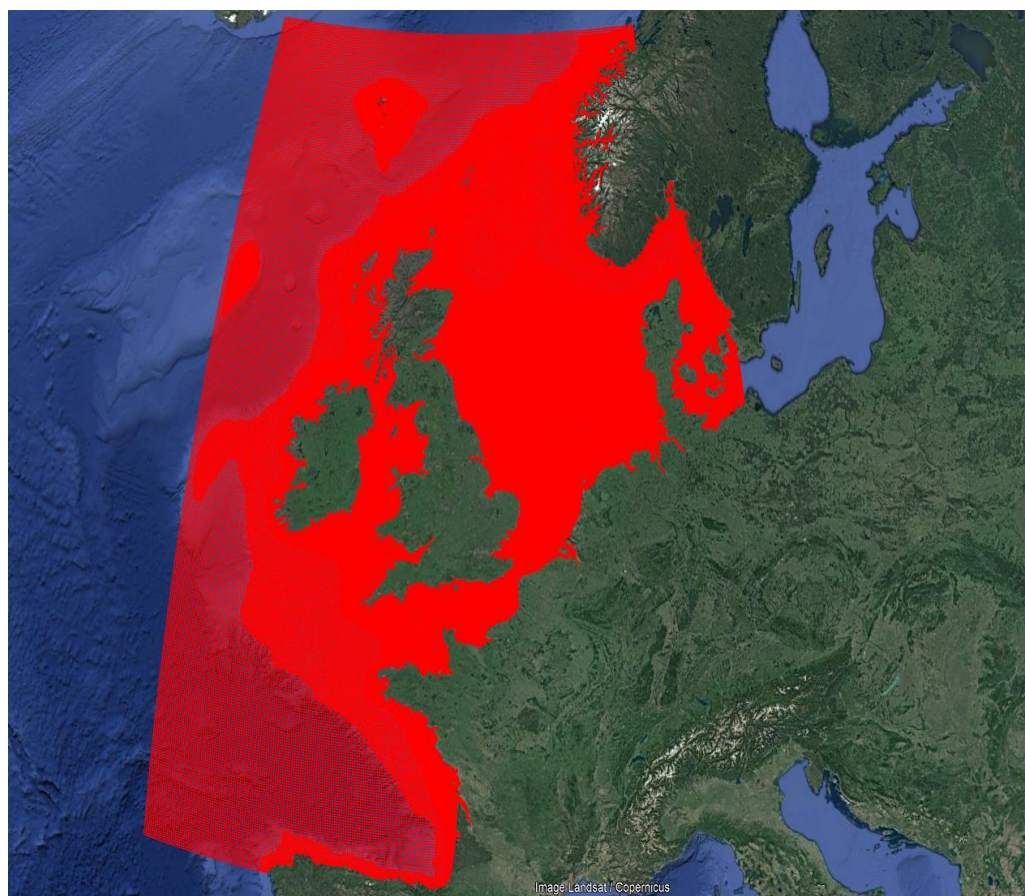


# D-Flow FM 2D Noordzee



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 de Helpdesk Water:

<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/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.

In deze factsheet wordt een beschrijving gegeven van twee versies van het Dutch Continental Shelf Model - Flexible Mesh (DCSM-FM). Deze 2D hydrodynamische D-HYDRO-modellen omvatten de gehele Noordzee inclusief het Nederlands Continentaal Plat. De modelschematisaties zijn onderdeel van de zesde-generatie modellen.

De twee versies van het 2D hydrodynamische DCSM-FM:

- DCSM-FM 0.5nm: Een relatief grove schematisatie met een fijnste resolutie van ongeveer 0,5 nautische mijl (nm; 0,5 nm is grofweg 900 m) langs alle kustgebieden (Zijl et al. (2019)).
- DCSM-FM 100m: Een fijne versie waarbij de zuidelijke Noordzee verder verfijnd is tot een resolutie van ongeveer 100 m in de Nederlandse kustwateren (Zijl et al. (2020)).

Beide versies worden in deze factsheet beschreven.

### Geografische ligging

DCSM-FM omvat het grootste gedeelte van het Noordwest-Europese Continentaal Plat, specifiek het gebied van 15° W tot 13° O en 43° N tot 64° N, inclusief de gehele Noordzee en Waddenzee.

### Toepassingen

Deze modelschematisatie is ontwikkeld voor onderstaande toepassingen:

1. Operationale waterstandsverwachtingen

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,
3. inundatieberekeningen,
4. stofverspreiding-, zoutindringing- en temperatuurstudies.

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

1. Watermanagement,
2. Operationele waterstandverwachtingen.

---

### 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 factsheet van Baseline NL (Rijkswaterstaat & Deltares, 2021). Voor de gebieden buiten de Nederlandse wateren wordt gebruik gemaakt van gegevens uit het internationale European Marine Observation and Data Network (EMODnet, versie oktober 2016). Voor de Nederlandse wateren is de bathymetrie gerefereerd naar NAP, daarbuiten naar Mean Sea Level.

Binnen de Nederlandse kustwateren en delen van de Vlaamse en Duitse wateren zijn het rekenrooster, de droge punten, dunne dammen en de overlaten gebaseerd op gegevens uit de Baseline-NL database.

