

Nature-based solutions for a greener world



enabling delta life

Deltares



TKI NHI 2021-2022 Conceptuele modelverbetering t.b.v. NHI

Koppeling D-Hydro FM - MODFLOW - MetaSWAP

Bennie Minnema, Chris van Rens

Stef Hummel, Paul van Walsum, Peter Vermeulen, Arthur van Dam,

Robert Leander, Hendrik Kok, Luit-Jan Slooten, Martijn Russcher

27 maart 2023



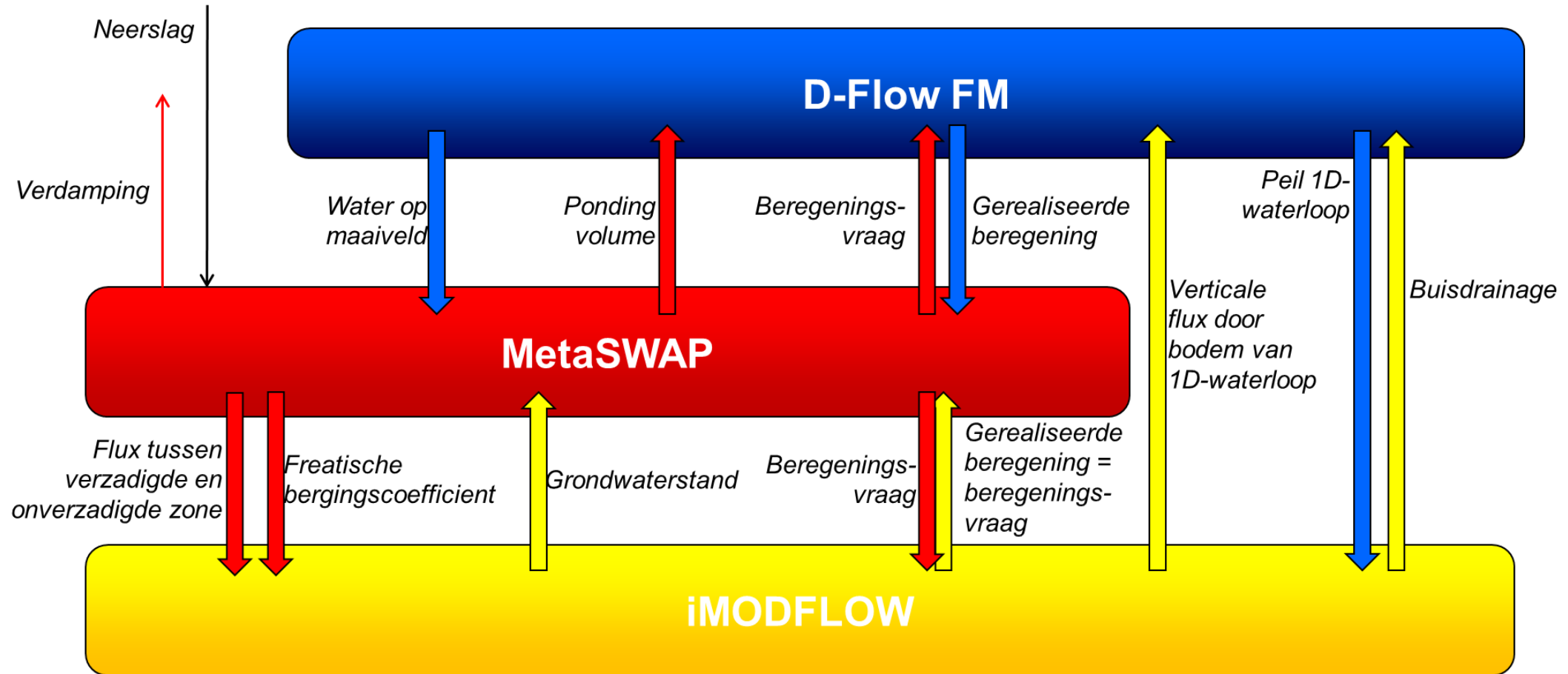
Geïntegreerde simulatie van grond- en oppervlaktewater door koppeling van D-Flow FM, MODFLOW en MetaSWAP

Doel: bouwen gekoppeld software-instrumentarium van D-Flow FM, MODFLOW en MetaSWAP

Stappen:

1. Consolidatie Lumbricus-prototype, waarin **D-Flow FM, iMODFLOW2005 en MetaSWAP** gekoppeld zijn.
2. Sprong naar **MODFLOW 6**, maximaal gebruik makend van bovenstaande ervaringen.
3. Toepassen voor real-world case 'Hooge Raam'

