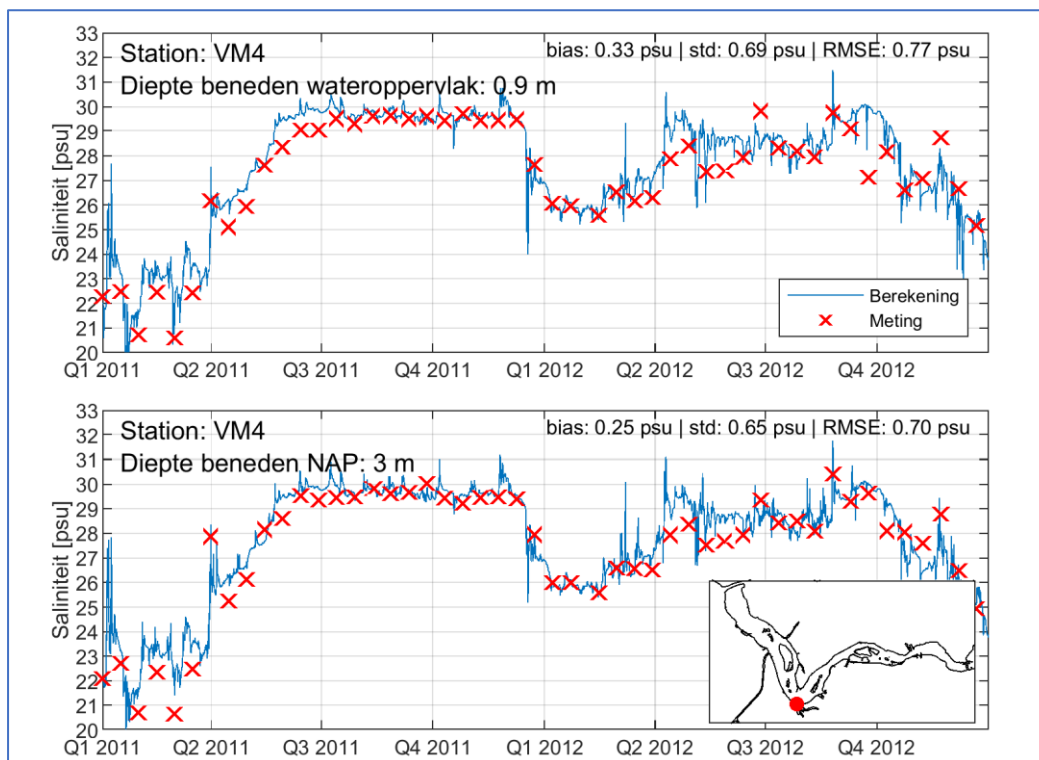
Op basis van de resultaten van de kalibratie van de D-Water Quality schematisatie is geconstateerd dat een laagverdeling van 0,5 meter nodig is om de stratificatie van saliniteit en temperatuur voldoende goed te representeren.

Waterstandsrepresentatie en verhang

Omdat het meerpeil het resultaat is van een opgegeven waterbalans, volgt de gemodelleerde waterstand de metingen. Het berekende getijdenbereik is echter enkele centimeters groter dan het gemeten getijdenbereik. Dit impliceert dat de aan het model opgelegde uitwisselingsdebieten, waarin indirect de door het Hydro Meteo Center Zeeland gehanteerde regellimieten zijn opgenomen, bij Katse Heule iets te groot zijn.

