

Actualisatie zesde-generatie Maasmodel 2025

dflowfm2d-maas-j25_6-v1a



Actualisatie zesde-generatie Maasmodel 2025
dflowfm2d-maas-j25_6-v1a

Auteur(s)

Eveline van der Deijl
Wout Leemeijer

Omslagfoto: Droogte zomer 2018 - stuw Grave. Gefotografeerd door Marc Schols in opdracht van Rijkswaterstaat.
©Rijkswaterstaat | MCM productions

Actualisatie zesde-generatie Maasmodel 2025

dflowfm2d-maas-j25_6-v1a

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	William de Lange
Referenties	Modellen applicaties en data, hydraulica schematisaties zoekt
Trefwoorden	Maas, D-HYDRO, actualisatie

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	23-07-2025
Projectnummer	11211534-002
Document ID	11211534-002-ZWS-0006
Pagina's	64
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)

	Eveline van der Deijl Wout Leemeijer	

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de actualisatie van het zesde-generatie j23-model van de Maas naar j25 in D-HYDRO. Het nieuwe actuele model zal de komende twee jaar gebruikt worden, zowel tijdens het hoogwaterseizoen van 2025/2026 als dat van 2026/2027. *Baseline-maas-j25_6-v1* en *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* zijn opgebouwd en vervolgens vergeleken met *baseline-maas-j23_6-v1* en *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*. Belangrijke wijzigingen betreffen de doorvoering van een nieuwe implementatie van de RealTimeControl (RTC) voor de stuwen en de uitbreiding van het model in de breedte met de hoger gelegen gebieden.

Ter validatie van het nieuwe j25-model zijn met beide modellen (j25 en j23) simulaties uitgevoerd met de twaalf standaard testsommen (zeven stationaire (S) en vijf dynamische (D)), namelijk de sommen S_50, S_250, S1300, S2100, S3200, S4100, S6000, D1300, D2100, D3200, D4100 en D6000. De verschilanalyse toont dat door de implementatie van de nieuwe RTC voor de stuwen zowel de frequentie als amplitude van de eerdere aanwezige instabiliteiten in de kruinhoogte en waterstand zijn afgenomen. De instabiliteit is echter nog steeds in mindere mate aanwezig en er is nu met name voor stuw Grave en stuw Lith een lange laagfrequente variatie zichtbaar voor de lage stationaire afvoeren van 50 en 250 m³/s.

Voor de hoge afvoeren vanaf 3200 m³/s neemt de waterstand langs een groot stuk van de Maas af door de uitbreiding (verbreding) van het model met hoger gelegen gebieden. De afname betreft maximaal 37 cm voor een afvoer van 6000 m³/s. De afname ontstaat doordat het water bij deze afvoeren nu de hoger gelegen gebieden in kan stromen door de verbreding en niet meer tegen de modelranden aan staat. Wel is er door deze verbreding van het model een toename in de rekentijd van 125%.

Op de Gemeenschappelijke Maas te Meers (rkm 30) treedt de grootste verlaging in waterstand op van maximaal 57 cm voor een afvoer van 250 m³/s. Dit wordt met name veroorzaakt door een verlaging van de drempel en de bodemhoogte, waardoor er nu ook bij afvoeren van 50 en 250 m³/s water door de binnenbocht bij Meers stroomt. Verder zorgt een actualisatie van de situatie bij Grevenbicht bij rkm 42-46 voor een verhoging van de waterstand van maximaal 20 cm voor S6000 in j25 ten opzichte van j23 en leiden de maatregelen voor het project Meanderende Maas tot 7 cm opstuwung van de waterstand bij rkm 195. De actualisatie van het zomerbed leidt tot lagere waterstanden op bijna de gehele Maas.

De waargenomen veranderingen tussen het j23- en j25-model zijn allen verklaarbaar. Daarom zijn de modelschematisatie *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* en de bijbehorende Baselineschematisatie geaccepteerd.

Summary

This report describes the update of the sixth-generation j23-model of the Meuse to j25 in D-HYDRO. The new, updated model will be used over the next two years, during both the high-water seasons of 2025/2026 and 2026/2027. *Baseline-maas-j25_6-v1* and *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* are constructed and compared to *baseline-maas-j23_6-v1* and *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*. Key changes include the implementation of a new RealTimeControl (RTC) system for the weirs and the expansion of the model to include higher located areas.

To validate the new j25-model, simulations were performed with both models (j25 and j23) using the twelve standard test cases (seven stationary (S) and five dynamic (D)), namely S_50, S_250, S1300, S2100, S3200, S4100, S6000, D1300, D2100, D3200, D4100, and D6000. The difference analysis shows that the implementation of the new RTC for the weirs has reduced both the frequency and amplitude of previously observed instabilities in crest height and water level. However, some instability remains, particularly for the Grave and Lith weirs, where a long, low-frequency variation is now visible for low stationary discharges.

For high discharges starting from 3200 m³/s, the water level along a large section of the Meuse decreases due to the expansion (widening) of the model with higher located areas. The decrease is up to 37 cm for a discharge of 6000 m³/s. This reduction occurs because water can now flow into the higher areas that are added to the model instead of being constrained by the model boundaries. However, this expansion has led to a 125% increase in computation time for the updated model.

At the Common Meuse near Meers (rkm 30), the most significant changes in water level occur, up to -57 cm for a discharge of 250 m³/s. This is mainly due to a lowering of the dam between the channel and side-channel and lowering of the bed elevation, allowing water to flow through the inner bend at Meers even at discharges of 50 and 250 m³/s. Additionally, an update of the situation near Grevenbicht (rkm 42–46) results in a maximal 20 cm higher water level in j25 compared to j23, and the measures for the Meandering Meuse project cause a backwater effect of maximal 7 cm at rkm 195. The update of the summer bed leads to lower water levels along almost the entire Meuse.

All observed changes between the j23- and j25-models are explainable. Therefore, the model schematization *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* and the corresponding baseline schematization have been accepted.

Inhoud

	Samenvatting	4
	Summary	5
1	Inleiding	8
1.1	Achtergrond	8
1.2	Software	8
1.3	Organisatie en bijdragen	9
1.4	Leeswijzer	9
2	Modelopzet	10
2.1	Baseline	10
2.1.1	Handmatige aanpassing observatiepunten	11
2.2	Rooster	11
2.2.1	Toegepaste rooster	11
2.2.2	Roostertesten	11
2.3	Kunstwerksturing	11
2.3.1	Aansturing Stuwen	11
2.3.2	Kromme-Nolkering	13
2.3.3	Keersluis Heumen	14
2.3.4	Inlaatwerk Heerenlaak	15
2.4	Kalibratiedefinitie	16
2.5	Initiële condities	16
2.6	Ingespeelde condities	17
2.7	Testsommen	17
3	Resultaten j25-model	19
3.1	Verschilanalyse Rooster	19
3.1.1	Waterstanden	19
3.1.2	Rekentijd	21
3.2	Verschilanalyse kunstwerksturing	21
3.2.1	Waterstandsverschillen	21
3.2.2	Stabiliteit kunstwerksturing	23
3.2.3	Functioneren Kromme-Nolkering en Keersluis Heumen	23
3.3	Verschilanalyse j25_6 en j23_6	29
3.3.1	Stationaire berekeningen	29
3.3.2	Dynamische berekeningen	34
4	Conclusies	36
5	Referenties	38

A	Maatregelen	39
B	Memo 11211534-002-ZWS-0003_v0.2 Kromme Nol RTC implementatie	45
B.1	Aanleiding	45
B.2	Bevindingen	45
B.2.1	Objecteigenschappen Kromme-Nolkering	45
B.2.2	Maas-model RTC Kromme-Nolkering	45
B.2.3	RMM-model RTC Kromme-Nolkering	47
B.2.4	Verschillen	48
B.3	Nieuwe implementatie	48
B.3.1	Aansturing	48
B.3.2	Testen	50
B.4	Conclusie	50
B.5	Aanbevelingen	50
B.6	Bibliografie	51
B.7	Appendix: RealTimeControl invoer	51
B.7.1	rtcDataConfig.xml	51
B.7.2	rtcToolsConfig.xml	52
B.7.3	timeseries_import.xml	54
C	Stuwsturing	56
D	Waterstandsverschillen op de rivieras	62
D.1	Verschilanalyse j25_6 – j23_6 dynamische berekeningen	62
D.2	Verschilanalyse j25_6 – j23_6 stationaire berekeningen	62
E	Kaarten	63

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Nederland staat voor een aantal (onderling met elkaar samenhangende) maatschappelijke opgaven, waaronder klimaatverandering, de energietransitie, het verlies van biodiversiteit, verstedelijking en de woningbouwopgave. Een van de kerntaken van Rijkswaterstaat (RWS) is het werken aan "droge voeten". RWS realiseert deze taak door bescherming te bieden tegen overstroming van zeeën, rivieren en meren. Om deze bescherming mogelijk te maken en te kunnen blijven garanderen, werkt RWS aan een samenhangend hydraulisch modelinstrumentarium. Het instrumentarium vormt met de combinatie van modellen, applicaties en data (MAD) een belangrijke basis in het vormgeven en implementeren van beleid voor de maatschappelijke opgaven. Deze worden zowel ingezet voor operationele advisering vanuit het Watermanagementcentrum Nederland (WMCN) als voor het uitvoeren van berekeningen ten behoeve van omgevingswetvergunningverlening en de berekeningen van de Hydraulische Randvoorwaarden (Beoordelings- en Ontwerp Instrumentarium). Bij de Omgevingswet toetst RWS de invloed van ingrepen en activiteiten op hydraulica en morfologie en daarmee het effect op waterstaatswerken (vaarwegen, waterkeringen, dijken, bruggen, gemalen, sluizen en stuwen) en het effect op hinder en schade voor derden, terwijl bij de Hydraulische Randvoorwaarden de toetsing van de dijken (dijkhoogte en belasting) centraal staat.

De modelschematisaties zijn per regio geordend en worden ook buiten RWS gebruikt. Een modelschematisatie omvat een set modelinvoerbestanden voor een specifiek gebied, specifieke toepassing en specifieke modelsoftware. Toepassingen zijn onderverdeeld in Waterbeweging en golven, Waterkwaliteit en ecologie en Morfologie.

In het kader van het deelproject *MAD09 2025-Hydraulica Schematisaties Zoet – Maas* staat voor zowel het zesde-generatie 2D-model als het SOBEK3 1D-model de actualisatie naar j25_6 op het programma. Hiervoor zijn achtereenvolgens de actualisatie van Baseline, D-HYDRO (2D) en SOBEK3 (1D) noodzakelijk. Dit rapport beschrijft de actualisatie van het D-HYDRO 2D-model van de zesde-generatie van de Maas van j23 naar j25. Het nieuwe actuele model zal de komende twee jaar gebruikt worden, zowel tijdens het hoogwaterseizoen van 2025/2026 als dat van 2026/2027.

1.2 Software

Voor de opzet van het model en de testberekeningen is de volgende software gebruikt:

- ArcGIS Pro 3.4.0 met Baseline 7.0.1 voor de Baselinewerkzaamheden;
- Sommengenerator Watermodellen (SGWM) versie 2.4.0 voor de opzet van de standaard testsommen
- D-HYDRO Suite 2025.01 voor de modelberekeningen.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd op het Linux H7 cluster van Deltares onder het AlmaLinux 8 besturingssysteem.

1.3 Organisatie en bijdragen

In Tabel 1-1 is een overzicht gegeven van de personen die aan dit project hebben bijgedragen.

Tabel 1-1 Overzicht van personen die hebben bijgedragen aan dit project.

Naam	Organisatie	Rol
Eveline van der Deijl	Deltares	Deelprojectleider Maas, projectmedewerker RTC
Wout Leemeijer	Deltares	Scrum Master Team Hyridem, Projectmedewerker
Aukje Spruyt	Deltares	Projectleider SITO-PS MAD 09 2024 - zoet
Anna van den Hoek	Deltares	Review
Marjolein Vogels	RWS-ZN	
Lianita Suryawinata	RWS-ZN (projectleider Maas Modelschematisaties)	Discussie methodiek en resultaten, aanleveren Baselinemaatregelen, controle
Yaron Huberts	RWS-ZN	
Joey Ewals	RWS-ZN	
Erika d'Haeseleer	MOW Vlaanderen; Waterbouwkundig Laboratorium Antwerpen	Aanleveren Baselinemaatregelen
Joke de Meester	MOW Vlaanderen; Waterbouwkundig Laboratorium Antwerpen	Aanleveren Baselinemaatregelen
Joke Verstraelen	Vlaamse Waterweg NV	Aanleveren Baselinemaatregelen
William de Lange	RWS-WVL	Opdrachtgever, Discussie methodiek en resultaten, controle
Alessandra Scottà	RWS-WVL	Contactpersoon Baseline-NL

1.4 Leeswijzer

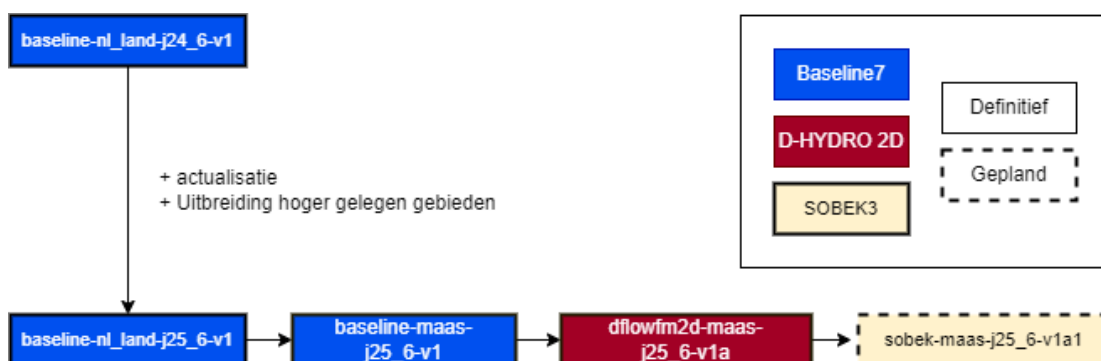
Hoofdstuk 2 beschrijft de opbouw van het j25-model van de Maas. In hoofdstuk 3 worden de waterstanden van het j25-model vergeleken met die van het j23-model om te kunnen beoordelen of alle verschillen verklaarbaar zijn. Hoofdstuk 4 geeft de conclusie.

2 Modelopzet

Dit hoofdstuk beschrijft de opbouw van het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a*.

2.1 Baseline

Voor de projectie van het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* is gebruik gemaakt van Baseline 7.0.1. De Baselineschematisatie *baseline-maas-j25_6-v1* is afgeleid uit *baseline-nl_land-j25_6-v1*. Door Leemeijer (2025) is de versie *baseline-nl_land-j24_6-v1* geactualiseerd naar *baseline-nl_land-j25_6-v1*. Deze actualisatie vond plaats op basis van actualisatiemaatregelen in Baseline 7 die zijn aangeleverd door RWS-ZN en de andere regio's (Leemeijer, 2025). De stap om tot *baseline-maas-j25_6-v1* te komen is als stroomschema weergegeven aan de linkerkant van Figuur 2.1.



Figuur 2-1 Ontwikkeling maas-j25_6-v1-modellen.

De voor de Maas relevante maatregellijst is opgesteld door RWS-ZN. De maatregelen zijn opgenomen in Appendix A. Volgens de maatregellijst zijn de Baseline-maatregelen te verdelen in (Leemeijer, 2025):

- Maatregelen correctie model (6 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen actualisatie vegetatie (2 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen verbetering kunstwerken (7 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen lodingen 2024/2025 (15 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen project KRW Zuid-Nederland (18 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen oevers en meetpunten (6 Baselinemaatregelen)
- Maatregelen Meanderende Maas (5 Baselinemaatregelen)
- Overige maatregelen (2 Baselinemaatregel).

Van de vernieuwde Baselineschematisatie van de Maas is vervolgens een uitsnede ('clip') uit Baseline-NL (*baseline_nl_land-j25_6-v1*) gemaakt met behulp van de clip-polygoon *clip_contour_maas_j25_6_v1* met als resultaat *baseline-maas-j25_6-v1*. De 'geclipte' schematisatie is met het rooster *maas_40m_v2020_1.61_net.nc* geconverteerd naar D-HYDRO. Deze bestanden vormen de 'geometry'-map en worden gecombineerd met de mappen 'boundary conditions', 'general', 'initial_conditions' en 'rtc'. De map 'general' is afkomstig van het referentiemodel (het j23-model). Voor de overige mappen wordt de opzet en inhoud beschreven in de volgende paragrafen.

2.1.1 Handmatige aanpassing observatiepunten

Tijdens de opbouw van de modelschematisatie *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* is gebleken dat de uitvoerlocaties *MA_215.40_L_LMW-H_Empel-beneden* en *ZV_1.50_L_LMW-H_Smeermaas* ontbreken in het model. Deze meetstations zijn in baseline foutief door een maatregel voor het Maximakanaal (t.b.v. MLNBK schematisatie) verwijderd. De observatiepunten zijn daarom achteraf handmatig toegevoegd aan het observatiepuntenbestand *maas-j25_6-v1a_3_measurement_obs.xyn* dat vervolgens is hernoemd naar *maas-j25_6-v1a_3_measurement_obs_aangepast.xyn*. Het bestand *maas-j25_6-v1a_3_measurement_obs_aangepast.xyn* is daarom voor al de berekeningen aangeroepen in de .mdu. Aangezien deze aanpassing handmatig achteraf heeft plaatsgevonden, missen de betreffende observatiepunten nog in de aan Rijkswaterstaat opgeleverde resultaten en analyse van onderliggende rapportage.

2.2 Rooster

2.2.1 Toegepaste rooster

In het kader van het deelproject *MAD09 2023-Hydraulica Schematisaties Zoet – Maas* is voor extreem hoogwater het Maas-oi2023-model in de breedte uitgebreid met 'hoger gelegen gebieden' (Van der Deijl & Visser, 2024). Het rekenrooster was reeds uitgebreid in 2020 (Ottevanger & Plieger, 2020). Aangezien de modeluitbreiding naar hoger gelegen gebieden ook aan het actuele model is toegevoegd, is het rooster (*maas_40m_v2020_1.61_net.nc*) toegepast op het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a*. Dit betekent dat voor het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* het rooster loopt van Lixhe tot Keizersveer inclusief de verbreding met de hoger gelegen gebieden, zoals gebruikt in het Maas-oi2023-model.

2.2.2 Roostertesten

Voor het testen van het effect van de modeluitbreiding is niet alleen het definitieve model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a*, maar ook een extra werkversie (*dflowfm2d-maas-j25_6-w1b*) vanuit baseline geprojecteerd:

- 1 *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a*: rooster + modelboundary inclusief uitbreiding met hoger gelegen gebieden;
- 2 *dflowfm2d-maas-j25_6-w1b*: rooster + modelboundary zoals gebruikt bij j23.

Om de impact van de modeluitbreiding met hoger gelegen gebieden te testen is voor een selectie van vier afvoeren (S50, D3200, D4100, D6000) ook de werkversie *dflowfm2d-maas-j25_6-w1b* (met de modelboundary van het j23-model) doorgerekend. De verschillen in rekentijden en resultaten zijn gedocumenteerd in dit rapport.

2.3 Kunstwerksturing

2.3.1 Aansturing Stuwen

In 2023 is de RealTimeControl (RTC) van de stuwen verbeterd. De nieuwe stuw-instellingen van Agtersloot (2024) zijn bij de actualisatie naar het j25-model doorgevoerd.

Met betrekking tot het *state-import* bestand is wel afgeweken van de aanpak zoals door Agtersloot (2024) is gebruikt. Door Agtersloot (2024) zijn er namelijk in totaal vijf RTC-versies opgesteld met een *state-import* bestand, namelijk één RTC-versie voor elke doorgerekende testsom. Hiervoor is gekozen omdat de RTC nog niet de initiële condities uit het *structures.ini*-bestand overneemt ([\[UNST-7288\]](#)) en nu standaard NAN bevat waardoor de kunstwerken aan het begin van de som geheel open staan.

Voor de Maas-modellen wordt voortaan de aanpak doorgevoerd, die ook voor de Rijntakken al wordt gebruikt. Er is niet voor elke som één RTC-folder opgesteld, maar er is gebruik gemaakt van drie standaard RTC folders. De initiële kunstwerkstanden van het *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*-model, behorende bij verschillende afvoeren die vergelijkbaar zijn, zijn gecombineerd in één bestand om er voor te zorgen dat de initiële kunstwerkstand voor al die afvoeren redelijk voldoet. Er zijn nu drie RTC folders beschikbaar, met daarin ingevulde *state_import.xml* bestanden voor de volgende condities:

- 1 <500 m³/s: laagwater (stuwen volledig kerend, keersluizen volledig open);
- 2 500-1500 m³/s: verhoogde waterstanden (stuwen deels kerend, keersluizen nog open);
- 3 ≥1500 m³/s: hoogwater (meeste stuwen gestreken, eerste keersluizen gesloten).

Het doel van de drie verschillende instellingen (zie Tabel 2-1) is om de inspeeltijd te verkorten en te voorkomen dat alle kunstwerken direct aan het begin van de sommen volledig open staan doordat de *state_import.xml* nu standaard NAN bevat. Onderstaande posities kunnen afwijken van de standen zoals ook zijn opgegeven in de *structures.ini* voor de betreffende niveaus. Dit komt omdat de RTC folders eenmalig zijn opgesteld op basis van het *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*-model en niet per schematisatie zullen worden veranderd. Alleen de waarde voor de *GateLowerEdgeLevel* van de Kromme Nol Kering is extra aangepast, omdat voor deze kering is geconstateerd dat de schematisatie van dit kunstwerk in het model aangepast moest worden (zie paragraaf 0).

Tabel 2-1 gebruikte standen in de drie niveaus voor *state_import.xml*.

Naam	schematisatie	aansturing via	25 m ³ /s	500 m ³ /s	1500 m ³ /s
ST_Borgharen	generalstructure	CrestLevel	43,68	41,87	39,67
ST_Linne	generalstructure	CrestLevel	20,8	20,80	20,80
ST_Roermond	generalstructure	CrestLevel	16,49	14,74	11,80
ST_Belfeld	generalstructure	CrestLevel	13,61	11,91	7,93
ST_Sambeek	generalstructure	CrestLevel	10,85	8,88	4,64
ST_Grave	generalstructure	CrestLevel	7,82	5,81	2,70
ST_Lith	generalstructure	CrestLevel	4,43	2,94	-2,50
HK_Limmel	gate	GateLowerEdgeLevel	51,70	51,70	51,70
HK_Heumen	generalstructure	GateLowerEdgeLevel	19,40	19,40	2,70
HK_Cuijk	gate	GateLowerEdgeLevel	18,00	18,00	3,80
HK_Mook	gate	GateOpeningWidth	11,00	11,00	4,60
HK_Schipdiep	gate	GateOpeningWidth	14,00	14,00	14,00
HK_Kromme_Nol	generalstructure	GateLowerEdgeLevel	11,10	11,10	11,10

2.3.2 Kromme-Nolkering

De Kromme-Nolkering is het enige kunstwerk dat zowel in de modelschematisaties van de Maas als de Rijn-Maasmonding (RMM) is opgenomen. Er is geconstateerd dat de implementatie van de RTC voor dit kunstwerk niet gelijk is in de betreffende modellen. De naamgeving, de schematisatie (*generalstructure* in RMM en *gate* in Maas), de aansturing en instellingen voor de *GateLowerEdgeLevel* en *CrestLevel* weken af en in beide modellen waren foutieve waarden opgenomen. Om deze reden is de RTC voor de Kromme-Nolkering opnieuw opgezet voor de Maas. Daarnaast zal onderstaande opzet ook bij de toekomstige actualisatie van het RMM-model worden doorgevoerd.

De Kromme-Nolkering is een verticaal sluitende schuif van 50 m breed en 9 m hoog. De maximale hoogte van de onderkant van de schuif is 11,1 m +NAP en de schuif sluit door te zakken tot op de drempel van de keersluis, die op -4 m +NAP ligt. De kering sluit via een automatische sluitprocedure bij een waterstand van 3,42 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen (Van Aubel, 2025). Het sluiten van de kering duurt in totaal ongeveer 1 uur. De schuif zakt eerst van een open stand (11,1 m +NAP) tot het waterpeil in ongeveer 15 minuten en vervolgens in nog zo'n 45 minuten tot op de drempel. Volgens plan is de kering gesloten bij 3,50 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen (persoonlijke communicatie: Arjan Krikke, Waterschap Rivierenland). In het model wordt daarom aangenomen dat zowel het openen als het sluiten lineair tussen deze standen plaatsvindt over de periode van 1 uur. De schematisatie van de keersluis is opgenomen in Tabel 2-2.

