



Overzicht ontwikkelingen

TKI NHI 2021 – 2022
conceptuele modelverbetering NHI /WW

27 juni 2022



Agenda vandaag

Welkom, mededelingen en aankondiging presentaties van deelprojecten

1. verbetering wortelverdeling en wateropname (Waterwijzer)
2. unconfined rekenen en gebruik van gecombineerde onverzadigde zone concepten in MODFLOW 6
3. validatie van de Waterwijzer Landbouw

Pauze

4. versneld rekenen met MODFLOW 6
5. koppeling met D-Hydro
6. Implementatie maatregelen van o.a. peilgestuurde drainage

7. Schets van beoogde toekomstige samenhang van de deeltrajecten en mogelijke relatie met andere ontwikkelingen.

Aanvullende discussie en afsluiting



Overzicht ontwikkelingen

TKI NHI 2021 – 2022 voorstel conceptuele modelverbetering NHI





TKI-conceptuele modelverbetering tbv NHI: “deel Waterwijzers”

Mirjam Hack, namens consortium

27 juni 2022

Afspraken / activiteiten

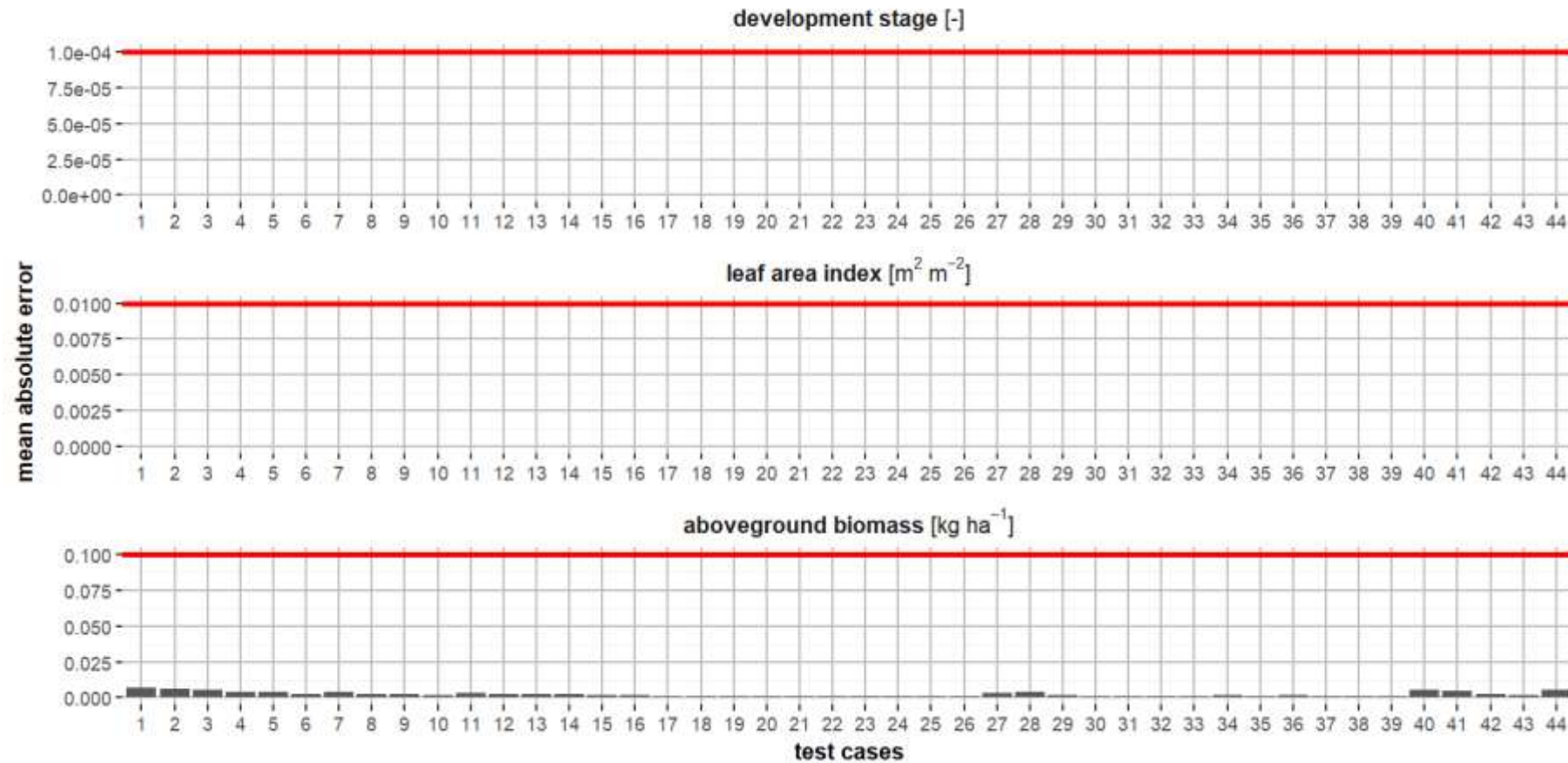
1. Versterken modulaire opzet SWAP -> ontwerp opzet en testen enkele modules
2. Adaptieve wortelverdeling en microscopische wateropname ontwikkelen en testen
3. Validatie WWL op basis van Groenmonitordata voor BOFEK
4. Aansturing WWL – WWN gelijkschakelen
5. Communicatie / publicaties

1. Versterken modulaire opzet

- Wenselijk/aanleiding: modelverbetering en harmonisatie SWAP-MetaSWAP middels modulaire opzet in gang zetten
 - Tot nu gewerkt aan modules gewasgroei en beworteling;
 - Gepland: modules temperatuurhuishouding en stoftransport;
 - Ontwerp en testen enkele modules: gereed eind 2022.



Verskil met en zonder module gewas



2. Adaptieve wortelverdeling en microscopische wateropname

- Wenselijk/aanleiding: voor kleigronden berekent WWL niet realistische en te hoge droogteschade
 - Verkennende berekeningen (Friesland): beworteling is cruciale factor
 - Actie: inbouwen / activeren bestaande nieuwe concepten in SWAP-WOFOST en testen





Waterwijzer Landbouw

Adaptieve wortelverdeling

Martin Mulder en Marius Heinen, namens projectteam

02 juni 2022

Wortelverdeling

Statische benadering:

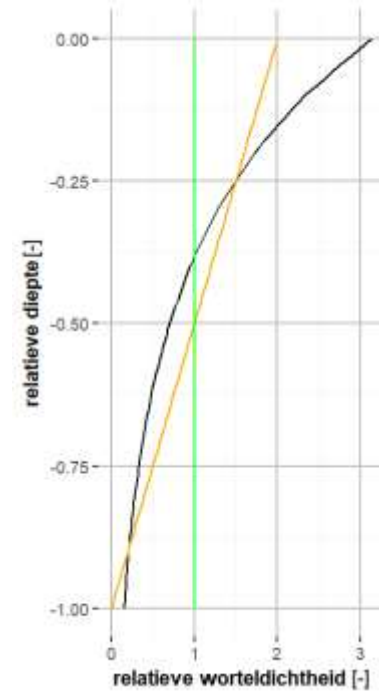
- constant in de tijd

Onafhankelijk van:

- bodemcondities
- Weercondities

Nadelen:

- Resultaten gevoelig voor de opgelegde wortelverdeling



Adaptieve wortelzone



Wortelverdeling

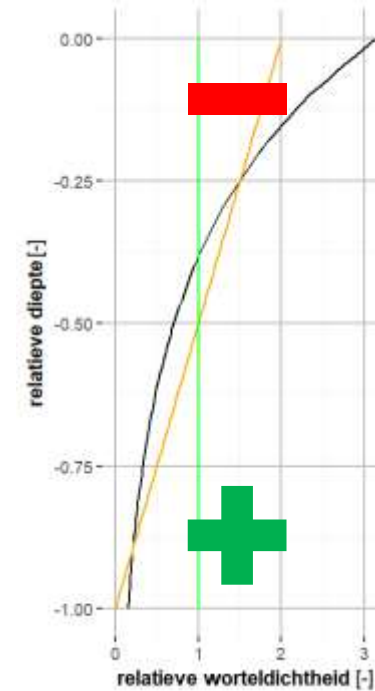
Adaptieve benadering:

Informatie vanuit bodemmodule:

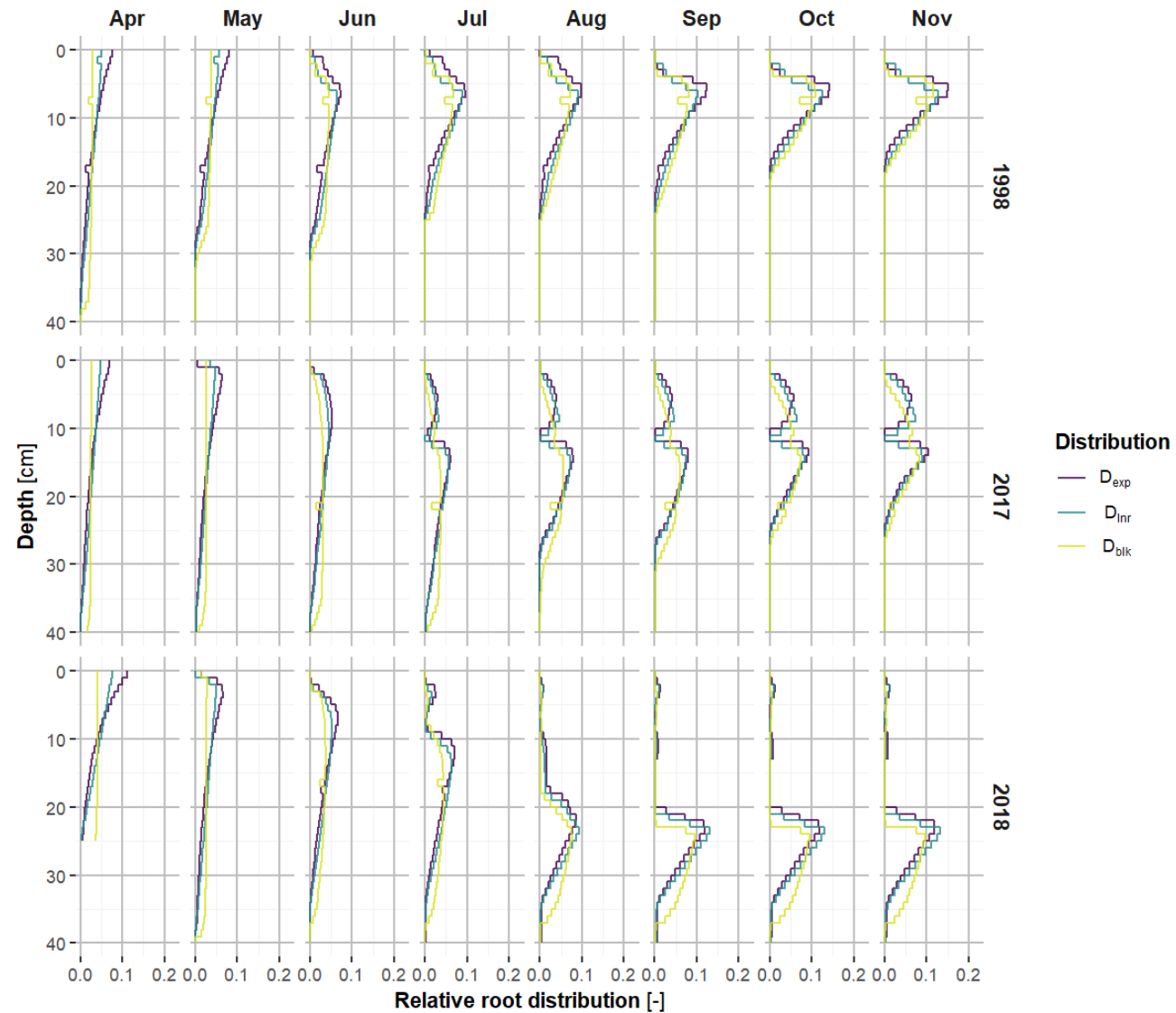
- (on)gunstige omstandigheden
 - per bodemcompartiment

Informatie vanuit gewasmodule:

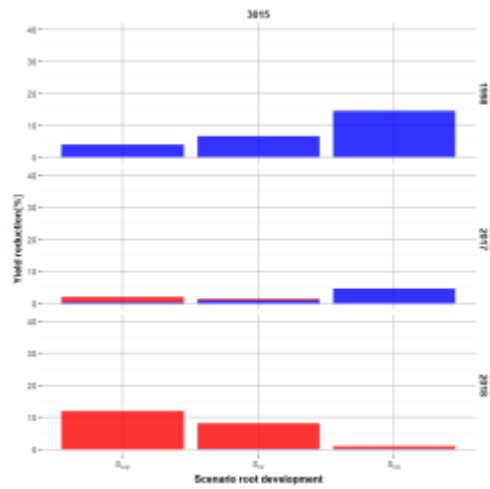
- verandering biomassa wortels
 - aangroei/afsterving



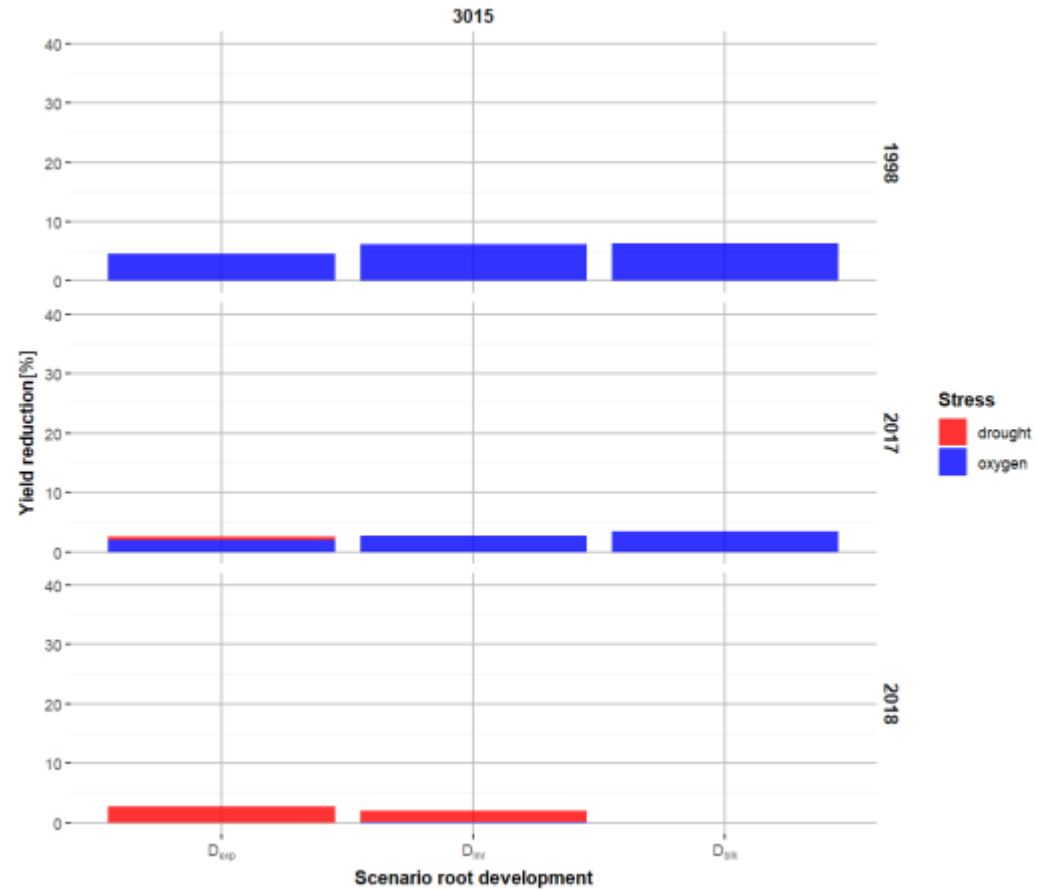
Wortelverdeling



Wortelverdeling



Statische wortelverdeling



Wortelverdeling

Adaptieve benadering:

Voordelen:

- Geen additionele parameters nodig (dynamische gewasmodule)
- Resultaten minder gevoelig voor de opgelegde wortelverdeling

Nog te doen:

- Gevoeligheidsanalyses en toetsen
- Combineren met wateropname-concept



Waterwijzer Landbouw

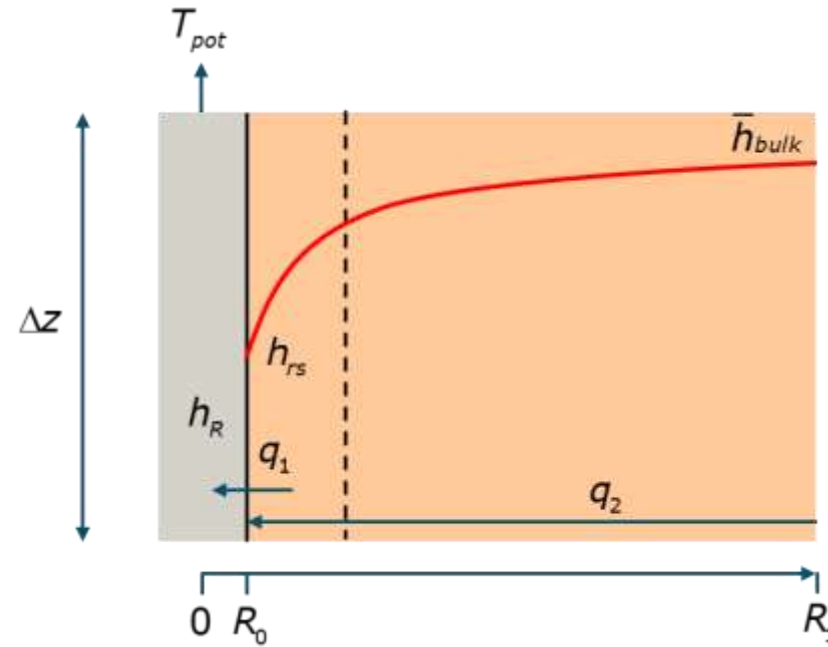
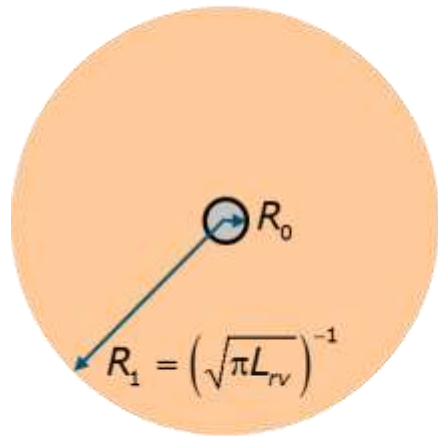
Marius Heinen en Martin Mulder, namens projectteam

2 juni 2022

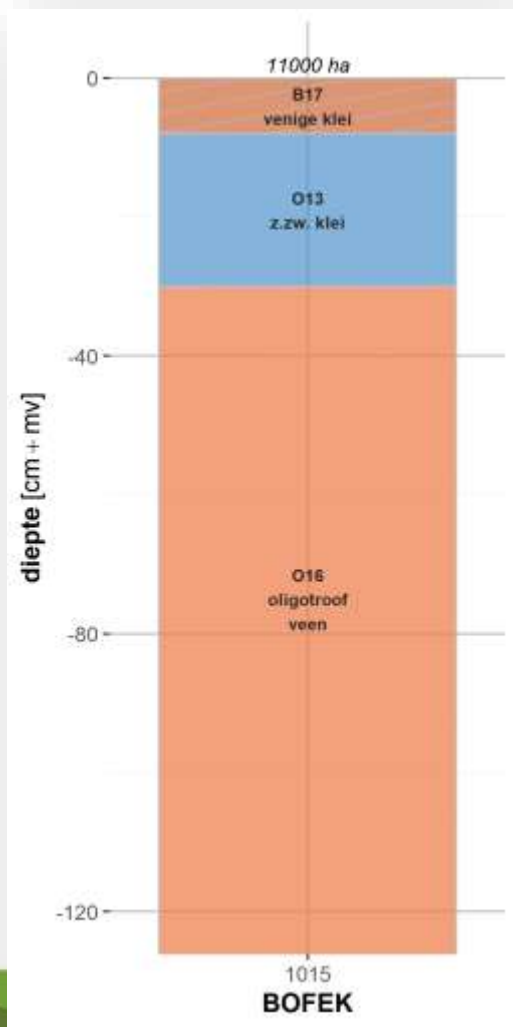
Microscopische wateropname

- Macroscopisch: Feddes, opname = $f(\text{drukhoogte})$
- Mechanistische, microscopische wateropname
 - Stroming naar wortelwand
 - Stroming de wortel in, en vervolgens naar het blad
- 2 vergelijkbare, bestaande concepten geïmplementeerd in SWAP
 - de Willigen et al. (2012; gebaseerd op dW & vN, 1987)
 - de Jong van Lier et al. (2013)

Microscopische wateropname

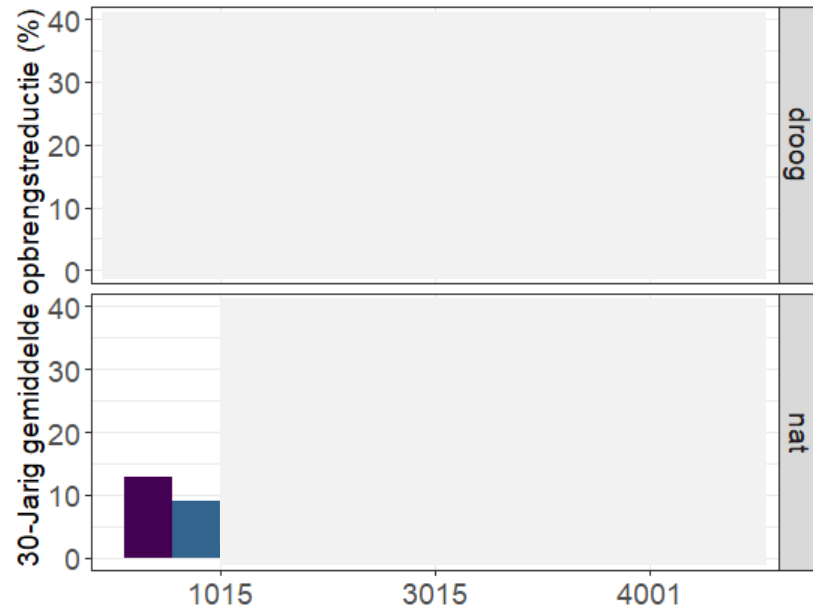


Voorbeeld



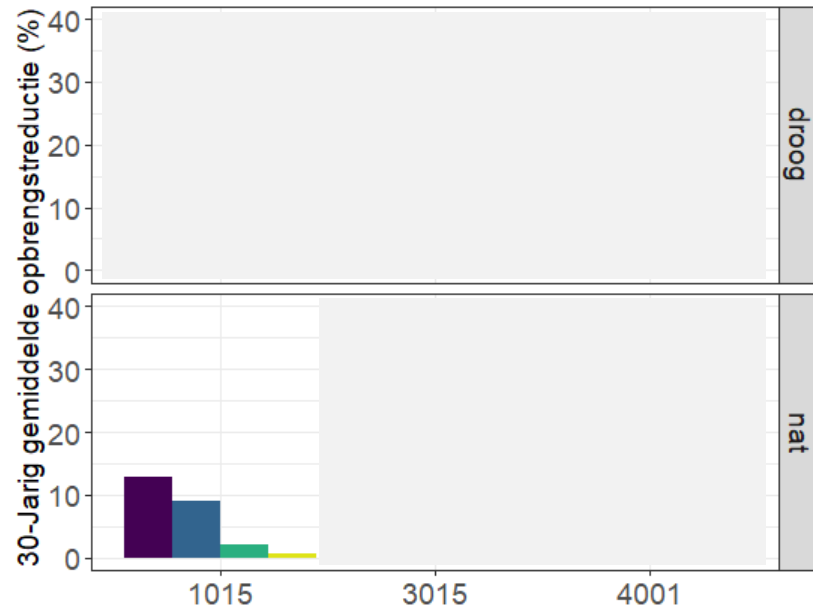
- Venige klei op zeer zware klei op veen
- Mais
- Periode: 1991 – 2020
- Relatief droog en relatief nat

Voorbeeld



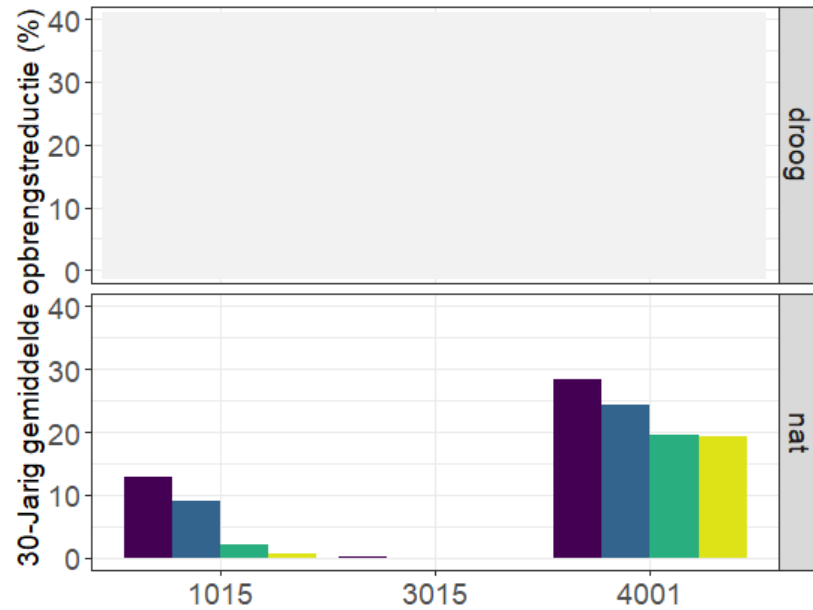
- Macroscopisch, Feddes, zonder compensatie
- Macroscopisch, Feddes, met compensatie
- Microscopisch, de Willigen et al.
- Microscopisch, de Jong van Lier et al.

Voorbeeld



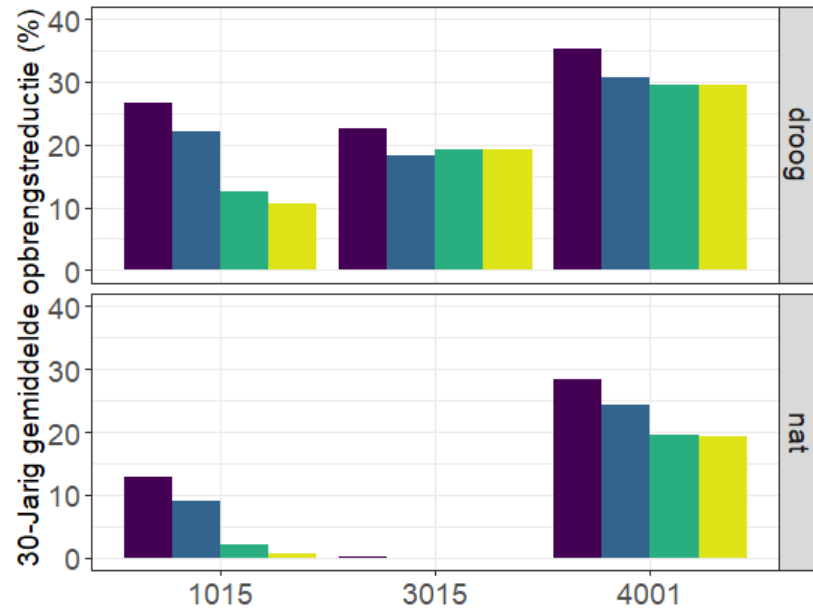
- Macroscopisch, Feddes, zonder compensatie
- Macroscopisch, Feddes, met compensatie
- Microscopisch, de Willigen et al.
- Microscopisch, de Jong van Lier et al.

Voorbeeld



- Macroscopisch, Feddes, zonder compensatie
- Macroscopisch, Feddes, met compensatie
- Microscopisch, de Willigen et al.
- Microscopisch, de Jong van Lier et al.

Voorbeeld



- Macroscopisch, Feddes, zonder compensatie
- Macroscopisch, Feddes, met compensatie
- Microscopisch, de Willigen et al.
- Microscopisch, de Jong van Lier et al.

Microscopische wateropname

- minder droogtestress bij ondiepe grondwaterstanden
 - sluit beter aan bij verwachting
 - voor kleigronden in het algemeen nog geen oplossing
- Nog doen / planning:
 - toepassen bij alle bodemprofielen
 - effect microscopische wateropname en adaptieve wortelverdeling samen bestuderen en implementeren

Planning: eind oktober implementatie gereed (WWL Regionaal)

Tot zover; straks verder met de
andere onderwerpen

Vragen?