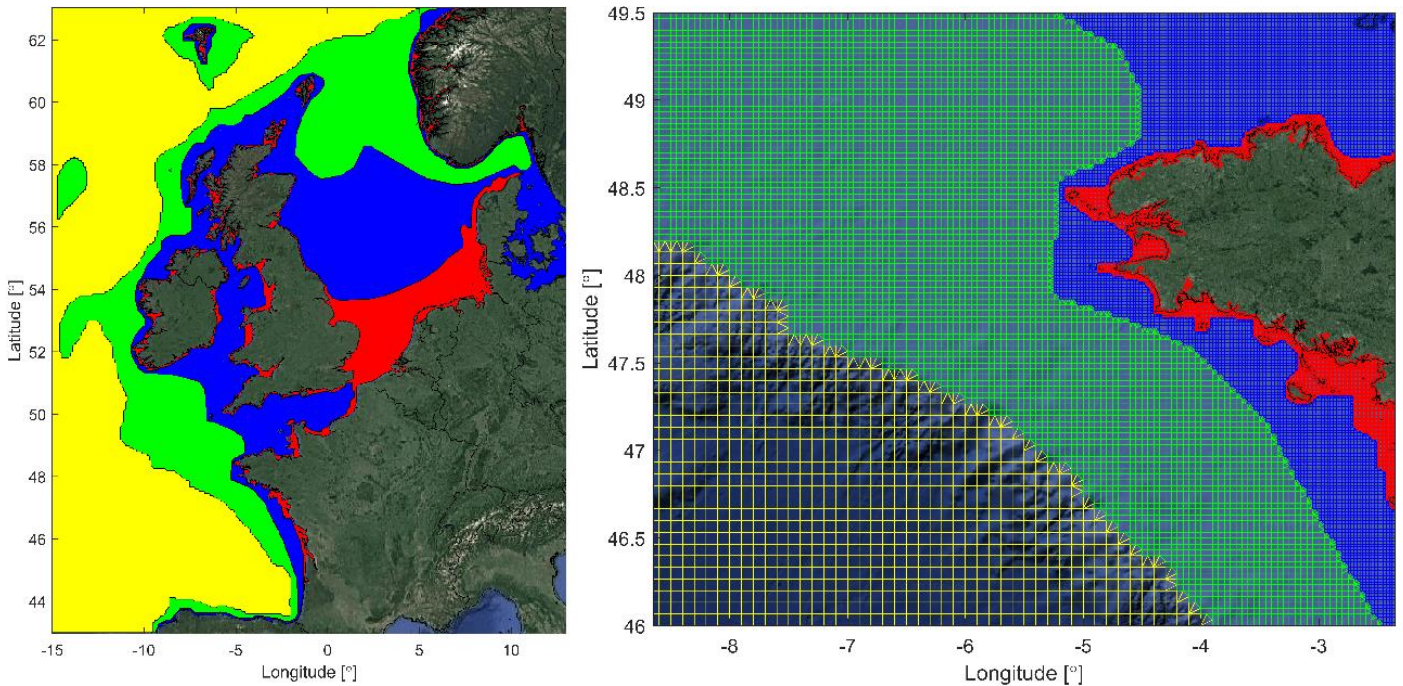
### Rekenrooster

Startpunt voor het rooster is een regelmatig uniform vierhoekig rooster met cellen van 1/10° in de oost-west richting en 1/15° in de noord-zuid richting, waarbij in drie stappen op lijnen met gelijke dieptes wordt verfijnd (zie Figuur 1). De gehanteerde lijnen van gelijke dieptes zijn 800 m, 200 m en 50 m. Voor het nauwkeurig berekenen van waterstanden langs de Nederlandse kust bevat DCSM-FM 100m nog een aantal extra verfijningen (t.o.v. DCSM-FM 0.5nm) in de zuidelijke Noordzee naar een resolutie van 0,25 nm, 200 m en 100 m. De gebieden met verschillende resolutie worden met behulp van driehoekige cellen met elkaar verbonden. Het rooster is zo ontworpen dat het een toenemende resolutie heeft bij afnemende waterdiepte:

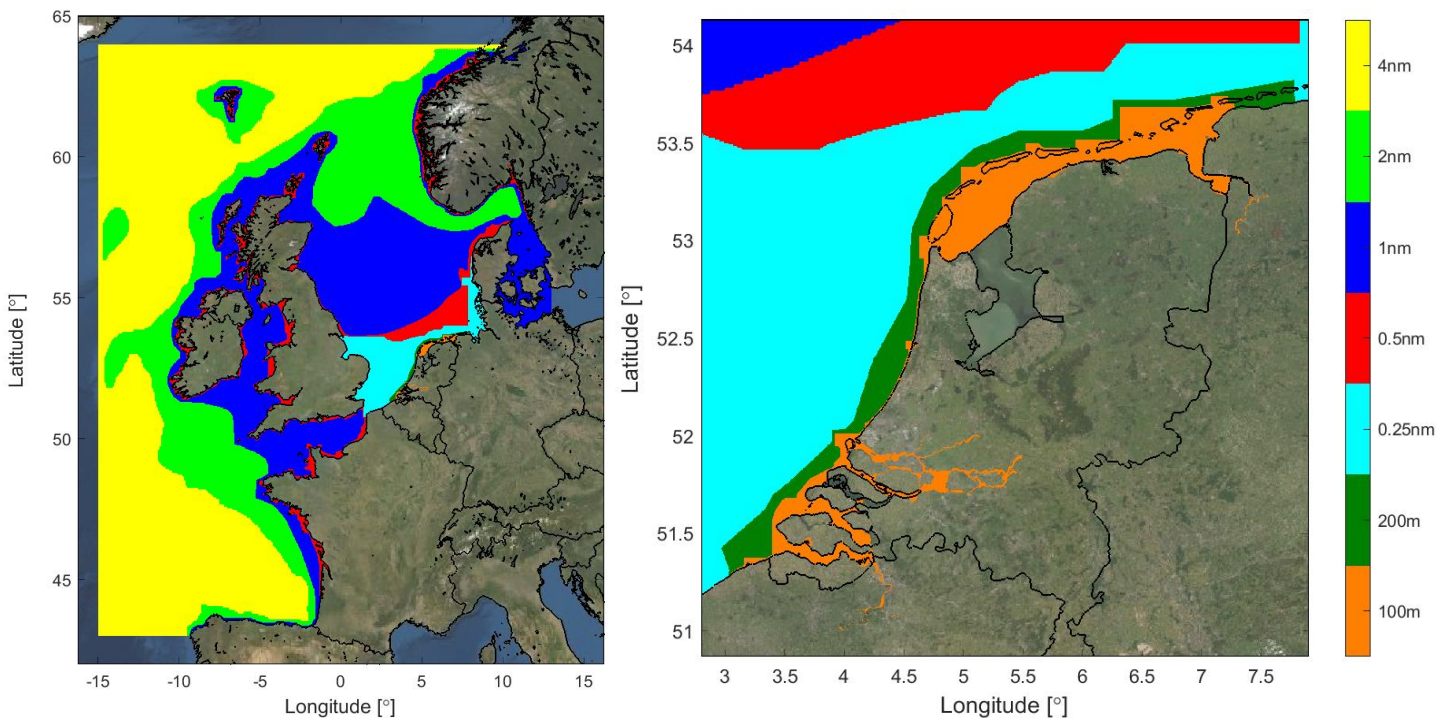
- De grootste cellen hebben een grootte van 1/10° in de oost-west richting en 1/15° in de noord-zuid richting – hetgeen overeenkomt met 4 x 4 nautische mijlen of 4,9-8,1 km bij 7,4 km afhankelijk van de latitude.
- De kleinste cellen in DCSM-FM 0.5nm (Figuur 1) komen overeen met 0,5 nm x 0,5 nm of 840 m x 930 m in de nabijheid van de Nederlandse wateren (rode gebied).
- In DCSM-FM 100m (Figuur 2) wordt in de estuaria in de Zuidwestelijke Delta, langs de gehele Nederlandse kust en in de Waddenzee de fijnste resolutie van ca. 100 m toegepast (oranje gebied in Figuur 2).

Het rekenrooster van DCSM-FM is gespecificeerd in geografische coördinaten (WGS 84). DCSM-FM 0.5nm bestaat in totaal uit ongeveer 630.000 *nodes* terwijl DCSM-FM 100m uit 1.600.000 *nodes* bestaat.





Figuur 1 Overzicht (links) and detail (rechts) van het DCSM-FM 0.5nm netwerk, waarbij de kleuren de celgrootte aangeven (geel: ~4 nm; groen: ~2 nm; blauw: ~1 nm; rood: ~0,5 nm).



Figuur 2 Overzicht (links) and ingezoomd op Nederland (rechts) van het DCSM-FM 100m netwerk, waarbij de kleuren de celgrootte aangeven (geel: ~4 nm; lichtgroen: ~2 nm; donkerblauw: ~1 nm; rood: ~0,5 nm; lichtblauw: ~0,25 nm; donkdergroen: ~200 m en oranje: 100 m).