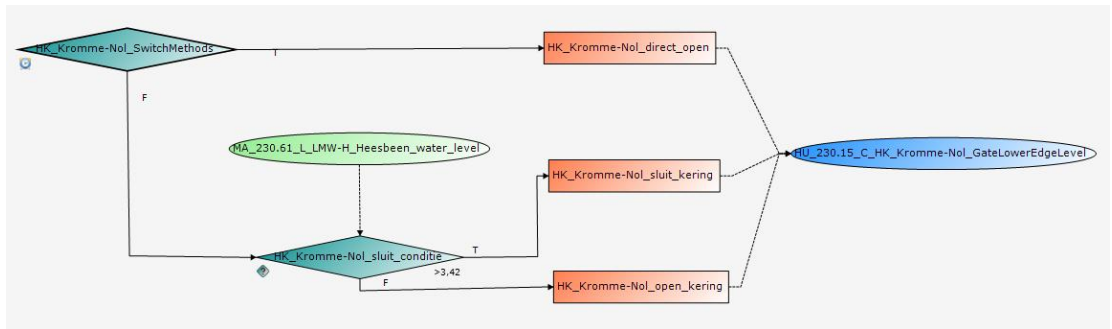
Tabel 2-2 Schematisering van de keersluizen Kromme-Nolkering en Keersluis Heumen (type kunstwerk: *general structure*).

	Sluitconditie (m +NAP) ¹	CrestLevel (m +NAP) ²	CrestWidth (m)	Max. Gate Lower edge level (m +NAP) (open)	Min. Gate Lower edge level (m +NAP) (dicht)	Gate height (m)
Kromme-Nolkering	Heesbeen>3,42	-4,0	50,0	11,1	-4,0	9,0
Keersluis Heumen	Mook>8,3	2,7	22,8	19,4	2,7	11,0

¹ In een *general structure* worden hoogtes opgegeven bij twee doorsneden boven- en twee doorsneden benedenstrooms van de stuw. Conform de generieke specificaties is de waarde van *Upstream2Level* en *Downstream1Level* (direct naast de keersluis) gelijk aan de kruinhoogte min 5 cm, en bij de doorsneden *Upstream1Level* en *Downstream2Level* gelijk aan de kruinhoogte min 10 cm.

² De breedte van de *general structure* is gelijk gesteld voor iedere doorsnede: zowel bij de kruin (*CrestWidth*) als bij de boven- en benedenstroomse doorsneden (*Upstream1Width*, etc.).

Figuur 2-2 toont de nieuwe RTC-implementatie voor de Kromme-Nolkering. De eerste stap in de aansturing van de kering is een switch (*SwitchMethods*). Met deze switch kan geschakeld worden tussen het wel of niet aansturen van de kering op basis van de overige stuurregels. Met de tijdserie via *timeseries.import.xml* kan via de switch de sturing van de kering worden aangezet (1) of uitgezet (0). Als de sturing uit staat, staat de kering direct volledig open.

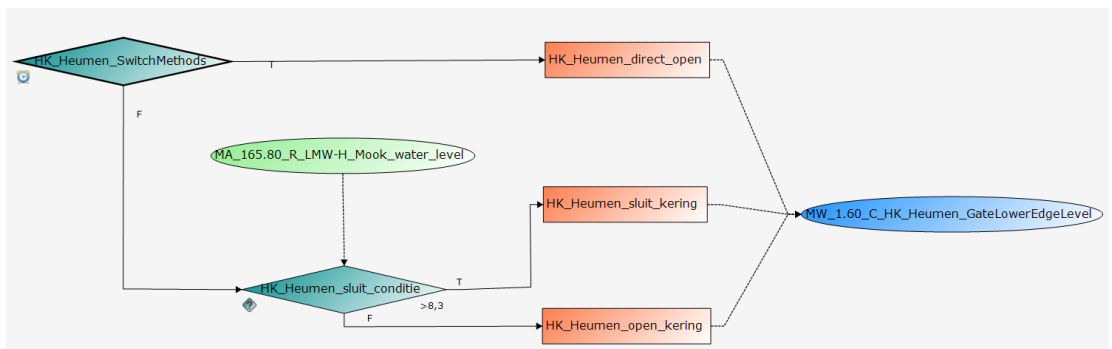


Figuur 2-2 RTC input via D-HYDRO Suite 2025.01 HMWQ voor de Kromme-Nolkering.

Indien de sturing van de keersluis aan staat wordt de *GateLowerEdgeLevel* van de kering via twee timerules aangestuurd, namelijk de regel voor openen (*HK_Kromme-Nol_open_kering*) of de regel voor sluiten (*HK_Kromme-Nol_sluit_kering*). Welke regel actief is wordt bepaald door de sluitcondities op basis van de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen. Als de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen lager is dan 3,42 m +NAP, wordt de conditie voor *HK_Kromme-Nol_open_kering* actief waarbij de *GateLowerEdgeLevel* over 1 uur tijd wordt verhoogd tussen -4 en 11,1 m +NAP. Is de waterstand hoger, dan is de conditie *HK_Kromme-Nol_sluit_kering* actief en wordt de *GateLowerEdgeLevel* over 1 uur tijd verlaagd tussen 11,1 en -4 m +NAP. De positie van de keersluis op het moment van openen of sluiten wordt gebruikt als relatieve startpositie. Dit is ook het geval als binnen het uur de conditie veranderd van openen naar sluiten of andersom.

2.3.3 Keersluis Heumen

Er was geconstateerd dat het sluitniveau voor keersluis Heumen niet goed in de schematisatie was opgenomen. In de eerdere implementatie ging de sluis sluiten bij een waterstand van 8,25 m +NAP en was de sluis gesloten bij 8,3 m +NAP bij LMW-meetlocatie Mook. Volgens Van Aubel (2023) moet de sluis beginnen te sluiten bij 8,3 m +NAP en gesloten zijn bij 8,45m +NAP. Om deze reden is voor deze keersluis het sluitniveau aangepast en is direct ook dezelfde RTC-aansturing doorgevoerd als voor de Kromme-Nolkering is geïmplementeerd (zie Figuur 2-3). De gebruikte schematisatie van de keersluis als *generalstructure* is opgenomen in Tabel 2-2. Wel wordt voor het openen van de keersluis een andere duur gebruikt dan voor de Kromme-Nolkering. Volgens Van Aubel (2023) zakt de keerschuif in ongeveer 45 minuten, terwijl het openen 2-3 uur in beslag neemt. In het model wordt daarom 1 uur aangehouden voor het sluiten van de keersluis en 3 uur voor het openen. Als de waterstand bij LMW-meetlocatie Mook lager is dan 8,3 m +NAP, wordt de conditie voor *HK_Heumen_open_kering* actief waarbij de *GateLowerEdgeLevel* over 3 uur tijd wordt verhoogd van 2,7 naar 19,4 m +NAP. Is de waterstand hoger, dan is de conditie *HK_Heumen_sluit_kering* actief en wordt de *GateLowerEdgeLevel* over 1 uur tijd verlaagd tussen 19,4 en 2,7 m +NAP. De positie van de keersluis op het moment van openen of sluiten wordt gebruikt als relatieve startpositie.



Figuur 2-3 RTC input via D-HYDRO Suite 2025.01 HMWQ voor keersluis Heumen.

2.3.4 Inlaatwerk Heerenlaak

Eind 2024 is gestart met Fase 1 van het project Heerenlaakplas, namelijk het verleggen van de doorvaaropening tussen de Heerenlaakplas en de Gemeenschappelijke Maas. De doorvaaropening is ca. 300 m stroomafwaarts verplaatst van rkm 57,0 naar 57,3. Deze verlegging is al in het maas-j23-model opgenomen.

Fase twee van het project Heerenlaakplas omvat het bouwen van een inlaatconstructie ter hoogte van rkm 53,0. Deze inlaatconstructie zal vanaf een afvoer op de Maas van ca. 750 m³/s maximaal 330 m³/s water door de plas laten stromen. De constructie zal bestaan uit drie elementen die zich in het dijklichaam rondom de plas Heerenlaak bevinden, van deze drie elementen zullen na de bouw van het inlaatwerk voorlopig slechts twee in gebruik worden genomen.

Het inlaatwerk Heerenlaak wordt in D-HYDRO opgenomen als twee direct opeenvolgende kunstwerken (onderdoorlaat en overlaat) met vaste instellingen. De instellingen voor respectievelijk één, twee en drie elementen zijn in Tabel 2-3 opgenomen. Voorlopig wordt het inlaatwerk geheel dicht gezet door middel van de *gateloweredgelevel* en *gateheight*. De bouw van het inlaatwerk is namelijk gepland voor 2026-2027 en ook in het 1D-model zal voor RWSOS het kunstwerk voorlopig inactief zijn.

Tabel 2-3 Schematisering van de inlaatconstructie Heerenlaak (type kunstwerk: general structure) op basis van de ontwerp informatie uit Carlens et al., 2022; Meijer (2022) en de pdf versie van de bestekplannen ARO-23-7102 -F###, Vlaamse Waterweg, 13-09-2023 .

General_structure	CrestLevel (m +NAP) ¹	CrestWidth (m) ²	Gate Lower edge level (m +NAP)	Gate height (m)
Inlaatconstructie-Heerenlaak_inlaat	21,37	10 (1 element) 20 (2 elementen) 30 (3 elementen)	21,37 (dicht/ 0 elementen) 24,37 (open)	9.23 (dicht/ 0 elementen) 6.23 (open) (30,6 – 24,37 m +NAP)
Inlaatconstructie-Heerenlaak_uitlaat	24,37	58,8 (1 element) 117,6 (2 elementen) 176,4 (3 elementen)	24,37 (dicht/ 0 elementen) 25,37 (open)	8.23 (dicht/ 0 elementen) 5.23 (open) (30,6 – 25,37 m +NAP)

¹ In een general structure worden hoogtes opgegeven bij twee doorsneden boven- en twee doorsneden benedenstrooms van de stuw. Conform de generieke specificaties is de waarde van Upstream2Level en Downstream1Level (direct naast de keersluis) gelijk aan de kruinhoogte min 5 cm, en bij de doorsneden Upstream1Level en Downstream2Level gelijk aan de kruinhoogte min 10 cm.

² De breedte van de general structure is gelijk gesteld voor iedere doorsnede: zowel bij de kruin (CrestWidth) als bij de boven- en benedenstroomse doorsneden (Upstream1Width, etc.).

De werking van het inlaatwerk is al kort gevalideerd door Van der Deijl (2025). Hierbij is geconstateerd dat bovengenoemde nieuw opgezette instellingen (op basis van de meest recente plannen en best beschikbare informatie uit de bestekplannen) en de hieruit resulterende afvoeren afwijken van eerder gebruikte instellingen en gewenste afvoeren voor het kunstwerk in studies met WAQUA (Arcadis, 2012) en D-HYDRO (Fujisaki, et al., 2024). Ook is de eerder voor WAQUA bepaalde kalibratiefactor voor het inlaatwerk niet toepasbaar in D-HYDRO. Daarom wordt aanbevolen om de nu geïmplementeerde kunstwerken voor het inlaatwerk Heerenlaak in het dflowfm2d-maas-j26_6-v1a model niet te open zonder een uitgebreidere gevoeligheidsanalyse uit te voeren naar de exacte instellingen en mogelijke kalibratiefactoren.

2.4 Kalibratiedefinitie

Voor de opzet van het morfologisch model van de Maas is de modelschematisatie aan de bovengrens uitgebreid van Lixhe naar Monsin. Deze uitbreiding is sinds 2024 opgenomen in de Baseline-boom van Baseline-NL. Het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* is het eerste Maas-model dat na deze modeluitbreiding wordt geprojecteerd vanuit Baseline-NL. Met de modeluitbreiding zijn er een nieuwe ruwheidspolygoon (2102) en een nieuwe kalibratiedefinitie (2125) toegevoegd. De ruwheidspolygoon 2102 bevindt zich geheel bovenstrooms van stuw Lixhe en dus buiten de modelbegrenzing Lixhe-Keizersveer. Echter loopt de overgang tussen de ruwheidspolygoonen wel binnen de huidige modelbegrenzing. Dit betekent dat de kalibratiedefinitie voor 2125 moet worden opgenomen in het definitiebestand.

Omdat er op dit moment geen gegevens beschikbaar zijn van de ruwheden voor het uitgebreide traject en er in het huidige morfologisch model een andere aanpak gebruikt wordt voor de ruwheid is besloten om de definitie voor de nieuwe sectie van Monsin-Lixhe direct over te nemen van de al aanwezige sectie 2100, die loopt van modelrand Eijsden tot LMW *Maastricht_SintPieter*. Ook wordt dezelfde afvoer doorsnede gebruikt, namelijk *MA_6.28_QR_EijsdenGrens-SintPieterNoord*. Door het gebruik van exact dezelfde waarden, wordt voorkomen dat er op de bovenrand een overgangseffect optreedt. In Tabel 2-4 is in rood de toevoeging aan het bestand *mainchannel_calibration-v2b.cld* getoond. Naar het nieuwe bestand met de naam *mainchannel_calibration-v2c.cld* wordt nu verwezen in de .mdu. Door het gebruik van exact dezelfde waarden, wordt voorkomen dat er op de bovenrand een overgangseffect optreedt.

Tabel 2-4 De toevoeging van de definitie voor 2125 (in rood) aan het bestand *mainchannel_calibration-v2b.cld*.

```
#-----  
2125 DISCHARGE MA_6.28_QR_EijsdenGrens-SintPieterNoord # Modelrand Monsin -  
Modelrand Eijsden  
2125 0100 0.8994960602644755  
2125 0800 0.8330802436745858  
2125 1700 0.8678815609754384  
2125 2250 0.9247292115683289  
2125 2700 0.9632235050567388  
#-----  
2100 DISCHARGE MA_6.28_QR_EijsdenGrens-SintPieterNoord # Modelrand Eijsden -  
LMW.Maastr_StPiet  
2100 0100 0.8994960602644755  
2100 0800 0.8330802436745858  
2100 1700 0.8678815609754384  
2100 2250 0.9247292115683289  
2100 2700 0.9632235050567388
```

2.5 Initiële condities

Initiële condities zijn aangemaakt voor de situaties met een afvoer van 25, 250, 500, 750, 1000, 1250 en 1500 m³/s bij Lixhe, zonder toevoeging van lateralen. Deze condities bestaan voor elk afvoerniveau uit een zelfde set bestanden die initiële waterstanden, stroomsnelheden en stuwstanden beschrijven.

Voor het afleiden van de initiële condities zijn met *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* initiële berekeningen uitgevoerd waarin elke afvoer (25, 250, 500, 750, 1000, 1250 en 1500 m³/s) 40 dagen lang stationair en zonder lateralen is doorgerekend. Wanneer aan het eind van elke stationaire periode de afvoer van Keizersveer gelijk is aan de opgegeven afvoer bij Lixhe en de waterdiepte bij Keizersveer niet meer verandert, worden voor elk niveau de initiële condities bepaald.

Het last25 waterstandsvlak is weggeschreven als initieel waterstandsveld behorende bij de betreffende afvoer (bijv. de bestanden *maas-j25_6-v1_initial_water_level_Q__25.ini* met *maas-j25_6-v1_initial_water_level_Q__25.xyz* voor het niveau met een afvoer van 25 m³/s). Ook vlakken met last25 stroomsnelheden in x- (*maas-j25_6-v1a_ucx_Q__25.xyz*) en y-richting (*maas-j25_6-v1a_ucy_Q__25.xyz*) zijn weggeschreven. Deze bestanden worden aangeroepen in de .mdu via het oude format voor *external forcings*, bijvoorbeeld door *maas-j25_6-v1a_initial_velocity_Q__25.ext* voor het niveau met afvoer van 25 m³/s. Daarnaast is de stand van pumps, weirs, gates en general structures voor elk niveau weggeschreven naar het *StructureFile* (*maas-j25_6-v1a_structures_Q__25.ini* voor de afvoer van 25 m³/s).

2.6 Ingespeelde condities

De initiële condities uit paragraaf 2.5 zijn gebruikt als start voor zowel de stationaire als dynamische testsommen. Voor de stationaire sommen zijn ook ingespeelde waterstanden, stroomsnelheden en stuwstanden opgesteld. Hiervoor zijn velden van de waterstanden en de stuwstanden van de last25-uitvoer van de 20 dagen doorgerekende stationaire standaardsommen weggeschreven. Deze condities zijn dus inclusief de bijdrage van de lateralen. Deze ingespeelde condities hebben de bijbehorende stationaire som in de naamgeving i.p.v. de Q van het afvoerniveau waarvoor ze gelden (i.e. *maas-j25_6-v1_initial_water_level_S__25.ini*).

2.7 Testsommen

Voor het geactualiseerde j25-model zijn de gebruikelijke controles uitgevoerd om te valideren dat de projectie op het (40m) D-HYDRO rooster plausibele resultaten geeft:

- Het Baselinelogbestand is op errors gecontroleerd en er is steekproefsgewijs voor enkele maatregelen gekeken of de maatregel correct is ingemixt;
- Het logbestand is op errors gecontroleerd na de conversie naar D-HYDRO;
- Waterstanden van testberekeningen van het geactualiseerde model zijn vergeleken met die van het huidige model;
- Er zijn kaarten gemaakt met verschillen in waterstand, waterdiepte en bodemhoogte tussen het geactualiseerde en het huidige model.

Ter validatie van het model *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* zijn de zogenoemde standaard testberekeningen gebruikt. Dit zijn vijf dynamische sommen ('D') en zeven stationaire afvoeren ('S') uit Van der Deijl (2023), namelijk S__50, S_250, S1300, S2100, S3200, S4100, S6000 en D1300, D2100, D3200, D4100 en D6000. De standaardberekeningen zijn opgezet met de SGWM. De resultaten van *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* zijn vergeleken met die van het Maas-model: *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*.

RWS-ZN heeft daarnaast de wens om zowel de invoer als de uitvoer te ontvangen van de gehele set sommen voor de betrekkinglijnen (bl), namelijk: S__50, S_125, S_250, S_500, S_750, S1000, S1300, S1500, D1300, D1700, D2100, D2500, D2800, D3200, D3600, D4100, D4500 en D6000. Deze sommen zijn nodig voor de producten van RWS-ZN en zij hebben graag dat de gehele set op één machine wordt doorgerekend. De extra doorgerekende sommen (S_125, S_250, S500, S_750, S1000, S1300, D1700, D2500, D2800, D3600, D4500) worden alleen voor het *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* model uitgevoerd en vormen geen onderdeel van de verschilanalyse. De invoer en resultaten van alle sommen worden alleen aan RWS-ZN opgeleverd.

Om de impact van de modeluitbreiding met hoger gelegen gebieden te testen, is voor een selectie van vier afvoeren (S__50, D3200, D4100, D6000) ook de werkversie *dflowfm2d-maas-j25_6-w1b* (met *modelboundary* van het j23-model) doorgerekend. De verschillen in rekentijden en resultaten zijn gedocumenteerd in dit rapport.

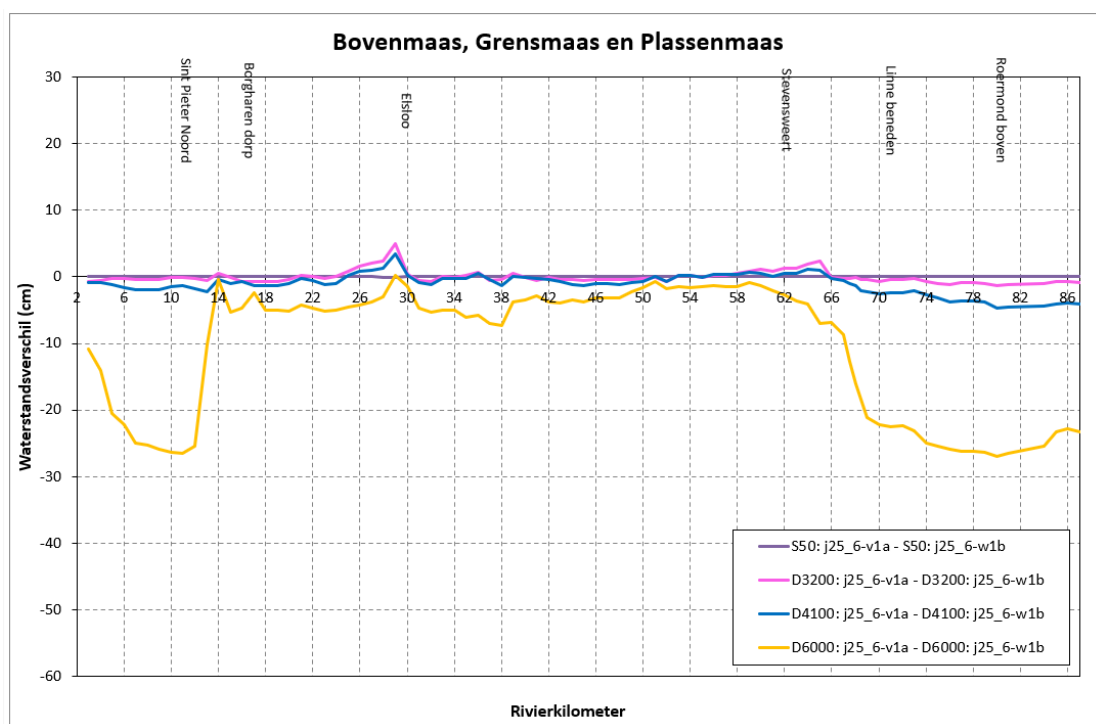
3 Resultaten j25-model

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de gedraaide testsimulaties vergeleken. Eerst wordt een verschilanalyse uitgevoerd tussen het j25-model met en zonder roosteruitbreiding. Vervolgens wordt het effect van de nieuwe stuwsturing geanalyseerd met het j23-model. Daarna wordt het j25-model vergeleken met het j23-model. Voor de stationaire sommen worden de resultaten van de laatste 25 tijdstappen vergeleken, *last25*, en voor de dynamische sommen voor de 13 tijdstappen rondom de piekafvoer, *max13*.

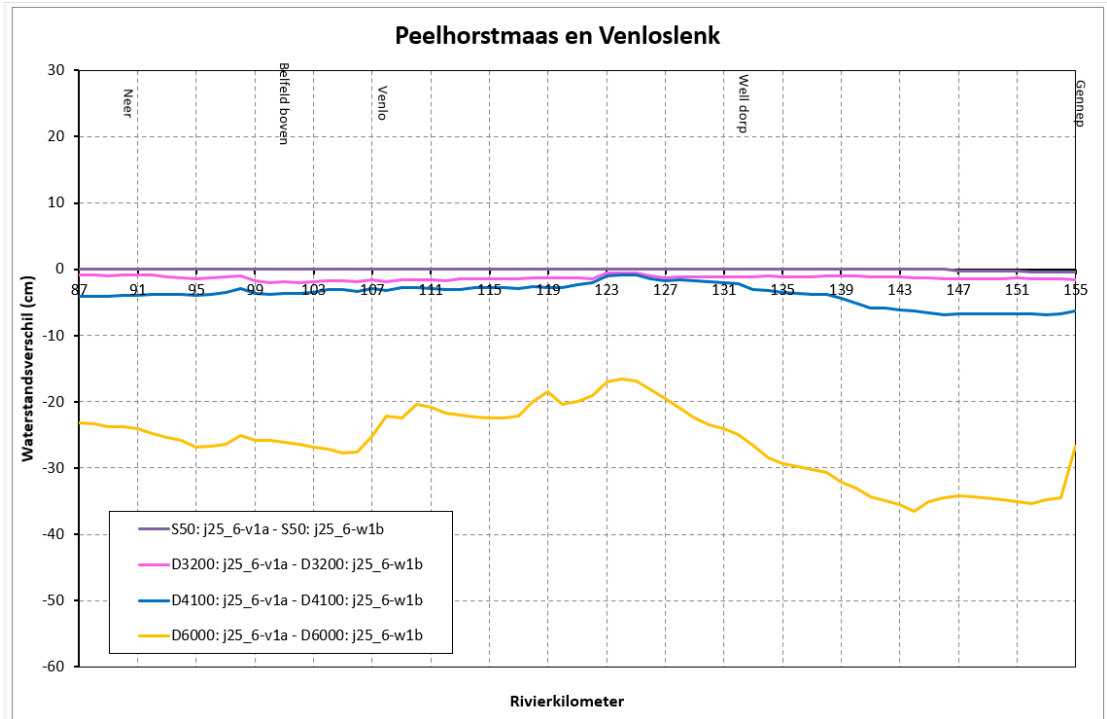
3.1 Verschilanalyse Rooster

3.1.1 Waterstanden

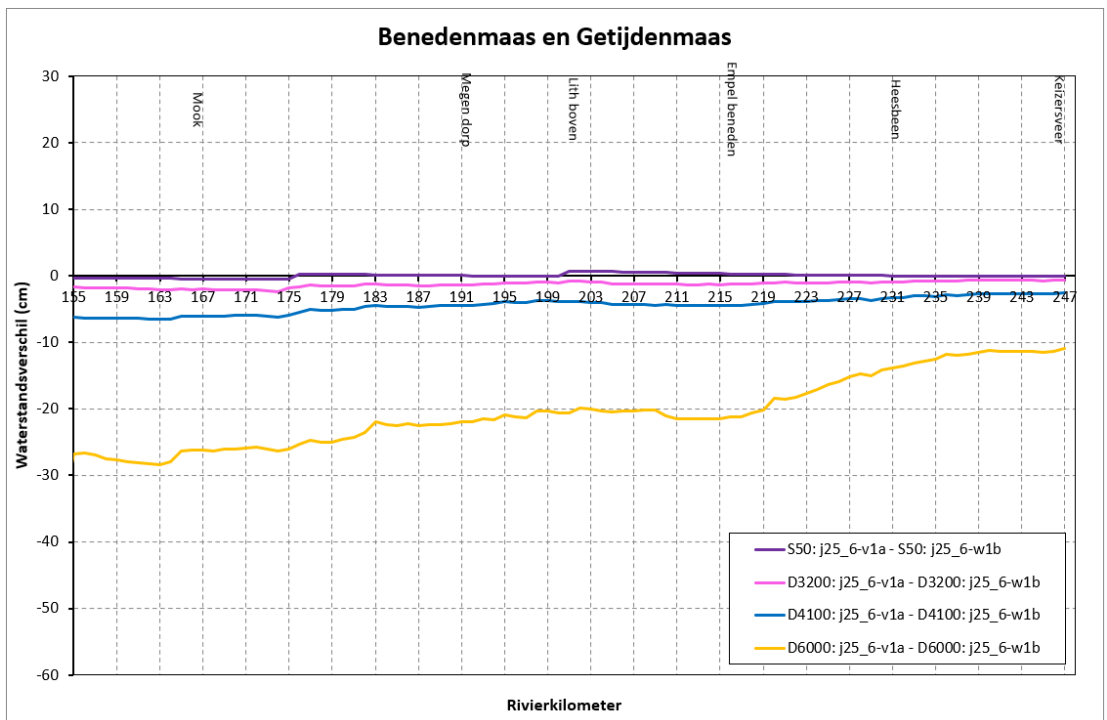
In Figuur 3-1, Figuur 3-2 en Figuur 3-3 is het verschil in waterstand tussen het model met roosteruitbreiding (j25_6-v1a) en zonder uitbreiding (j25_6-w1b) te zien voor de stationaire som met afvoer van 50 m³/s en de dynamische sommen met piekafvoer 3200 m³/s, 4100 m³/s en 6000 m³/s. Er is zo goed als geen waterstandsverschil zichtbaar tussen de modellen voor de lage stationaire afvoer van 50 m³/s. Voor de dynamische sommen is goed te zien dat door het uitgebreide rooster de waterstand meer afneemt bij steeds hogere afvoeren. Dit komt doordat bij hoge afvoeren er nu ook water kan stromen naar de hoger gelegen gebieden die zijn toegevoegd aan het rooster. Hierdoor neemt de waterstand af op de rivieras. Deze bevindingen komen overeen met de bevindingen voor het Maas-hr2023-v2-model (Van der Deijl & van den Hoek, 2025).