TKI - Onverzadigde Zone Concepten

**Gebruik van nieuwste mogelijkheden binnen
MODFLOW6**

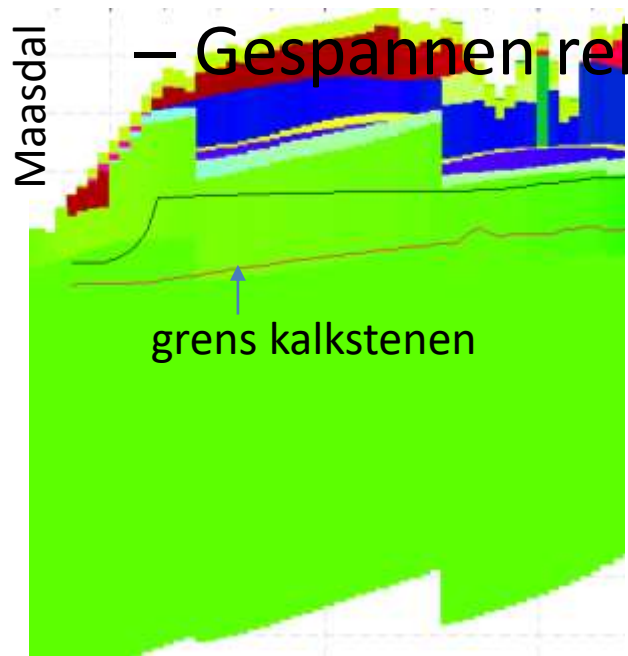
Peter Vermeulen / Hendrik Kok
Wouter Swierstra (RHDHV)
Koen van der Hauw (Sweco)
Paul van Walsum / Ab Veldhuizen (WUR)

INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:
 - Gespannen rekenen waardoor onterechte horizontale stroming

INHOUD

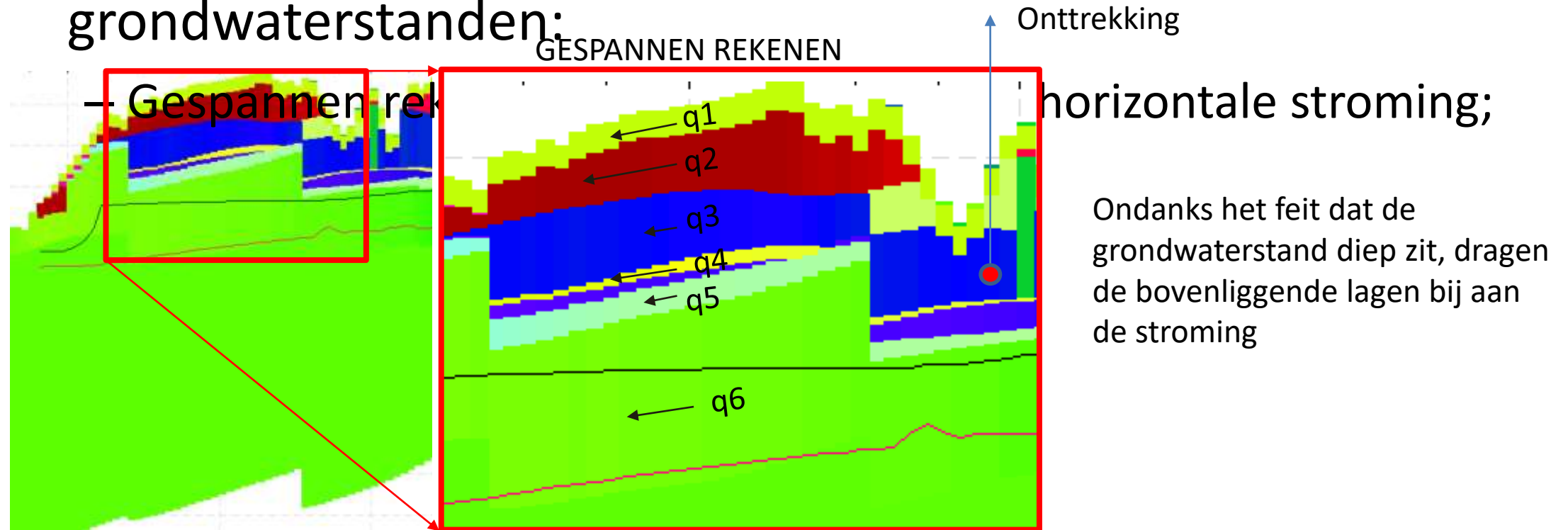
- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden (voorbeeld LHM):



Dwarsprofiel over Plateau Magraten

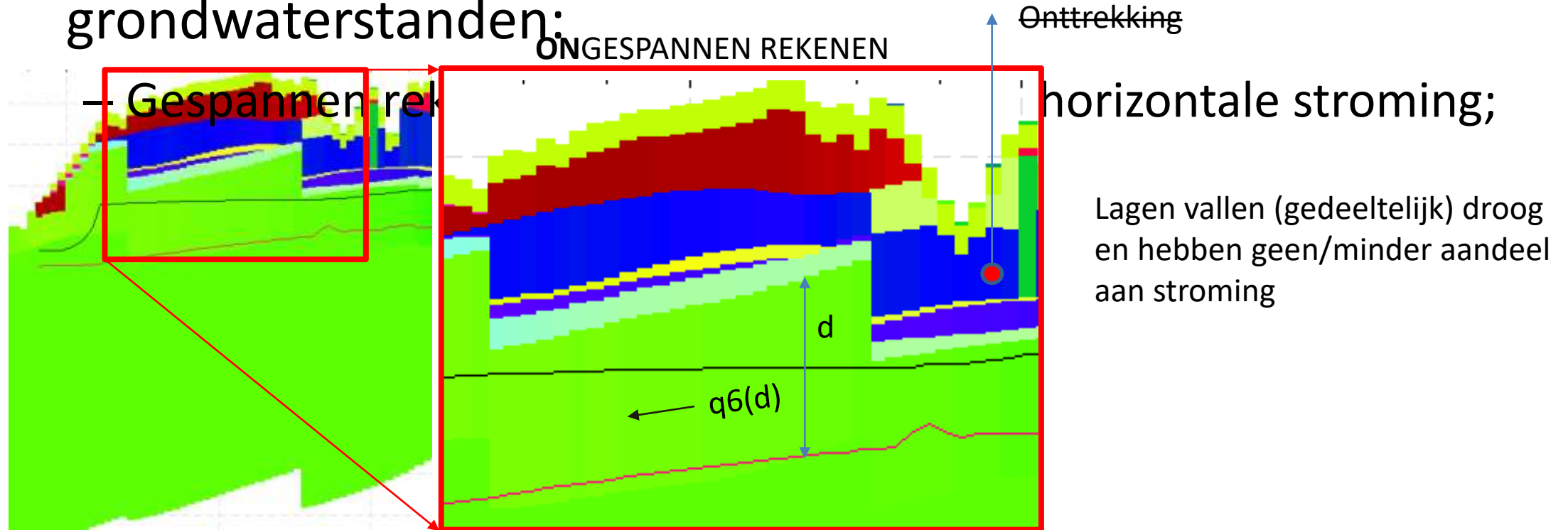
INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:



INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:

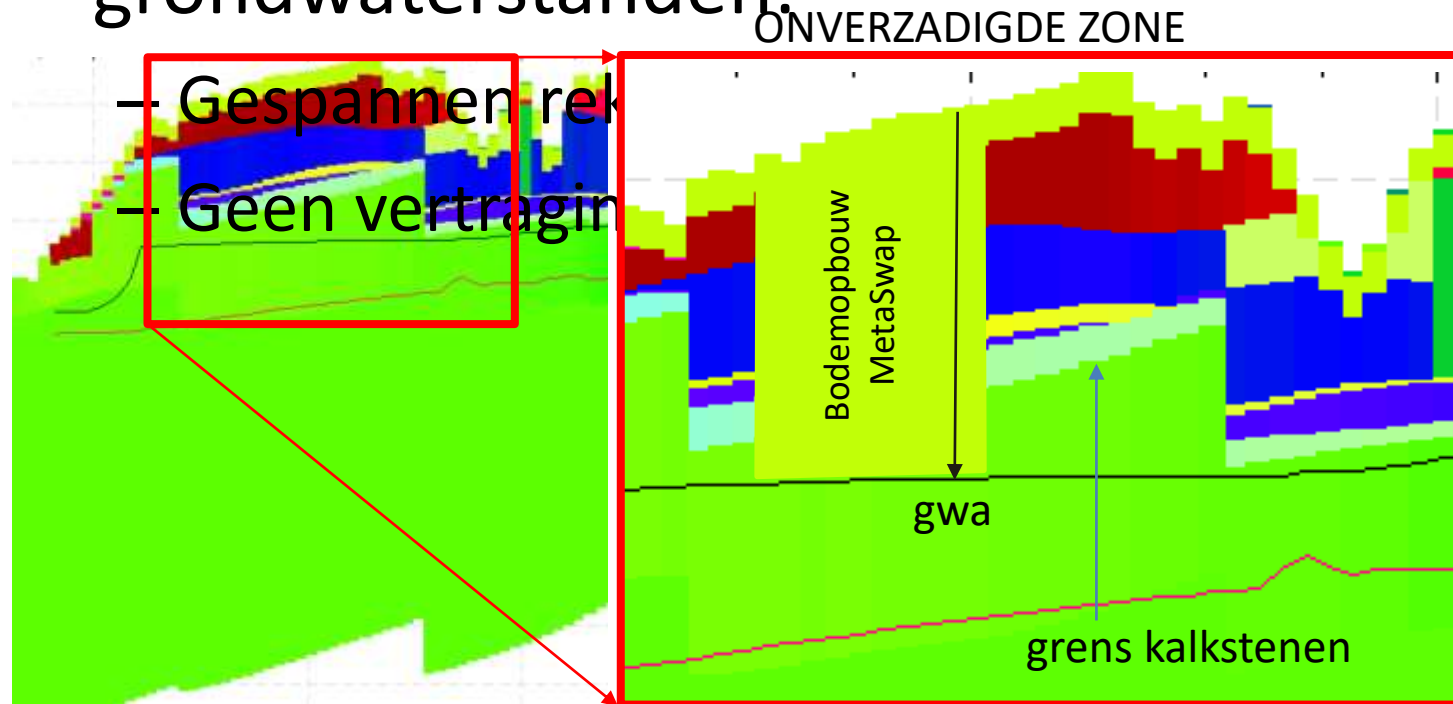


INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:
 - Gespannen rekenen waardoor ontrechte horizontale stroming;
 - Geen vertraging door gelaagd system met MetaSwap

INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:



– Gespannen rek
– Geen vertraging

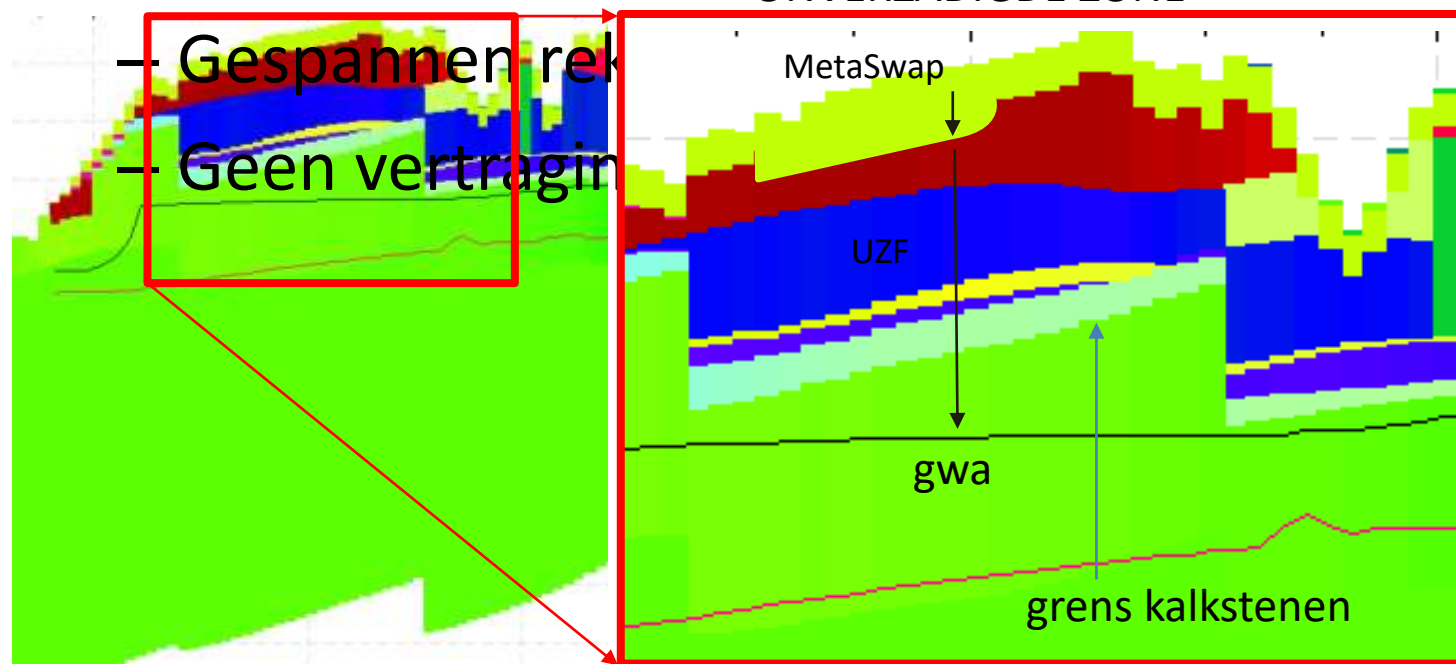
horizontale stroming;

MetaSwap

MetaSwap hanteert 1 bodemfysische eenheid tot op de grondwaterstand, complexe ondergrond (kalkstenen) zit daar niet in

INHOUD

- Verbeteringen in NHI in gebieden met diepe grondwaterstanden:

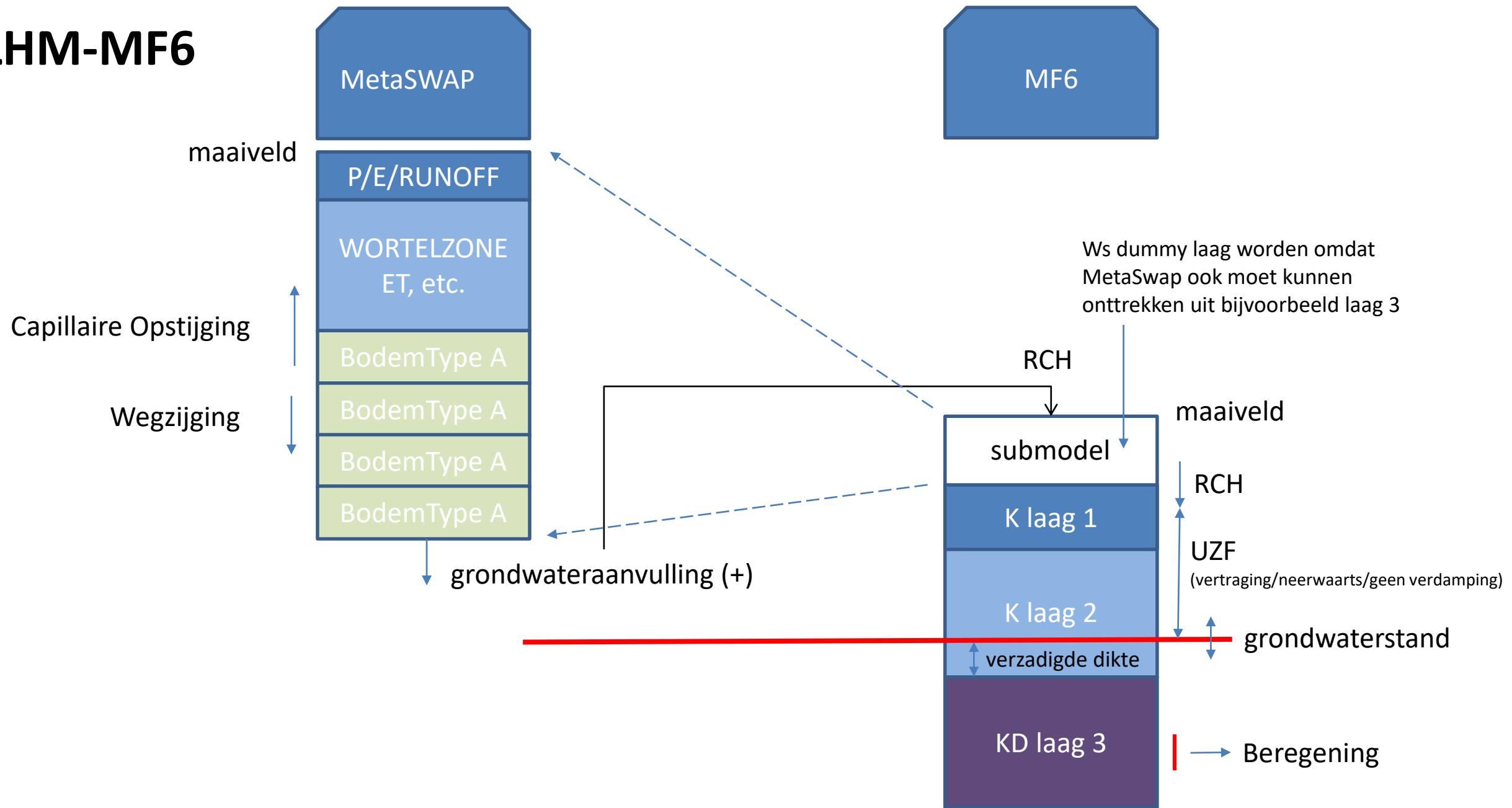


horizontale stroming;

MetaSwap

MetaSwap is actief voor de bovenste 4/5 meter (boven cap. zone) daaronder rekt UZF vertraging door complexe opbouw ondergrond door

LHM-MF6



Aanpassingen voor ongespannen/onverzadigd rekenen

- Droogval door winningen – optie in MF6 “autoflow-reduction”;
- Drainage-reductie om sterk niet-lineair karakter te dempen;
- Watergangen automatisch opgesplitst naar juiste modellen;
- Vaste randvoorwaarden in cellen waar opgelegde randvoorwaarde geldt;
- Gewogen-overgang specific storage- (gespannen) naar specific yield (ongespannen) en andersom;
- Droogvallende cellen vermeden door NEWTON (wetdry-opties verleden tijd);
- Newton laat watervoerende watergangen actief ookal is grondwaterstand laag;
- Schijngrondwaterspiegels gaat automatisch via NEWTON-solver;
- Corey-factor (overgang van onverzadigde- naar verzadigde doorlaatfactor)
- Solver settings

Activiteiten, Producten en Planning

- Synthetische modellen voor:
 - 1: Ongespannen rekenen met MODFLOW6;
 - 2: Onverzadigd rekenen met MODFLOW6
- Test cases (Zuid-Limburg IBRAHYM in MODFLOW6):
 - 1: Gespannen rekenen MODFLOW6 - MetaSWAP (iMOD Coupler)
 - 2: Gespannen rekenen met RCH
 - 3: Ongespannen rekenen met RCH
 - 4: Ongespannen rekenen met UZF
 - 5: Ongespannen rekenen met MetaSwap en UZF

Voorbeelden

- Syntethische modellen
- Zuid-Limburg: IBRAHYM

Activiteiten, Producten en Planning

- Synthetische modellen voor:
 - 1: Ongespannen rekenen met MODFLOW6;
 - 2: Onverzadigd rekenen met MODFLOW6
- Test cases (Zuid-Limburg IBRAHYM in MODFLOW6):
 - 1: Gespannen rekenen MODFLOW6 - MetaSWAP (iMOD Coupler)
 - 2: Gespannen rekenen met RCH
 - 3: Ongespannen rekenen met RCH
 - 4: Ongespannen rekenen met UZF
 - 5: Ongespannen rekenen met MetaSwap en UZF
- Issues:
 - Opzet ongespannen rekenen en UZF
 - Convergentie van rekenmodel (Newton-solver)
 - Rekentijden
- Planning:
 - Methodiek ontwikkeling 4-2022
 - Synthetische modellen 6-2022
 - Testcases 8-2022

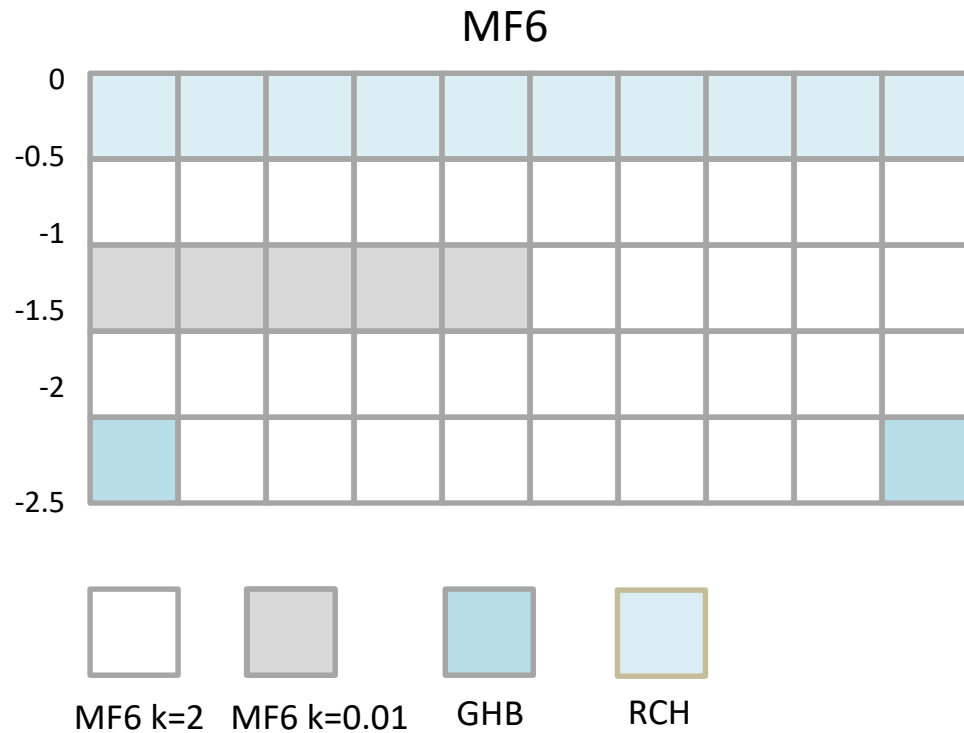
Efficientie

- Issues:
 - UZF rekt langzaam;
 - Ongespannen is robuust maar ook vertragend;
- Oplossingsrichting(en)
 - Technisch is het mogelijk om UZF en ongespannenheid (en zowel de koppeling met MetaSwap) alleen daar toe te passen waar grondwaterstand > 4 meter onder maaiveld is;

TKI-onverzadigd rekenen

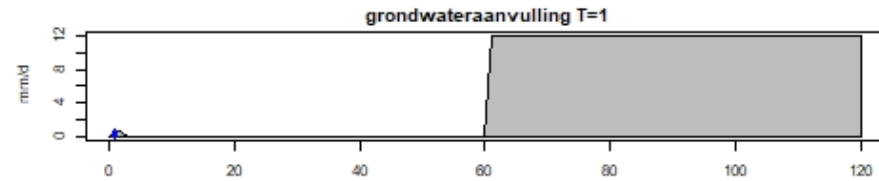
(vervolg, toegelicht door Hendrik Kok)

Model 1; onverzadigd met RCH

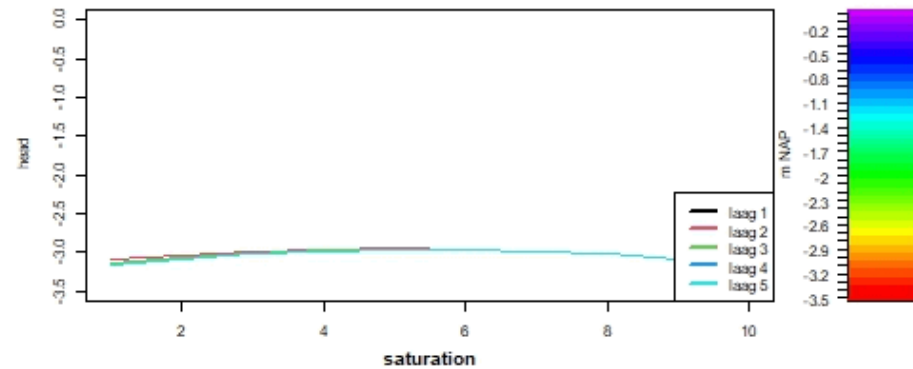


- NEWTON + complexe solversettings
- Alle lagen convertible
 - $kD + SY/SS$ o.b.v. verzadiging
 - cellen blijven altijd 'actief' o.b.v. NEWTON -> Aanpassing conductance veld.

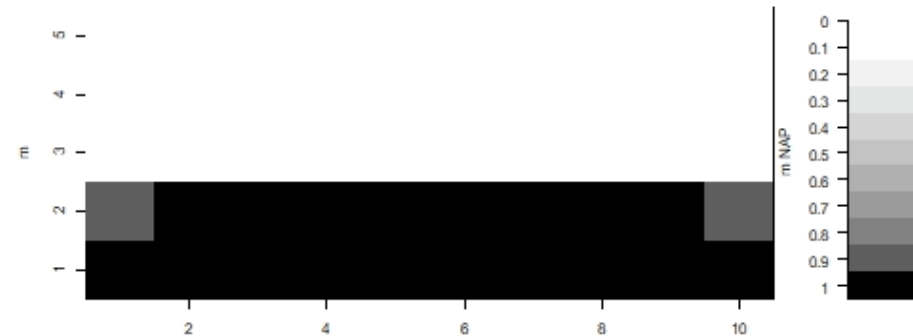
Model 1; resultaten (head)



Tijdreeks GWA

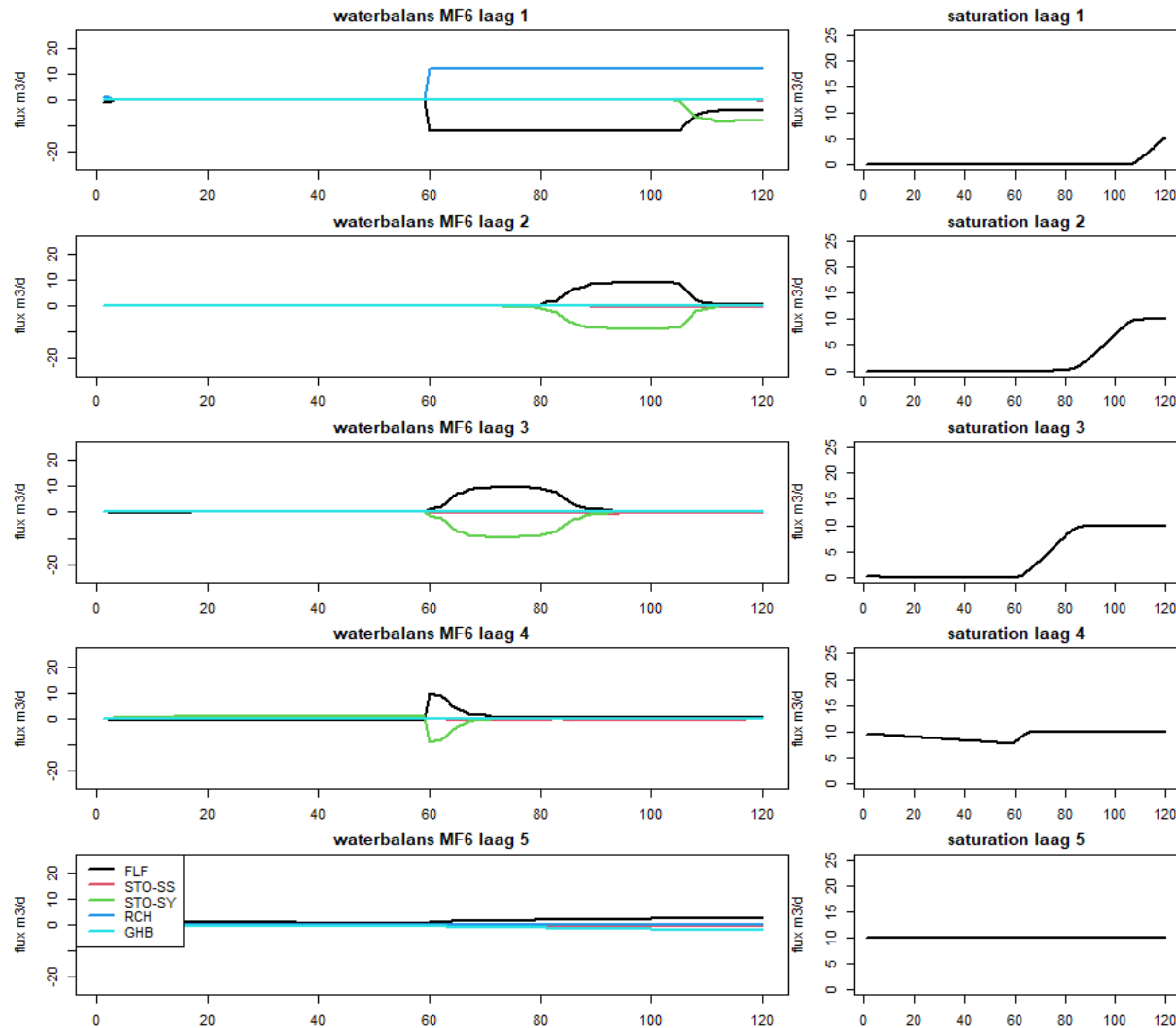


Dwarsprofiel model;
heads per laag



Dwarsprofiel model
saturatie per modelcel
(1=verzadigd)

Model 1; resultaten (waterbalans)

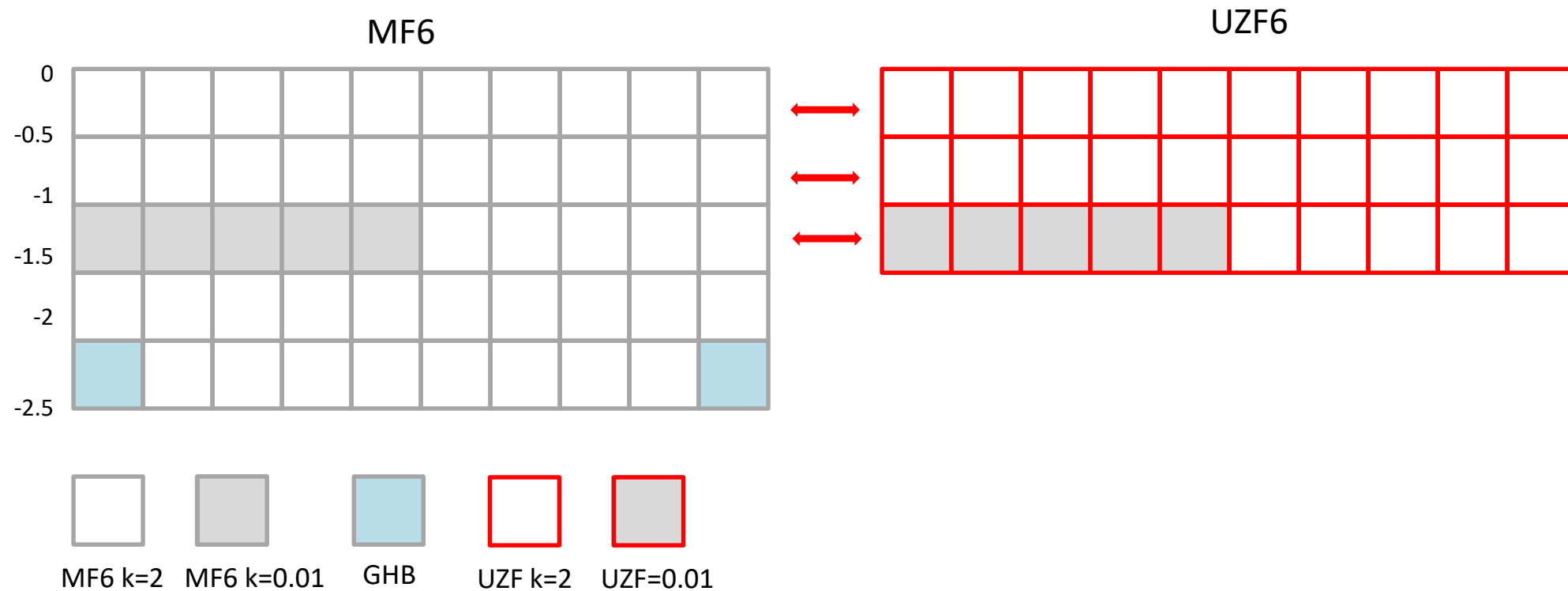


Saturatie; 10=alle cellen in laag verzadigt
Saturatie; 0 =alle cellen in laag 'droog'

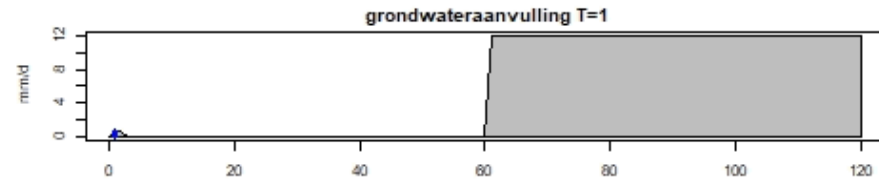
NEWTON=alle lagen actief, dus RCH blijft in laag 1. FLF-laag 1 gaat naar eerste verzadigde laag (laag 4), systeem vult zich vervolgens van onderuit.

