

Memo

Aan

de heer M. Scholten

Datum

31 maart 2021

Contactpersoon

Firmijn Zijl

Ons kenmerk

11206814-004-ZKS-0002

Doorkiesnummer

+31(0)88 335 8381

E-mail

Firmijn.Zijl@deltares.nl

Aantal pagina's

1 van 5

Onderwerp

Gevolgen van uitzetten RWE in DCSM-FM 100m

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In veel hydrodynamische en meteorologische modellen wordt bij het bepalen van de windschuifspanning uitgegaan van een stagnant wateroppervlak. In DCSM-FM wordt echter de watersnelheid meegenomen bij het bepalen van de windschuifspanning. Dit wordt gedaan door in de gebruikte formuleringen (waaronder de Charnock wind drag formulering) in plaats van de 10-meter windsnelheid (U10), het verschil tussen U10 en de watersnelheid te nemen. De invloed hiervan wordt aangeduid met 'Relatief Wind Effect' (RWE).

Bij de migratie van Hirlam naar Harmonie is er voor gekozen om de hydrodynamische modellen aan te sturen met windschuifspanning (van Harmonie) in plaats van U10 (van Hirlam). Het gebruik van relatieve wind is in D-HYDRO alleen mogelijk in combinatie met aansturing met U10. Omdat voor aansturing met Harmonie gegevens gebruik gemaakt wordt van windschuifspanning is het gebruik van relatieve wind niet meer mogelijk zonder aanpassingen in de D-HYDRO code.

Als alternatief voor het aanpassen van de D-HYDRO code kan ook overwogen worden om RWE uit te zetten, indien de gevolgen voor de modelkwaliteit acceptabel zijn. In dit memo worden deze gevolgen in kaart gebracht.

Voor het komende stormseizoen moet DCSM-FM 100m aangestuurd met Harmonie geïmplementeerd worden in RWsOS-Noordzee. Deze modelcombinatie kan dan in het 2021/2022 stormseizoen pre-operationeel meedraaien, waarna het de combinatie DCSMv6-ZUNOV4 – Harmonie kan vervangen.

1.2 Historie

Eerder is op basis van de 5^e generatie WAQUA DCSM modellen geconstateerd dat RWE een positieve bijdrage levert aan de kwaliteit van de (scheve) opzet onder normale omstandigheden, maar dat de onderschatting van de extreme hoogwaters groter wordt (Zijl, 2016). Deze positieve bijdrage werd gevonden terwijl RWE tijdens de kalibratie niet meegenomen was. In Zijl & Groenenboom (2019) wordt na het meenemen van RWE in de kalibratie van een voorlopige versie van DCSM-FM 0.5nm een vergelijkbaar effect gevonden (Appendix C). Naast de opzet heeft RWE ook een effect op het getij. Zijl (2019) meldt hier o.a. het volgende over:

The impact on the M2 tide at Delfzijl is larger, with a decrease in amplitude of 1.9-2.4 cm

and slight increase in phase of 0.1-0.3°. The M2 Vector Difference decreases substantially with 1.7-2.5 cm. For 2007 (calibration period) this implies a decrease in M2 error of more than 50%.

Omdat bij het afregelen van DCSM-FM 100m RWE aan heeft gestaan is de vraag wat het uitzetten voor consequenties heeft op de opzet en het getij.

1.3 Aanpak

Met de officiële release van DCSM-FM 100m zijn twee berekeningen gemaakt: met en zonder RWE. Voor de meteorologische forcering is gebruik gemaakt van ERA5 parameters neutrale wind (U10n) en atmosferische druk op het niveau van Mean Sea Level (Pmsl). Er is geen gebruik gemaakt van Harmonie, omdat koppeling via U10 niet op een correcte manier mogelijk is. Hoewel de berekeningen gedraaid zijn voor de periode 2013-2017, worden hier de resultaten voor het meest recente jaar 2017 getoond.

