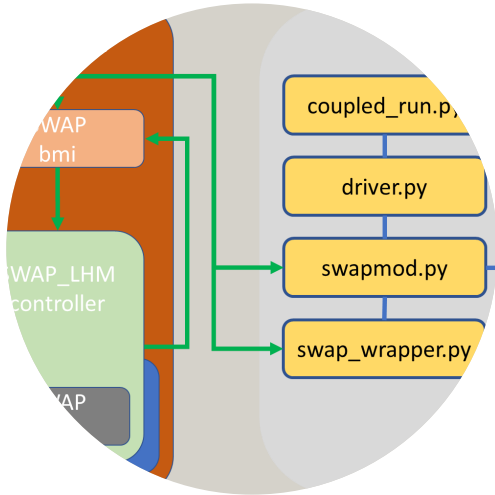


Koppeling SWAP-MODFLOW

Ab Veldhuizen, Marius Heinen, et al.

18-01-2024



Inhoud

- Aanleiding
- Technische koppeling SWAP – MODFLOW6
- Toelichting vervolg

Achtergrond

- Het gedeelte van de bodem tussen het grondwater en het bodemoppervlak (de onverzadigde zone) is van essentieel belang voor de stikstofhuishouding, de verdamping en daarmee de productie van gewassen en de voeding van het grondwater.
- Voor de modellering wordt in NHI-verband MetaSWAP gebruikt
- B&O van MetaSWAP is gericht op het operationeel houden
- Doel is om in 2026 een alternatief beschikbaar te hebben voor NHI-toepassingen

Eisen aan de modelcode voor NHI

- Een module voor het SWAP-domein moet voldoen aan een veelheid van functionele eisen (grondwateraanvulling, runoff, beregening, gewasgroei, verdamping,...)
- De module moet kunnen worden gekoppeld aan andere modules (grondwater, oppervlaktewater, waterkwaliteit,...)
- De module moet snel genoeg kunnen rekenen
- De module moet eenvoudig te begrijpen en gebruiken zijn
- De organisatie achter de module moet klantgericht zijn

Eindconclusie voorstudie

- Meest efficiënte optie is inzetten op het versnellen van SWAP en koppelen aan MODFLOW;
 - Grote B&O voordelen
 - Bestaande code als basis
 - Ontwikkelingen zijn voor alle gebruikers beschikbaar
- Werk ook de optie meta-modellering uit
- Advies Deltares: zet eerst in op de koppeling SWAP-MODFLOW

Planning op hoofdlijnen

Voorstudie (sep 2022-jan 2023)

Fase 1: koppeling SWAP-MODFLOW, proof of concept

- Planvorming fase 1 (feb 2023 – mei 2023)
- Uitvoering fase 1 (jun 2023 – dec 2023)

Fase 2: Uitwerking, versnelling, alternatieven

- Planvorming fase 2 (jan 2024 – feb 2024)
- Uitvoering fase 2 (feb 2024 – dec 2024)

Fase 3: Operationalisering

- Planvorming fase 3 (eind 2024)
- Uitvoering fase 3 (2025)