### 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

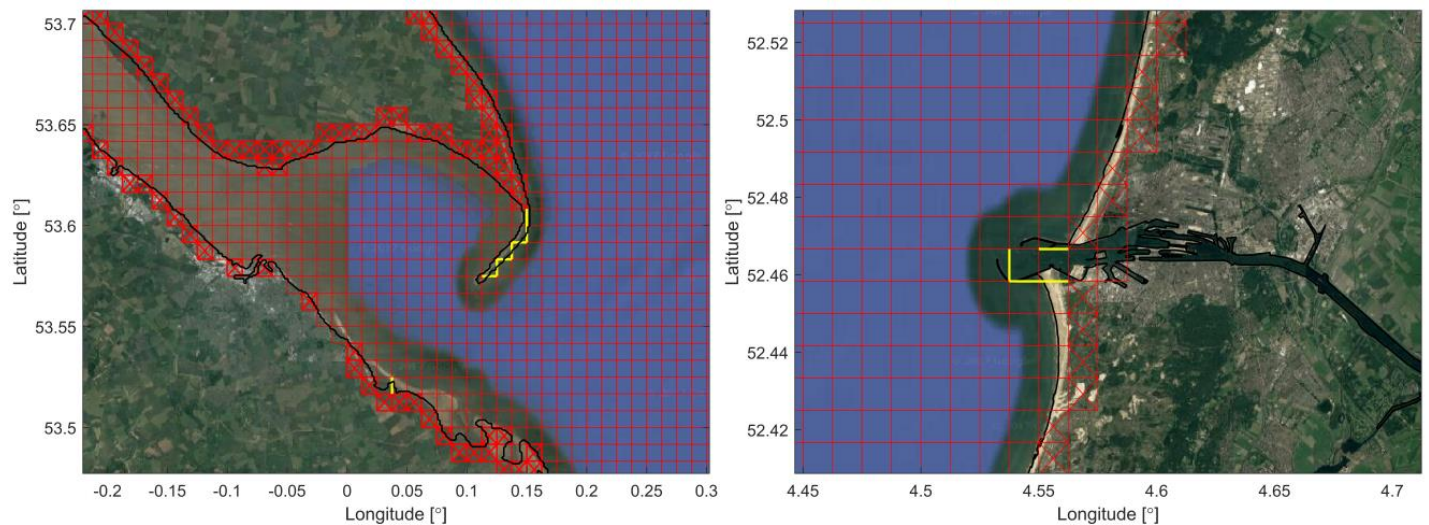
- De bodemhoogte is voornamelijk gebaseerd op gegevens van het European Marine Observation and Data Network (EMODnet, versie oktober 2016). De reductiematrix die gebruikt is voor het omzetten van deze gegevens van LAT naar MSL is gebaseerd op een 19-jarige berekening met het vorige generatie Noordzeemodel DCSMv6 (WAQUA). De bodemhoogte in grote delen van de Nederlandse wateren is



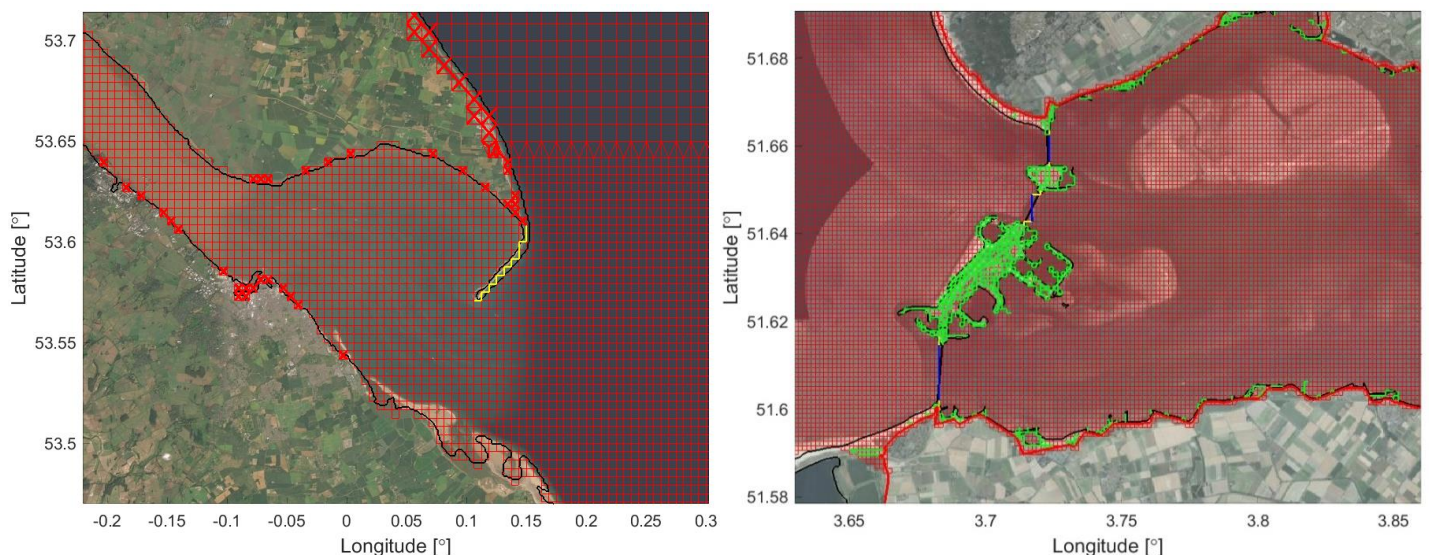
gebaseerd op de ruwe bodemgegevens uit Baselineboom *Nederland\_5/j16\_5-w1* (DCSM-FM 0.5nm) en een directe projectie uit Baselineboom *Nederland\_6/j16\_6-w4* (DCSM-FM 100m).

### Droge punten, dunne dammen en overlaten

Cellen die op land liggen zijn verwijderd uit het rekendomein met behulp van droge punten. Dit is gedaan op basis van een land-zee begrenzing die grotendeels is afgeleid van de World Vector Shoreline<sup>1</sup>, behalve in gebieden waar Baseline-gegevens beschikbaar waren (Nederland en aangrenzende gebieden in België en Duitsland). Daarnaast zijn stromingsblokkerende elementen, die klein zijn ten opzichte van een rekencel, geschematiseerd door het plaatsen van dunne dammen. Deze dunne dammen verhinderen de stroming tussen twee naastgelegen rekencellen (zie bijv. de schematisatie van de strekdammen nabij het Humber Estuarium en de haven van IJmuiden van DCSM-FM 0.5nm in Figuur 3). DCSM-FM 0.5nm bevat geen overlaten. In DCSM-FM 100m zijn de overlaten (fixed weirs) overgenomen uit de Baselineprojectie (zie groene lijnen in het rechter paneel van Figuur 4).



