

ONDERWERP

MetaSWAP knelpunten (memo 3)

PROJECTNUMMER

C03081.000418.0100/LB

DATUM

17 maart 2020

ONZE REFERENTIE

D10006534:2

VAN

Marloes Arens en Wilco Klutman

AAN

Gebruikers MetaSWAP bij regionale iMOD-modellen

Aanleiding

Deze memo is de derde memo in een serie van drie. De memo's zijn het vervolg op een MetaSWAP expert-meeting van 1 november 2019 en zijn bedoeld om informatie over MetaSWAP-versies, het juist gebruiken van MetaSWAP en nog bestaande knelpunten te delen. De memo's bevatten het volgende:

1. In de eerste memo worden verschillende MetaSWAP-versies toegelicht met de focus op werking van deze versies en verschillen in resultaten.
2. De tweede memo bevat 'tips, tricks en workarounds' en is bedoeld om hydrologen over de juiste instellingen te laten beschikken om met regionale modellen te rekenen.
3. De derde memo beschrijft de openstaande knelpunten binnen MetaSWAP en heeft als doel gebruikers te informeren over limitaties en om ontwikkelaars inzicht te geven in gewenste verbeteringen met het oog op regionale grondwatermodellen.

Scope memo

Deze memo beschrijft een drietal knelpunten en het effect dat ze hebben op het modelresultaat, zodat gebruikers zich bewust zijn van de limitaties van het model. Daarnaast wordt vooruitgekeken naar de gewenste verbetering om deze knelpunten op te lossen. Het gaat hierbij om knelpunten waar nog geen (goede) oplossing voor beschikbaar is.

Deze memo beschrijft in detail de volgende drie knelpunten binnen MetaSWAP die een effect hebben op het rekenresultaat van grondwatermodellen:

1. Te snel uitzakken van grondwaterstanden bij zandgronden. Dit wordt veroorzaakt door een overschatting van de capillaire nalevering waardoor de verdamping te hoog is.
2. Onjuist dichtslaan (ondoorlatend worden) zware kleigronden met bodem bouwsteen O13. Dit komt door een onjuiste relatie tussen het vochtgehalte en de doorlatendheid in deze bouwsteen.
3. Onjuiste neerslagrespons in het droge seizoen, mogelijk als gevolg van de ontbrekende preferente stroming.

Om te doorgronden waar deze knelpunten vandaan komen, en wat er verbeterd zou moeten worden om ze op te lossen, geven we eerst wat achtergrondinformatie over de bodemopbouw binnen MetaSWAP. Vervolgens worden de drie knelpunten in detail besproken, waarbij de volgende opzet is gehanteerd:

- een beschrijving van het geconstateerde probleem en wat dit betekent voor het modelresultaat;
- een toelichting over de (mogelijke) oorzaak;
- een toelichting over de (mogelijke) oplossing of oplossingsrichting.

COMPLEXITEIT EN SAMENHANG

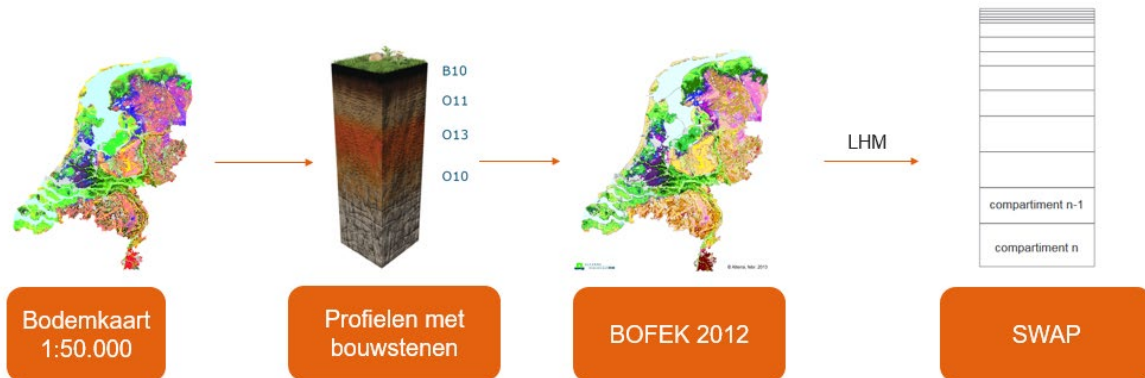
De eerste twee knelpunten hebben direct te maken met de bodemopbouw en database binnen MetaSWAP. Bij elk knelpunt kunnen er meerdere zaken door elkaar spelen. Hierdoor kunnen er geografisch (grote) verschillen zijn. De MetaSWAP database is geparametriseerd op basis van de best beschikbare kennis (literatuur, expert judgement). Desondanks moeten de parameterwaarden dus nog gekalibreerd worden voor regionale en/of lokale toepassing.