Model 2; onverzadigd met 3 laags UZF-model

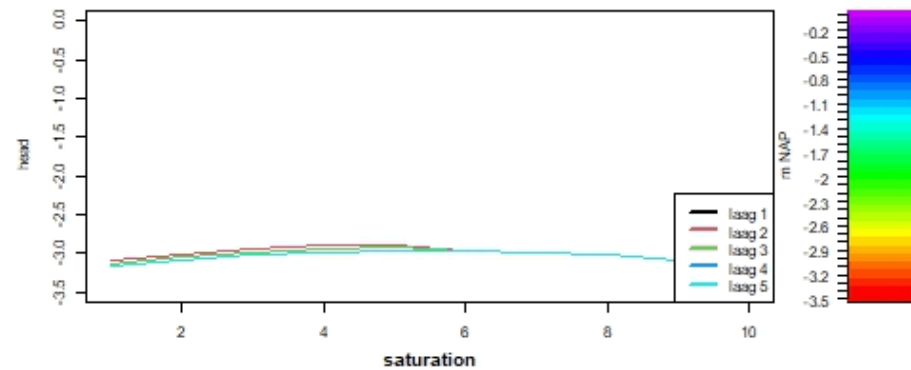
- Gelaagd UZF model gekoppeld aan gelaagd MF6-model



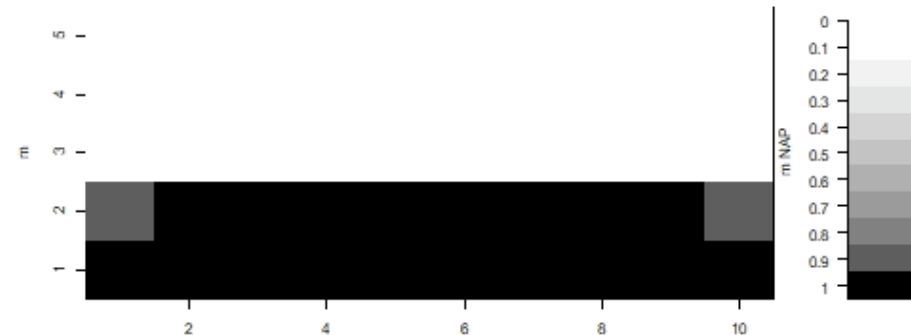
Model 2; resultaten (head)



Tijdreeks invoer UZF

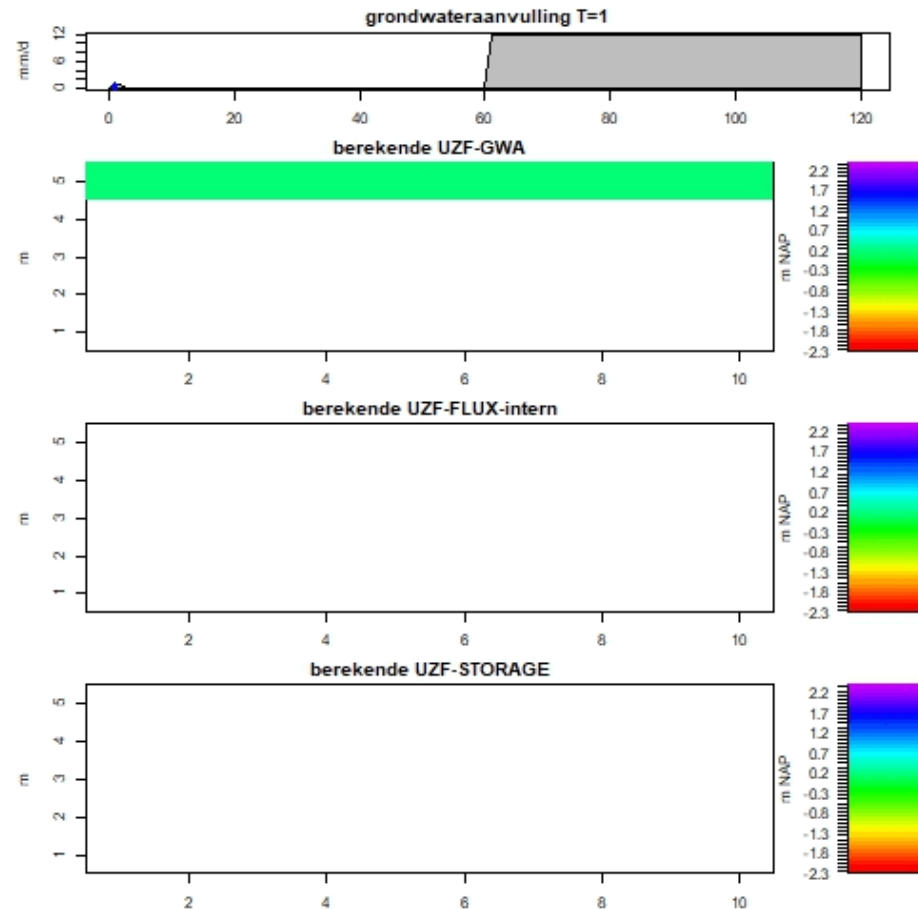


Dwarsprofiel model;
heads per laag



Dwarsprofiel model
saturatie per modelcel
(1=verzadigd)

Model 2; resultaten (UZF-fluxen)



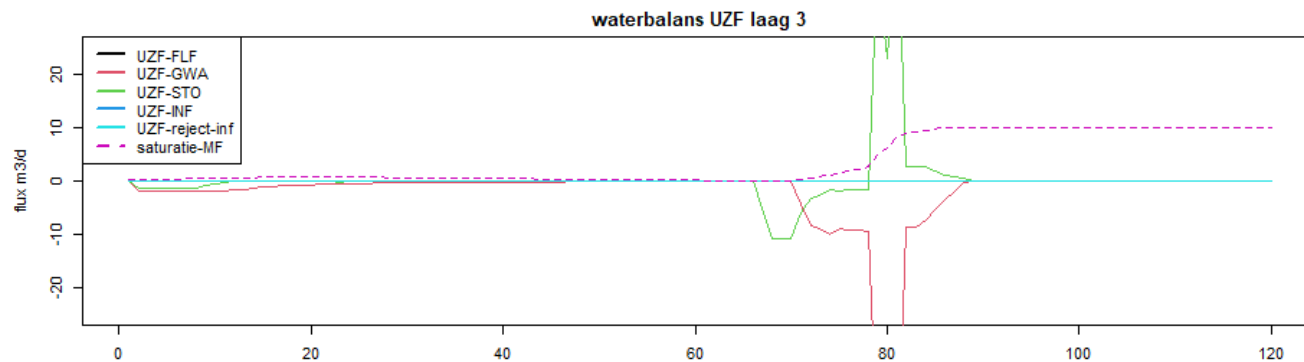
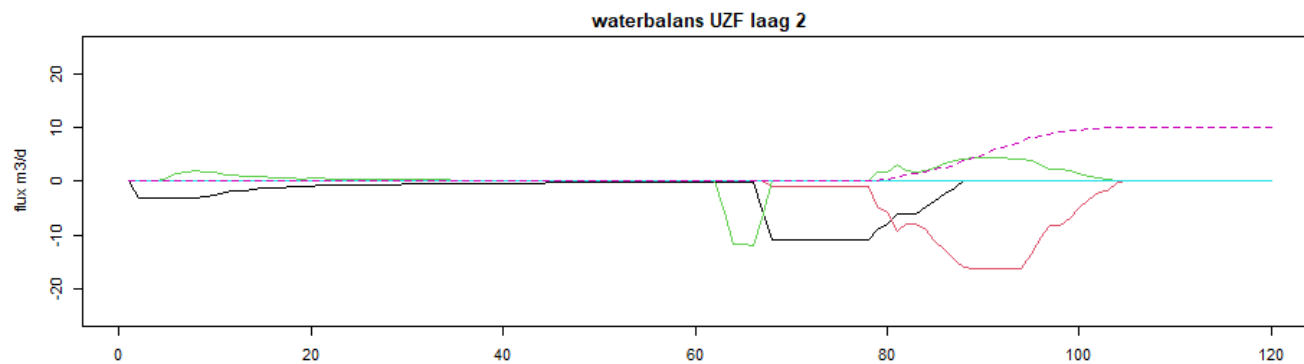
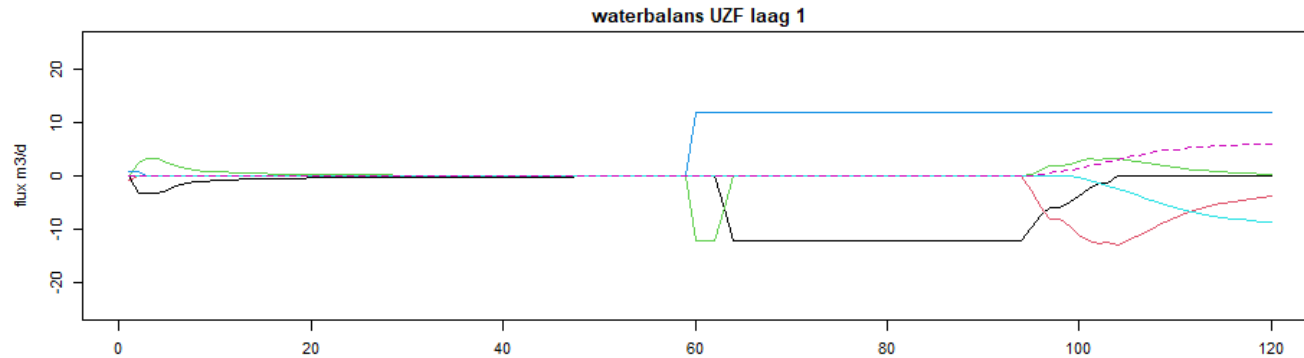
Tijdreeks invoer UZF

Grondwateraanvulling
vanuit UZF richting
MODFLOW

Interne stroming in
UZF-model

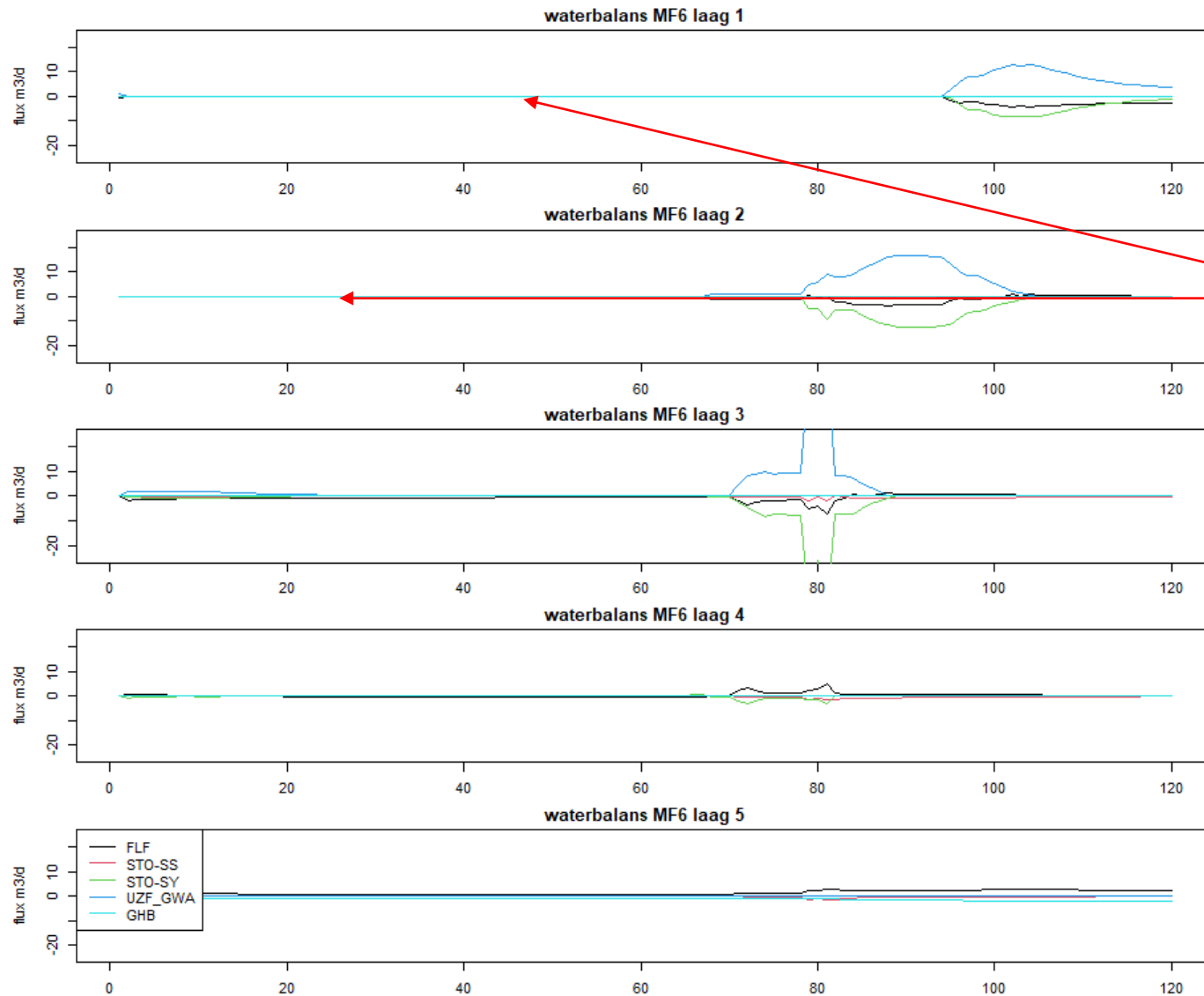
Interne (onverzadigde)
berging in UZF-model

Model 2; resultaten (waterbalans UZF)



- 1- Neerslag in bovenste UZF-laag, zakt naar beneden
- 2- getrapte (onverzadigde) berging over de modellagen
- 3- tijdens verzadiging MF-cellen komt berging weer vrij (positieve term)
- 4- bij volledige verzadiging van de laag 'schakelt' UZF uit.

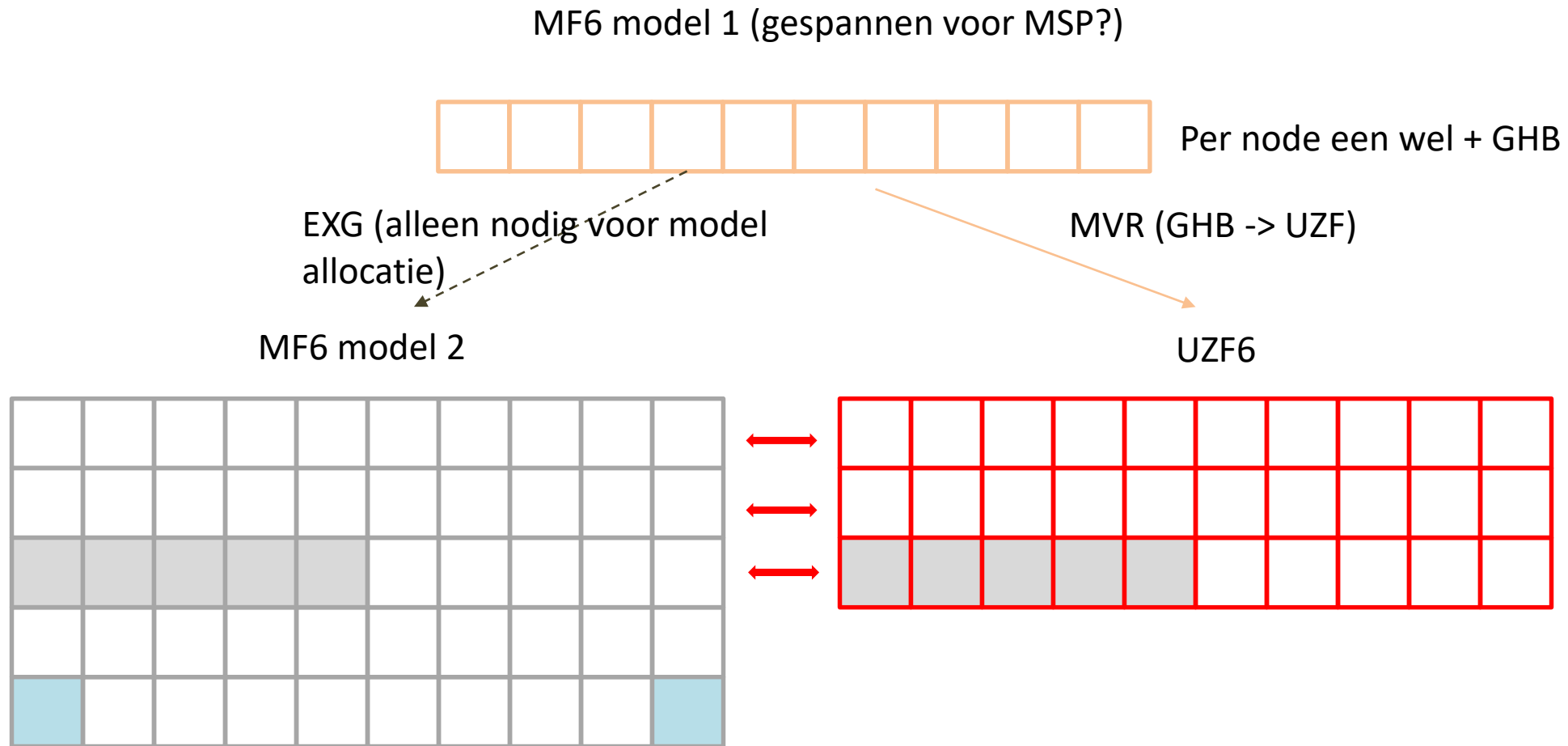
Model 2; resultaten (waterbalans MF)



Grondwateraanvulling vanuit UZF
getrapt over modellagen 1 t/m 3.

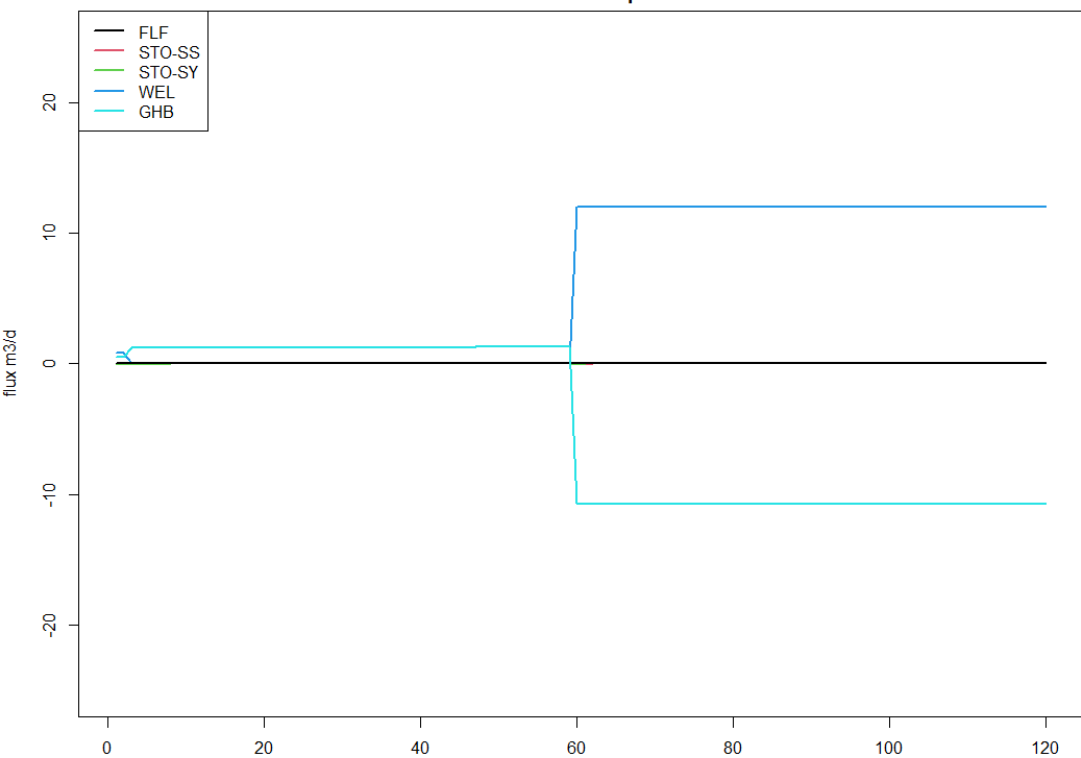
NEWTON: Lagen 1+2 onverzadigd: wel
heads, geen fluxen!

Model 3; koppeling met MetaSWAP



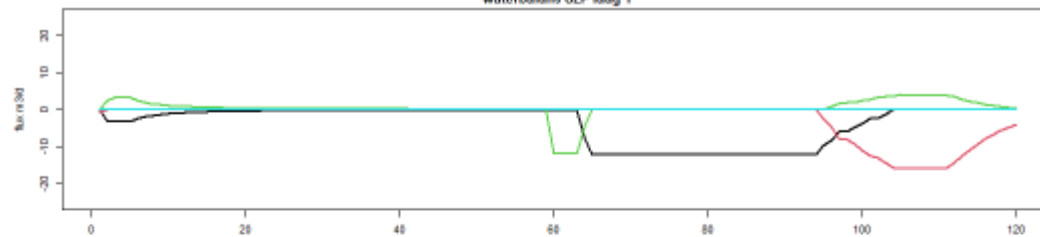
Model 3; resultaten (waterbalans)

waterbalans MF6 top-model 1

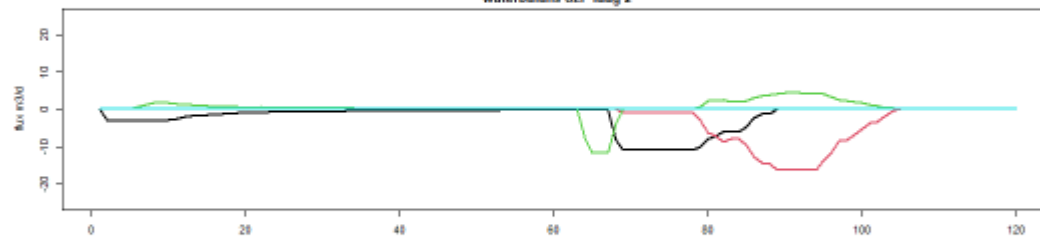


Top model (met MSP)

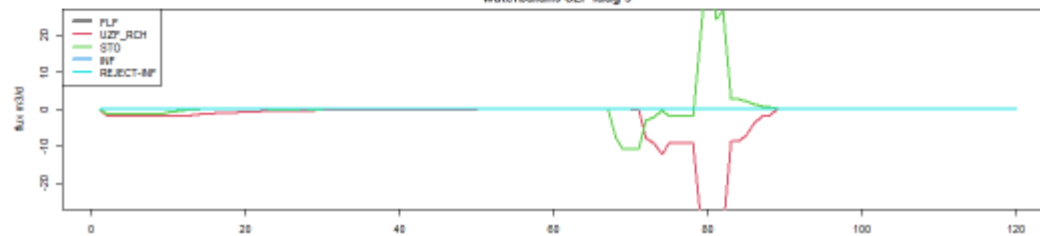
waterbalans UZF laag 1



waterbalans UZF laag 2

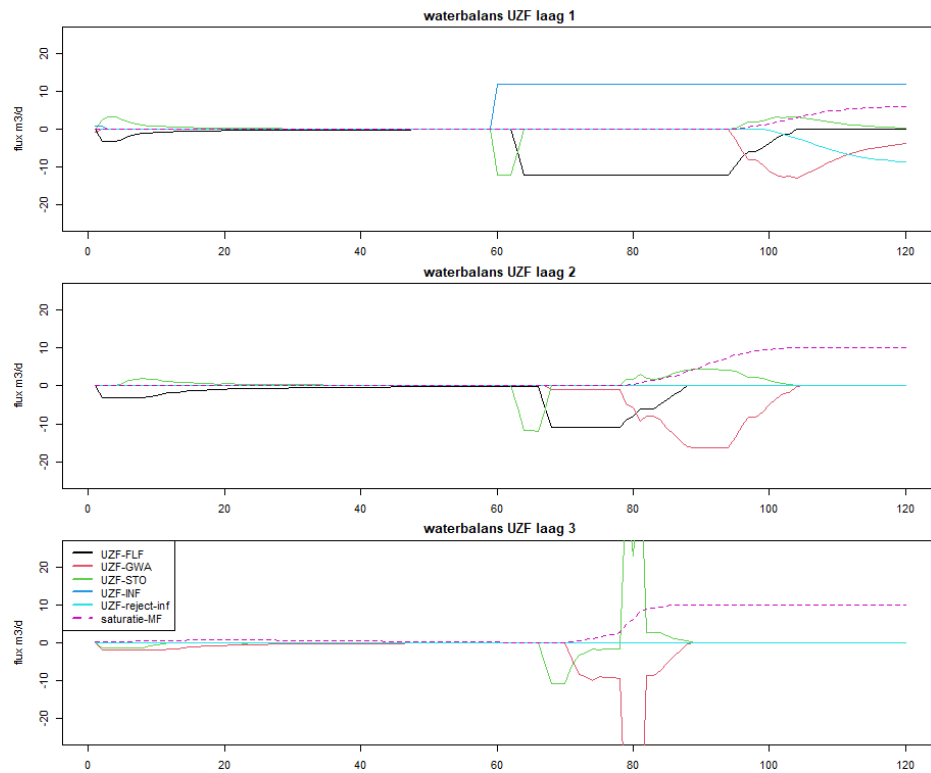


waterbalans UZF laag 3

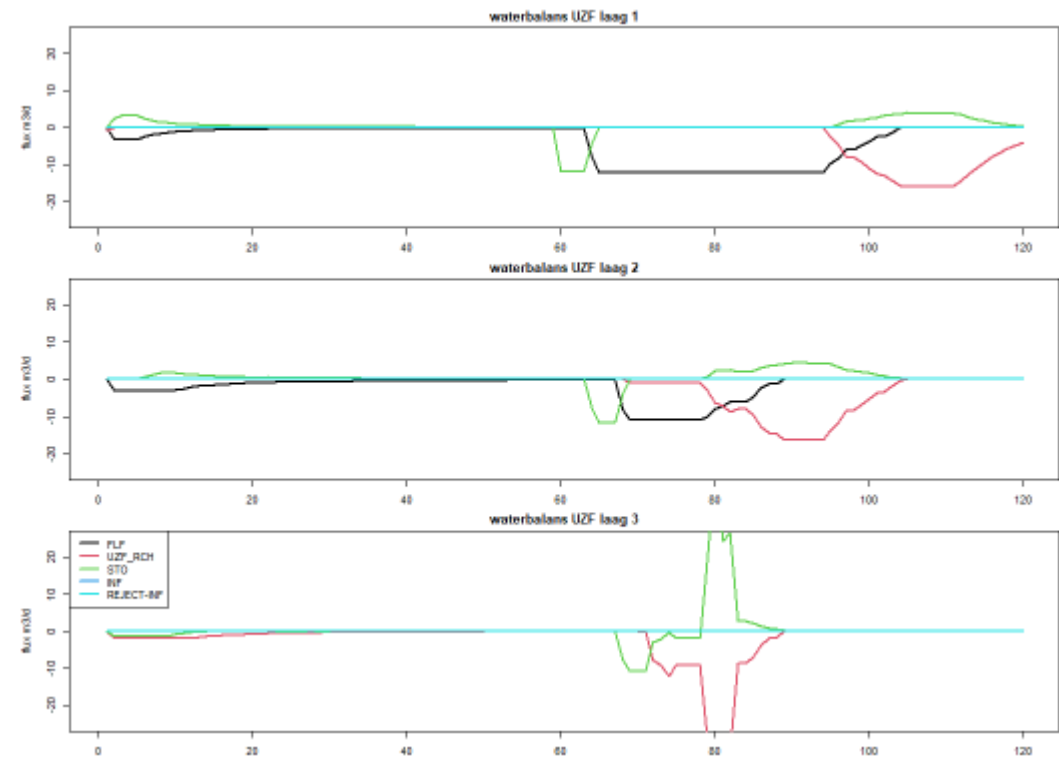


model (met UZF)

Model 3; resultaten (waterbalans)



Model met UZF 'invoer'



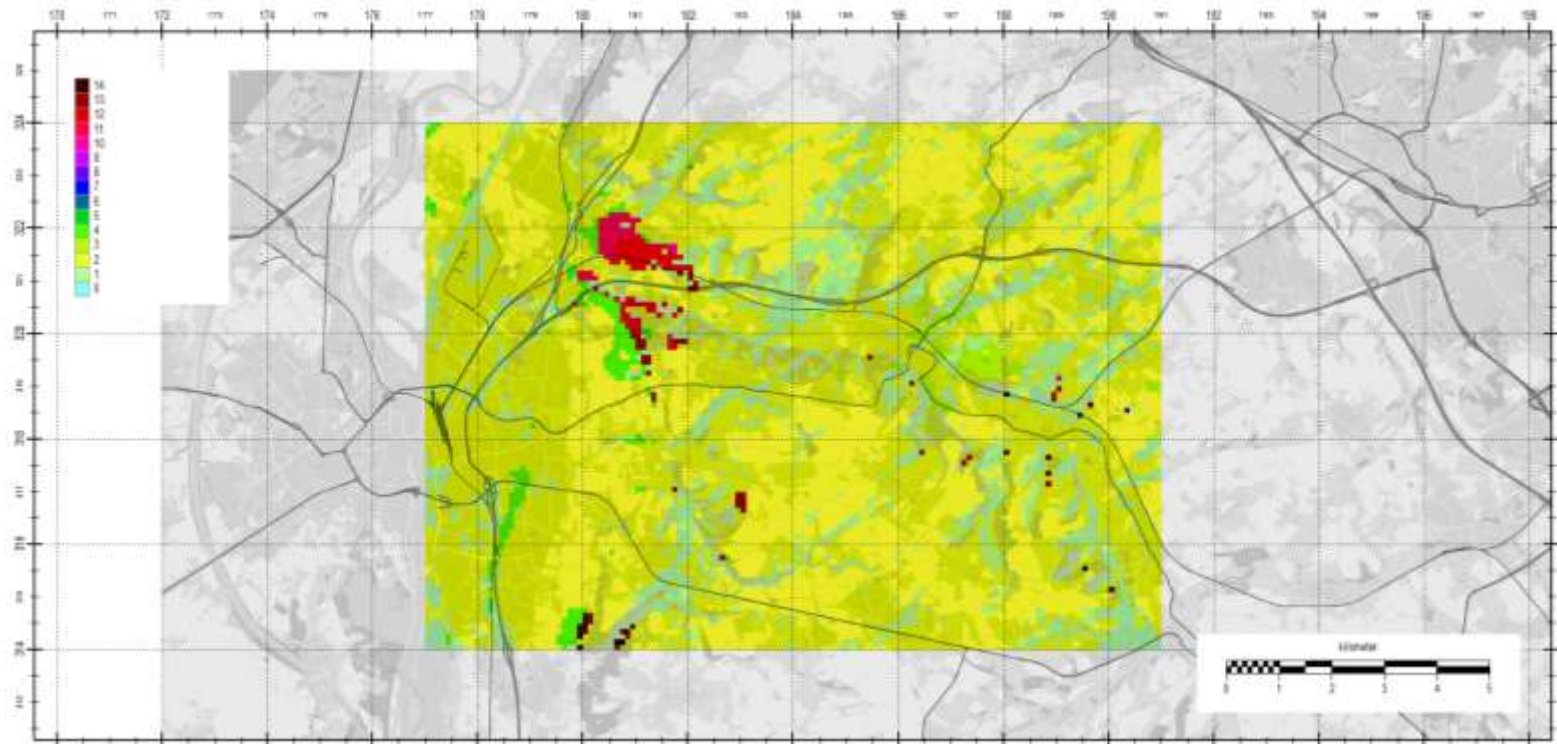
Model met invoer via MVR

Conclusie testmodellen

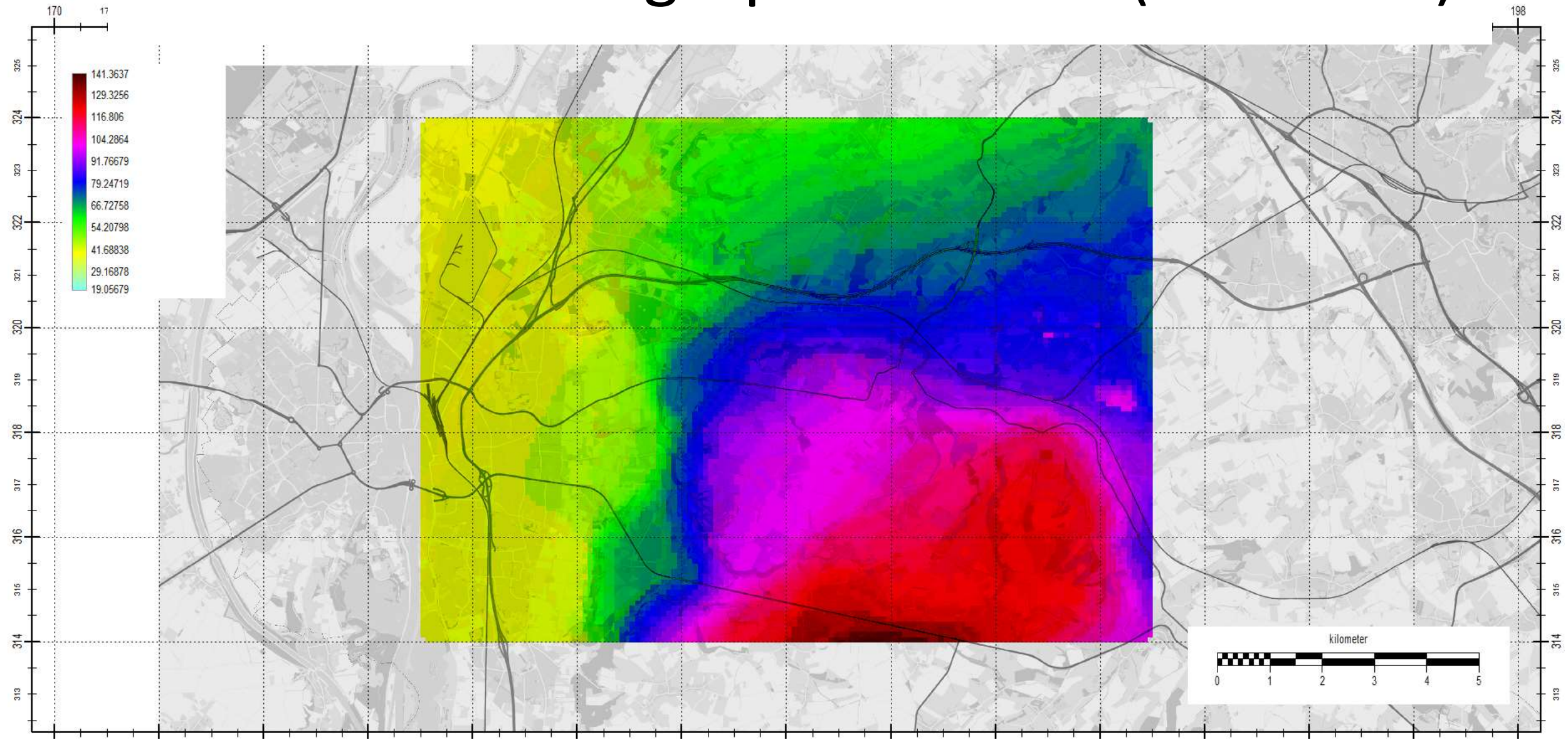
- Freatisch rekenen o.b.v. NEWTON stabiel
- Randvoorwaarden blijven actief omdat cellen niet uitschakelen
 - WEL kan worden gereduceerd
 - CHD/GHB- is aandachtspunt
- UZF draait stabiel en kan uit meerdere lagen worden opgebouwd.
 - UZF- geeft duidelijke vertraging op de GWA
 - UZF aanvoer kan via exchange+mover package
 - UZF-PET kan niet via mover

Test Limburg-model

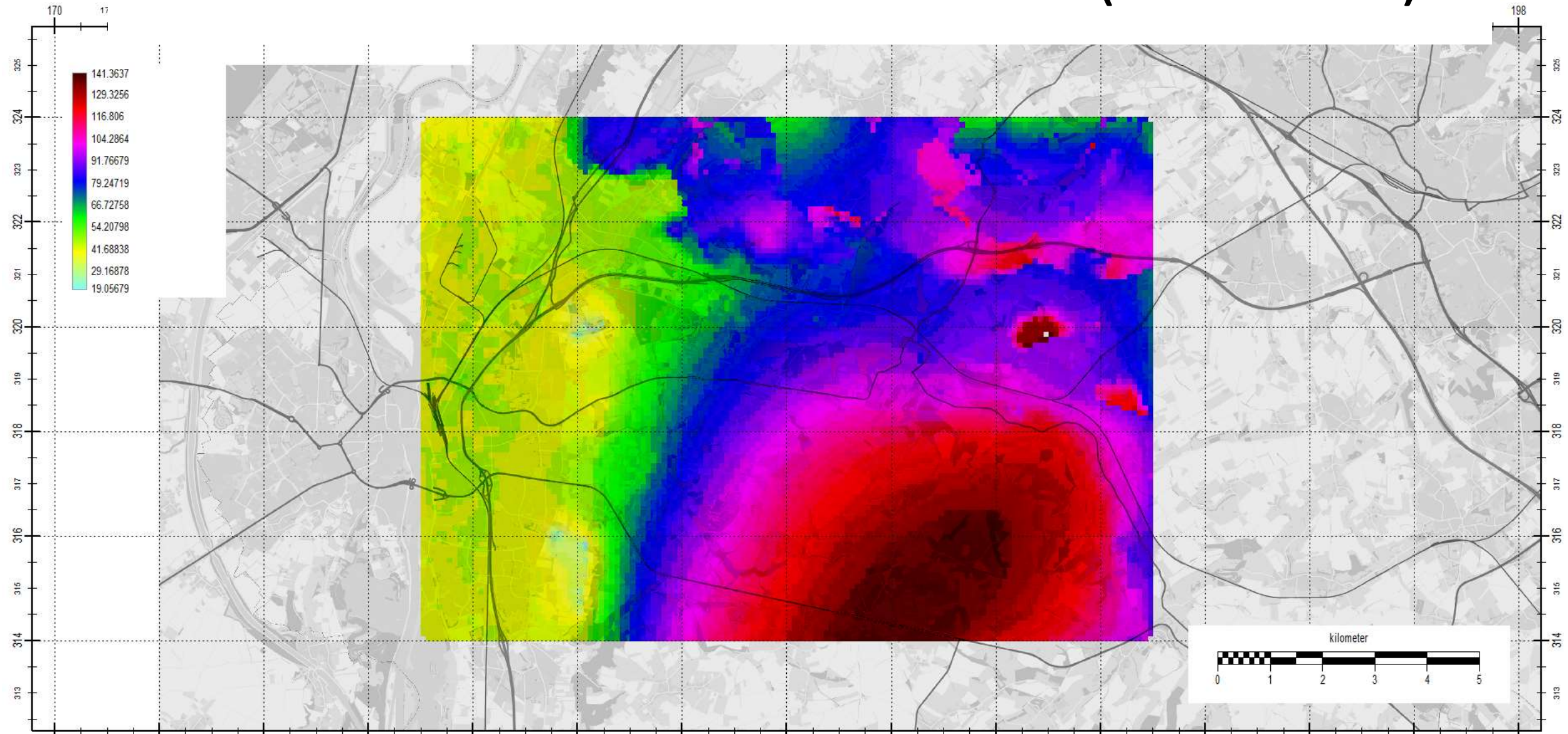
- 3 laags UZF-model (maximaal)
 - iDOMAIN
 - iCELTYPE
 - Min dikte 1 m
- 3 runs
 - RCH (gespannen)
 - RCH (freatisch)
 - UZF (freatisch)



