

D-Flow FM 2D Overijsselse Vechtdelta



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/



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.

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 voor een breder publiek met informatie over het gemodelleerde gebied, over de mogelijke toepassingen en over de geografische brongegevens. Daarna volgen meer details over de uitgangspunten en aannames bij de opzet en ontwikkeling van de modellen en is vooral bedoeld voor personen die beschikken over een modelleerachtergrond. Per modelitem wordt dit op hoofdlijnen nader toegelicht. Voor nadere details wordt verwezen naar de modelrapportages onder de paragraaf "Referenties".

In deze factsheet wordt een beschrijving gegeven van het *2D hydrodynamische model van de Overijsselse Vechtdelta* binnen de D-HYDRO Suite. Deze modelschematisatie is onderdeel van de zesde generatie modellen. De tekst in deze factsheet geldt voor de meest recent ontwikkelde modellen. Veranderingen ten opzichte van eerdere modellen (binnen de zesde generatie) zijn te vinden in de "Release notes".

Geografische ligging

De modelschematisatie van de Overijsselse Vechtdelta loopt van Emlichheim (net over de grens met Duitsland) tot de Ramspolbrug (tussen het Ketelmeer en het Zwarte Meer). Daarnaast zijn ook het Meppelerdiep (tot aan Meppel) en het Zwolle-IJsselkanaal (tot aan Zwolle en de Spooldersluis) opgenomen. De bandijk vormt de grens van het model. In het Zwarte Water ligt de grens op de kade IJsselmuiden-Ramspol. Het gebied wordt weergegeven in het Rijks-Driehoeks coördinatenstelsel en het verticale referentievlak is ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP).

Toepassingen

De 2D D-HYDRO modelschematisatie van de Overijsselse Vechtdelta is ontwikkeld voor onderstaande toepassingen:

1. Waterloopkundige aanpassingen in het beheergebied
2. Simulatie van dieptegemiddelde waterbeweging en dieptegemiddelde stroming onder verschillende hydrologische omstandigheden

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 (waarin o.a. de bodemligging dynamisch varieert),
2. scheepvaartbegeleiding (waarin o.a. diepte variërende stroming en dwarsstroming een rol speelt),
3. stofverspreiding-, zoutindringing- en temperatuurstudies (waarin o.a. gelaagdheid en horizontale en verticale uitwisseling een rol speelt).
4. Inundatieberekeningen
5. Operationeel waterbeheer van sluizen en stuwen (sturing van sluizen/stuwen op basis van waterstanden / stroming)

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

De actuele (jxx) modelschematisatie:

1. Watermanagement, zijnde o.a. de werkzaamheden vanuit WaterManagement Centrum Nederland ten aanzien van waterberichtgeving over waterstanden, overstromingsdreiging, watertekorten (niet vrijgegeven voor berekening van stoftransport, olieverbreiding, oppervlaktestroming).
2. Operationele toepassingen, zijnde o.a. het gebruik binnen de operationele systemen van RWS.

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 (Rijkswaterstaat & 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 water liggende gegevens is het Digitaal Topografisch Bestand (DTB)-NAT van RWS-CIV. Voor de onderwatergegevens 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 ongestructureerde rekenrooster is zoveel mogelijk uitgelijnd met stroombanen, waar vierhoekige roostercellen de voorkeur hebben boven driehoeken. Alleen in het Zwarte Meer zijn vooral driehoeken gebruikt. Het rekenrooster sluit naadloos aan op de rekenroosters van naburige modelschematisaties. De volgende resolutie van het rekenrooster is toegepast:

- In het zomerbed zijn er 6-12 cellen van minimaal 5 meter breedte. Deze hebben een aspectratio van maximaal 1:4 en zijn in de lengterichting 20 meter langs de Vecht. In een deel van het Zwarte Water zijn de cellen 30-35 meter lang.
- In het winterbed wordt gericht op cellen met een aspect ratio van 1:1. Deze hebben dezelfde resolutie als de lengterichting van het zomerbed: 20 - 25 meter.

De kleine aanpassing van het grid is toegepast rond stuw Vilsteren om de gridgrootte meer uniform te maken en te voorkomen dat de stroomsnelheid te hoog wordt bij hoge afvoer. Het nieuwe grid wordt grid-ym_ijvd_ov_6-2024_6-v2 genoemd. Het rekenrooster bestaat in totaal uit 379.863 cellen en 734.142 stromingskoppelingen, exclusief de buitenkant van de *enclosure* en de cellen binnen de *dry_areas*.

