

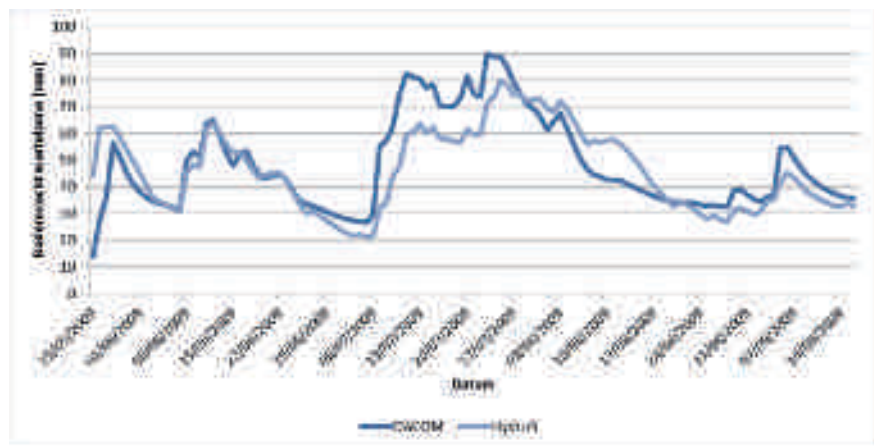
# Model voor landsdekkende berekening bodemvocht in wortelzone en actuele verdamping

FutureWater heeft een hydrologisch waterbalansmodel ontwikkeld dat landsdekkend de actuele verdamping en het bodemvocht in de wortelzone kan berekenen: SPHY (*Spatial Processes in Hydrology*). Het model wordt ingezet voor scenario-analyses van bijvoorbeeld klimaatverandering en ter ondersteuning van strategische en operationele beslissingen. Het heeft een ruimtelijke resolutie van 250 x 250 meter en is gekalibreerd aan gemeten actuele verdamping en gevalideerd aan gemeten bodemvocht.

**B**odemvocht en actuele verdamping zijn belangrijk in tal van toepassingen, variërend van landbouw tot waterbeheer, meteorologie, klimaatonderzoek en zelfs epidemiologie. Vanuit de Nederlandse maatschappij groeit de vraag naar een product dat een inschatting kan geven van het vochtgehalte in de wortelzone evenals de actuele verdamping.

Een product of model dat zowel een schatting kan geven van het vochtgehalte in de wortelzone als de actuele verdamping, kan bijdragen aan de optimalisatie van het waterbeheer bij Rijkswaterstaat, de waterschappen en agrariërs. Tijdens perioden van droogte kan Rijkswaterstaat bijvoorbeeld zijn besluitvorming met betrekking tot de zoetwatervoorziening verbeteren. Waterschappen kunnen tijdens droogte beter zien waar wateraanvoer noodzakelijk is. Tot slot kunnen agrariërs op kleine schaal de berekening van hun percelen optimaliseren. Tevens kan een agrariër zijn drainage beter sturen met behulp van klimaatadaptieve drainage<sup>1)</sup>.

De huidige producten die real-time bodemvocht en actuele verdamping leveren, zijn voornamelijk gebaseerd op *remote sensing*. Het gebruik van die methode in (agro)hydrologische toepassingen groeit wereldwijd aan populariteit; binnen Nederland is het SAT-WATER-consortium hierin actief<sup>2)</sup>. Er is echter een aantal beperkingen aan het gebruik ervan: toekomstvoorspellingen zijn niet mogelijk, bewolking is een probleem voor de meeste satellieten en bodemvocht is nog niet goed waarneembaar. Naast informatie vanuit satellieten zullen dus ook hydrologische modellen moeten worden ingezet.



Afb. 1: Validatie bodemvochtsimulatie voor een DACOM-sensor voor 2009 op dagelijkse waarden.