Uitwisselingsvariabelen

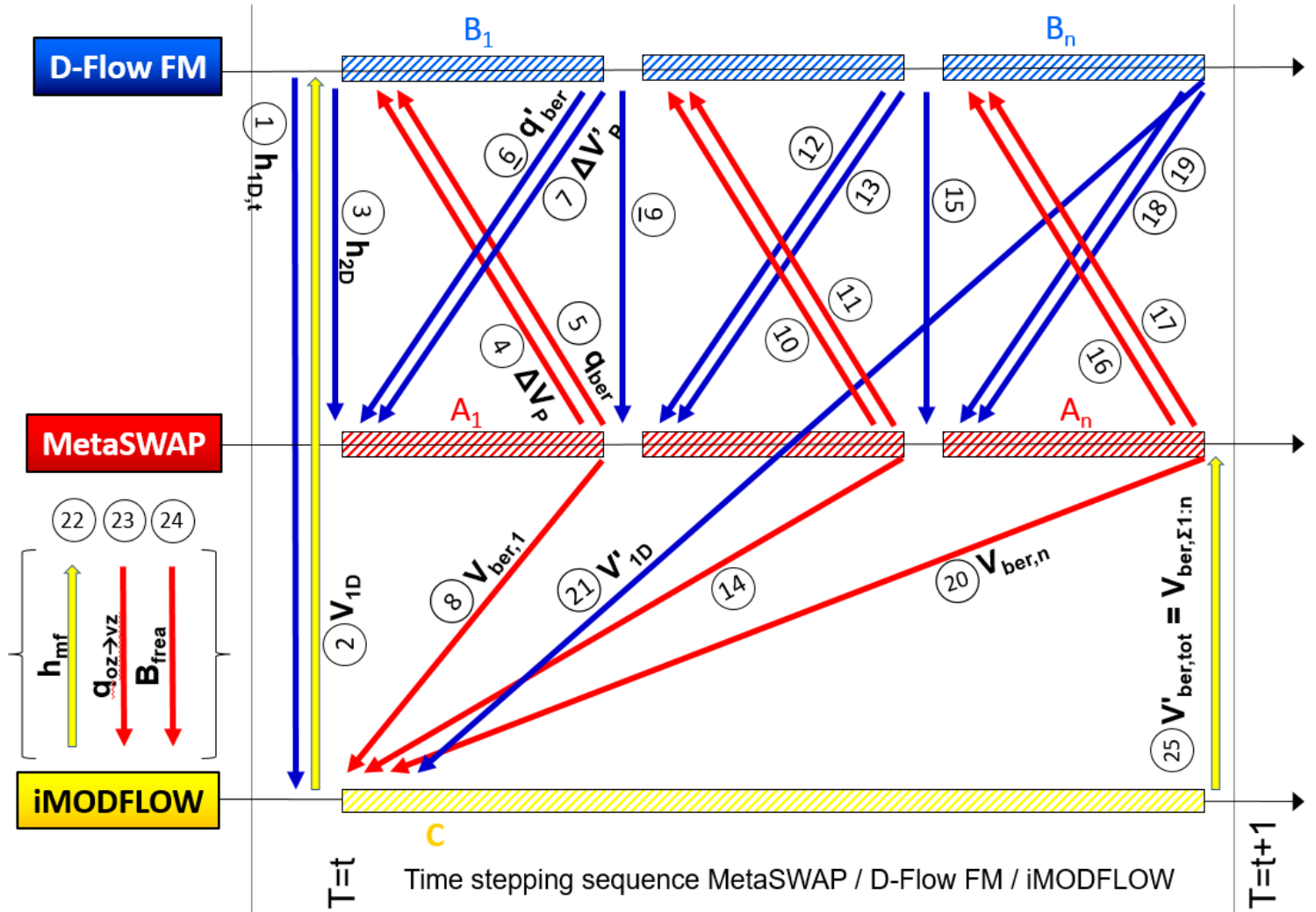


Time stepping schema, de truc...

- Geen volledig impliciet iteratieschema

...maar...

- Schatting op $T=t$
- Correctie op $T=t+1$ op basis van realisatie.



Hooge Raam analyse

Drie Hooge Raam modelversies:

C002:

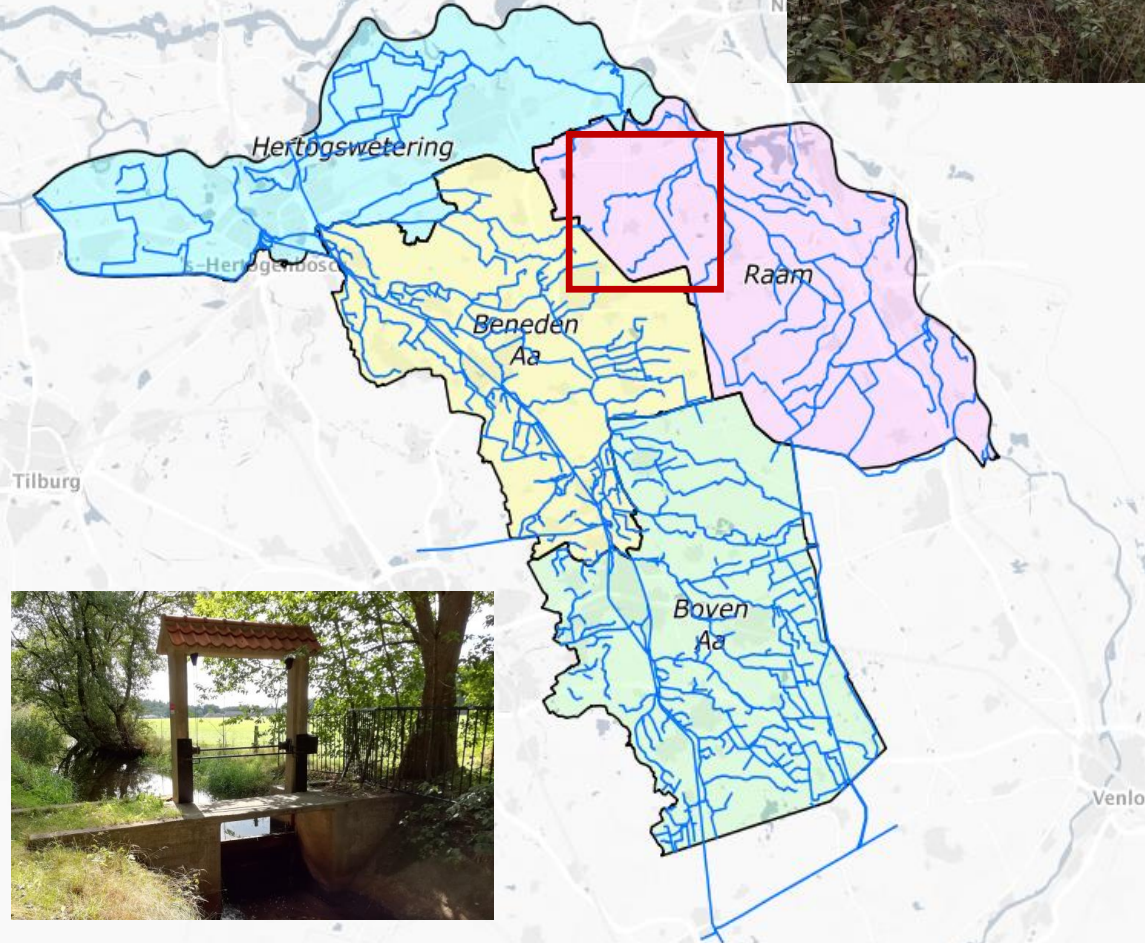
- Volledig 1D-2D D-Flow FM – MODFLOW – MetaSWAP-model

C002_zonder_2D:

- **Kopie** van C002, maar **zonder 2-D** D-Flow FM netwerk

C002_zonder_FM:

- **Kopie** van C002, maar dan zonder 1D-2D D-Flow FM
- Anders gezegd: alleen MODFLOW-MetaSWAP



Casus Hooge Raam, D-Hydro FM: 1D- en 2D-netwerk in D-Hydro Suite

The image displays three screenshots of the D-Hydro Suite software interface, illustrating the 1D and 2D network models for the Hooge Raam case. The top-left screenshot shows a dense network of 1D links (purple and blue lines) on a yellow background, with a red rectangle highlighting a specific section. The top-right screenshot shows a zoomed-in view of a 2D network (blue and purple lines) on a yellow grid, with a red rectangle highlighting a section. The bottom screenshot shows another zoomed-in view of a 2D network on a yellow grid, with a red rectangle highlighting a section. Each screenshot includes the software's menu bar, toolbars, and property panels.

Hooge Raam analyse

Voor alle 3 Hooge Raam modellen:

- Gerund met executable o.b.v. recentste source codes van D-Flow FM, iMODFLOW, en MetaSWAP