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.

Overlaten

- In het model zijn vele duizenden overlaten aanwezig voor de schematisatie van steile gradienten in de bodem. Deze worden automatisch uit de Baseline-schematisatie 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.
- Het zomerbed van de rivier wordt met de formulering van alluviale ruwheden berekend. Het zomerbed is in trajecten ingedeeld, waarbij de trajectgrenzen gevormd worden door overgangen in de samenstelling van het bodemmateriaal.

Kunstwerken

- De zes stuwen op de Overijsselse Vecht (De Haandrik, Hardenberg, Mariënborg, Junne, Vilsteren en Vechterweerd) zijn gemodelleerd als regelbare structures. Met real-time-control (RTC) wordt de bovenkant van de stuw in de kalibratie- en validatie modellen gestuurd op de bovenstrooms gemeten waterstanden of het gehanteerde streefpeil. In de overige modellen wordt gestuurd op de streefpeilen per stuwpaand.
- De inlaatwerken bij de nevengeulen bij Vilsteren (stuw Plaggenmars) en Junne zijn opgenomen als regelbare structures en worden gestuurd op basis van waterstanden. De situatie bij Nevengeul stuw Mariënborg en rond stuw Hardenberg zijn te gedetailleerd om in het model op te kunnen nemen.
- De inlaten bij Noord- en Zuid-Meene zijn als gate opgenomen in het model en worden gestuurd op basis van waterstanden. De uitlaatconstructies zijn niet opgenomen in het model.
- De Kadoelerkeersluis en de Meppelerdiepsluis worden bij hoge waterstanden gesloten. Gemaal Zedemuden is als pomp opgenomen direct naast de Meppelerdiepsluis. De instelling van de PID-regels voor het gemaal Zedemuden is in de j24-v2a versie herzien vanwege stabiliteitsredenen.
- De duiker onder de Stuwijk bij stuw Mariënborg is niet echt als duiker geschematiseerd maar door de Stuwijk plaatselijk te verwijderen, zodat het water door kan stromen in de nevengeul.
- De Spooldersluis op het Zwolle-IJsselkanaal en de Ramspolkering op de Zwarte Water liggen op de rand van het model en kunnen daarom niet in het model zelf worden opgenomen.
- De Ramspolkering (Ramsdiep, Ramsgeul_n en Ramsgeul_z) is toegevoegd aan het OVD j24-v2a model. Dit verbetert de waterbalans tijdens een windopzet wanneer de keringen gesloten zijn. Ze worden aangestuurd door D-RTC op basis van de waterstand in het Ketelmeer, de stroomrichting en het verval.

Brugpijlers

- Voor het berekenen van de energieverliezen door brugpijlers worden deze geschematiseerd met een lokale weerstand.

Hoogwatervrije gebieden

- Deze zijn nauwelijks aanwezig in het model van de Overijsselse Vechtdelta.

Modelgrenzen

- De gesloten modelranden worden gevormd door bandijken.

Modelkarakteristieken

Open randen

- Bovenrand op de Vechte bij Emlichheim (t.h.v. rivierkm -11). Hier wordt een afvoertijdreeks (uur-waardes) toegepast. Deze afvoertijdreeks is voor de kalibratie- en validatieberekeningen aangeleverd door Waterschap Vechtstromen. Meppel (Galgenkampbrug) en de Zwolse-stadsgrachten zijn ook de bovenste grenzen. Voor de validaties van de 2022 en 2023/2024 wordt Ommen gebruikt als de bovenste grens vanwege de onnauwkeurigheid van de afvoergegevens bij Emlichheim. De meetgegevens van Ommen waren eveneens niet betrouwbaar, maar de afvoertijdreeks is geëxtrapoleerd uit de gegevens van Dalfsen.
- Benedenrand lag voorheen bij de Ramspolkering, maar is vanaf de j24 twee gridcellen westwaarts verplaatst aan de Ketelmeerzijde. De gemeten waterstand van “Ramspolkering Ketelmeerzijde”, die sinds oktober 2022 officieel beschikbaar is, wordt toegepast.
- Voor de standaardsommen is de afvoer vanuit Emlichheim ofwel constant of een klokvormige tijdreeks. Het waterpeil bij de Ramspol is constant alleen voor de stationaire afvoer zonder windsimulaties. De tijdreeks, afgeleid van de interpolatie van WBI 2017 WAQUA-resultaten, wordt toegepast op de andere soorten simulaties (dynamische afvoer en stationaire afvoer met wind).