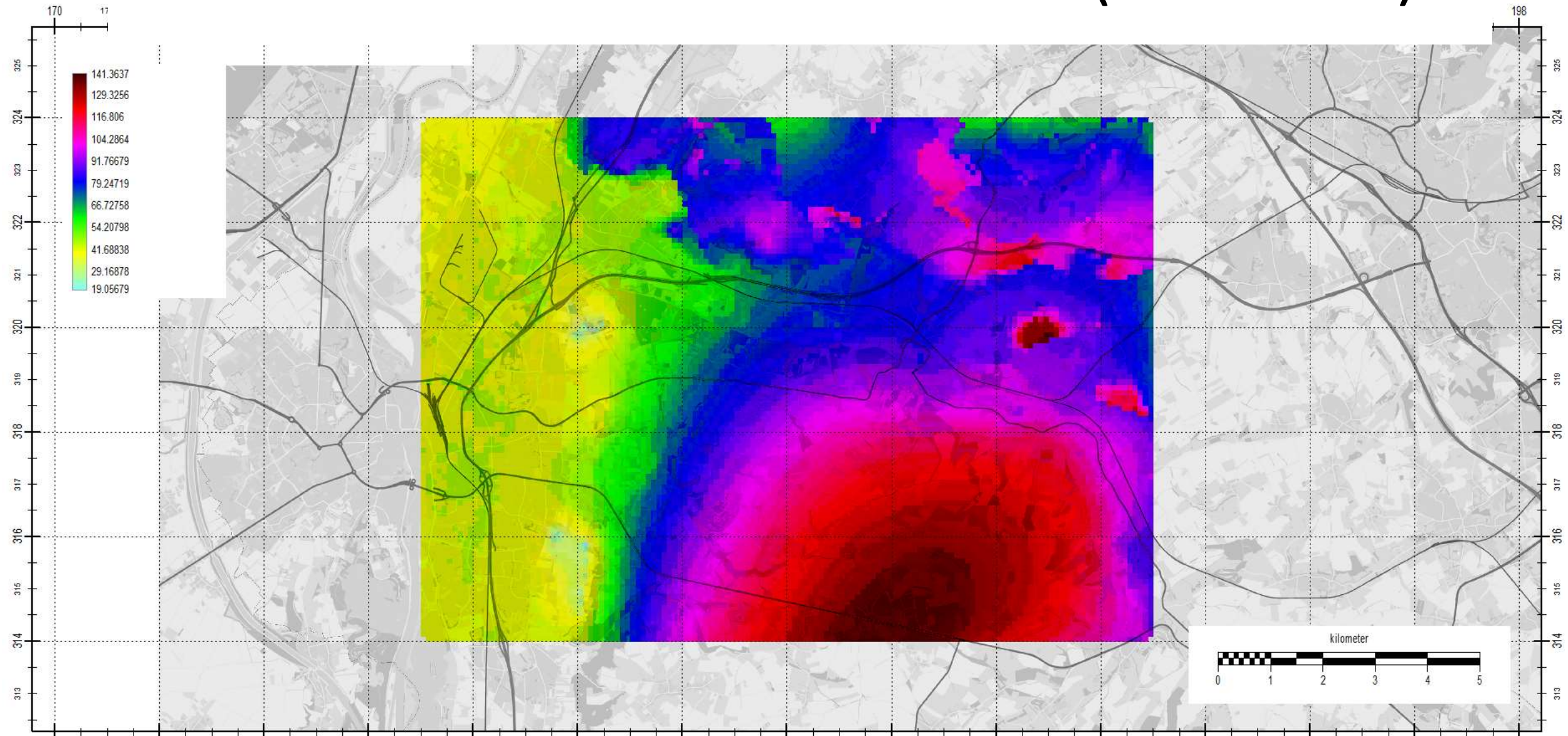
Resultaten head gespannen RCH (stationair)



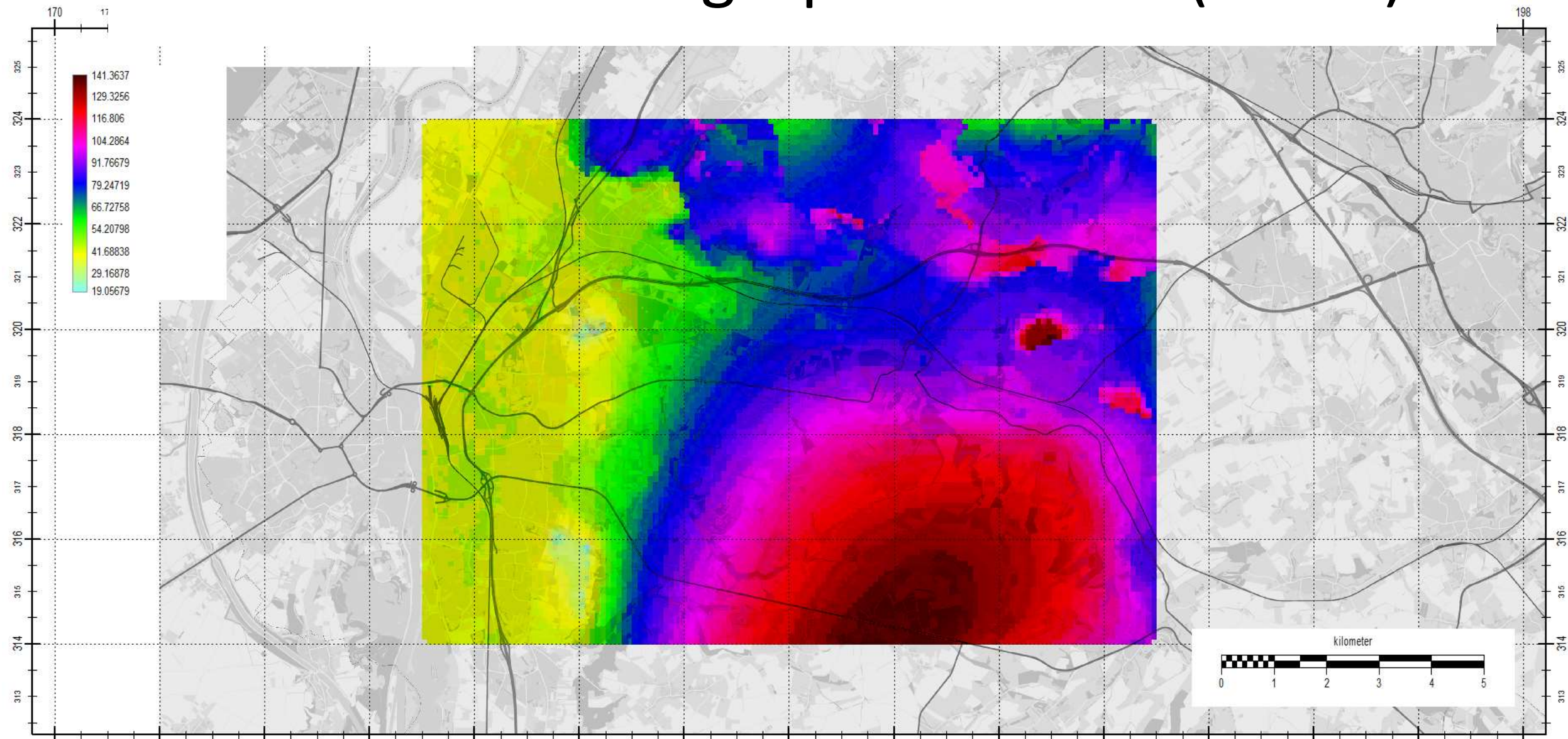
Resultaten head freatisch RCH (stationair)



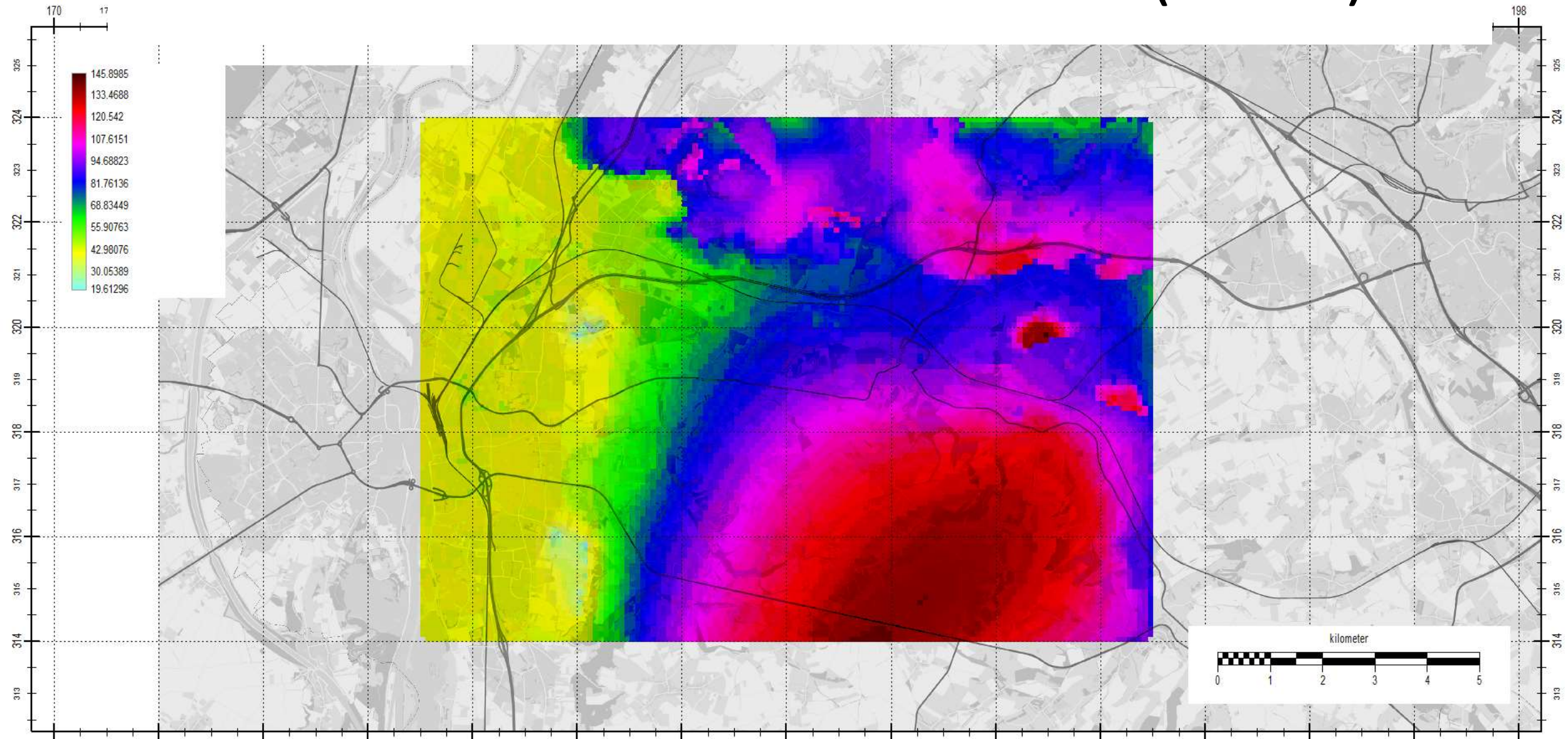
Resultaten head freatisch UZF (stationair)



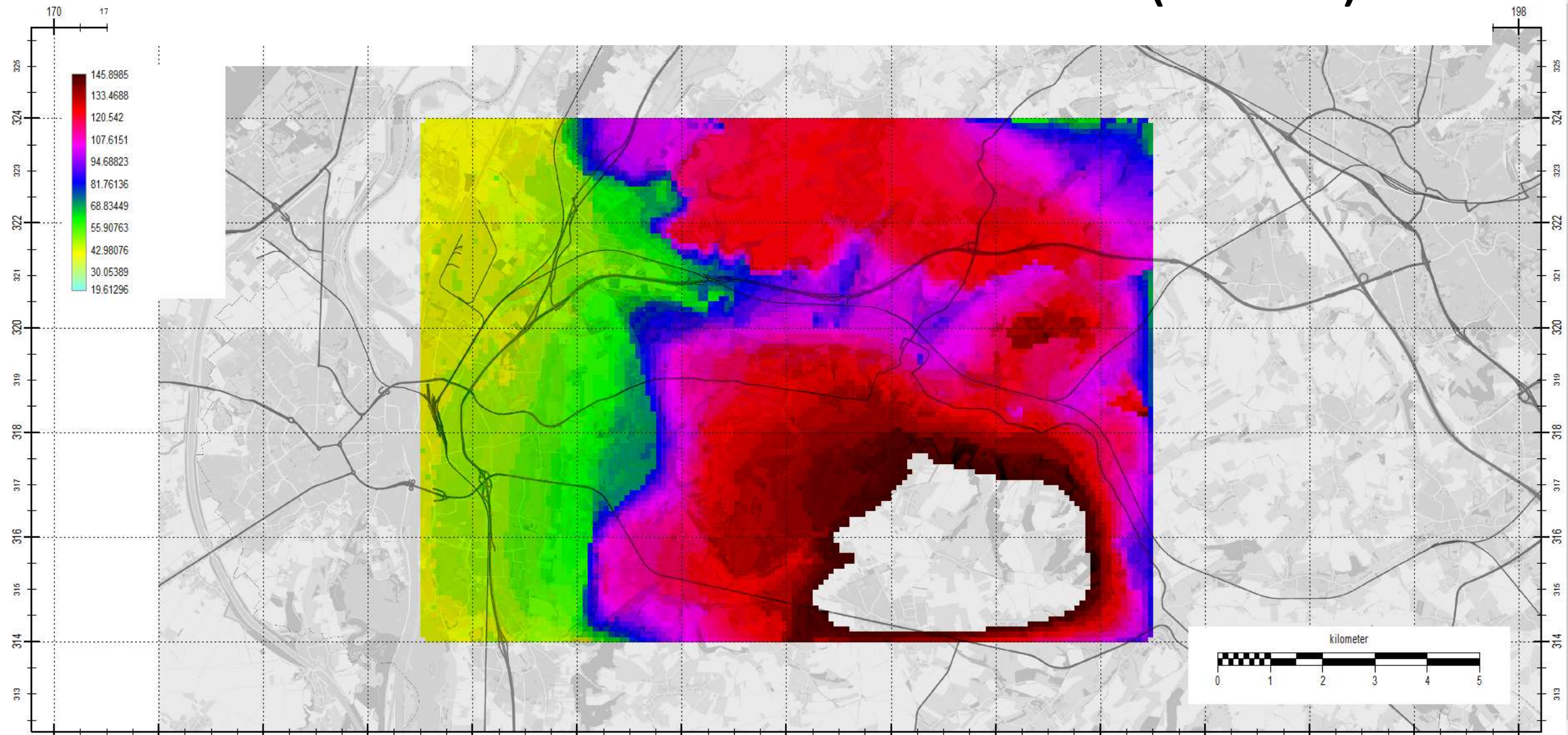
Resultaten head gespannen RCH (t=227)



Resultaten head freatisch RCH (t=227)



Resultaten head freatisch UZF (t=227)



Conclusie Limburg model

- Onverzadigd rekent stabiel, schijnspiegelsystemen berekend
- Onverzadigd + UZF (nog) niet stabiele, convergentie problemen binnen MF + UZF
 - Waarschijnlijk doordat er veel meer water inkomt.

TO DO

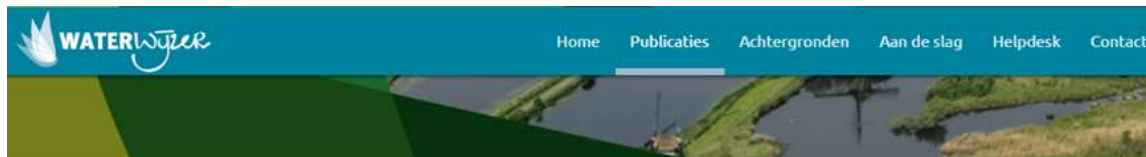
- Koppeling met MetaSWAP uitwerken
- Limburgmodel + UZF verder uitwerken
- Tooling binnen iMOD (meerlaags UZF + UZF-cbc uitlezen?)
- Testen (RHDHV/SWECO)

Tot zover; straks verder met de
andere onderwerpen

Vragen?

3. Validatie

- Eerder uitgevoerd: validatie voor stroomgebied De Raam (Aa en Maas)
- Uit te voeren: validatie op landelijke schaal op basis van Groenmonitordata (droogte) geaggregeerd per BOFEK-Gt-combinatie



Publicatie-overzicht

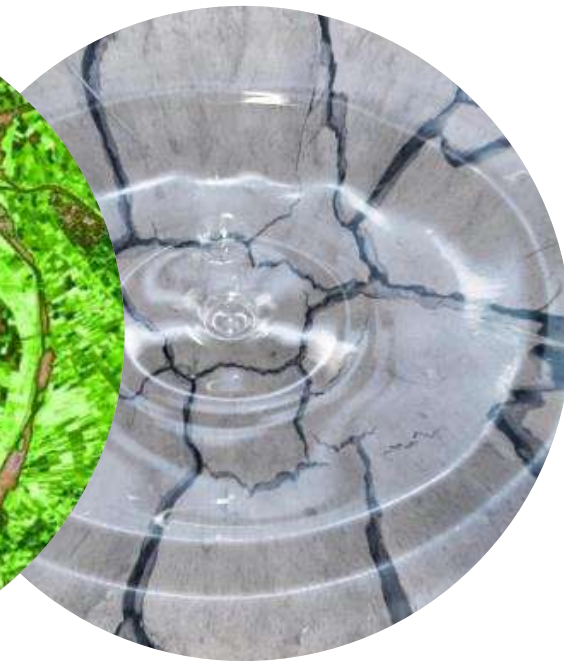
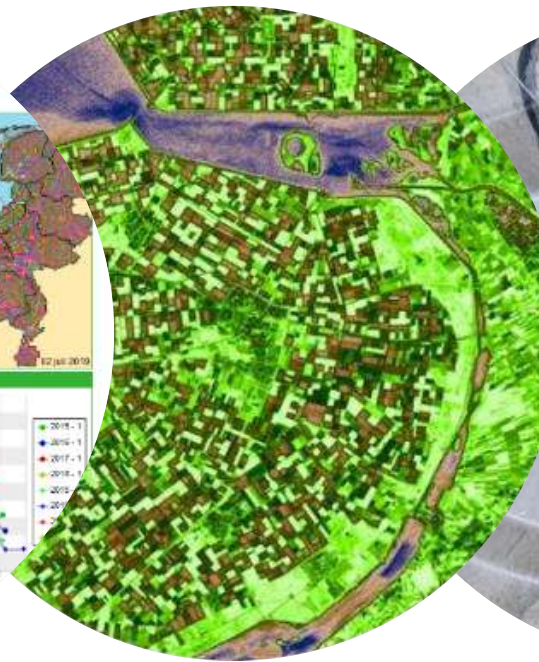
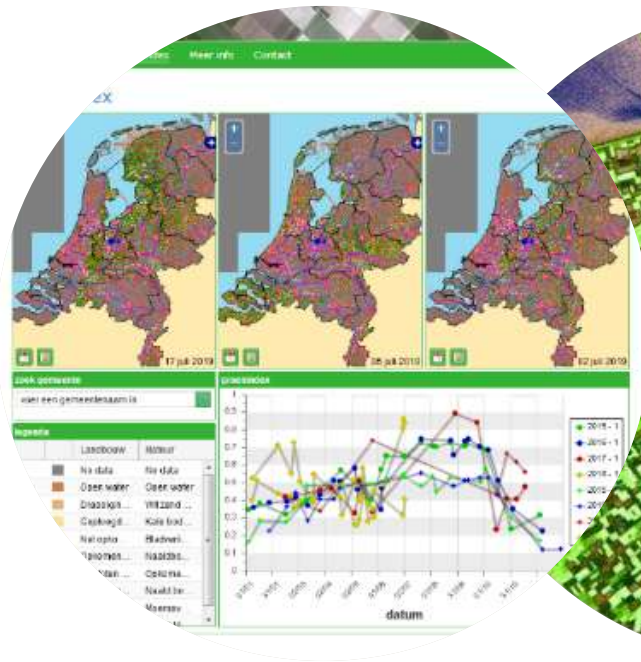
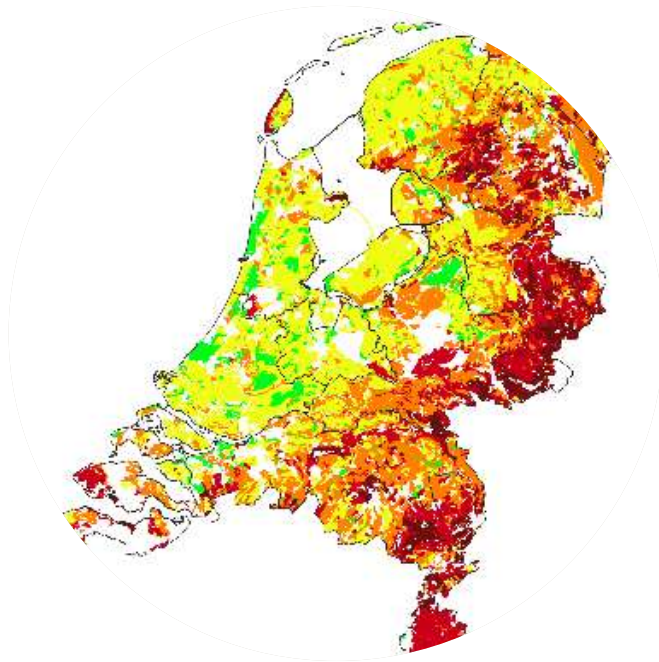
Validatie Waterwijzer Landbouw. Vergelijking modelresultaten Groenmonitor, GRAM en HELP-tabellen

Stowa/Extern:	Stowa
Rapportnr:	2021-48
ISBN:	978.90.5773.953.8
Type:	Rapport
Download:	STOWA 2021-48 validatie WWL defversie.pdf

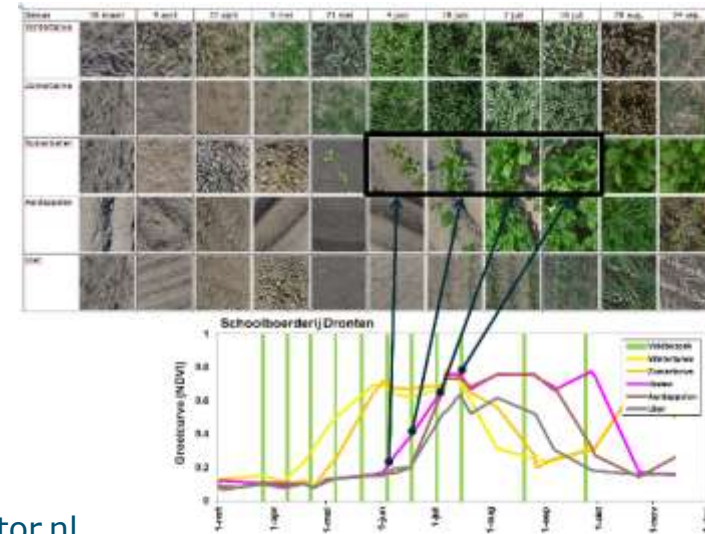


Landbouwkundige droogte obv satellietbeelden

Waar en in welke mate is er sprake van droogte obv NDVI satelliet data (groenmonitor.nl)?
Wouter Meijninger & Gerbert Roerink (WENR)



Groenmonitor.nl



Groenmonitor.nl

- Monitoren van de groenindex (NDVI) op hoge resolutie door het jaar heen: verloop NDVI curves door het groeiseizoen, impact van weersomstandigheden (droogte, water overlast, plagen, ziektes, etc.) en menselijke activiteiten (oogsten, maaien, beregenen, etc.) op de groei van planten

Toepassingen:

- gewasmonitoring (schade tgv droogte, water overlast, muizenplagen, ganzen, gras hoogte, maai momenten, etc.)

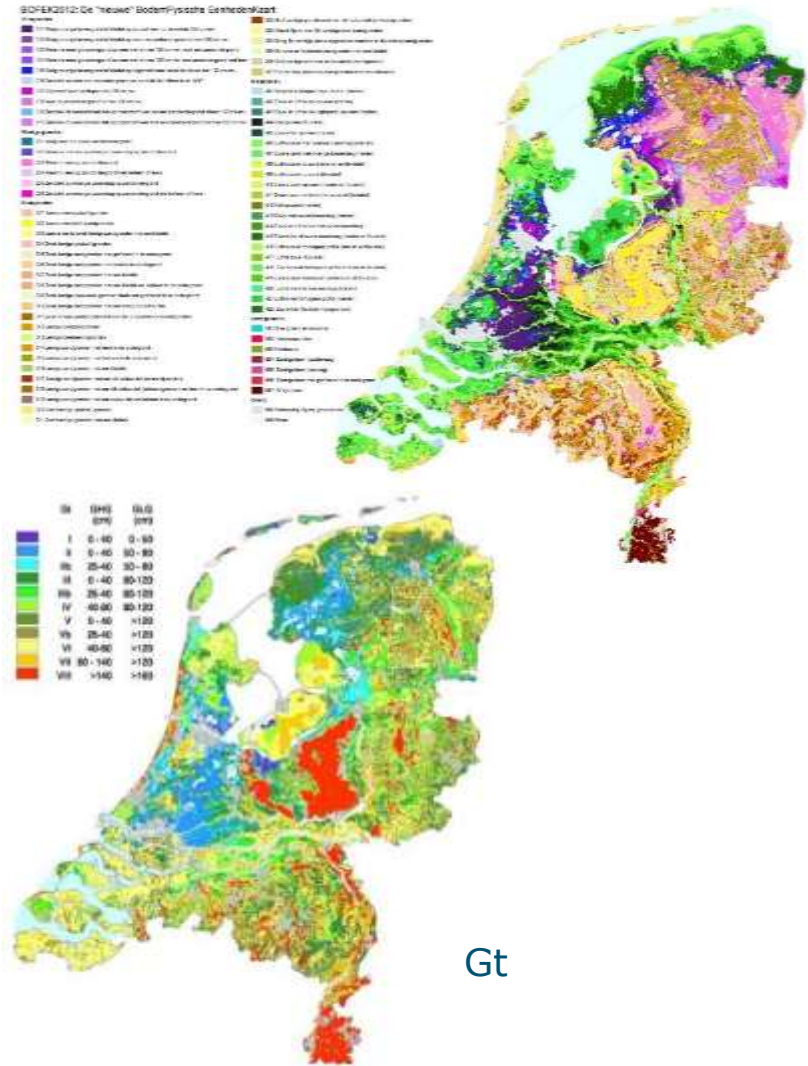
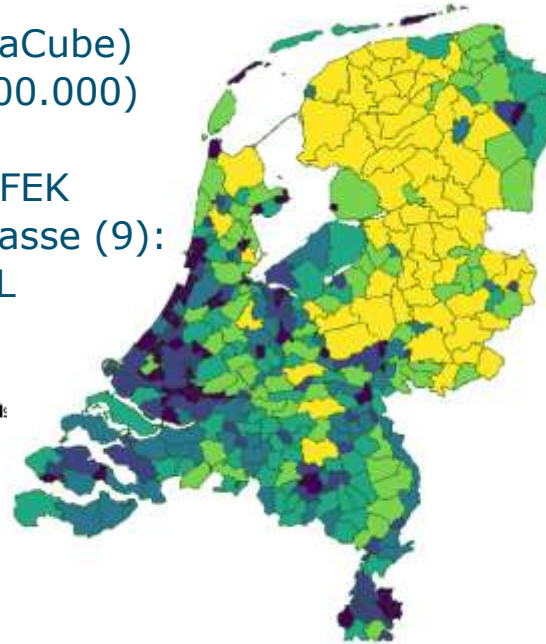
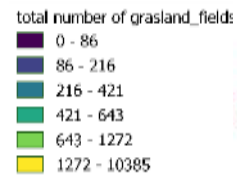
NB: Geen verdamping

Methodiek

RS-data (10m, 25m)
(Groenmonitor.nl)

BRP percelen (AgroDataCube)
Grasland percelen (>500.000)

Geaggregeerd naar BOFEK
eenheid (74) & GWT klasse (9):
~400 combinaties in NL

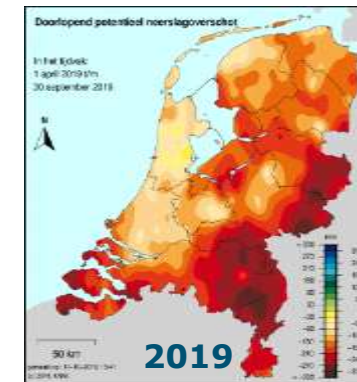
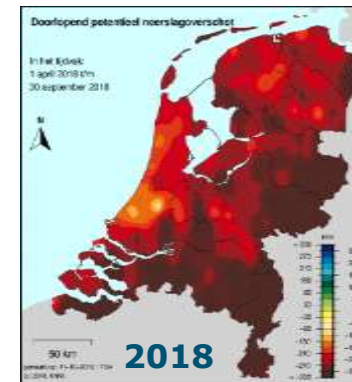
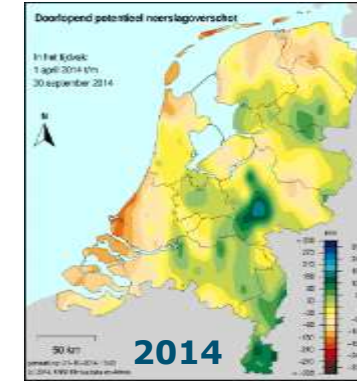


Gt

Landbouwkundige droogte obv satellietbeelden

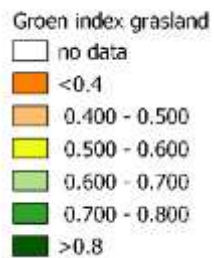
Volgende slides tonen:

- Het verloop vd groenindex (NDVI) grasland per maand voor Nederland
- Voor de jaren:
 - 2014 ('normaal' jaar)
 - 2018 (droog jaar)
- Geaggregeerd per bodemfysische eenheid (BOFEK)

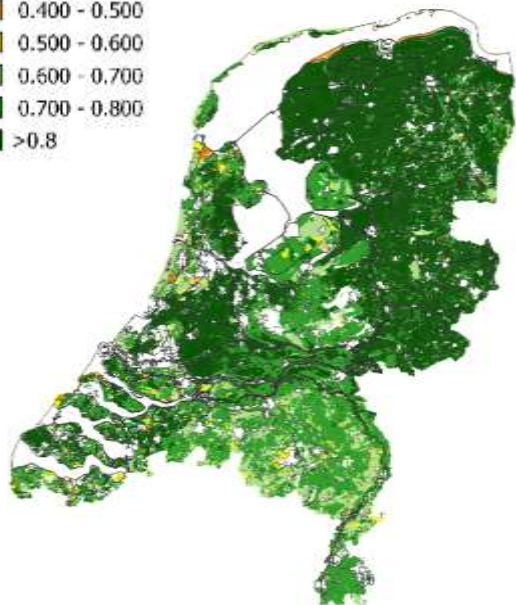


Potentieel neerslag overschot (knmi.nl)

