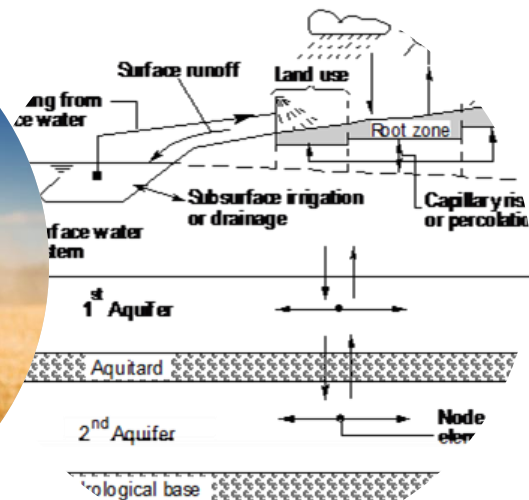


iMODFLOW-MetaSWAP koppeling

Hoe zit dat met de grondwateraanvulling

Paul van Walsum & Ab Veldhuizen



Inleiding

- Dubbele kenniskloof tussen grondwatermodellereurs en MetaSWAP
 - Richards kennen ze vaak wel, maar MetaSWAP niet
 - Integrale koppeling past niet binnen hun referentiekader (vaste bergingscoëfficiënt)

Inleiding

- Dubbele kenniskloof tussen grondwatermodellereurs en MetaSWAP
 - Richards kennen ze vaak wel, maar MetaSWAP niet
 - Integrale koppeling past niet binnen hun referentiekader (vaste bergingscoëfficiënt)
- Gepubliceerd in *peer-reviewed* internationale vakbladen (*Vadose Zone Journal*, koppeling in *Journal of Hydrology*)
- Maar de modelgebruiker gelooft het (terecht) pas als die het zelf begrijpt en kan controleren, met name de koppeling

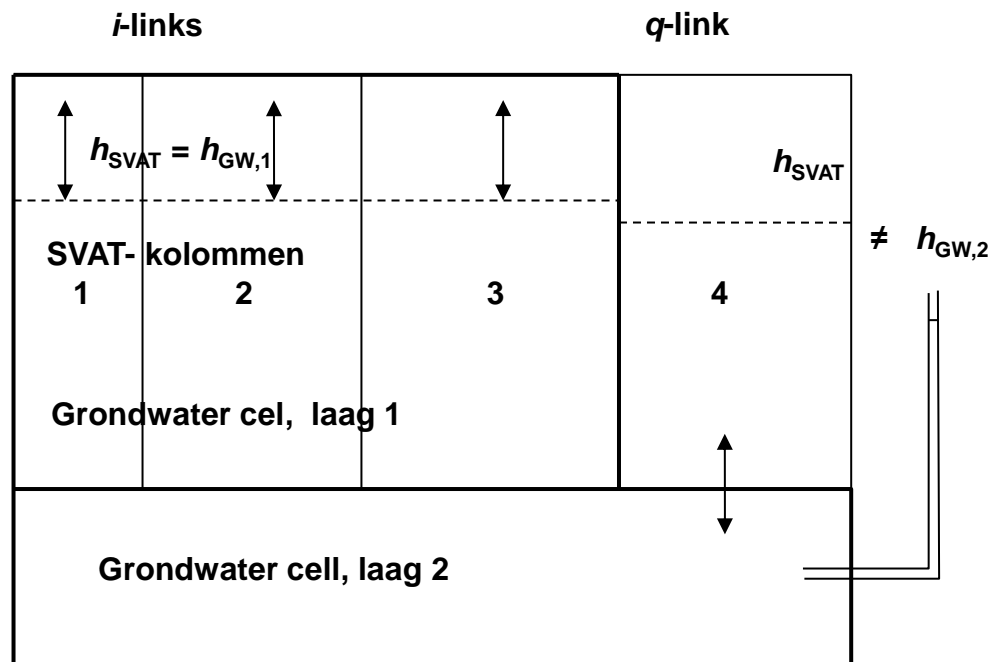
Inleiding

- Dubbele kenniskloof tussen grondwatermodellereurs en MetaSWAP
 - Richards kennen ze vaak wel, maar MetaSWAP niet
 - Integrale koppeling past niet binnen hun referentiekader (vaste bergingscoëfficiënt)
- Gepubliceerd in *peer-reviewed* internationale vakbladen (*Vadose Zone Journal*, koppeling in *Journal of Hydrology*)
- Maar de modelgebruiker gelooft het (terecht) pas als die het zelf begrijpt en kan controleren, met name de koppeling
- Men zoekt dan bv. naar een herkenningspunt, geloof ik dat?
“Wat is de grondwateraanvulling ?”
- Kan ik het daarmee i.c.m. recharge package narekenen ?