Laterale lozingen en onttrekkingen

- Op meer dan 40 locaties wordt, buiten de open randen, water onttrokken of toegevoegd aan het watersysteem. De zijriviertjes, beken en kanalen van de Overijsselse Vechtdelta zijn niet fysiek geschematiseerd, maar zijn met behulp van onttrekkingen of zijdelingse toestromingen in het model opgenomen. Voor de verschillende locaties zijn voor de historische periodes metingen beschikbaar, de andere lateralen zijn afgeleid met behulp van de Randvoorwaarden Generator Watermodellen (Tanis, 2020) en worden gebaseerd op een combinatie van (historische) metingen van gemeten lateralen en toepassing van regressierelaties.
- Vier laterale bronpunten (Regge, Ommerkanaal, Meppelerdiep en gemaal Zedemuden) zijn vervangen door bronpolygonen om de rekentijd te verbeteren.
- Er zijn 8 laterale bronlocaties in de standaardsommen (Fujisaki, 2024): Afwateringskanaal, Radewijk, Mariënborg-Vechtkanaal, Regge, Westerveld, Streukelerzijl Galgenrak, Kloosterzijl en Kostverlorenzijl.

Meteo

- De forcering door de wind heeft een belangrijke invloed op het benedenstroomse deel van het Overijsselse Vecht stroomgebied, vooral op het Zwarte Meer en het Zwarte Water. De windopzet binnen het model wordt opgelegd door een ruimtelijk homogeen, maar in de tijd variërend windveld op te leggen o.b.v. Marknesse. Hierbij wordt de potentiële wind, zoals aangeleverd door het KNMI, geconverteerd naar open water wind.
- In het model wordt geen gebruik gemaakt van andere meteorandvoorwaarden (luchtdruk, neerslag, verdamping).

Zout en temperatuur

- De invloed van temperatuur en zoutindringing op de dichtheid van water worden niet meegenomen in het model.

Overige fysica

- Niet van toepassing.

Numerieke instellingen

- Gebruik is gemaakt van de instellingen zoals vastgesteld in generieke specificaties (Minns et al., 2020).

Kalibratie

Methodiek

Het model is vanaf de j24 opnieuw gekalibreerd in het benedenstroomse deel van Ommen op de M1-, M2- en H1-afvoerniveaus. De kalibratieparameters zijn in het bovenstroomse deel van Ommen gelijk gebleven aan de j19 versie. De ruwheid in het zomerbed bestaat uit een achtergrond ruwheid, vermenigvuldigd met een kalibratiefactor. Tijdens een kalibratie op waterstanden bij meetstations is deze kalibratiefactor aangepast tot de bias tussen meting en model is gereduceerd tot maximaal enkele millimeters. Tussen alle meetstations geldt een andere kalibratiefactor, met uitzondering van de stations direct bovenstrooms van de stuwen, resulterend in 15 kalibratietrajecten (7 van de 15 trajecten zijn opnieuw gekalibreerd vanaf de j24). Tussen alle trajecten is een geleidelijke overgang in kalibratiefactor over een afstand van 2 km gehanteerd.

Tabel: Toegepaste afvoerniveaus, afvoer Emlichheim, Dalfsen, toegepaste kalibratieperiodes en validatieperiodes.