Figuur 3-1 Verschil in berekende waterstanden op het traject rkm 2-86 tussen het rooster met uitbreiding (j25_6-v1a) en zonder uitbreiding (j25_6-w1b).



Figuur 3-2 Verschil in berekende waterstanden op het traject rkm 87-155 tussen het rooster met uitbreiding (j25_6-v1a) en zonder uitbreiding (j25_6-w1b).



Figuur 3-3 Verschil in berekende waterstanden op het traject rkm 155 en 247 tussen het rooster met uitbreiding (j25_6-v1a) en zonder uitbreiding (j25_6-w1b).

3.1.2 Rekentijd

Om de impact van de verbreding van het model op de rekentijd te bepalen is voor een selectie van vier afvoeren (S50, D3200, D4100, D6000) zowel *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* als ook de werkversie *dflowfm2d-maas-j25_6-w1b* (met de modelboundary van het j23-model) doorgerekend. De simulaties zijn uitgevoerd op het H7 Linux-Cluster van Deltares, dat draait op het AlmaLinux 8 Operating Systeem. De simulaties zijn uitgevoerd op 4 cores op de verschilanalyse-nodes v-lcf16vcpu0066 t/m v-lcf16vcpu0073.

De verschillen in reketijden en resultaten zijn zichtbaar in Tabel 3-1. Hier is te zien dat de uitbreiding van het model leidt tot reketijden die gemiddeld een factor 1,26 hoger zijn. De initiatie van het model duurt gemiddeld 1,5x langer en dit zorgt met name voor de som met lage afvoer (die relatief kort reket) voor de extra grote toename in reketijd.

Tabel 3-1 Verschil in reketijd van de berekeningen tussen *maas-j25_6-v1a* en *maas-j25_6-w1b*.

Som	Doorlooptijd			Ratio Total computation time	Ratio modelinit	Ratio Time steps (+plots)
	maas-j25_6-w1b	maas-j25_6-v1a	Ratio			
S50	3:20 uur	3:59 uur	8,37	1,20	1,51	1,19
D3200	7:40 uur	9:38 uur	1,26	1,26	1,51	1,26
D4100	8:17 uur	10:28 uur	1,26	1,27	1,51	1,26
D6000	9:38 uur	12:08 uur	1,26	1,26	1,51	1,26

3.2 Verschilanalyse kunstwerksturing

3.2.1 Waterstandsverschillen

In 2023 is de RealTimeControl (RTC) van de stuwen verbeterd. De nieuwe stuw-instellingen van Agtersloot (2024) zijn bij de actualisatie naar het j25-model doorgevoerd. Aangezien de nieuwe sturing al eerder is getest en beschreven in Agtersloot (2024) wordt er in deze paragraaf slechts een beperkte verschilanalyse uitgevoerd naar het effect van de nieuwe stuwsturing en nieuwe software op de waterstanden in het j23-model.

Het *j23_6-v1a_2025*-model in de figuren hieronder bevat de volgende wijzigingen ten opzichte van het door Van den Hoek en Van der Deijl (2023) opgeleverde *j23_6-v1a*-model :

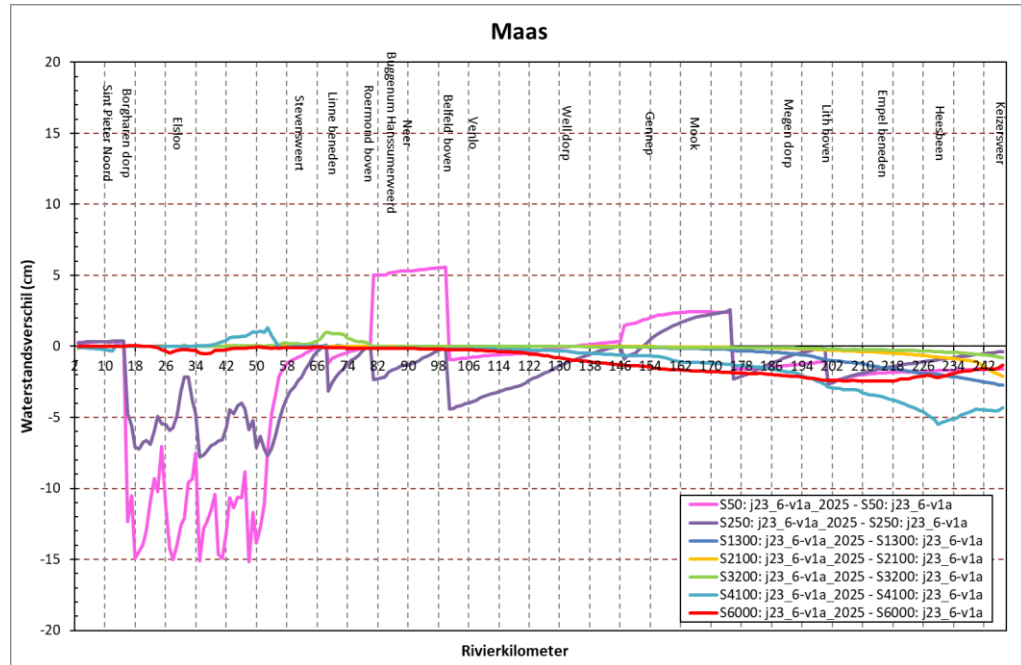
- RTC op basis van Agtersloot (2024) met drie initiële *state_import.xml* bestanden;
- D-HYDRO Suite 2025.01 in plaats van 2023.01.

Figuur 3-4 toont de verschillen in maximale waterstand langs de rivieras voor de stationaire berekeningen. Op de Gemeenschappelijke Maas zijn waterstanden 7 tot 15 cm lager voor de lage stationaire afvoeren van 50 en 250 m³/s. Voor de overige trajecten ontstaan voor deze afvoeren de grootste verschillen van maximaal 5 cm direct benedenstrooms van de stuwen. De verschillen voor de hogere stationaire afvoeren betreffen maximaal 1 cm behalve op het traject vanaf stuw Sambeek tot de benedenrand. De lagere waterstanden op dit trajecten ontstaan waarschijnlijk doordat de sommen nog niet lang genoeg hebben gedraaid om volledig stationair te zijn.

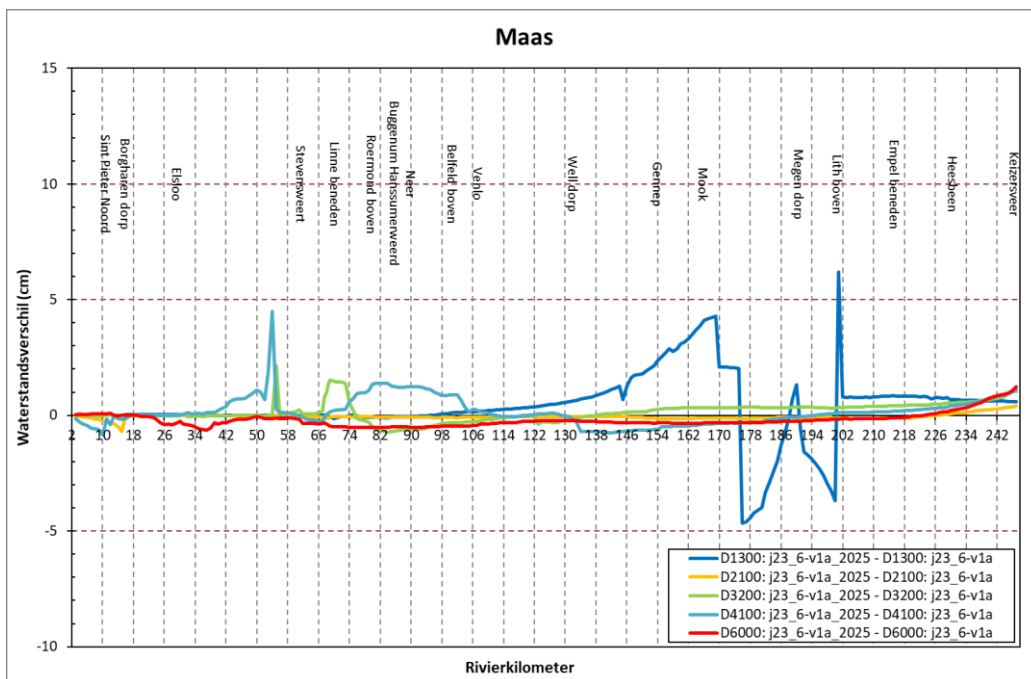
Figuur 3-5 toont de verschillen in maximale waterstand langs de rivieras voor de dynamische berekeningen. Dit figuur toont verschillen tot 4 cm op Gemeenschappelijke Maas voor met name de hogere afvoeren. Deze verschillen waren eerder ook al geïdentificeerd in de verschilanalyse van de software (o.a. door de correctie van de overlaten bug in D-HYDRO suite 2023.02, De Goede en Plieger, 2023).

Het figuur toont ook verschillen tot maximaal 6 cm voor de afvoergolf D1300. Deze verschillen treden voornamelijk op rondom de stuwen van de Benedenmaas en Getijdenmaas.

De conclusie van deze verschilanalyse *j23_6-v1a_2025.01* versus *j23_6-v1a(_2023.01)* is dat de verschillen verklaarbaar zijn, omdat ze veroorzaakt worden door (bekende) veranderingen in software of door het nieuw doorgevoerde stuwbeheer. De referentiesommen *j23_6-v1a_2025.01* worden daarom gebruikt worden voor de verschilanalyse met het *j25-6-v1a*-model.



Figuur 3-4 Verschil in waterstanden tussen de stationaire berekeningen van *j23_6-v1a_2025* (nieuwe stuwsturing, nieuwe software) en *j23_6-v1a*.



Figuur 3-5 Verschil in waterstanden tussen de dynamische berekeningen van j23_6-v1a_2025 (nieuwe stuwsturing, nieuwe software) en j23_6-v1a

3.2.2 Stabiliteit kunstwerksturing

De nieuwe stuwinstellingen van Agtersloot (2024) zijn bij de actualisatie naar het j25-model doorgevoerd. Deze instellingen zorgen voor een meer geleidelijke aanpassing van de stuwen. Hierdoor is er minder instabiliteit in de waterstand bovenstrooms van de stuwen. Zowel de frequentie als amplitude van de instabiliteit zijn afgenomen door het nieuwe stuwbeheer, maar de instabiliteit is nog steeds aanwezig. Dit is voornamelijk voor de stuwen Grave en Lith goed zichtbaar tijdens het openen en sluiten in aanloop naar en afloop van de afvoergolven (zie Figuur 3-6 en Figuur 3-7). Voor alleen deze stuwen is ook is zichtbaar dat met name voor de lage afvoeren de stuw niet stabiel op één niveau blijft, maar dat de *crestlevel* nu over meerdere uren schommelt i.p.v. dat dit over een korte periode schommelt met een hogere snelheid (zie Figuur 3-8). De langere duur van de schommelingen/aanpassingen van de stuw is ook de reden van de juist grotere variaties in de *crestlevel* en waterstand bovenstrooms van de stuwen die ontstaan in de inspeelperiode aan de start van de afvoergolven.

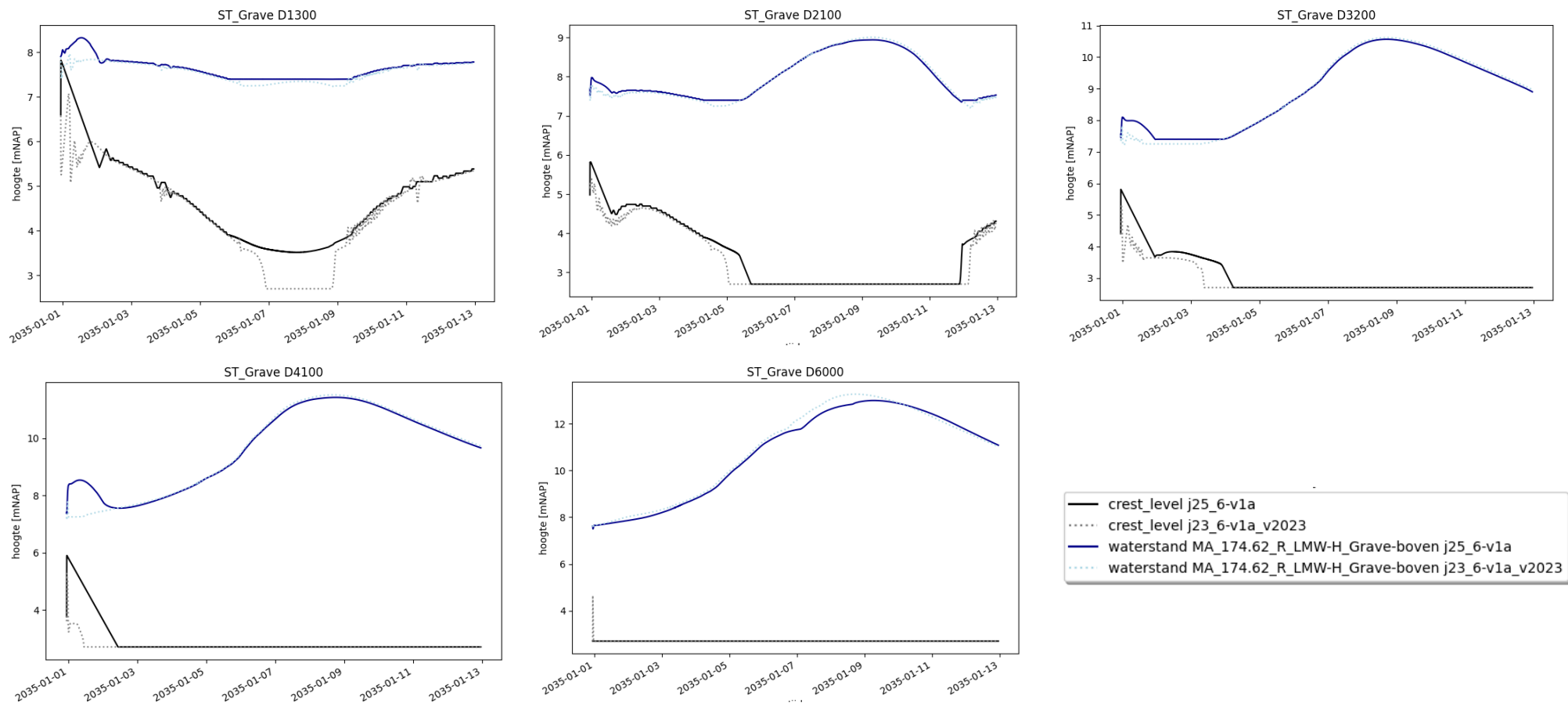
Voor Stuw Grave is verder opvallend dat de stuw beduidend trager opent met het nieuwe stuwbeheer en dat bij de afvoergolf D1300 de stuw nog niet volledig open is in het j23-model. Dit kan echter ook komen door de wijzigingen in schematisatie.

De figuren met het *crestlevel* en de waterstand bovenstrooms van de overige stuwen zijn opgenomen in Appendix C.

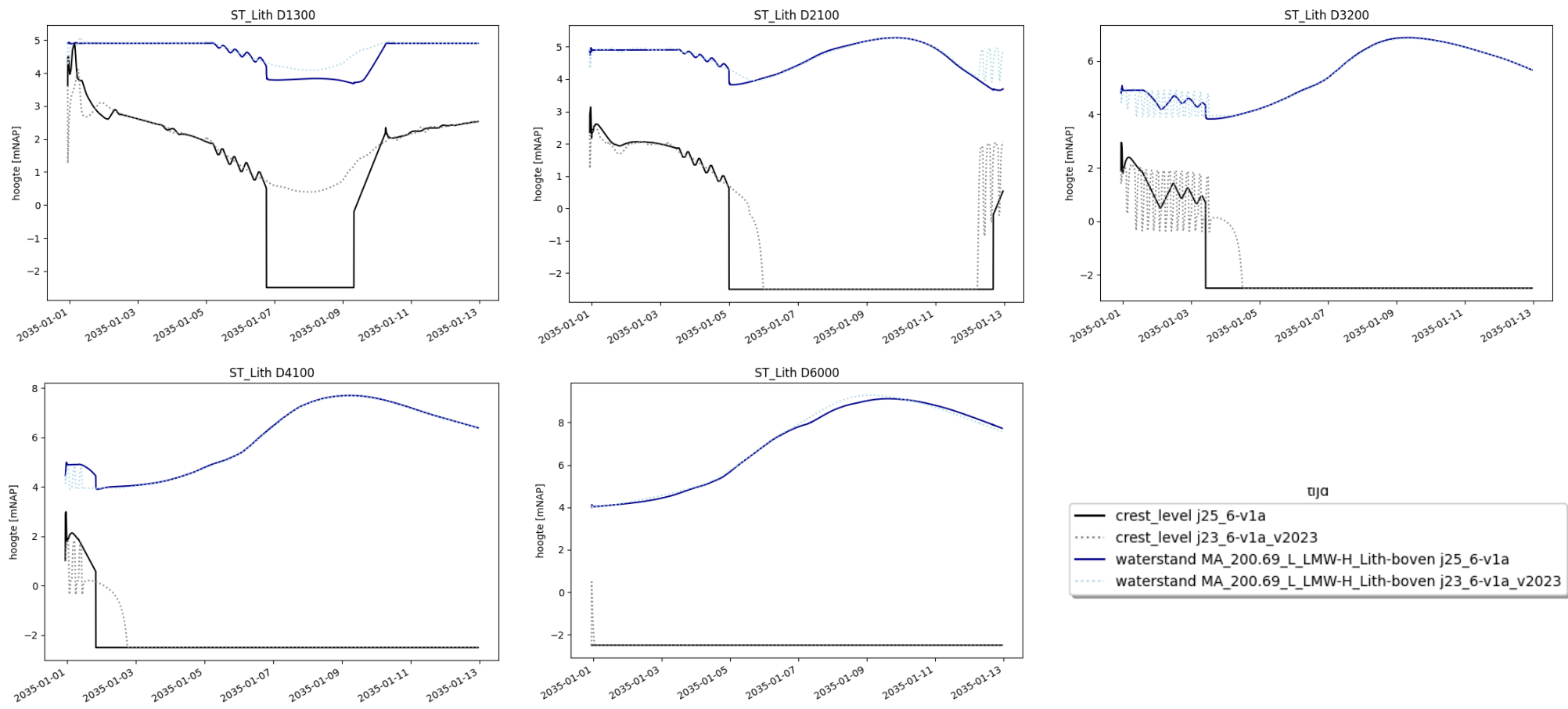
3.2.3 Functioneren Kromme-Nolkering en Keersluis Heumen

Bij de actualisatie zijn er aanpassingen doorgevoerd in de RTC-sturing van twee keersluizen, namelijk het gelijktrekken van de sturing van de Kromme-Nolkering aan die implementatie in het model van de Rijn-Maasmonding (RMM) en het aanpassen van het sluitniveau voor keersluis Heumen. In Figuur 3-9 zijn voor het *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a*-model met de nieuwe sturing zowel de waterstanden (stippellijnen) op de stuurpunten als de hoogtes van de onderkant van de keringen (doorgetrokken lijnen) getoond.

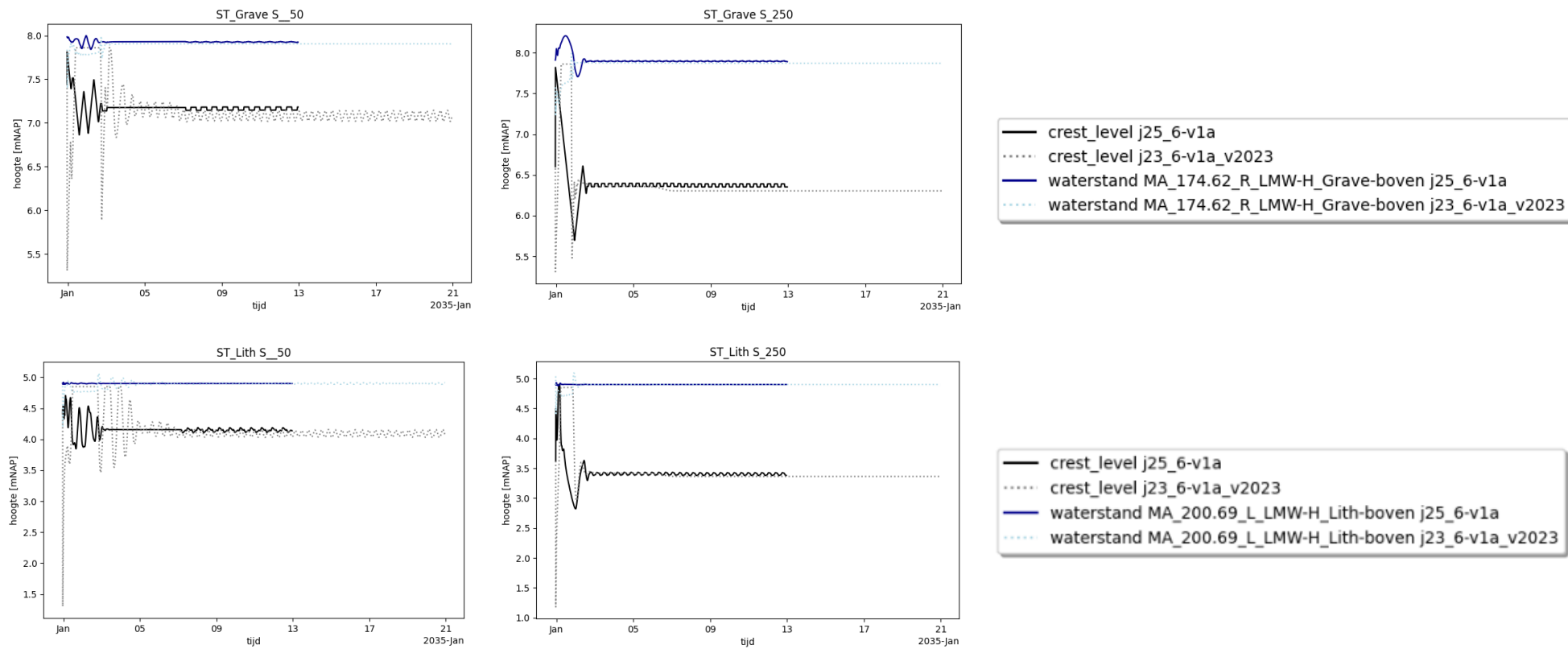
Het figuur toont dat Keersluis Heumen netjes sluit zodra de waterstand op het stuurpunt te Mook hoger komt dan 8,3 m +NAP (zwarte stippellijn in het figuur). Ook opent de keersluis zodra de waterstand lager is dan 8,3 m +NAP. Voor de Kromme-Nolkering wordt het openen of sluiten in gang gezet zodra de waterstand te Heesbeen respectievelijk lager of hoger is dan 3,42 m +NAP. De nieuwe sturing van de keringen werkt zoals gewenst.