Koppeling iMODFLOW-MetaSWAP

■ Twee type links:

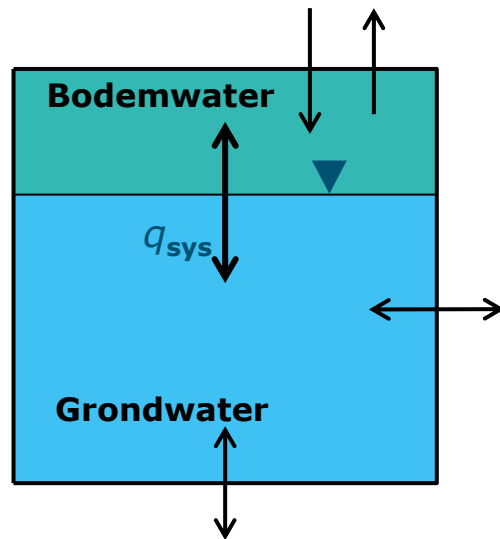
- *i*-link met nulweerstand tussen MetaSWAP en GW, ook N:1 koppeling met meerdere SVAT's per cel
- *q*-link met weerstand (lijkt op Hydrus koppeling)



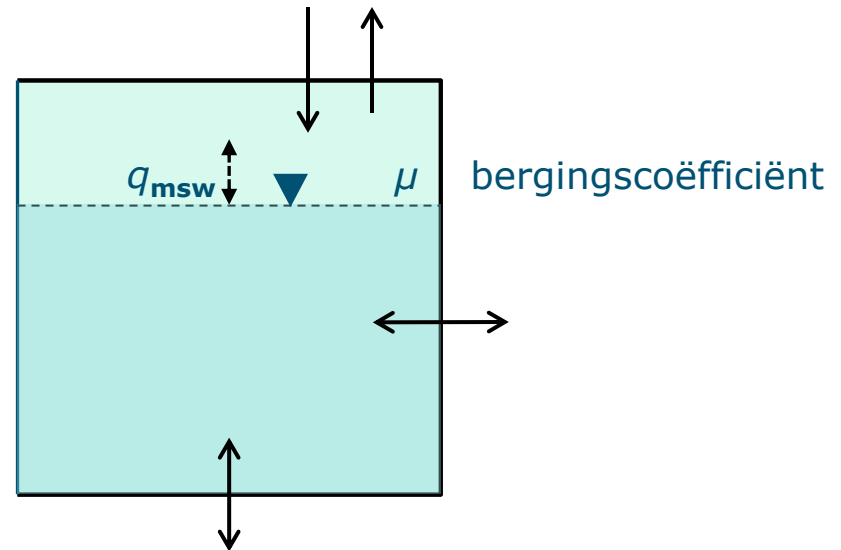
Integrale koppelmingsmethode

- Twee opties voor koppelmingsbalansen:

Stelsel-
volumes



Controle-
volume



- LGM-SWAP

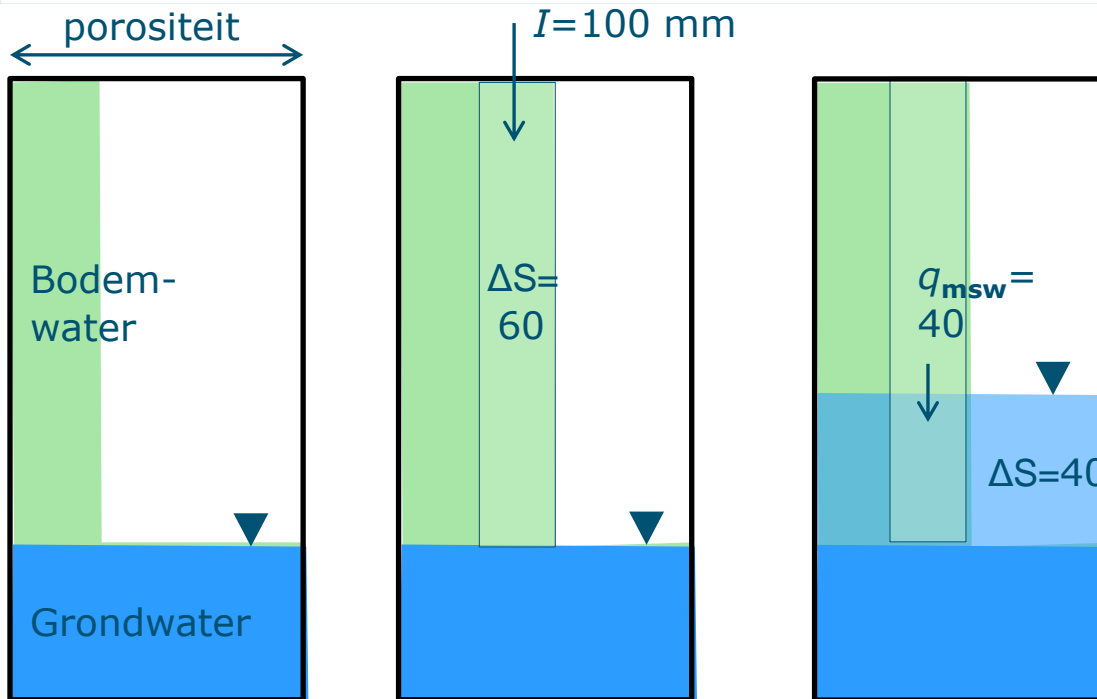
iMODFLOW-MetaSWAP

- heftige fluctuaties q_{sys}

heftige fluctuaties μ

- *“Wet van Behoud van Ellende”*

Verschillende interpretaties grondwateraanvulling iMODFLOW-MetaSWAP(1)



