

D-HYDRO Suite 1D2D: workflow van brondata naar model

Rineke Hulsman, Han de Jong en Jeroen Winkelhorst (Royal HaskoningDHV), Harmen van de Werfhorst (waterschap Vallei en Veluwe)

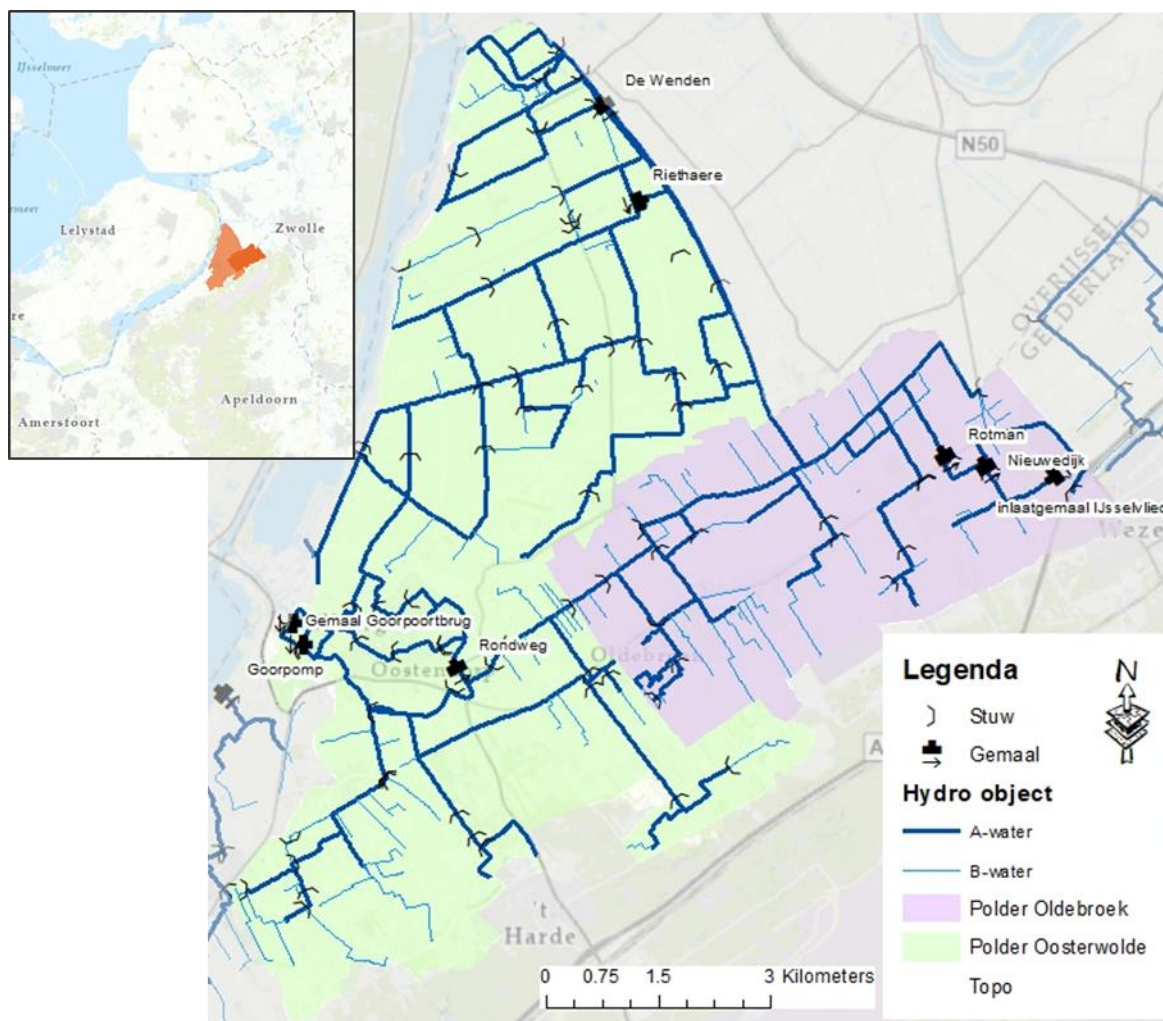
In een pilot is een workflow ontwikkeld die moet leiden tot geautomatiseerde modelbouw. Hiermee kunnen verschillende sturingen getest worden om zo relatief eenvoudig tot de beste instellingen en aanpassingen van kunstwerken te komen. In het in dit project ontwikkelde RTC-script zijn de volgende sturingen opgenomen; PID, interval en tijdseries op stuwen en gemalen. Dit maakt het mogelijk om in de toekomst kunstwerken slimmer te sturen.