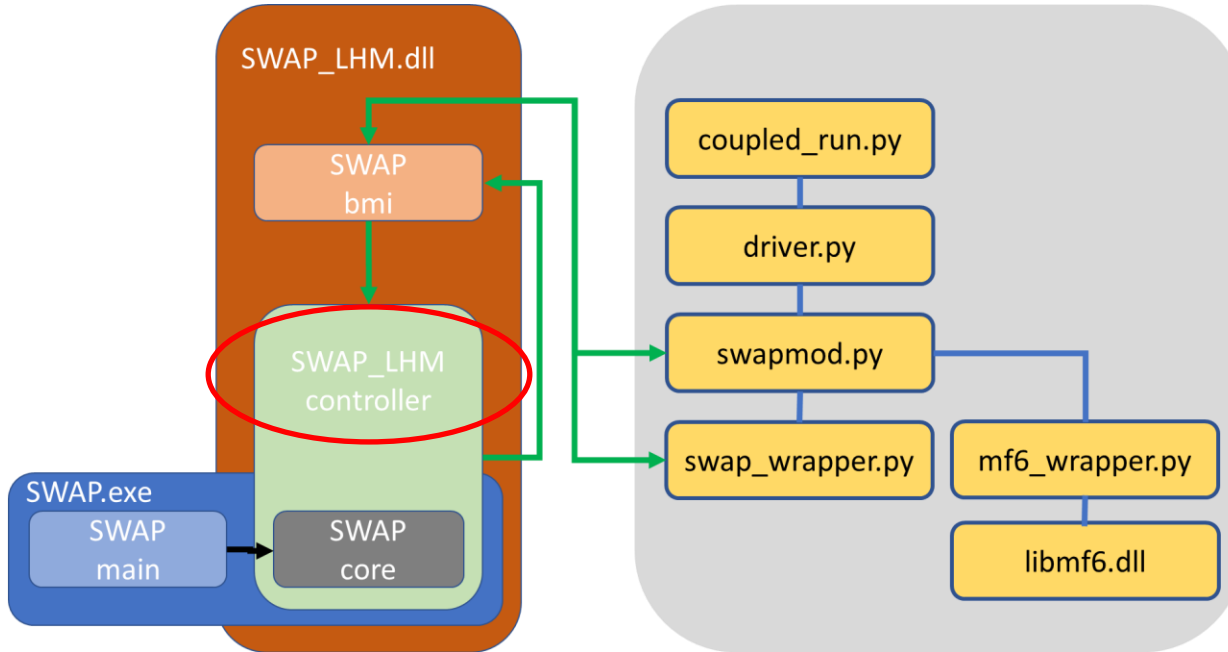
SWAP-MODFLOW koppeling

- Twee typen koppeling (afhankelijk van situatie)
 - Enkelvoudige koppeling (grondwateraanvulling)
 - Twee-weg koppeling (wederzijdse beïnvloeding)
- De optie grondwateraanvulling is bedoeld voor situaties met een vrije drainage en een verwaarloosbare invloed van de grondwaterstand op de grondwateraanvulling
- De twee-weg koppeling is bedoeld voor situaties met een ondiepe grondwaterstand, waarbij de grondwateraanvulling beïnvloed wordt door de grondwaterstand zelf.