t = 0

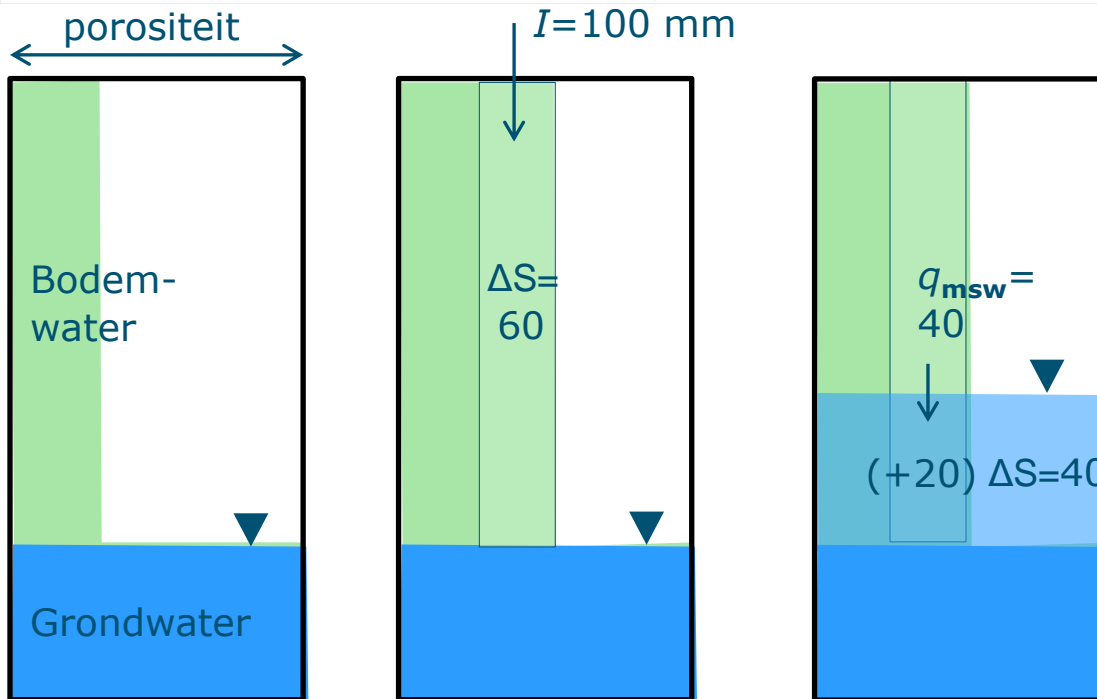
t = ~ 1
MetaSWAP update
bodemwater
gebruikt 60 mm

t = 1
Modflow update
grondwaterstand
gebruikt 40 mm

Grondwateraanvulling = 40 mm?

Dit is bdcap van
iMOD uitvoer

Verschillende interpretaties grondwateraanvulling iMODFLOW-MetaSWAP(2)



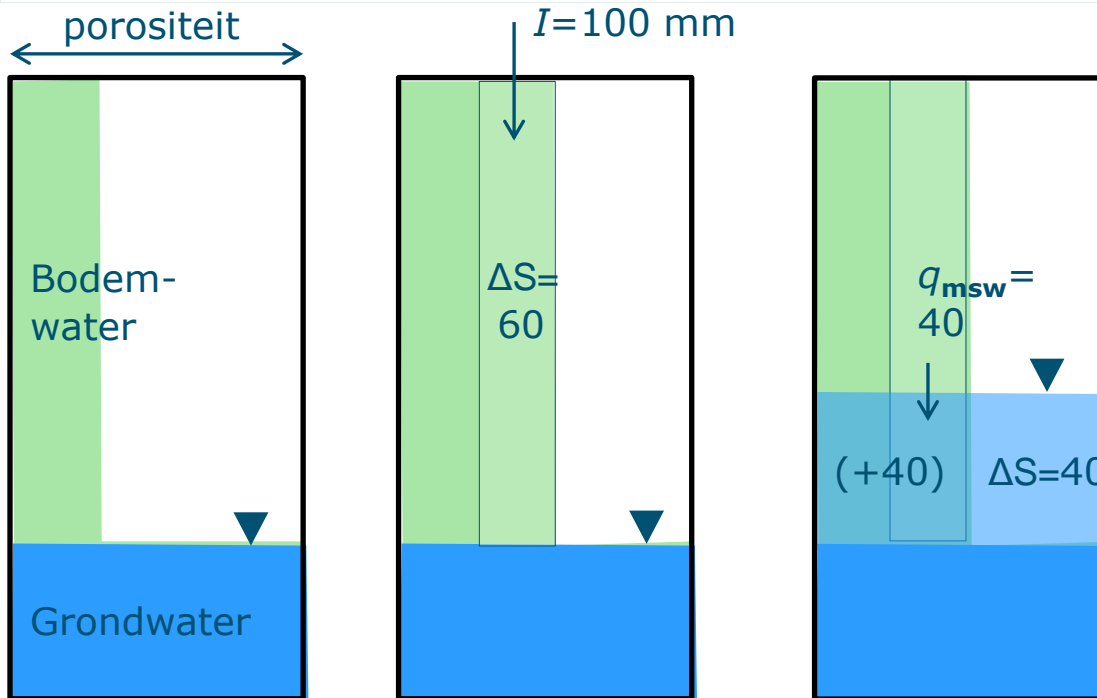
t = 0

t = ~ 1
MetaSWAP update
bodemwater
gebruikt 60 mm

t = 1
Modflow update
grondwaterstand
gebruikt 40 mm

Of:
Grondwateraanvulling = 60 mm ?

Verschillende interpretaties grondwateraanvulling iMODFLOW-MetaSWAP(3)



t= 0

t= ~ 1
MetaSWAP update
bodemwater
gebruikt 60 mm

t= 1
Modflow update
grondwaterstand
gebruikt 40 mm

Of:
Grondwateraanvulling=80 mm?