In het project met Toeslag voor Topconsortia in Kennis in Innovatie *Hydrologie in D-HYDRO* [1] heeft een consortium van negen partijen gewerkt aan de ontwikkeling en het testen van de bèta-versie van D-HYDRO Suite 1D2D. D-HYDRO Suite 1D2D is de beoogde opvolger voor softwarepakketten als SOBEK2 en wordt ontwikkeld door Deltares. Waterschap Vallei en Veluwe (WVV) en Royal HaskoningDHV (RHDHV) delen de visie dat modellen herleidbaar en reproduceerbaar moeten zijn. Daarom is in dit project de focus gelegd op een automatische workflow van brondata naar modeldata, inclusief het opnemen van sturingen in het model. Informatie, gebiedskennis en systeemgedrag worden niet in het model opgeslagen, maar in de brondata en het proces van modelbouw wordt grotendeels geautomatiseerd met modelgeneratoren en scripting. Tijdens een modelstudie worden afwijkingen in de data en opgedane kennis teruggebracht in de brondata, zodat de verbetering van brondata een cyclisch proces wordt.

WVV heeft in 2014 het watersysteem getoetst aan de normen voor regionale wateroverlast. Uit deze NBW-toetsing bleek dat het watersysteem van de polder Oosterwolde niet aan de gestelde normen voldeed. De berekende overlast werd in de streek herkend, maar niet als hinderlijk ervaren. In een gebiedsproces is gezocht naar een oplossing voor deze wateroverlast. Uit dit proces kwam naar voren dat er geen bereidheid was om grond te verkopen voor de verbreding van watergangen of aanleg van bergingsvoorzieningen. Er is daarom ingezet op acceptatie van de overlast en toegezegd om te onderzoeken of de wateroverlast kan worden verkleind of opgelost door de bestaande kunstwerken slimmer en automatisch aan te sturen. Daarom is besloten een pilotstudie met D-HYDRO Suite 1D2D D-RTC uit te voeren. Met deze pilot moet ervaring worden opgedaan met het automatisch bouwen van een D-HYDRO Suite 1D2D-model met D-RTC-module en het testen van de functionaliteit van automatische sturing in polder Oosterwolde.

Pilotgebied

Het in afbeelding 1 getoonde pilotgebied – met de polder Oosterwolde in groen - ligt ten oosten van het Drontermeer. Het Veluwemassief ligt aan de zuidkant, het maaiveld loopt af richting het noordwesten. Het landgebruik is voornamelijk grasland en er zijn een aantal stedelijke kernen aanwezig. De grondwaterstanden in het gebied zijn hoog, met name in de winter en het voorjaar.



Afbeelding 1. Polder Oosterwolde en polder Oldebroek

Naast het neerslagoverschot is er een kwelstroom vanuit het grondwatersysteem, afgevoerd door gemaal De Wenden. Bij Elburg kan het water onder vrij verval naar het Drontermeer via de Havensluis.

Workflow brondata - D-HYDRO Suite 1D2D

De terminologie in dit hoofdstuk is toegelicht in het kader.

DAMO: Data Afspraken Modelmatig Ondersteund is het datamodel van en voor de waterschappen, waarin kerngegevens voor de primaire processen en de wettelijke verplichtingen gestandaardiseerd staan omschreven [2].

HyDAMO: Door het NHI ontwikkeld datamodel voor hydrologen met het DAMO-watersysteem als uitgangspunt, aangevuld met hydrologische data, zoals sturing, ruwheden en koppelmogelijkheden voor grondwatermodellen [3].

ToHyDAMOGml: door RHDHV ontwikkelde open source python-tool om DAMO om te zetten naar HyDAMO [4].