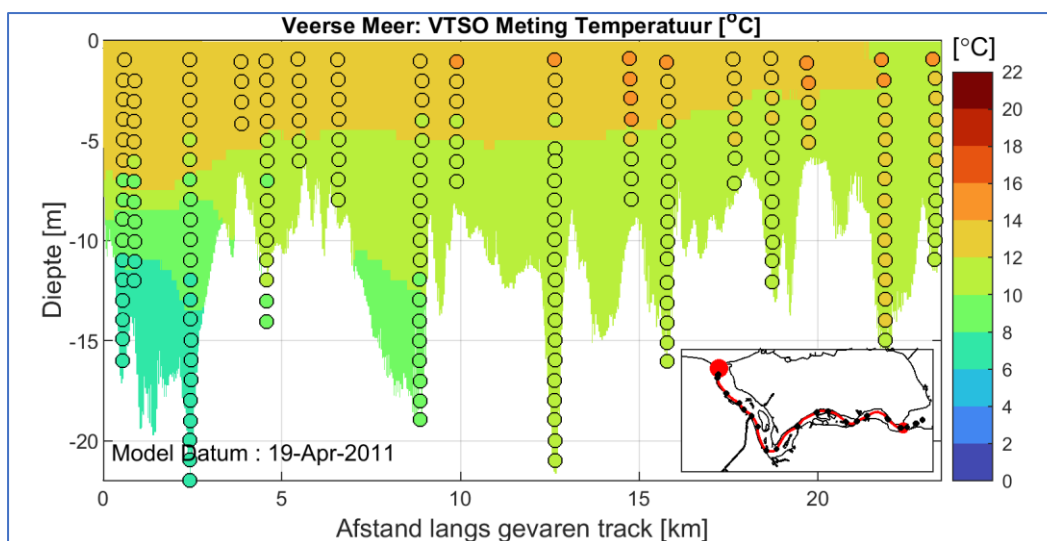
Zoutverspreiding en zout- of temperatuurstratificatie

Uit een vergelijking van de TSO-metingen met het model blijkt dat de horizontale zoutgradiënt in het Veerse Meer over het algemeen goed gereproduceerd wordt (Figuur 3 als voorbeeld). Dit houdt in dat horizontale transportpatronen in het Veerse Meer correct worden gereproduceerd door het 3D-model. Bovendien impliceert dit dat het aan de lozingen toegewezen zoutgehalte correct is.



Figuur 3 Saliniteit: Gemeten tegen Berekende Saliniteit; Locatie Veerse Meer 4; Periode 2011 – 2012

De seizoensvariatie in temperatuur wordt ook nauwkeurig weergegeven. Zowel metingen als berekeningen geven aan dat er geen ruimtelijke gradiënten in het meer zijn. De temperatuurstratificatie wordt eveneens goed gereproduceerd (Figuur 4 als voorbeeld).



Figuur 4: Temperatuur, TSO metingen Veerse Meer; Meting (bolletjes) tegen berekening 19 April 2011

Validatie

Methodiek

De validatie is uitgevoerd voor de periode 2019-2020 (literatuur 3). De validatie is uitgevoerd door de vergelijking van modelresultaten met horizontale en verticale (stratificatie) gradiënten van zout en temperatuur.

Resultaten

De validatieresultaten zijn vergelijkbaar met de kalibratieresultaten en worden niet getoond in dit factsheet. Hiervoor wordt verwezen naar literatuur [4.].

Modelkarakteristieken - waterkwaliteit

Instellingen

- Voor de opzet van het waterkwaliteitsmodel is gebruik gemaakt van waterkwaliteitsprocessen en -parameters uit het D-Flow FM& D-Water Quality 3D modelschematisatie van de Grevelingen (dflowfm3d_dwaq-grevelingen-j19_6-w4). Hier is voor gekozen, omdat beide meren qua laag-dynamisch gedrag sterk op elkaar lijken.
- De waterkwaliteitsparameters wordt berekend door middel van een online koppeling van het hydrodynamische model (in D-Flow FM) met D-Water Quality. In een online koppeling vindt communicatie tussen beide modellen op tijdstapniveau plaats en hydrodynamica en waterkwaliteit parallel worden berekend.
- Met behulp van de algenmodule BLOOM worden de processen met betrekking tot algen berekend. Denk hierbij aan fotosynthese, respiratie, en sterfte/sedimentatie van algen.
- Waterkwaliteitsparameters die worden berekend door dit model zijn: zuurstof, ammonium, nitraat, fosfaat, silicium, organisch opgeloste stoffen verdeeld voor koolstof, stikstof, fosfaat en silicium, stofdeeltjes van koolstof, stikstof, fosfaat en silicium, en verschillende algensoorten zoals kiezelwieren, dinoflagellaten, groenwieren, en Phaeocystis.
- Anorganisch zwevend stof is niet als toestandsvariabele opgenomen, maar wordt als constante opgegeven.