Figuur 3-6 Het Crest level van stuw Grave en de waterstand bij Grave Boven voor de afvoergolven doorgerekend met zowel het j25_6-v1a model met nieuwe stuwsturing en het j23_6-v1a model met oude stuwsturing.

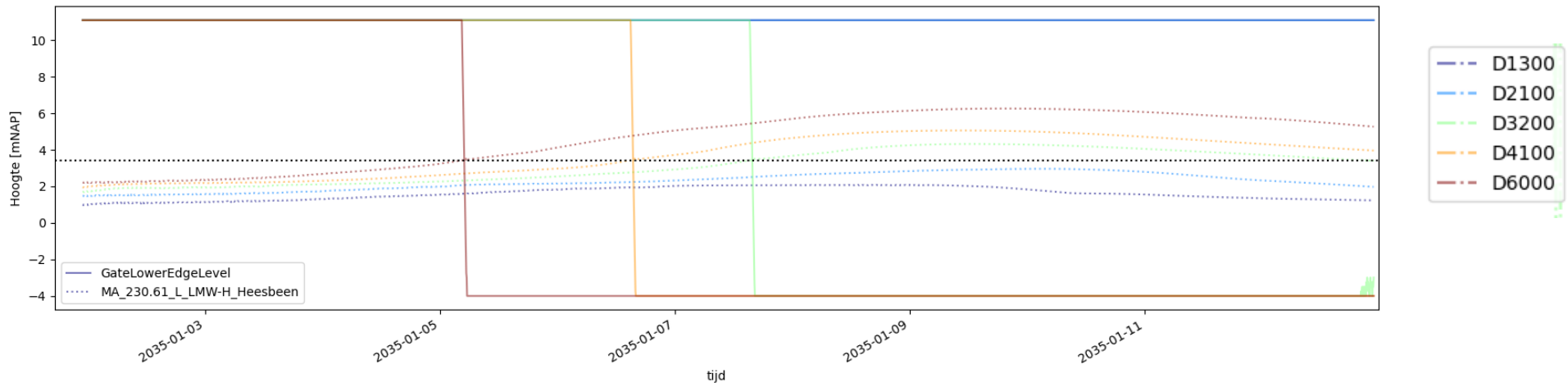


Figuur 3-7 Het Crest level van stuw Lith en de waterstand bij Lith Boven voor de afvoergolven doorgerekend met zowel het j25_6-v1a model met nieuwe stuwsturing en het j23_6-v1a model met oude stuwsturing.

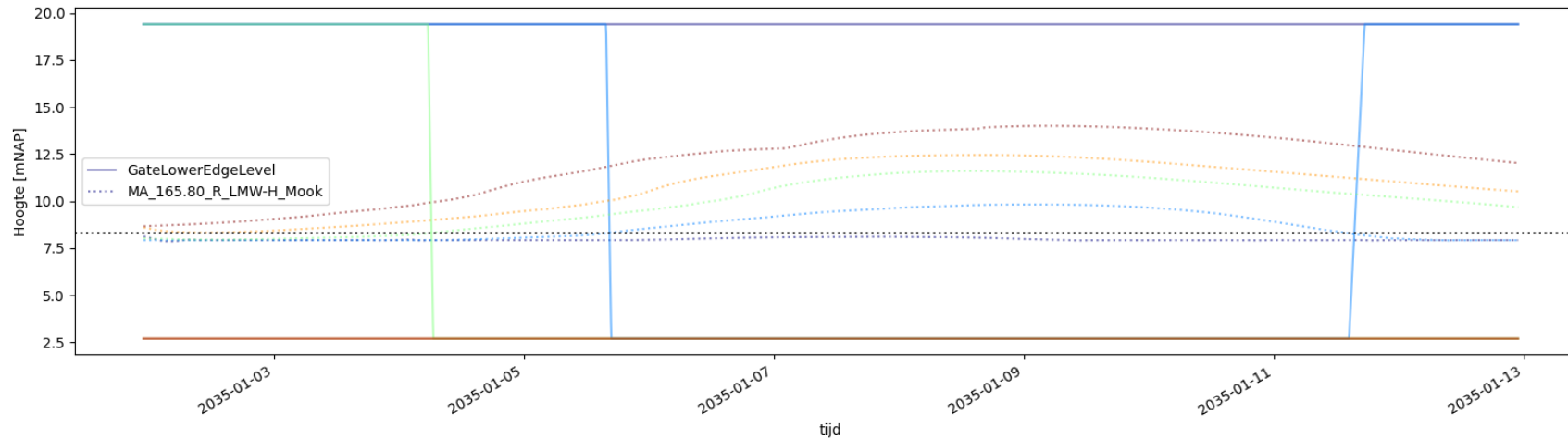


Figuur 3-8 Het Crest level van stuw Grave en stuw Lith en de waterstand bij Grave Boven en Lith Boven voor de lage stationaire afvoeren doorgerekend met zowel het j25_6-v1a model met nieuwe stuwsturing en het j23_6-v1a model met oude stuwsturing.

HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol



MW_1.60_C_HK_Heumen

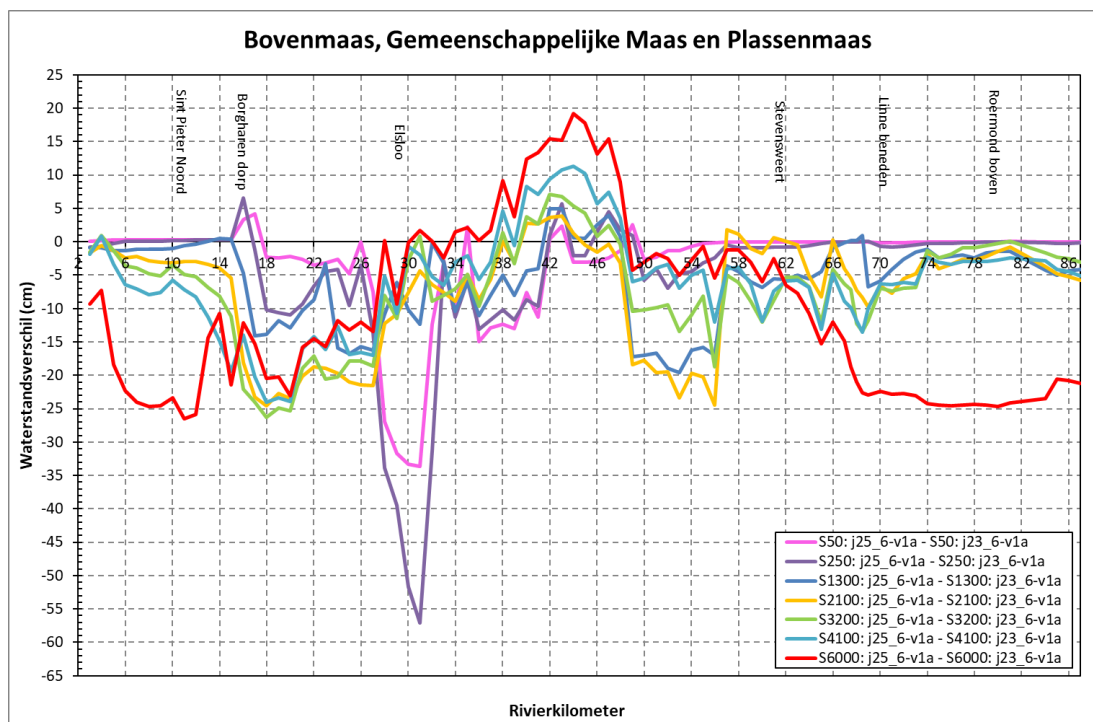


Figuur 3-9 De GateLowerEdgeLevel en waterstand op het stuurpunt voor de Kromme-Nolkering en keersluis Heumen tijdens de afvoergolven in het maas-j25_6-v1a model.

3.3 Verschilanalyse j25_6 en j23_6

In deze sectie worden de resultaten van de verschilanalyse tussen *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* en *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a* weergegeven. Alle simulaties zijn doorgerekend met D-HYDRO Suite 2025.01. Een deel van de verschillen die zichtbaar zijn wordt veroorzaakt door de toevoeging van de hoger gelegen gebieden en is al toegelicht in Hoofdstuk 3.1. De toevoeging van de hoger gelegen gebieden leidt vooral tot lagere waterstanden bij hogere afvoeren.

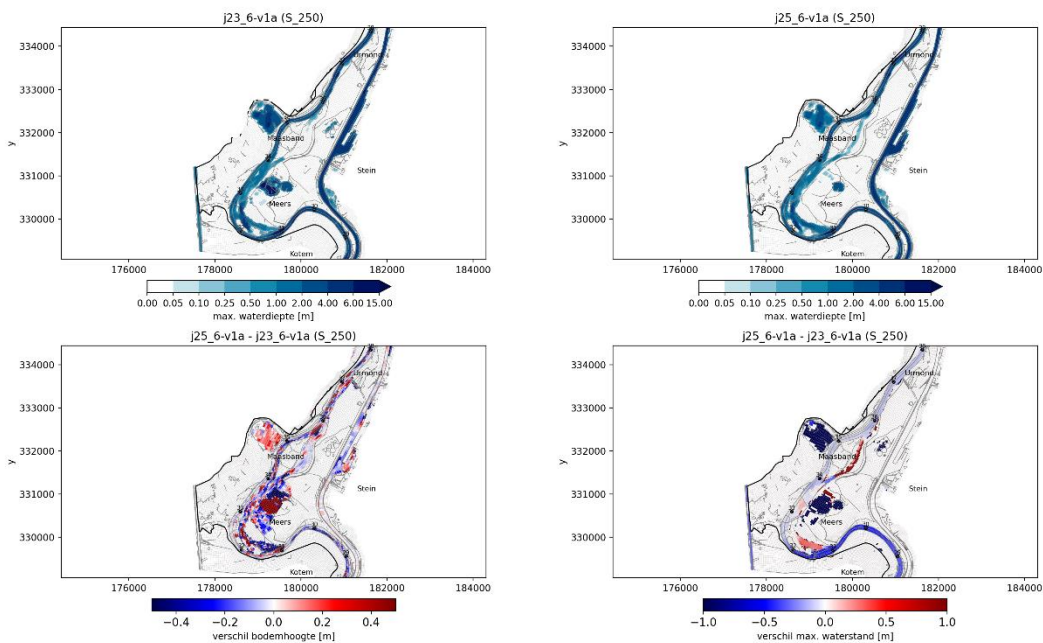
3.3.1 Stationaire berekeningen



Figuur 3-10 Verschil in waterstanden tussen de stationaire berekeningen van j25 en j23 op het traject rkm 2-86.

Op een aantal locaties zijn voor *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* duidelijke verschillen in waterstanden te zien ten opzichte van *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a*. Tussen rkm 2,5 en 25 is een verlaging van de waterstanden zichtbaar (zie Figuur 3-10), die duidelijker zichtbaar wordt voor hogere afvoeren. Dit komt door bodemverlagingen in het zomerbed en langs de oevers van de Maas die zijn doorgevoerd in de maatregelen *ma_zomerbedhgtmaas2024_a1* en *ma_grensmaas125_a1*.

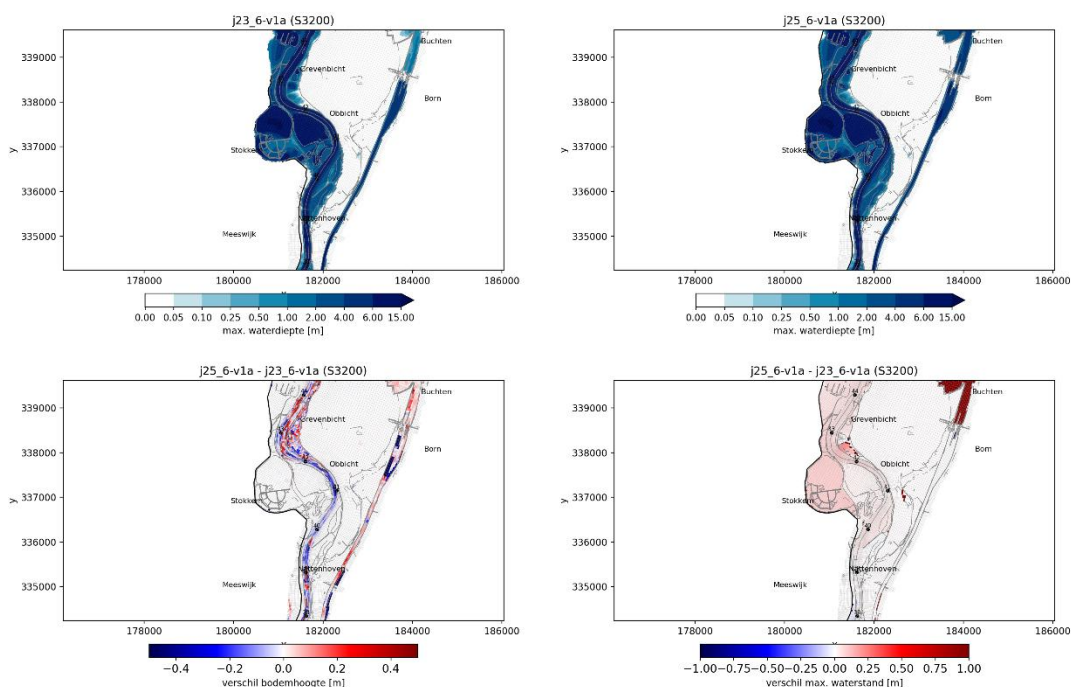
Verder toont Figuur 3-10 bij rkm 30 te Meers een sterke afname in de waterstand bij lage afvoeren. In Figuur 3-11 is te zien dat de bodemhoogte in de binnenbocht bij Meers is verlaagd, waardoor voor een afvoer van 250 m³/s water door de binnenbocht stroomt. Dit betekent dat op de rivieras in de buitenbocht, de waterstand lager is. Ook is de drempel verlaagd voor de binnenbocht bij Meers. Deze wijzigingen zijn door gevoerd in de maatregelen *ma_zomerbedhgtmaas2024_a1*, *ma_grensmaas125_a1*, *ma_meers24_a1*, *ma_drempelsjamm25_a1* en *ma_dekgrondbergingmeers_a1*.



Figuur 3-11 Maximale waterdieptes en verschil in waterstanden en bodemhoogtes tussen j25 en j23 bij Meers voor een stationaire afvoer van 250 m³/s.

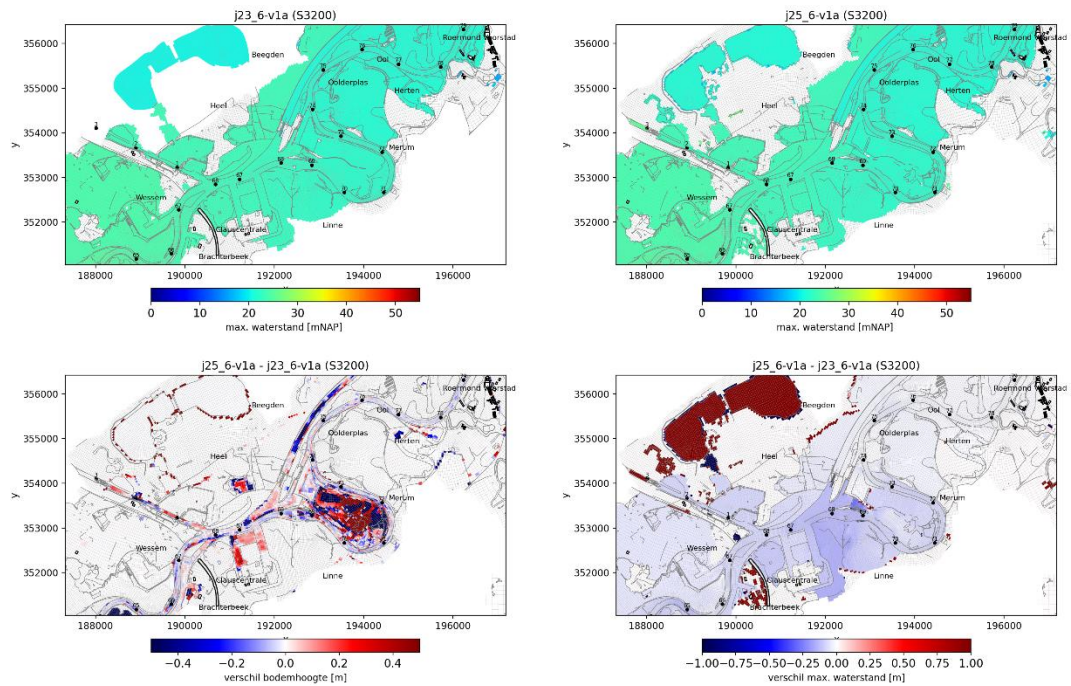
Tussen rkm 42 en 46 is een hogere waterstand zichtbaar ter hoogte van de bocht bij Grevenbicht. Dit wordt veroorzaakt door de maatregel *ma_grevenbicht2022_a1* waar de uitvoeringssituatie bij Grevenbicht wordt aangepast en door de verhoging in het winterbed bij Koeweide. In Figuur 3-12 is te zien dat deze wijzigingen leiden tot hogere waterstanden op de rivieras.

Bij rkm 52 en 53 is de Nieuwe Pater Sangersbrug toegevoegd in maatregel *ma_patersangersbrug_a1* met een lokale oeververlaging, waardoor waterstanden afnemen voor alle afvoeren.

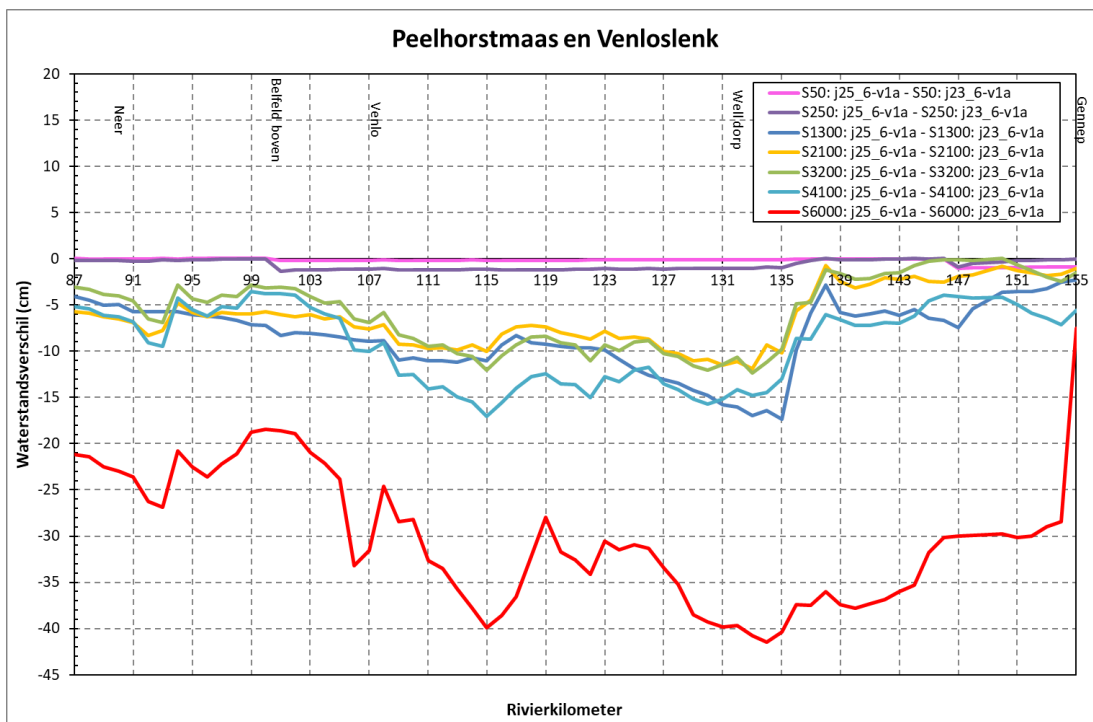


Figuur 3-12 Maximale waterdieptes en verschil in bodemhoogtes en waterstanden tussen j25 en j23 bij Grevenbicht voor een stationaire afvoer van 3200 m³/s.

Tussen rkm 58 en 74 is een afname in de waterstand te zien. Dit komt doordat er, door maatregel *ma_luslinne1224_a1*, eerder water in het winterbed stroomt bij lus Linne. Hierdoor is er bij middelhoge en hoge afvoeren een lagere waterstand in het zomerbed, zie Figuur 3-13. In dit figuur is ook duidelijk zichtbaar dat de eerste stukken van de toegevoegde hoger gelegen gebieden vanaf de afvoer van 3200 m³/s al overstromen. Ook toont het figuur dat de waterstand in de Boschmolenplas en de Lange Vlieter hoger is in het j25-model dan in het j23-model. Dit komt niet doordat er bij deze afvoer al water naar/door de plassen stroomt (er is immers nog steeds een lagere waterstand in de plas dan op de Maas en het waterstandsverschil is ook bij de lagere afvoeren zichtbaar), maar het komt specifiek door de toevoeging van de hoger gelegen gebieden langs de randen van de plas die ervoor zorgen dat de oeverhoogtes van de plas gemiddeld iets hoger liggen. De oevers van deze gebieden hebben invloed op het initiële waterstandsveld dat wordt bepaald uit Baseline.

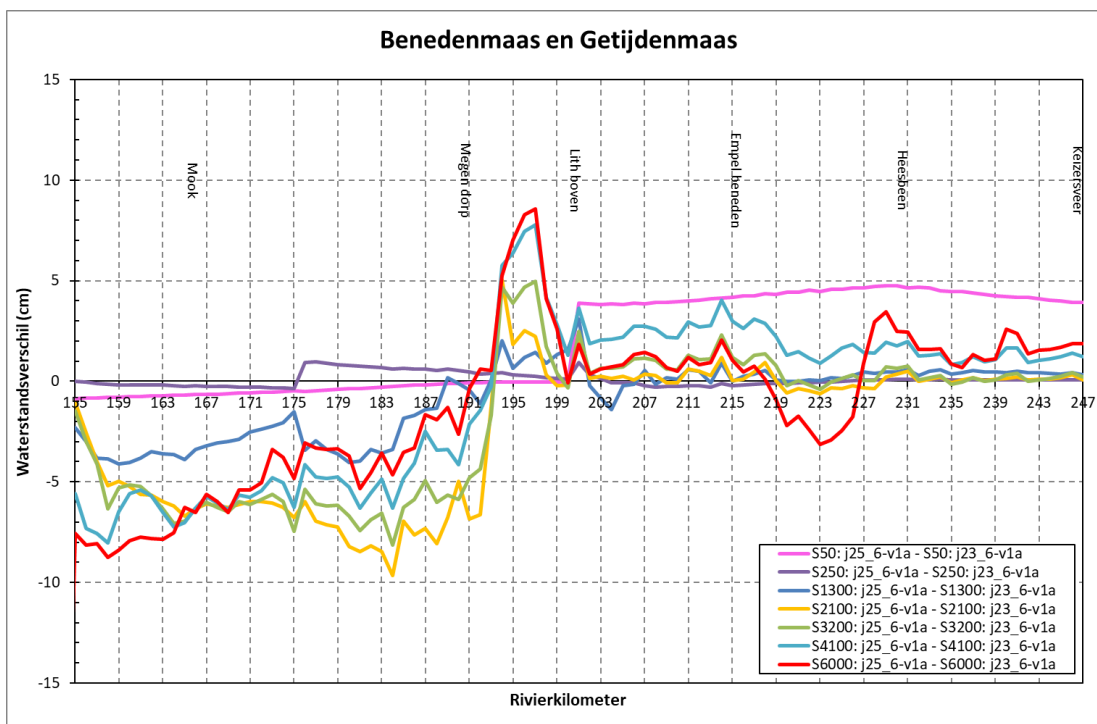


Figuur 3-13 Maximale waterstanden en verschil in bodemhoogtes en waterstanden tussen j25 en j23 bij de bocht bij Linne voor een stationaire afvoer van 3200 m³/s.