Groen index 2014 – grasland percelen BOFEK-eenheid



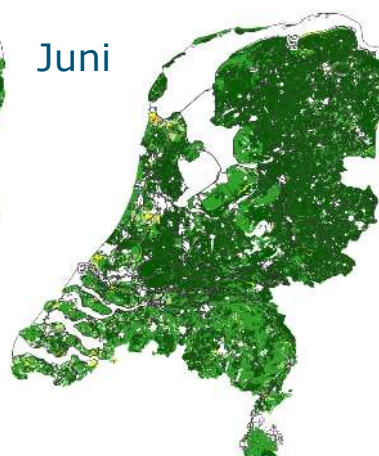
April



Mei



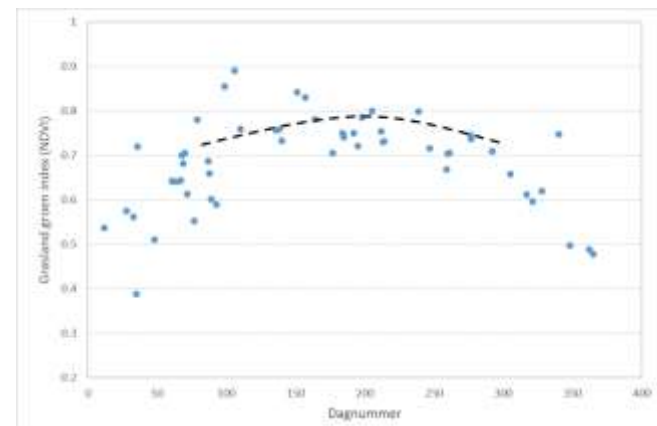
Juni



Juli



Aug

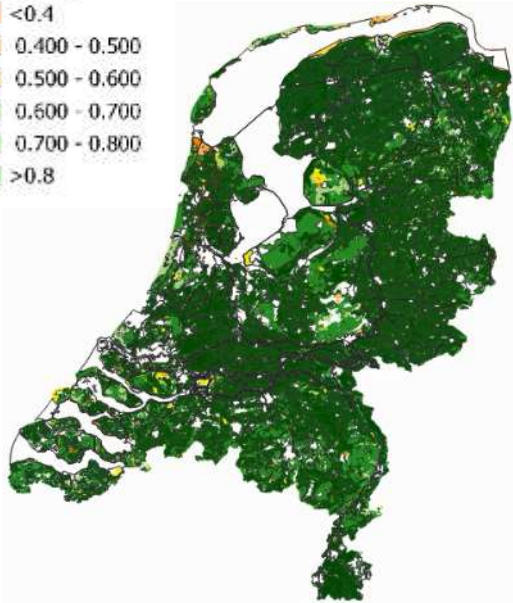


Groen index 2018 – grasland percelen BOFEK-eenheid

Groen index grasland

- no data
- <0.4
- 0.400 - 0.500
- 0.500 - 0.600
- 0.600 - 0.700
- 0.700 - 0.800
- >0.8

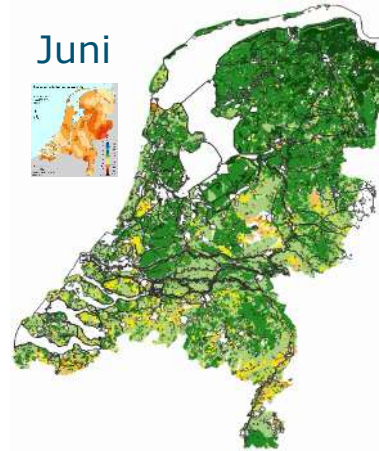
April



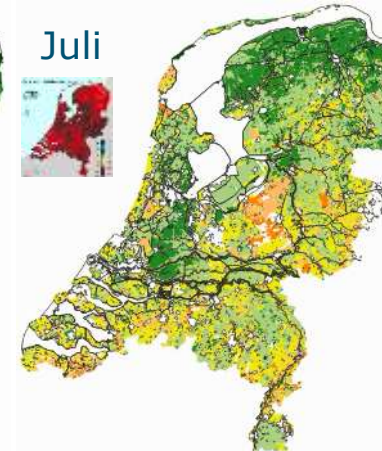
Mei



Juni



Juli



Aug



Sept



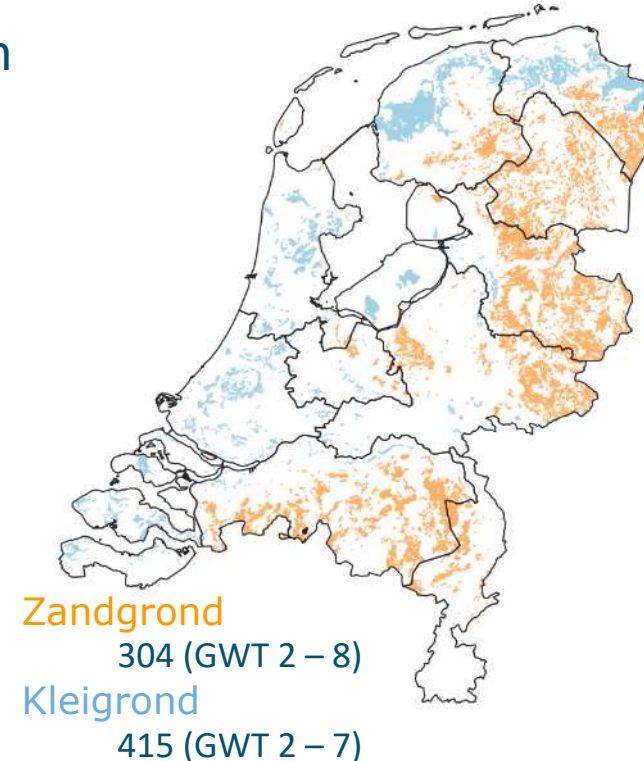
Okt



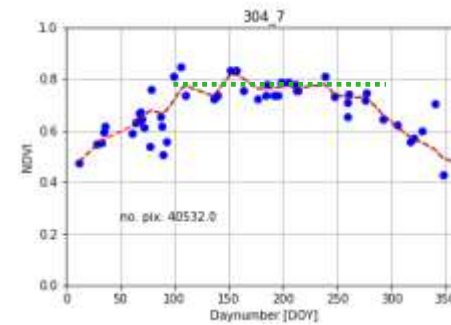
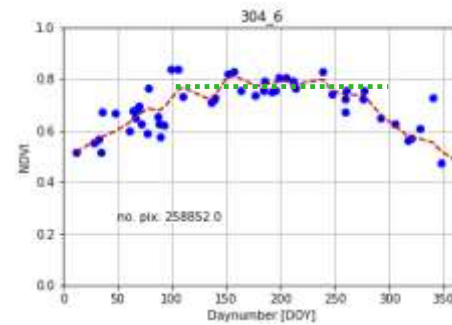
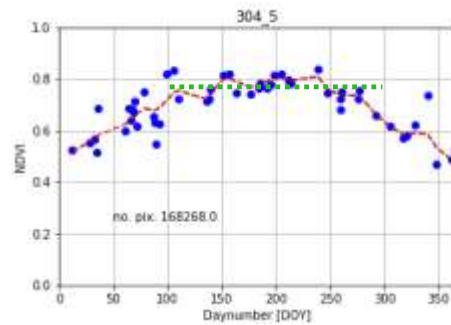
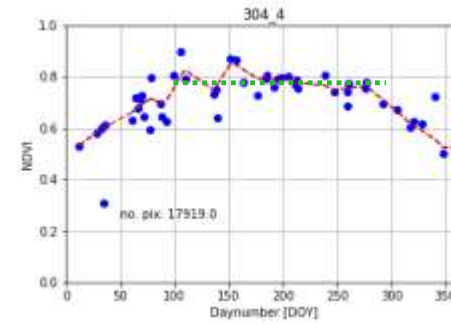
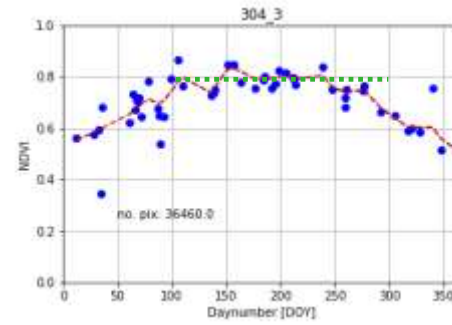
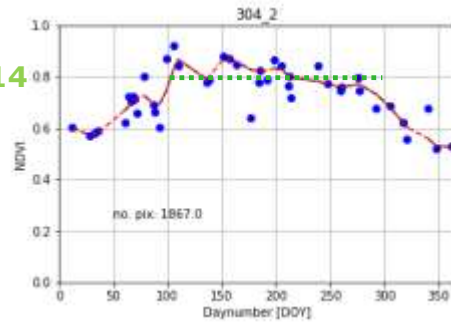
Landbouwkundige droogte obv satellietbeelden

Verloop Groenindex (NDVI) grasland voor een specifieke bodem per grondwatertrap

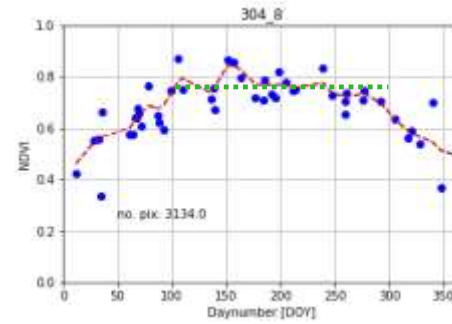
- Dit hebben we gedaan voor:
 - BOFEK-eenheid 304 = meest voorkomende zandgrond: zwak lemige veldpodzolgrond
 - BOFEK-eenheid 415 = veel voorkomende zware rivierklei of zeelei



2014

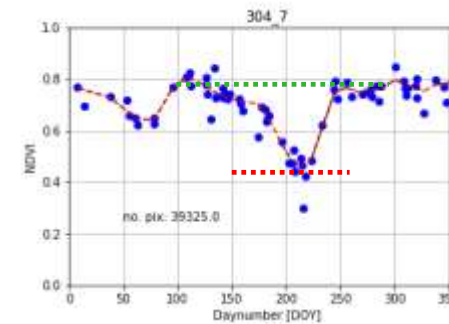
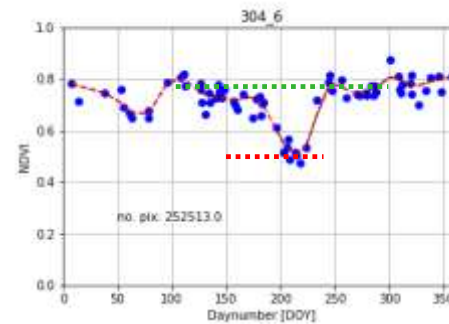
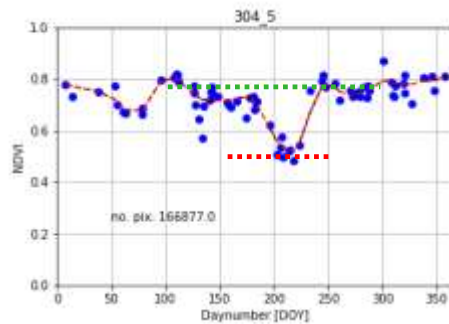
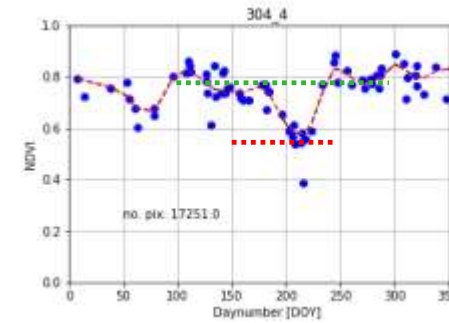
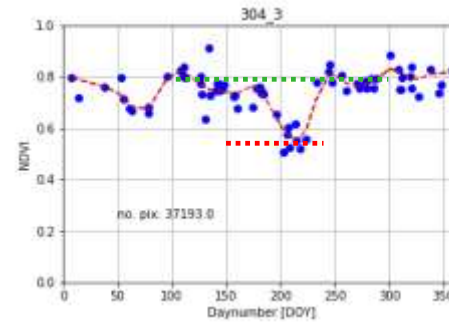
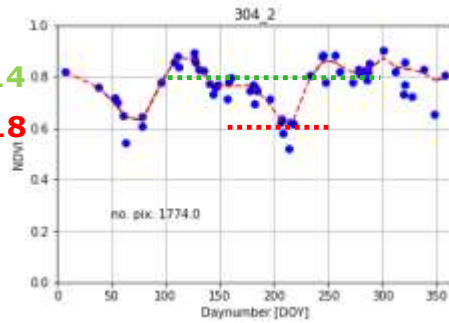


Gt II (2) t/m VIII (8)

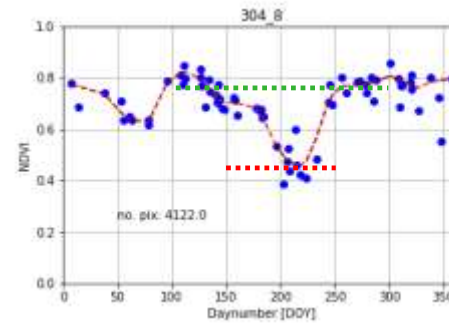


Verloop groenindex 2014
zandgrond (304) per Gt

2014
2018



Hoe 'droger' de Gt
des te groter het effect
op de groenindex
(de actuele droogte)



Verloop groenindex 2018
zandgrond (304) per Gt

3. Validatie

- Uit te voeren: validatie SWAP-WOFOST op landelijke schaal op basis van Groenmonitordata (droogte) geaggregeerd per BOFEK-Gt-combinatie
- Voorwerk deels verricht, planning afgerond eind 2022

Tenslotte

4. Aansturing WWL – WWN gelijkschakelen

-Actie KWR + WENR: klaar na zomervakantie

5. Communicatie / publicaties

-Gebruikersmiddag 2 juni

-Gepland: twee rapporten

-modelverbeteringen

-validatiestudies

Overige ontwikkelingen

- B&O WWL wordt onderdeel van NHI;
- Investeringsplan NHI onverzadigde zone mogelijk na zomer 2022 van start, betreft datastromen en automatisering = geen conceptuele modelverbetering;
- Toekomstplan (meerjarenplan) onverzadigde zonemodellering ligt als offerte bij STOWA/RWS – o.a. uitwerken modulaire opzet, maar ook verkennen SciML

Verbeterwensen 2-6-2022

- Verder met validatie
- Kwantificeren onzekerheid
- Gebruiksgemak (rekentijd WWL-regionaal)
- Kleigronden
- Meer meteostations
- Zoutschade (berekening + kwel)

Bedankt voor de aandacht!
Vragen?



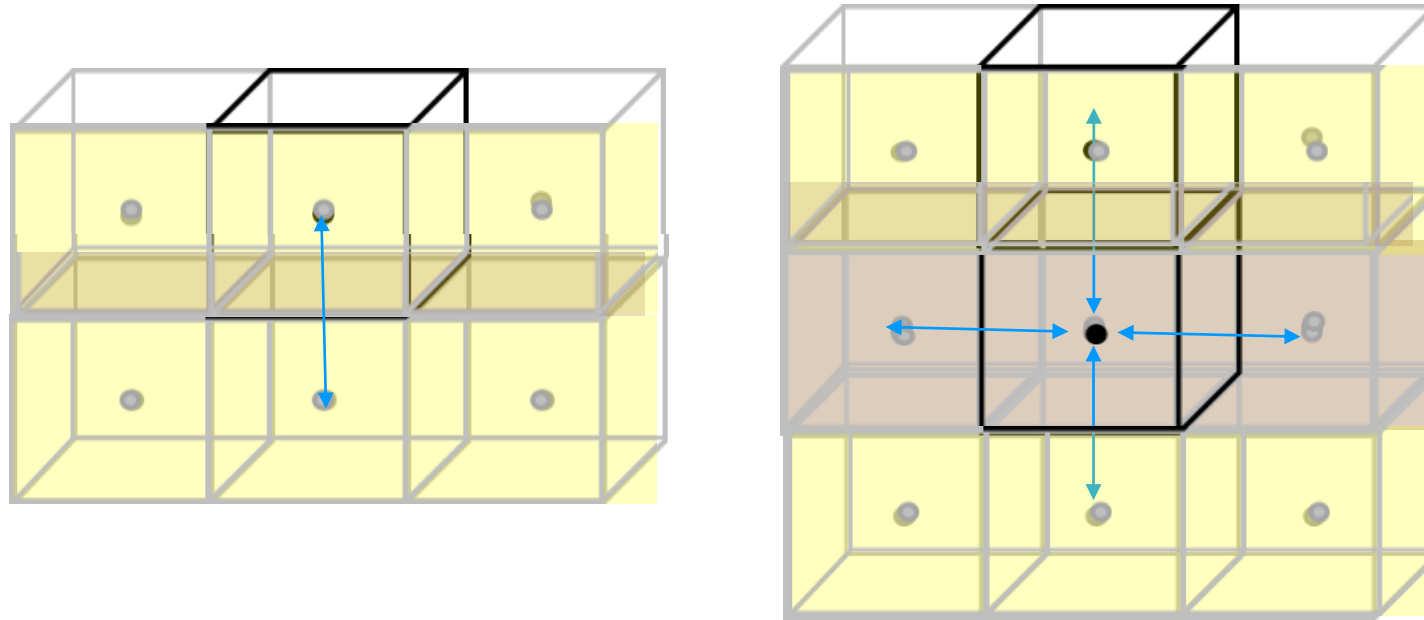
Overzicht ontwikkelingen

TKI NHI 2021 – 2022
conceptuele modelverbetering NHI /WW

27 juni 2022



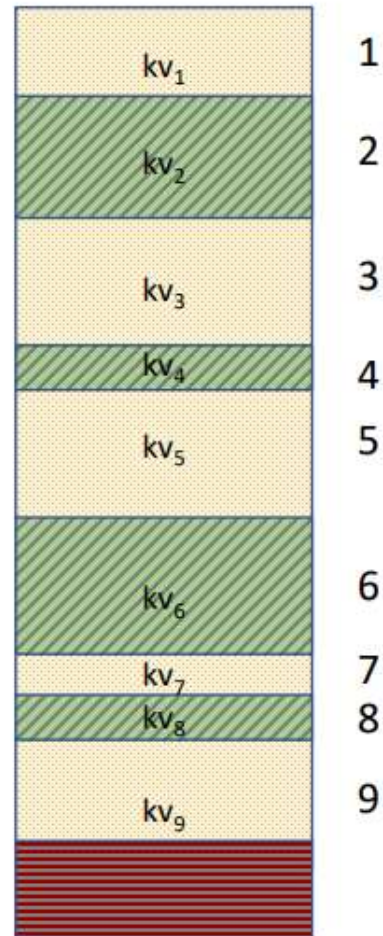
Versneld rekenen in MODFLOW 6 (Dupuit-Forchheimer Leeft)



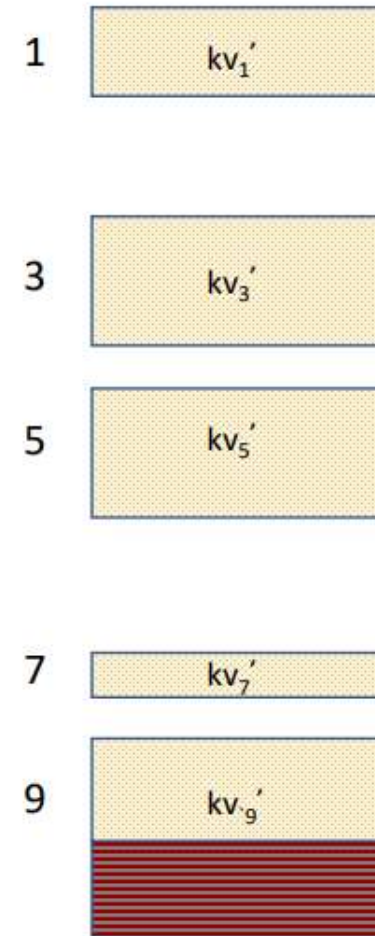
Versnelling: want halvering aantal lagen (+1)

Mf6 model 9 laags met actieve c-lagen

$$c_2 = \frac{0.5 \times d_1}{kv_1} + \frac{d_2}{kv_2} + \frac{0.5 \times d_3}{kv_3}$$



Mf6 model 5 laags zonder actieve c-lagen



$$c_2 = \frac{0.5 \times d_1}{kv'_1} + \frac{0.5 \times d_3}{kv'_3}$$

En deze kiezen we constant en willekeurig bv $kv'_9=0.001$
De overige 4 kv' waarden kunnen we met terug substitutie uitrekenen en kunnen < 0 worden

In MODFLOW6: via kv`

laag nr	d [m]	kv [m/d]	c [d]		
1	10	1		kv1'	9.92E-06
2	5	0.001	5010	c1	5010
3	20	2		kv2'	-2.00E-05
4	10	0.01	1018	c2	1018
5	50	3		kv3'	5.00E-05
6	3	0.02	195	c3	195
7	40	1		kv4'	-4.00E-05
8	5	0.04	147	c4	147
9	10	3		kv5'	0.000010

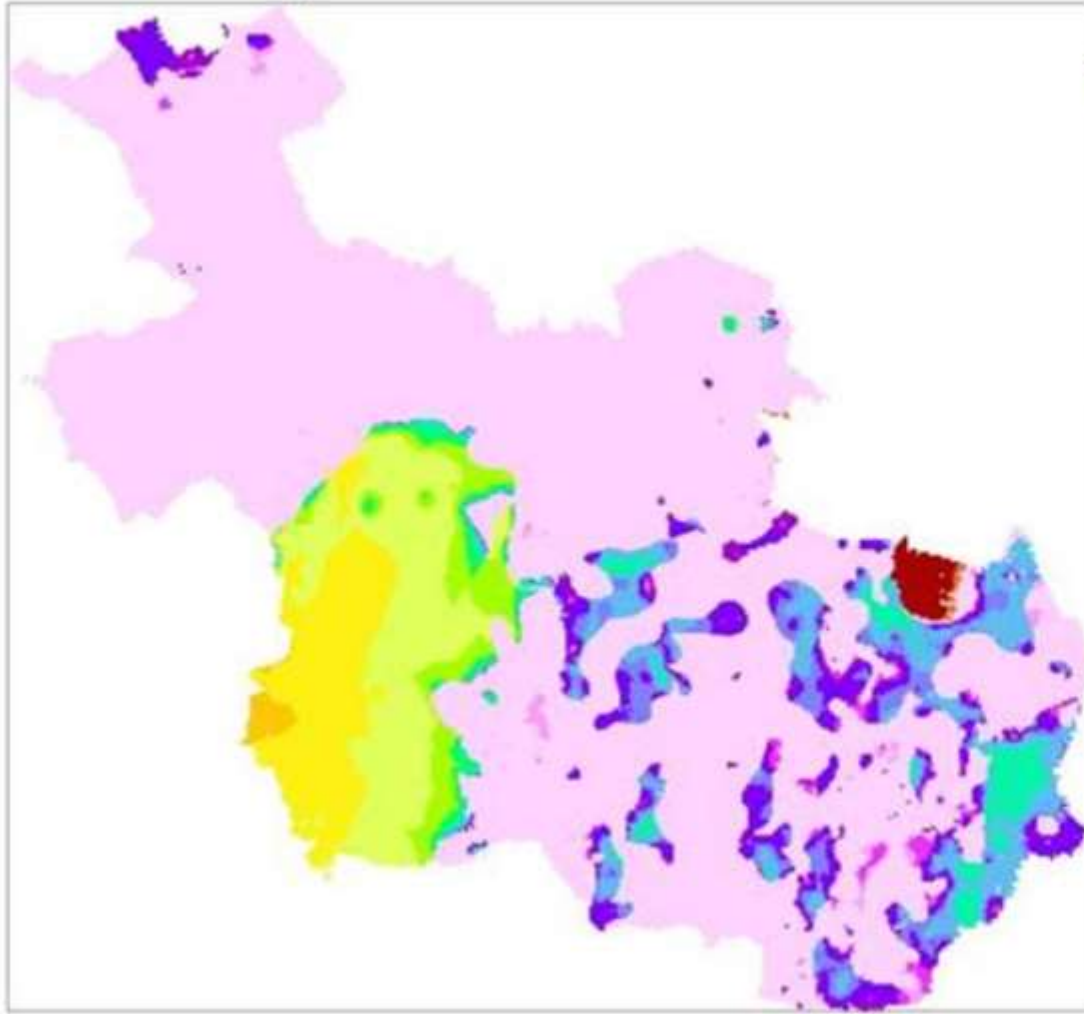
Vraagt om negatieve verticale doorlatendheden (k33)

MODFLOW6 laat dit niet toe, vanwege de parametercontroles

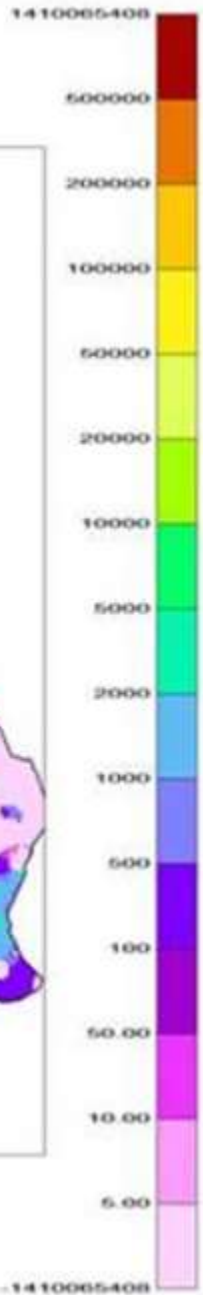
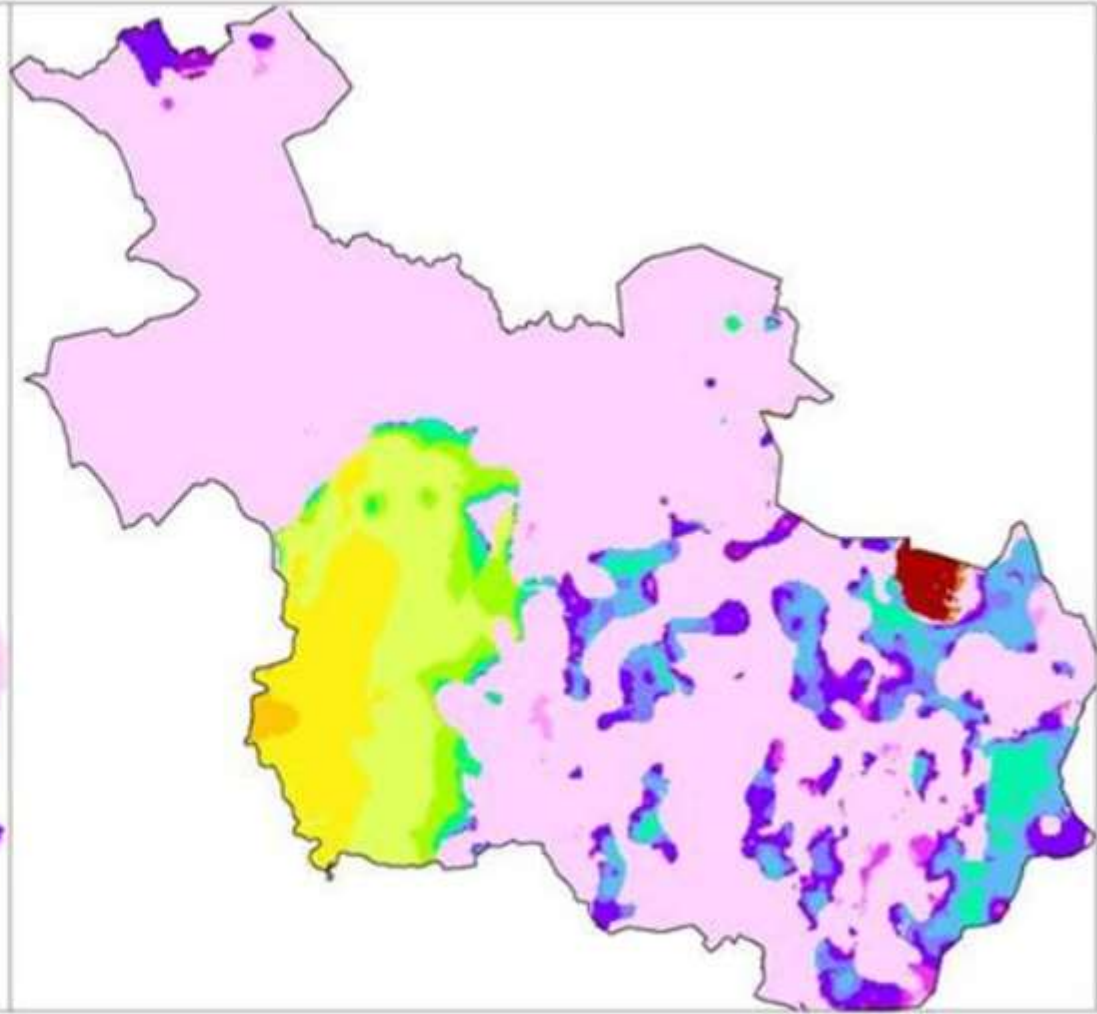
```
1930 ! -- check k33 because it was read
1931 if (this%ik33 /= 0) then
1932 !
1933 ! -- Check to make sure values are greater than or equal to zero
1934 nerr = 0
1935 do n = 1, size(this%k33)
1936 if (this%ik33overk /= 0) this%k33(n) = this%k33(n) * this%k11(n)
1937 if (this%k33(n) <= DZERO) then
1938 nerr = nerr + 1
1939 if (nerr <= 20) then
1940 call this%dis%node_to_string(n, cellstr)
1941 write(errmsg, fmtkerr) trim(adjustl(aname(3))), trim(cellstr), &
1942 this%k33(n)
1943 call store_error(errmsg)
1944 endif
1945 endif
1946 enddo
1947 if (nerr > 20) then
1948 write(errmsg, fmtkerr2) nerr, trim(adjustl(aname(3)))
1949 call store_error(errmsg)
1950 endif
1951 end if
```


Check: Flux en dH

Mf6 9 laags c berekend obv dh en flux



invoer data



Aanpassing MODFLOW6 source

- Dit is niet gewenst (onderhoud, bugfixes, etc.)
- Maar MODFLOW6 is flexibel uit te breiden, onafhankelijk van versies
- MODFLOW6 API: MODFLOW6 als callable library (DLL/SO)
- Er is een Python package waarin aangepaste logica dan geprogrammeerd kan worden: xmipy
- <https://github.com/Deltares/xmipy>
- (Deze wordt binnen imod-coupler gebruikt)

MODFLOW6 intern

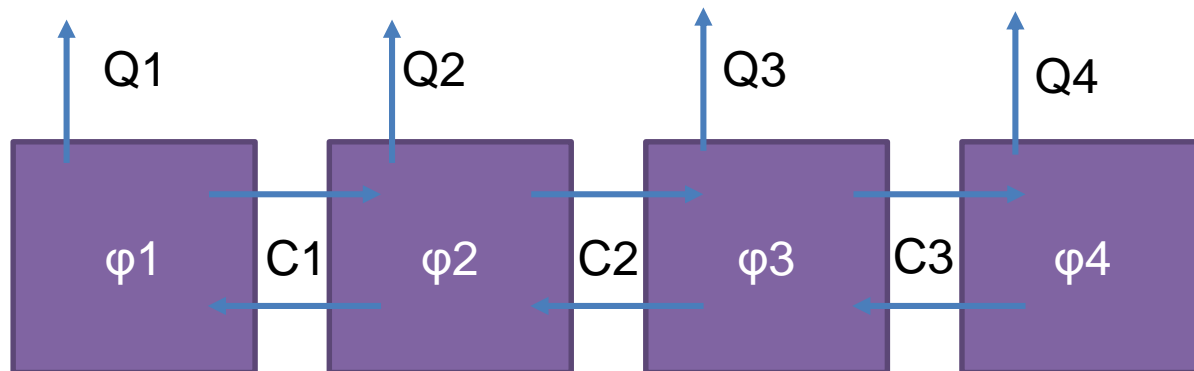
Matrixvorm: $A * x = b$

A is de "coefficientmatrix"

Vervolgens vragen we de solver om een geschikte x te vinden, zodanig dat:

$$A * x - b \approx 0$$

$$\begin{bmatrix} -C1 & C2 & 0 & 0 \\ C1 & -2*C2 & C3 & 0 \\ 0 & C2 & -2*C3 & C4 \\ 0 & 0 & 0 & -C4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi1 \\ \phi2 \\ \phi3 \\ \phi4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q1 \\ Q2 \\ Q3 \\ Q4 \end{bmatrix}$$