2 Resultaten

2.1 Meetlocaties – gevolgen voor getij, opzet en totale waterstand

In Tabel 1 staan de resultaten voor een selectie van 13 stations langs de Nederlandse kust. In Tabel 2 wordt dat gedaan voor stations in de Nederlandse estuaria en Waddenzee en in Tabel 3 voor station Delfzijl. Uit deze resultaten kan geconcludeerd worden dat de kwaliteit van het getij, de opzet en de totale waterstand iets afneemt door het uitzetten van RWE. Dit komt voornamelijk door het toenemen van de berekende M2 amplitude. De afname is het grootst in Delfzijl, waar de fout in het getij toeneemt met ongeveer 10% (RMSE van 6,1 cm naar 6,8 cm).

Tabel 1 *Vergelijking van de kwaliteit van getij, opzet, en totale waterstand voor het jaar 2017, met en zonder RWE, gemiddeld over 13 stations langs de Nederlandse kust.*

Station	Gem. M2 ampl. fout (cm)	Gem. M2 fase fout (°)	RMSE getij (cm)	RMSE opzet (cm)	RMSE waterst. (cm)
Met RWE	-0,3	0,1	4,4	4,8	6,4
Zonder RWE	0,7	0,0	4,4	4,9	6,4
Vershil	1,0	-0,1	0,0	0,1	0,0

Tabel 2 *Vergelijking van de kwaliteit van getij, opzet, en totale waterstand voor het jaar 2017, met en zonder RWE, gemiddeld over 13 stations in de Nederlandse estuaria en Waddenzee.*

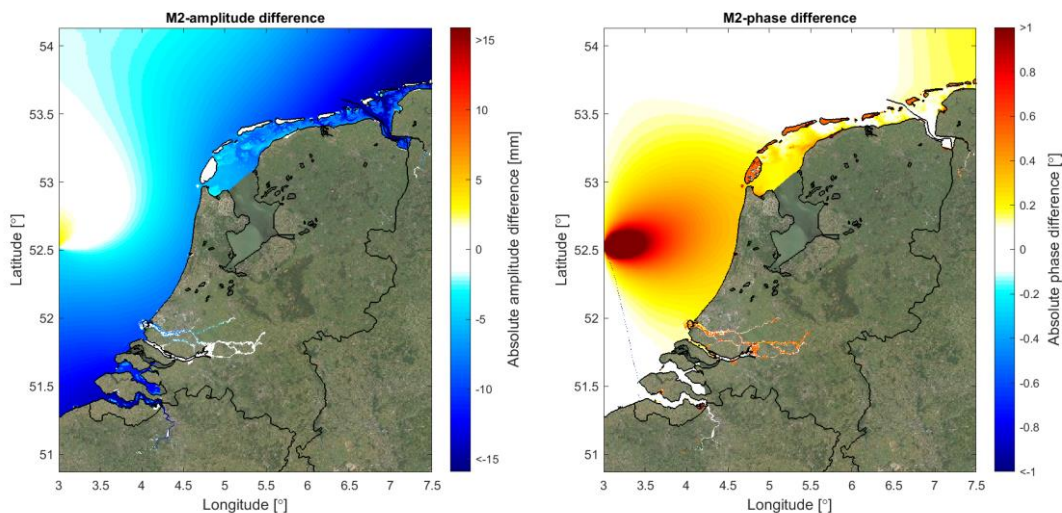
Station	Gem. M2 ampl. fout (cm)	Gem. M2 fase fout (°)	RMSE getij (cm)	RMSE opzet (cm)	RMSE waterst. (cm)
Met RWE	3,0	-1,0	7,3	5,3	9,0
Zonder RWE	4,1	-1,1	7,6	5,4	9,3
Vershil	1,1	-0,1	0,3	0,1	0,3

Tabel 3 Vergelijking van de kwaliteit van getij, opzet, en totale waterstand in **Delfzijl** voor het jaar 2017, met en zonder RWE..