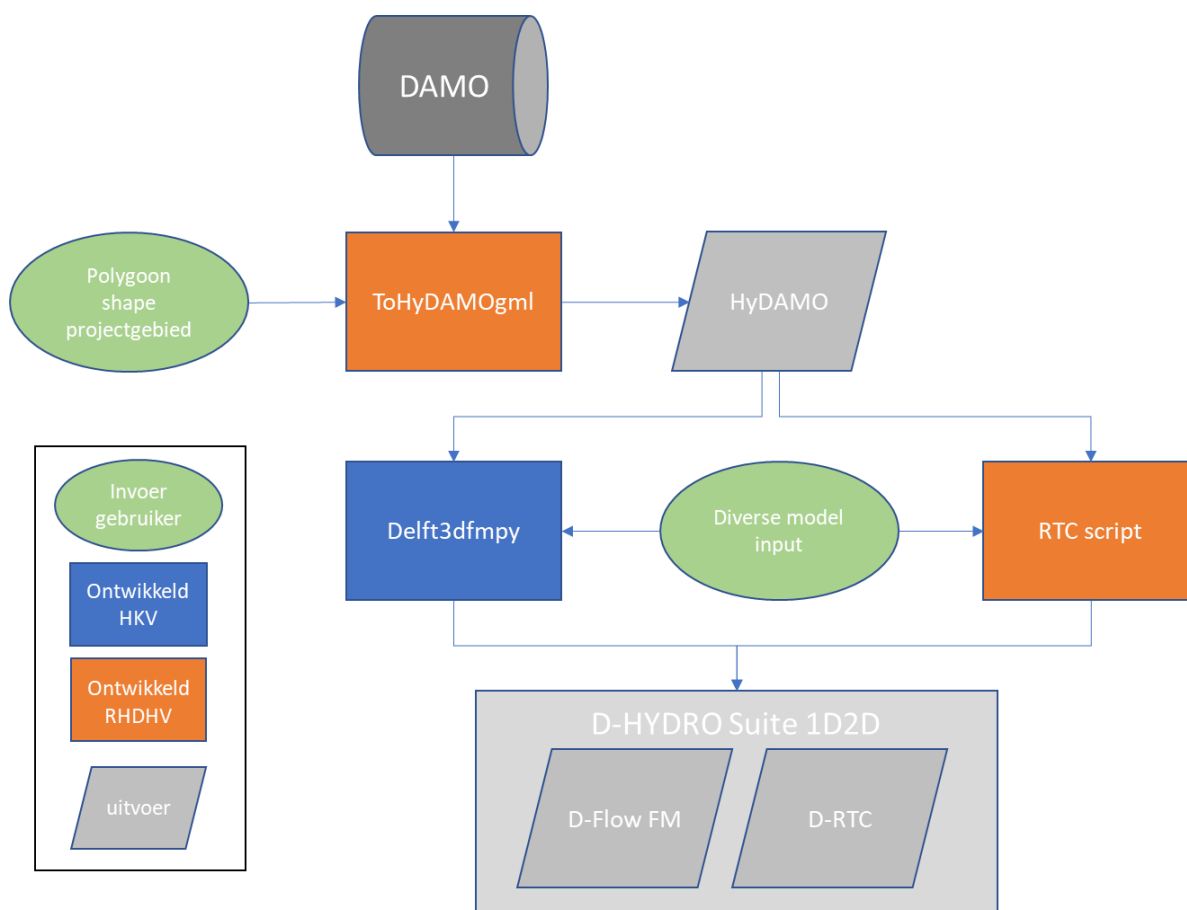
Delft3dfmpy: door HKV ontwikkelde open source python-tool om van HyDAMO naar een D-HYDRO Suite 1D2D-model te komen [5].

RTC-script: Real Time Controller. Dit onderdeel in D-HYDRO Suite 1D2D stuurt de kunstwerken aan die een regeling hebben zoals bijvoorbeeld een stuw die op bovenstrooms peil stuurt.

De workflow om uit brondata (het beheerregister van het waterschap) een D-HYDRO Suite 1D2D-model te genereren bestaat grofweg uit twee stappen. In de eerste stap moeten de brondata in het HyDAMO-gegevensformaat worden omgezet. Deze stap is in afbeelding 2 schematisch weergegeven. RHDHV heeft voor WVV de open source ToHyDAMOGml-tool opgezet in de programmeertaal Python om deze omzetting mogelijk te maken [4].

