



Memo

Aan
RWS

Datum 19 december 2019	Ons kenmerk 11203714-005-ZWS-0015	Aantal pagina's 9
Contactpersoon Aukje Spruyt	Doorkiesnummer +31(0)88 335 7961	E-mail Aukje.Spruyt@deltares.nl

Onderwerp
Werkplan Verschilanalyse Rivieren zesde generatie modellen

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.3	nov. 2019	Aukje Spruyt		Iris Niesten		Johan Boon	
0.5	dec. 2019	Aukje Spruyt		Iris Niesten		Johan Boon	

1 Werkplan verschilanalyse zesde-generatie riviermodellen

1.1 Inleiding

Om verschillen in modelresultaten tussen de zesde en vijfde generatie te kunnen verklaren worden verschillende onderdelen van de nieuwe modelopzet met elkaar vergeleken. Deze verschilanalyse is van belang voor de inzet van de nieuwe modellen binnen de primaire processen van RWS (o.a. BOI = Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium). In dit memo is een lijst opgenomen van vergelijkingen die gedaan worden. De inspiratie voor deze lijst is de verschilanalyse van de vierde naar de vijfde generatie (zie Crebas, 2012&2013). Het eerste product van de verschilanalyse is dit uitgewerkte werkplan. Dit plan is in eerste instantie opgesteld voor de verschilanalyse van riviermodellen (Rijntakken en Maas).

1.2 Werkwijze

1.2.1 Simulaties

Tijdens de verschilanalyse worden steeds 2 sommen uitgevoerd (voor zowel Maas als Rijntakken):

- Dynamisch afvoergolf (golfvorm WBI2017, nieuwe lateralen volgens RGWM)
 - Rijntakken: 16.000 m³/s bij Lobith.
 - Maas: 4000 m³/s bij Eijsden.
- Stapsgewijs stationaire berekening¹
 - Rijntakken: 600, 1020, 2000, 4000, 8000, 12.000, 16.000 m³/s bij Lobith.
 - Maas: 250, 1500, 2260, 2865, 3430, 4000 m³/s bij Eijsden (kalibratieniveaus: 100, 800, 1700, 2250, 2700)

Er moet nog worden bepaald of de stationaire sommen met of zonder lateralen worden doorgerekend. Het meenemen van stationaire lateralen is namelijk niet strikt noodzakelijk voor de verschilanalyse zelf, maar misschien wel wenselijk voor de interpretatie voor andere

¹ Deze zijn gekozen conform de huidige stationaire standaardsommen. De onderstreepte niveaus komen (zo goed mogelijk) overeen met de kalibratieniveaus. Voor Rijntakken komen deze redelijk goed overeen, maar voor de Maas is dit niet het geval. .

Er moet nog worden bepaald of de stationaire sommen met of zonder lateralen worden doorerekend. Het meenemen van stationaire lateralen is namelijk niet strikt noodzakelijk voor de verschilanalyse zelf, maar misschien wel wenselijk voor de interpretatie voor andere toepassingen. Als er met stationaire lateralen moet worden gerekend, dan dienen deze nog wel te worden bepaald.

Bij voorkeur vindt er van te voren een goede afstemming plaats over de mee te nemen niveaus in de stapsgewijs stationaire som, zowel in relatie tot de standaardsommen die binnen de zesde-generatie modellen van Rijntakken en Maas worden gebruikt alsook voor de toepassing van FM2Prof (en eventueel ook voor de kalibratie van het 1D model op 2D resultaten).

Er wordt steeds dezelfde partitionering toegepast, behalve voor de vergelijking met WAQUA, hier wordt ook een vergelijking gedaan voor serieel en meerdere cores. Daarnaast worden alle berekeningen uitgevoerd op het Linux-cluster bij Deltares, bij voorkeur in combinatie met de SGWM (Sommen Generator Watermodellen). Voor de referentiesituatie wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de definitieve modellen van de modelopzet en de actualisatie voor de zesde generatie (dflowfm2d-j19). De bovenstroomse randen van de modellen liggen op de locatie zoals die binnen een model gedefinieerd zijn (zie Tabel 1.1) en worden dus niet heen- en weer vertaald.