Achtergrondinformatie bodemopbouw in MetaSWAP

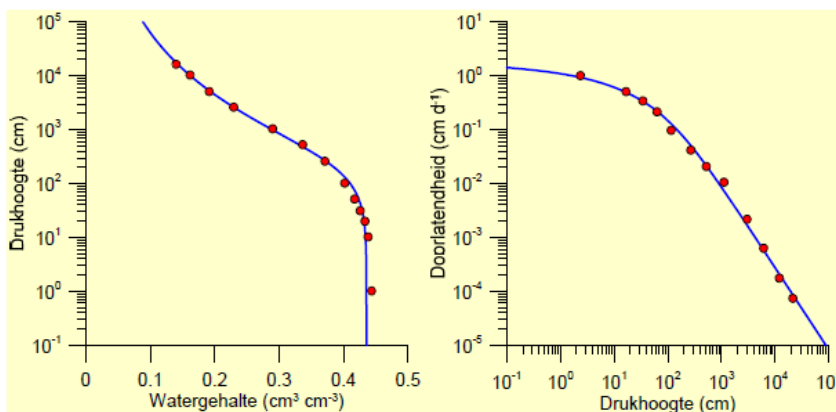
SWAP en MetaSWAP

MetaSWAP is gebaseerd op SWAP door middel van metarelaties. Deze zijn opgesteld door stationaire SWAP-berekeningen. De bodemdatabase die in SWAP aanwezig is, wordt dus ook door MetaSWAP gebruikt. De bodemdatabase bestaat uit de BOFEK-kaart met bijbehorende parameters. In de SWAP-kolom worden vervolgens nog extra eigenschappen toegevoegd. Dit vormt de bodemdatabase met bouwstenen voor MetaSWAP. De Waterwijzer Landbouw bestaat uit SWAP en WOFOST (gewasgroeimodel) en maakt ook gebruik van deze bodemdatabase.

De totstandkoming van de bodemopbouw in MetaSWAP is schematisch weergegeven in Figuur 1. De basisinformatie is de bodemkaart 1:50.000. Op deze kaart staan meer dan 300 verschillende bodemcodes. Elk van deze bodems bestaat uit een bodemprofiel met daarin verschillende lagen met specifieke eigenschappen. Deze lagen zijn omgezet naar profielen met bouwstenen met specifieke fysische eigenschappen, bestaande uit bovengrond-bouwstenen (B) en ondergrond-bouwstenen (O). De fysische eigenschappen zijn beschreven met Staringreeksen volgens de methode van Mualem - Van Genuchten. Deze zijn bepaald in het lab en laten de relatie zien tussen drukhoogte en vochtgehalte, en drukhoogte en doorlatendheid (voorbeeld in Figuur 2).



Figuur 1: Schematisch overzicht van de totstandkoming van de bodemopbouw binnen MetaSWAP¹



Figuur 2: Voorbeeld van de Staringreeks. Links: relatie tussen de drukhoogte en het watergehalte (verzadigings-tekort e.g. berging). Rechts: relatie tussen de drukhoogte en de doorlatendheid. De rode bolletjes stellen laboratoriumproeven voor (Bron: WEnR, Heinen 2019)².