De tweede stap is de conversie van HyDAMO naar D-HYDRO 1D2D, het blauwe blok in afbeelding 2. Hiervoor is de delft3dfmpy-tool gebruikt [5]. Met slechts een aantal handmatige aanpassingen is het model volledig met de modelconverter opgebouwd.

Na deze twee stappen is er een werkend D-HYDRO Suite 1D2D-model gegenereerd. Vervolgens wordt de sturing van de kunstwerken opgezet in D-RTC-module met behulp van het RTC-script.



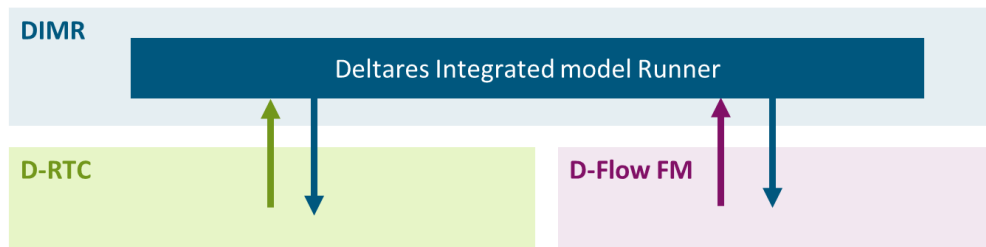
Afbeelding 2. Schematische weergave workflow van brondata naar model

Sturing kunstwerken in D-HYDRO Suite 1D2D

Het principe van de sturing van een kunstwerk werkt met een observatiepunt of waterstandspunt waar regels aan verbonden worden, gebaseerd op een streefwaarde. Als geen observatiepunt of waterstandspunt is opgegeven, wordt automatisch het bovenstrooms peil genomen ten opzichte van het kunstwerk. D-RTC hanteert de volgende terminologie:

- *Trigger*: bepaalt wanneer een regel/controller of andere trigger geactiveerd wordt
- *Operating rules*: definieert hoe een kunstwerk opereert en geeft een waarde terug van de gecontroleerde parameter (kruinhoogte of opening)
- *Input data location*: verbinding met observatiepunt
- *Output data location*: verbinding met een kunstwerk

Om de sturing toe te kunnen passen is het nodig meer te weten over de structuur achter de schermen. Afbeelding 3 geeft de interactie tussen de verschillende modules weer. De communicatie tussen D-RTC en D-Flow FM is geregeld via de Deltares Integrated Model Runner (DIMR).



Afbeelding 3. Overzicht interactie benodigde bestanden D-RTC-module

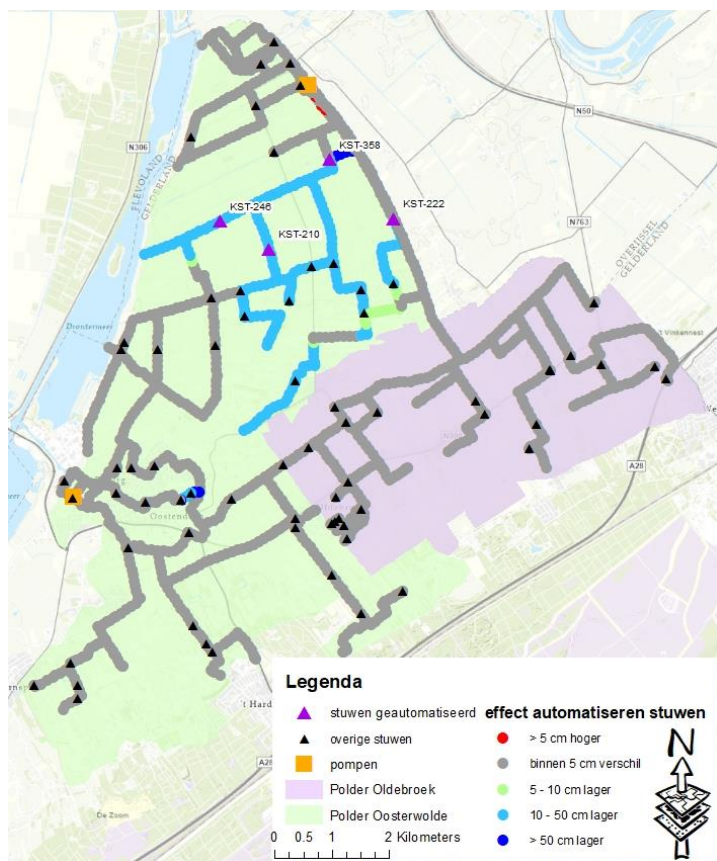
Met behulp van het RTC-script is vervolgens van een aantal sturingen in dit project getest of ze functioneren. Voor de meest voorkomende typen sturingen is dit het geval. Vervolgens zijn de sturingen toegepast om de waterverdeling in deze polder te optimaliseren.