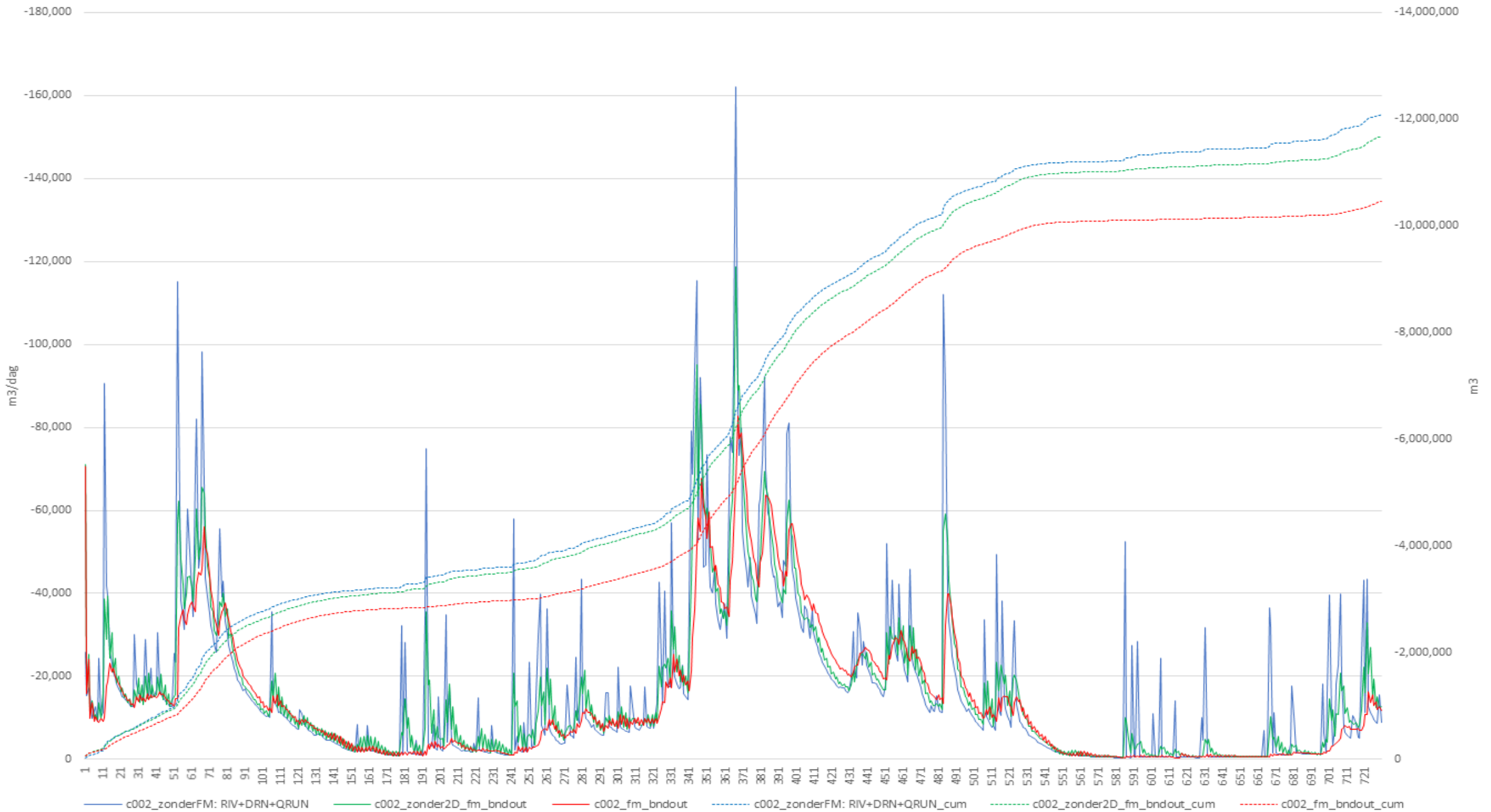
Rekentijden voor run van 2 jaar (730 dagen):

model	rekeningtijd
C002	48 uur en 20 min.
C002_zonder2D	12 uur en 7 min.
C002_zonderFM	2 uur en 22 min.

Postprocessen

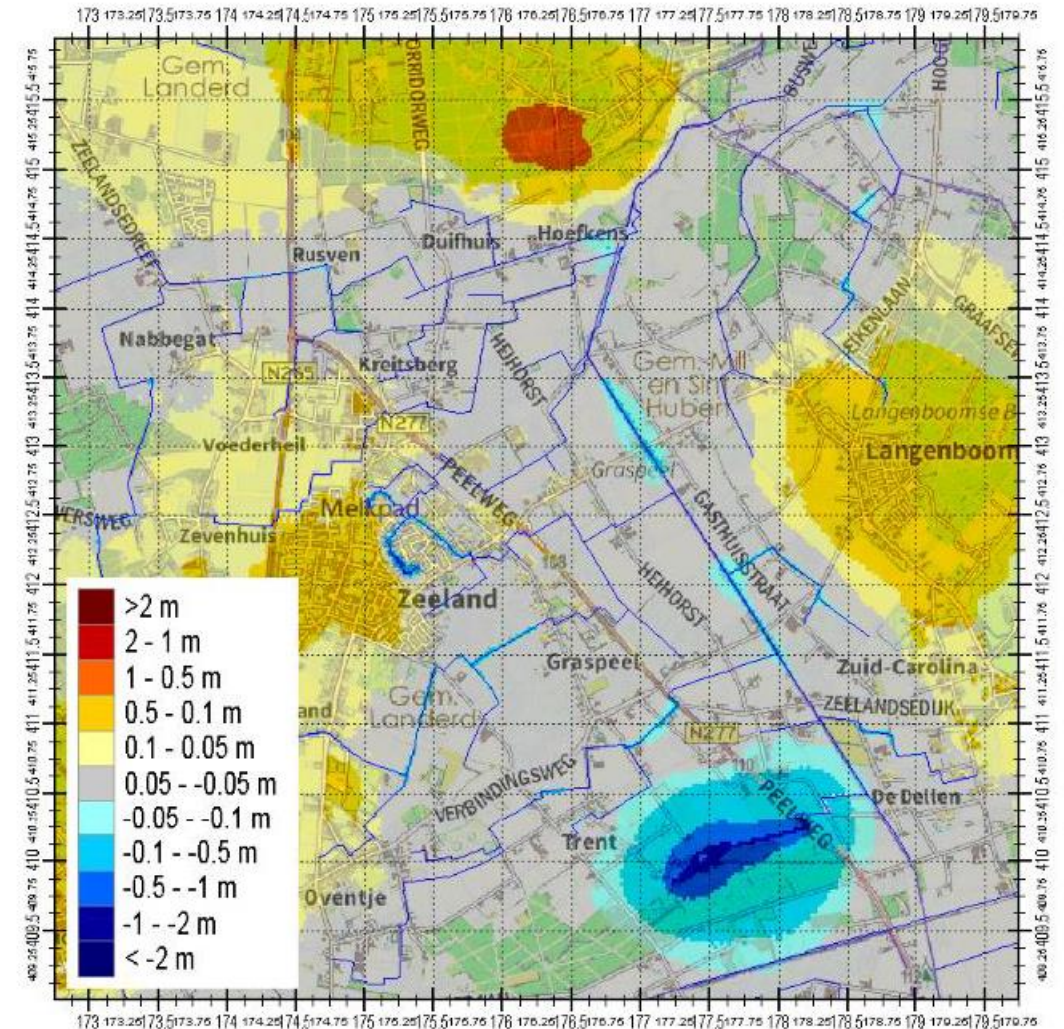
9 uren: timeseries, genereren sub-waterbalansen MODFLOW / MetaSWAP, zippen