*Figuur 3 DCSM-FM 0.5nm: Het rekenrooster (rood), de land-zee begrenzing (zwart), droge punten (rode kruizen) en dunne dammen (geel) in het Humber Estuarium (links) en rond de haven van IJmuiden (rechts).*



*Figuur 4 DCSM-FM 100m: Het rekenrooster (rood), de land-zee begrenzing (zwart), droge punten (rode kruizen), dunne dammen (geel) overlaten (groen) en kunstwerken/general structures' (blauw) in het Humber Estuarium (links) en rond de Oosterscheldekering (rechts).*

<sup>1</sup> <https://shoreline.noaa.gov/>

### Landgebruik en bodemruwheid

- De bodemruwheid (meer details staan onder 'Kalibratie') wordt gespecificeerd als Manning ruwheidscoëfficiënt, waarbij een opdeling is gemaakt in 60 (DCSM-FM 0.5nm) of 66 (DCSM-FM 100m) verschillende vakken waartussen bi-lineair geïnterpoleerd wordt. De waarde van de bodemruwheid varieert tussen  $0,012 \text{ s/m}^{1/3}$  en  $0,050 \text{ s/m}^{1/3}$ .
- Voor DCSM-FM 0.5nm is geen directe afleiding via Baseline is gedaan en in deze schematisatie wordt daardoor geen rekening gehouden met aanwezige vegetatie en ecotopen.
- In DCSM-FM 100m wordt, naast de hierboven beschreven Manning ruwheidscoëfficiënt, in de Nederlandse wateren gebruik gemaakt van de uit Baseline-afkomstige vegetatieruwheden. Hierdoor wordt rekening gehouden met de invloed van aanwezige vegetatie en ecotopen op de bodemruwheid.

### Kunstwerken

- De Oosterscheldekering: Deze is verdeeld over drie secties met een gemiddelde drempelhoogte per sectie. Alle schuiven worden oneindig hoog verondersteld. In DCSM-FM 0.5nm is de Oosterscheldekering geschematiseerd in noord-zuid richting over drie cellen. In DCSM-FM 100m is de Oosterscheldekering geschematiseerd in noord-zuid richting over meerdere roostercellen. De kering is niet diagonaal over het rooster geschematiseerd, corresponderend de werkelijke ligging, aangezien in D-HYDRO Suite keringen diagonaal over het rekenrooster niet zijn toegestaan. Bij de aansturing wordt rekening gehouden met lekkage van de keringssecties Hammen, Schaar en Roompot en de beperkte doorstromingshoogte ten gevolge van de aanwezigheid van horizontale betonnen balken in deze drie secties.
- Daarbovenop zijn in DCSM-FM 100m ook de Hartelkering, Maeslantkering en de Eemskering (Emssperrwerk) in de modelschematisatie opgenomen.

### **Modelkarakteristieken**

#### Open randen

Op 209 steunpunten op de open randen in het noorden, westen en zuiden van het domein worden waterstanden opgedrukt. Deze bestaan uit:

- *Getij-component*. Verspreid over de open randen in het noorden, westen en zuiden van het modeldomein wordt op 209 locaties de waterstand opgelegd op basis van 32 harmonische componenten. Deze zijn overgenomen uit het globale getij model FES2012<sup>2</sup>. Daarnaast is de jaarlijkse component Sa toegevoegd aan de randvoorwaarden, waarvan de waarden overgenomen zijn uit het vijfde-generatie model DCSMv6. Deze component wordt in werkelijkheid nauwelijks door de zwaartekracht opgewekt en heeft voornamelijk een meteorologisch en dichtheidsgedreven karakter. Omdat de invloed van variatie in dichtheden (t.g.v. zout en temperatuur) ontbreekt in dit model, is het toevoegen van een barotrope Sa component noodzakelijk om de jaarlijkse variatie in waterstand te representeren.
- *Opzet-component*. De windopzet langs het grootste deel van de open rand kan verwaarloosd worden vanwege de grote diepte ter plaatse. Dit geldt echter niet voor het effect van de lokale luchtdruk. De opzet op de open randen wordt daarom benaderd met een zogenaamde Inverse Barometer Correctie, die een functie is van de tijd- en ruimtelijke variërende lokale luchtdruk.

#### Lozingen en onttrekkingen

N.v.t.

#### Meteo

- Bij de ontwikkeling van het model is gebruik gemaakt van tijd- en ruimteafhankelijke windsnelheden (op 10 m hoogte) en luchtdruk (op MSL) afkomstig van het meteorologische model Hirlam 7.2. Het tijdsinterval van deze gegevens is 1 uur. In de modellering wordt de windsnelheid ten opzichte van de stroomsnelheid beschouwd bij het bepalen van de windschuifspanning (relatieve windeffect). De lokale windsnelheidsafhankelijke windschuifspanningscoëfficiënt wordt berekend met een Charnock-formulering. Voor de dimensieloze Charnock-coëfficiënt is een constante, uniforme waarde van 0,025 gebruikt. Deze waarde en formulering komen overeen met wat er in het HiRLAM meteorologisch model gebruikt wordt om de windsnelheid op 10 m hoogte af te leiden.