Niveau		Afvoer Emlichheim (m ³ /s)	Afvoer Dalfsen (m ³ /s)	Kalibratie (links: VT, rechts: ZW)		Validatie (links: VT, rechts: ZW)	
Laag	L	ca. 0,5	ca. 1,5	-	-	-	-
Midden 1	M1	30 ± 5	60 ± 15	2023/12/04 - 2023/12/06	2024/01/11 - 2024/01/22	2022/02/11 - 2022/02/20	2023/12/04 - 2023/12/10
Midden 2	M2	50 ± 10	100 ± 20	2024/01/24 - 2024/01/28	2023/12/10 - 2023/12/13	2022/02/11 - 2022/02/20	2022/02/17 12:00 - 2022/02/18 12:00
Hoog 1	H1	100 ± 20	200 ± 40	2024/01/03 - 2024/01/06	2022/02/21 - 2022/02/24	2024/01/21 - 2024/01/26	2024/01/03 - 2024/01/07
Hoog 2	H2	200 ± 40	400 ± 40	1998/10/30 - 1998/11/04	-	-	-

Daarnaast is de kalibratiefactor ook afhankelijk gemaakt van de rivierafvoer. Voor ieder kalibratietraject is een representatieve afvoerraai halverwege het traject gedefinieerd. De afvoerafhankelijkheid is bij de kalibratie opgedeeld in vijf afvoerniveaus, zie bovenstaande tabel.

Bij het afvoerniveau 'Laag' is er nauwelijks tot geen verhang op de Overijsselse Vechtdelta. Kalibratie is dan ook niet mogelijk. Er is dan ook alleen een validatie gedaan met een constante afvoer om te controleren of de waterbalans in orde is en de stuwsturing correct werkt.

Voor ieder ander afvoerniveau is een kalibratieperiode gekozen met de juiste afvoer(golf), goede kwaliteit data, en zo recent mogelijk. Voor de meeste afvoeren (M1, M2 en H1) is gekalibreerd op metingen in 2022-2024 en voor zeer hoge afvoeren (H2) is gekalibreerd op het hoogwater 1998. De H2-waarden tussen Ommen en Vechterweerd zijn handmatig aangepast met de afvoergolf van 300 m³/s bij Dalfsen, de zogenoemde H1+-golf. Gezamenlijk vormen deze kalibraties een set van afvoerafhankelijk kalibratiefactoren voor toepassing in de zesde-generatie modellen.

De Vecht en het Zwarte Water zijn afzonderlijk gekalibreerd, omdat het Zwarte Water wordt beïnvloed door de wind en het afvoerpatroon niet noodzakelijkerwijs samenhangt met de waterstand.

Resultaten

In onderstaande tabel is het verschil gegeven tussen model en metingen voor de kalibratieperiodes. Deze samenvatting bevat de (root-mean-square-) gemiddelde bias (gemiddeld verschil) en standaarddeviatie (stdv), deze is gemiddeld (d.m.v. root mean square, RMSE) over alle beschikbare meetstations (dus niet alleen de kalibratiestations). Voor gekalibreerde condities is de bias bij de meeste stations beperkt tot enkele centimeters. Door uitschieters bij enkele stations is het gemiddelde enkele centimeters.

Tabel: Verschil tussen model en meting (in meter) na kalibratie voor de kalibratievensters. Ieder waarde is het (root-mean-square-)gemiddelde over de bias, RMSE en stdv van alle meetstations op de Vecht tussen Ommen en Vechterweerd en het Zwarte Water.

	Kalibratievenster				Zwarte Water			
	Beneden Vecht							
	Periode	Bias	RMSE	stdv	Periode	Bias	RMSE	stdv
M1	dec '23	-0.004	0.013	0.012	jan '24	-0.002	0.011	0.010
M2	jan '24	-0.009	0.037	0.036	dec '23	0.000	0.027	0.027
H1	jan '24	-0.040	0.082	0.060	feb '22	-0.014	0.034	0.032
H1+	dec '23	-0.045	0.072	0.055	-	-		

Validatie

Methodiek

Diverse validaties zijn uitgevoerd om de kwaliteit van de kalibratie te controleren. Hierbij is zowel gekeken hoe het model presteert tijdens perioden (validatievensters) waarin de afvoeren vergelijkbaar waren met de afvoerniveaus van de kalibratie, maar is ook de kwaliteit van het model getoetst tijdens de gehele periode van de randvoorwaarden.

Resultaten

In onderstaande tabellen zijn de uitkomsten van de validatie weergegeven. Wederom is dit de bias, RMSE en stdv over alle stations.