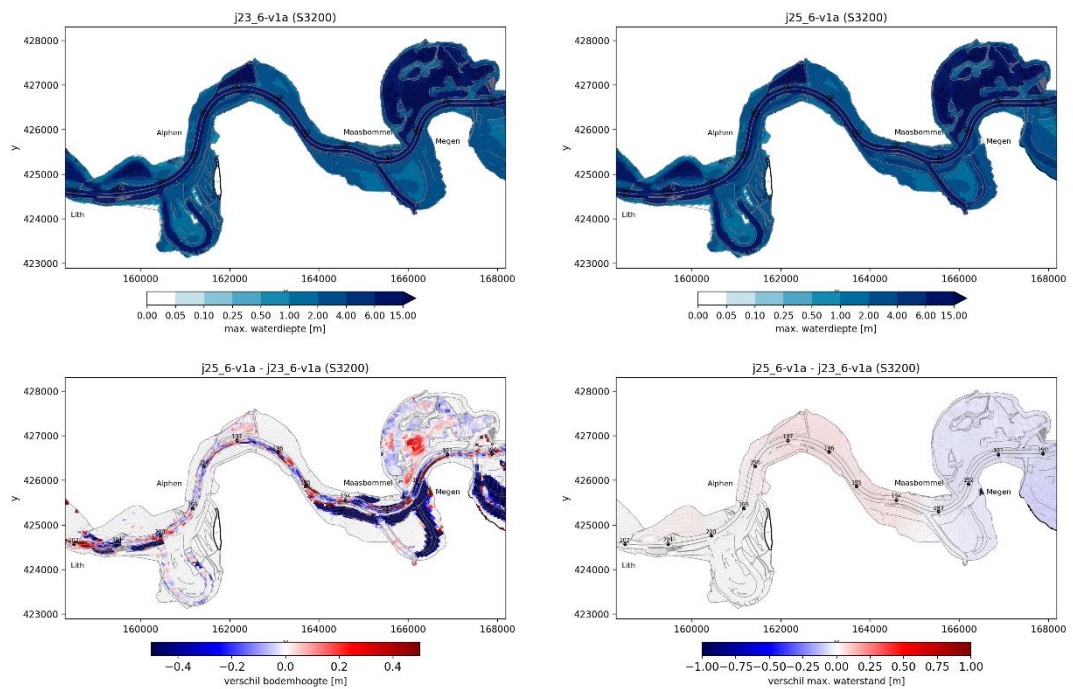
Figuur 3-14 Verschil in waterstanden tussen de stationaire berekeningen van j25 en j23 op het traject rkm 87 en 155.

In Figuur 3-14 is te zien dat de waterstanden voor afvoeren hoger dan 250 m³/s lager zijn op het traject tussen rkm 87 en 155. Dit wordt veroorzaakt door bodemverlagingen langs de oevers van het zomerbed in de Maas, uitgevoerd in maatregel *ma_zomerbedhgtmaas_2024*. Dit effect van de bodemverlaging is niet zichtbaar bij de lage afvoer van 50 en 250 m³/s, omdat de waterstand op dit stuk van de rivier voor deze afvoeren door het stuwbeheer wordt bepaald.



Figuur 3-15 Verschil in waterstanden tussen de stationaire berekeningen van j25 en j23 op het traject 155-247.

In Figuur 3-15 is te zien dat er rond rkm 195 hogere waterstanden zijn voor de afvoeren vanaf dan 1300 m³/s. Dit wordt veroorzaakt doordat er opstuwning plaatsvindt door terugstroom van het water uit het gebied waar de maatregelen voor het project Meanderende Maas zijn geïmplementeerd (*ma_mmdewaarden_a1*, *ma_mmdiedenscheuiterdyk_a1*, *ma_mmdijkversterking_a1*, *ma_mmmaasbommeloost_a1* en *ma_mmossekamp_a1*). In Figuur 3-16 is te zien dat deze maatregelen ervoor zorgen dat er meer water in het winterbed staat, dat weer op de rivier komt rond rkm 195.

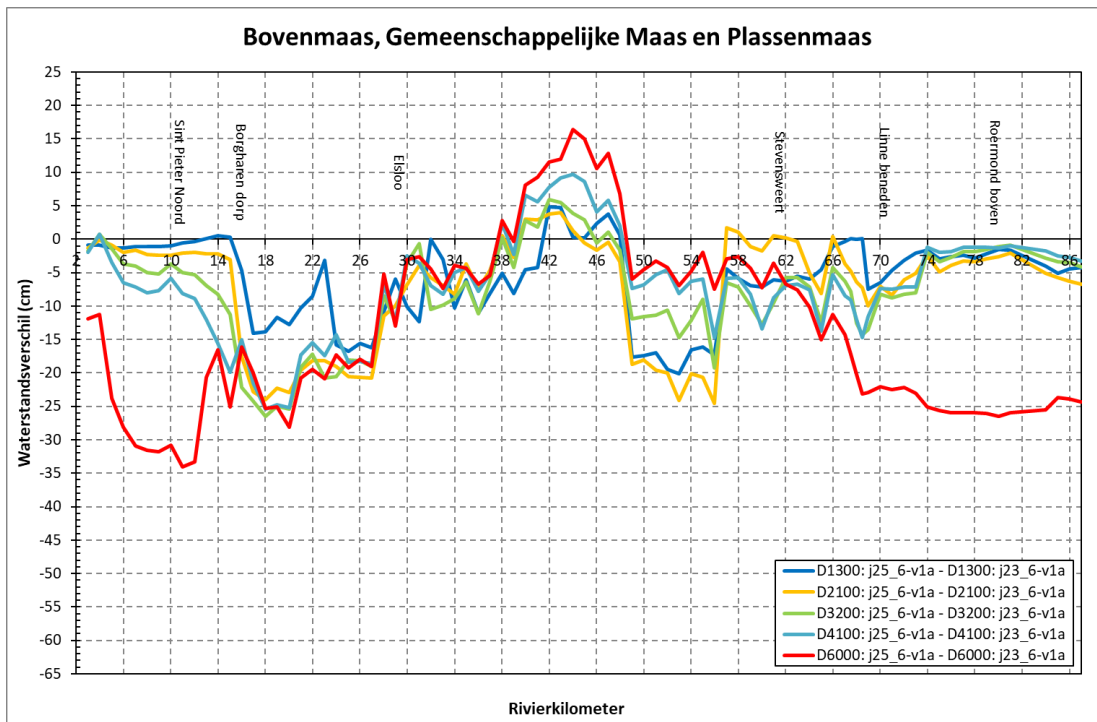


Figuur 3-16 Maximale waterdieptes en verschil in bodemhoogtes en waterstanden tussen j25 en j23 bij gebied van de Meanderende Maas bij een stationaire afvoer van 3200 m³/s

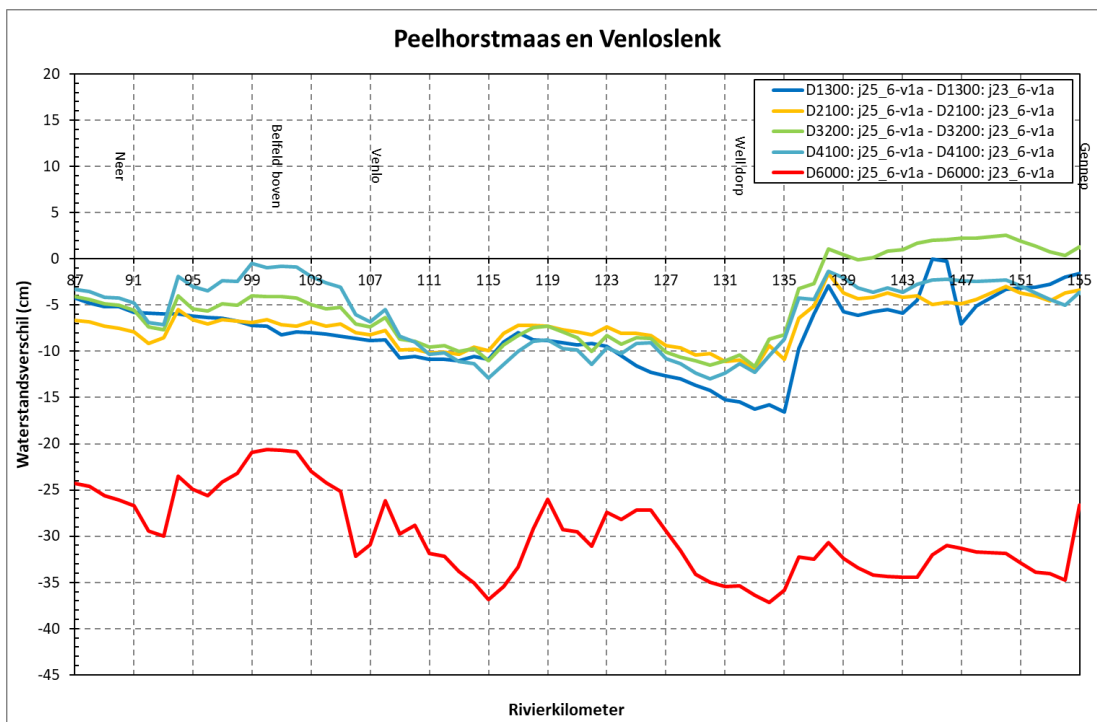
Het nieuw geïmplementeerde stuwbeheer is de reden dat de waterstand voor de afvoer van 50 m³/s tot 5 cm hoger ligt op het traject tussen Lith-Keizersveer en voor de afvoer van 250 m³/s tot 1 cm hoger op het traject tussen stuw Sambeek en Grave. Het verschil van 5 cm in waterstand wordt veroorzaakt door een langere variatie in de stuwinstellingen, die een frequentie heeft van meerdere uren, waardoor de waterstand in dit geval 5 cm hoger uitvalt (zie Figuur 3-8). Het nieuwe stuwbeheer zorgt er dus weliswaar voor dat de korte hoogfrequente variaties van stuw Lith niet meer aanwezig zijn, maar er is nu wel een lange laagfrequente variatie zichtbaar voor de lage stationaire afvoer.

3.3.2 Dynamische berekeningen

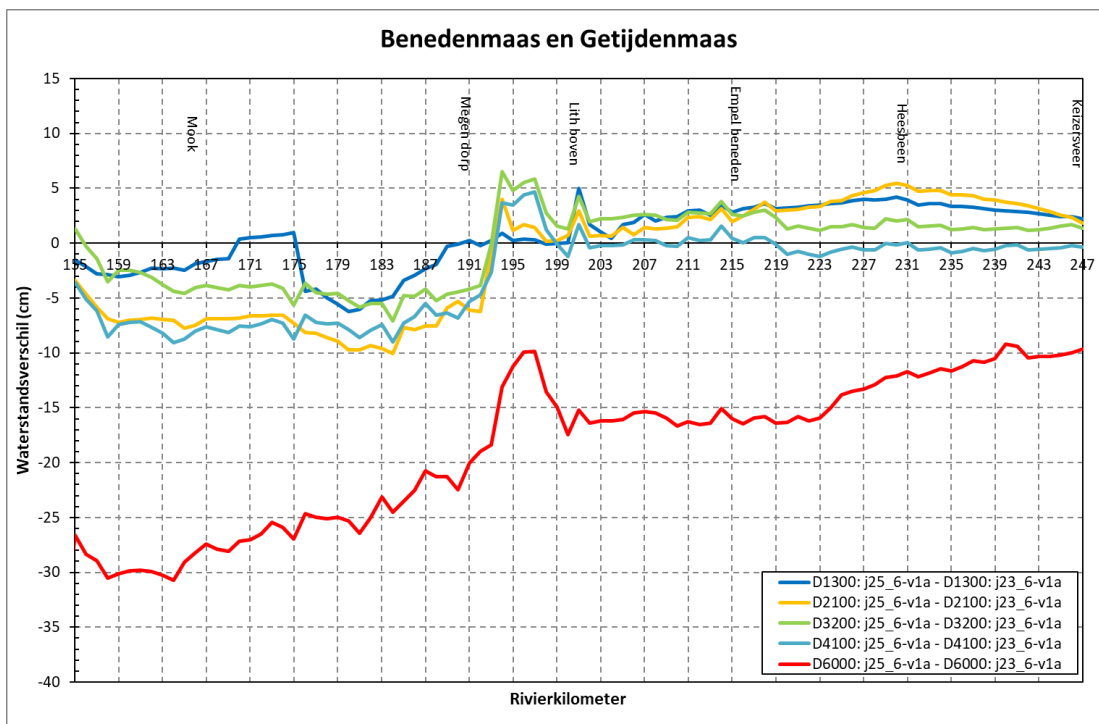
In Figuur 3-17, Figuur 3-18 en Figuur 3-19 zijn de verschillen in max 13 waterstanden zichtbaar tussen *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* en *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a* voor de dynamische sommen. Deze verschillen komen overeen met de verschillen die zijn toegelicht voor de roosterwijziging en de stationaire sommen



Figuur 3-17 Verschil in waterstanden tussen de dynamische berekeningen van j25 en j23 op het traject rkm2-86.



Figuur 3-18 Verschil in waterstanden tussen de dynamische berekeningen van j25 en j23 op het traject rkm 87 en 155.



Figuur 3-19 Verschil in waterstanden tussen de dynamische berekeningen van j25 en j23 op het trajectrkm 155-247.

4 Conclusies

Deze rapportage beschrijft de actualisatie van het zesde-generatie j23-model van de Maas naar j25 in D-HYDRO. Deze actualisatie omvat aanpassingen aan het rooster door het toevoegen van hoger gelegen gebieden. De nieuwe RealTimeControl (RTC) stuw-instellingen van Agtersloot (2024) zijn bij de actualisatie naar het j25-model doorgevoerd. Deze instellingen zorgen voor een meer geleidelijke aanpassing van de stuwen. Hierdoor is er minder instabiliteit in de waterstand bovenstrooms van de stuwen. Zowel de frequentie als amplitude van de instabiliteit is afgenomen door het nieuwe stuwbeheer, maar de instabiliteit is nog steeds in mindere mate aanwezig. Ook is er nu wel een lange laagfrequente variatie zichtbaar voor de lage stationaire afvoer welke ervoor zorgt dat de last25 waterstanden tot 4 cm hoger kunnen zijn afhankelijk van het moment dat de simulatie stopt.

Bij de actualisatie zijn er ook aanpassingen doorgevoerd in de RTC-sturing van twee keersluizen, namelijk het gelijktrekken van de sturing van de Kromme-Nolkering aan de implementatie in het model van de Rijn-Maasmonding (RMM) en het aanpassen van het sluitniveau voor keersluis Heumen. Met de nieuwe sturing sluit Keersluis Heumen zodra de waterstand op het stuurpunt te Mook hoger komt dan 8,3 m +NAP. Voor de Kromme-Nolkering wordt het openen of sluiten in gang gezet zodra de waterstand te Heesbeen respectievelijk lager of hoger is dan 3,42 m +NAP. De nieuwe sturing van de keringen werkt zoals gewenst, ook is het met de toegevoegde switch mogelijk om het falen (direct openen) van de keringen met behulp van een tijdserie op te geven.

De derde wijziging tijdens de actualisatie betreft het toevoegen van het inlaatwerk van Heerenlaak. Dit inlaatwerk heeft vaste instellingen waarbij het inlaatwerk voorlopig nog dicht staat, aangezien de daadwerkelijke bouw en in gebruik name pas gepland is voor 2026-2027. Bij de implementatie van het inlaatwerk is alvast de werking gevalideerd (Van der Deijl, 2025). Hierbij is geconstateerd dat de nieuw opgezette instellingen (op basis van de meest recente plannen en best beschikbare informatie uit de bestekplannen) en resulterende afvoeren afwijken van eerder gebruikte instellingen en gewenste afvoeren voor het kunstwerk in studies met WAQUA (Arcadis, 2012) en D-HYDRO (Fujisaki, et al., 2024). Ook is de eerder voor WAQUA bepaalde kalibratiefactor voor het inlaatwerk niet toepasbaar in D-HYDRO. Daarom wordt aanbevolen om de nu geïmplementeerde kunstwerken voor het inlaatwerk Heerenlaak in het *dflowfm2d-maas-j26_6-v1a* model niet te open zonder een uitgebreidere gevoeligheidsanalyse uit te voeren naar de exacte instellingen en mogelijke kalibratiefactoren.

Voor specifiek het *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* wordt aanbevolen om het kunstwerk dicht te zetten in de uitlevering door de *gateloweredgelevel* en *gateheight* aan te passen. De bouw van het inlaatwerk is gepland voor 2026-2027. Ook in het 1D-model zal voor RWSOS het kunstwerk voorlopig inactief zijn. Wel kunnen extra de *structures.ini* bestanden voor twee elementen actief worden meegeleverd.

Ter validatie van het nieuwe j25-model zijn met zowel het j25-model als het j23-model simulaties uitgevoerd met de 12 standaard testsommen, namelijk de sommen S__50, S_250, S1300, S2100, S3200, S4100, S6000, D1300, D2100, D3200, D4100 en D6000. Er zijn geen onverwachte of onverklaarbare veranderingen in de waterstand zichtbaar. Wel is er een toename van de rekentijd van ongeveer 125% door de uitbreiding van het rooster.

Op de Gemeenschappelijke Maas te Meers (rkm 30) treden de grootste veranderingen in waterstand op. Dit wordt veroorzaakt door verlagingen van de drempelhoogtes en de bodemhoogte. Hierdoor stroomt er nu ook bij afvoeren van 50 en 250 m³/s water door de binnenbocht bij Meers, wat leidt tot een afname van de waterstand bij lage afvoeren op de rivieras. Verder zorgt een actualisatie van de situatie bij Grevenbicht bij rkm 42-46 voor een verhoging van de waterstand in j25 ten opzichte van j23 en leiden de maatregelen voor het project Meanderende Maas tot opstuwung van de waterstand bij rkm 195. Rond rkm 52-53 is het effect van de oeververlaging bij de nieuwe Pater Sangersbrug zichtbaar welke leidt tot lagere waterstanden in j25. Daarnaast leidt de actualisatie van het zomerbed tot lagere waterstanden op bijna de gehele Maas voor j25. Voor de hoge afvoeren vanaf 3200 m³/s neemt de waterstand af door de uitbreiding (verbreding) van het model met hoger gelegen gebieden. De afname betreft maximaal 37 cm af voor een afvoer van 6000 m³/s. De afname ontstaat doordat het water nu de hoger gelegen gebieden in kan stromen en niet meer tegen de modelranden aan staat.

De waargenomen veranderingen tussen het j23- en j25 model zijn allen verklaarbaar. Daarom zijn de modelschematisatie *dflowfm2d-maas-j25_6-v1a* en de bijbehorende Baselineschematisatie geaccepteerd.

5 Referenties

- Aubel, P. van (2023). Objectbeschrijving sluiscomplex Heumen.
- Aubel, P. van (2025). Objectbeschrijving Wilhelminasluis, Kromme-Nolkering en Afgedamde Maas.
- Agtersloot, R. (2024). 6G D-Hydro model Maas Opzet stuwbeheer. Agtersloot Hydraulisch Advies: P0040.25, 11 februari 2024 definitief versie 2.0
- Arcadis (2012). Gemeenschappelijke Maas: rivierkundige haalbaarheidsstudie "opheffen van resterende flessenhalzen": deelrapport 2. Ruimtelijke ontwerpen en hydraulische effecten bij diverse afvoerniveaus. nv De Scheepvaart: [s.l.]. 85 + bijlagen pp.
- Carlens, H., Dhaese, N., & Deconinck, M. (2022). PROJECT-MER "verplaatsen doorvaartopening+ nieuwe inlaatconstructie tussen plas Heerenlaak en Gemeenschappelijke Maas. Arcadis: rapportage in opdracht van De Vlaamse Waterweg nv.
- Deijl, E.C. van der (2023). Update van de standaardsommen JAMM2022 naar JAMM 2023. Deltares-memo 11209233-002-ZWS-003 v1.0
- Deijl, E.C. van der & T. Visser (2024). Ontwikkeling modellen ontwerpinstrumentarium Maas : Schematisaties maas-oi2023_6-v1 en maas_oi2023_mkno_v6-v1a. Deltares rapport 11209233-002-ZWS-0011 v1.0 d.d. 22 februari 2024
- Deijl, E.C. van der (2025). Kunstwerk instellingen inlaatwerk Heerenlaak. Deltares memo 11211534-002-ZWS-0009
- Deijl, E.C. van der & A. van den Hoek (2025). Ontwikkeling modellen BOI2023 Maas- schematisaties dflowfm2d-maas-hr2023_6-v2a en dflowfm2d-maas-hr2023_mkno_v6-v2a. Deltares rapport 11211534-002-ZWS-0010,
- Fujisaki, A., R. Agtersloot, A. Becker. (2024): B&O-modellen en deelmodellen Maas. Deltares-rapport 11208053-002-ZWS-0005, versie 2.0, 2024.
- Goede, E. de en R. Plieger (2023). Verschilanalyse voor D-HYDRO Suite release 2023.02. Deltares-memo dec. 2023.
- Hoek, A. van den & E.C. van der Deijl (2023). Actualisatie zesde-generatie Maasmodel 2023. schematisatie dflowfm2d-maas-j23_6. Deltares rapport 11209233-002-ZWS-0005 v1.0
- Leemeijer, W. (2025). Werkzaamheden Baseline-NL in 2025 - Opzet baseline-nl_land-j25_6-v1 . Deltares rapport 11211534-015-ZWS-0002_v1.0 d.d 27 mei 2025.
- Meijer, D. G. (2022). MER Heerenlaak - Achtergrondrapportage Rivierkunde. RiQuest i.s.m. Agtersloot Hydraulisch Advies in opdracht van De Vlaamse Waterweg nv (in samenwerking met ARCADIS Belgium bvba).
- Ottevanger, W. & R. Plieger (2020) Roosteruitbreiding Maas. Extreem hoogwater. Deltares rapport 11203684-010-ZWS-0001

A Maatregelen

Maatregel lijst voor baseline-nl_land-j25_6-v1 Basis schematisatie: baseline-nl_land-j24_6-v1

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
1	ma_nvo2p17_a1	2030	74	219	beide	Actualisatie- en verbetermaatregel van 23 natuurvriendelijke oevers (NVO) langs de Maas	JAMM 2017	08-mrt-2017
2	af_zandplaatzaltbommel_a1	2018	AF_23 7.70	AF_23 8.3	rechter	KRW-geul Zandplaat Zaltbommel in de Afgedamde Maas	JAMM 2025	15-okt-2024
3	ma_corrsluisdeuren2025_a1	2018	2	247	beide	Toevoeging sluisdeuren van sluis Bosscherveld, Born, Heumen, Weurt, St. Andries en Wilhelminasluis	JAMM 2025	31-mrt-2025
4	ma_corterrainedgeline24_a1	2014	2	247	beide	Correctie van het model op 72 locaties langs de gehele Maas en de Afgedamde Maas	JAMM 2023	30-aug-2024
5	ma_corrjamm2023nr01_a1	2023	2	247	beide	Correctie van het baseline-maas-j23_6-v1 model op verschillende locaties	JAMM 2023	31-dec-2024
6	ma_corrjamm2023nr02_a1	2023	2	247	beide	Correctie van het baseline-maas-j23_6-v1 model op basis van de controle door ZN en Deltares	JAMM 2023	31-mrt-2025
7	ma_geleenbeek25_a1	2023	56	62	rechter	Aanpassing van het model bij geleenbeek - aangelegde vispassage	JAMM 2023	31-mrt-2025
8	ma_structurejamm25_a1	2025	2	247	beide	Schematiseren alle kunstwerken in het jamm model. Stuw Linne, stuw Roermond en stuw Lith zijn op het rooster geprojecteerd	JAMM 2025	31-mrt-2025
9	ma_bodemstuwborgharen_a1	2025	15	15	beide	Splitsen van de bodem bij stuw borgharen, scheepvaart ligt op 38.5 m +NAP	JAMM 2025	31-mrt-2025

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
10	ma_winterbeduitbreiding_a1	2025	2	166	beide	Winterbeduitbreiding t.b.v. het acueel maasmodel	JAMM 2025	31-mrt-2025
11	ma_Qraai6Gvoorjamm25_a1	2025	2	247	beide	Schematiseren afvoer-raaien in baseline 6 t.b.v. 6G actueel modellen met brede grens	JAMM 2025	31-mrt-2025
12	ma_ecotopenmaas2023_a1	2023	2	247	beide	Actualisatie van land_use aan de hand van ecotopenkaart 2023	JAMM 2025	21-mrt-2025
13	ma_updatevegstu24_a1	2023	15	80	beide	Uitgevoerde vegetatie door team uitwaard 2024	JAMM 2025	01-apr-2025
14	ma_plashgtmaas2024_a1	2023	2	247	beide	Plashhoogten van de Maas van Eijsden tot Keizersveer, volgens lodingen actualisatie 2024	JAMM 2025	31-mrt-2025
15	ma_zomerbedhgtmaas2024_a1	2023	2	247	beide	Zomerbedhoogten van de Maas van Eijsden tot Keizersveer, volgens lodingen actualisatie 2024	JAMM 2025	31-mrt-2025
16	ma_grensmaas125_a1	2025	2	64	beide	Actualisatie van de zomerbed- en plassendata voor de Bovenmaas en Grensmaas gemeten in januari en februari 2025	JAMM 2025	31-mrt-2025
17	ma_lomm1124_a1	2024	115	118	rechter	Aanpassing van het model ter hoogte van Lomm voor de situatie in november 2024	JAMM 2025	31-mrt-2025
18	ma_overdemaas1024_a1	2024	201	202	rechter	Aanpassing van het model ter hoogte van Over de Maas voor de situatie in oktober 2024	JAMM 2025	31-mrt-2025
19	ma_luslinne1224_a1	2024	69	73	linker	Aanpassing van het model ter hoogte van Lus van Linne voor de situatie in december 2024	JAMM 2025	31-mrt-2025
20	ma_wijnaerden125_a1	2025	87	89	rechter	Aanpassing van het model ter hoogte van Wijnaerden voor de situatie in januari 2025	JAMM 2025	31-mrt-2025
21	ma_maasparkwel125_a1	2025	134	138	rechter	Aanpassing van het model ter hoogte van Maaspark Well voor de situatie in januari 2025	JAMM 2025	31-mrt-2025