Technische koppeling SWAP – MODFLOW6

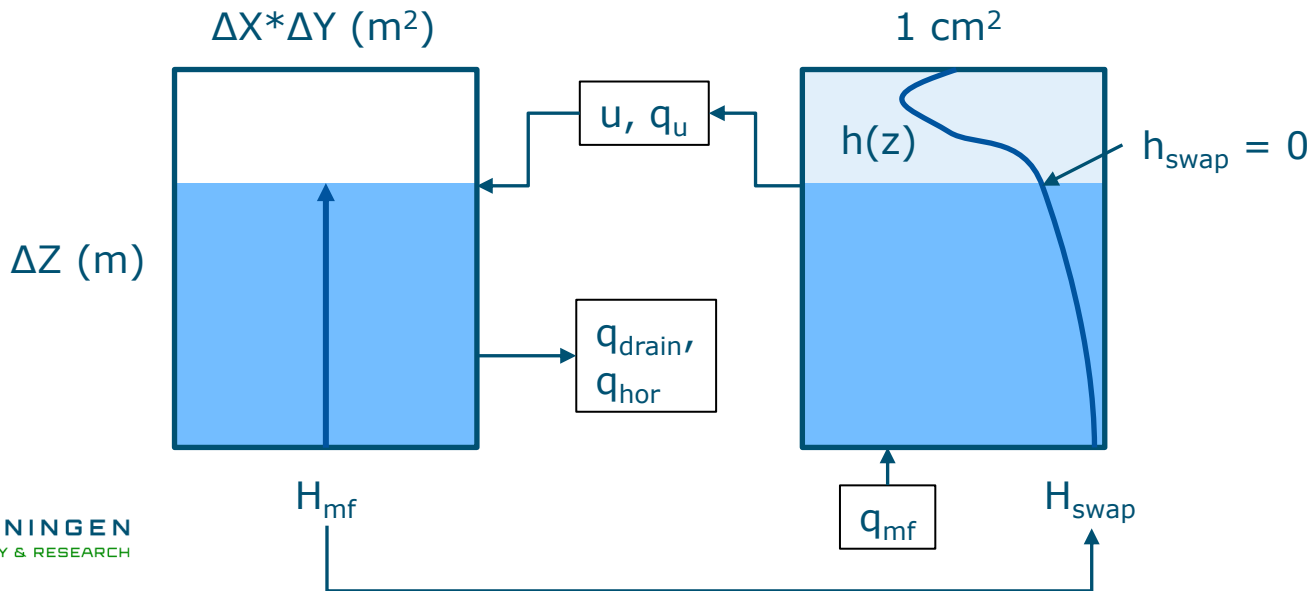
- SWAP is puntmodel; MODFLOW6 ruimtelijk model met meerdere cellen
 - SWAP: onverzadigd – verzadigd
 - MODFLOW6: verzadigd
- Wrapper rond kern van SWAP: multi-SWAP
- Via BMI/XMI: uitwisseling gegevens
 - SWAP → MODFLOW6
 - MODFLOW6 → SWAP

Koppeling multi-SWAP en MODFLOW6



MODFLOW, SWAP

- De grondwaterstand die SWAP berekent is niet exact gelijk aan de stijghoogte die MODFLOW berekent
- Dit wordt veroorzaakt door weerstand in de freatische laag zelf