#### Zout en temperatuur

- In deze 2D-modellen wordt geen (transport van) zout en temperatuur berekend. De dichtheid is constant verondersteld.

<sup>2</sup> <https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/auxiliary-products/global-tide-fes/description-fes2012.html>

### Kunstwerken

- Voor de Oosterscheldekering worden de gemeten (en voor de lekopening-gecorrigeerde) schuifstanden opgelegd.
- Aangezien de Maeslantkering zowel in horizontale als verticale richting kan bewegen, worden de horizontale opening en verticale positie van de twee schuiven met tijdseries beschreven.
- Ook de sluiting van de Hartelkering en de Eemskering worden met tijdseries aangestuurd. Verder wordt bij het berekenen van de stroming t.p.v. deze kunstwerken rekening gehouden met karakteristieken als de drempelhoogte, stroomvoerende breedte en de hoogte van de schuif.

### Overige fysica

- De energiedissipatie ten gevolge van het opwekken van interne golven op de helling van de continentale plaat wordt geparametriseerd meegenomen in het model.
- Aangezien het DCSM-FM een groot modeldomein omvat, wordt via de optie *TidalForcing* de opwekking van getij door getijopwekkende krachten binnen het modeldomein gesimuleerd.

### Numerieke instellingen

- De modelopzet van dit zesde-generatie Rijkswaterstaatmodel is gebaseerd op de generieke technische en functionele specificaties zoals beschreven in Minns et al. (2019). Op onderstaande uitzonderingen na (Tabel 1), worden de standaardinstellingen voor de zesde-generatie D-HYDRO-modellen gebruikt.

Parameter	Standaardinstelling	DCSM-FM 0.5nm	DCSM-FM 100m
BedlevUni	-5	5	5
OpenBoundaryTolerance	3	0,1	0,1
Izbdpos	0	1	1
Tlfsmo	0	86400	86400
TidalForcing	0	1	1
ICdtyp	2 (Smith and Banke)	4 (Charnock)	4 (Charnock)
Relativewind	0	1	1
Rhoair	1,205	1,2265	1,2265
PavBnd	0	101330	101330
DtUser	300	600	600
DtMax	30	120	50
DtInit	1	30	30

### **Kalibratie**

#### Methodiek

Tijdens de kalibratie is de ruimtelijk-varierende bodemruwheid zodanig bijgesteld dat een optimale waterstandsrepresentatie verkregen wordt.

De kalibratie van DCSM-FM 0.5nm heeft plaatsgevonden voor 60 vakken met behulp van de open-source data assimilatie toolbox OpenDA-DUD. Hiervoor zijn metingen van 205 meetlocaties verspreid over het gehele continentale plat, en gedurende het gehele jaar 2017, gebruikt. Er is gestart met een initiële Manning ruwheid van  $0,028 \text{ s/m}^{1/3}$ . De gekalibreerde ruwheidswaarden zijn begrensd tussen  $0,012 \text{ s/m}^{1/3}$  en  $0,050 \text{ s/m}^{1/3}$ . Voor details wordt verwezen naar de rapportage (Zijl et al., 2019).

Om de consistentie van DCSM-FM 100m met de grovere versie (DCSM-FM 0.5nm) te garanderen, zijn de bodemruwheden buiten de zuidelijke Noordzee (daar waar het rekenrooster exact hetzelfde is) niet gewijzigd tijdens de kalibratie van het fijnere model. Omdat DCSM-FM 100m een hogere resolutie heeft in de Nederlandse wateren, zijn er t.o.v. de kalibratie van het grove model extra vakken in de zuidelijke Noordzee toegevoegd.

De kalibratie van DCSM-FM 100m heeft plaatsgevonden voor 42 vakken in de zuidelijke Noordzee met behulp van de open-source data assimilatie toolbox OpenDA-DUD. Hiervoor zijn metingen van 211 meetlocaties verspreid over het gehele continentale plat, en gedurende het gehele jaar 2017, gebruikt. Voor details wordt verwezen naar de rapportage (Zijl et al., 2020).



## Validatie

### Methodiek

Het gekalibreerde model is gevalideerd tegen metingen van waterstanden voor de periode 2013-2017. Ook afgeleide parameters, zoals de scheve opzet en de representatie van de getij hoogwaters en laagwaters, zijn gevalideerd.

### Resultaten

De gemiddelde kwaliteit van getij, opzet en totale waterstand over alle stations op de Continental Shelf voor beide modellen is hieronder weergegeven:

Validatie Waterstanden 2013-2017			
Shelf-wide	RMSE tide (cm)	RMSE surge (cm)	RMSE water level (cm)
DCSM-FM 0.5nm	8.9	6.2	11.1
DCSM-FM 100m	8.3	6.1	10.6

De gemiddelde kwaliteit van getij en opzet en totale waterstand over alle Nederlandse stations voor beide modellen is hieronder weergegeven:

Validatie Waterstanden 2013-2017						
Station	DCSM-FM 0.5nm			DCSM-FM 100m		
	RMSE tide (cm)	RMSE surge (cm)	RMSE water level (cm)	RMSE tide (cm)	RMSE surge (cm)	RMSE water level (cm)
Wandelaar	5.3	5.2	7.1	5.2	5.1	6.9
Zeebrugge_Leopoldd.	5.8	5.8	8.2			
Bol_Van_Heist	5.5	5.2	7.5	5.3	5.1	7.4
Scheur_Wielingen_Bo.	5.7	5.4	7.7	5.9	5.3	7.8
CADZD	5.8	5.7	8.1	5.5	5.6	7.8
WESTKPLE	6.3	5.1	8.1	5.2	5.1	7.3
EURPFM	3.7	4.7	5.8	3.9	4.6	5.9
<b>VLISSGN</b>	<b>6.3</b>	<b>5.6</b>	<b>8.4</b>	<b>5.7</b>	<b>5.4</b>	<b>7.8</b>
<b>ROOMBNTN</b>	<b>3.8</b>	<b>5.0</b>	<b>6.3</b>	<b>3.6</b>	<b>4.9</b>	<b>6.1</b>
LICHTELGRE	4.7	4.7	6.7	4.4	4.7	6.5
BROUWHVSGT08	6.1	6.1	8.5	4.8	6.0	7.5
TERNZN	6.7	6.2	9.1	5.9	5.8	8.3
HARVT10	4.3	5.4	6.9	4.2	5.4	6.8
HANSWT	18.9	7.1	20.2	3.6	4.7	5.9
ROOMPBNN	4.4	4.9	6.6	5.3	6.0	8.0
<b>HOEKVHLD</b>	<b>4.4</b>	<b>5.8</b>	<b>7.3</b>	<b>4.6</b>	<b>5.4</b>	<b>7.1</b>
STAVNSE	5.5	5.4	7.7	3.7	5.0	6.2
BERGSDSWT	11.0	6.2	12.6	4.6	5.4	7.1
KRAMMSZWT	8.1	6.3	10.2	4.0	5.6	6.9
BATH				5.9	6.3	8.6
Prosperpolder_tij.				6.3	6.5	9.0
LIEFKENSHOEK				7.1	6.9	9.9
SCHEVNGN	4.5	5.6	7.1	4.6	5.5	7.1
KALLO				7.4	7.4	10.5
MAASSS				7.8	5.4	9.4
Antwerpen_tij_Ze.				7.8	7.7	10.9
VLAARDGN				8.5	5.5	10.1
SPIJKNSE				9.5	5.3	10.9
ROTTDM				9.7	5.9	11.4
GOIDSOD				9.5	5.5	11.0
IJMDBTHVN	5.4	5.8	7.9	4.8	5.7	7.5
Q1	4.2	4.6	6.3	4.2	4.5	6.1

DENHDR	4.2	5.1	6.6	4.5	5.1	6.8
TEXNZE	5.0	5.6	7.4	5.0	5.6	7.4
K13APFM	4.3	4.4	6.1	4.2	4.3	6.0
F16	3.0	4.1	5.0	3.0	4.1	5.1
OUUSD	4.6	4.7	6.6	4.0	4.6	6.1
DENOVBTN	7.4	6.9	10.1	5.9	6.3	8.6
TERSLNZE	4.4	5.6	7.1	4.6	5.7	7.3
VLIELHVN	3.8	5.0	6.3	4.2	4.9	6.5
WESTTSLG	4.8	5.0	7.0	5.7	4.9	7.5
KORNWDZBTN	4.6	5.7	7.3	4.5	5.5	7.1
WIERMGDN	4.8	5.5	7.2	4.9	5.5	7.2
HUIBGT	5.2	5.7	7.5	5.4	5.7	7.6
HARLGN	8.7	6.8	11.0	4.3	5.7	7.1
NES	15.4	7.6	17.2	5.9	5.9	8.3
LAUWOG	14.2	7.5	16.0	6.4	6.6	9.2
SCHIERMNOG	24.2	9.9	26.1	5.6	6.2	8.3
BORKUM_Sudstrand	7.3	5.7	9.2	6.6	5.6	8.6
BorkumFischerbalje	6.7	5.7	8.8	5.7	5.5	7.9
EMSHORN	7.6	6.1	9.7	5.7	6.0	8.2
EEMSHVN	7.2	6.2	9.5	6.1	6.0	8.6
DUKEGAT	8.0	7.0	10.1	6.3	6.7	8.8
DELFLZL	10.8	7.9	13.4	6.6	7.2	9.8
KNOCK	11.0	7.7	13.4	6.6	7.0	9.7
EMDEN_Neue_S.				8.4	7.5	11.2
POGUM				10.1	8.0	12.9
<b>Average (total)</b>	7.0	5.8	9.2	5.7	5.7	8.1
<b>Average (offshore)</b>	4.0	4.5	6.0	3.9	4.4	5.9
<b>Average (coast)</b>	5.8	5.6	8.2	4.9	5.4	7.2
<b>Average (SWD)</b>	7.0	5.7	9.1	5.0	5.5	7.4
<b>Average (Wad. S.)</b>	9.1	6.6	11.4	5.4	5.8	7.9

De gemiddelde kwaliteit van de scheve opzet voor drie klassen van events voor alle Nederlandse kuststations is hieronder weergegeven:

Kuststations	Validatie scheve opzet 2013-2017						
	<99.0% skew surges		99.0% - 99.8%		>99.8% skew surges		
	bias (cm)	RMSE (cm)	bias (cm)	RMSE (cm)	bias (cm)	std (cm)	RMSE (cm)
DCSM-FM 0.5nm	-0.4	5.6	-0.2	10.8	-13.6	11.9	19.6
DCSM-FM 100m	-0.7	5.4	-1.1	10.4	-8.3	9.7	13.3