Lozingen

Concentratie van de waterkwaliteitsparameters zijn bepaald aan de hand van gegevens zijn afkomstig van RWS en de Waterschap Scheldestromen (literatuur [2.]).

Initiële condities en inspeelperiode

Het model is gedraaid voor twee jaar (2011 en 2012) om een conditie te produceren met realistische concentraties van stoffen, zowel in de waterkolom als in het sediment. Dit initiële conditiebestand werd vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor alle kalibratiesimulaties.

Kalibratie

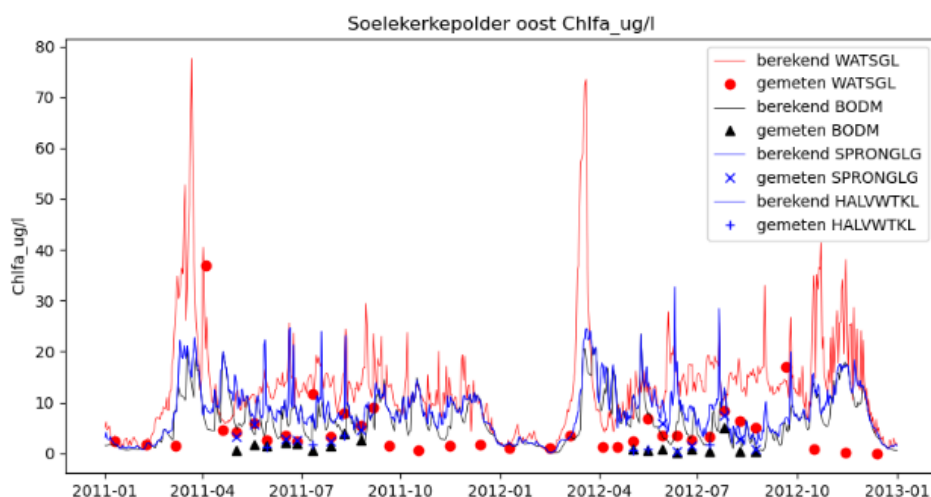
Methodiek

Voor de kalibratie 2011-2012 zijn de modelresultaten vergeleken met MWTL meetgegevens (Soelekerkepolder Oost) en met verticale TSO profielen van de zuurstofconcentratie. Als eerste is getoetst op seizoenspatronen van nutriëntenconcentraties, doorzicht (d.w.z. lichtbeperking voor primaire productie) en chlorofyl-a. Daarna zijn ruimtelijke en temporele patronen, evenals de mate van zuurstofuitputting, vergeleken in TSO-diepteprofielen. Tijdens de kalibratie is onderzocht of andere parameters voor lichtextinctie en voor graasdruk (gemodelleerd als verhoogde valsnelheid van organisch materiaal en algen) tot een beter modelresultaat leiden. Omdat dit niet het geval is, zijn de modelparameters niet aangepast.