Tabel: Verschil tussen model en meting (in meter) na kalibratie voor de validatievensters en de gehele perioden. Ieder waarde is het RMS-gemiddelde over de statistieken van alle beschikbare meetstations.

	validatievenster				Zwarte Water			
	Vecht							
	Periode	Bias	RMSE	stdv	Periode	Bias	RMSE	stdv
M1	feb '22	0.005	0.071	0.063	dec '23	0.000	0.019	0.018
M2	feb '22	0.156	0.171	0.052	feb '22	0.091	0.094	0.024
H1	jan '24	0.017	0.069	0.048	jan '24	-0.042	0.046	0.014
H2	-	-	-	-	-	-	-	-
2022	jan-feb	0.066	0.144	0.127	-	-0.004	0.046	0.045
2023/2024	dec-jan	0.017	0.090	0.088	-	-0.011	0.039	0.035

Het grote verschil tussen kalibratie en validatie komt voort uit het verschil in retentiecapaciteit in twee verschillende perioden. Het model is voornamelijk hergekalibreerd met de gegevens van 2023/2024, en de helft van de validatie is uitgevoerd met de gegevens van 2022. De meteorologische gegevens laten zien dat het stormseizoen 2021/2022 droog was tot februari 2022, terwijl in het stormseizoen 2023/2024 al in oktober en november hoge afvoergebeurtenissen plaatsvonden. Dit resulteerde in een overschatting van de waterstand bij hetzelfde afvoerpiekniveau in 2022.

Nauwkeurigheid en modelonzekerheid

Het model is gekalibreerd op waterstanden voor een afvoerbereik van circa 30 m³/s tot 200 m³/s bij Emlichheim en 64 m³/s tot 365 m³/s bij Dalfsen. Berekeningen met kleinere of hogere afvoeren zijn als extrapolatie te beschouwen.

Het verloop van de ruwheden langs de rivier en op de meetstations als functie van de afvoer is niet overal zoals verwacht. Dat betekent dat er nog onzekerheden en modelfouten in de zomerbedruwheden gecompenseerd worden.

De recente herkalibratie laat zien dat de nauwkeurigheid van het model in het benedenstroomse deel is verbeterd, vooral bij de M1- en M2-afvoerniveaus. Het waterstandsverloop sluit hier beter aan bij de metingen, waardoor de structurele afwijking kleiner is dan in de vorige versie. Voor het H1-niveau zijn de verschillen grotendeels binnen de orde van enkele centimeters gebracht, terwijl dit in de eerdere versie nog decimeters kon bedragen.

Bij afvoeren waarbij het water in de uiterwaarden treedt tussen de M2- en H1-niveaus, neemt de onzekerheid van het model aanzienlijk toe. Het gemeten waterstandsverloop en de gemodelleerde waarden lopen in deze situaties verder uiteen, omdat de kalibratieparameters lineair worden geïnterpoleerd tussen de afvoerniveaus. Deze overgangsfase, tussen uitsluitend zomerbedafvoer en het net beginnende winterbedafvoer, is daardoor te sterk vereenvoudigd. Hierdoor zijn de resultaten minder betrouwbaar, vooral bij overgangsfasen tussen het hoofdgeulregime en het regime met uiterwaardstroming. Dit geldt met name voor piekafvoeren waarbij de verdeling van het debiet tussen hoofdgeul en uiterwaarden lastig nauwkeurig te beschrijven is.

In het bovenstroomse deel van Ommen zijn de kalibratieparameters ongewijzigd gebleven, waardoor de onzekerheid vergelijkbaar is met de vorige versie.

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 (Fujisaki 2024). *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

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

Op het rekencluster van Deltares heeft een parallelle berekening (het gebied tussen Ommen en Ramspol: 2 maanden van december 2023 tot februari 2024 en 40 dagen van de simulatie van 2022) op 1 node (= 1×4 cores) een gemiddelde rekentijd van respectievelijk 16,8 uur en 11,5 uur.

Koppelingen en relaties met andere modellen

- Baseline NL (via clipcontouren wordt de deelschematisatie van de Overijssels Vechtdelta hieruit aangemaakt).
- Het rooster van de Overijsselse Vechtdelta sluit aan op het rooster van het Rijntakken model bij de Spooldersluis en de kade IJsselmuiden-Ramspolkering.