1.2.2 Rekentijden

Er wordt ook een vergelijking van reketijden gedaan tussen WAQUA en D-HYDRO voor de dynamische berekening. Het vergelijken van reketijden tussen modellen dient op een eenduidige manier te gebeuren. Er wordt hier bij voorkeur onderscheid gemaakt tussen:

- 1 Pre-processing
- 2 Communicatie (in het geval van gepartitioneerd rekenen)
- 3 Daadwerkelijke reketijd
- 4 I/O
- 5 Post-processing (bijv. samenvoegen partities)

Hierbij worden de modellen die met elkaar worden vergeleken op dezelfde hardware en met hetzelfde aantal partities gedraaid en wordt ongeveer dezelfde output gegenereerd.

1.2.3 Analyse

Er wordt in de analyse gekeken naar de max13 waterstanden voor de dynamische som en de last25 voor (het eind van) de verschillende niveaus van de stationaire sommen per rivierkilometer. Deze worden in een figuur langs de as van de rivier weergegeven. Er worden ook verschilplots in de tijd gegenereerd voor alle LMW-stations en voor een aantal belangrijke afvoerruilen (bij kunstwerken en splitsingspunten). Deze worden echter niet allemaal opgenomen in de eindrapportage², maar zijn apart beschikbaar³.

Daarnaast wordt voor de Rijntakken ook gekeken naar de afvoerverdeling over de splitsingspunten (incl. Betuwepand, VW). Regelwerk Pannerden houdt daarbij steeds de instelling zoals bepaald met het actuele j19_6 model en wordt bij aanpassingen in het model niet opnieuw afgeregeld. Hondsbroeksche Pleij wordt gestuurd zoals in het actuele WAQUA-model.

² Het gaat om ca. 45 stations voor de Rijntakken en 45 stations voor de Maas, dus ca. 100 figuren per verschilanalyse.

³ De precieze vorm hiervan moet nog worden kortgesloten.

Voor alle analyses wordt gebruik gemaakt van geautomatiseerde Matlab⁴ scripts. Daarnaast worden een beperkt aantal map-plaatjes met elkaar vergeleken.

1.3 Verschilanalyses

Voor het uitvoeren van de verschilanalyse wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende typen:

- 1 Effect nieuwe generatie
- 2 Gevoeligheidsanalyse
- 3 Effect beno-actualisaties

1.3.1 Effect nieuwe generatie

De volgende effecten worden in beeld gebracht:

- 1 Effect van de nieuwe software + rekentijd. Het effect van de overgang van WAQUA naar D-Flow FM wordt hiermee in beeld gebracht voor zowel de dynamische als stationaire som. Het effect van de rekentijden wordt alleen op basis van de dynamische som vergeleken, zowel met een seriële als een parallelle berekening. Dit is ook al uitgevoerd voor de acceptatiemodellen (De Goede, Spruyt & Zijl, 2015), alleen moet dit worden herhaald met de nieuwste software versie van D-HYDRO. Hiervoor wordt het WAQUA j19_5-v1 model rechtstreeks omgezet naar D-Flow FM (via Matlab-scripts) en de instellingen zoveel mogelijk hetzelfde gehouden als in het WAQUA model (dflowfm2d_waqua-j19_5-v1) en vervolgens vergeleken met het oorspronkelijke WAQUA-model.
 - dflowfm2d_waqua-<gebied>-j19_5-v1 vs waqua-<gebied>-j19_5-v1
- 2 Effect van de nieuwe j95-basisreferentie. Het effect van het verbeteren van de basisschematisatie (j95) wordt hiermee in beeld gebracht. Hiervoor wordt een projectie naar FM gedaan met een (naar Baseline 6 geconverteerde) j95_5-v1-schematisatie op het nieuwe rooster (dflowfm2d-j95_5-v1), met dezelfde instellingen als het dflowfm2d-j95_6-v1 model. Nieuwe features (zoals bruggen) worden daarbij niet omgezet naar het zesde-generatie format. Wel wordt het de locaties van de lateralen (en de bijbehorende randvoorwaarden) overgenomen uit het zesde-generatie model. De kleine inlaatwerken (duikers en coupures) die in de baseline-schematisatie rt_j95_6-v1 zijn opgenomen worden niet meegenomen, omdat de huidige implementatie alleen wordt gebruikt voor kalibratie en aan een definitieve implementatie nog wordt gewerkt. Het specifieke effect van het opnemen van de inlaatwerken wordt uitgewerkt in het daarbij horende onderzoek. De resultaten van dit FM-model worden vergeleken met de dflowfm2d-j95_6-v1. De overige instellingen blijven gelijk.
 - dflowfm2d-<gebied>-j95_6-v1 vs dflowfm2d-<gebied>-j95_5-v1
- 3 Effect van het nieuwe rooster. Het effect van de overgang van een gestructureerd curvilinear rooster naar het nieuwe ongestructureerde rooster wordt hiermee in beeld gebracht. Hiervoor wordt een projectie gedaan van j19_6-v1 op het (geconverteerde) WAQUA-rooster. Daarvoor wordt het WAQUA-rooster eerst geconverteerd naar een ongestructureerd FM-rooster en daarna wordt hierop de projectie gedaan (dflowfm2d_waqua-j19_5-v1). De overige instellingen blijven gelijk. Wel worden de bovenstroomse randvoorwaarden aangepast, aangezien het WAQUA-rooster minder verder naar bovenstrooms doorloopt.

