

# Plan van Aanpak Pilot (semi-)gedistribueerde hydrologie in combinatie met D-Hydro t.b.v. Watersysteem- toetsing

TKI-III



HydroLogic BV  
Postbus 2177  
3800 CD Amersfoort  
033 4753535  
hydrologic.nl

P1126  
juli 2020

*Hydro*Logic

# Inhoud

1	Inleiding.....	1
	1.1 Doelstelling pilot	1
2	Aanpak.....	2
3	Organisatie .....	5
	3.1 Samenwerking	5
	3.2 Planning	5
Bijlage A	Functionele eisen RR-concept HDSR.....	6

© 2020, HydroLogic BV. Het auteursrecht op dit document berust bij HydroLogic BV. Het is niet toegestaan dit document aan derden ter beschikking te stellen of delen van de tekst te gebruiken zonder schriftelijke toestemming van HydroLogic BV.

# 1 Inleiding

Op dit moment ontwikkelt Deltares D-HYDRO als beoogd opvolger van SOBEK2 en SOBEK3. Om de ontwikkeling van D-HYDRO te versnellen heeft Deltares in samenwerking met waterschappen en adviesbureaus het project 'TKI Watersysteemanalyses met D-HYDRO' gestart.

HydroLogic voert binnen dit TKI-project in samenwerking met Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden een pilot uit die zich richt op het verkennen van wflow als semi-gedistribueerd neerslag-afvoerframework in combinatie met een D-HYDRO hydraulisch model.

In de vorige watersysteemtoetsing van HDSR is gebruik gemaakt van een stochastische analyse die is uitgevoerd met offline gekoppelde Sobek/MetaSWAP modellen. HDSR heeft tot doel om uiteindelijk met D-HYDRO in 2022/2023 een nieuwe watersysteemtoetsing te kunnen doen met zeer veel stochasten, waar rekentijd dus geen beperking moet zijn. Deze TKI-pilot wordt benut om onderzoek te doen naar een snel rekenend hybride neerslag-afvoerconcept dat qua detailniveau tussen lumped hydrologie en het gedetailleerde Modflow/metaswap inzit. Potentie wordt gezien in wflow als neerslag-afvoermodelframework. In deze pilot beproeven we dit framework inclusief relevante (nieuwe) modelconcepten. We beproeven ook de combinatie van de neerslagafvoer- modelering met wflow en een 1D2D D-HYDRO model.

## 1.1 Doelstelling pilot

Binnen deze pilot zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Het toepassen en testen van drie modelconcepten en parametrisatie in wflow, waarbij resultaten worden beoordeeld op nauwkeurigheid en rekensnelheid.
- Het onderzoeken hoe de koppeling tussen het wflow hydrologische model en het D-HYDRO hydraulische model het beste kan worden gerealiseerd, en wat de gevolgen zijn voor de schematisaties van beide modellen.
- Aanbevelingen doen voor de aanpak van de volgende watersysteemtoetsing van HDSR om te komen tot nieuwe waterstandsstatistiek.

## 2 Aanpak

### Wflow concepten

Binnen het framework van wflow zijn er verschillende hydrologische concepten mogelijk om een gebied mee te modelleren. Voorbeelden hiervan zijn SBM, HBV, Topoflex, PCRglo-bwb.

Naar aanleiding van een testcase waarbij wflow\_sbm is toegepast op studiegebied polder De Tol is een voorstel opgesteld voor twee verbeteringen aan het grondwaterconcept van wflow\_sbm:

1. Laterale grondwaterstroming tussen grid cellen op basis van Darcy en Dupuit-Forchheimer aanname (geen verticale component), in vier richtingen.
2. Gebaseerd op MODFLOW wordt de uitwisseling tussen grond- en oppervlakte water binnen een grid cel gebaseerd op conductance (doorlaatvermogen) waterloop of waterlopen en verschil grondwaterstand en waterstand waterloop of waterlopen.

Deze twee grondwaterconcepten worden getest in deze TKI-III pilot. Daarnaast wordt ook het concept FLEX topo getest.

Tevens worden infiltratieconcepten (en parametrisatie) meegenomen in deze testen. Dit is van belang voor het rekenen aan 'hoosbuien', waarbij veel neerslag in korte tijd valt en overland flow een grotere rol speelt.

De hydrologische concepten beschouwen wij in het licht van de door HDSR opgestelde functionele eisen aan het RR-concept (zie Bijlage A). Door middel van een bureaustudie geven wij een gedetailleerd overzicht van de drie concepten en de verschillen hiertussen. In deze fase werken we nauw samen met Deltares in het onderzoeken van de mogelijkheden van de wflow-concepten.

De concepten passen wij vervolgens toe op de pilot-gebieden (zie Scope).

Resultaten worden beoordeeld op nauwkeurigheid en rekensnelheid. Resultaten van wflow worden vergeleken met grondwatermetingen, bodemvochtdata en resultaten van de modflow/metaswap modellen. In overleg met HDSR wordt een representatieve periode gezocht om door te rekenen met de modellen. Ook de resolutie van het wflow-grid is onderwerp van de analyse.

Belangrijk punt van aandacht is de modellering van de onverzadigde zone, en hoe de concepten hiervan in de Nederlandse situatie werken.

Tabel 1 Databronnen voor hydrologische model.

Data	Bron
Bodem	BOFEK
Landgebruik	Waterschadeschatter Landgebruikskaart
Waterlopen en peilgebieden	Beheerregister/HyDAMO
Hoogtemodel	AHN3
Neerslag	Meteobase Re-analysis Neerslagdata
Verdamping	SATDATA1, 2, 3 data/ET_ref_makkink Meteobase

## D-HYDRO 1D-2D model

Een D-HYDRO 1D-2D model zal gebruikt worden om de hydraulische berekeningen van de watersysteemtoets uit te voeren. Het 1D-netwerk wordt opgebouwd op basis van gegevens van HDSR. Het 2D-netwerk wordt opgebouwd met datalagen zoals het hoogtemodel en bodemruwheden. De resolutie van het 2D-grid is onderwerp van analyse.

Tabel 2 Databronnen voor hydraulisch 1D-2D model.

Data	Bron
Hoogtemodel	AHN3
Landgebruik voor ruwheid	Waterschadeschatter Landgebruikskaat
Waterlopen en peilgebieden	Beheerregister/HyDAMO
Kunstwerken	Beheerregister/HyDAMO

## Onderzoeksvragen modellering

- Wat is het verschil in werking en resultaat bij de verschillende hydrologische concepten binnen wflow?
- Wat is er nodig om wflow-resultaten te koppelen aan D-HYDRO?  
Bij de watersysteemtoetsing moeten de wflow resultaten te koppelen zijn aan het D-HYDRO model (offline als het niet mogelijk is om online te koppelen). Er wordt onderzocht op welke manier dit het beste te realiseren is. Bijvoorbeeld door het op elkaar aan laten sluiten van beide grids, of door uitstroompunten van de hydrologische afwateringsgebieden te koppelen aan het hydraulische model. Het is belangrijk om goede afspraken te maken tussen welk deel door D-HYDRO wordt uitgerekend, en welk deel in wflow, en dat de uitwisseling administratief goed wordt bijgehouden.
- Hoe ga je om met overland flow, mede in relatie tot bodeminfiltratiecapaciteit?  
Zowel in D-HYDRO 2D en in wflow zit een component voor overland flow. We onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor het modelleren van overland flow en wat dit betekent voor nauwkeurigheid en rekensnelheid.
- Hoe ga je om met (stochast) initiële condities (grondwaterstand en bodemvocht)? Zijn de initiële condities per gridcel op te leggen?
- Wat is het effect van de (grondwater)rekenresolutie op de rekensnelheid en de nauwkeurigheid van de resultaten?

## Scope

Als eerste richten we ons op polder De Tol. Hier is recentelijk een wflow (sbm) model voor opgesteld als eerste test. Ook is er in het verleden al een D-HYDRO 1D-2D model voor opgesteld. Het gebied bevat landelijk gebied (grasland) en stedelijk gebied.

Tevens is er veel onderzoek verricht naar het neerslag-afvoer gedrag, alsmede inundatie, van polder De Tol n.a.v. de wateroverlast gebeurtenis van 29 juli 2014. De leerpunten hieruit, o.a. vastgelegd in de STOWA Benchmark inundatiemodellering en het HDSR traject inundatie? Reken maar!, worden meegenomen in het onderzoek. Ditzelfde event zal als één van de rekentestcases worden gebruikt.

Omdat het de bedoeling is dat de resultaten van deze pilot uiteindelijk worden opgeschaald naar modellering van het gehele beheergebied van HDSR is het interessant om ook te onderzoeken hoe goed het concept werkt voor de vrij-afwaterende Utrechtse Heuvelrug. Afhankelijk van het verloop en de resultaten van de pilot kiezen we extra gebieden om het modelconcept te testen. Op dit flank van de Heuvelrug kan dan bijvoorbeeld afvoergebied Amerongerwetering gebruikt worden. Dit is een relatief klein, hellend en goed bemeten afvoergebied.

## 3 Organisatie

### 3.1 Samenwerking

De modellering en het toepassen van nieuwe functionaliteiten zal een iteratief en dynamisch proces zijn. Er wordt een regelmatige terugkoppeling georganiseerd met Deltares, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en de waterschappen en bureaus van de andere pilots door middel van de TKI-voortgangsoverleggen. Daarnaast wordt voorgesteld om maandelijks een samenwerkdag te houden met Deltares, om op de hoogte te blijven van de meest recente wflow- en D-HYDRO-ontwikkelingen.

Voor inhoudelijke kennis- en ervaringsuitwisseling tussen de pilots zullen ook een aantal tussentijdse momenten worden gepland. Daarnaast is in de beginfase van de pilot (september 2020) een overdracht met Daniel Tollenaar voorzien waarbij de modellen, scripts, data en ervaringen van pilot De Tol worden overgedragen. Indien mogelijk en nuttig zullen ook in latere stadia van het project kennisoverdrachtmomenten plaatsvinden met Daniel en Siebe Bosch.

De overlegmomenten worden ook gebruikt om de activiteiten onderweg bij te sturen, indien dat op basis van voortschrijdende inzichten nodig is.

### 3.2 Planning

In Fig. 1 is een globale planning gegeven voor deze pilot. De planning van de werkzaamheden is deels afhankelijk van de beoogde ontwikkelingen van Deltares aan wflow en D-HYDRO. Voor HDSR is het van belang om in najaar 2020 (in een apart spoor) vast verder te gaan met de resultaten van het TKI-project (indien de kwaliteit van de resultaten goed genoeg blijkt) en op te schalen naar het gehele beheergebied t.b.v. hertoetsing aan de wateroverlastnormen.

De definitieve planning zal nog worden afgestemd tussen HDSR, Deltares en HydroLogic.

Onderdelen	2020					2021		
	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt
overdracht wflow sbm model De Tol								
bureaustudie hydrologische concepten								
Toepassing wflow en analyse resultaten								
Toepassing wflow-D-HYDRO en analyse resultaten								
Iteratieslagen								
Rapportage								

Fig. 1 Globale planning TKI-III pilot hydrologie

## Bijlage A Functionele eisen RR-concept HDSR

Functionele “eisen” (we snappen dat niet alles binnen TKI kan worden uitgevoerd) die HDSR stelt aan RR-Concept t.b.v. aansluiting op D-HYDRO 1D/2D & de inzet van de stochastenmethode om te komen tot waterstandstatistiek:

- I. Ruimtelijke gedistribueerd RR GRID dat aansluit op 2D GRID D-HYDRO hydraulisch
- II. Ruimtelijke gedistribueerde neerslag
- III. Dunne & Horton Overland Flow (overland flow via hydraulisch 2D GRID of via Wflow?)
- IV. Uit III volgt: er moet kunnen worden gerekend aan freatische grondwaterstand en bodemvocht. Dat laatste kan eenvoudig (b.v. dus zonder capillaire opstijging), dus zonder de Richards equation op te lossen;
- V. Dynamisch infiltratie-concept (b.v. Green Ampt of Philip concept)
- VI. Interflow (laterale stroming door onverzadigde zone)
- VII. Darcian Drainage Flow
- VIII. Kwel/Wegzijging als onderrandvoorwaarde
- IX. Eenvoudig ET concept (b.v. Makkink \* gewasfactor)
- X. RR-Grid Node moet hydrologisch-logisch & geautomatiseerd kunnen aansluiten op 1D waterloop
- XI. Mogelijkheid om GRID-cel specifiek een initiele grondwaterstand en bodemvochtconditie op te leggen
- XII. Het concept moet aansluiten bij de “rekenwensen” van de stochasten methode, met name qua rekensnelheid
- XIII. Wflow op de een of andere manier combineren met VanderSat bodemvocht-, inundatie- en ET data, b.v. t.b.v. kalibratie of validatie.

NB: De onderstreepte functionaliteiten zijn in feite strikt noodzakelijk om Wflow te kunnen gaan gebruiken als waterschap zijnde.