Uitwisseling tussen SWAP en MODFLOW

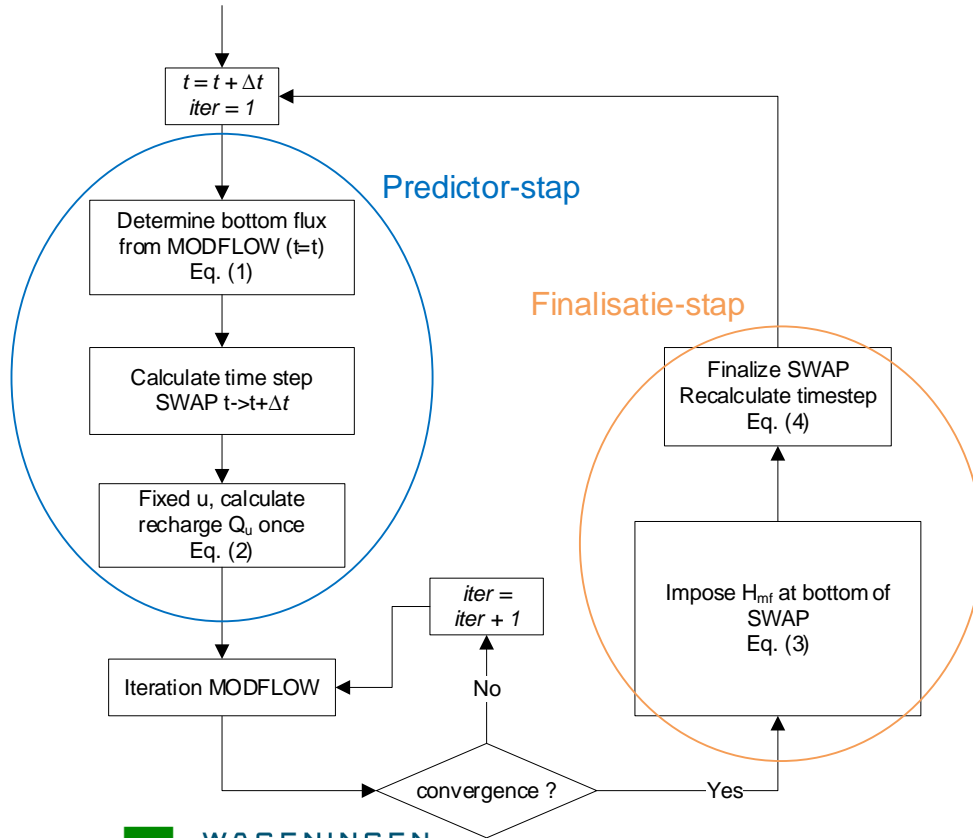
Van MODFLOW->SWAP

- Het netto resultaat (flux) van de regionale stroming en de lokale ontwatering

Van SWAP->MODFLOW

- Een flux tussen verzadigd en onverzadigd in combinatie met een coefficient die bepaalt hoe snel de stijghoogte in MODFLOW reageert op die flux

Predictor – finalisatie stappen (SWAP)



Predictor (begin vd dag)

- Onderrandflux o.b.v. waterbalans MODFLOW6 (verzadigde zone; $t-1$); meteo van huidige dag ($t + \Delta t$)
- Berekenen uitwisselingscoëfficiënt (bergingscoëfficiënt) en uitwisselingsflux (*recharge*)

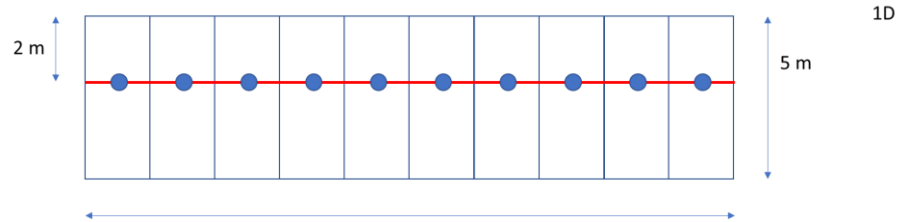
Finalisatie (eind vd dag)

- Stijghoogte MODFLOW6 ($t + \Delta t$) opleggen aan onderrand SWAP; SWAP opnieuw vaststellen
- Onderrandflux voor volgende dag vaststellen

Case studies

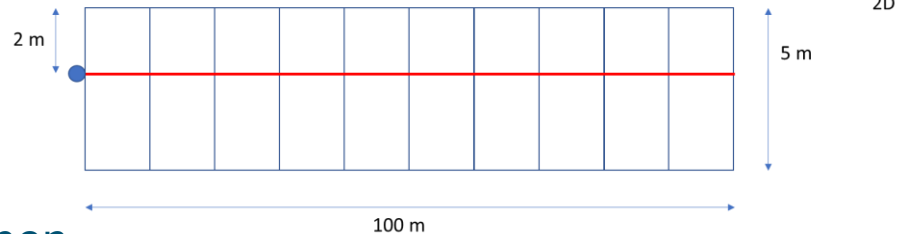
■ 1D: 10 identieke SWAP-MODFLOW kolommen:

- Uitkomsten gelijk
- 79 BOFEK eenheden

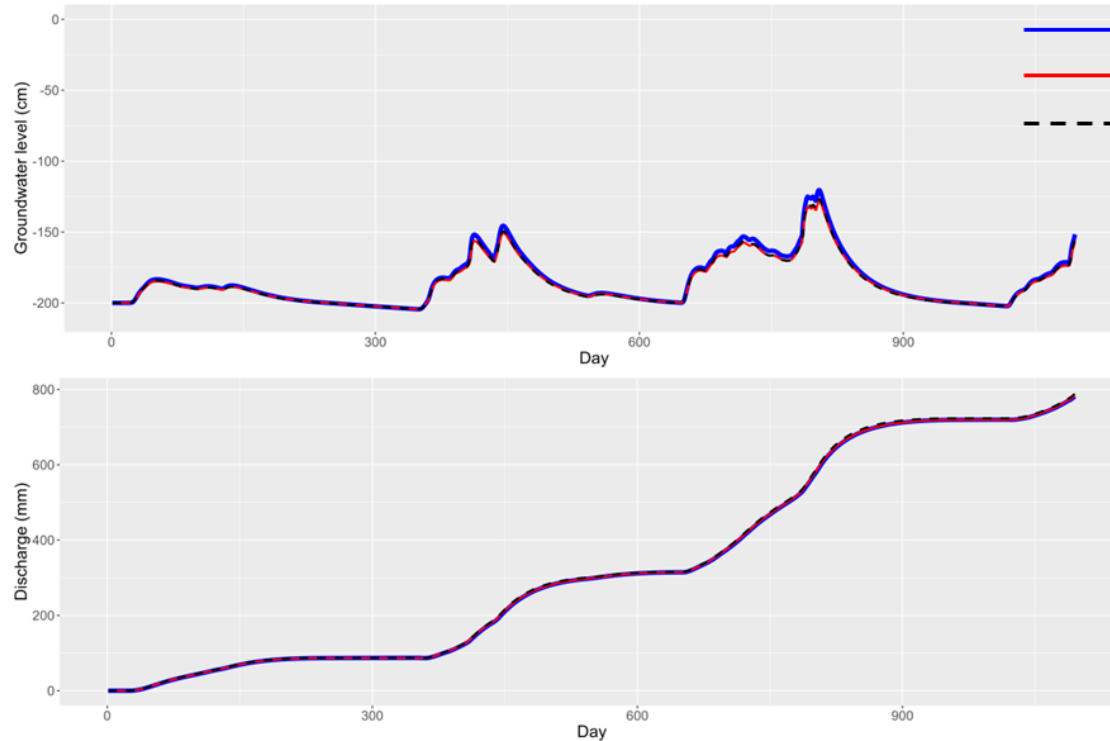


■ 2D: afvoer naar sloot/drain

- Constant neerslagoverschot
- Variabele neerslagoverschot
- Volledig verzadigd leeg laten lopen