Hooge Raam benedenstroomse afvoer



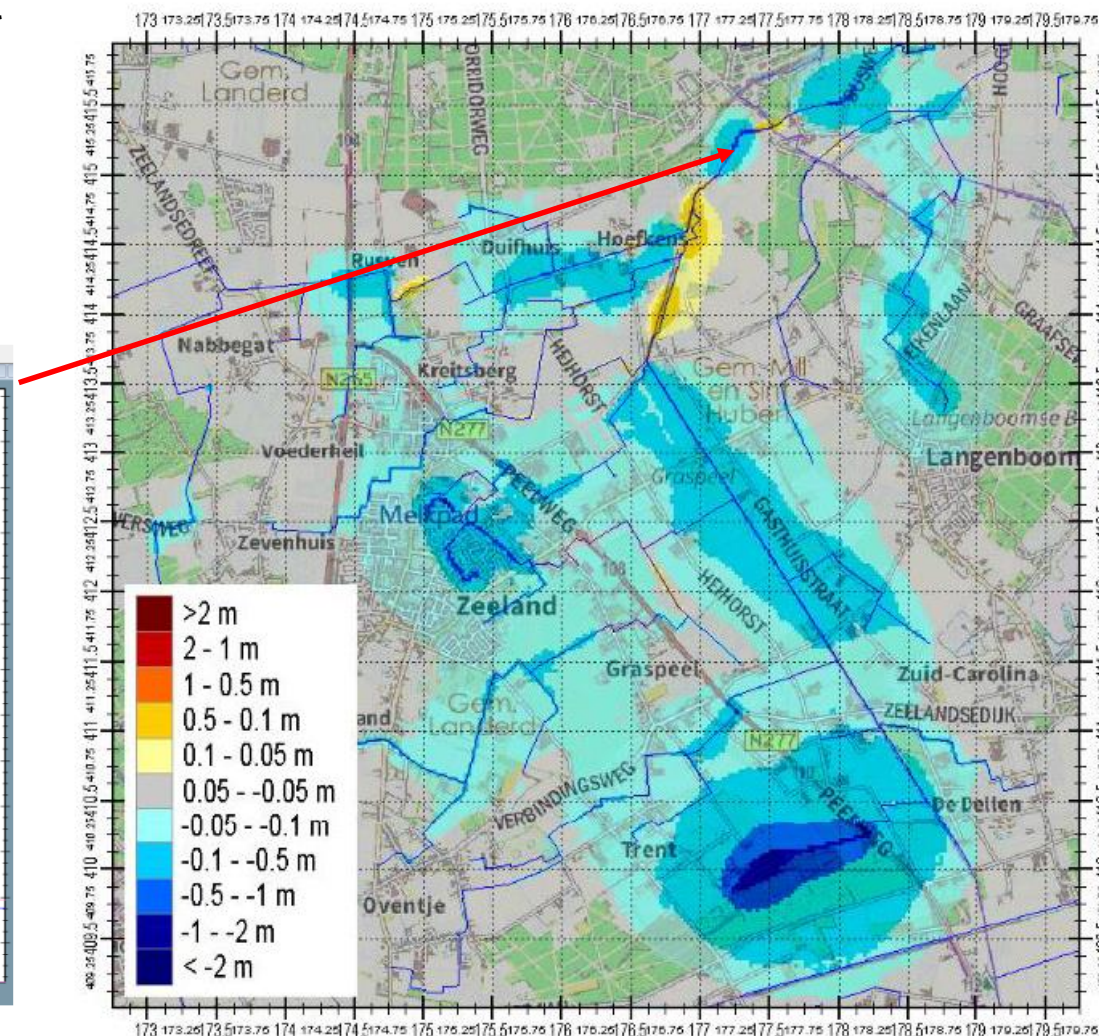
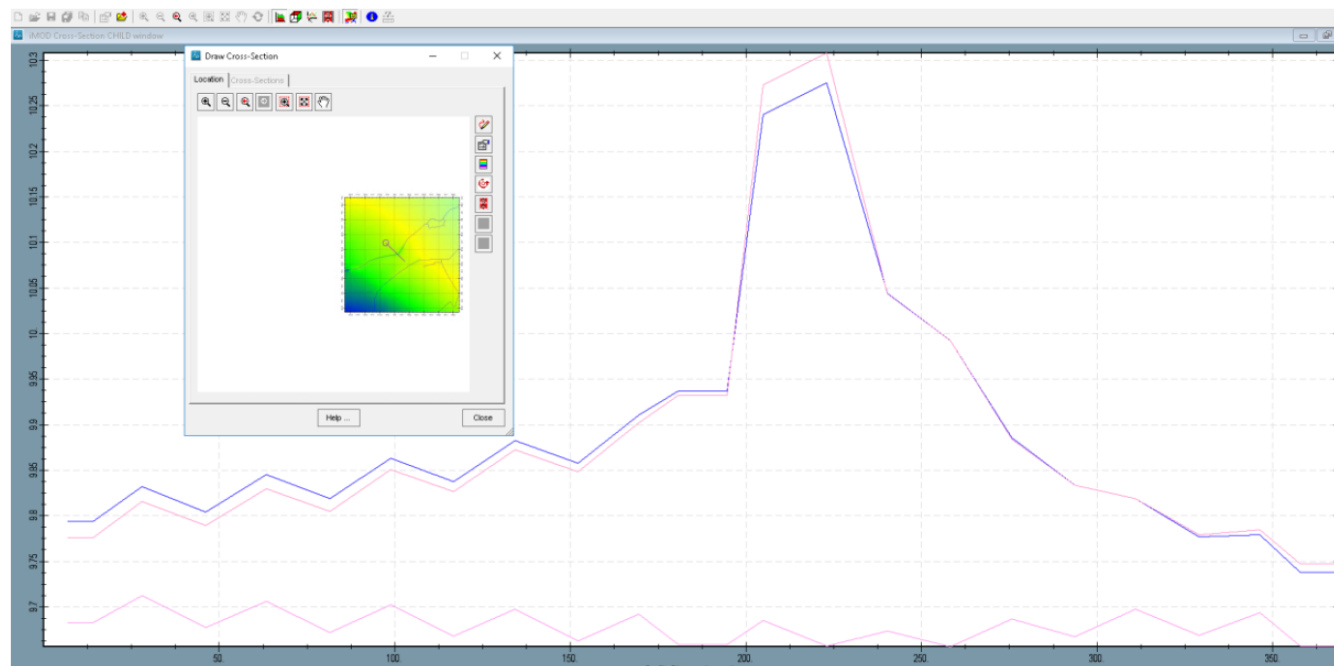
Gekoppeld 2D vs gekoppeld 1D

- Grondwaterstand 1 december 2018. Rood betekent dat 1D-model lagere grondwaterstanden berekent
- Verschil vooral door fouten in basisdata:
 1. Verharding stedelijk gebied
 2. Gemaal dat niet goed is aangesloten