Er wordt vaak gedacht dat een model in staat is om alle vragen te beantwoorden en dat een complex model altijd het beste is. Een artikel in  $H_2O$ <sup>3)</sup> gaat in op dit vraagstuk. De conclusie is dat voor elk vraagstuk een ander type model het beste is. In dat artikel presenteert FutureWater HydroS, wat een voorbeeld is van een simpel relatief snel opgezet model dat zonder enige vorm van kalibratie al redelijk betrouwbare resultaten geeft. Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) is het geïntegreerde landsdekkende grond- en oppervlaktewatermodel voor Nederland. Dit model combineert modellen en is hierdoor complex, waardoor wijzigingen lastiger door te voeren en rekentijden lang zijn. Hierdoor zijn scenario-analyses niet snel uit te voeren en real-time voorspellingen lastig. Om toch een model te hebben dat landsdekkend een goede inschatting kan maken van de actuele

verdamping en het bodemvocht in de wortelzone maar minder complex is dan het NHI, is de versie van HydroS uit 2010<sup>3),4)</sup> uitgebreid met componenten van andere bestaande modellen die met name het bodemvocht in de wortelzone en de actuele verdamping beïnvloeden: de drainage en percolatie. Zie voor het SPHY-concept en de bijbehorende vergelijkingen de SPHY-modelrapportage<sup>5)</sup>.

## Resultaten

SPHY is gekalibreerd aan de gemeten actuele verdamping en gevalideerd aan het gemeten bodemvocht op een aantal locaties binnen Nederland. Voor de gemeten verdamping is gebruik gemaakt van door Alterra verzamelde jaarreeksen<sup>6)</sup>, voor het gemeten bodemvocht sensoren van DACOM (WaterSense-project). De tabel geeft een overzicht van de totale gemeten en gesimuleerde actuele verdamping

**Totale gemeten verdamping en gesimuleerde verdamping van het gekalibreerde SPHY-model. De afwijking is de afwijking in percentage ten opzichte van de gemeten verdamping. De Root-Mean-Square-Error geeft de afwijking in millimeters per maand over die periode.**

locatie	begin periode	einde periode	gemeten verdamping (mm)	gesimuleerde verdamping (mm)	afwijking (%)	RMSE (mm/maand)	Pearson r (-)
Cabauw*	januari 2005	december 2008	486	480	-1,3	9,0	0,95
Loobos*	januari 2006	december 2007	506	527	4,2	13,5	0,90
Langerak	april 2005	maart 2006	526	538	2,2	6,6	0,98
Molenweg	juni 2005	april 2006	401	456	14,0	8,1	0,98
Dijkgraaf	juni 2005	april 2006	476	464	-2,5	13,3	0,91
Lutjewad	juni 2006	april 2007	443	449	1,3	12,8	0,94
Oostwaard	april 2008	december 2008	538	464	-13,6	15,6	0,94
Vredepeel	april 2006	februari 2007	519	446	-14,2	19,8	0,85
Utrecht	september 2008	oktober 2008	60	59	-0,8	10,0	**

\* gemiddelde jaarsom.

\*\* niet bepaald in verband met te korte tijdreeks.

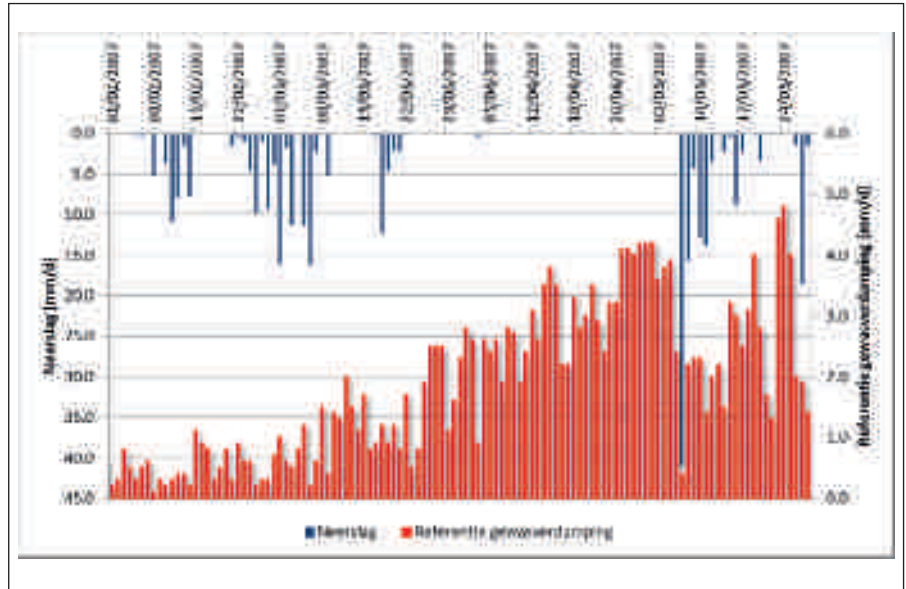
over een aantal maanden van het SPHY-model. De resultaten geven aan dat SPHY goed gekalibreerd is voor deze tien locaties. Met name de gesimuleerde totale (jaarlijkse) verdamping komt goed overeen met de gemeten verdamping. De maximale afwijking hierin bedraagt 14 procent. Voor de meeste locaties laat het model een afwijking zien van minder dan vijf procent. Voor deze locaties was het landgebruik verschillend ten tijde van de metingen.