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.
- Bij het model worden meerdere initiële condities meegeleverd. Er kan gewisseld worden tussen de condities door het aanpassen van de IniFieldFile en de StructuresFile in het mdv-bestand.
- Voor het postprocessen van de bestanden kan gebruikt gemaakt worden van de tool *dfmoutput* (onderdeel van D-HYDRO) voor bijvoorbeeld het samenvoegen van partities en berekenen van HIS-statistieken (zoals max13 en last25).
- Voor verdere toelichting over het gebruik van D-HYDRO, zie de manual (Deltares, 2025)

Beschikbare versies

Modelschematisatie	Type	Jaar	Software	
			Baseline	D-HYDRO Suite
dflowfm2d-ovd-j98_6-v1a	K	2021	6.2.1	2021.04
dflowfm2d-ovd-j07_6-v1a	V	2021	6.2.1	2021.04
dflowfm2d-ovd-j19_6-v2a	K/V	2021	6.2.1	2021.04
dflowfm2d-ovd-j24_6-v1a	A/V	2024	6.3.2	2024.03
dflowfm2d-ovd-j24_6-v2a	K/V	2025	7.0.1.0	2025.01

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 OVD j24-modellen. Er is één validatiemodel met 2022 en 2023/2024 gemaakt (Ommen tot Ramspol) en de standaardsommen zijn voor j24 gemaakt en gebruikt. De standaardsommen zijn geüpdatet ten opzichte van de vorige versie t1, waarbij de benedenrandvoorwaarden zijn aangepast naar de Ketelmeerzijde van de Ramspolkering. Het aantal benedenrandlijnen is verminderd van 3 (Ramsdiep, Ramsgeul_n en Ramsgeul_z) naar 2 (Ramsdiep en Ramsgeul). De S2800- en D2800-afvoer (piekafvoer voor D2800) vanuit Meppel is verhoogd van 117 m³/s naar 124 m³/s. De nieuwe set wordt t2 genoemd.

Naam	Type	Beschrijving	Max. afvoer bij Emlichheim (m³/s)	Referentie
1998okt_1998dec ¹	hist	3 maanden rondom hoogwater 1998	200	Spruyt & Fujisaki (2021)
2007jan_2007feb ¹	hist	storm + hoogwater januari 2007	100	Spruyt & Fujisaki (2021)
2016nov_2017mrt ¹	hist	november 2016 t/m maart 2017	70	Spruyt & Fujisaki (2021)
2017nov_2018mrt ¹	hist	november 2017 t/m maart 2018	100	Spruyt & Fujisaki (2021)
2018nov_2019mrt ¹	hist	november 2018 t/m maart 2019	75	Spruyt & Fujisaki (2021)
S1_5 ¹	test	Lage afvoer (stationair)	1,5	Spruyt & Fujisaki (2021)
GRADE_Q250 ¹	test	1/1006 afvoergolf GRADE Vecht	250	Spruyt & Fujisaki (2021)
Kerstperiode (storm en hoogwater) 2023	hist	december 2023 (Emlichheim tot Ramspol)	180	Fujisaki & Leemeijer (2024)
2022feb	hist	januari – februari 2022 (Dalfsen tot Ramspol)	245 (Dalfsen)	Fujisaki (2025)
Kerstperiode (storm en hoogwater) 2023	hist	december 2023 – januari 2024 (Dalfsen tot Ramspolkering Ketelmeerzijde)	300 (Dalfsen)	Fujisaki (2025)
t2	test	Stationaire lage afvoer: S0200Mn040U00D000, S0200Mn010U00D000, S0200Mn040U22D090, S0200Mn010U22D090	1	Fujisaki (2025)
	test	Stationaire middelhoge afvoer: S0550Mn040U00D000, S0550Mn010U00D000, S0550Mn040U22D315, S0550Mn010U22D315	50	Fujisaki (2025)
	test	Stationaire hoge afvoer: S0800Mn010U00D000, S0800Mn010U22D315, S2000Mn010U00D000, S2000Mn010U22D315	90 & 210	Fujisaki (2025)
	test	Stationaire extreme afvoer: S2500Mn010U00D000, S2500Mn010U32D315, S2800Mn010U00D000, S2800Mn010U32D315	300 & 310	Fujisaki (2025)
	test	Dynamische afvoer: D0800Mn010U00D000, D2000Mn010U00D000, D2800Mn010U00D000	50 & 90 & 310	Fujisaki (2025)

RGWM-regressierelaties

Voor het afleiden van laterale afvoeren met behulp van de Randvoorwaarden Generator Watermodellen (RGWM; Tanis, 2020) zijn de volgende relaties beschikbaar.