#### Stroomsnelheden - validatie:

De modellen van de Noordzee zijn tevens gevalideerd voor stroomsnelheden langs de Nederlandse kust bij de IJgeul en de windmolenparken Noord Hollandse Kust Noord, Noord Hollandse Kust Zuid en ten Noorden van de Wadden (zie Laan et al., 2020). Nabij de Kust, dichtbij de havenmond van IJmuiden, is DCSM-FM 0.5nm niet in staat om de stroming nauwkeurig te berekenen. Iets verder van de kust is dit grove model wel in staat om de *diepte-gemiddelde* stroming te representeren.

DCSM-FM 100m is goed in staat de diepte-gemiddelde stroming te berekenen. De reproductie van de stroming verder uit de kust is beter dan nabij de havenmond van IJmuiden. Het fijnere model heeft een grotere nauwkeurigheid in het berekenen van de diepte-gemiddelde stromingsmagnitude dan het grovere DCSM-FM 0.5nm. Voor het berekenen van oppervlaktesnelheden zijn deze 2D-modellen niet geschikt.

#### Nauwkeurigheid en modelonzekerheid

Het model voor de Noordzee is gekalibreerd en gevalideerd op waterstanden, hoog- en laagwaters en opzet. Er is niet gekalibreerd op stroomsnelheden, wel gevalideerd.



## Modelgebruik

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

- **Gebiedsinformatie:** Aanpassing aan gebiedsinformatie binnen het domein van Baseline-NL 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, sturing kunstwerken 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 bij deze modelschematisaties.*
- **Uitvoerlocaties:** Er kunnen, indien gewenst, uitvoerlocaties (afvoerradien en/of uitvoerpunten) worden toegevoegd.
- **Numerieke instellingen:** Bij officieel gebruik van de modelschematisatie mogen er geen veranderingen aan de numerieke instellingen worden gedaan. Dit is wel toegestaan in het kader van onderzoeksvragen.

### Te verwachten rekentijden

De rekentijd van DCSM-FM 0.5nm bedraagt op 5 nodes met 4 cores (dus 20 partities) op een Linux rekencluster met e3-nodes ca. 8,3 uur/simulatiejaar (oftewel 1,4 min/simulatiedag). Met dezelfde configuratie (20 partities op e3-nodes), bedraagt de rekentijd van DCSM-FM 100m ca. 2,2 dagen/simulatiejaar (oftewel 8,7 min/simulatiedag).

### Koppelingen en relaties met andere modellen

- Zoals beschreven in deze factsheet is er een nauw verband tussen DCSM-FM 0.5nm en DCSM-FM 100m. Buiten de zuidelijke Noordzee zijn deze modellen aan elkaar gelijk.
- DCSM-FM 0.5nm vormt de basis voor de 3D modelschematisatie van hetzelfde gebied (3D DCSM-FM) met dezelfde resolutie.
- Het D-HYDRO Waddenzeemodel is een uitsnede van DCSM-FM 100m en bevat daardoor grotendeels dezelfde modelinvoer.

### Praktisch gebruik van het model

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

[https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/D-Flow\\_FM\\_User\\_Manual.pdf](https://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/D-Flow_FM_User_Manual.pdf)

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

De meteorologische gegevens zijn afkomstig van KNMI's meteorologisch model HiRLAM en worden niet bij het model mee uitgeleverd.

## Beschikbare versies

### Modelschematisaties

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

Modelschematisatie	Jaar	Software	
		Baseline	D-HYDRO Suite
<b>dflowfm2d-noordzee_0_5nm-j17_6-v1</b>	2020	-	D-Flow FM versie 1.2.54.64101 (12 juni 2019)
<b>dflowfm2d-noordzee_100m-j17_6-v1</b>	2020	-	D-Flow FM versie 1.2.88.65582 (11 dec 2019)

*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.*

- 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 2D Noordzee-modellen.

Naam	Type	Beschrijving	Karakteristiek	Referentie
2013-2017	hist	periode 2013-2017		Zijl et al. (2019, 2020)

### Release notes

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

#### j17\_6-v1

De j17\_6-v1 is het uitgangspunt voor de toekomstige D-Flow FM schematisaties voor dit gebied. Van toepassing voor zowel het D-Flow FM Noordzee 100m model als het D-Flow-FM Noordzee 0.5 nm model.

### Referenties

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

Laan et al. (2020): Stromingsvalidatie dieptegemiddelde Noordzee modellen. Deltares, rapport 11203715-004-ZKS-0002\_v0.2, Versie 1.0

Minns, T., A. Spruyt & D. Kerkhoven (2019): Specificaties zesde-generatie modellen met D-HYDRO - Generieke technische en functionele specificaties. Voorlopig Deltares rapport 11203714-013-ZWS-0001.

Zijl et al. (2019): Development of a sixth generation model for the NW European Shelf (DCSM-FM 0.5nm), Deltares, 11203715-004-ZKS-0003.

Zijl et al. (2020): Development of a sixth-generation model for the NW European Shelf (DCSM-FM 100m), Deltares, 11205259-004-ZKS-0001.





## 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.