Dit is volgens het
systeemconcept

Koppelings-schema

- Koppelingsbalans voor gemeenschappelijk controlevolume
- Implementatie met *dynamische* bergingscoëfficiënt μ (rood = MetaSWAP heen, blauw = iMODFLOW terug)

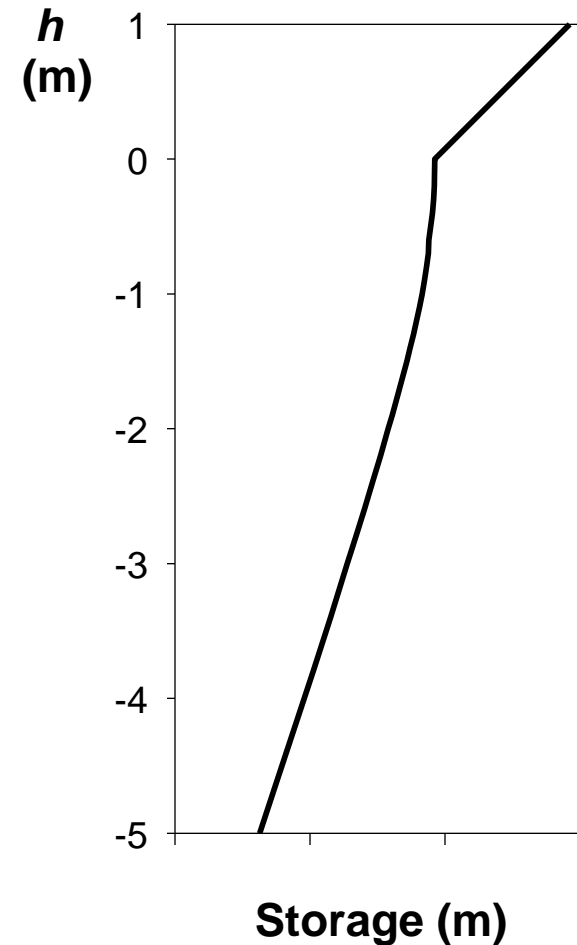
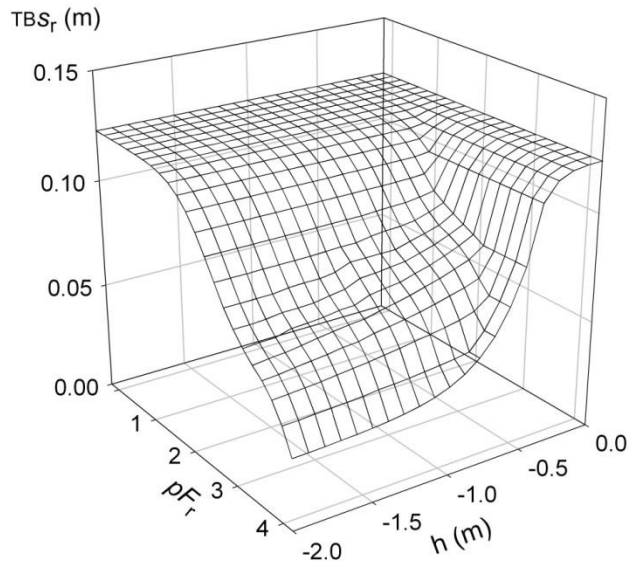
$$\mu^n (h^n - h^o) = (q_{msw} + q_{modf}^n) \Delta t$$

waarin:

- q_{msw} neerwaartse MetaSWAP-flux (m/d)
 - q_{modf} netto MODFLOW-flux naar de cel (m/d)
 - h^o MODFLOW stijghoogte begin vd tijdstap
 - h^n MODFLOW stijghoogte na n^e iteratie
- q_{modf}^n wordt door MetaSWAP teruggerekend uit de waterbalans adhv h^n

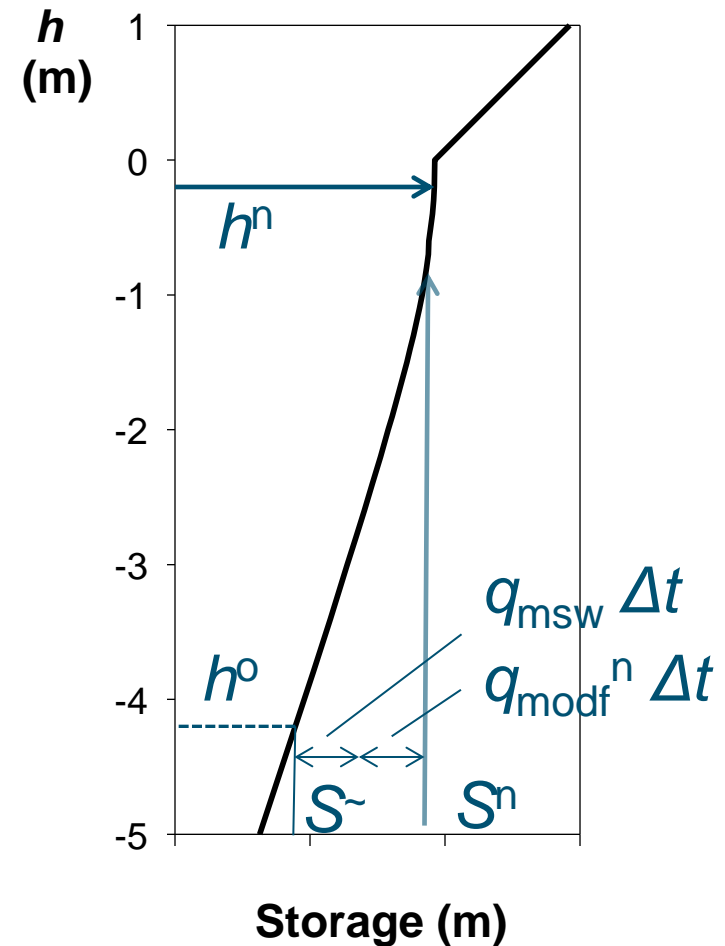
Bergingstabel, per tijdstap geactualiseerd