Station	Gem. M2 ampli. fout (cm)	Gem. M2 fase fout (°)	RMSE getij (cm)	RMSE opzet (cm)	RMSE waterst. (cm)
Met RWE	3,6	0,05	6,1	7,0	9,3
Zonder RWE	5,3	0,05	6,8	7,1	9,8
Vershil	1,7	0,00	0,7	0,1	0,5

2.2 Ruimtelijk – gevolgen voor M2 amplitude en fase

In Tabel 4 worden de resultaten met betrekking tot M2 amplitude en fase ruimtelijk getoond, voor de Nederlandse kustwateren (met RWE minus zonder RWE). Hieruit blijkt dat de afname van de M2 amplitude door RWE (dus toename door het uitzetten van RWE) het grootst is nabij de kust. In de Westerschelde en Eems-Dollard is de grootste absolute afname te zien, tot ongeveer -1,5 cm. De fase verschuiving is buiten de directe omgeving van het amfidromisch punt het grootst voor de Hollandse kust (Hoek van Holland tot Den Helder). In IJmuiden wordt een toename van de fase van 0.3° gevonden. Nabij het amfidromisch punt zijn de verandering in fase groter, maar dat valt samen met een zeer kleine amplitude.



Tabel 4 Verandering van de M2 amplitude (links) en fase (rechts) door RWE.

2.3 Meetlocaties – gevolgen voor scheve opzet)

Om de impact van RWE tijdens stormen in kaart te brengen is ook gekeken naar de scheve opzet, voor twee klassen van events: de laagste 99% en hoogste 0.2% van de scheve opzetten. Om voldoende extreme events in de analyse mee te kunnen nemen zijn deze gebaseerd op de periode 2013-2017. De resultaten worden gepresenteerd in Tabel 5 voor stations langs de Nederlandse kust, in Tabel 6 voor stations in de Nederlandse estuaria en Waddenzee en Tabel 7 voor Delfzijl. Hieruit kan geconcludeerd worden dat gemiddeld genomen het uitzetten van RWE in de Nederlandse Estuaria en Waddenzee voor een kleine verslechtering van de resultaten onder normale condities zorgt. In Delfzijl is neemt de fout in de scheve opzet toe met 6% toe (RMSE van 6,3 cm naar 6,7 cm).

Tijdens de meest extreme omstandigheden neemt de fout in alle gebieden gemiddeld genomen af. Dit komt door het kleiner worden van de systematische onderschatting (bias) tijdens deze omstandigheden. Het effect is het grootst in Delfzijl waar de systematische onderschatting ongeveer 10% kleiner wordt (bias van -54,1 cm naar 48,5 cm).

Tabel 5 *Vergelijking van de modelkwaliteit met en zonder RWE voor de scheve opzet, voor twee klassen van events, in termen van bias en RMSE, gemiddeld over een selectie van 13 stations langs de **Nederlandse kust**.*

Station	RMSE <99% (cm)	Bias >99,8% (cm)	RMSE >99,8% (cm)
Met RWE	5,2	-10,2	13,1
Zonder RWE	5,2	-7,7	11,3
Verschil	0,0	2,5	-1,8

Tabel 6 *Vergelijking van de modelkwaliteit met en zonder RWE voor de scheve opzet, voor twee klassen van events, in termen van bias en RMSE, gemiddeld over een selectie van 13 stations langs de **Nederlandse estuaria en Waddenzee**.*

Station	RMSE <99% (cm)	Bias >99,8% (cm)	RMSE >99,8% (cm)
Met RWE	4,9	-22,9	26,6
Zonder RWE	5,1	-20,2	22,6
Verschil	0,2	0,7	-4,0

Tabel 7 *Vergelijking van de modelkwaliteit in **Delfzijl** met en zonder RWE voor de scheve opzet, voor twee klassen van events, in termen van bias en RMSE.*