Optimaliseren waterverdeling

Nadat het model is opgesteld via een automatische workflow, is het effect verkend van automatische sturing tijdens een constante neerslag van 14,4 mm/d. Met het RTC-script is de sturing van kunstwerken eenvoudig aan te passen in het model. In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) zijn afspraken gemaakt om de wateroverlast vanuit het oppervlaktewater aan te pakken op basis van generieke normen voor verschillende vormen van landgebruik. De waterschappen brengen de wateroverlast volgens deze afspraken in beeld en voeren de maatregelen uit om aan de normen te voldoen. Een van deze maatregelen is het optimaliseren van de waterverdeling. Hiervoor is het van belang dat er aanpassingen aan de sturing van de kunstwerken gedaan kunnen worden. In deze studies zijn de volgende scenario's onderzocht:

1. Slimmer sturen; waar zijn extra stuwen te automatiseren? Het uiteindelijke doel is het benutten van de beschikbare berging in gebieden. Dit is met twee veel gebruikte controller-algoritmes onderzocht:
 - a. PID-controllers: Proportioneel, Integreerend en Differentiërend. Dit is een manier om te berekenen hoe het kunstwerk bijgestuurd moet worden om het de gewenste waarde bij het observatiepunt te behalen.
 - b. Interval controllers: hier wordt de gewenste waarde bepaald door een zelf opgegeven aanpassingsnelheid van de sturing, bijvoorbeeld klephoogte.
2. Voorbemalen gemaal de Wenden; intervalsturing op basis van een tijdserie van gemaal de Wenden om tijdelijk het streefpeil te verlagen.

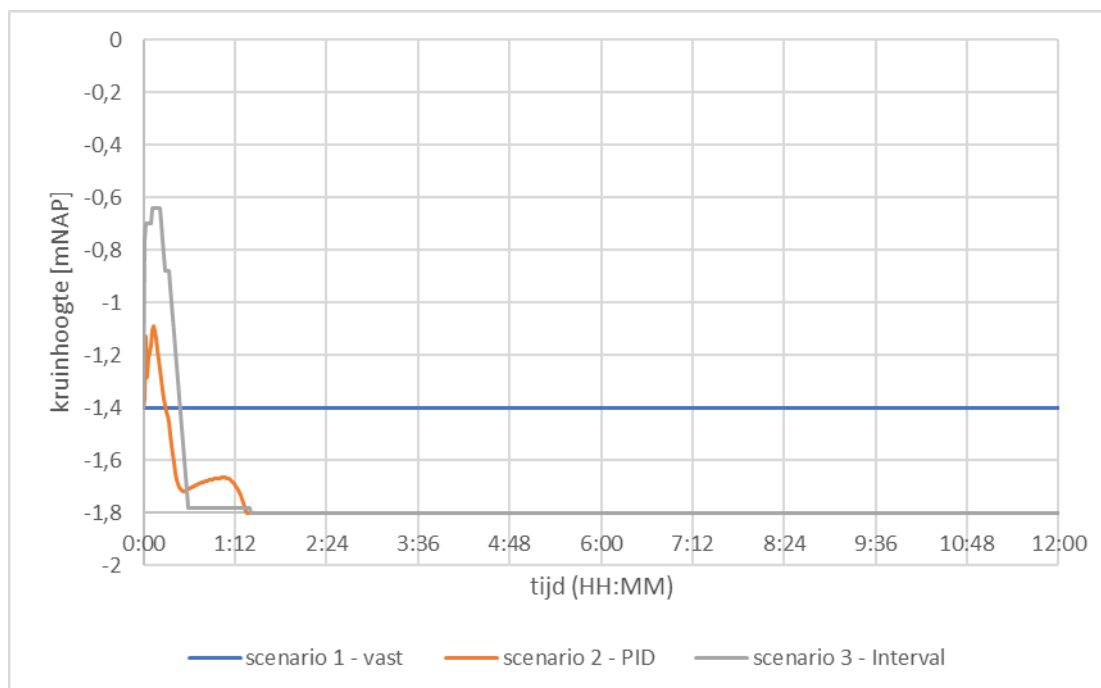
In afbeelding 5 is het effect te zien van het automatiseren van vier stuwen ten opzichte van de huidige situatie. De gekleurde stippen geven het verschil weer tussen de berekende waterstand in de huidige situatie en het scenario met automatische stuwen.