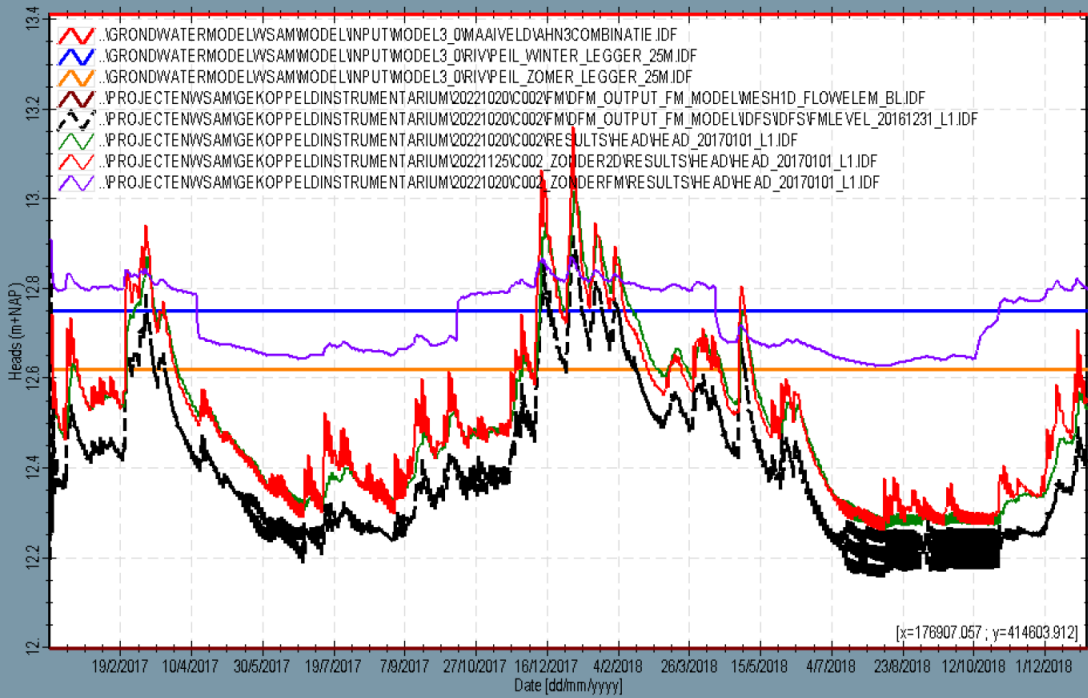


Grondwaterstand: gekoppeld 1D vs conventioneel

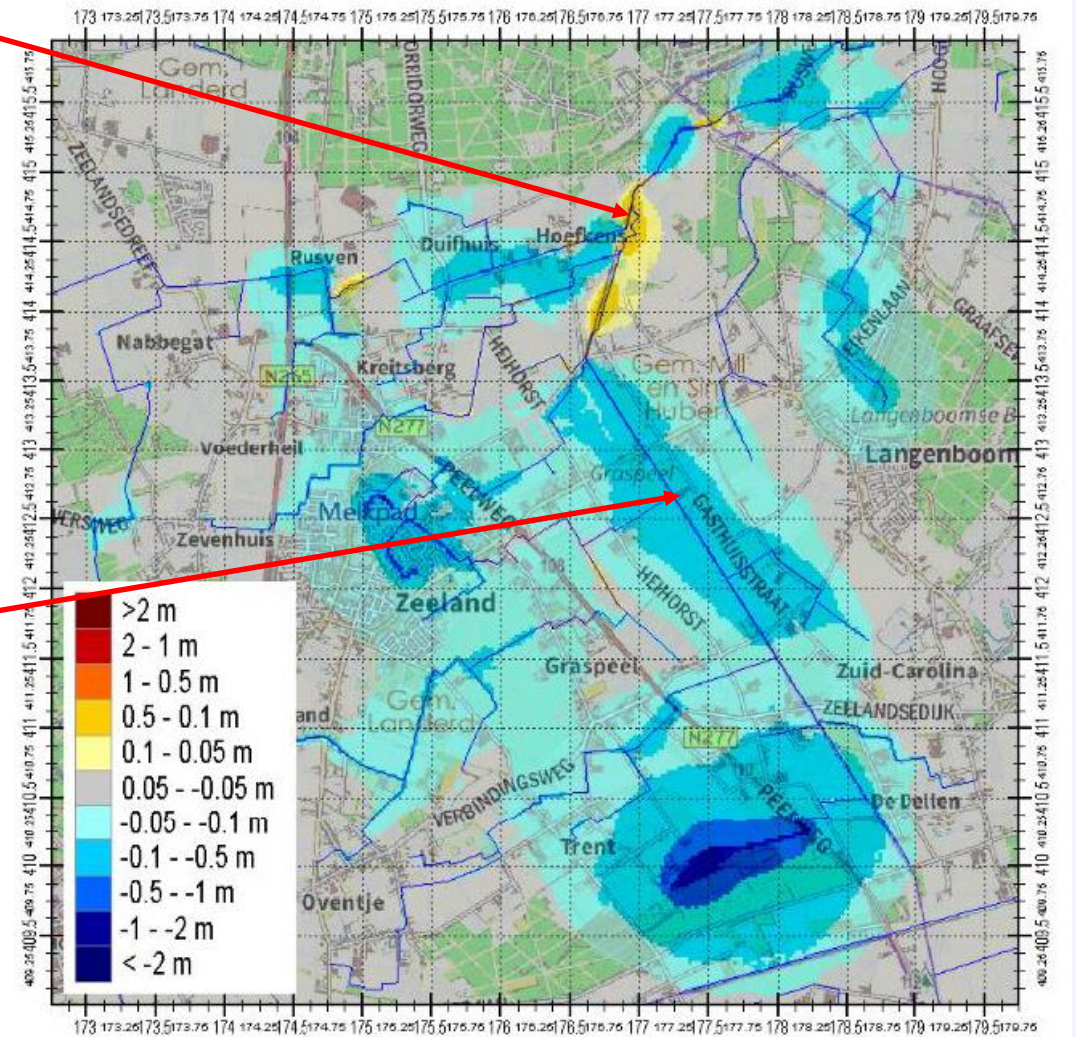
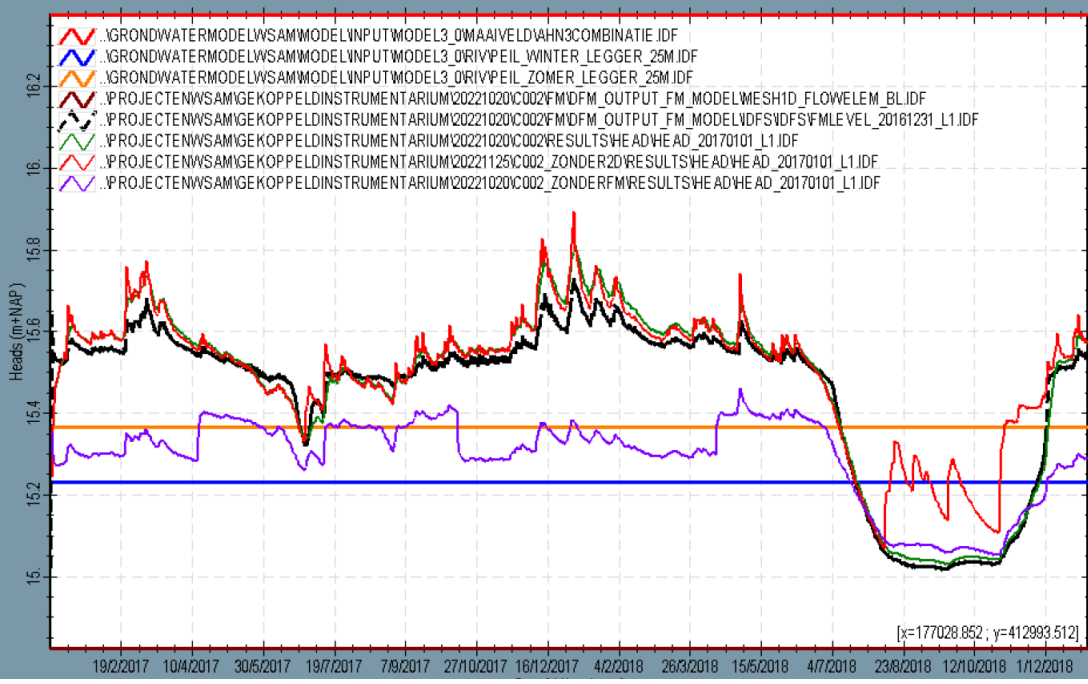
- Grondwaterstand 1 december 2018. Blauw betekent dat 1D-model hogere grondwaterstanden berekent
- Zuidelijke vlek door ontbreken gemaal
- Vaak hogere grondwaterstanden. In huidig model infiltratiefactor = 0 (geen wateraanvoer)