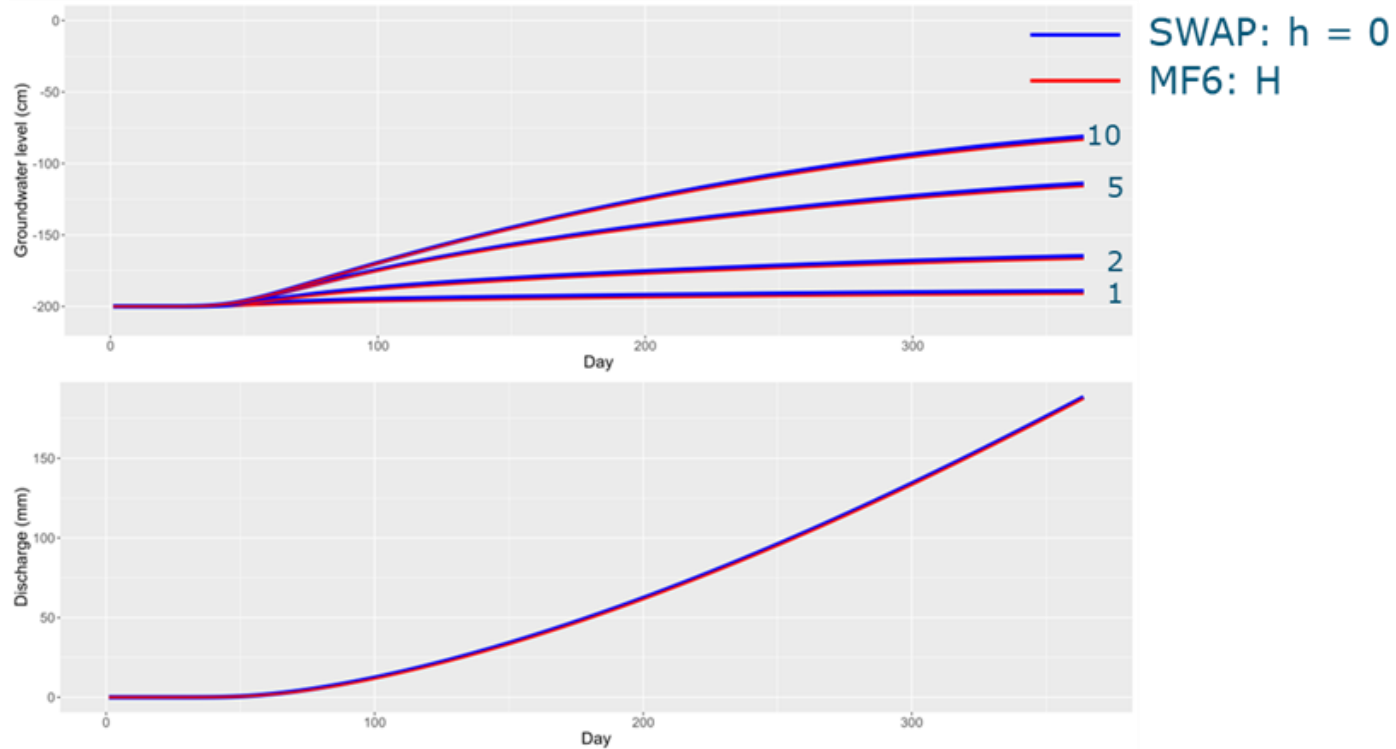


Voorbeeld: 1D



— SWAP: $h = 0$
— MF6: H
- - - SWAP, stand-alone

Voorbeeld: 2D



Bepalen uitwisselingscoëfficiënt u

- Tijdens predictor-stap (tijdelijk) 2 extra SWAP simulaties waarbij onderrandflux met 1 mm/d wordt opgehoogd resp. verlaagd.