- Totale berging als functie van de grondwaterstand, voor het controlevolume, gebaseerd op actuele drukhoogte wortelzone



Iteratieproces (1)

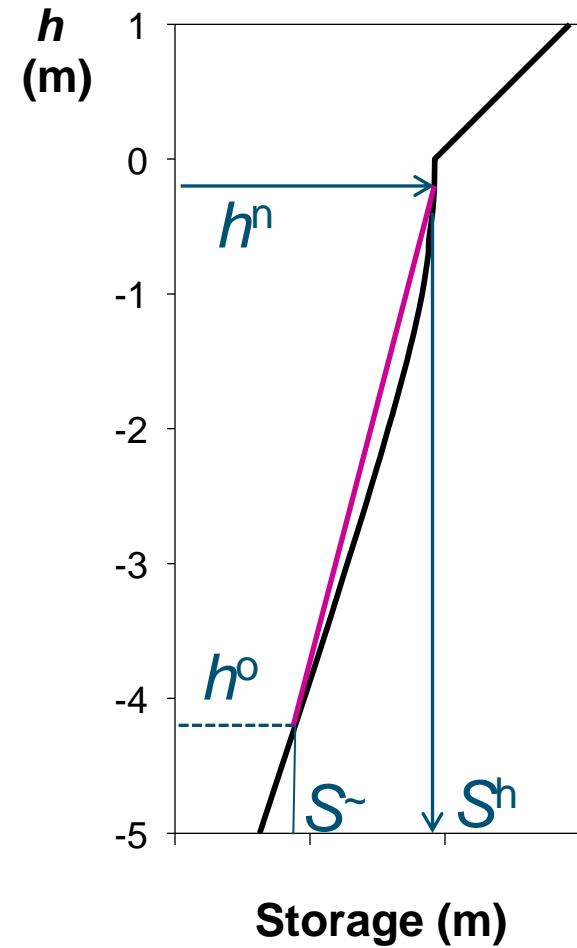
- MODFLOW retourneert h_{modf}^n en q_{modf}^n
- Non-convergentie zo lang de twee snijpunten (pijlen) niet samenvallen
- Opties voor nieuwe μ^n :
 - Stijghoogte-gebaseerd
 - Balans-gebaseerd



Iteratieproces (2)

- Stijghoogte-gebaseerde μ :

$$\mu_h = (S^h - S^{\sim}) / (h^n - h^o)$$



Iteratieproces (3)

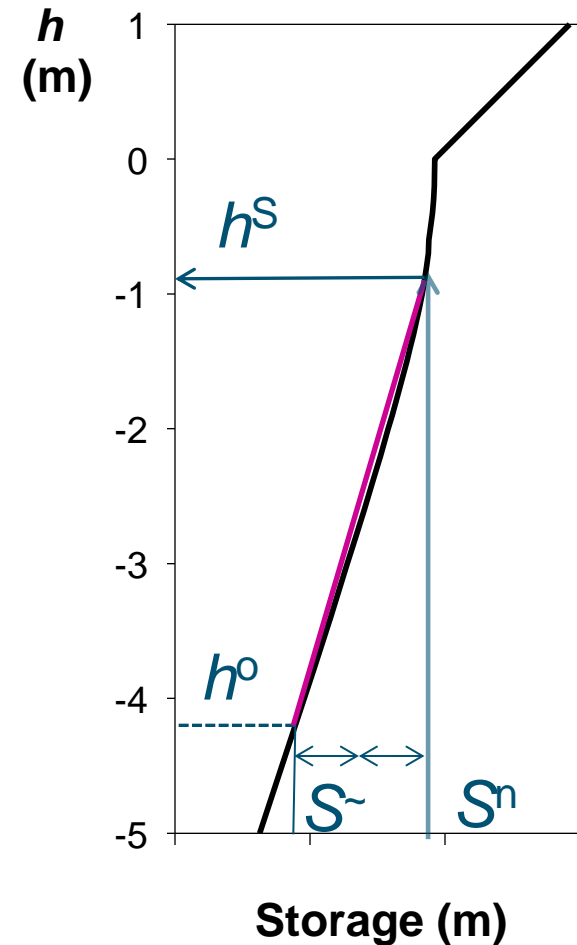
- Stijghoogte-gebaseerde μ^n :

$$\mu_h^n = (S^h - S^{\sim}) / (h^n - h^o)$$

- Balans-gebaseerde μ^n :