Figuur 5.10: doorsnede grondwaterstand watergang op 14 oktober 2018



- Paars: grondwaterstand conventioneel model
- Blauw en oranje: zomer- en winterpeil model
- Zwart: peil D-Flow FM
- Rood: grondwaterstand gekoppeld model



Vervolg bij Aa en Maas

- Draaiend op server Aa en Maas (volgende week donderdag)
- Herberekening nieuwe huidige situatie zonder fouten en herinfilteren stedelijk gebied
- Omzetten naar MODFLOW6
- Effectberekeningen (bijv. peilopzet) vergelijken tussen verschillende concepten
- Vergelijken bevindingen met RIBASIM 2.0 binnen lopend TKI
- Workflow doorgronden t.b.v. van toepassing andere gebieden

Impact nu + blik op nabije toekomst

Stelling:

- De tijd van ongekoppeld rekenen is (bijna) voorbij.

Tool beschikbaar:

- ‘**Lumbricus-prototype**’ (D-Flow FM – iMODFLOW – MetaSWAP) is beschikbaar voor interne testdoeleinden.
- De **versie op basis van MODFLOW 6** zal gereleased worden als onderdeel van de iMOD Suite releases.

Wat moet er koppelings-technisch nog aangevuld worden:

- Varianten van time-stepping schema toevoegen (b.v. uitwisseling van gemiddelde waarden i.p.v. eindwaarden)
- Voor wateroverlast: kortere tijdstappen (b.v. op uurbasis) mogelijk maken voor effect van individuele buien.
- Combineren met ‘0D-bakjes-concept’ (RIBASIM 2.0).

Uitzoeken welke mate van koppeling wanneer nodig is:

- wanneer is gekoppeld rekenen nodig, wanneer niet
- wanneer is hydraulisch rekenen met een 2D-netwerk nodig, wanneer is alleen een D Flow MF 1D-netwerk voldoende?
- wanneer is ‘klassiek’ modelleren (alleen MODFLOW-MetaSWAP) voldoende?