⁴ Er zijn voor zover bekend geen WAQUA-readers in Python.

Daarnaast worden er gekeken of er geen ongewenste lekkages of blokkades ontstaan bij kunstwerken en eventueel worden hiervoor handmatige aanpassingen gedaan in de bestanden (niet in het rooster).

- dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1 vs dflowfm2d_waqua-*<gebied>*-j19_6-v1

- 4 Effect van de nieuwe lateralen en randvoorwaarden. Een analyse van het effect van de nieuwe lateralen bepaald met de RGWM is ook al gedaan in het RGWM-project met vijfde generatie modellen voor een standaardafvoergolf en een laagwater periode en wordt daarom niet opnieuw uitgevoerd. Ook waren de effecten vrij klein: ca. 0,01 m voor de Maas en ca. 0,01 m tot 0,06 m voor de Rijntakken. Zie Van der Veen (2018a, 2018b) voor meer details en uitwerking van de resultaten. Er vindt echter wel een verwijzing naar deze analyse plaats en de conclusies worden samengevat. Daarnaast wordt er bij de standaardrandvoorwaarden gebruik gemaakt van nieuwe afvoergolven. Deze nieuwe afvoergolfvormen zijn echter ook al toegepast in het kader van WBI2017 (De Jong, 2018; Visser, 2018) en meegenomen in de nieuwste WAQUA-modellen (voor verschilanalyse Rijntakken zie RHDHV, 2018). Hier wordt dus geen extra analyse voor uitgevoerd.
- 5 Totaal effect nieuwe generatie. Om het totale effect van de overstap naar de nieuwe generatie in beeld te brengen (niet van de randvoorwaarden) wordt er een vergelijking gemaakt tussen het nieuwe actuele D-HYDRO model (dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1) en het vigerende actuele WAQUA-model (waqua-*<gebied>*-j19_5-v1).
 - dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1 vs waqua-*<gebied>*-j19_5-v1

1.3.2 Effect nieuwe modelinstellingen

Bij de overgang naar de zesde generatie zijn er nieuwe keuzes gemaakt voor bepaalde modelinstellingen. We willen in beeld brengen wat het effect van deze keuzes is. Hierbij moet goed worden benadrukt dat er alleen een kalibratie is uitgevoerd met de nieuwe instellingen. Een andere keuze voor de modelinstellingen zou geleid hebben tot andere kalibratiewaarden. We kijken dan ook vooral naar het effect rond de kalibratieniveaus (en niet naar extremen).

- 6 Horizontale viscositeit. In de zesde generatie-modellen wordt gebruik gemaakt van de Smagorinsky formulering voor de horizontale viscositeit in plaats van de een vaste waarde die in de vijfde-generatie modellen wordt gebruikt.
 - dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6_constvisc-v1
- 7 Overlaatformulering. In de zesde generatie-modellen wordt gebruik gemaakt van de Villemonte formulering voor overlaten in plaats van de Tabellenboek aanpak die in de vijfde-generatie modellen wordt gebruikt.
 - dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6_tabelboek-v1

1.3.3 Effect beno-actualisaties

Speciaal voor toepassing (o.a. binnen BOI) zijn de volgende extra analyses gewenst om de opbouw van het beno-model inzichtelijk te maken⁵:

⁵ Deze analyses zeggen niet direct iets over de verschillen tussen het huidige WBI-model en het model dat voor BOI beoogd wordt te worden toegepast.