XMPI

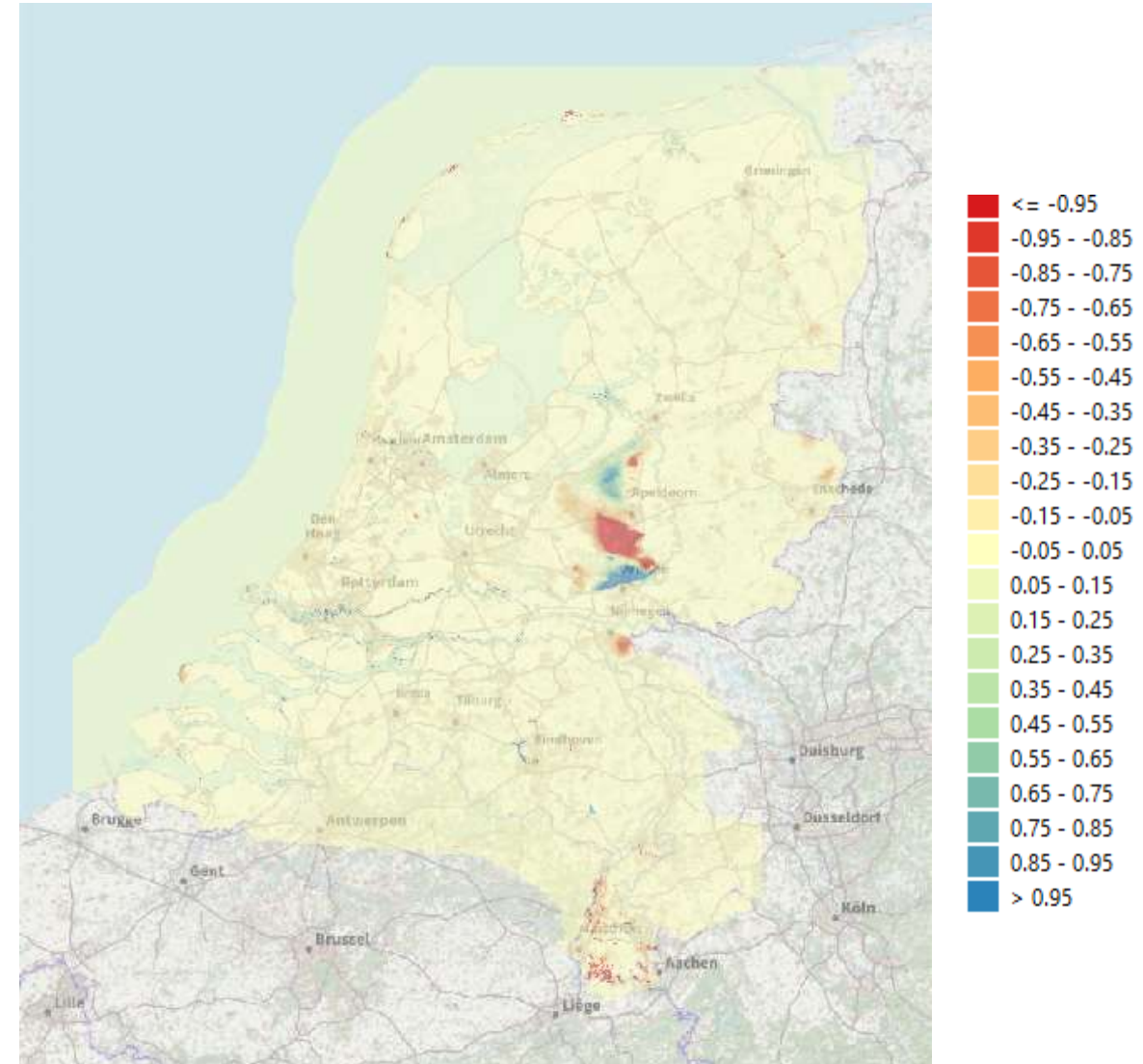
Basis: DIS-model met alle actieve c-lagen (K,K22,K33)

1. Berekenen c-waarden op basis van K33 en top/bots
2. Omzetten naar DISU model met $C=K33$ ($n_{laag}/2+1$)
3. DISU-model draaien i.c.m. Python-script (xmapi-koppeling)
4. DISU-uitvoer omzetten naar gestuctureerde invoer

<https://gitlab.com/deltares/imod/mf6-dupuit>

Vorig overleg

- Onverklaarbaar effect bij gestuwde systemen
→ Fout, geen 'angledegx' bij conversie naar DISU (netwerkrotatie)
- 'verklaarbaar' effect nabij grotere waterlopen
→ Fout in node-nummering DIS - >DISU



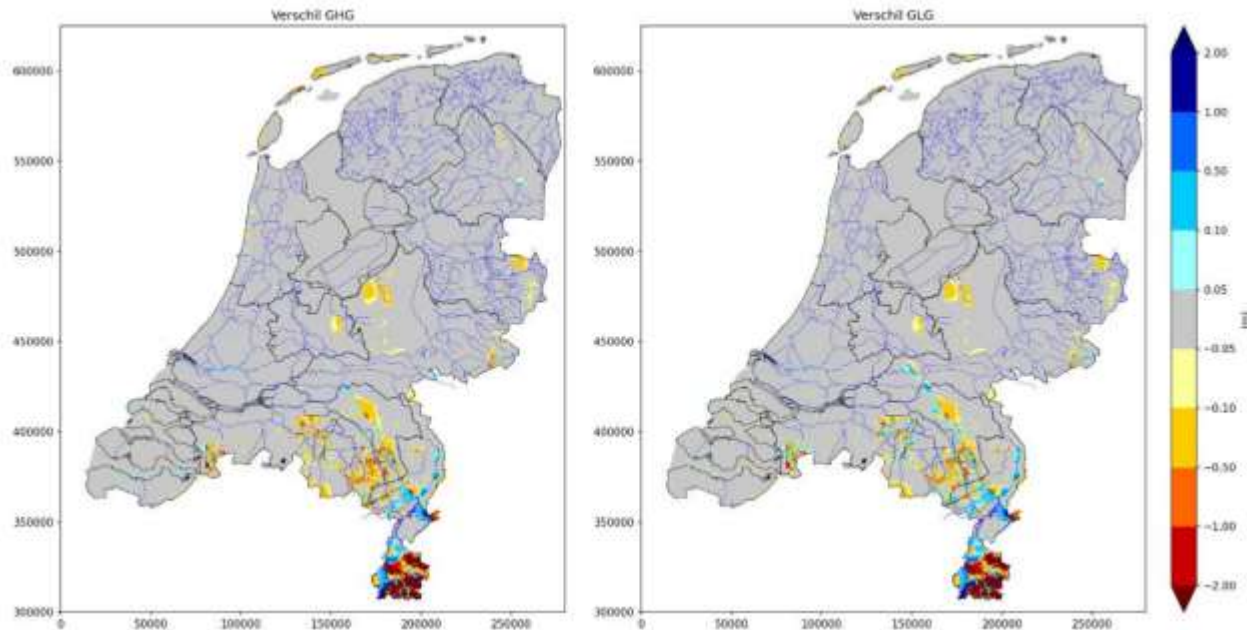
Context: LHM benchmark

Tabel 4.2 Gealloceerd werkgeheugen en rekestijd voor MF2005 en MF6 LHM modellen zonder en met horizontale anisotropie.

Model	Werkgeheugen (GB)	Rekestijd 1 modeljaar (uren)
MF2005-MS zonder ani (8 lagen)	10	3.13
MF2005-MS met ani (8 lagen)	10	3.35
MF6-MS zonder XT3D (15 lagen)	16	5.17
MF6-MS met XT3D (15 lagen)	23	18.02

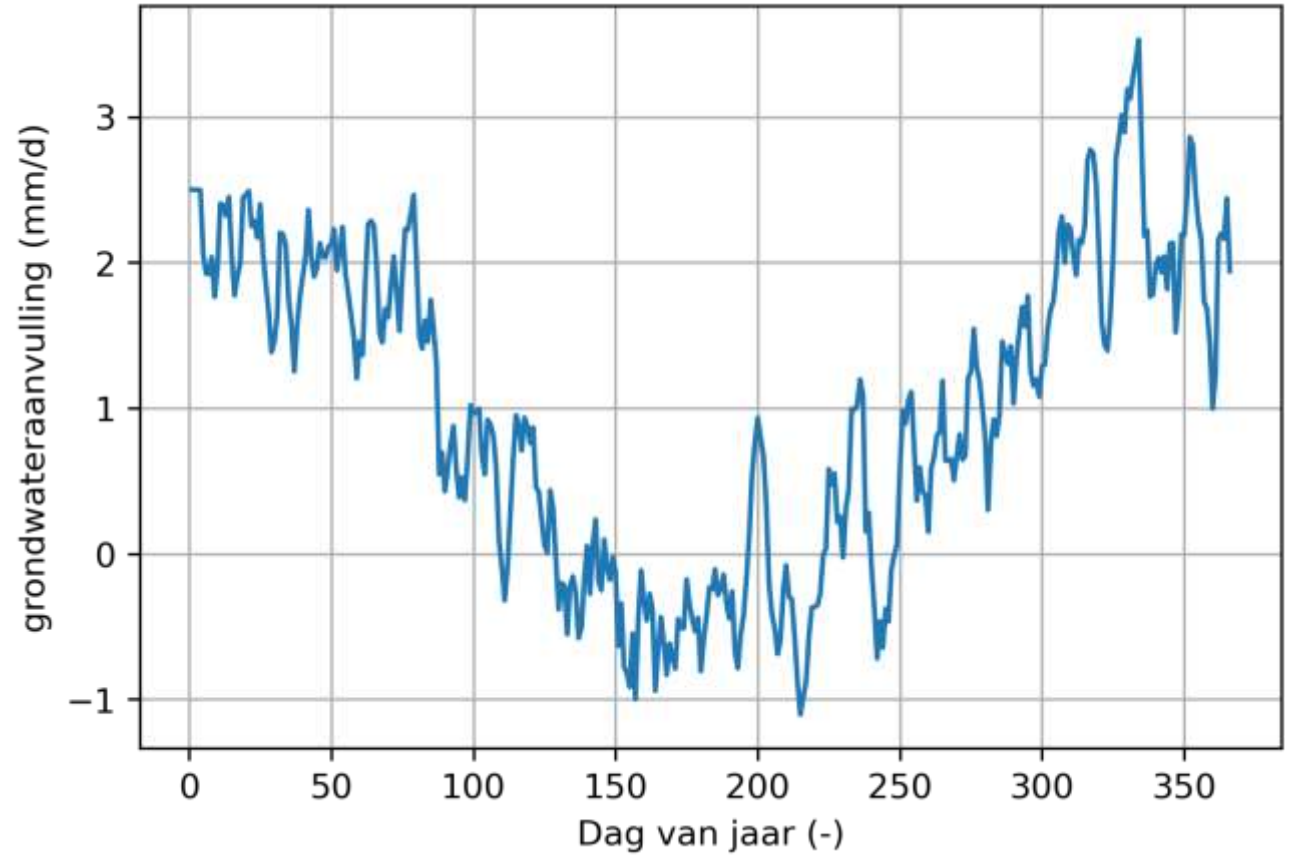
$$5.17 / 3.13 = 1.65$$

Dus: gecorrigeerd voor lagen is MF6 even snel!



Benchmark tijdsafhankelijk

Modellen zijn gemaakt maar nog niet gedraaid...



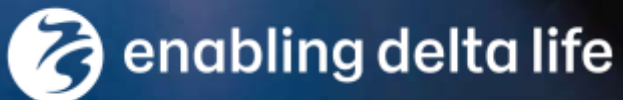
To do

- Tijdsafhankelijke benchmark draaien
- Rapportage
- Binnen iMOD-release deze zomer

Scripts beschikbaar via <https://gitlab.com/deltares/imod/mf6-dupuit>



Nature-based solutions for a greener world



Deltares



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

Onderdeel 2. Koppeling D-Hydro FM - MODFLOW - MetaSWAP

Bennie Minnema

27 juni 2022



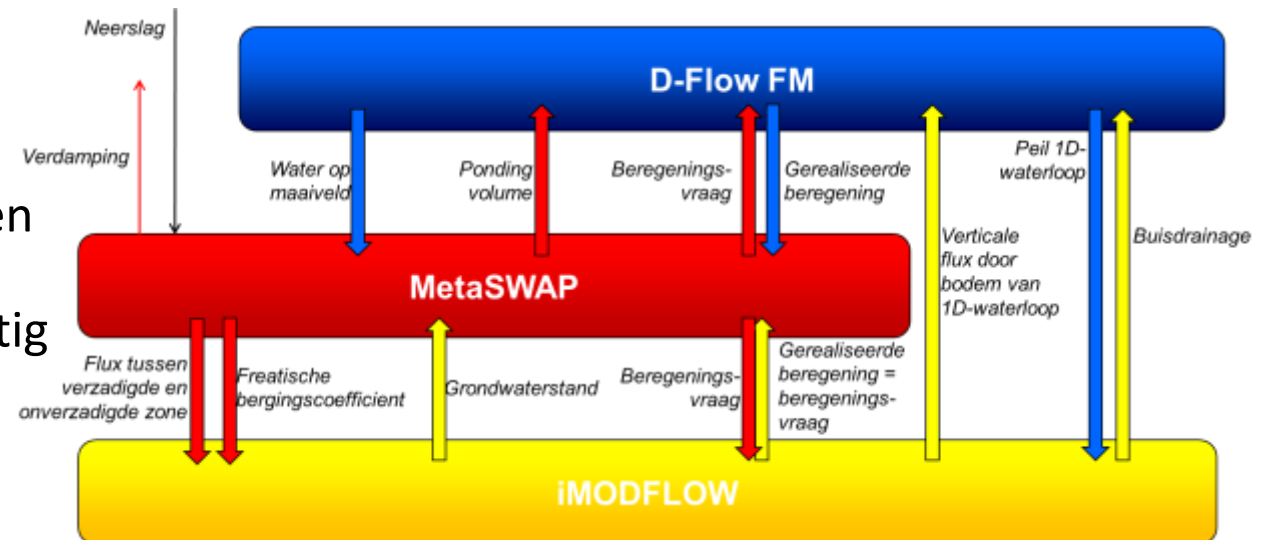
Activiteiten

Vertrekpunt:

- Het in 2020 en 2021 binnen Lumbricus-project opgebouwde prototype **D-Hydro FM – MODFLOW2005 – MetaSWAP**

Werkwijze:

- **Blok 1)**: eerst Lumbricus-prototype consolideren, daarna
- **Blok 2)**: sprong naar **MODFLOW6**,
- maximaal gebruik makend van de ervaringen uit het Lumbricus-project
- Rekening houden met additioneel toekomstig regionaal oppervlaktewatermodel ('OD-bakjes-concept') vanuit NHI.



Blok 1: consolidatie Lumbricus-prototype

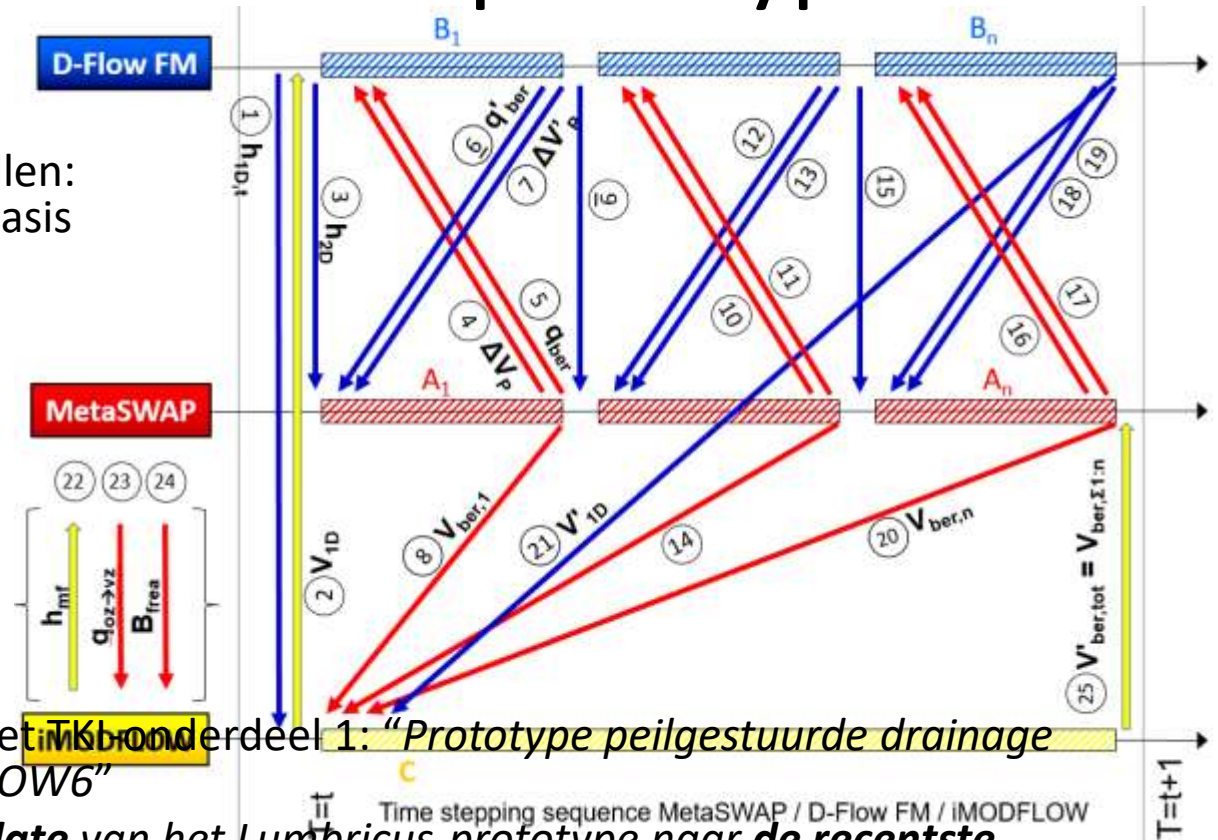
- 1) Corrigeren van een inconsistentie in één van de uitwisselingsfluxen.
- 2) Herstructurering van de D-Flow FM koppelingstabellen: van iMODFLOW-RIVs – D-FlowFM koppelingen als basis naar D-FlowFM-1D clusters.

Nog toe te voegen (time-stepping) concepten:

- 3) Initiële MODFLOW-DRN flux toevoegen aan 't begin v.d. tijdstep + finale MODFLOW-DRN flux toevoegen.
- 4) MODFLOW-update van RIV-flux aan 't einde van de tijdstep
- 5) Gemiddeld D-Flow FM-peil doorgeven aan MetaSWAP

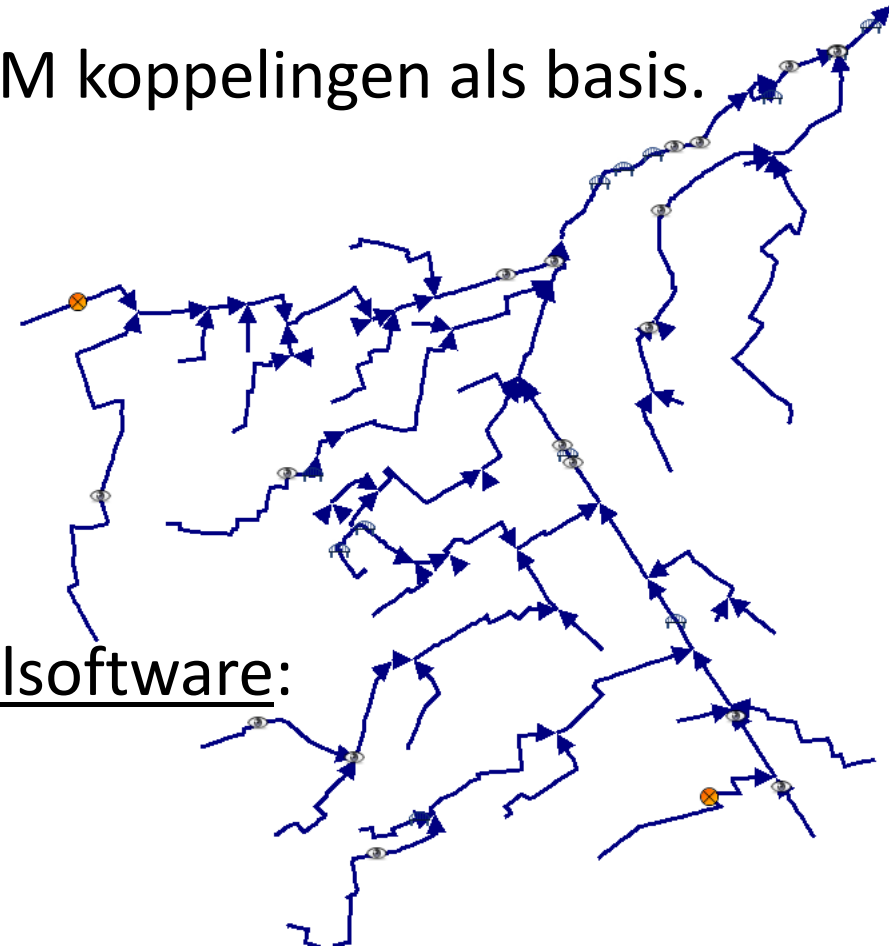
T.a.v. peilgestuurde drainage: afstemmen/integreren met **TKB onderdeel 1: "Prototype peilgestuurde drainage en subirrigatie opwaarderen en consolideren in MODFLOW6"**

Bovenstaand moet worden voorafgegaan door een **update** van het Lumbricus-prototype naar **de recentste versies van D-Flow FM en iMODFLOW**.

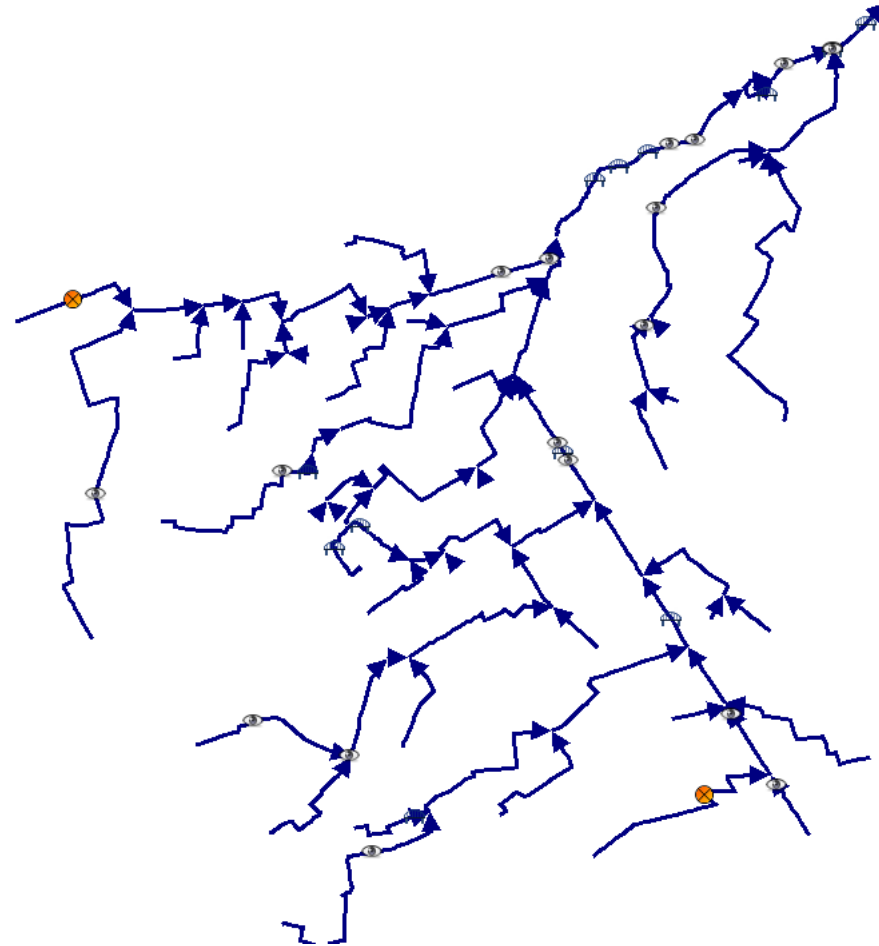


Herstructurering van de koppelingstabellen

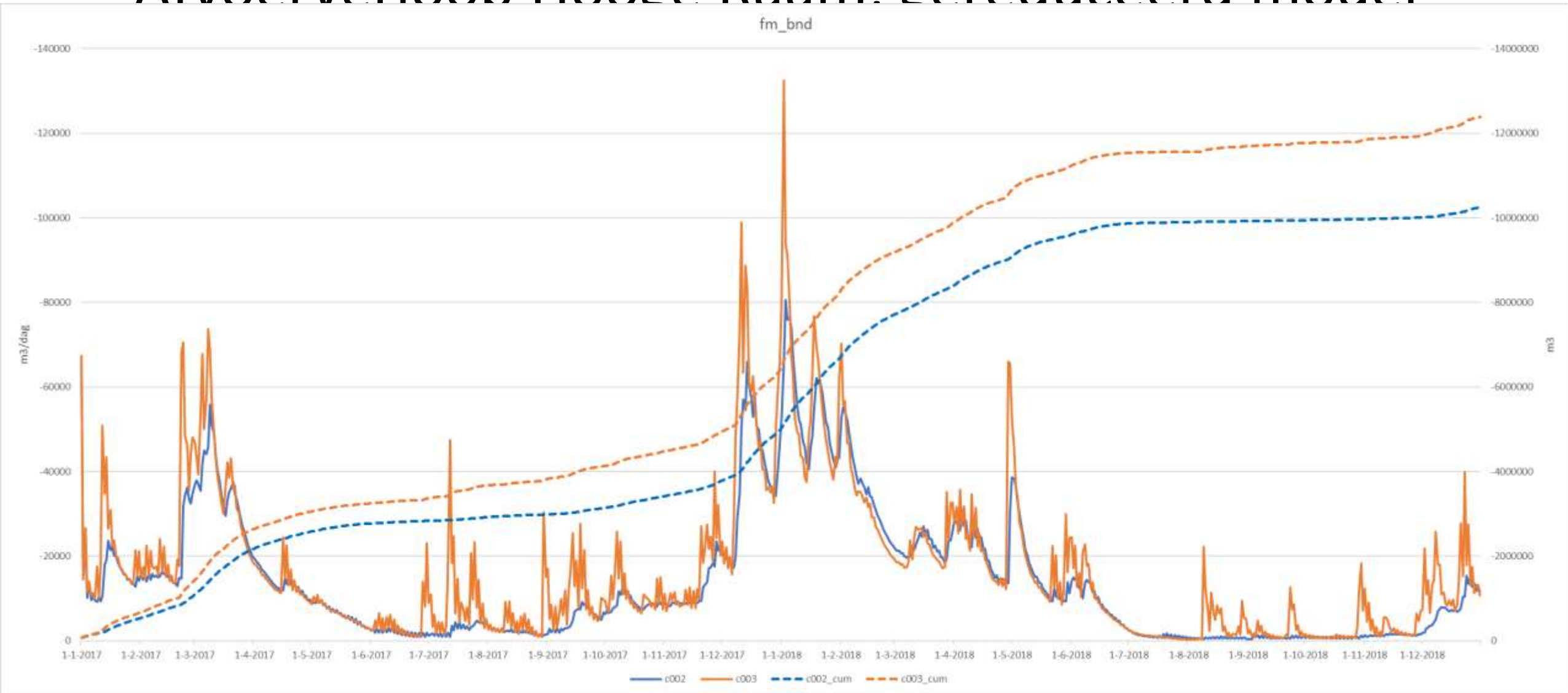
- Voorheen: iMODFLOW-RIVs – D-FlowFM koppelingen als basis.
- Nu: D-FlowFM-1D-clusters als basis.
- Dus één FM-node kan:
 - meerdere *flux-typen* bevatten
 - fluxen vanuit meerdere cellen krijgen
- Nu nieuwe controle mogelijk op het correct functioneren van de koppelsoftware:
 - Optellen van alle binnenkomende fluxen ('A-fluxen')
 - Per FM-node optellen van alle toegekende individuele links per fluxtype ('L-fluxen')
 - A- en L-fluxen moet gelijk zijn (of tegengesteld teken hebben).



Afvoerverloop Hooge Raam, gereduceerd model



Afvoerverloop Hooge Raam, gereduceerd model

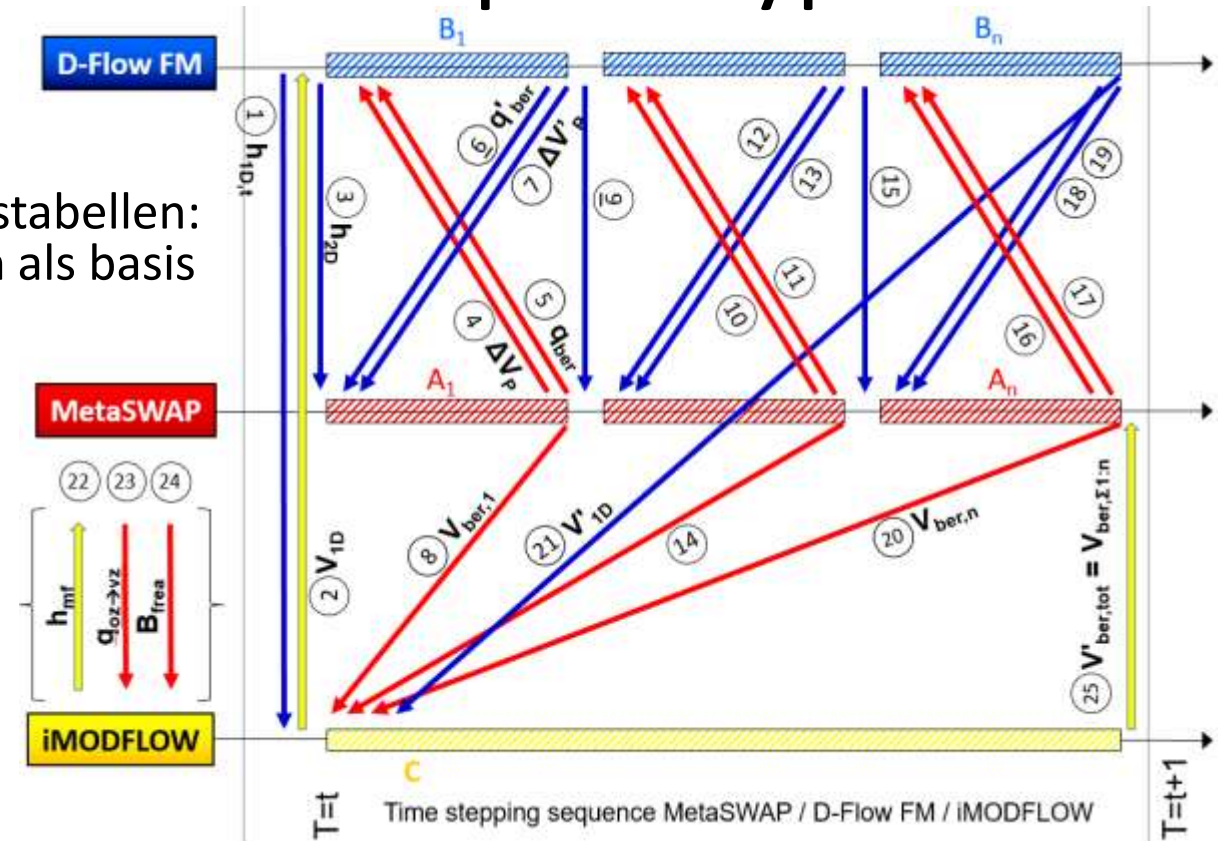


Blok 1: consolidatie Lumbricus-prototype

- 1) Corrigeren van een inconsistentie in één van de uitwisselingsfluxen.
- 2) Herstructurering van de D-Flow FM koppelingstabellen: van iMODFLOW-RIVs – D-FlowFM koppelingen als basis naar D-FlowFM-1D clusters.

Nog toe te voegen (time-stepping) concepten:

- 3) Initiële MODFLOW-DRN flux toevoegen aan 't begin v.d. tijdstep + finale MODFLOW-DRN flux toevoegen.
- 4) ~~MODFLOW update van RIV flux aan 't einde van de tijdstep~~
- 5) Gemiddeld D-Flow FM-peil doorgeven aan MetaSWAP



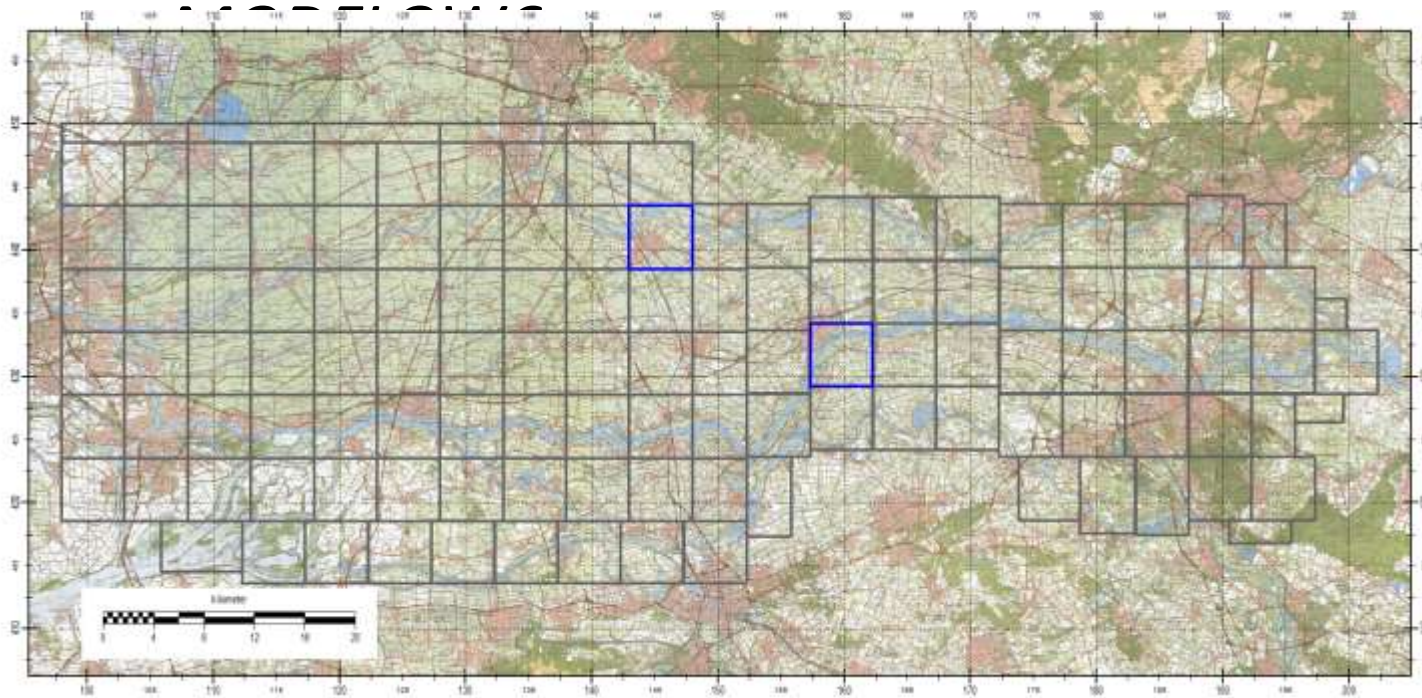
Update van het Lumbricus-prototype naar de recentste versies van D-Flow FM en iMODFLOW.