Resultaten

Nutriënten en chlorofyl-a

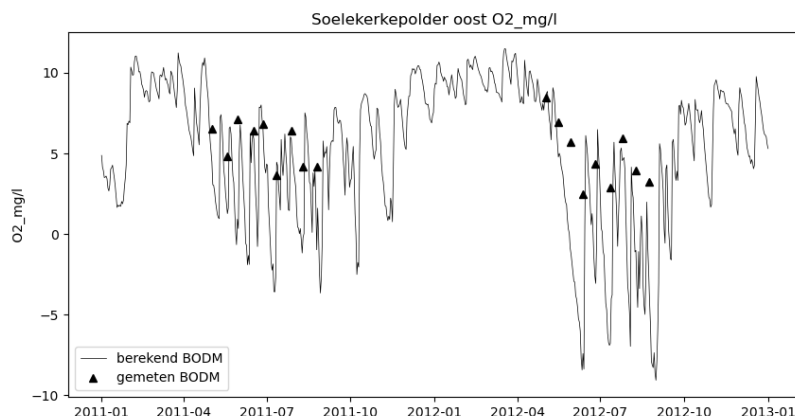
Het model toont over het algemeen een goede reproductie van chlorofyl-a-concentraties in de winter, maar enigszins te hoge concentraties tijdens de zomermaanden (Figuur 5). Dit is het meest uitgesproken in de buurt van het wateroppervlak, waar chlorofyl-a over het algemeen hoger is vanwege een hogere lichtbeschikbaarheid en minder uitgesproken dieper in de waterkolom. De winterconcentraties van nitraat en ammonium zijn in overeenstemming met de waargenomen waarden en het algemene seizoenspatroon in nutriëntenconcentraties (hoog in de winter en laag, soms nul, in de zomer) wordt goed voorspeld. Een vergelijkbaar patroon is waargenomen voor fosfaat en silica.



Figuur 5 Gemodelleerde chlorofyl-a-concentratie vergeleken met waarnemingen – nabij het wateroppervlak (WATSGL), nabij de bodem (BODM) en op middeldiepte (SPRONGLG & HALVWTKL)

Zuurstof

Gemodelleerde opgeloste zuurstofconcentraties aan het wateroppervlak zijn bijna altijd op of boven de verzadiging, wat over het algemeen overeenkomt met de metingen. In de zomermaanden wordt soms de zuurstofverzadiging soms overschat in het model. De gradiënt over de verticaal die in de waarnemingen wordt gezien, wordt door het model gereproduceerd (Figuur 6 als voorbeeld), evenals het seizoensgebonden patroon van lage zuurstofconcentratie tijdens de zomermaanden.



Figuur 6 Gemodelleerde concentratie opgelost zuurstof nabij de bodem (BODM) vergeleken met waarnemingen op locatie Soelekerkepolder Oost. Negatieve concentraties indiceren een zuurstoftekort in de vorm van gereduceerde stoffen zoals sulfides die niet in het model zijn opgenomen.

Validatie

Methodiek

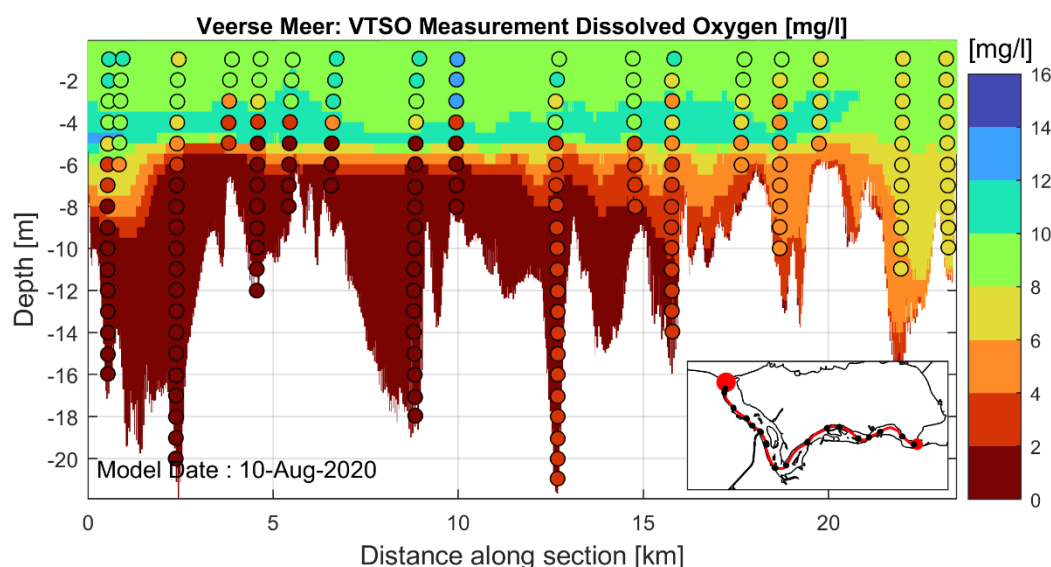
De validatie is uitgevoerd voor de periode 2019-2020. De parameters en instellingen zijn niet gewijzigd.