Afbeelding 1 geeft een bodemvochtvalidatie weer op dagbasis van DACOM-sensor (landgebruik aardappelen op sterk lemig fijn zand op (kei-)leem) voor mei tot en met september 2009. Voor deze periode simuleert SPHY het bodemvocht goed. Er is sprake van een lichte onderschatting van het gemeten bodemvocht. Uit de analyse van overige locaties bleek dat SPHY zowel een lichte over- als onderschatting berekent ten opzichte van het gemeten bodemvocht. Deze blijken echter te verwaarlozen als men zich realiseert dat de bodemvochtmetingen puntmetingen zijn. Het blijkt namelijk dat het gemeten bodemvocht op twee verschillende locaties (200 meter afstand van elkaar) binnen één SPHY-pixel behoorlijk van elkaar kunnen afwijken. Uit analyse blijkt dat het gesimuleerde SPHY-bodemvocht binnen dit bereik van de bodemvochtmetingen blijft<sup>5)</sup>.

**Toepassing**

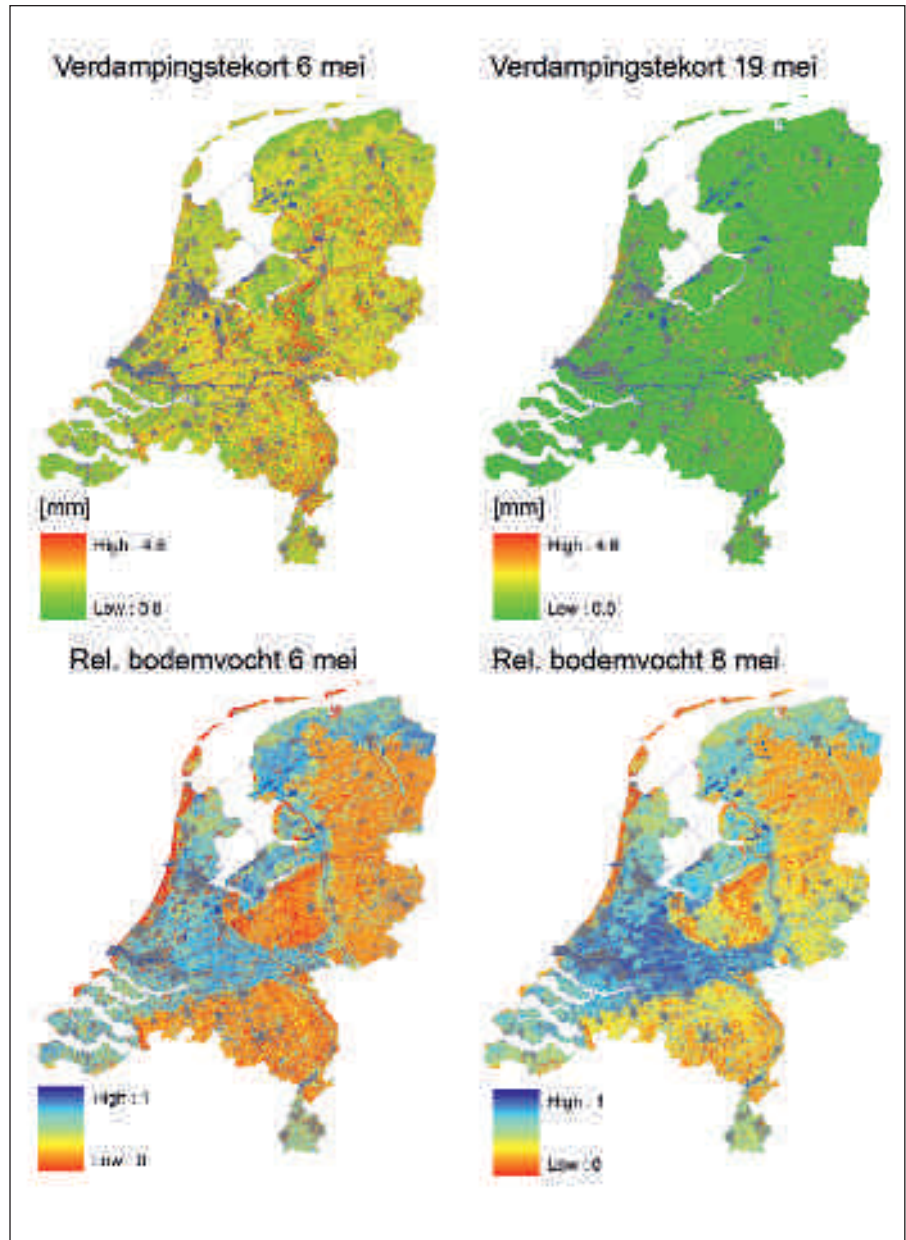
Het gekalibreerde en gevalideerde SPHY-model is dus geschikt om het bodemvocht in de wortelzone en de actuele verdamping te bepalen. Enkele resultaten van het voorjaar 2007 worden hier beschreven. Dit was een erg droog voorjaar, waarin tussen eind maart en begin mei minder dan één millimeter neerslag viel (zie afbeelding 2). De verwachting is dus dat het actuele verdampingstekort aan het eind van deze droge periode (6 mei 2007) hoog is en het verdampingstekort na afloop van een aantal dagen met neerslag een stuk lager is. Het verdampingstekort is hier gedefinieerd als het verschil tussen de potentiële en actuele verdamping. Afbeelding 3 geeft het door SPHY gesimuleerde verdampingstekort weer op de dag aan het einde van de langdurige periode van droogte (6 mei 2007) en na een aantal dagen met neerslag (19 mei 2007). Hieruit blijkt dat het gesimuleerde verdampingstekort maximaal bijna vijf millimeter per dag is en er ruimtelijke verschillen zijn voor bodemfunctie, hoogte en landgebruik.