Afbeelding 4. Effect automatiseren van vier stuwen (paarse driehoeken)

De geautomatiseerde stuwen zorgen ervoor dat de kruinhoogte lager wordt dan in de huidige situatie, waar deze stuwen nog een vaste kruinhoogte hebben. Dit resulteert in lagere waterstanden bovenstrooms (de blauwe stippen in afbeelding 4).

Daarnaast is het relatief eenvoudig om te wisselen tussen type controllers. In afbeelding 5 is de berekende kruinhoogte gegeven in de huidige situatie (scenario 1 – vast), bij een simulatie met PID-controller (scenario 2 - PID) en bij een simulatie met intervalcontroller (scenario 3 - Interval). Deze stuw (KST-358) is de noordelijke paarse stuw in afbeelding 5. Te zien is dat de reactie van de beide controllers niet exact gelijk is. Na een uur en een kwartier is de kruinhoogte bij beide type controllers gelijk aan de minimale kruinhoogte (-1,8 mNAP).



Afbeelding 5. Kruinhoogte van stuw KST-358 in de drie scenario's

In het scenario voorbemalen is een intervalcontroller toegepast op gemaal de Wenden. In dit project is getest of door met het toepassen van een tijdserie in combinatie met een controller het streefpeil van het gemaal aangepast kan worden. Dit bleek goed toepasbaar. De controller reageert goed op een aanpassing in streefpeil.

Conclusies

De resultaten laten zien dat de afvoer in de polder met het toepassen van automatische sturing op de kunstwerken verbeterd kan worden. De waterstanden bovenstrooms van de automatische stuwen nemen significant af ten opzichte van de situatie zonder automatische stuwen. Dit laat zien dat de D-RTC-module geschikt is om wateroverlastvraagstukken op te lossen, waarbij slimmer sturen nodig is. De meest voorkomende sturingen zijn beschikbaar in de D-RTC-module. De volgende sturingen zijn in het RTC-script opgenomen; PID, interval en tijdseries op stuwen en gemalen.

WVV en RHDHV delen de visie dat modellen herleidbaar en reproduceerbaar moeten zijn. Daarom is in dit project de focus gelegd op een automatische workflow van brondata naar modeldata, inclusief het opnemen van sturingen in het model. Met de workflow kan snel inzicht worden verkregen in het effect van slimmer sturen op knelpunten in het watersysteem. Grote aantallen aanpassingen zijn automatisch door te rekenen om zo tot de meest effectieve aanpassingen in het systeem te komen. Dit kunnen zowel aanpassingen zijn aan het aantal fysieke sturingsmogelijkheden als aan de manier van sturen. Beide leiden tot slimmer sturen en daarmee het beperken van wateroverlast. Doordat alles is vastgelegd in de brondata of in de scripts, is de herleidbaarheid en reproduceerbaarheid van de modellen groot.

Softwarebeschikbaarheid en overige informatie:

1. DEL092 - Hydrologie in D-HYDRO. <https://publicwiki.deltares.nl/display/TKIP/DEL092+-+Hydrologie+in+D-HYDRO>
2. DAMO. <https://damo.hetwaterschapshuis.nl/>
3. HyDAMO. <http://www.nhi.nu/nl/index.php/uitvoering/actueel/hydamo/>
4. ToHyDAMOgml. <https://github.com/jeroenwinkelhorst/ToHyDAMOgml>
5. Delft3dfmpy. <https://github.com/openearth/delft3dfmpy>