Naam	Beschrijving	Referentie
------	--------------	------------

¹ Grijs randvoorwaarden zijn niet meer actueel

rgwm-ovd-j98-v1.yml	Ten behoeve voor het afleiden van historische randvoorwaarden voor 1998	Spruyt & Fujisaki (2021)
rgwm-ovd-j19-v1.yml	Ten behoeve voor het afleiden van operationeel en historische randvoorwaarden	Spruyt & Fujisaki (2021)
rgwm-ovd-j24-v1.yml	Ten behoeve voor het afleiden van operationeel en historische randvoorwaarden	Fujisaki & Leemeijer (2024)
rgwm-ovd-j24-v2.yml	Ten behoeve voor het afleiden van operationeel en historische randvoorwaarden tussen Ommen en Ramspol	Fujisaki (2025)

Release notes

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

dflowfm2d-ovd-j98_6-v1a (Spruyt & Fujisaki, 2021)

Het uitgangspunt voor alle modellen is de Baseline-schematisatie van het jaar 1998. Deze is door RWS-ON en de Waterschappen Drents Overijsselse Delta en Vechtstromen opgebouwd in Baseline 5 en door Deltares samengevoegd en vertaald naar een Baseline-6 schematisatie. Het model bevat voor de Overijsselse Vecht een bodemhoogte gebaseerd op multibeampeiling van 2008. De winterbedruwheden zijn voor het Zwarte Water afkomstig van de ecotopenkartering 2012 (aangepast naar 1998) en de ecotopenkartering van de Vecht van 2017 (met het terugzetten van een aantal locaties naar productiegrasland). De schematisatie j98_6-v1 is op vele fronten verbeterd ten opzichte van j98_5-v3 (correctie van oeverlijnen, secties, breuklijn bij plassen, aanpassen resolutie hoogtepunten enz.). De bovenrand ligt bij Emlichheim. Deze schematisatie is gebruikt voor de kalibratie op HW1998. Bij toepassing wordt geadviseerd enkel gebruik te maken van de kalibratie op HW1998 en niet van de kalibratieniveaus die gekalibreerd zijn op recentere jaren (kalibratieversie 'gekalibreerd' met niveau H1j98 en H2).

De modelschematisatie is specifiek opgezet voor gebruik tijdens kalibratie en validatie van het model en bevat een daarop aangepaste kunstwerksturing en bijbehorende randvoorwaarden. Het gebruikte rooster is grid-ovd-40m_6-v1.

dflowfm2d-ovd-j07_6-v1a (Spruyt & Fujisaki, 2021)

De basis van deze schematisatie is j98_6-v1, waarop alleen de bodem is aangepast naar die van rond 2007. De modelschematisatie is specifiek opgezet voor gebruik tijdens kalibratie en validatie van het model en bevat een daarop aangepaste kunstwerksturing en bijbehorende randvoorwaarden. Het gebruikte rooster is grid-ovd-40m_6-v1.

dflowfm2d-ovd-j19_6-v2a (Spruyt & Fujisaki, 2021)

De j19_6 schematisatie is gebaseerd op j98_6-v1 waarin, via Baseline-maatregelen, verschillende actualisaties zijn opgenomen die de beschikbare veranderingen in het gebied tussen 1998 en 2019 beschrijven. De belangrijkste hiervan zijn een aangepaste ecotopenkartering, zomerbedlodingen uit 2019, actualisatie winterbed o.b.v. AHN3 (voor het gedeelte van de Overijsselse Vecht), aanleg van verschillende nevengeulen en andere rivierverruimende maatregelen. De uiteindelijke schematisatie is afgeleid uit Baseline-nl_land-j19_6-v2. De modelschematisatie bevat, naast een aangepaste kunstwerksturing en bijbehorende randvoorwaarden voor verschillende kalibratie- en validatieperioden, ook een operationele sturing. Daarnaast is het Meppelerdiep toegevoegd (samen met de Meppelerdiepsluis en gemaal Zedemuden) en zijn de inlaatwerken bij Noord- en Zuid-Meene toegevoegd. Het gebruikte rooster is grid-ovd-40m_6-v1.

dflowfm2d-ovd-j24_6-v1a (Fujisaki & Leemeijer, 2024)