¹ <https://www.wur.nl/nl/show/Bodemkaart-1-50-000.htm>

²

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/AGENDA/Agenda%202019/20190924%20Kennisdag%20Zoetwater/Presentatie%20deelsessie%20Bodemfysische%20data%2C%20Hunink%20%26%20Heinen.pdf>;
<https://edepot.wur.nl/2652>

Er zijn verschillende versies van de Staringreeks, gebaseerd op meerdere metingen:

- versie 1 uit 1986/1987;
- versie 2 uit 1994;
- versie 3 uit 2001;
- versie 4 uit 2018.

Op basis van de bodemfysische eigenschappen uit de eerste versie (1987) zijn verschillende bodems uit de bodemkaart 1:50.000 samengevoegd tot 'bodemfysische eenheden'. Deze clustering vormt de BodemFysische Eenheden Kaart (BOFEK) uit 2012. Deze kaart bestaat uit 72 bodemfysische eenheden met sterk gelijkende fysische eigenschappen. Een compleet overzicht van de clustering is weergegeven in de rapportage van Alterra³. Een uitsnede hiervan is te zien in Figuur 3.

BOFEK-eenhedennummer	Bodemnr	Bodemsoort	Berekeningen													Aanwezigheid Staring bouwstenen in het profiel (
			C-waarde (d)	NP-waarde (anz/0)	Gemakkelijk opneembaar vocht waterdrone (cm)	Middelmatig opneembaar vocht waterdrone (cm)	Gemakkelijk opneembaar vocht op ondergrond tot kritieke afstand (cm)	Middelmatig opneembaar vocht op ondergrond tot kritieke afstand (cm)	Kritieke afstand in arm bij flux van 1 mm ² /s	Verzadigingsstokort in arm bij flux 3 mm ² /s	Kritieke afstand in arm bij flux van 2 mm ² /s	Verzadigingsstokort in arm bij flux 2 mm ² /s	Groeging volgens clusteranalyse	B1 (Laarm fijn zand)	B2 (zw leemig fijn zand)	B3 (sk. leemig fijn zand)	B4 (zst. leemig fijn zand)	B5 (grof zand)	B6 (keulseem)	B7 (zeer lichte zavel)	B8 (matig lichte zavel)	B9 (zware zavel)	B10 (lichte klei)	B11 (matig zware klei)	B12 (zeer zware klei)	B13 (zandige leem)	B14 (allig leem)	B15 (veilig zand)	B16 (zandig veen en veen)	B17 (veilige klei)	B18 (kleig veen)	O1 (... arm zand)	O2 (... leemig fijn zand)				
101	1010	hVb	10.6	2746	2.9	6.7	16.3	11.8	90	21.6	59	17.0	4																								
101	1020	ohVb	8.7	3005	3.3	7.4	16.7	12.2	113	32.2	77	23.5	6																								
101	1050	hVc	6.8	3265	4.2	8.9	16.7	12.2	113	32.2	77	23.5	6																								
101	1071	hVzc	7.3	3938	3.8	8.1	14.4	8.8	141	33.9	81	22.8	6																								
101	1130	pVb	5.1	3684	1.5	5.8	16.0	11.8	112	29.8	67	18.5	4																								
101	1140	opVb	6.0	3297	2.9	5.9	16.7	12.2	113	32.2	77	23.5	4																								
101	1160	opVc	6.2	3167	2.7	5.9	16.2	11.8	114	31.1	77	21.9	4																								
101	1170	pVc	6.0	3318	3.0	6.3	16.5	11.9	115	32.5	79	23.7	4																								
101	1190	kVb	5.3	3613	1.6	5.8	16.7	12.2	113	32.2	77	23.4	4																								
101	1220	kVc	5.7	3583	1.7	5.9	16.0	11.8	112	29.8	67	18.5	4																								
101	1225	kVc	6.0	3297	2.9	5.9	16.7	12.2	113	32.2	77	23.5	4																								
102	1070	hVz	7.3	3938	3.8	8.1	14.4	8.8	141	33.9	81	22.8	6																								
102	1072	hVzx	10.6	2770	3.8	8.1	13.1	9.0	105	30.3	79	22.4	6																								
102	1180	pVz	6.7	6005	3.3	6.6	12.7	7.0	135	36.4	85	23.8	6																								
102	1230	kVz	4.8	6352	1.7	5.9	12.2	6.8	131	33.3	69	18.4	4																								
102	1235	kVz	5.0	6066	2.9	5.9	13.0	7.2	133	36.4	81	23.2	4																								