Resultaten

De validatieresultaten zijn vergelijkbaar met de kalibratieresultaten.

Zuurstof

Figuur 7 toont, als voorbeeld, een dwarsdoorsnede van het Veerse Meer met TSO-metingen en gemodelleerde zuurstofconcentratie in de zomer van 2020. De vergelijking laat zien dat zowel de zuurstofuitputting in de diepe delen als de toename van de uitputting van Katse Heule in het oosten tot aan de Veersegatdam in het westen goed door het model worden gereproduceerd. Dit houdt in dat het verticaal en horizontaal transport, advectioneel en dispersief, en de zuurstofvragende processen (met name de afbraak van organisch materiaal) goed worden gereproduceerd.



Figuur 7 Dwarsdoorsnede-profielen van berekende en gemeten opgeloste zuurstofconcentratie langs TSO-traject van west naar oost op 10 augustus 2020 (gevisualiseerd in de rechterbenedenhoek)

Nauwkeurigheid en modelonzekerheid

Zuurstof

Het model reproduceert adequaat horizontale en verticale gradiënten in opgeloste zuurstof als gevolg van sterke stratificatie tijdens de zomers. In diepere delen van het meer is de sterke gradiënt in opgeloste zuurstofconcentraties zoals gezien in waarnemingen berekend: het model reproduceert zuurstofarme gebeurtenissen tijdens de zomers van 2011, 2019 en 2020.

Nutriënten

Sterke seizoensgebonden patronen in nutriëntenconcentraties zoals waargenomen in metingen worden gereproduceerd door het model. Dit wordt gekenmerkt door hoge nutriëntenconcentraties tijdens de wintermaanden en lage concentraties tijdens de zomermaanden. Het model voorspelt nauwkeurig de stikstofbeperking in de zomer, voorafgegaan door een voorjaarsbloei van algen in het vroege voorjaar. De winterconcentraties voor alle nutriënten komen overeen met de gemeten waarden. Hiermee is de schatting gevalideerd van de belastingen die vanuit de polders en via de grens bij Katse

Heule het model binnenkomen zoals berekend in de water- en nutriëntenbalans. Gemodelleerde zomerconcentraties van PO_4 en SiO_2 zijn lager en variabler dan de waarnemingen. Omdat deze voedingsstoffen de algengroei echter niet beperken, is er geen verdere inspanning geleverd om deze te kalibreren.

Chlorofyl-a

Waargenomen chlorofyl-a-concentraties blijken het hele jaar door relatief constant te blijven, met enkele onmiddellijk hoge waarden tussen april en september. Gemodelleerde zomerconcentraties van chlorofyl-a worden over het algemeen overschat. Dit kan te wijten zijn aan een ontbrekend proces in de werking van het systeem, mogelijk een gebrek aan begrazing door pelagische organismen.

Conclusie

Uit de vergelijking van het datamodel blijkt dat het gecombineerde D-Flow FM en D-Water Quality model voor de jaren 2011-2012 en 2019-2020 over het algemeen goed in staat is om het waargenomen zoutgehalte, temperatuur en zuurstof, chlorofyl en nutriëntenconcentraties te reproduceren.

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 (afvoerradien 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 afvoerradien 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.

Scenario's: Bij het toepassen van het model in simulaties 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.

Te verwachten rekentijden

Voor de jaarsommen waarbij gecombineerd hydrodynamica en waterkwaliteit is doorgerekend, is gebruik gemaakt van de nieuwe h6-c7 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. Bij de online-gekoppelde simulaties is gerekend op 20 partities (5 nodes met 4 cores per node). De rekentijd van het model bedraagt circa 20 minuten per simulatiedag (oftewel circa 5,25 dagen per simulatiejaar).