Het uitgangspunt voor het model is de Baseline-schematisatie van het jaar 2024 (baseline-ovd-j24_6-v1). De belangrijkste wijzigingen van baseline-ovd-j19_6-v2 naar baseline-ovd-j24_6-v1 zijn (1) de maatregelen van Ruimte voor de Vecht-projecten, (2) de nieuwe zomerbedhoogte, en (3) de nieuwe ecotopenkartering. De relatief kleine wijzigingen omvatten de toevoeging van nieuwe observatiepunten en -lijnen, de correctie van de geometrie van de nevengeul naast de Stuw Vilsteren, de toevoeging van de ontbrekende brugpijlers van de Ramspolbrug, de aanpassing van de *elevation_layers* op de uiterwaarden langs het Zwarte Water, en de update van de *elevation_layers* langs de rivieroever van het Zwolle-IJsselkanaal (Factsheet Baseline-NL v2024-v1). Het rooster (ym_ijvd_ov-j24-v1) is aangepast aan de Ruimte voor de Vecht-projecten, en er zijn

enkele verbeteringen doorgevoerd, zoals de resolutie en de celuitlijning langs het Zwarte Water. De rekentijd is verbeterd door de vervanging van 3 laterale punten door laterale polygonen. De verschilanalyse (j24 vs j19) wordt uitgevoerd met 16 stationaire afvoeren en 3 dynamische afvoergolven. De wind met een windsnelheidsprofiel in de vorm van een trapezium wordt toegepast op 8 van de 16 stationaire afvoergevallen. De windrichting is oost voor de laagste afvoergevallen en de rest heeft een noordwestelijke wind. Het model is voor het traject Dalfsen-Ramspol gevalideerd voor de Kerststorm 2023. Ook de validatieresultaten voor het gehele traject Emlichheim-Dalfsen-Ramspol zijn beschikbaar, maar de kwaliteit van dit gehele model kan niet worden gegarandeerd.

dflowfm2d-ovd-j24_6-v2a (Fujisaki, 2025)

De basis van het model j24-v2a is de Baseline-schematisatie van het jaar 2024 (baseline-ovd-j24_6-v2). Verschillende kleinere maatregelen zijn doorgevoerd, zoals de bathymetrie langs het Meppelerdiep, de nieuwe meetpunten en de bathymetriecorrectie rond stuw Vilsteren. De belangrijkste wijziging betreft echter de herkalibratie van Ommen tot Ramspol en de uitbreiding van de benedenrand naar de Ketelmeerzijde van de Ramspolkering, inclusief de toevoeging van de keringen met D-RTC. De herkalibratie heeft de onderschatte waterstand (20–30 cm) verbeterd op basis van de kerststorm die vorig jaar is geanalyseerd. De implementatie van de Ramspolkering heeft de waterbalans tijdens de windopzet verbeterd en zorgde in de standaardberekeningen voor een waterstandsverschil (max13) van maximaal 80 cm ten opzichte van de vorige versie van het model j24-v1a.

Referenties (alfabetisch)

Deltares (2024). D-Flow Flexible Mesh. Computational Core and User Interface. User Manual. Revision: 79556. In te zien op:

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

Factsheet zesde generatie modelschematisatie Baseline-NL v2024-v1.

Fujisaki, A. (2024). Standaardsommen IJssel-Vechtdelta en Overijsselse Vecht. Deltares rapport 11210333-006-ZWS-0017

Fujisaki, A. & Leemeijer, W. (2024). Actualisatie zesde-generatie Overijsselse Vecht model 2024 - Schematisatie dflowfm2d-ovd-j24_6-v1a. Deltares rapport 11210333-006-ZWS-0008.

Fujisaki, A. (2025). Update van het zesde-generatiemodel Overijsselse Vecht model 2024. Deltares rapport 11211534-008-ZWS-0002.

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

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

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

Rijkswaterstaat & Deltares (2021). Factsheet Baseline-NL v2021-v1.

Spruyt, A. & Fujisaki, A. (2021). Ontwikkeling zesde-generatie model Overijsselse Vechtdelta - Modelbouw, kalibratie en validatie. Deltares rapport 11205258-007-ZWS-0007.

Tanis, H. (2020). Randvoorwaarden Generator Water Modellen (RGWM) 2.2.1. Gebruikershandleiding RGWM.



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.