Lopende acties blok 1

- ***Software-update van het Lumbricus-prototype***
 - ✓ ***naar de recentste versies van D-Flow FM en iMODFLOW –***
 - ✓ ***MetaSWAP.***
 - *Bouwen nieuwe executable / gereduceerd Hooge Raam model runnen en post-processen.*
 - ***T-modellen nog 1 x keer draaien en vergelijken met de recentste uitkomsten.***
 - ***Volledige Hooge Raam model (c002) nog een keer runnen met nieuwe executable***

Acties blok 2, sprong naar MODFLOW6

- *Vorbereiding blok 2: sprong naar **MODFLOW6***
 - *Rivierenland-casus voorbereiden als casus voor de koppeling met*



D-testbank MORIA-

Acties blok 2, sprong naar MODFLOW6

- *Vorbereiding blok 2: sprong naar **MODFLOW6***
 - ***Rivierenland-casus** voorbereiden als casus voor de koppeling met MODFLOW6*
 - *Keuze maken uit 1 van de 2 huidige iMOD-testbank MORIA-modellen.*

Stapsgewijze opbouw koppeling met MODFLOW6:

1. *Koppeling D-Flow FM 1D-rivers en MODFLOW6-rivers en –drains*
2. *Koppeling D-Flow FM 2D met 2D-ponding van MODFLOW6-MetaSWAP*
3. *Koppeling ponding van MODFLOW6-MetaSWAP met D-Flow FM 1D*

Planning oplevering: eind 2022.

TKI bijeenkomst

Peilgestuurde drainage met subirrigatie *(Regelbare drainage en infiltratie)*

Frans Roelofsen, Hugo van Hintum

27 juni 2022

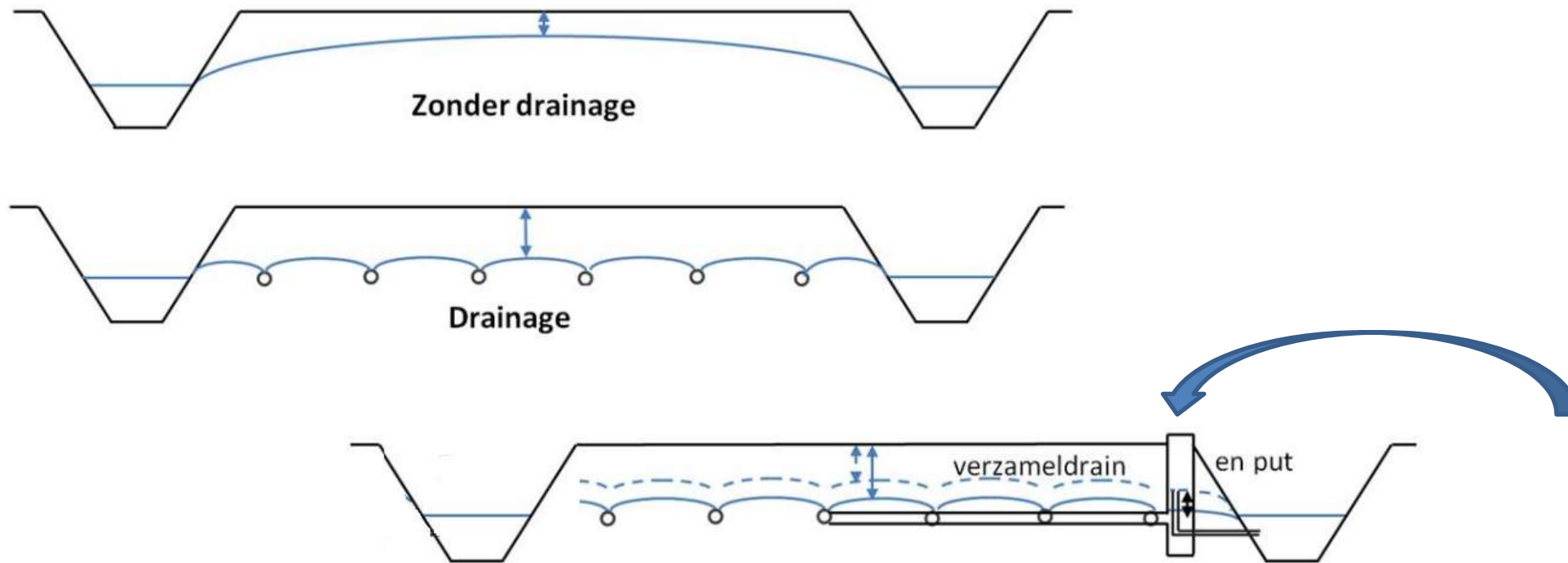
Peilgestuurde drainage met subirrigatie

Presentatie

- Achtergrond
- Huidige stand van zaken
- Stappen richting afronding

Peilgestuurde drainage met subirrigatie *achtergrond*

Peilgestuurde drainage is een veelbelovende vorm van buisdrainage om percelen gecontroleerd en optimaal te ontwateren.



Peilgestuurde drainage met subirrigatie

Historie

- Implementatie PGD concept in MetaSWAP in Lumbricus verband
- Getest in gebied Aa en Maas (Hugo van Hintum)

TKI opdracht - product

- Prototype peilgestuurde drainage en subirrigatie opwaarderen
- Pre-processing in iMODFLOW
- Naast Modflow2005 ook in MODFLOW6 consolideren
- Testen / rapporteren
- Release in iMOD 5.x

Peilgestuurde drainage met subirrigatie

Betrokken partijen

Waterschap Limburg: *Jurriaan Cok*

Waterschap Aa en Maas: *Chris van Rens*

Uitvoering:

- VanWater: *Paul van Walsum*
- Deltares: (*Joachim Hunink*), *Peter Vermeulen*, *Frans Roelofsen*

Testen en validatie:

- SWECO: *Koen van der Houw*, *Hugo van Hintum*
- RHDHV: *Wouter Swierstra*

Peilgestuurde drainage met subirrigatie

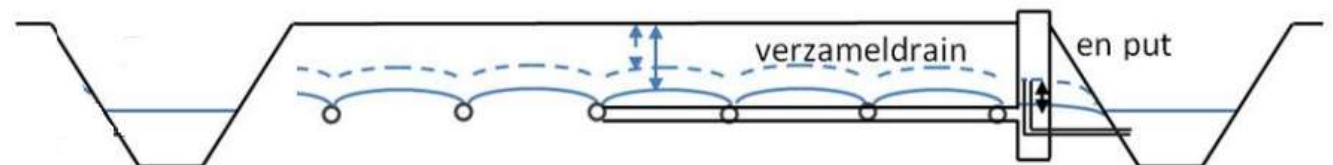
implementatie

Grondwatermodel: benodigde informatie voor MetaSWAP:

- Locatie van de drainage middelen
- Definitie van de drainage-eenheden / percelen
- Drainage karakteristieken (diepte, weerstand)
- Maximaal peil in de verzamelput
- Mogelijkheid van wateraanvoer (gw / ow)
- Per gewas de start- en einddatum van de wateraanvoerperiode
-

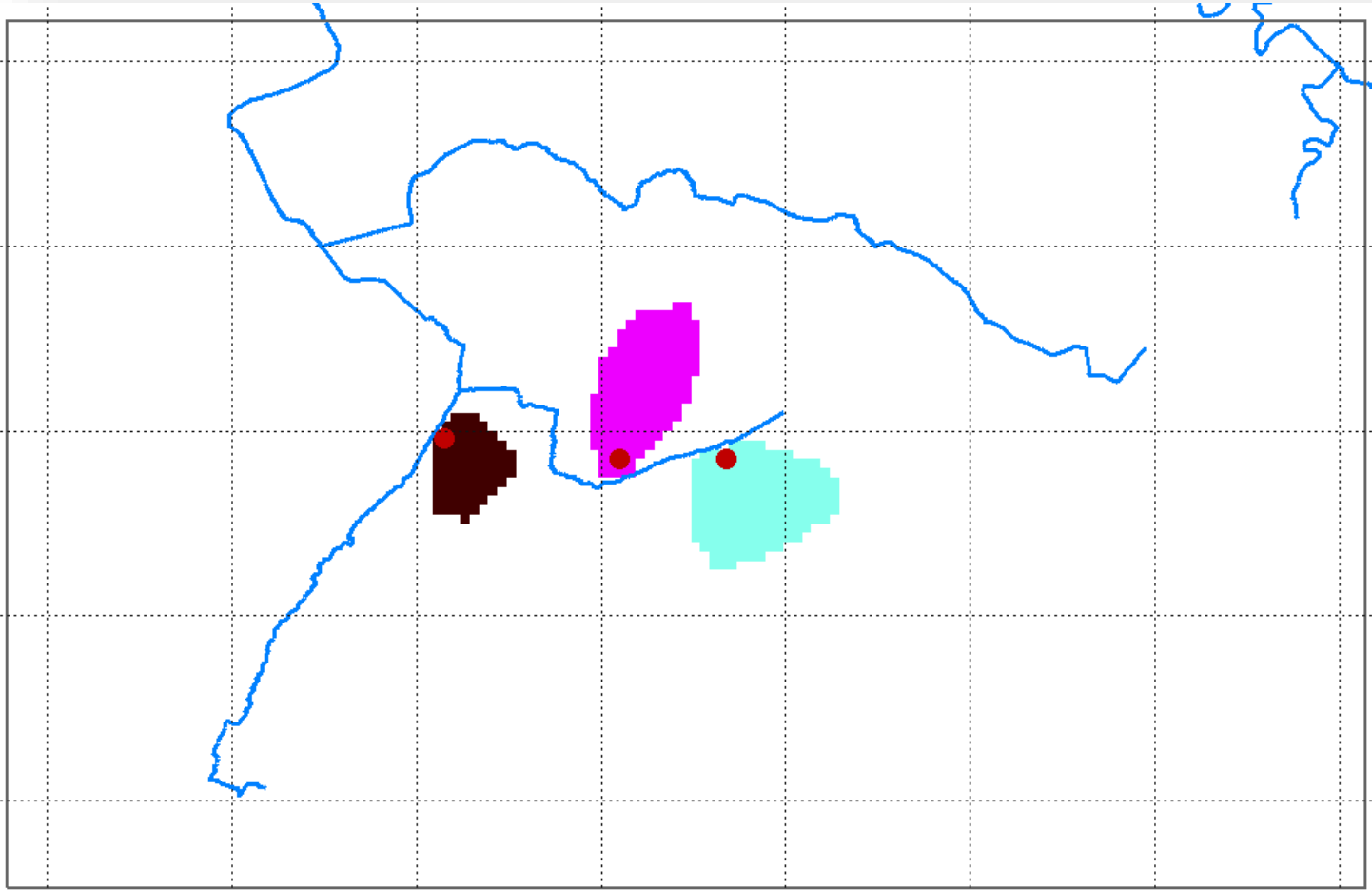
Implementatie Modflow - MetaSWAP

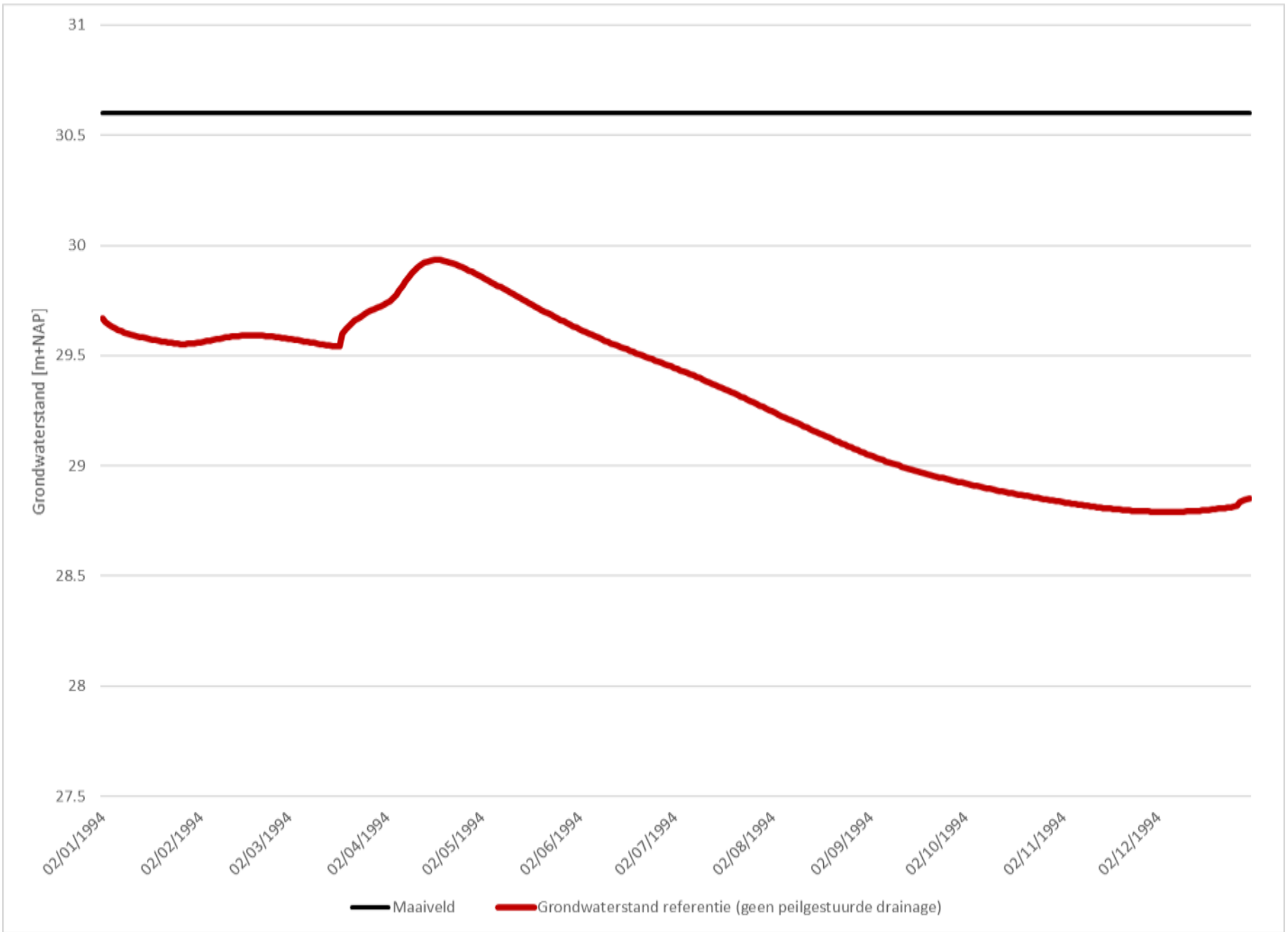
- Modflow draineert grondwater maar verwijdert niet!
- MetaSWAp herverdeelt via grondwateraanvulling

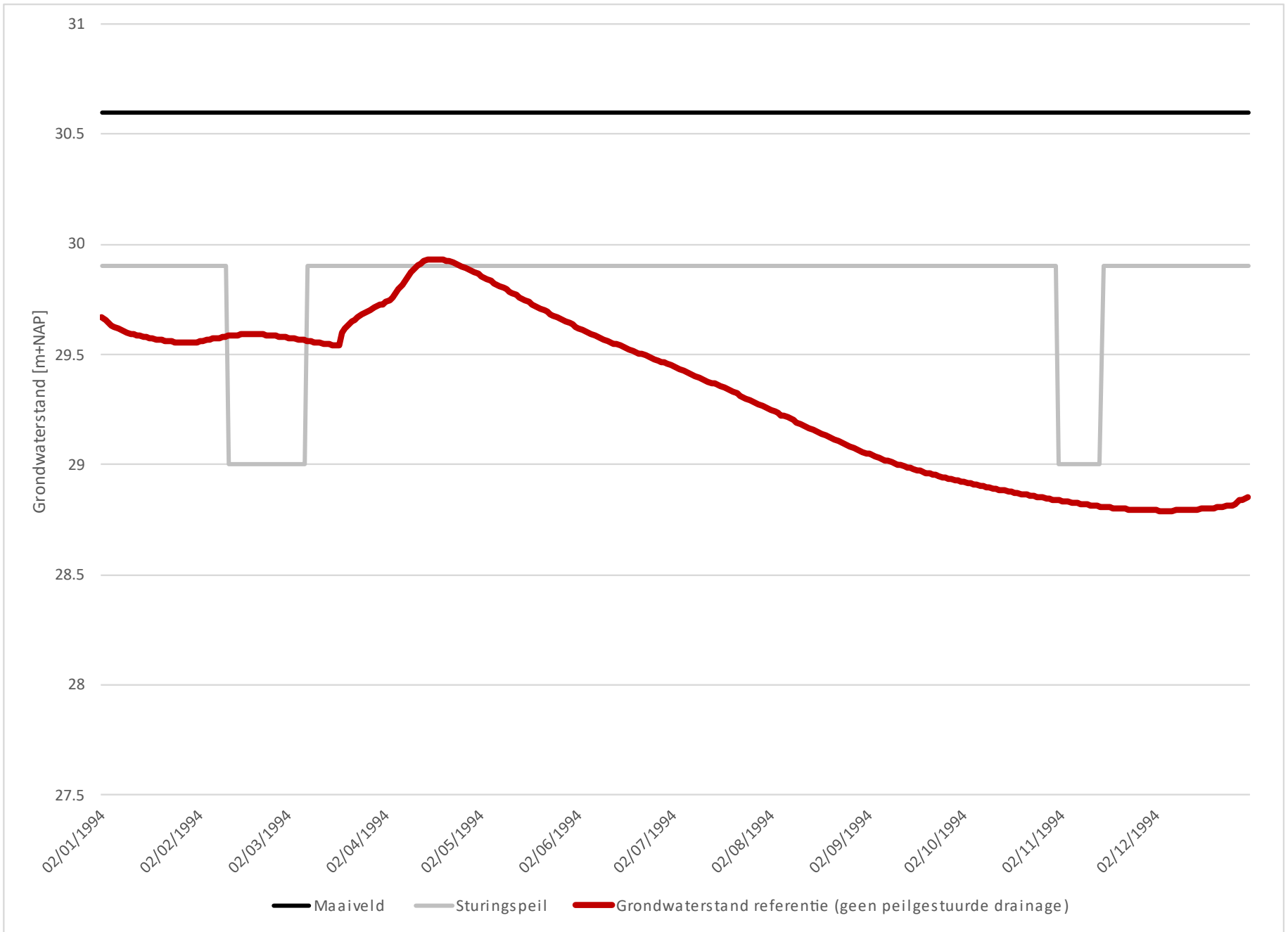


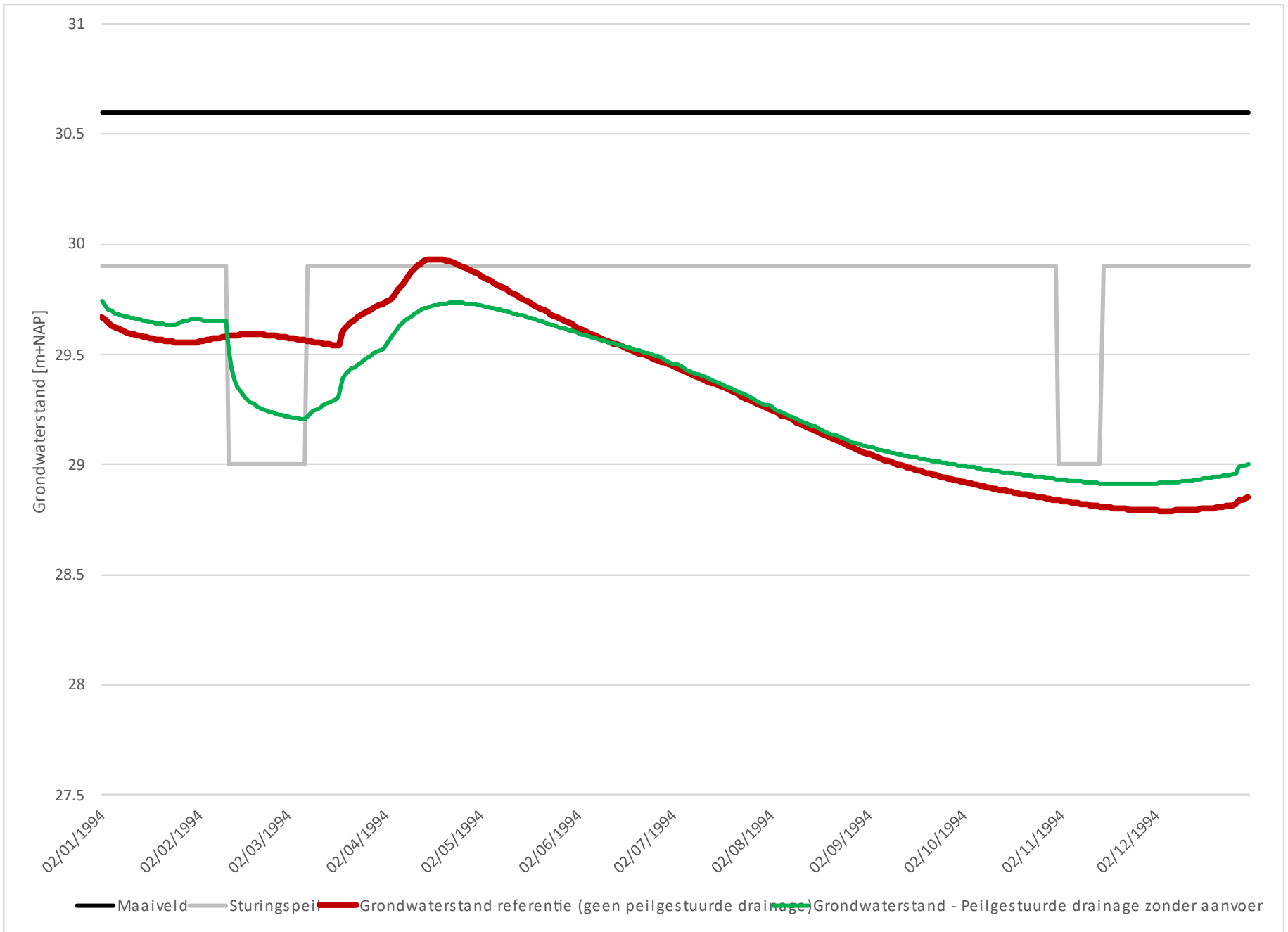
Peilgestuurde drainage met subirrigatie

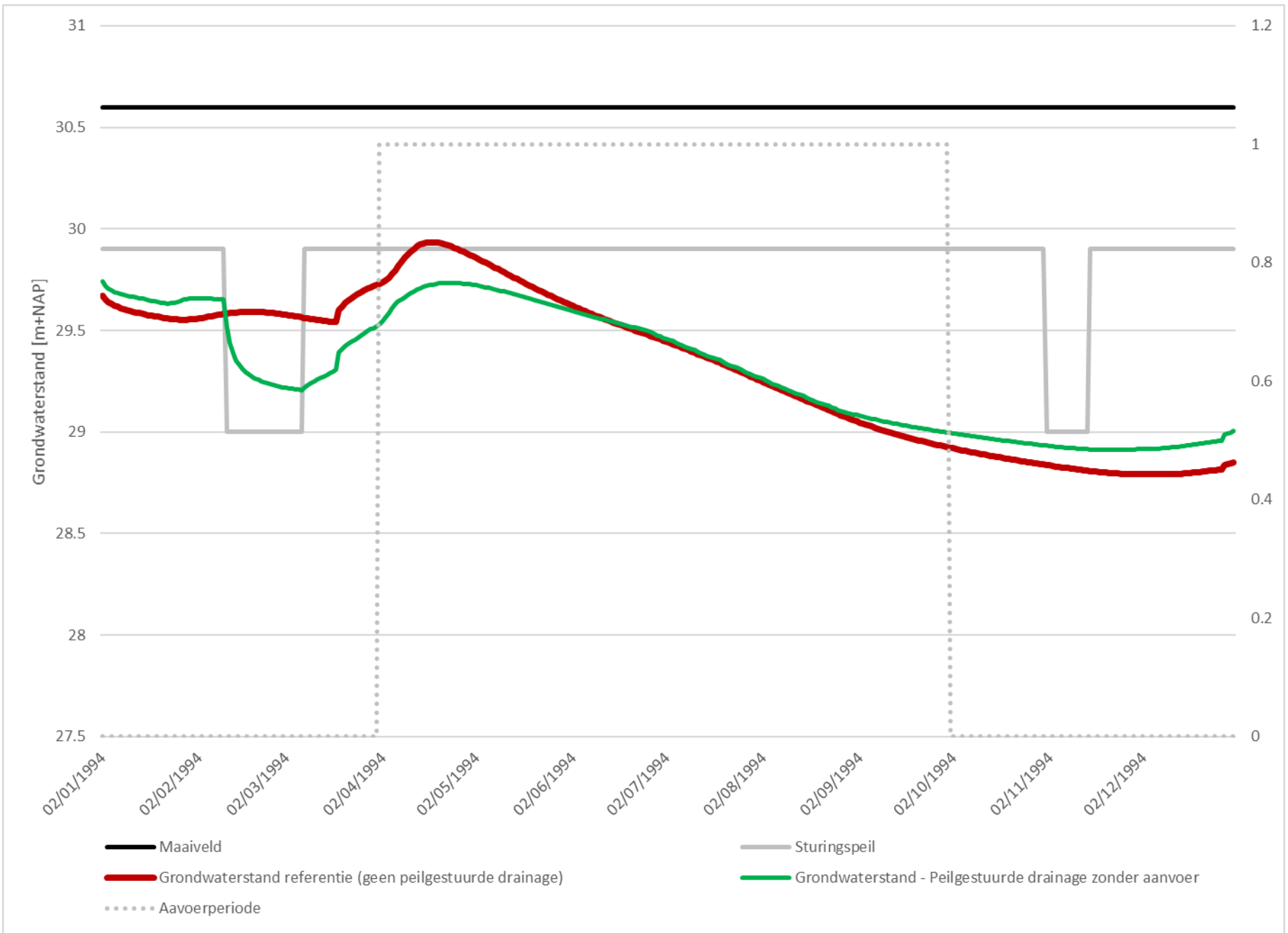
een voorbeeld

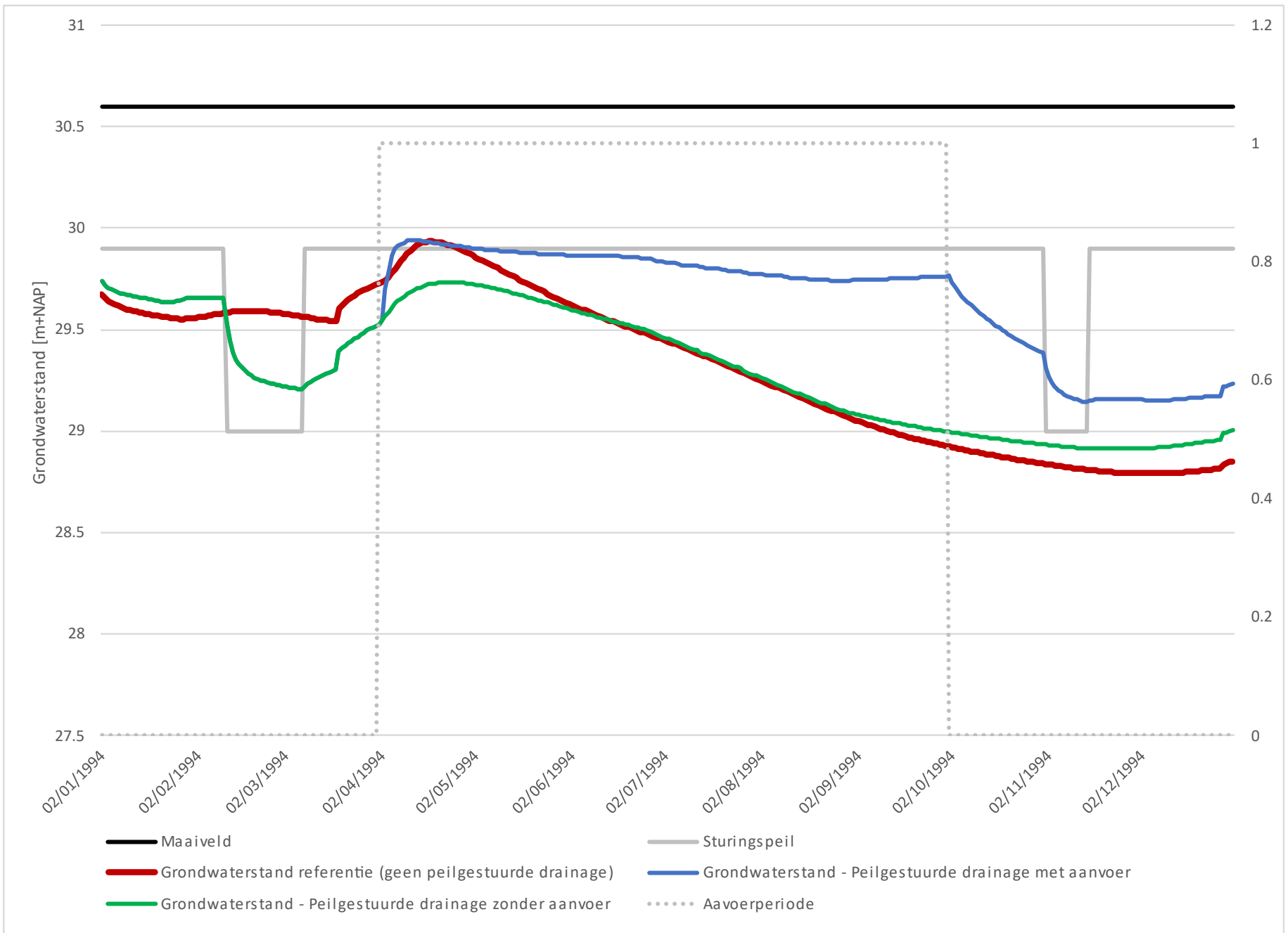






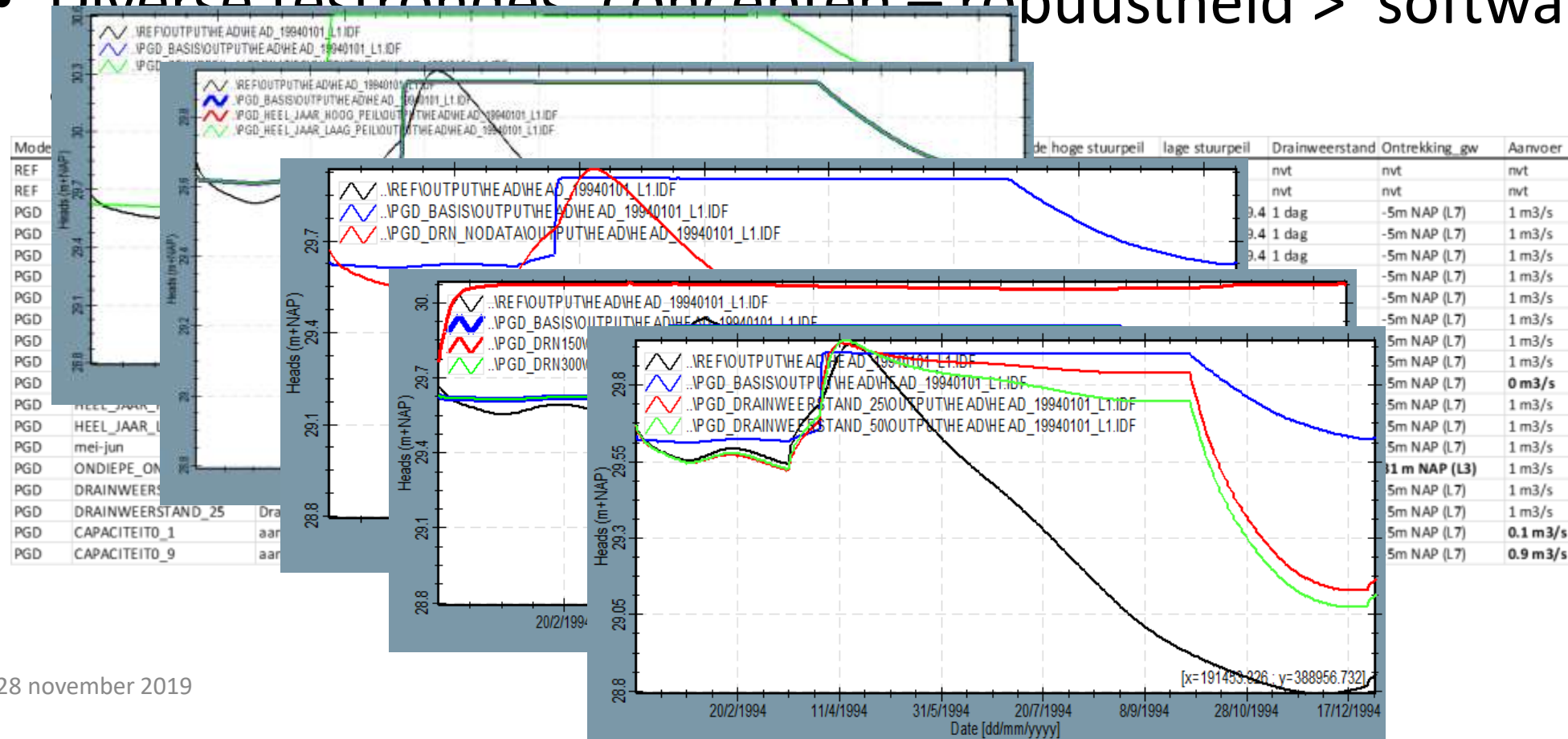






Peilgestuurde drainage met subirrigatie *stand van zaken*

- Implementatie preprocessing in iMOD
- Diverse teststrondes: concepten – robuustheid > software