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
22	ma_koningsvendiepen125_a1	2025	156	158	rechter	Aanpassing van het model ter hoogte van project Koningsven de Diepen voor de situatie in januari 2025	JAMM 2025	31-mrt-2025
23	ma_plashgtmaasbeemd824_a1	2024	34	35	linker	Actualisatie plasmetingen Maasbeemder Greend peildatum augustus 2024	JAMM 2025	21-mrt-2025
24	ma_heerenlaakin_a1	2026	53	53	linker	Toevoeging inlaat en uitlaat plas Heerenlaak	JAMM 2025	20-mrt-2025
25	ma_heerenlaakuit_a2	2025	57	58	linker	Aanvulling op maatregel ma_heerenlaakuit_a1	JAMM 2025	20-mrt-2025
26	ma_elerweerd25_a1	2027	46	48	linker	Ingreep Elerweerd samen met een tijdelijke plas en afgraving van de deklaag	JAMM 2025	21-mrt-2025
27	ma_patersangersbrug_a1	2027	52	52	beide	Wijzigingsbestanden voor de eindsituatie van de Pater-Sangersbrug ter hoogte van rkm 52.3	JAMM 2025	31-mrt-2025
28	ma_grevenbicht2022_a1	2022	42	45	rechter	Wijzigingsbestanden voor de revisiemeting van Grevenbicht	JAMM 2023	31-mrt-2025
29	ma_urmond24_a1	2025	37	37	rechter	Wijzigingsbestanden van de monding van de Ur langs de rechteroever van de Maas ter hoogte van rkm. 37.2	JAMM2025	31-mrt-2025
30	ma_meers24_a1	2024	32	35	rechter	Aanpassen hoogte informatie situatie bij Meers	JAMM 2025	31-mrt-2025
31	ma_dekgrondbergingmeers_a1	2025	32	35	rechter	Het eindontwerp Meers	JAMM 2025	31-mrt-2025
32	ma_drempelsjamm25_a1	2025	16	40	beide	Actualisatie van Maas drempels tussen rkm. 15.5 – rkm. 40 op basis van lodingsdata januari 2025	JAMM 2025	31-mrt-2025
33	ma_kadejamm2025_a1	2027	3	166	beide	Veranderingen in de primaire keringen (kaden) van het Waterschap Limburg, SVZ eind 2027	JAMM 2025	31-mrt-2025

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
34	ma_actplasbouxweerd_a1	1995	86	87	linker	Verbetering plas bij Bouxweerd	JAMM 2025	31-mrt-2025
35	ma_actbouxweerdkerkhoof_a1	2022	86	86	linker	Verbetering van referentiemodel ter hoogte van KRW-maatregel Bouxweerd Kerkhoofsmaesje	JAMM 2025	31-mrt-2025
36	ma_acthoenzadriel_a1	2022	217	217	rechter	Verbetering van bodemligging van een aantal gebieden bij Hoenzadriel op basis van meting mei 2022	JAMM 2025	31-mrt-2025
37	ma_actplasbouxweerd_a2	2022	86	87	linker	Verbetering plas bij Bouxweerd op basis van meting 2021	JAMM 2025	31-mrt-2025
38	ma_krwdp6bouxweerdkerkh_a1	2027	86	86	linker	KRW deelproject 6 geul Bouxweerd Kerkhoofsmaesje	JAMM 2025	31-mrt-2025
39	ma_krwdp6bouxweerd_a1	2027	86	87	linker	KRW deelproject 6 geul Bouxweerd	JAMM 2025	31-mrt-2025
40	ma_krwdp6nvobouxweerd_a1	2027	86	87	linker	KRW deelproject 6 natuurvriendelijke oever Bouxweerd	JAMM 2025	31-mrt-2025
41	ma_krwdp6rijkselbenden_a1	2027	91	91	rechter	KRW deelproject 6 geul Rijkse Benden	JAMM 2025	31-mrt-2025
42	ma_krwnvobroekhuizerwr_d_a1	2027	122	122	rechter	KRW deelproject 6 natuurvriendelijke oever Broekhuizerweerd-2	JAMM 2025	31-mrt-2025
43	ma_krwdp6geulwellerloo_a1	2027	129	130	rechter	KRW deelproject 6 geul Wellerloo	JAMM 2025	31-mrt-2025
44	ma_krwdp6nvobergen5_a1	2027	141	142	rechter	KRW deelproject 6 natuurvriendelijke oever Bergen-5	JAMM 2025	31-mrt-2025
45	ma_krwdp6nvoafferden2_a1	2027	144	144	rechter	KRW deelproject 6 natuurvriendelijke oever Afferden-2	JAMM 2025	31-mrt-2025

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
46	ma_krwdp6hegwellerloo_a1	2027	129	130	rechter	KRW deelproject 6 herstelplan Maasheggen bij Wellerloo	JAMM 2025	31-mrt-2025
47	ma_krwdp4geulboxmeerse_a1	2027	151	152	linker	KRW deelproject 4 geul Boxmeerse Veld	JAMM 2025	31-mrt-2025
48	ma_krwdp4oudemaasheijen_a1	2027	151	152	rechter	KRW deelproject 4 geul Oude Maasarm Heijen	JAMM 2025	31-mrt-2025
49	ma_krwdp4viltschegraafn_a1	2027	156	156	linker	KRW deelproject 4 geul Viltscche Graaf Noord	JAMM 2025	31-mrt-2025
50	ma_krwdp4viltschegraafz_a1	2027	153	154	linker	KRW deelproject 4 geul Viltscche Graaf Zuid	JAMM 2025	31-mrt-2025
51	ma_krwdp4virdschegraaf_a1	2027	158	158	linker	KRW deelproject 4 geul Virdsche Graaf	JAMM 2025	31-mrt-2025
52	ma_upoever_a1	2025	176	176	rechter	Wijzigingsbestand hoogteligging oever bij Grave	JAMM 2025	21-jan-2025
53	ma_veerveelgrub_a3	2024	114	114	beide	Actualisatie hoogtemodel rondom de veerweg Velden-Grubbbenvorst	JAMM 2025	31-mrt-2025
54	ma_venlonact_a1	2024	109	110	rechter	Actualisatie hoogtemodel in Venlo-Noord	JAMM 2025	31-mrt-2025
55	ma_mmdwaarden_a1	2027	183	210	linker	Nieuwe inrichting uiterwaard De Waarden project Meanderende Maas	JAMM 2025	31-mrt-2025
56	ma_mmdiedenscheuiterdyk_a1	2027	183	210	linker	Nieuwe inrichting uiterwaard Diedenscheuiterdijk project Meanderende Maas	JAMM 2025	31-mrt-2025
57	ma_mmdijkversterking_a1	2027	183	210	linker	Dijkversterking project Meanderende Maas	JAMM 2025	31-mrt-2025

	Maatregel naam	Geldigheidsjaar	Start km	Eind km	Oever	Korte omschrijving	Bron	Leveringsdatum
58	ma_mmmaasbommeloost_a1	2027	183	210	linker	Nieuwe inrichting uiterwaard Maasbommel Oost project Meanderende Maas	JAMM 2025	31-mrt-2025
59	ma_mmossekamp_a1	2027	183	210	linker	Nieuwe inrichting uiterwaard Ossekamp project Meanderende Maas	JAMM 2025	31-mrt-2025
60	ma_crdoorstrwan25_a1	2025	133	133	linker	Rooster Specifieke Maatregel voor kaden tpv Wanssum: Correctie maatregel op de westelijke kade in de haven van Wanssum	JAMM 2025	31-mrt-2025
61	ma_meetpunten2025_a1	2021	2	247	beide	Maatregel 'output_location_points' Maas, vervangt de eerdere versie. Hier zijn twee hmp in het MWK verwijderd.	JAMM 2025	01-apr-2025

B Memo 11211534-002-ZWS-0003_v0.2 Kromme Nol RTC implementatie

B.1 Aanleiding

Het is wenselijk om de implementatie van RealTimeControl (RTC) voor kunstwerken in overlapgebieden gelijk te trekken. Bij de opzet van de Baseline-kunstwerken is gebleken dat de Kromme-Nolkering niet op dezelfde wijze is opgenomen in het (2D-)model van de Maas en van de Rijn-Maasmonding (RMM). Dit memo identificeert:

- 1) Overlappende kunstwerken in de 2D-modellen van de Maas en RMM;
- 2) Implementatie van de RTC voor de overlappende kunstwerken;
- 3) Aanbevelingen voor gelijktrekken van implementatie.

B.2 Bevindingen

In modelschematisatie *dflowfm2d-maas-j23_6-v1a* en *dflowfm2d-rmm_vzm-j24_6-v1a* is onderzocht of er, naast de Kromme-Nolkering, nog een ander kunstwerk in overlap is. Dit is niet het geval.

In de volgende sectie wordt een overzicht gegeven van de objecteigenschappen van de Kromme-Nolkering.

In de daaropvolgende twee secties wordt gekeken naar wat er in beide modellen voor de RTC-aansturing van de Kromme-Nolkering wordt gebruikt. Daarnaast wordt bekeken wat er wordt opgegeven aan kunstwerkeigenschappen in de *StructureFile* (deze wordt opgegeven in de *mdu-file*).

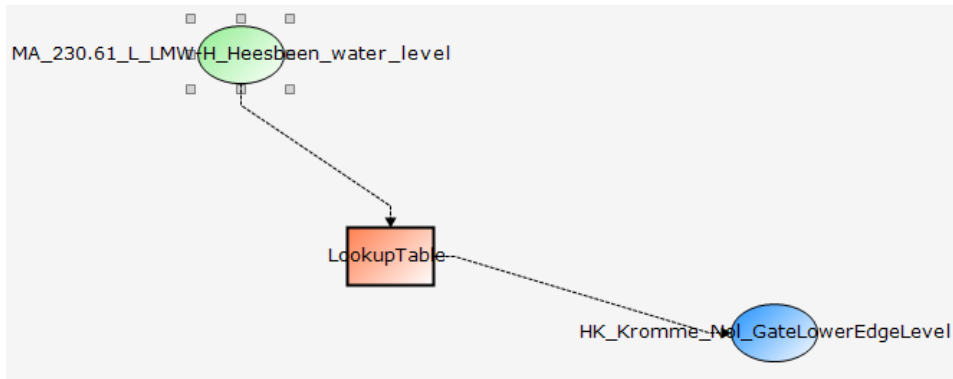
B.2.1 Objecteigenschappen Kromme-Nolkering

Hierbij een overzicht van de objectbeschrijving van de Kromme-Nolkering (Van Aubel, 2025):

- Breedte schuif: 50 m;
- Hoogte schuif: 9 m;
- Bodem hoogte: -4,00 m +NAP (Arjan Krikke, Waterschap Rivierenland);
- Sluitpeil: 3,42 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen;
- Sluiten van de kering duurt ongeveer 1 uur, zodat de kering volgens plan is gesloten bij 3,50 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen. De schuif zakt bij een waterstand van 3,42 m +NAP van een open stand tot het waterpeil in ongeveer 15 minuten en vervolgens in nog zo'n 45 minuten tot op de drempel (Arjan Krikke, Waterschap Rivierenland).

B.2.2 Maas-model RTC Kromme-Nolkering

In Figuur B-1 is te zien wat de RTC-input van de Kromme-Nolkering is voor het Maas-model.



Figuur B-1 RTC input dflowfm2d-maas-j23_6-v1a via D-HYDRO Suite 2025.01 HMWQ van Kromme-Nolkering.

Dit figuur toont dat de *GateLowerEdgeLevel* (onderkant van de keerschuiif) wordt aangestuurd op basis van een *LookupTable* en de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen. Hierbij zijn de waarden in de *LookupTable* zoals in Figuur B-2.

```

<rule>
  <lookupTable id="[HydraulicRule]kering_KrommeNo1/LookupTable">
    <table>
      <record x="3.42" y="11.4" />
      <record x="3.5" y="-4" />
    </table>
    <interpolationOption>LINEAR</interpolationOption>
    <extrapolationOption>BLOCK</extrapolationOption>
    <input>
      <x ref="IMPLICIT">[Input]MA_230.61_L_LMW-H_Heesbeen/water_level</x>
    </input>
    <output>
      <y>[Output]HK_Kromme_No1/GateLowerEdgeLevel</y>
    </output>
  </lookupTable>
</rule>
  
```

Figuur B-2 Input van de RTC voor Kromme-Nolkering in *rtcToolsConfig.xml* Maas.

Hieruit volgt dat wanneer de waterstand op station *MA_230.61_L_LMW-H_Heesbeen* gelijk is aan 3,42 m +NAP de *GateLowerEdgeLevel* van *HK_Kromme_No1* op 11,4 m +NAP komt. Als de waterstand 3,50 m +NAP is zal *GateLowerEdgeLevel* op -4 m +NAP liggen. Dit komt erop neer dat de keersluis bij een waterstand lager dan 3,42 m +NAP open is, bij een waterstand hoger dan 3,50 m +NAP gesloten is en bij de tussenliggende waterstanden bezig is met openen of sluiten.

In de *StructureFile* *maas-j23_6-v1a_structures_S6000.ini* staat dat de Kromme Nol een doorstroombreedte heeft van 50 m (*CrestWidth*), dat de deur van de keersluis 9 m hoog is (*GateHeight*) en dat de drempel van de keersluis (*CrestLevel*) op -4 m +NAP ligt Figuur B-3).

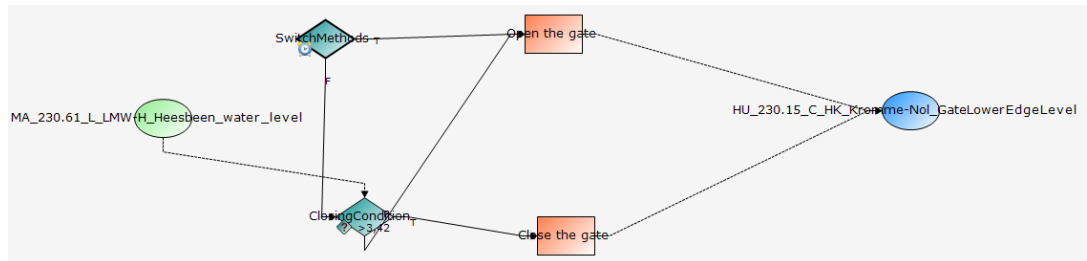
```

[structure]
type = gate # Type of structure
id = HK_Kromme_No1 # Name of the structure
polylinefile = ../geometry/structures/HU_230.15_C_HK_Kromme-No1.pli # *.pli; Polyline geometry definition for 2D structure
CrestLevel = -4.00 # Weir crest height (in [m])
CrestWidth = 50.00 # Gate sill width (in [m])
GateLowerEdgeLevel = -4.00 # Gate lower edge level (in [m])
GateOpeningWidth = 0 # Gate opening width (in [m])
GateHeight = 9.00 # Gate door height (in [m])
GateOpeningHorizontalDirection = symmetric # Horizontal direction of the opening doors
  
```

Figuur B-3 Input in de *StructureFile* genaamd *maas-j23_6-v1a_structures_S6000.ini* de informatie over de structure van Kromme-Nolkering.

B.2.3 RMM-model RTC Kromme-Nolkering

Figuur B-4 toont de RTC-input is voor het RMM-model. In dit model wordt de *GateLowerEdgeLevel* van de keersluis via twee *timerules* aangestuurd, namelijk de regel voor Openen ('Open the gate') of de regel voor sluiten ('Close the gate'). Welke regel actief wordt bepaald door de *closingcondition* op basis van de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen. Als de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen lager is dan 3,42 m +NAP, is de conditie voor "Open the gate" actief. Is de waterstand hoger, dan is de conditie "Close the gate" actief. Daarnaast zit er in het RTC een extra switch ingebouwd (*SwitchMethods*) waarmee geschakeld kan worden. De kering kan ook handmatig of op basis van een tijdserie invoer dichtgezet worden, onafhankelijk van de waterstand bij Heesbeen.



Figuur B-4 RTC input dflowfm2d-rmm_vzm-j24_6-v1a via D-HYDRO Suite 2025.01 HMWQ van Kromme-Nolkering.

De waarden die gebruikt worden in de RTC voor gesloten en open kering staan in Figuur B-5(uit RTC).

```

<rule>
  <timeAbsolute id="[TimeRule]KrommeNolkering/Open the gate">
    <input>
      <x>KrommeNolkering/Open the gate</x>
    </input>
    <output>
      <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
    </output>
  </timeAbsolute>
</rule>
<rule>
  <timeAbsolute id="[TimeRule]KrommeNolkering/Close the gate">
    <input>
      <x>KrommeNolkering/Close the gate</x>
    </input>
    <output>
      <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
    </output>
  </timeAbsolute>
</rule>
<series>
  <header>
    <type>instantaneous</type>
    <locationId>[TimeRule]KrommeNolkering/Open the gate</locationId>
    <parameterId>TimeSeries</parameterId>
    <timeStep unit="minute" multiplier="1" divider="1"/>
    <startDate date="2014-01-01" time="00:00:00"/>
    <endDate date="2014-01-15" time="00:00:00"/>
    <missVal>-999.0</missVal>
    <stationName/>
    <units/>
  </header>
  <event date="2014-01-01" time="00:00:00" value="11.1"/>
  <event date="2014-01-15" time="00:00:00" value="11.1"/>
</series>
<series>
  <header>
    <type>instantaneous</type>
    <locationId>[TimeRule]KrommeNolkering/Close the gate</locationId>
    <parameterId>TimeSeries</parameterId>
    <timeStep unit="minute" multiplier="1" divider="1"/>
    <startDate date="2014-01-01" time="00:00:00"/>
    <endDate date="2014-01-15" time="00:00:00"/>
    <missVal>-999.0</missVal>
    <stationName/>
    <units/>
  </header>
  <event date="2014-01-01" time="00:00:00" value="-3.6"/>
  <event date="2014-01-15" time="00:00:00" value="-3.6"/>
</series>

```

Figuur B-5 Input van de RTC voor Kromme-Nolkering in rtcToolsConfig.xml en timeseries_import.xml RMM.

Hieruit volgt dat wanneer de waterstand bij *MA_230.61_L_LMW-H_Heesbeen* groter is dan 3,42 m +NAP, de *GateLowerEdgeLevel* van *HK_Kromme_Nol* -3,6m +NAP wordt. Wanneer de waterstand niet groter is dan 3,42 m +NAP, zal de *GateLowerEdgeLevel* van *HK_Kromme_Nol* 11,1 m+NAP zijn.

In de *StructureFile RMM_structures.ini* (zie Figuur B-6) staat dat de keersluis bij de Kromme Nol een doorstroombreedte van 50 m heeft (*CrestWidth*, *Upstream-* en *Downstream1Width*, *Upstream-* en *Downstream2Width*) dat de deur van de keersluis 9 m hoog is (*GateHeight*) en dat de drempel van de keersluis (*CrestLevel*) op -3,6 m +NAP ligt, met een talud naar -3,65 en -3,7 m +NAP bij de *Upstream-* en *Downstream-*locaties 1 en 2.

```
[structure]
type = generalstructure # Type of structure
id = HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol # Name of the structure
polylinefile = ../geometry/structures/HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol.pli # *.pli; Polyline geometry definition for 2D structure
Upstream1Width = 50.00 # Width left side of structure (m)
Upstream2Width = 50.00 # Width structure left side (m)
CrestWidth = 50.00 # Width structure centre (m)
Downstream1Width = 50.00 # Width structure right side (m)
Downstream2Width = 50.00 # Width right side of structure (m)
UpstreamLevel = -3.70 # Bed level left side of structure (m AD)
Upstream2Level = -3.65 # Bed level left side structure (m AD)
CrestLevel = -3.60 # Bed level at centre of structure (m AD) [potentially tim-file]
DownstreamLevel = -3.65 # Bed level right side structure (m AD)
Downstream2Level = -3.70 # Bed level right side of structure (m AD)
GateLowerEdgeLevel = 11.1 # Gate lower edge level (m AD) [potentially tim-file]
GateHeight = 9.00 # Gate door height (m)
GateOpeningWidth = 0 # [potentially tim-file]
```

Figuur B-6 Input in de *StructureFile* genaamd *StructureFile RMM_structures.ini* voor de Kromme-Nolkering

B.2.4 Verschillen

Uit de bevindingen valt op dat in de *StructureFile* het type kunstwerk anders is tussen de twee modellen. Bij RMM is het een *generalstructure*, terwijl de keersluis bij de Maas als *gate* is geïmplementeerd. Het type sturing is ook anders. De Maas heeft een *LookupTable*, terwijl RMM gebruik maakt van een *Switch* die *True/False* is afhankelijk van de waterstand. De waarden van de *GateLowerEdgeLevel* en *CrestLevel* (drempel) van *HK_Kromme_Nol* zijn anders bij de opening en sluiting. Bij de Maas is 11,4 m +NAP open en -4 m +NAP dicht, terwijl bij de RMM 11,1 m +NAP open is en -3,6 m +NAP dicht. Het laatste verschil is dat bij de Maas de uitvoer en aansturing in de RTC *HK_Kromme_Nol* heet, terwijl bij RMM de officiële naamgeving (*HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol*) wordt gebruikt.

B.3 Nieuwe implementatie

De Kromme-Nolkering is het enige kunstwerk dat zowel in de modelschematisaties van de Maas als de Rijn-Maasmonding (RMM) is opgenomen. Er is geconstateerd dat de implementatie van de RTC voor dit kunstwerk niet gelijk is in de betreffende modellen. Zowel de naamgeving, als de schematisatie (*generalstructure* in RMM en *gate* in Maas), de aansturing en instellingen voor de *GateLowerEdgeLevel* en *CrestLevel* wijken af en in beide modellen zijn foutieve waarden opgenomen. Om deze reden is de RTC voor de Kromme-Nolkering opnieuw opgezet

B.3.1 Aansturing

De Kromme-Nolkering is een verticaal sluitende schuif van 50 m breed en 9 m hoog. De maximale hoogte van de onderkant van de schuif is 11,1 m +NAP en de schuif sluit door te zakken tot op de drempel van de keersluis, die op -4 m +NAP ligt. De kering sluit via een automatische sluitprocedure bij een waterstand van 3,42 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen (Van Aubel, 2025). Het sluiten van de kering duurt in totaal ongeveer 1 uur. De schuif zakt eerst van een open stand (11,1 m +NAP) tot het waterpeil in ongeveer 15 minuten en vervolgens in nog zo'n 45 minuten tot op de drempel. Volgens plan is de kering gesloten bij 3,50 m +NAP voor LMW-meetpunt Heesbeen (persoonlijke communicatie: Arjan Krikke, Waterschap Rivierenland).

In het model wordt daarom aangenomen dat zowel het openen als het sluiten lineair tussen deze standen plaatsvindt over de periode van 1 uur. De schematisatie van de keersluis is opgenomen in Tabel B-1.

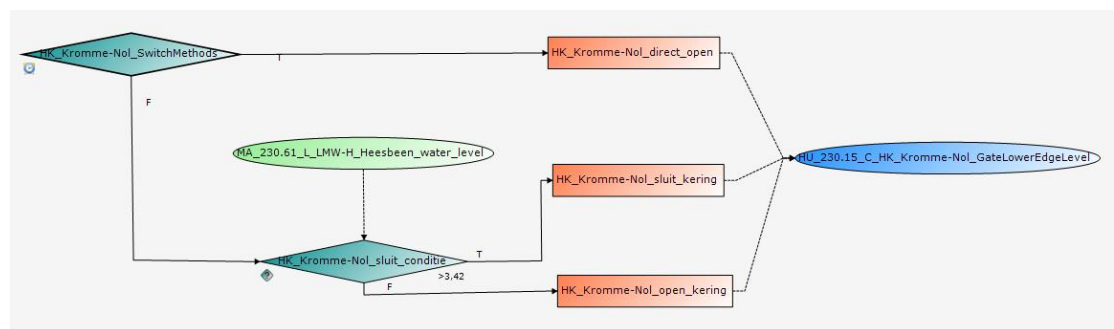
Tabel B-1 Schematisering van de keersluizen (type kunstwerk: general structure).