- 8 Effect vegetatielegger. In het model dat in WBI2017 is gebruikt (gebaseerd op beno14_5) werd de vegetatielegger nog niet meegenomen (wel het effect van stroomlijn door de vegetatie van 96/97 mee te nemen). Het is daarom wenselijk om het effect van de vegetatielegger voor BOI in beeld te brengen. Daarom wordt een vergelijking gemaakt tussen het actuele D-Flow FM model (dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1) en het model waarin de vegetatielegger is meegenomen (dflowfm2d-*<gebied>*-j19leg_6-v1)
- dflowfm2d-*<gebied>*-j19leg_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1
- 9 Effect vergunningen. In het beno-model (dat ook voor BOI wordt toegepast) worden alle verleende vergunningen meegenomen. Er wordt een vergelijking gemaakt met het model zonder (dflowfm2d-*<gebied>*-j19leg_6-v1) en met vergunningen (dflowfm2d-*<gebied>*-j19vgn_6-v1) om het effect van deze vergunningsmaatregelen in beeld te brengen.
- dflowfm2d-*<gebied>*-j19vgn_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19leg_6-v1
- 10 Effect planmaatregelen. In het beno-model (dat ook voor BOI wordt toegepast) worden ook alle maatregelen meegenomen die een officiële status hebben en waarvan het dus (vrij) zeker is dat ze worden uitgevoerd⁶. Er wordt een vergelijking gemaakt met het model zonder (dflowfm2d-*<gebied>*-j19vgn_6-v1) en met deze maatregelen (dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1) om het effect van deze planmaatregelen in beeld te brengen.
- dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19vgn_6-v1
- 11 Verschilanalyse actueel vs beno. Het is wenselijk om in beeld te brengen wat het verschil in resultaten is tussen de actuele en beleidssituatie. Er wordt daarom een verschilanalyse gedaan tussen het nieuwe zesde generatie BenO model (dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1) en het actuele model (dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1).
- dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1 vs dflowfm2d-*<gebied>*-j19_6-v1
- 12 Verschilanalyse beno-modellen. Het is wenselijk om te zien wat het totale verschil in resultaten is t.o.v. het huidige beno-model (dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1 vs waqua-*<gebied>*-beno17/18_5-v1⁷). Deze analyse wordt ook al uitgevoerd bij de opzet van het beno-model en wordt hier daarom niet herhaald. De resultaten worden wel gerapporteerd.
- 13 Verschilanalyse toetsingsmodellen. Voor BOI is het ook wenselijk om te zien wat het totale verschil in resultaten is t.o.v. de vorige ronde (WBI2017). Er wordt daarom een verschilanalyse gedaan tussen het nieuwe zesde generatie BenO model (dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1) en het vigerende model uit WBI2017 (waqua-*<gebied>*-hr2017_5-v1). Er wordt hier ook gekeken naar het resultaat onder extreme BOI-condities. Welke van deze condities voor deze analyse gebruikt kunnen worden moet echter nog wel worden vastgesteld.
- dflowfm2d-*<gebied>*-beno19_6-v1 vs waqua-*<gebied>*-hr2017_5-v1

Daarnaast is het vanuit BOI ook wenselijk om te kijken naar het wel of niet voorkomen van schommelingen in resultaten op WBI uitvoerpunten. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van scripts die in het kader van het testtraject van WBI2017 zijn opgezet.

⁶ De status moet zijn dat er een bestuurlijk akkoord moet zijn en dat financiën beschikbaar zijn. Daar bovenop kan DGWB nog speciale verzoeken hebben om bepaalde maatregelen mee te nemen, maar dan moet RWS eventuele bedenkingen en adviezen wel van te voren hebben ingebracht.

⁷ Voor de Maas is beno17_5-v1 de vigerende versie en voor de Rijntakken beno18_5-v1.