Peilgestuurde drainage met subirrigatie

stand van zaken

- Implementatie preprocessing in iMOD
- Diverse testrondes: concepten – robuustheid > software aanpassingen
- Documentatie invoer parameters: MetaSWAP – iMOD
- *Presentatie PGD tijdens iMOD Gebruikersdag 23 juni (Hugo van Hintum)*
- Overleggen: ontwikkelingen PDG en ontwikkelingen oppervlaktewatermodule NHI
- Toepassing: Aa en Maas gebruikt beta-versie
- Release 5.4 in voorbereiding

Vervolg stappen

- Gebruik in MODFLOW 6 (imod coupler): *test in progress*
- Technische beschrijving iMOD Manual
- TKI rapportage
- Release iMOD5.4: *juli/augustus*
- Presentatie PGD tijdens iMOD Gebruikersdag November 2022
- Toepassing KLIMAP case Chaamse Beek, Brabantse Delta

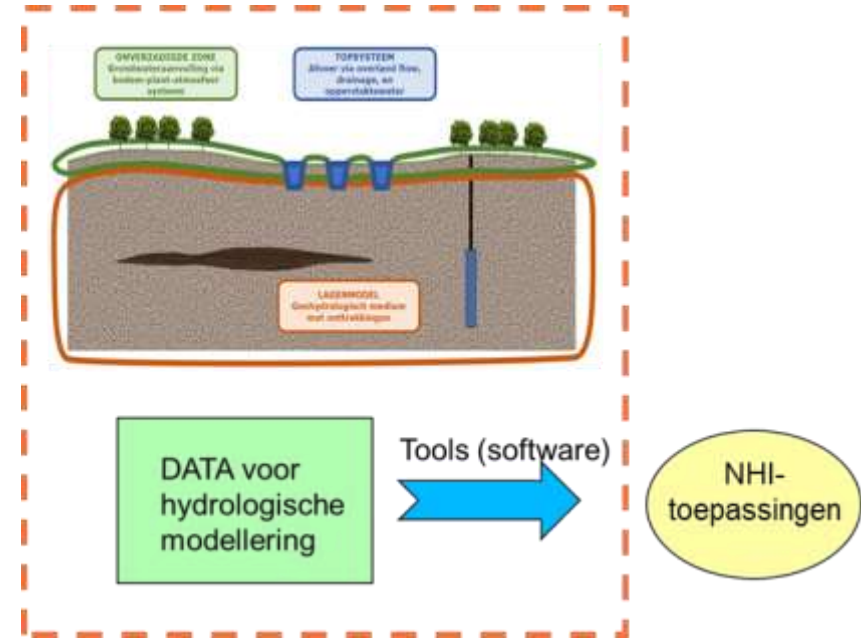


Overzicht ontwikkelingen

TKI NHI 2021 – 2022 voorstel conceptuele modelverbetering NHI



Uitwerking investeringsplan NHI (2018)



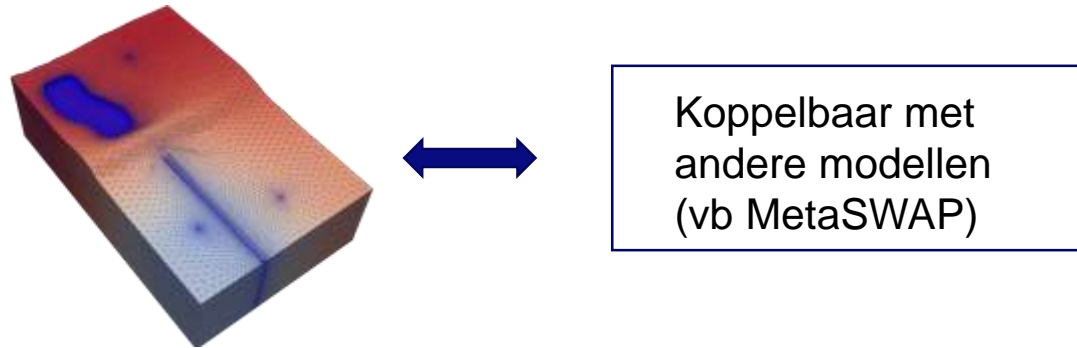
Investeringsplan NHI

- data
- modelgeneratoren
- correctief B&O modelcodes + helpdesk

→ Ook (conceptuele) ontwikkeling modelcodes nodig !

Software ontwikkeling kan ondertussen niet stilstaan ...

1. Zeker met alle **opgaven** in de huidige waterbeheerpraktijk
 - thema's droogte, wateroverlast, zoetwaterbeschikbaarheid, stikstof, waterkwaliteit, bodemdaling, klimaatverandering etc. plus de integratie daarvan →
 - beheer en onderhoud van de software is niet voldoende !
2. **De wereld om ons heen verandert**, bijv. de komst van MODFLOW 6
 - Voorbeeld ontwikkeling van iMOD coupler (Deltares, USGS)



3. **Ook continuïteit softwareteam** nodig voor de toekomst; door kennis te onderhouden en samen aan die software te werken
 - *Als kennisinstellingen willen we borgen dat verschillende ontwikkelingen (MODFLOW 6 ,NHI, Waterwijzers, waterkwaliteit, etc.etc.) leiden tot een **samenhangende** gereedschapskist met verschillende opties voor het beantwoorden van huidige en toekomstige vragen*
 - *“zodat de gebruikers er geen last van hebben dat modellen zijn opgebouwd uit componenten van verschillende onderzoeksinstellingen”*

‘TKI project conceptuele modelontwikkeling [t.b.v. NHI en Waterwijzers](#)’

Overzicht modelontwikkelingen TKI

- Implementatie maatregelen van o.a. peilgestuurde drainage
- versneld rekenen met MODFLOW 6
- koppeling met D-Hydro
- verbetering wortelverdeling en wateropname (Waterwijzer)
- modulair maken van onverzadigde zone
- unconfined rekenen en gebruik van gecombineerde onverzadigde zone concepten in MODFLOW 6
- validatie van de Waterwijzer Landbouw
- ... (+ *ontwikkelingen buiten dit project*)

→ Hoe te komen tot die samenhangende gereedschapskist ??

1. Opname ontwikkelingen in huidige software lijn iMOD

iMOD voorbereid op MODFLOW 6

Naast bestaande iMOD 5, ook nieuwe lijn, sterker op ongestructureerd rekenen

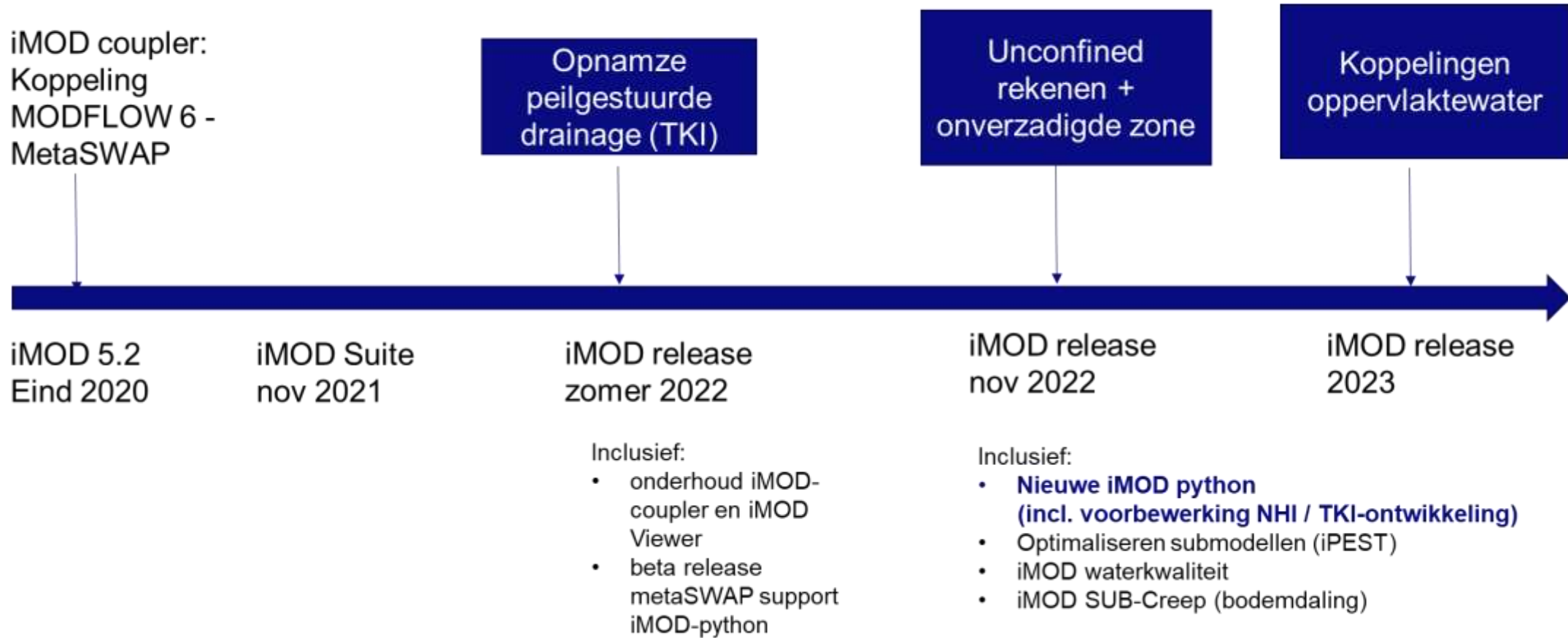


- iMOD5 GUI
 - Visualisation
 - iMOD batch
- Computational cores
 - iMODFLOW (with MetaSWAP)
 - iMOD-WQ
 - MODFLOW 6 executable
 - MODFLOW 6 and MetaSWAP *.dll
 - iMOD coupler (imod_coupler)

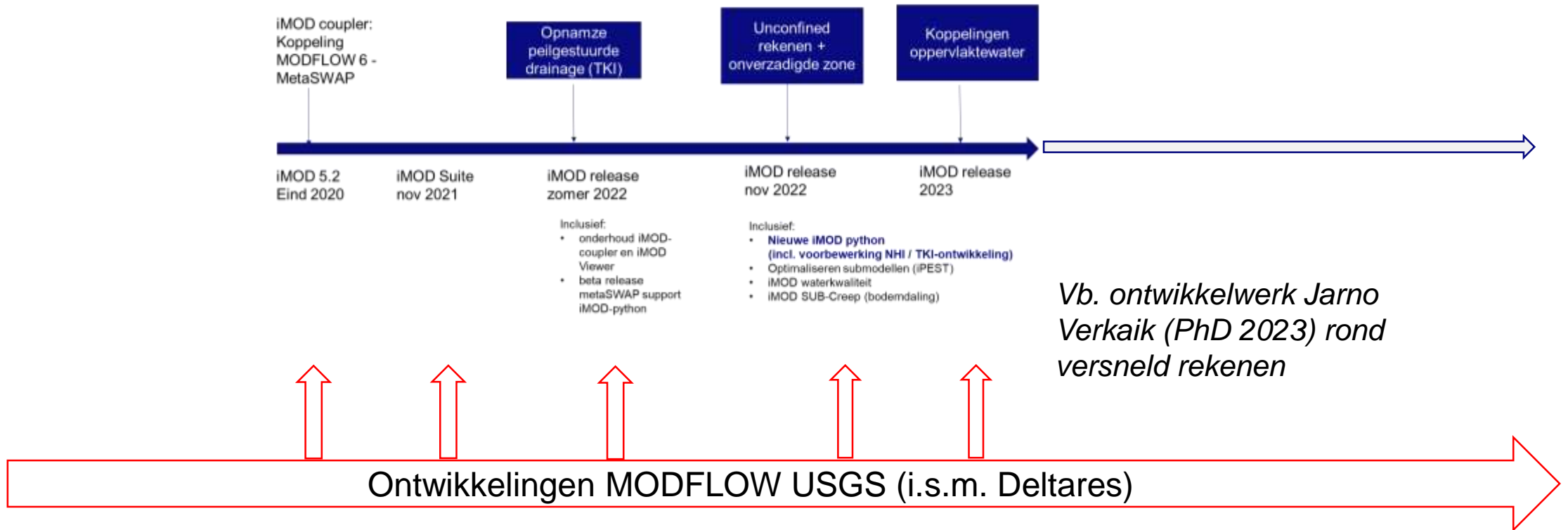


- New iMOD Viewer
 - QGIS plugin
 - 3D viewer
- Computation cores
 - MODFLOW 6 executable
 - MODFLOW 6 and MetaSWAP *.dll
 - iMOD coupler (imod_coupler)
- iMOD-python
 - Pre- en postprocessing
 - Modelconversion (structured and unstructured MODFLOW 6)
 - Supports also iMOD 5 file formates (idf, ipf, prj)
 - Connection to open source python packages

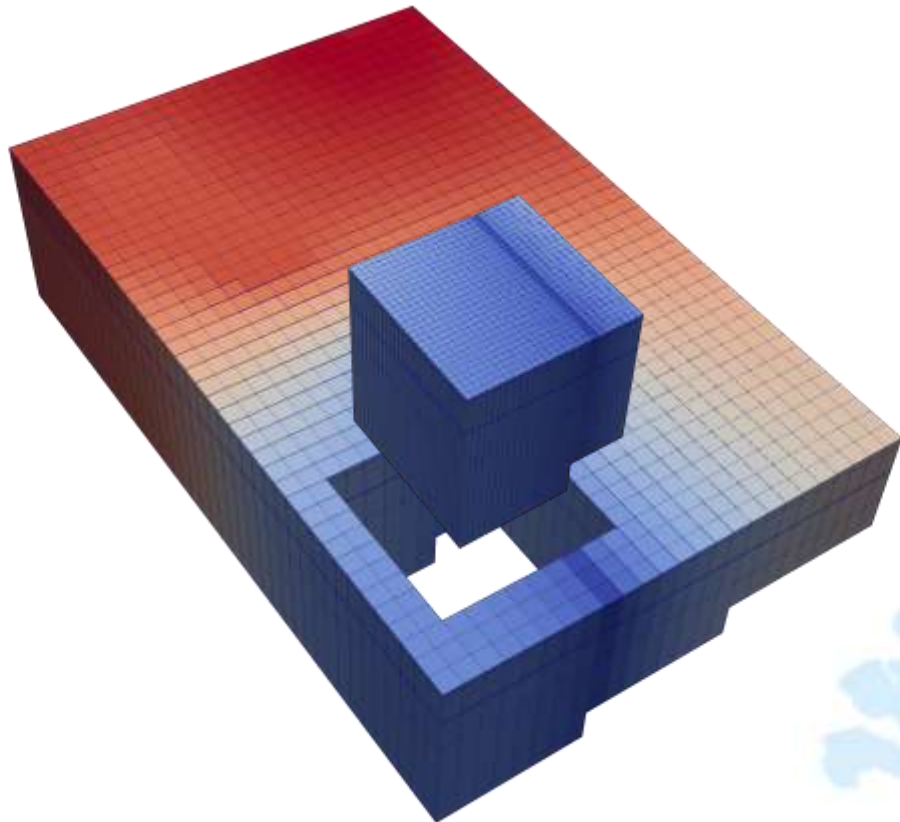
Tijdlijn iMOD



Tijdlijn iMOD



Voorbeeld PhD werk Jarno 2023 (focus op snel rekenen) beter toepasbaar maken techniek geneste modellen



Gecombineerd grof en fijn model ...

Deltares



Voorbeelden na 2023

- gecombineerde berekeningen nationale en regionale toepassingen



Gebruik maken van mogelijkheden MODFLOW 6 ook :

- verfijnde berekeningen grondwater in combinatie met effectmodules natuur en landbouw



een samenhangend NL modelinstrumentarium?

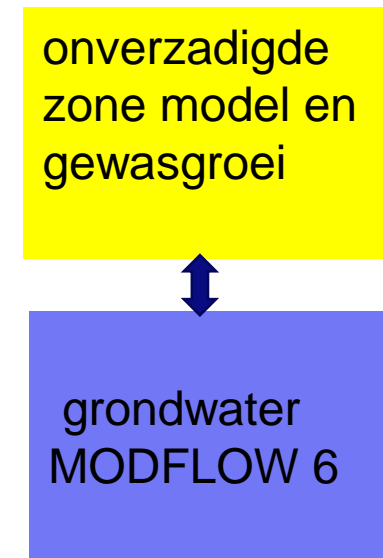
Dan moet de aansluiting NHI - WW's ook goed geregeld ...

Wens samenhangende gereedschapskist voor meerdere schaalniveaus:

→ Keuze snelle grove berekeningen tot gedetailleerde berekeningen op perceelsschaal

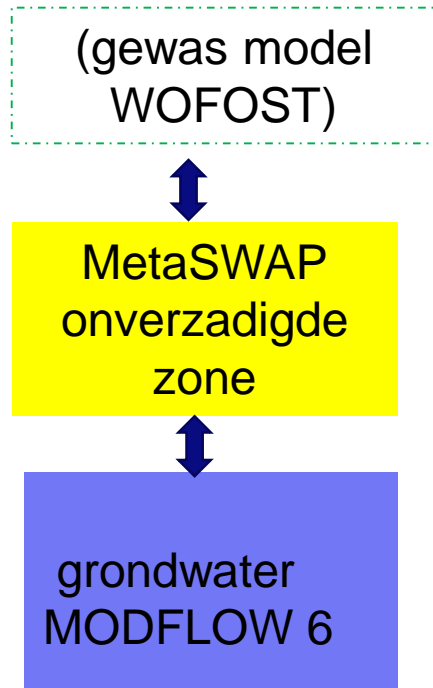
Aansluiting gewas – bodem met ondergrond

- koppelbaar maken van grondwatermodel
- koppelen met verschillende onverzadigde zone concepten
- versnellen van grondwatermodel
- modulair maken van onverzadigde zone model
- versnellen van onverzadigde zone model



Huidige situatie

NHI-toepassingen



WWL – tabel (opvolger HELP)

onverzadigde zone
en gewasgroei
(SWAP-WOFOST)



vaste aannames
voor vele verschillende
situaties grondwater

WWL – maatwerk / regionaal

onverzadigde zone
en gewasgroei
(SWAP-WOFOST)



resultaten
regionaal model
of metingen
perceelsschaal

Dit betekent in de aansluiting gewas – bodem met ondergrond

- meer keuzemogelijkheden onverzadigde zone (van scan tot gedetailleerde perceelsschaal)
- modulair maken van onverzadigde zone model
- versnellen van onverzadigde zone berekeningen
- blijven afstemmen parameters NHI – toepassingen en waterwijzers

Toekomstbeeld: uitwisselbare modules onverzadigde zone - gewassen

Gecombineerde
NHI- WW -
toepassingen

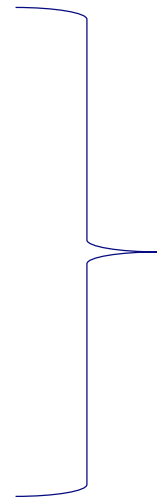
Keuze processen
gewasgroei
(waterwijzers)



Keuze
onverzadigde
zone module



grondwater
MODFLOW 6



Maaiveldprocessen
(runoff/plasvorming/infiltratie etc.)

Verdampingsprocessen
Interactie atmosfeer

Gewasopname

Gewasgroei

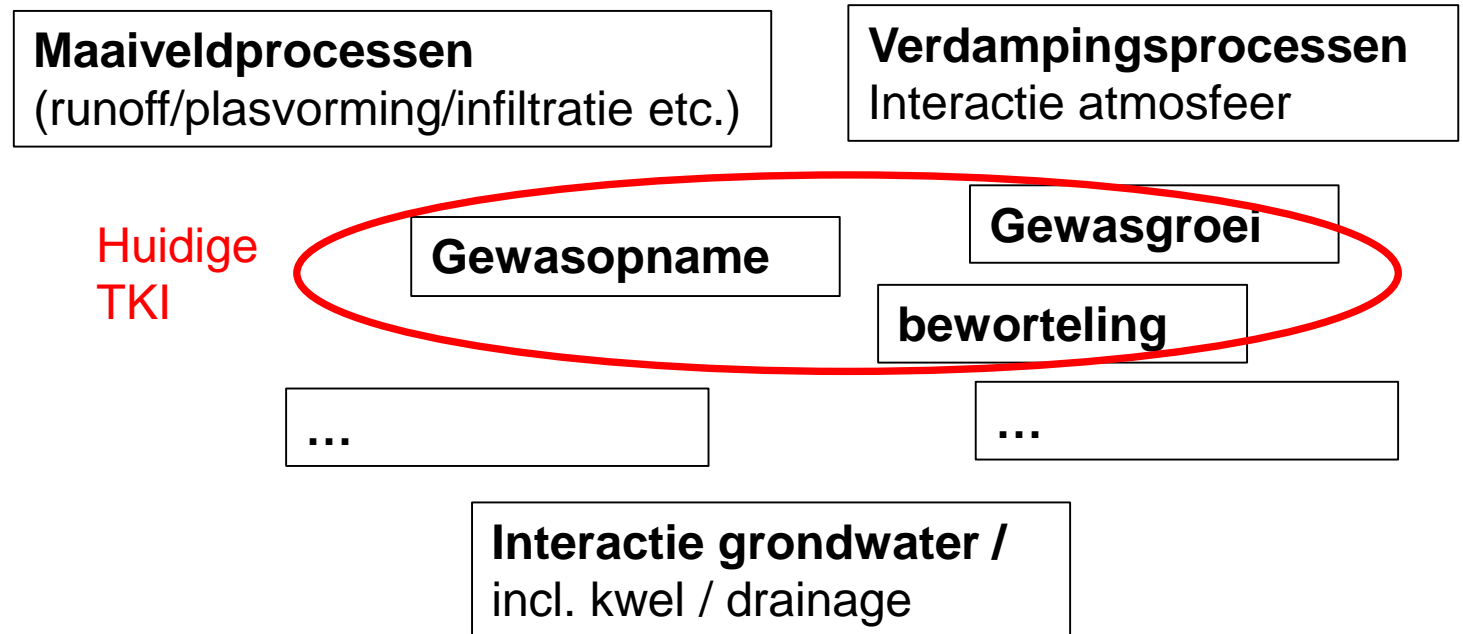
beworteling

...

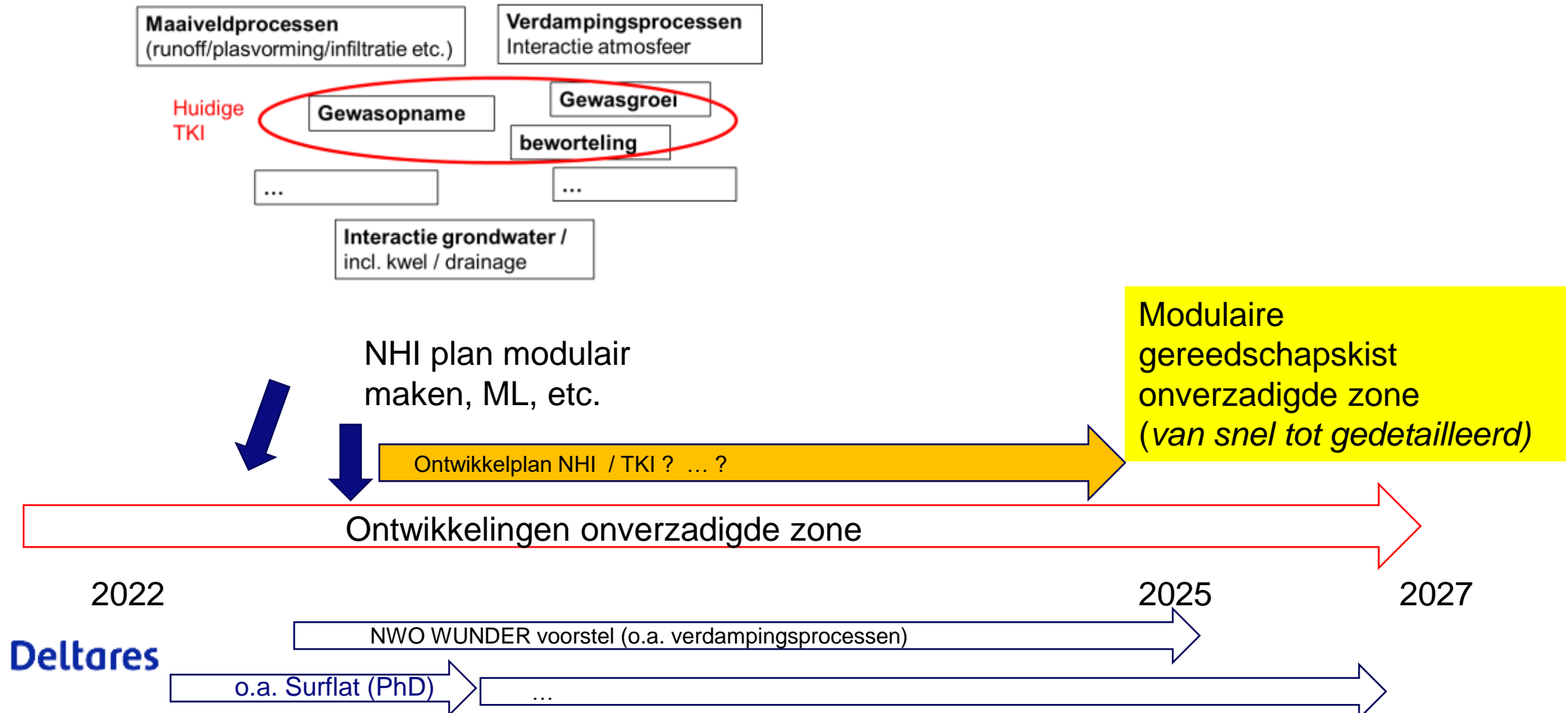
...

Interactie grondwater /
incl. kwel / drainage

Toekomstbeeld: uitwisselbare modules onverzadigde zone - gewassen



Toekomstbeeld: uitwisselbare modules onverzadigde zone - gewassen



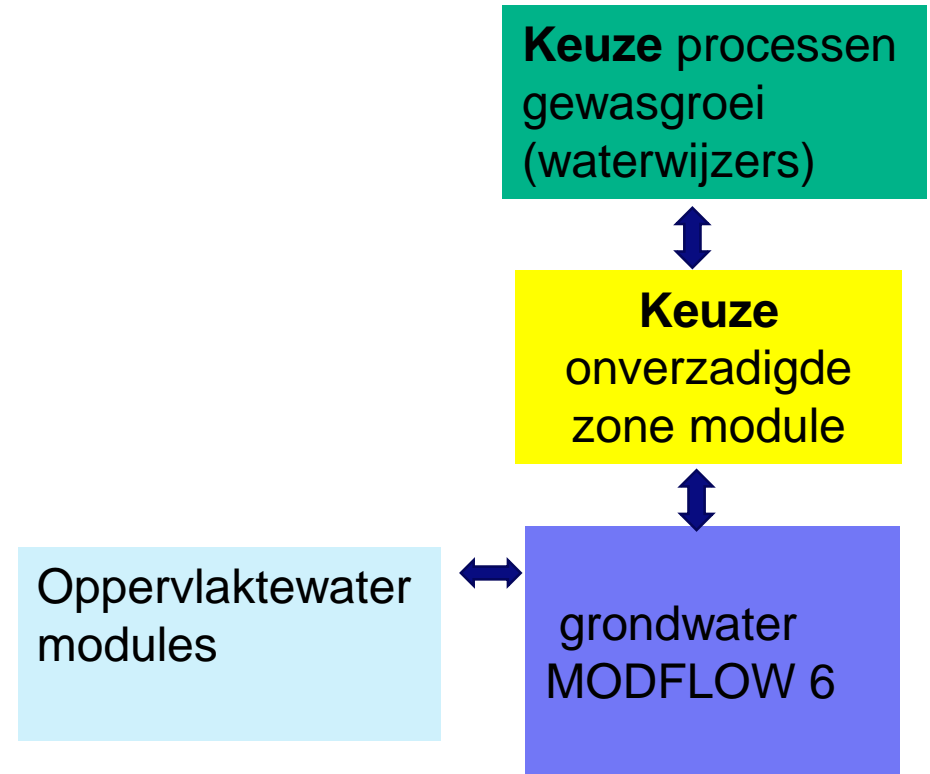
En de verdere aansluiting oppervlaktewater ...

Wens samenhangende gereedschapskist voor meerdere schaalniveaus:

→ Keuze snelle grove berekeningen tot gedetailleerde berekeningen op perceelsschaal

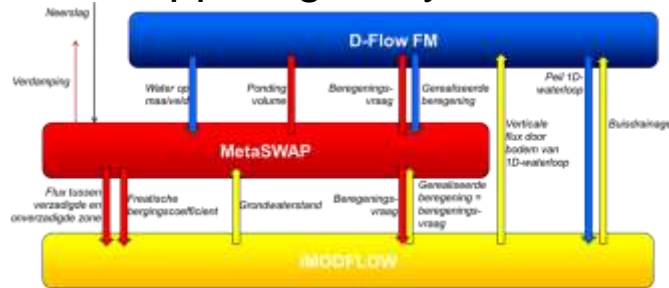
Aansluiting oppervlaktewatersysteem

- ❑ ontwikkeling verschillende oppervlaktewatermodules
- ❑ koppeling mogelijk maken met deze modules
→ *NB; nodig, nu te vaak uitgegaan van voldoende opp.water!*
- ❑ doorontwikkeling van de regisseursfunctie
→ wie welk proces, bijv. maaiveldprocessen afstemmen modules onverzadigde zone)



Ontwikkelingen oppervlaktewater

Koppeling D-Hydro



Transitie MODFLOW 6



iMOD
release
2023



iMOD
release
2023 of 2024



Juli /aug 2022

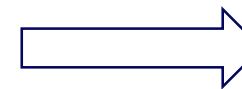


Prototype NHI
gelumpt opp. water



Doorontwikkeling
Gelumpt opp. Water

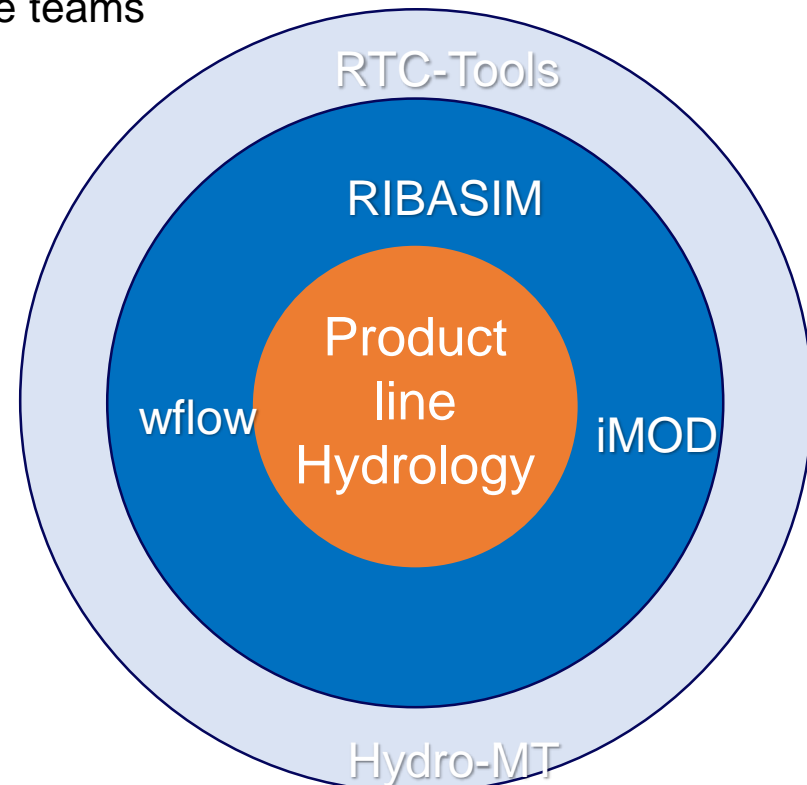
In release iMOD
en/of D-Hydro




Verdere integratie
concepten
(vb peilgestuurde drainage)

Ook binnen de kennisinstututen verandering organisatie vb nieuwe software productteams binnen Deltares

- verbreden en meer uitwisselbaar maken capaciteit in software ontwikkelteams
 - Vb hydrologie: iMOD, WFLOW, Ribasim, Hydro-MT, RTC-tools
- meer continuïteit beheer en onderhoud en ontwikkeling, in samenhang ontwikkelingen in projecten
 - meer inhoudelijke afstemming binnen en tussen huidige software teams
 - meer structurele afstemming met marktpartijen
 - anticiperen op nieuwe ontwikkelingen / technieken
- Voor meer informatie: software dagen Deltares (juni / nov)





 enabling delta life

Deltares



Dank voor jullie aandacht !