	Sluitconditie (m NAP) ¹	CrestLevel (m NAP) ²	CrestWidth (m)	Max. Gate Lower edge level (m NAP) (open)	Min. Gate Lower edge level (m NAP) (dicht)	Gate height (m)
Kromme-Nolkering	Heesbeen>3,42	-4,0	50,0	11,1	-4,0	9,0

¹ In een general structure worden hoogtes opgegeven bij twee doorsneden boven- en twee doorsneden benedenstrooms van de stuw. Conform de generieke specificaties is de waarde van Upstream2Level en Downstream1Level (direct naast de keersluis) gelijk aan de kruinhoogte min 5 cm, en bij de doorsneden Upstream1Level en Downstream2Level gelijk aan de kruinhoogte min 10 cm.

² De breedte van de general structure is gelijk gesteld voor iedere doorsnede: zowel bij de kruin (CrestWidth) als bij de boven- en benedenstroomse doorsneden (Upstream1Width, etc.).

Figuur B-7 toont de nieuwe RTC implementatie voor de Kromme-Nolkering. De eerste stap in de aansturing van de kering is een switch (SwitchMethods). Met deze switch kan geschakeld worden tussen het wel of niet aansturen van de kering op basis van de overige stuurregels. Met de tijdserie via timeseries.import.xml kan via de switch de sturing van de kering worden aan (1) of uitgezet (0), als de sturing uit staat, staat de kering direct volledig open.



Figuur B-7 RTC input via D-HYDRO Suite 2025.01 HMWQ voor de Kromme-Nolkering.

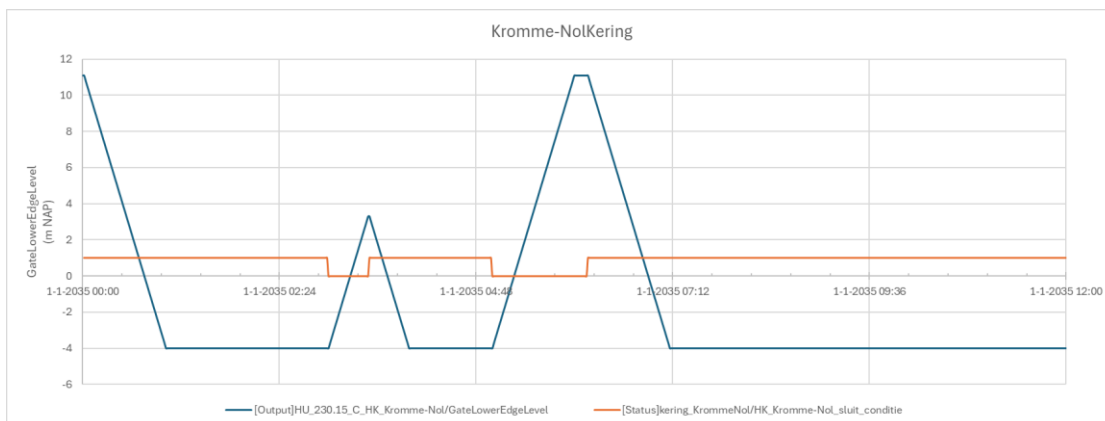
Indien de sturing van de keersluis aan staat wordt de GateLowerEdgeLevel van de kering via twee timerules aangestuurd, namelijk de regel voor openen (HK_Kromme-Nol_open_kering) of de regel voor sluiten (HK_Kromme-Nol_sluit_kering). Welke regel actief is wordt bepaald door de sluitcondities op basis van de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen. Als de waterstand bij LMW-meetlocatie Heesbeen lager is dan 3,42 m +NAP, wordt de conditie voor HK_Kromme-Nol_open_kering actief waarbij de GateLowerEdgeLevel over 1 uur tijd wordt verhoogd tussen -4 en 11,1 m +NAP. Is de waterstand hoger, dan is de conditie HK_Kromme-Nol_sluit_kering actief en wordt de GateLowerEdgeLevel over 1 uur tijd verlaagd tussen 11,1 en -4 m +NAP. De positie van de keersluis op het moment van openen of sluiten wordt gebruikt als relatieve startpositie. Dit is ook het geval als binnen het uur de conditie veranderd van openen naar sluiten of andersom.

De RTC-invoer voor de keersluis is opgenomen in paragraaf B.7

B.3.2 Testen

Het openen en sluiten van de Kromme-NolKering is getest met drie test-sommen:

- 1) Een stationaire som met afvoer van 6000 m³/s te Borgharen Dorp (S6000) met ingespeelde condities. De initiële stand van de kering is open, maar gezien de waterstand van 7,22 m +NAP te Heesbeen, zou de kering direct moeten gaan sluiten volgens de RTC-regels.
→ De kering start inderdaad direct met sluiten en is na 1 uur tijd gesloten.
- 2) Zoals som 1, maar dan met een tijdserie die de bepaalt of de conditie voor Heesbeen True (1) is of niet (0):
<event date="2035-01-01" time="00:00:00" value="0" />
<event date="2035-01-01" time="03:00:00" value="1" />
<event date="2035-01-01" time="03:30:00" value="0" />
<event date="2035-01-01" time="05:00:00" value="1" />
<event date="2035-01-01" time="06:10:00" value="0" />
<event date="3000-01-01" time="00:00:00" value="0" />
→ Figuur B-8 toont dat de *GateLowerEdgeLevel* (blauw) van de keersluis daalt zodra de sluitconditie True/actief is (1), en weer stijgt zodra de conditie False/inactief (0) is.
- 3) Een stationaire som met afvoer van 6000 m³/s te Borgharen Dorp (S6000) met ingespeelde condities. De initiële stand van de kering is open, maar gezien de waterstand van 7,22 m +NAP te Heesbeen, zou de kering direct moeten gaan sluiten volgens de RTC-regels. Echter is *Switch_methods* False (0).
→ De kering blijft open.



Figuur B-8 De sluitconditie (oranje) is actief (1) of niet (0) waardoor de gateloweredgelevel daalt of stijgt (blauw)

B.4 Conclusie

De nieuwe implementatie voor de RTC voor de kering Kromme Nol is opgezet en getest. Deze implementatie zal worden ingebouwd tijdens de volgende actualisatie van zowel het 2D-Maas- als in het 2D-RMM-model.

B.5 Aanbevelingen

- 1) Voor de Maas zal de huidige opzet ook doorgevoerd worden voor de keersluis Heumen, waarvoor een aanpassing in de condities noodzakelijk is. De overige keersluizen zullen voorlopig nog als *gate* in het model blijven opgenomen, maar het wordt aanbevolen om ook deze keersluizen dezelfde implementatie en *switch* voor falen/uitzetten van de sturing mee te geven.
- 2) De huidige 2D-opzet moet ook worden doorgevoerd in het SOBEK3-model voor de Maas

B.6 Bibliografie

Aubel, P. v. (2025). Objectbeschrijving Wilhelminasluis, Kromme-Nolkering en Afgedamde Maas.

B.7 Appendix: RealTimeControl invoer

B.7.1 rtcDataConfig.xml

```
<rtcDataConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:rtc="http://www.wldelft.nl/fews" xmlns="http://www.wldelft.nl/fews"
xsi:schemaLocation="http://www.wldelft.nl/fews
C:\Program%20Files\Deltares\Delft3D%20FM%20Suite%202025.01%20HMQW\plugins\Delt
aShell.Dimr\kernels\x64\share\drtc\rtcDataConfig.xsd">
  <importSeries>
    <PITimeSeriesFile>
      <timeSeriesFile>timeseries_import.xml</timeSeriesFile>
      <useBinFile>>false</useBinFile>
    </PITimeSeriesFile>

    <timeSeries id="[Input]MA_230.61_L_LMW-H_Heesbeen/water_level">
      <OpenMIExchangeltem>
        <elementId>MA_230.61_L_LMW-H_Heesbeen</elementId>
        <quantityId>water_level</quantityId>
        <unit>m</unit>
      </OpenMIExchangeltem>
    </timeSeries>
    <timeSeries id="kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_SwitchMethods">
      <PITimeSeries>
        <locationId>[TimeCondition]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_SwitchMethods</locationId>
        <parameterId>TimeSeries</parameterId>
        <interpolationOption>BLOCK</interpolationOption>
        <extrapolationOption>BLOCK</extrapolationOption>
      </PITimeSeries>
    </timeSeries>
    <timeSeries id="[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-
Nol/GateLowerEdgeLevel[AsInputFor]HK_Kromme-Nol_sluit_kering">
      <OpenMIExchangeltem>
        <elementId>HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol</elementId>
        <quantityId>GateLowerEdgeLevel</quantityId>
        <unit>m</unit>
      </OpenMIExchangeltem>
    </timeSeries>
    <timeSeries id="kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_direct_open">
      <PITimeSeries>
        <locationId>[TimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_direct_open</locationId>
        <parameterId>TimeSeries</parameterId>
        <interpolationOption>BLOCK</interpolationOption>
        <extrapolationOption>LINEAR</extrapolationOption>
      </PITimeSeries>
    </timeSeries>
    <timeSeries id="[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-
Nol/GateLowerEdgeLevel[AsInputFor]HK_Kromme-Nol_open_kering">
      <OpenMIExchangeltem>
```

```

        <elementId>HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol</elementId>
        <quantityId>GateLowerEdgeLevel</quantityId>
        <unit>m</unit>
    </OpenMIExchangItem>
</timeSeries>
</importSeries>
<exportSeries>
    <CSVTimeSeriesFile decimalSeparator="." delimiter=","
adjointOutput="false"></CSVTimeSeriesFile>
    <PITimeSeriesFile>
        <timeSeriesFile>timeseries_export.xml</timeSeriesFile>
        <useBinFile>>false</useBinFile>
    </PITimeSeriesFile>
    <timeSeries id="[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel">
        <OpenMIExchangItem>
            <elementId>HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol</elementId>
            <quantityId>GateLowerEdgeLevel</quantityId>
            <unit>m</unit>
        </OpenMIExchangItem>
    </timeSeries>
    <timeSeries id="[Status]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_SwitchMethods" />
    <timeSeries id="[Status]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_sluit_conditie" />
    <timeSeries id="kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_sluit_kering" />
    <timeSeries id="kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_open_kering" />
</exportSeries>
</rtcDataConfig>

```

B.7.2 rtcToolsConfig.xml

```

<rtcToolsConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:rtc="http://www.wldelft.nl/fews" xmlns="http://www.wldelft.nl/fews"
xsi:schemaLocation="http://www.wldelft.nl/fews
C:\Program%20Files\Deltares\Delft3D%20FM%20Suite%202025.01%20HMQWQ\plugins\Delt
aShell.Dimr\kernels\x64\share\drtc\rtcToolsConfig.xsd">
    <general>
        <description>RTC Model DeltaShell</description>
        <poolRoutingScheme>Theta</poolRoutingScheme>
        <theta>0.5</theta>
    </general>
    <rules>
        <rule>
            <unitDelay id="HK_Kromme-Nol_sluit_kering_unitDelay">
                <input>
                    <x>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</x>
                </input>
                <output>
                    <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
                </output>
            </unitDelay>
        </rule>
        <rule>
            <timeRelative id="[RelativeTimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_sluit_kering">
                <mode>RETAINVALUEWHENINACTIVE</mode>
                <valueOption>RELATIVE</valueOption>
            </timeRelative>
        </rule>
    </rules>
</rtcToolsConfig>

```

```

<maximumPeriod>0</maximumPeriod>
<interpolationOption>LINEAR</interpolationOption>
<controlTable>
  <record time="0" value="11.1" />
  <record time="3600" value="-4" />
  <record time="3601" value="-4" />
</controlTable>
<input>
  <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-
Nol/GateLowerEdgeLevel[AsInputFor]HK_Kromme-Nol_sluit_kering</y>
</input>
<output>
  <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
  <timeActive>kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_sluit_kering</timeActive>
</output>
</timeRelative>
</rule>
<rule>
  <timeAbsolute id="[TimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_direct_open">
    <input>
      <x>kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_direct_open</x>
    </input>
    <output>
      <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
    </output>
  </timeAbsolute>
</rule>
<rule>
  <timeRelative id="[RelativeTimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_open_kering">
    <mode>RETAINVALUEWHENINACTIVE</mode>
    <valueOption>RELATIVE</valueOption>
    <maximumPeriod>0</maximumPeriod>
    <interpolationOption>LINEAR</interpolationOption>
    <controlTable>
      <record time="0" value="-4" />
      <record time="3600" value="11.1" />
      <record time="3601" value="11.1" />
    </controlTable>
    <input>
      <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-
Nol/GateLowerEdgeLevel[AsInputFor]HK_Kromme-Nol_open_kering</y>
    </input>
    <output>
      <y>[Output]HU_230.15_C_HK_Kromme-Nol/GateLowerEdgeLevel</y>
      <timeActive>kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_open_kering</timeActive>
    </output>
  </timeRelative>
</rule>
</rules>
<triggers>
  <trigger>
    <standard id="[TimeCondition]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_SwitchMethods">
      <condition>

```

```

        <x1Series ref="IMPLICIT">kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_SwitchMethods</x1Series>
        <relationalOperator>Equal</relationalOperator>
        <x2Value>0</x2Value>
    </condition>
    <true>
        <trigger>
            <ruleReference>[TimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_direct_open</ruleReference>
        </trigger>
    </true>
    <false>
        <trigger>
            <standard id="[StandardCondition]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_sluit_conditie">
                <condition>
                    <x1Series ref="EXPLICIT">[Input]MA_230.61_L_LMW-
H_Heesbeen/water_level</x1Series>
                    <relationalOperator>Greater</relationalOperator>
                    <x2Value>3.42</x2Value>
                </condition>
                <true>
                    <trigger>
                        <ruleReference>[RelativeTimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_sluit_kering</ruleReference>
                    </trigger>
                </true>
                <false>
                    <trigger>
                        <ruleReference>[RelativeTimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_open_kering</ruleReference>
                    </trigger>
                </false>
                <output>
                    <status>[Status]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_sluit_conditie</status>
                </output>
            </standard>
        </trigger>
    </false>
    <output>
        <status>[Status]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_SwitchMethods</status>
    </output>
</standard>
</trigger>
</triggers>
</rtcToolsConfig>

```

B.7.3 timeseries_import.xml

```

<TimeSeries xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="http://www.wildelft.nl/fews/PI" xsi:schemaLocation="http://www.wildelft.nl/fews/PI
/pi_timeseries.xsd" version="1.2">
    <series>
        <header>

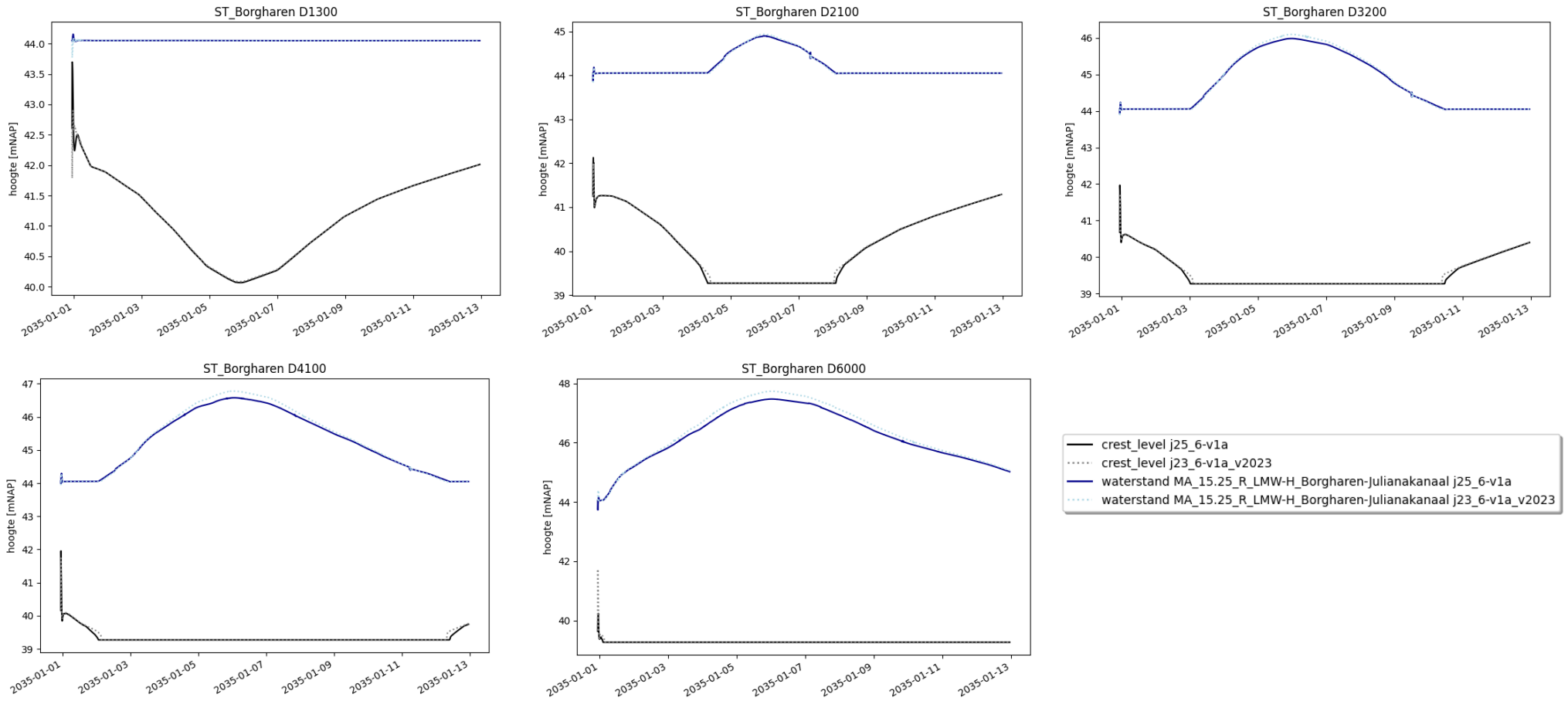
```