Figuur 3: Uitsnede uit de tabel met geclusterde bodemtypen (tweede kolom) aan de BOFEK-typen (eerste kolom)³

³ <http://content.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterraraapporten/AlterraRapport2387.pdf>

1. Uitzakken grondwaterstanden zandgronden

Probleem

Bij de ontwikkeling van AMIGO 3.0 is geconstateerd dat de grondwaterstand in dekzandgebieden in de zomer vaak te diep uitzakt. Het effect hiervan op het modelresultaat van iMOD is dat je op dit type zandgronden te lage grondwaterstanden berekent in de zomer en daardoor mogelijk ook een te lage grondwaterstand in het najaar.

Oorzaak

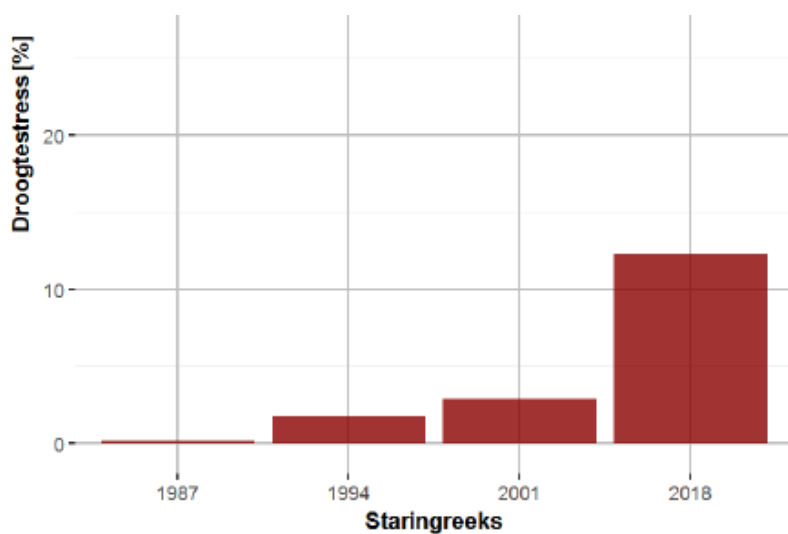
Het te diep uitzakken van de grondwaterstand komt doordat er in de zomer te veel verdamping optreedt. Dit wordt veroorzaakt door een overschatting van de capillaire nalevering waardoor de verdamping te hoog is. De capillaire nalevering was binnen AMIGO regelmatig meer dan 2 mm per dag, terwijl de grondwaterstand dieper dan 2 meter onder maaiveld lag. Dit probleem is voornamelijk terug te zien in de dekzandgebieden en komt voort uit de Staringreeks. Deze fout in hydrologische berekeningen zit daarmee ook in SWAP en resulteert bij de Waterwijzer Landbouw in een forse onderschatting van de droogteschade bij diepe grondwaterstanden in deze dekzandgebieden.