Datum

19 december 2019

Ons kenmerk

11203714-005-ZWS-0015

Pagina

6 van 9

Er kan dan in beeld worden gebracht hoe eventuele schommelingen zich verhouden tot die van de afgelopen toetsronde (zie paragraaf 5.9 uit Agtersloot & Paarlberg, 2016ab) en hoe hier mee om kan worden gegaan. Dit is eigenlijk geen onderdeel van de standaard verschilanalyse maar valt in principe onder het WBI testtraject en is dus ook niet in de begroting opgenomen. Het is echter wel nuttig om hier direct naar te kijken, zodat er tijdig een eventuele oplossing kan worden gezocht.

In de budgettering is ook ruimte opgenomen om eventueel extra analyses uit te voeren n.a.v. de uitkomsten van andere analyses. Er is per gebied rekening gehouden met maximaal 3 extra (simpele) analyses en het opzetten van 2 extra modellen (beperkte aanpassingen noodzakelijk).

1.4 Planning en producten

De werkzaamheden kunnen pas starten als de benodigde modellen beschikbaar⁸ zijn (zie de groene modellen in Tabel 1.1). Daarnaast moeten ook alle randvoorwaarden en lateralen beschikbaar zijn (ook voor de stationaire sommen). De doorlooptijd van de totale werkzaamheden is ca. 3 maanden. Dit is echter ook afhankelijk van de beschikbare rekencapaciteit en eventuele discussies met RWS over de resultaten en definitie van eventuele extra analyses.

Beschrijving	concept	review	definitief
Rapportage verschilanalyse Rijntakken			
Rapportage verschilanalyse Maas			
Figuren verschilanalyse Rijntakken			
Figuren verschilanalyse Maas			

Er worden voor de analyse verschillende modellen afgeleid. Voor deze modellen wordt echter geen Protocol van Overdracht opgesteld. Wel worden ze onder 'trunk' in Subversion opgeslagen.

1.5 Begroting

Activiteit	Begroting (keuro ex. BTW)	
	Rijntakken	Maas
Opzetten modellen + uitvoeren berekeningen	8.0	8.0
Verschilanalyse	6.8	5.4
Gevoeligheidsanalyse	2.0	1.4
Analyses beno actualisatie	8.1	5.8
Extra analyses	3.9	3.0
Rapportage	3.1	2.7
Management + overleg	3.9	2.6
Totaal	35.8	28.9

1.6 Referenties

Agtersloot, R. & A. Paarlberg (2016a): WAQUA Productieberekeningen Bovenrivieren Maas - Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017. Deltares rapport 1220082-001-HYE-0012

Agtersloot, R. & A. Paarlberg (2016b): WAQUA Productieberekeningen Bovenrivieren Rijntakken - Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium 2017. Deltares rapport 1220082-001-HYE-0013

Beyer, D. (2012): Afleiding stationaire lateralen Rijntakken. RWS memo, 9 juli 2012.

Crebas, J. (2012): Verschilanalyse Maas. Deltares rapport 1205994-001-ZWS-0007.

Crebas, J. (2013): Verschilanalyse Rijntakken. Deltares rapport 1205994-002-ZWS-0017.

Goede, E. de, A. Spruyt & F. Zijl (2015): Acceptatietesten D-Flow Flexible Mesh - Onderdeel van D-HYDRO Suite 2016. Deltares rapport 1205718-000-DSC-0144.

⁸ Officiële oplevering via een PvO hoeft nog niet gedaan te zijn. De resultaten van de verschilanalyse kunnen juist eventueel worden meegenomen in het PvO.

Datum	Ons kenmerk	Pagina
19 december 2019	11203714-005-ZWS-0015	9 van 9

Jong, J. de (2018): Afvoergolven Maas op basis van WBI2017. Deltares memo 11202220-002-ZWS-0011, 2 juli 2018.

RHDHV (2018): Jaarlijkse actualisatie Rijntakken model 2018. RHDHV-rapport BF9483WATRP1807021634

Veen, R. van der (2018a): Actualisatie beschrijving laterale toestroming Maas. Acima-Rura-Arnhem memo P180510R, 3 oktober 2018.

Veen, R. van der (2018b): Actualisatie beschrijving laterale toestroming Rijntakken. Acima-Rura-Arnhem memo P180510R, 3 oktober 2018.

Visser (2018): Nieuwe standaardafvoergolven t.b.v. JAMR2018. Deltares memo 11202220-004-ZWS-0015, 7 mei 2018.