$$\mu_q^n = (S^n - S^{\sim}) / (h^s - h^o)$$

- Meestal geeft $0.5(\mu_h^n + \mu_q^n)$ de snelste convergentie



De rol van de correctieterm

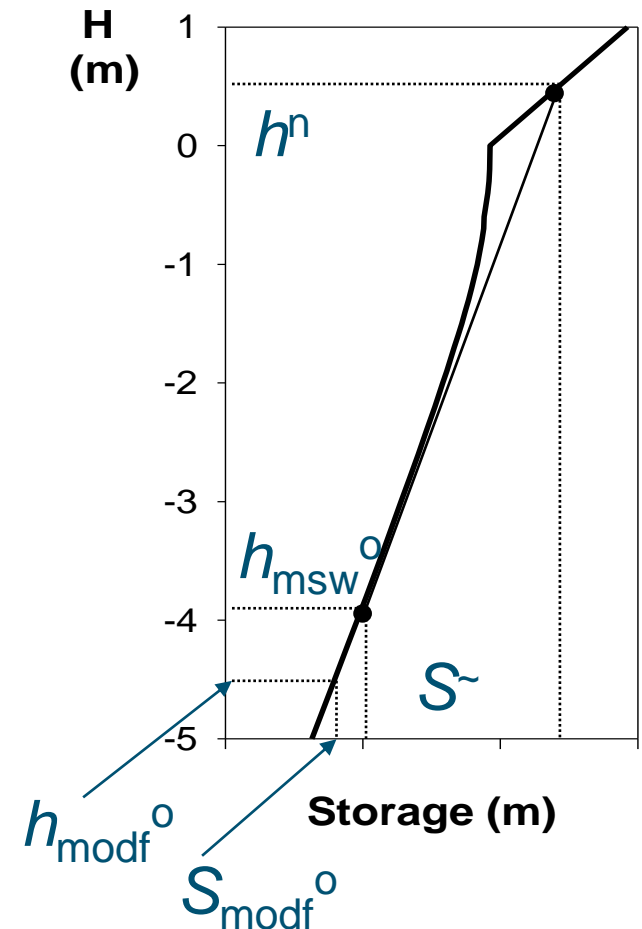
- Non-convergentie ($h_{\text{modf}} \neq h_{\text{msw}}$) van vorige tijdstap wordt geïnterpreteerd als niet voldoen aan nul-weerstand van i -link

- Correctie in volgende tijdstap:

$$q_{\text{mswcorr}} = q_{\text{msw}} + (S^{\sim} - S_{\text{modf}}^{\circ}) / \Delta t$$

- Bij terugrekenen q_{modf} :

$$q_{\text{modf}} = \mu^n (h^n - h^{\circ}) / \Delta t - q_{\text{mswcorr}}$$



Grondwateraanvulling (1)

- Voor berekening langjarig gemiddelde, twee opties met gelijk resultaat (als periode lang genoeg is):

- $q_{gwr} = P - ET_{act} - q_{runoff}$

- $q_{gwr} = -q_{modf}$

- Voor berekening per tijdstap: niet bdgcap vanwege variabele bergingscoëfficiënt

- Alternatief: gebruik een vaste waarde voor de bergingscoëfficiënt, bv. gemiddelde μ_{ave} en bereken de aanvulling uit de balans

$$\mu_{ave} (h^n - h^0) = (q_{gwr} + q_{modf}) / \Delta t$$

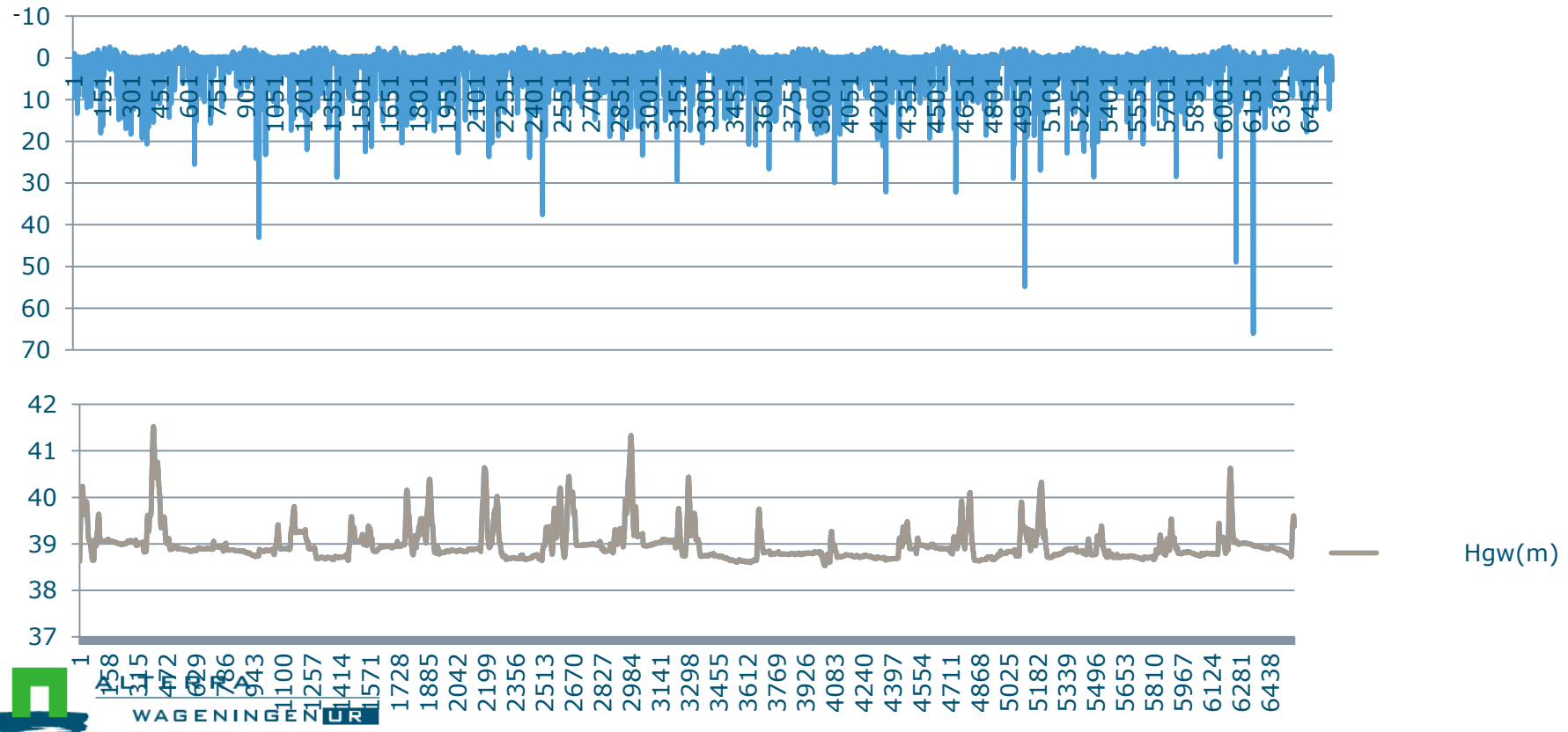
$$\rightarrow q_{gwr} = \mu_{ave} (h^n - h^0) / \Delta t - q_{modf}$$