Oplossing

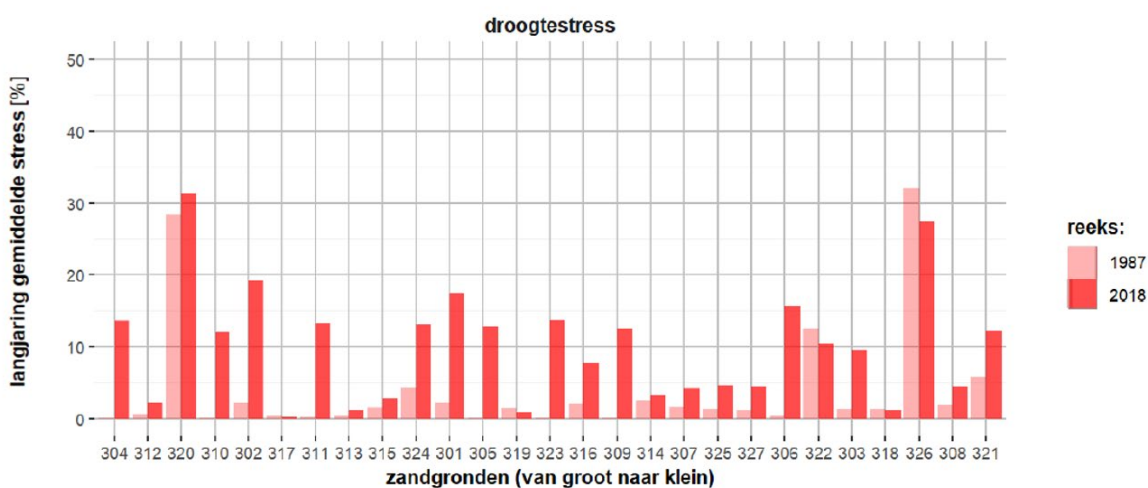
In 2018 zijn nieuwe Staringreeksen opgesteld, waarbij er bij zandgronden minder verdamping optreedt. Dit is terug te zien in de Waterwijzer Landbouw waarbij er met de nieuwe Staringreeksen meer droogteschade wordt berekend bij een lage grondwaterstand voor BOFEK type 304 (zwak lemige podzolgronden). De berekende droogteschade bij de verschillende Staringreeksversies is te zien in Figuur 4. In Figuur 5 is het effect van de nieuwe Staringreeks op de berekende droogteschade voor alle zandgronden te zien. Voor de meeste zandgronden geldt dat er met de nieuwe Staringreeks aanzienlijk meer droogtestress wordt berekend. Dit houdt in dat er dus minder verdamping optreedt in droge perioden. Deze Staringreeksen kunnen nu toegepast worden in de maatwerktool van de Waterwijzer Landbouw.

Door de Staringreeksen aan te passen, zijn er nieuwe fysische kenmerken toegekend aan de bouwstenen. Vanwege deze nieuwe fysische kenmerken moeten er nieuwe bodemfysische eenheden worden opgesteld, die een nieuwe BOFEK-kaart zullen vormen.

Om het knelpunt in MetaSWAP op te lossen, zal er uiteindelijk een nieuwe bodemdatabase opgesteld moeten worden op basis van de (nog te maken) nieuwe BOFEK-kaart die gebruik maakt van de Staringreeksen uit 2018. Deze oplossing is nog niet op korte termijn beschikbaar. Als voorlopige oplossing zouden de nieuwe Staringreeksen toegepast kunnen worden zonder de nieuwe indeling van de BOFEK-kaart. Hiervoor moet wel de bodemdatabase aangepast worden en de metarelaties tussen SWAP en MetaSWAP moeten opnieuw worden doorgerekend. Het knelpunt kan nu voor een deel worden omzeild met de workarounds zoals beschreven in de tweede memo (tips & tricks).



Figuur 4: De hoeveelheid droogtestress bij BOFEK-type 304 bij grondwatertrap VI⁴



Figuur 5: De langjarig gemiddelde droogtestress bij zandgronden op basis van verschillende Staringreeksen⁵

4

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/AGENDA/Agenda%202019/20190924%20Kennisdag%20Zoetwater/Presentatie%20deelsessie%20Bodempysische%20data%2C%20Hunink%20%26%20Heinen.pdf>

5

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/AGENDA/Agenda%202020/20200213%20Gebruikersdag%20WWL/Presentatie%20Martin%20Mulder%2C%20Verbeteringen%20WWL.pdf>

2. Dichtslaan zware kleigrond met bouwsteen O13

Probleem

Bij zware kleigronden wordt te weinig dynamiek berekend in droge perioden; de grondwaterstand zakt niet diep genoeg uit en er is te weinig respons op neerslag. Dit probleem is herleid naar de bouwsteen O13, die uit zware klei bestaat. Wanneer de grondwaterstand uitzakt tot onder deze bouwsteen, slaat de bodem dicht. Hierdoor treedt er te weinig verdamping op en blijft de neerslagrespons ook achter. De BOFEK-typen met deze bouwsteen zijn:

- 105 – Kleiig moerige bovengrond of kleidek op oligotroof veen veelal tot dieper dan 120 cm;
- 404 – Klei op veen (fluviaal);
- 414 – Zavel en lichte klei met zware tussenlaag;
- 422 – Zware klei (fluviaal, komgronden);
- 503 – Kleefarde.