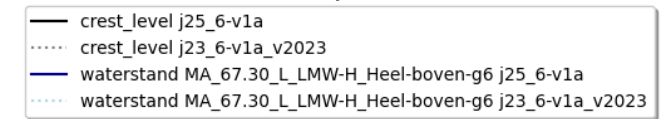
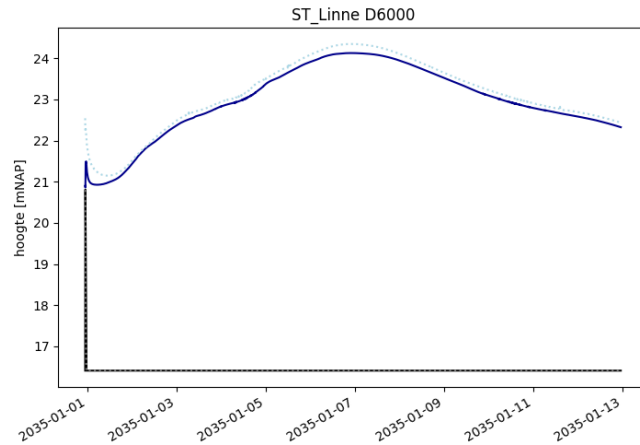
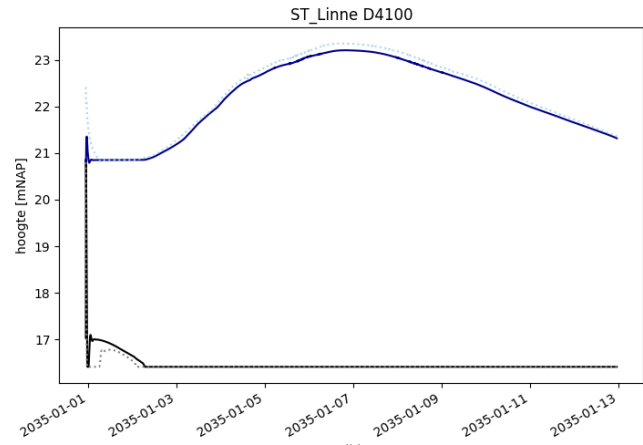
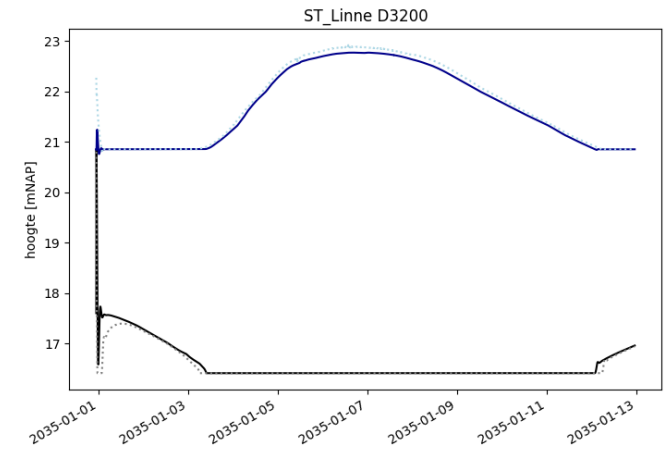
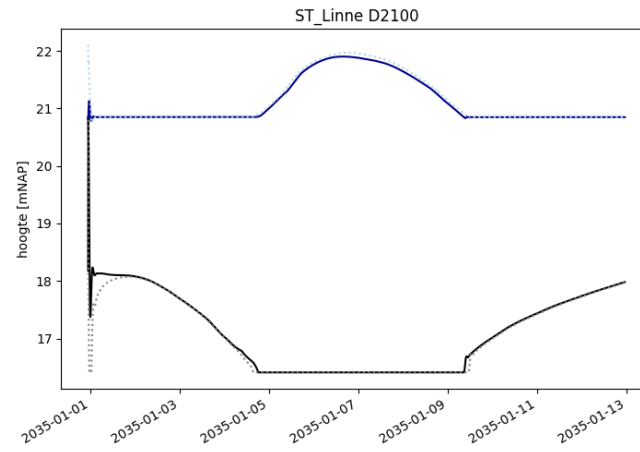
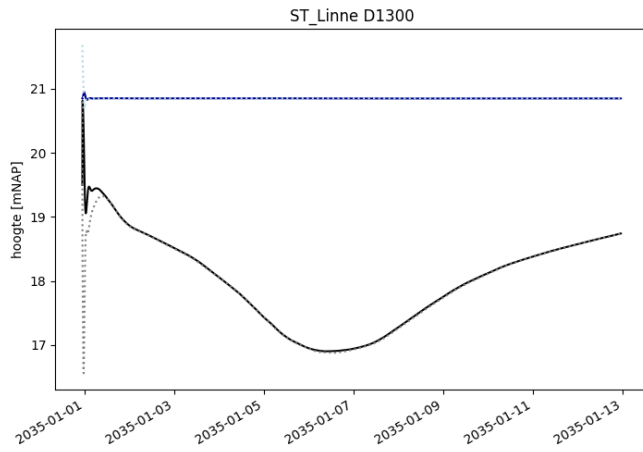
```

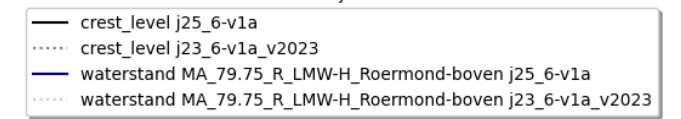
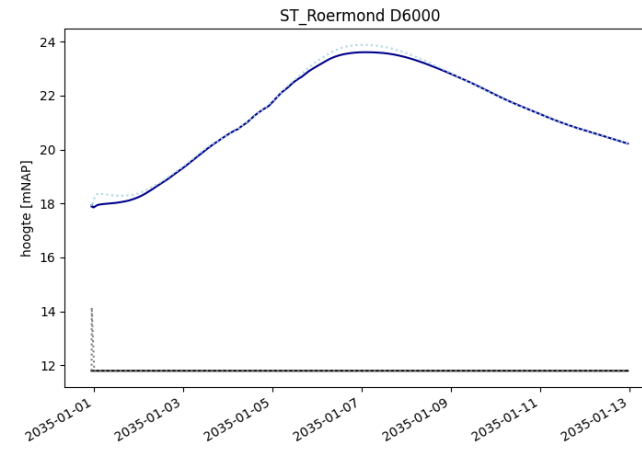
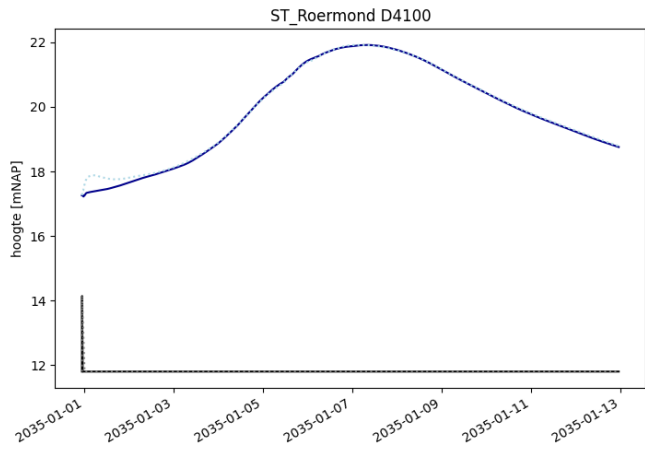
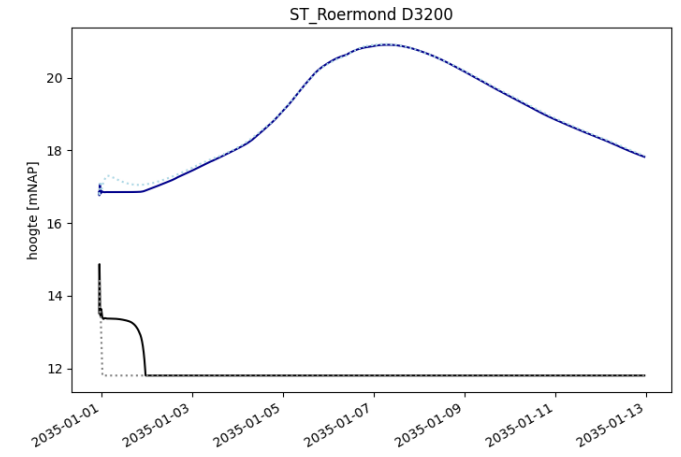
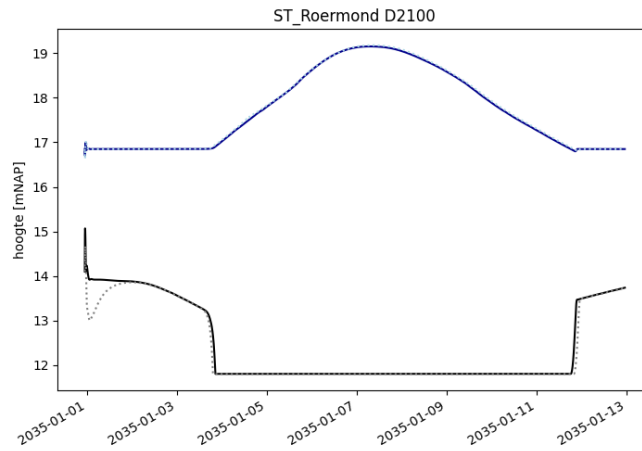
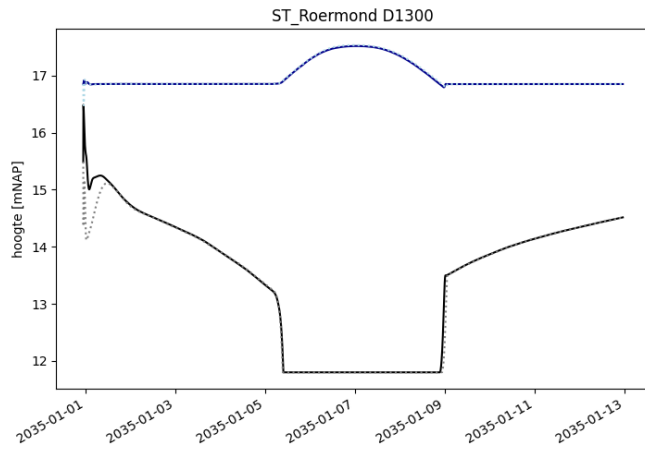
    <type>instantaneous</type>
    <locationId>[TimeCondition]kering_KrommeNol/HK_Kromme-
Nol_SwitchMethods</locationId>
    <parameterId>TimeSeries</parameterId>
    <timeStep unit="minute" multiplier="1" divider="1" />
    <startDate date="2035-01-01" time="00:00:00" />
    <endDate date="3000-01-01" time="00:00:00" />
    <missVal>-999.0</missVal>
    <stationName />
    <units />
</header>
<event date="2035-01-01" time="00:00:00" value="1" />
<event date="3000-01-01" time="00:00:00" value="1" />
</series>
<series>
<header>
    <type>instantaneous</type>
    <locationId>[TimeRule]kering_KrommeNol/HK_Kromme-Nol_direct_open</locationId>
    <parameterId>TimeSeries</parameterId>
    <timeStep unit="minute" multiplier="1" divider="1"/>
    <startDate date="2035-01-01" time="00:00:00"/>
    <endDate date="3000-01-01" time="00:00:00" />
    <missVal>-999.0</missVal>
    <stationName/>
    <units/>
</header>
<event date="2035-01-01" time="00:00:00" value="11.1"/>
<event date="3000-01-01" time="00:00:00" value="11.1" />
</series>
</TimeSeries>

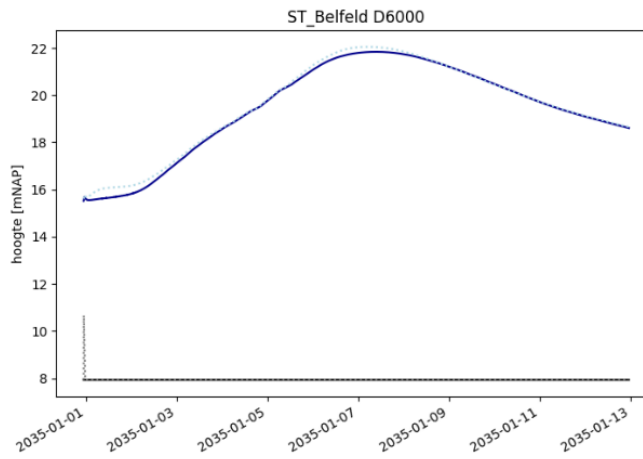
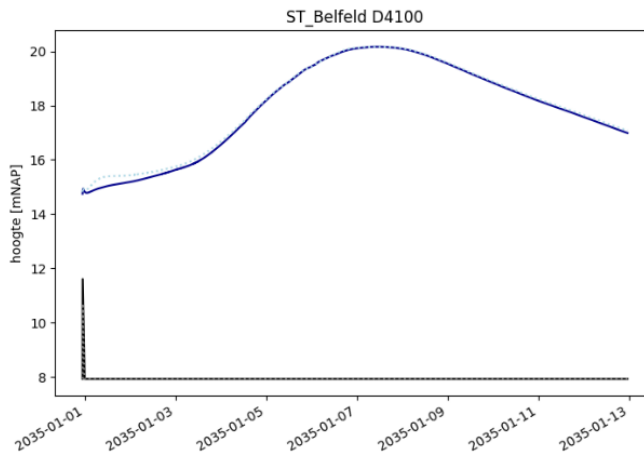
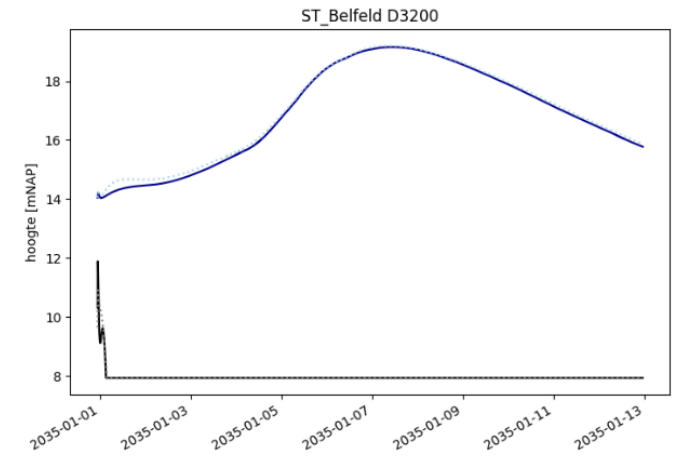
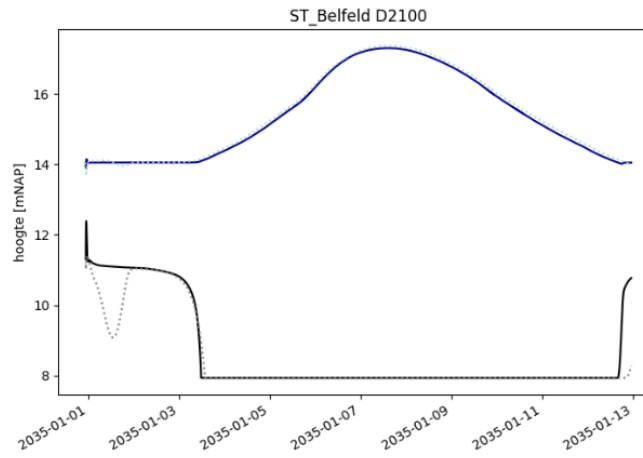
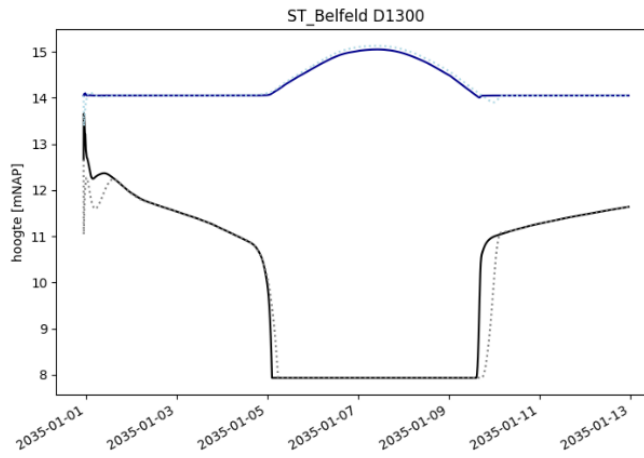
```

C Stuwsturing

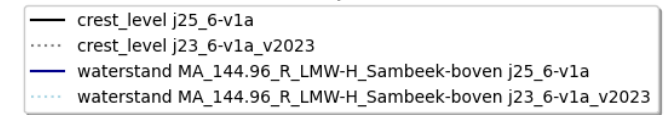
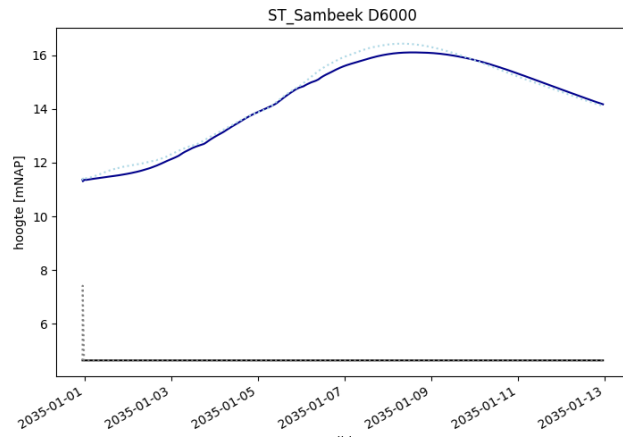
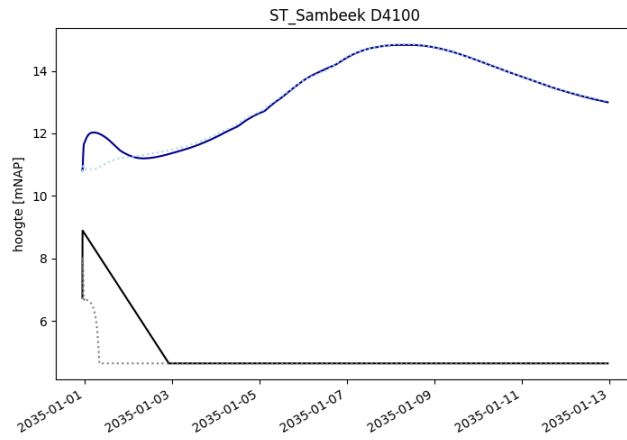
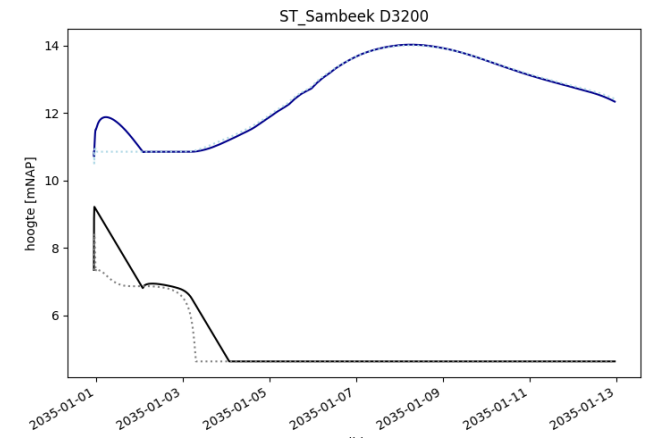
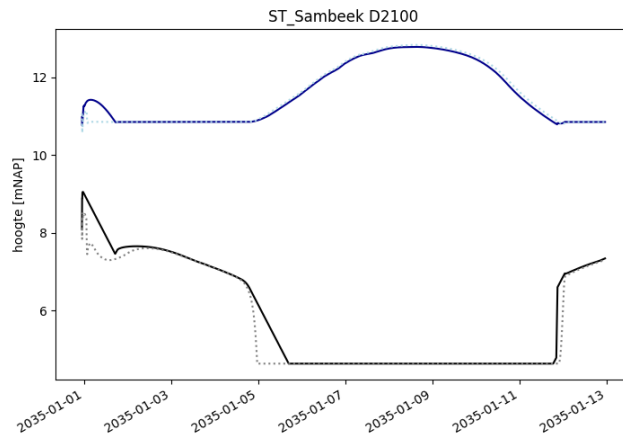
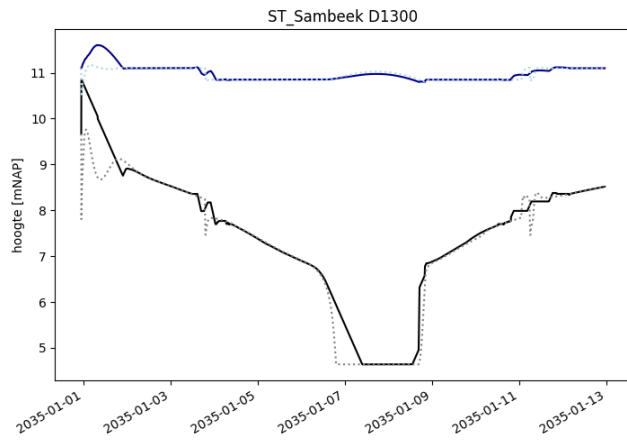


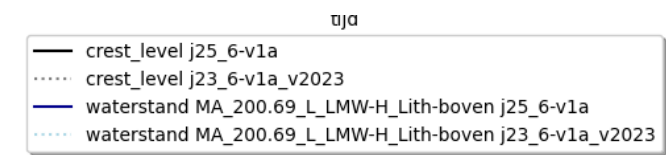
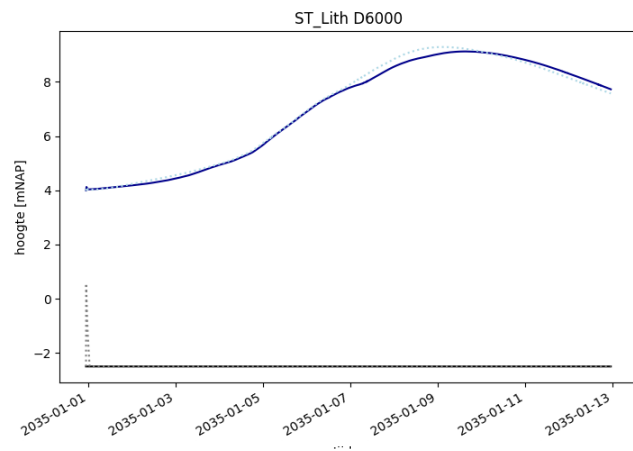
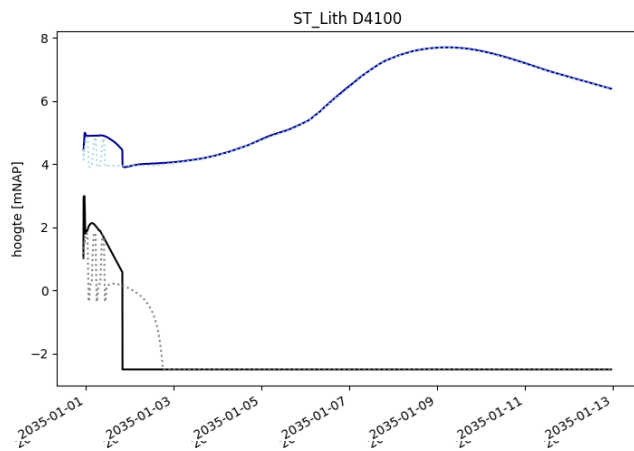
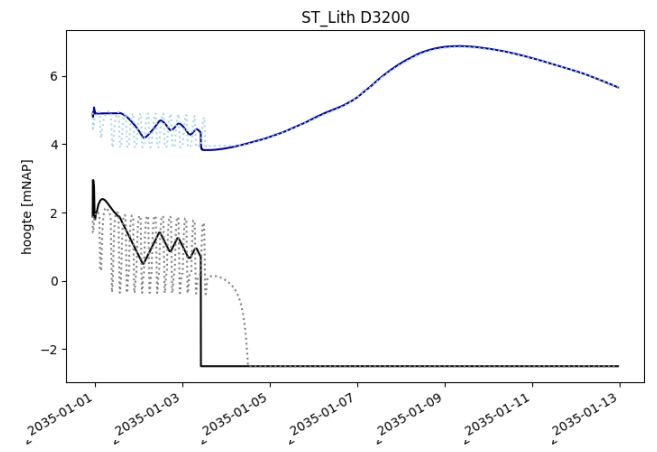
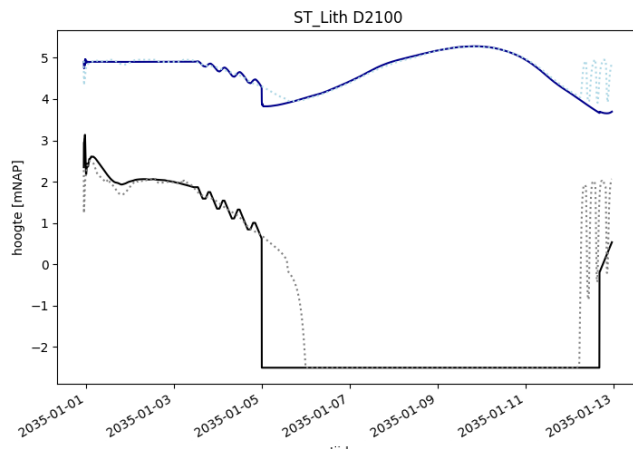
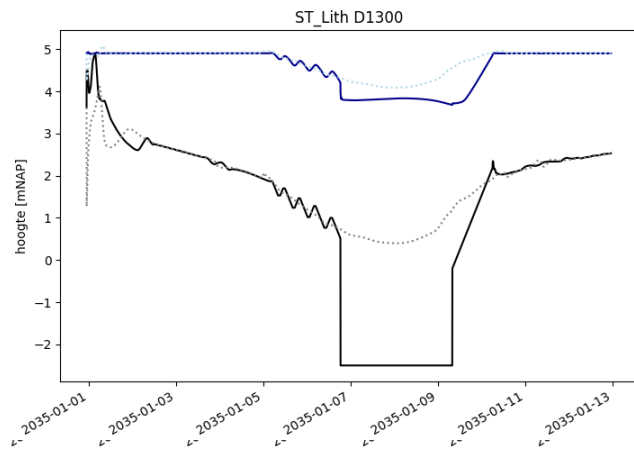






- crest_level j25_6-v1a
- crest_level j23_6-v1a_v2023
- waterstand MA_100.75_R_LMW-H_Belfeld-boven j25_6-v1a
- waterstand MA_100.75_R_LMW-H_Belfeld-boven j23_6-v1a_v2023





D Waterstandsverschillen op de rivieras

D.1 Verschilanalyse j25_6 – j23_6 dynamische berekeningen

De Excel met de absolute waterstanden, verschillen in waterstanden en de figuren met waterstandsverschillen (zie Figuur 3-17, Figuur 3-18 en Figuur 3-19) voor de dynamische berekeningen van j25_6 en j23_6 is apart opgeleverd als digitale bijlage D1:

11211534-002-ZWS-0006_v1.0-Actualisatie_zesde-generatie_Maasmodel_2025-Appendix_D1_verschillen_Dynamisch.xlsx

Daarnaast zijn ook figuren met tijdseries van de absolute waterstanden en verschillen in waterstanden beschikbaar in de digitale bijlage D1.

D.2 Verschilanalyse j25_6 – j23_6 stationaire berekeningen

De Excel met de absolute waterstanden, verschillen in waterstanden en de figuren met Waterstandsverschillen (zie Figuur 3-10, Figuur 3-14, en Figuur 3-15) voor de stationaire berekeningen van j25_6 en j23_6 is apart opgeleverd als digitale bijlage D2.

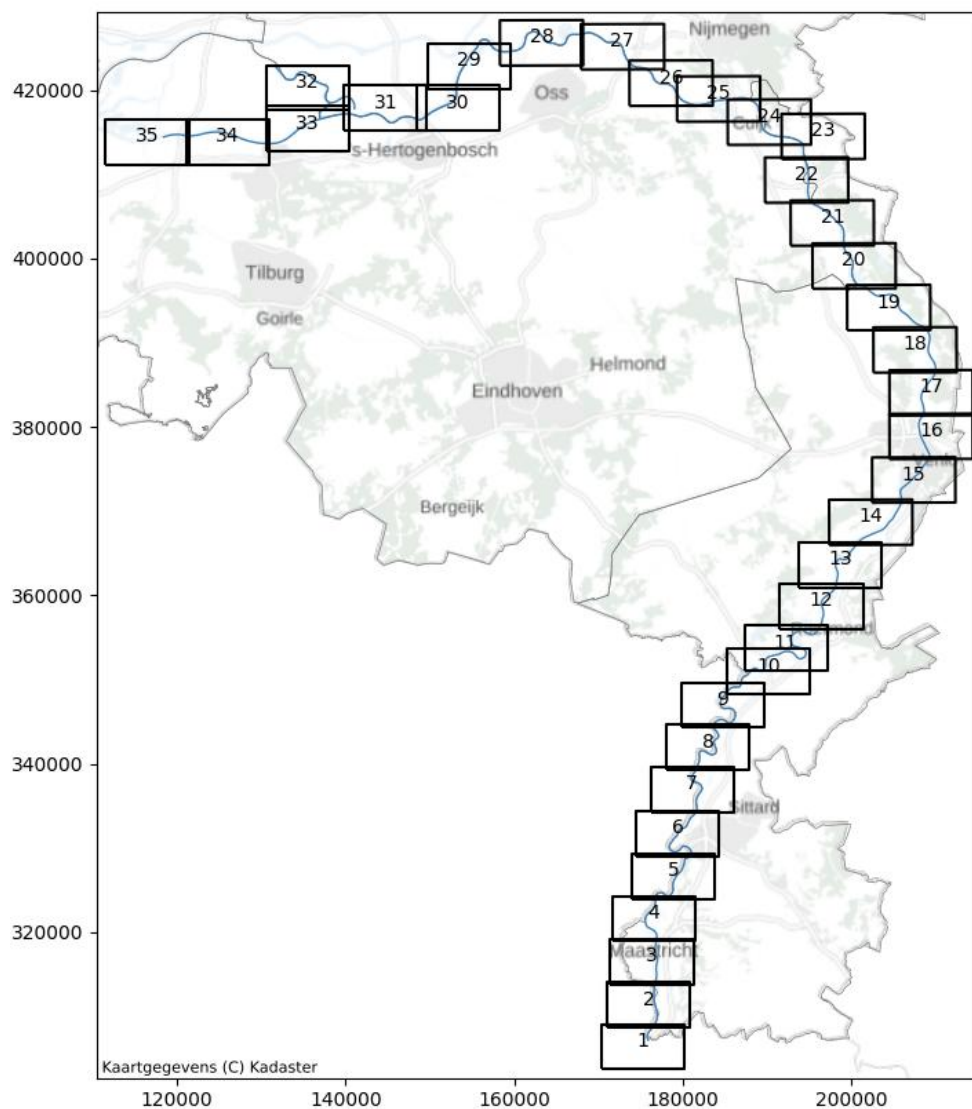
11211534-002-ZWS-0006_v1.0-Actualisatie_zesde-generatie_Maasmodel_2025-Appendix_D2_verschillen_Stationair.xlsx

Daarnaast zijn ook figuren met tijdseries van de absolute waterstanden en verschillen in waterstanden beschikbaar in de digitale bijlage D2.

E Kaarten

Voor de verschilanalyse tussen het model *dflowfm2d-maas-j25-6-v1a* en *dflowfm2d-maas-j23-6-v1a* zijn als digitale bijlagen kaarten met de maximale waterdieptes of maximale waterstanden en de verschillen bijgeleverd. De kaarten zijn gemaakt en genummerd volgens de kaartbladen in Figuur E.1.

Voor de dynamische sommen is de maximale waterdiepte of maximale waterstand zoals bepaald uit de max13 uitvoer van de fou.nc-bestanden gebruikt. Voor de stationaire sommen wordt de waterstand of waterdiepte van de last25 uitvoer van de fou.nc-bestanden gebruikt.



Figuur E.1 Overzicht van de nummering voor de gebruikte kaartbladen langs de Maas.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl