

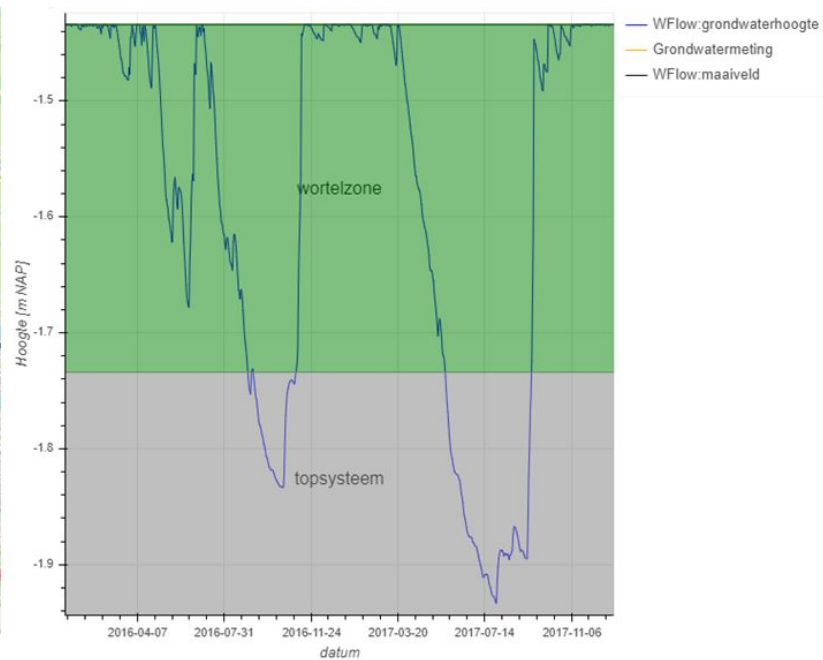
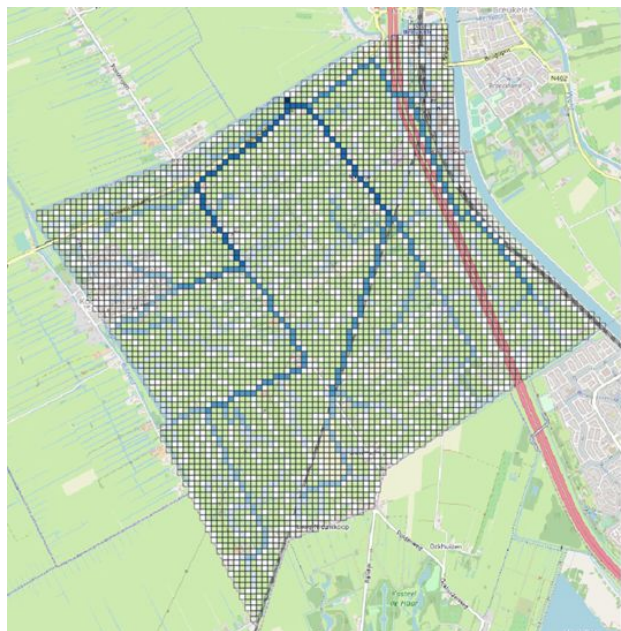
TKI3 - 2D-Hydrologie

Advies op basis WFlow experiment in De Tol

WFlow experiment De Tol

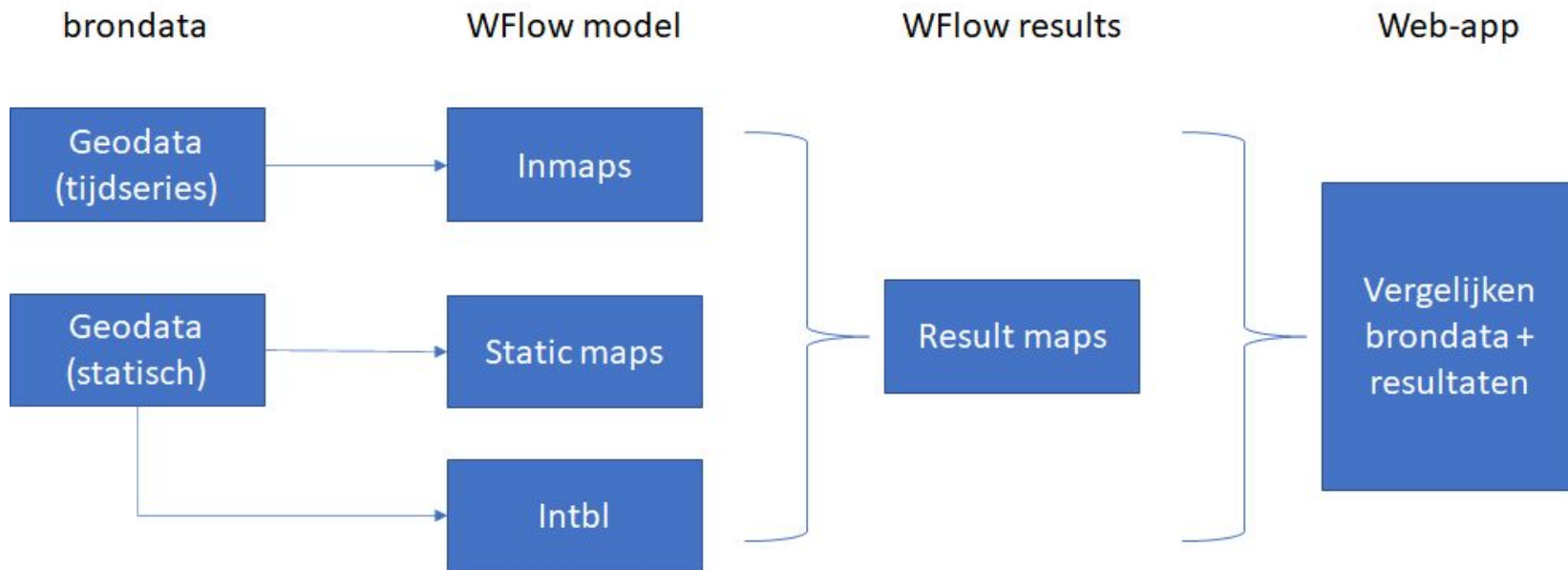
WFlow De Tol

Doel experiment: Inzicht te verkrijgen in wat wél en níet werkt in WFlow als 2D hydrologisch model voor Nederlandse poldergebieden



WFlow De Tol: workflow

Van bron-data naar informatie met Python, WFlow en Bokeh (web-app)



WFlow De Tol: brondata statisch

PDOK:

1.AHN3 5m DTM -> gedownload via QGIS PDOK plugin

<https://data-hdsr.opendata.arcgis.com/pages/watersysteembeheer:>

3.Peilgebieden

4.Waterlopen

SIPS

5.Modflow top en bot laag 1

6.Kd-waarde

Joost Heijkers

7.GXG

8.Afwateringseenheden

Eigen data

Outlet

WFlow De Tol: brondata tijdseries

Meteobase/WiWB (API):

10.Meteobase.Precipitation

11.Meteobase.Evaporation.Makkink

Van der Sat (Jaap Schellekens)

12.SM-SMAP-LN-DESC_V003_100

WFlow De Tol: static maps

Verplicht voor het runnen van een model

1. *wflow_catchment.map* -> dissolve van peilgebieden.shp (bron 3)
2. *wflow_dem.map* -> mediane waarde van AHN3 (bron 1) onder de gridcell
3. *wflow_dem_###.map* met ### = percentiel AHN3 (bron 1) onder gridcell. ### = 5, 10,15,20,25,33,66,75,90
4. *wflow_dem_max.map* -> maximale waarde van AHN3 (bron 1) onder gridcell
5. *wflow_dem_min.map* -> minimale waarde van AHN3 (bron 1) onder gridcell
6. *wflow_gauges.map* -> uitstroom-punt per afwateringseenheid (bron 8). Tevens bepaald met de GHG (bron 7) en de waterlopen (bron 4)
7. *wflow_landuse.map* -> kopie van *wflow_catchment.map*
8. *wflow_idd.map* -> bepaald per afwateringseenheid (bron 8) aan de hand van GHG (bron 7), de outlet (bron 9) en de waterlopen (bron 4)
9. *wflow_outlet.map* -> bron 9
10. *wflow_river.map* -> bron 4
11. *wflow_soil.map* -> kopie van *wflow_catchment.map*
12. *wflow_streamorder.map* -> op basis van GHG (bron 7), waterlopen (bron 4) en outlet (bron 9)
13. *wflow_subcatch.map* -> afwateringseenheden (bron 8)

WFlow De Tol: static maps

Extra relevante data

- 1.KsatVer.map; ksat parameter gebruikt door WFlow uit SIPS (bron 6)
- 2.WFlow_grid.shp; WFlow rekengrid waarop o.a. de statistiek van het AHN3 is berekend

WFlow De Tol: static maps

Afleiden wflow_dem.map voor laagland:

1. Bereken AHN3 DTM percentiel over de WFlow gridcellen
2. Wanneer een gridcel behoort tot een waterloop, gebruik peil i.p.v. dem-waarde

Afleiden wflow_ldd.map voor laagland:

1. Per afwateringseenheid afgeleid en gemerged
2. GHG als hoogtemodel in PCRaster LDD routine
3. Waterlopen erin gebrand
4. Per afwateringseenheid het uitstroompunt vastgesteld; de cel op een primaire waterloop die het dichtste bij het poldergemaal ligt

WFlow De Tol: tabellen

Allen uniform:

1. RootingDepth -> 300mm (schatting)

2. SoilMinThickness -> 4900mm (op basis van SIPS top en bot (bron 5))

3. SoilThickness -> 4900mm (op basis van SIPS top en bot (bron 5))

4. ThetaS – ThetaR -> 0.35 (schatting effectieve porositeit)

Onverzadigde zone (lagen) -> 50mm, 150mm en overig

WFlow De Tol: resultaten

Grondwater

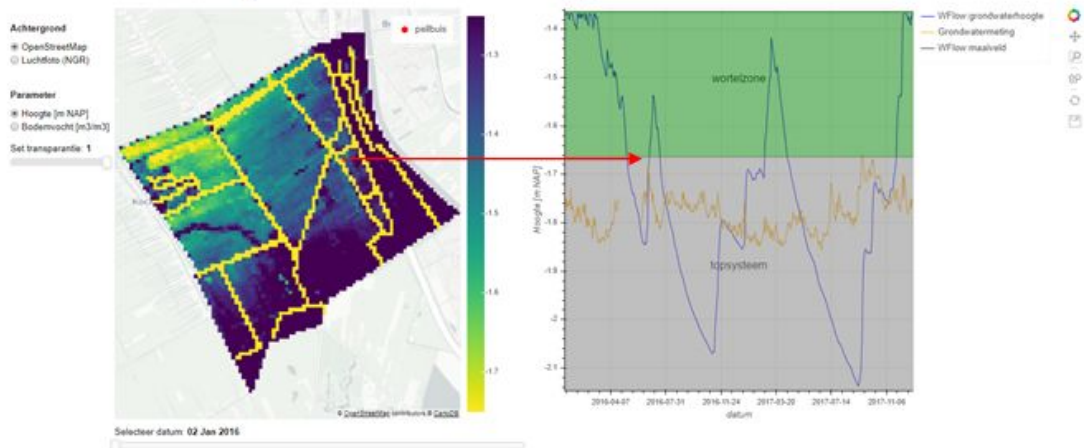
-WFlow grondwatermodel geeft nu geen plausibele resultaten

-Grondwatermodel is geïmplementeerd als een kinematic wave, waarbij de helling gelijk is aan de helling van het maaiveld.

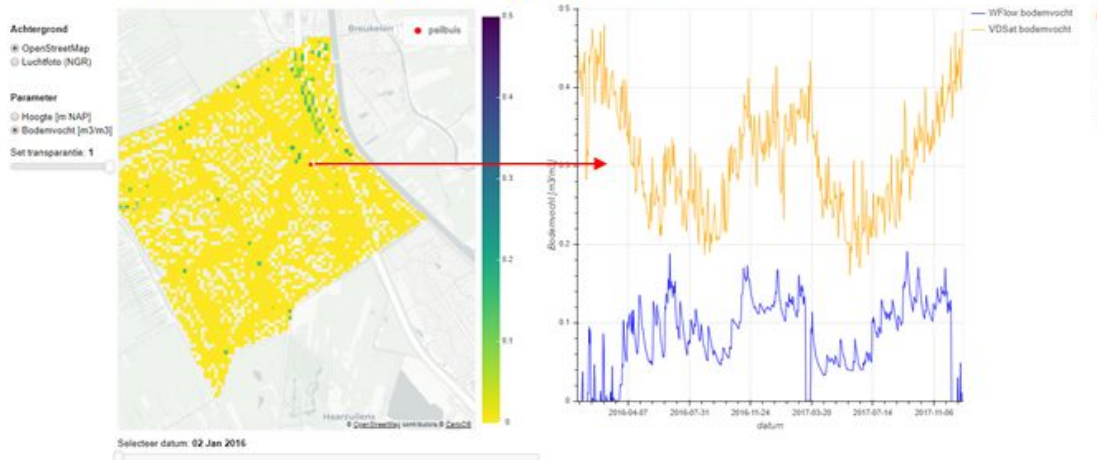
-De berekende grondwaterhoogte niet onder invloed van waterhoogte bij waterlopen; drainage tot onder polderpeil.

-Eerste zone lijkt volledig leeg te kunnen draineren

WFlow grondwater vs meting



WFlow bodemvocht vs Van Der Sat



WFlow De Tol: resultaten

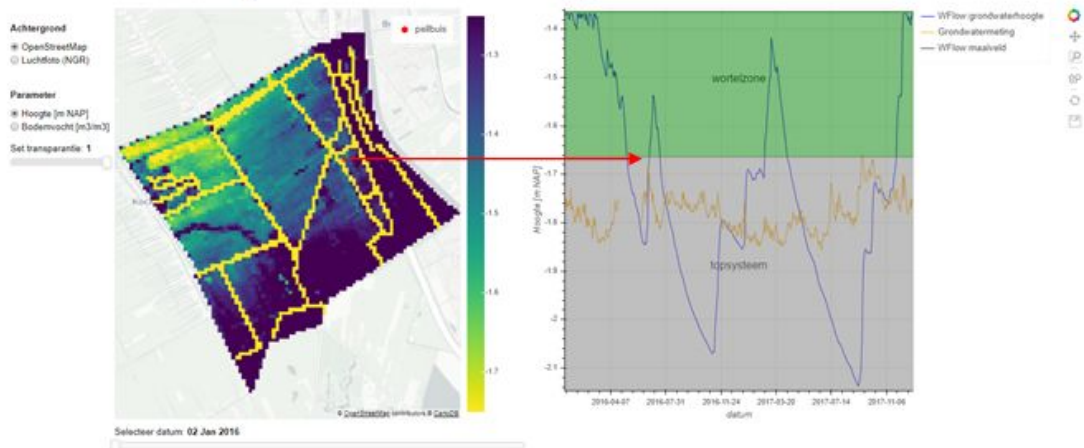
Bodemvocht

-Grondwaterhoogte en bodemvocht zijn aan elkaar gecorreleerd in dit gebied

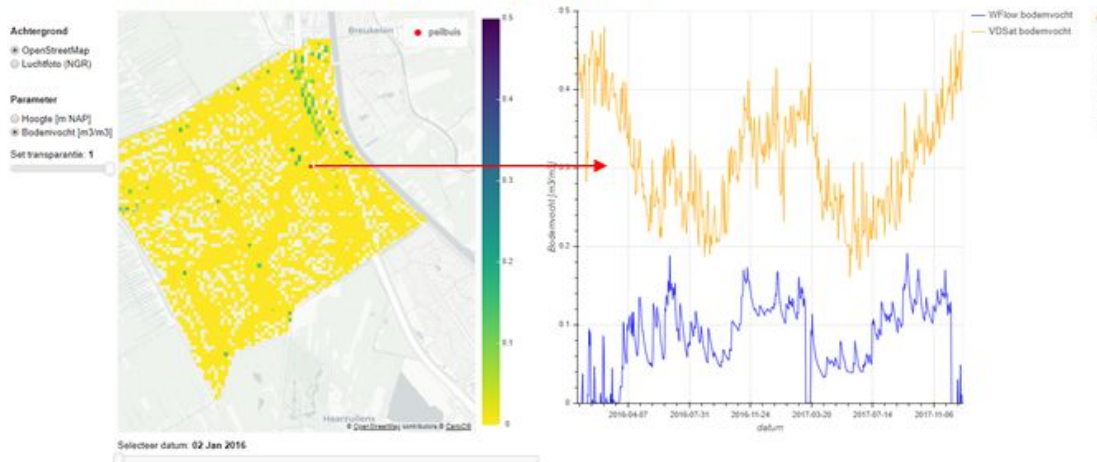
-Voor een goede berekening van bodemvocht hebben we eerst een goede berekening van het grondwater nodig

-We verwachten wel problemen ivm expliciete implementatie lagen-model. Infiltratiesnelheid is waarschijnlijk mede (wellicht vooral) afhankelijk van aantal lagen.