Naast de fout in de bouwsteen is er ook een mogelijke fout aanwezig in de bodemkaart zelf. De bodemclassificatie volgens de 1:50.000 bodemkaart is decennia geleden uitgevoerd en is mogelijk verouderd. De classificatie als zware klei, met bouwsteen O13, lijkt niet overal juist.

Oorzaak

De twee fouten hebben verschillende oorzaken. Het knelpunt met bouwsteen O13 komt voort uit de Staringreeks; als het vochtgehalte in de O13 bouwsteen laag is, wordt de doorlatendheid nagenoeg 0 (zie Figuur 6). De rode lijn (Mulaem - Van Genuchten) geeft de relatie tussen deze parameters aan zoals deze in MetaSWAP zit. De extrapolatiemethode die gebruikt is, lijkt niet goed overeen te komen met de daadwerkelijk gemeten waarden. Hierdoor ontstaan twee problemen:

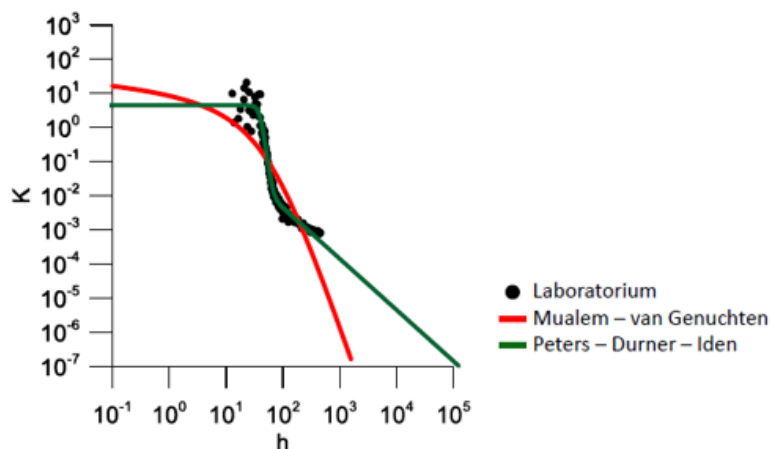
- a. er kan geen verdamping meer plaatsvinden vanuit diepere lagen, ook al is dit in werkelijkheid wel mogelijk, en
- b. er treedt nauwelijks respons op bij neerslag, doordat dit water niet door de bouwsteen O13 kan.

Wanneer de grondwaterstand weer tot in de O13 bouwsteen komt, stijgt de doorlatendheid weer. Dit probleem treedt dus voornamelijk op bij dit type kleigronden waarbij de grondwaterstand onder de bouwsteen uitzakt. Bij jaarrond natte kleigronden openbaart zich dit probleem niet of minder. Bij het doorrekenen van een ingreep of maatregel leidt dit mogelijk tot fouten.

Het knelpunt met de verouderde bodemclassificatie wordt veroorzaakt door de verandering in bodemopbouw; door grondbewerking, grondverbetering, intensieve ontwatering en intensivering van de productie is de bodemopbouw veranderd. De classificatie en bijbehorende parametrisatie als zware klei is hierdoor op veel locaties onjuist; de bodemeigenschappen lijken hier vaak meer op een zware zavel.