- Dit kun je gebruiken i.c.m. recharge package

Grondwateraanvulling (2)

B61F1368 uit Review rapport, vgl. Fig. 15

- Voorbeeld met permanente inundatie
- Teruggerekende q_{gwr} (+ = neerwaartse stroming)



Grondwateraanvulling (3)

- Waarom niet “bdgcap” voor het langjarig gemiddelde ?
- Omdat de correctieterm die soms nodig is voor het corrigeren van non-convergentie tussen iMODFLOW en MetaSWAP ruis veroorzaakt in bdgcap

Toetsing koppeling iMODFLOW-MetaSWAP (1)

■ Convergeert het eigenlijk wel ?

● Voorbeeld van LHM

```
iter_outer = 1 : [Hgwmsw - Hgwmodf] (svat= 370399)= 0.07459 m

Cumulative relative frequency distribution of [Hgwmsw-Hgwmodf] (m)
0.00000 1e-5 1e-4 1e-3 1e-2 0.5 1-1e-2 1-1e-3 1-1e-4 1-1e-5 1.00000
-0.070 -0.005 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.009 0.075

iter_outer = 5 : [Hgwmsw - Hgwmodf] (svat= 135788)= -0.07055 m
iter_outer = 5 : [Hgwmsw - Hgwmodf] (svat= 370399)= 0.07459 m

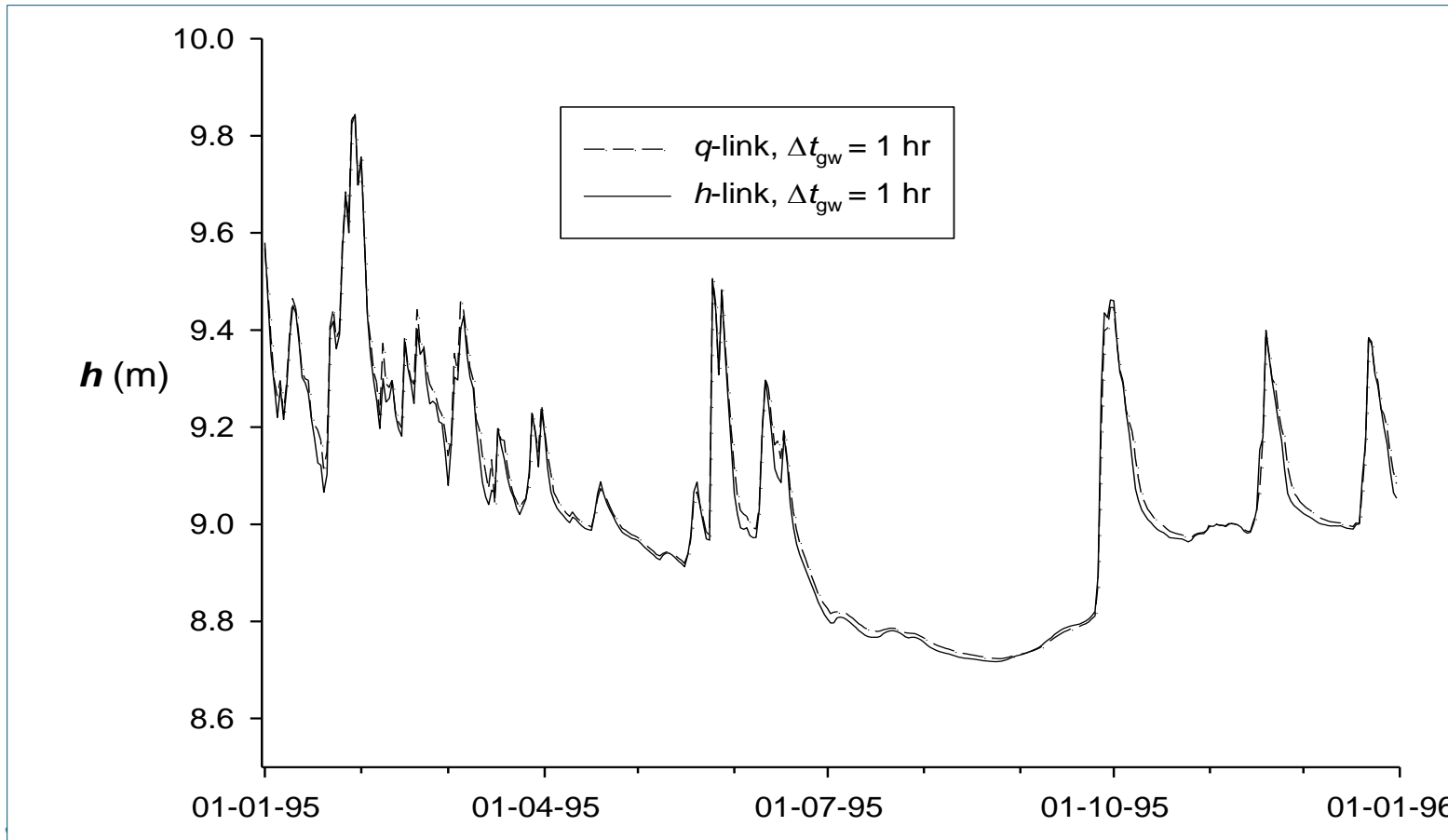
Cumulative relative frequency distribution of [Hgwmsw-Hgwmodf] (m)
0.00000 1e-5 1e-4 1e-3 1e-2 0.5 1-1e-2 1-1e-3 1-1e-4 1-1e-5 1.00000
-0.070 -0.005 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.009 0.075

Smallest phreatic storage coefficient: sc1( 521163)= 0.01000 (m3/m2/m)
```