WFlow grondwater vs meting



WFlow bodemvocht vs Van Der Sat



WFlow De Tol: conclusies

- Bodemvocht hangt samen met grondwaterstand.
- Grootste probleem voor WFlow is het goed berekenen van grondwaterstand (in Nederland) ivm implementatie van Kinematic wave; drainage tot onder polderpeil. Huidige implementatie kinematic wave voldoet niet
- We verwachten ook problemen met het onverzadigde zone model ivm expliciete implementatie van lagenmodel
- WFlow-code is flink veranderd afgelopen jaren. Grote delen van WFlow draaien nu met Numba. Parallellisatie is in theorie hiermee mogelijk, maar staat niet aan.
- WFlow is afhankelijk van PCRaster (daarmee python 3.6.6).

WFlow De Tol: aanbevelingen

- Refactoring van Python-code. code is ondoorzichtig geworden, mix van 'oud' en nieuw
- Parallellisatie met Numba afmaken ivm mogelijkheid versnelling dmv parallelisme en GPU-rekenen.
- PCRaster upgraden, of PCRaster eruit (ivm parallelisatie)

TKI3 - 2D hydrologie

TKI3 2D Hydrologie: doelstelling

De ontwikkeling van een **snel + efficiënt** en **data-gedreven hydrologisch** rekenhart op **hyper-resolutie** voor zowel operationele voorspelling als planning-studies in poldergebieden. Het rekenhart is bedoeld voor het genereren hydrologische randvoorwaarden voor een 1D of 2D (D-Hydro) hydrodynamisch model.

Uitwerking

- **Data-gedreven:** het uitgangspunt is het ruimtelijk en temporeel interpoleren van data. Data zijn naast neerslag en verdamping ook bodemvocht, grondwaterstanden en elke andere databron waarmee je een hydrologische variabele kunt beschrijven.
- **Snel:** Parallel rekenen als opstap met mogelijkheid tot utilisatie GPU rekenkracht
- **Efficiënt:** cellen zijn 4-kant, want: efficiënter te gebruiken in code, eenvoudig compatibel met GPUs. Tevens efficiënt te comprimeren en op te slaan.
- **Hydrologisch:** het uitgangspunt is niet het linken van hydrologie aan 2D saint venant vergelijkingen, maar het werken vanuit de data (data-gedreven)
- **Hyper-resolutie:** >1 Miljard (vierkante) cellen ipv 100.000-1.000.000 (flexibele) cellen met de rekentijden vergelijkbaar met een 1D model in huidige tijd (periode van +/- 5 dagen in +/- 20 minuten rekentijd voor gebieden van +/- 20 km²).

TKI3 2D Hydrologie: hydrologie

Wat heb je nodig:

- Diffusive wave voor stroming over het maaiveld
- Conceptuele onverzadigde zone
- Darcy voor grondwaterstroming
- Collecteren van runoff op (hoofd)watergangen als invoer voor een full Saint Venant 1D of 2D model.

Data is het uitgangspunt, maar de vergelijkingen moeten uiteraard plausibel zijn (state-)variabelen per tijdstap te assimileren met data.

TKI3 2D Hydrologie: implementatie

Hoe kun je het aanpakken:

- Python met:
 - rasterio: verwerken van raster-data
 - (geo)pandas: verwerken van feature-data
 - numba: parallellisatie t/m GPU
- IO met GeoTiffs, eventueel NetCDF (waarschijnlijk minder efficiënt)

Python, want:

- +/- 5 miljoen Python programmeurs wereldwijd
- Ruime adaptatie binnen NL waterwereld, dus open source te ontwikkelen
- Hele ruime adaptatie van data-scientist: data efficiënt te lezen/schrijven

Python + Numba \approx Julia