Oplossing

De oplossing van het probleem met bouwsteen O13 moet gezocht worden in de parametrisatie van de bouwsteen. Het knelpunt met bouwsteen O13 wordt niet opgelost door de nieuwe Staringreeksen uit 2018. De update van de Staringreeks zorgt niet voor een verbetering, aangezien de fout in de extrapolatiemethode zit. In Figuur 6 is te zien dat de Staringreeks met *Mulaem - Van Genuchten* een onjuiste fit is, en dat *Peters - Durner - Iden* beter lijkt te kloppen. Een mogelijke oplossing zou dus kunnen zijn om hier af te stappen van *Mulaem - Van Genuchten*. Om dit te doen, is eerst meer onderzoek nodig of dit een goede vervanging is. Vervolgens zouden de Staringreeksen, en dus ook de bodemdatabase, aangepast moeten worden. Daarna moeten de metarelaties tussen SWAP en MetaSWAP opnieuw worden doorgerekend.



Figuur 6: Staringreeks voor bouwsteen O13 op basis van Mualem - van Genuchten en Peters - Durner - Iden⁶. Op de x-as staat de drukhoogte, of de y-as staat de doorlatendheid. Bij een hoger drukgehalte (drogere bodem) wordt de doorlatendheid lager. De punten zijn gemeten in het laboratorium en de lijnen zijn de bepaalde relatie met twee verschillende methoden. De lijn Mualem - van Genuchten wordt gebruikt binnen MetaSWAP

De oplossing voor de verouderde bodemclassificatie is het gebruiken van meer recentere boringen en bodemkartering om de bodemkaart op te bouwen. Hierbij moet bepaald worden hoe tot de beste bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK) gekomen kan worden. Deze oplossing vraagt dus om een herkartering en een nieuwe indeling op basis van de fysische kenmerken. Vervolgens moet dan ook de bodemdatabase aangepast worden en de metarelaties tussen SWAP en MetaSWAP moeten opnieuw worden doorgerekend.

Voor deze knelpunten lopen nog geen acties. Ook is er nog geen consensus over de juiste verbetermethode. In de tweede memo is een workaround aangedragen, die voor beide problemen toegepast kan worden; de zware klei wordt vervangen door een zware zavel.

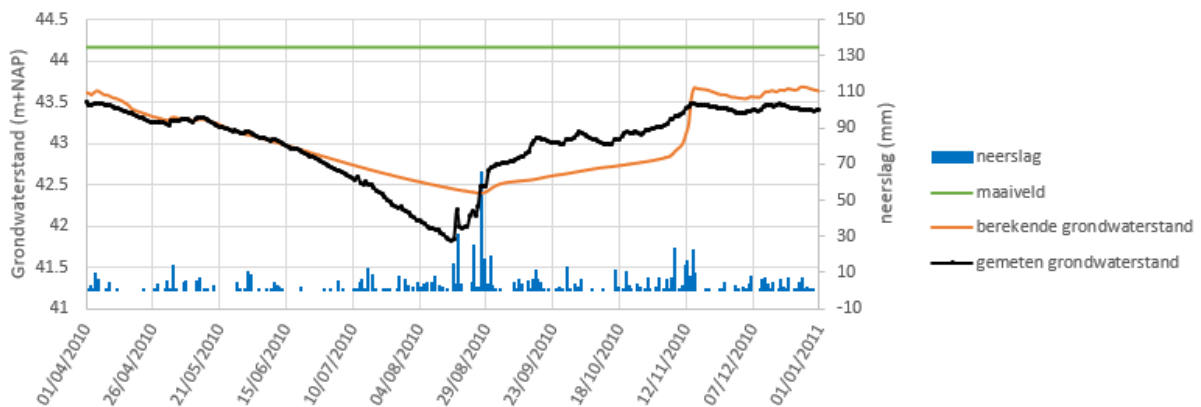
6

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/AGENDA/Agenda%202019/20190924%20Kennisdag%20Zoetwater/Presentatie%20deelsessie%20Bodemfysische%20data%2C%20Hunink%20%26%20Heinen.pdf>

3. Neerslagrespons door ontbreken van preferente stroming

Probleem

Uit de validatie met tijdreeksen bij AMIGO 3.0 bleek dat bij zandgronden de neerslagrespons in het grondwater tijdens het droge seizoen onvoldoende is (zie Figuur 7). Doordat de GxG's hierdoor nauwelijks worden beïnvloed, is het afhankelijk van het doel van de modellering of dit ook daadwerkelijk een probleem is. Wanneer je naar tijdstijghoogten wilt kijken, en dan specifiek naar het uitzakken en het herstel van de grondwaterstand, dan heeft deze constatering wel een groot effect.