Koppelingen en relaties met andere modellen

Om een eventuele koppeling met naastgelegen deelgebieden te kunnen faciliteren, sluit het rekenrooster van D-Flow FM Veerse Meer model aan op het rooster van de D-Flow FM-modellen van de Oosterschelde.

Praktisch gebruik van het model

De mappenstructuur van het D-Flow FM 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). Voor de mappenstructuur van het online gekoppelde D-Flow FM& D-Water Quality 3D waterkwaliteitsmodel is een nieuwe, maar zeer vergelijkbare mappenstructuur, opgezet.

Beschikbare versies:

Modelschematisatie	Type	Jaar	Software	
			Baseline	D-HYDRO Suite
dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v1a	K/V	2022/2023	6.1.1 (2019)	2020.05 (v1.6.X)
dflowfm3d-veerse_meer-j19_6-v2a	V	2025	6.3.1 (2024)	2024.03
dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v2a	V	2025	6.3.1 (2024)	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.

Release Notes:

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

dflowfm3d_dwaq-veerse meer-j19_6-v1a

Deze modelschematisatie is in 2021/2022 opgezet en bestaat uit combinatie van voorgenoemde D-Flow FM 3D modelschematisatie welke online gekoppeld is aan 3D D-Water Quality.

dflowfm3d-veerse meer-j19_6-v2a

De modelschematisatie dflowfm3d-veerse_meer-j19_6-v2a is eind 2024/begin 2025 opgezet en is gebaseerd op Baseline-nl-j19_6-v2, modelinvoer van dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v1a en D-HYDRO Suite 2024.03 (Kerkhoven, 2024). Door de overgang van D-HYDRO Suite 2020.05 naar D-HYDRO Suite 2024.03 was het nodig om een aantal keywords aan te passen. Tevens zijn een aantal instellingen voor compacter wegschrijven van data in de nc-files met his- en map-data toegevoegd. Deze modelschematisatie is het uitgangspunt voor toekomstige hydrodynamische 3D-schematisaties voor dit gebied.

dflowfm3d_dwaq-veerse meer-j19_6-v2a

De modelschematisatie dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v2a is in 2024/begin 2025 opgezet en is gebaseerd op Baseline-nl-j19_6-v2, modelinvoer van dflowfm3d_dwaq-veerse_meer-j19_6-v1a en D-HYDRO Suite 2024.03 (Kerkhoven, 2024). Door de overgang van D-HYDRO Suite 2020.05 naar D-HYDRO Suite 2024.03 was het nodig om een aantal keywords aan te passen. Tevens zijn een aantal instellingen voor compacter wegschrijven van data in de nc-files met his- en map-data toegevoegd. Deze modelschematisatie is het uitgangspunt voor toekomstige hydrodynamische 3D-schematisaties voor dit gebied.

Referenties:

- [1.] Deltares. (2021a). Ontwikkeling zesde-generatie modelschematisatie 3D D-HYDRO Veerse Meer: modelbouw en toepassing. Delft: Deltares.
- [2.] Deltares. (2021b). Water- en stoffenbalans Veerse Meer 2011-2020. Delft: Deltares.
- [3.] Deltares. (2021c) Development of sixth generation model schematisation 3D D-Water Quality Veerse Meer: Model set-up and calibration, Delft: Deltares.
- [4.] Deltares. (2023) Development of sixth generation model schematisation 3D D-HYDRO Veerse Meer: Model set-up, calibration and validation D-FLOW and D-Water Quality. Delft: Deltares.
- [5.] Deltares. (2022). D-Water Quality Processes Library Description - Technical Reference Manual. Delft: Deltares.
- [6.] Rijkswaterstaat. (2022). Monitoring. Retrieved from Waterinfo Extra: <https://waterinfoextra.rws.nl/monitoring/>
- [7.] 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.
- [8.] RWS & Deltares (2021b). Factsheet Baseline-NL, versie 2021-v1.
- [9.] Kerkhoven, D. (2025) Release Notes Veerse Meer: j19_6-v1a naar j19_6-v2a Deltares, memo 11210334-002-ZKS-0010.



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.