Station	RMSE <99% (cm)	Bias >99,8% (cm)	RMSE >99,8% (cm)
Met RWE	6,3	-54,1	56,0
Zonder RWE	6,7	-48,5	50,5
Verschil	0,4	5,6	-5,5

3 Samenvatting en discussie

3.1 Samenvatting

De resultaten laten zien dat het uitzetten van RWE in DCSM-FM 100m voor een verslechtering van de resultaten qua opzet en getij zorgt. In Delfzijl neemt de getijfout met ongeveer 10% toe. Ook de fout in de scheve opzet neemt daar met 6% toe, onder normale omstandigheden. Hier staat tegenover dat het uitzetten van RWE de kwaliteit van de scheve opzet beter wordt tijdens extreme omstandigheden. In Delfzijl neemt de systematische ondervoorspelling tijdens deze omstandigheden met ongeveer 10% af.

3.2 Discussie

Voor het komende stormseizoen moet DCSM-FM 100m aangestuurd met Harmonie geïmplementeerd worden in RWsOS-Noordzee. Deze modelcombinatie kan dan in het 2021/2022 stormseizoen pre-operationeel meedraaien, waarna het de combinatie DCSMv6-ZUNOV4 – Harmonie kan vervangen. Omdat voor aansturing met Harmonie gegevens gebruik gemaakt wordt van windschuifspanning is het gebruik van relatieve wind niet meer mogelijk zonder aanpassingen in de D-HYDRO code. In het licht van de resultaten in dit memo worden hieronder enkele mogelijkheden geschetst.

1. RWE uitzetten in de operationele versie van DCSM-FM 100m
De gevolgen hiervan worden in dit memo in kaart gebracht. De toegenomen fout in het getij kan weer verminderd worden door herkalibratie van DCSM-FM 100m. De verwachting is dat de toegenomen fout in de opzet niet met herkalibratie

weggenomen kan worden (Zijl & Groenenboom, 2019). Deze optie kan eventueel tijdelijk toegepast worden, totdat een technische implementatie van RWE beschikbaar is. Ook kan begonnen worden met operationele implementatie van de huidige versie van het model, waarna de opnieuw (zonder RWE) gekalibreerde versie later volgt.

2. RWE blijven gebruiken en model aansturen met U10
Dit vraagt het operationeel leveren van U10 (is er vermoedelijk al voor visualisatie). Ook het implementeren van de in Harmonie gebruikte grenslaag model met bijbehorende winddragformulering (ECUME) is nodig om consistentie tussen Harmonie en D-HYDRO te bereiken (met uitzondering van RWE). Deze benodigde formuleringen zijn complex, iteratief en maken gebruik van meerdere meteorologische parameters die tot nu toe niet operationeel gebruikt worden (voor parameterisatie van het effect van meteorologische stabiliteit).
3. Implementatie van RWE in combinatie met stress.
Een alternatief voor het implementeren van de in Harmonie gebruikte grenslaagformuleringen is het in D-HYDRO uitrekenen van U10 met een vereenvoudigde (inverse) winddragformulering (bijvoorbeeld Charnock, zonder effect van atmosferische stabiliteit). Daarna kan het relatieve snelheidsverschil tussen lucht en water bepaald worden, waarna de stress opnieuw (met dezelfde vereenvoudigde formulering) uitgerekend wordt. Vermoedelijk zijn de gevolgen van het gebruik van een eenvoudigere grenslaagformulering beperkt, zolang de omrekening naar U10 en daarna weer naar schuifspanning consistent gebeurt.

Literatuur

- Zijl, F. (2016). *The impact of relative wind effect on water levels*. Deltares, memo 1230072-003-ZKS-0008.
- Zijl, F., Groenenboom, J. (2019). *Development of a sixth-generation model for the NW European Shelf (DCSM-FM 0.5nm)*. Deltares, report 11203715-004-ZKS-0003.