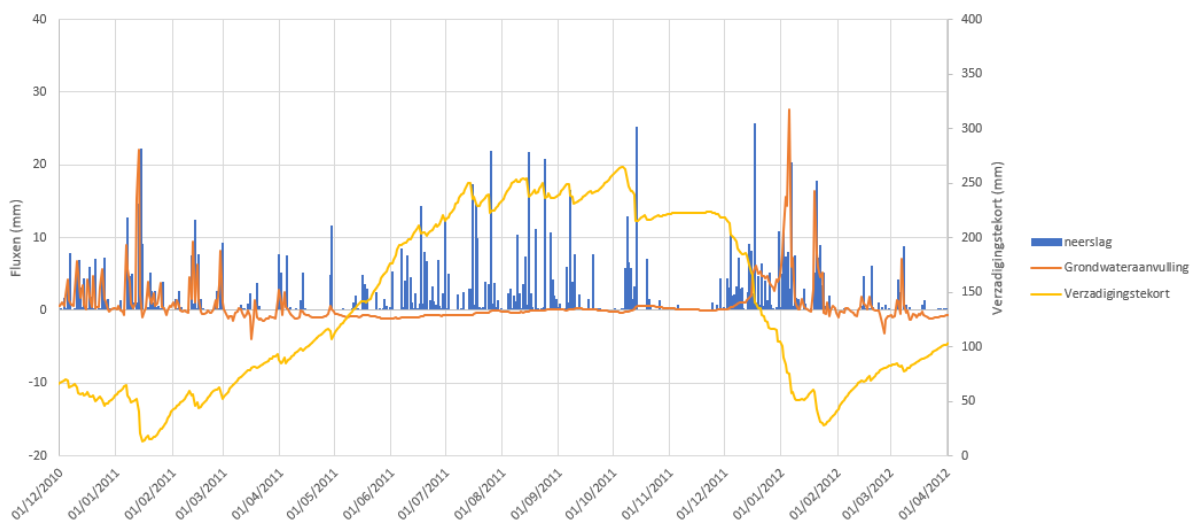


Figuur 7: Neerslag, gemeten en berekende grondwaterstand in het droge seizoen

Oorzaak

Door van een SVAT (modelcel in MetaSWAP) een csv weg te schrijven (zie de tweede memo), kon de oorzaak achterhaald worden. In Figuur 8 is te zien dat er vanaf de zomer tot aan het eind van het jaar nauwelijks een reactie op neerslag is te zien in de grondwateraanvulling. Pas wanneer de berging gevuld is (laag verzadigingsstekort) wordt er weer grondwateraanvulling berekend en is er dus weer een neerslagrespons te zien. In werkelijkheid wordt niet eerst de hele onverzadigde berging gevuld, maar stroomt een deel van de neerslag meteen door naar het grondwater (preferente stroming). Er zijn tal van oorzaken voor deze preferente stroming:

- hydrofobe bodem;
- wortelgangen;
- bioturbatie (wormen, mollen, etc.);
- ...



Figuur 8: MetaSWAP fluxen neerslag en berekende grondwateraanvulling (eerste y-as) en het verzadigingsstekort (tweede y-as)

Oplissing

Preferente stroming is niet aanwezig als modelconcept binnen MetaSWAP. Om dit aan het model toe te voegen, is eerst meer onderzoek nodig naar de oorzaken van preferente stroming en hoe deze gemodelleerd kunnen worden. Parallel daaraan zal de preferente stroming aan de modelcode van MetaSWAP (en iMOD) moeten worden toegevoegd. Hiervoor lopen op dit moment nog geen acties. In de tweede memo is een workaround gegeven voor dit knelpunt; het verkleinen van de bodemmatrix. Dit leidt echter niet overal tot een verbetering van het model.