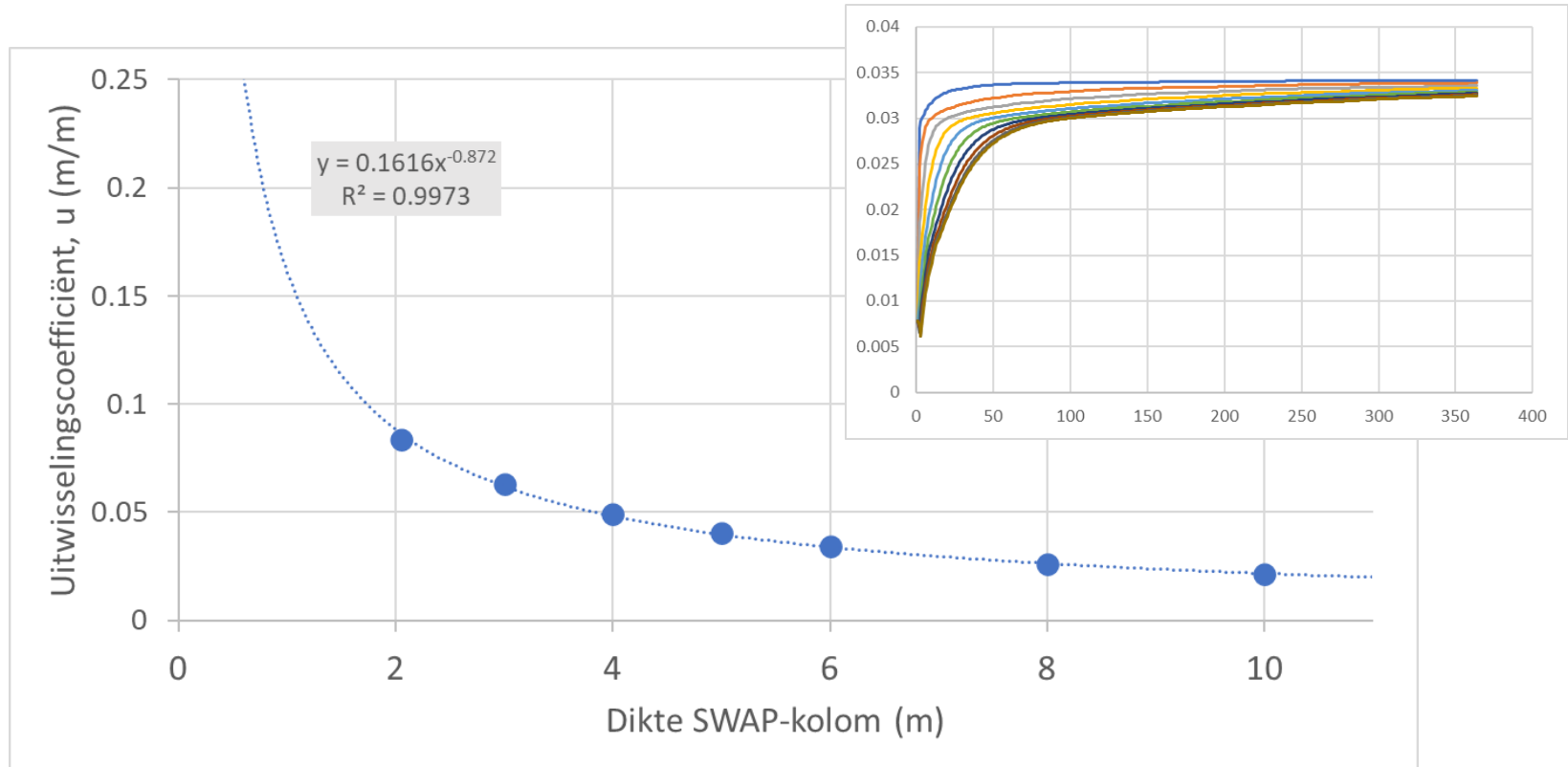
- u volgt dan uit

$$u = \frac{(q_2 - q_1)\Delta t}{(H_2 - H_1)}$$

- $(q_2 - q_1)\Delta t = 0.2$ cm; H is stijghoogte onder in SWAP kolom
- Uit test case volgt dat u initieel klein is en naar een bovengrens gaat

Over u

(BOFEK 3023)



Over u

- Sommige profielen (zand): u mag constant zijn in relatieve brede range
- Ander profielen (klei): variabele u lijkt advies; nog nagaan: kleine constante waarde voor u
- In 9x9 grid 79 BOFEK-profielen met variabele u : per BOFEK-eenheid eigen range aan u -waarden, maar relatief beperkte interquartiel-range; dus toch mogelijk u constant te nemen?

Samenvattend en adviezen

- Koppeling SWAP en MODFLOW6 is technisch tot stand gebracht
- Implementeren gemengde onderrandvoorwaarde in SWAP:
gelijktijdig voldoen aan stijghoogte én flux onderin tijdens finalisatie
 - Dit verbetert wrs. de nauwkeurigheid van de koppeling
 - Nagaan: effect itereren
- Afstemmen bodemprofielen SWAP en MODFLOW
- Per bodemprofiel/freatische laagdikte constante u (?)

Toelichting vervolg

- Focus op rekentijd
- Gebruik SWAP-modules als basis
- Versnel trage onderdelen
 - Hoe ver kom je met versnellen bestaande modules
 - Vervang de *soil-water* module door een metamodel
 - Vervang geheel SWAP door metarelaties
- Start met het uitwerken van dit plan (gestart)

Eind