- Dus in dit geval per 10^5 cellen hebben er twee een afwijking > 0.01 m (absolute waarde)

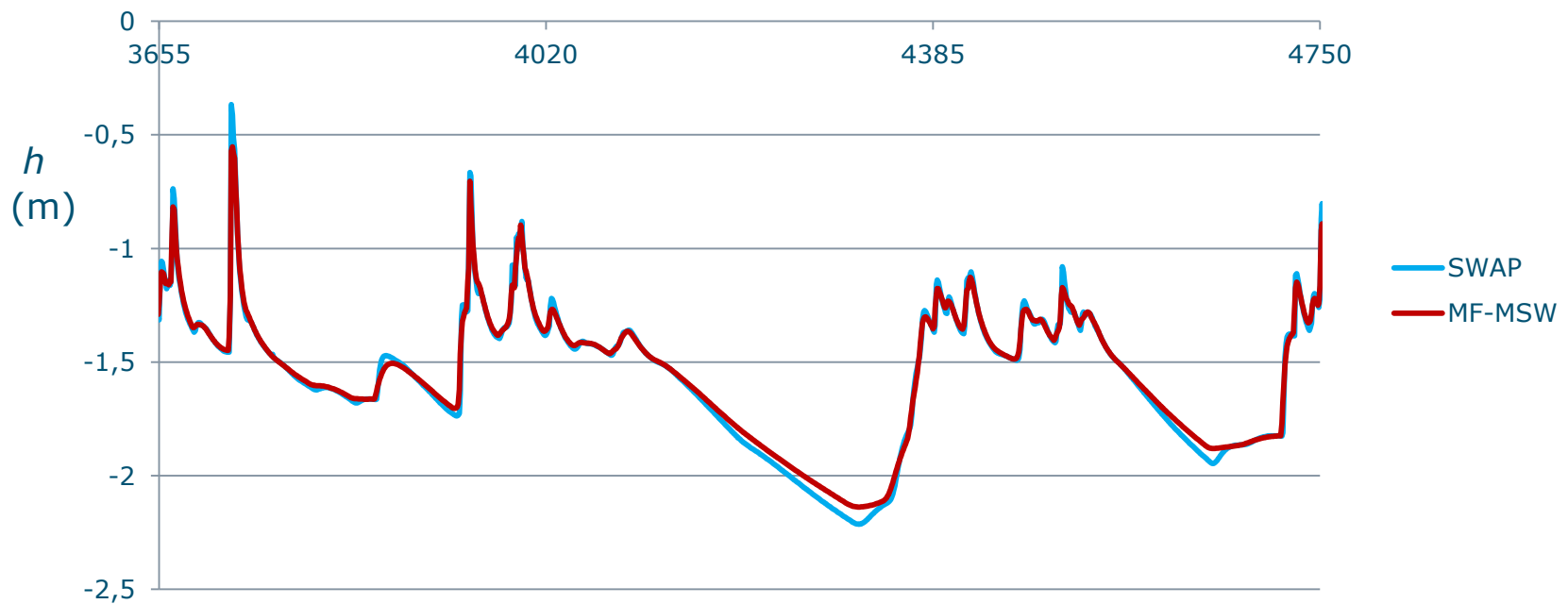
Toetsing koppeling iMODFLOW-MetaSWAP (2)

- Klopt het eigenlijk wel ? Is het stabiel ?
 - Vergelijking i -link met q -link met lage weerstand



Toetsing koppeling iMODFLOW-MetaSWAP (3)

- Klopt het eigenlijk wel ? Is het stabiel ?
 - Vergelijking iMODFLOW-MetaSWAP met SWAP, waarbij iMODFLOW alleen een drainage flux heeft



Model	N (mm/j)	ETact (mm/j)	R (mm/j)
SWAP	809	484	325
MF-MSW_1d	809	485	324