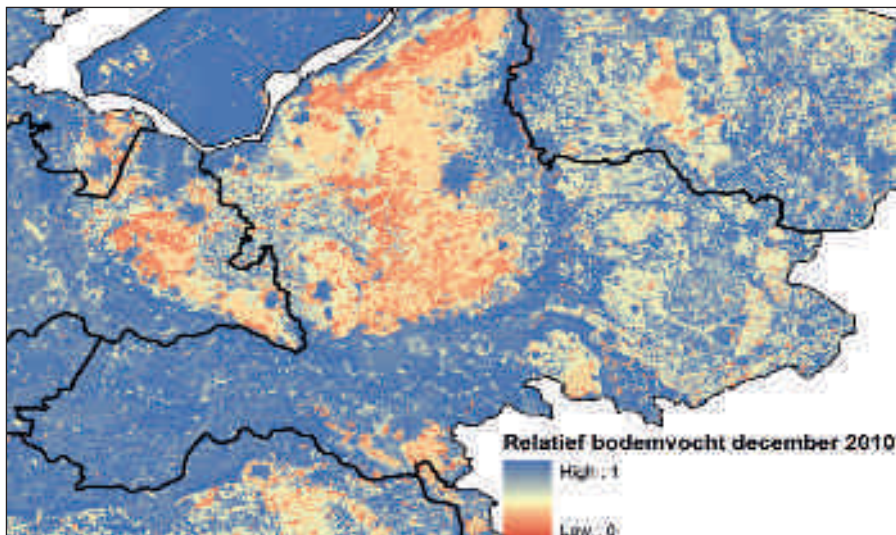
Zoals verwacht is het gesimuleerde verdampingstekort op 19 mei, na enkele forse buien, voor de meeste gebieden nihil. Afbeelding 3 laat tevens het gesimuleerde relatieve bodemvocht in de wortelzone zien aan het einde van de langdurige periode van droogte en op een dag na de hevige bui van 42 millimeter op 7 mei 2007. Hierin is het relatieve bodemvocht gedefinieerd als het bodemvocht ten opzichte van het verzadigde bodemvochtvolume. Het is duidelijk dat de bodem op veel plaatsen in Nederland erg droog is voor de bui, met name de Veluwe en het oosten en zuiden. De dag na de bui is duidelijk te zien dat het relatieve vochtgehalte in de wortelzone is toegenomen. SPHY



Afb. 2: Neerslag en referentie gewasverdamping voor de periode februari tot en met mei 2007.

Afb. 3: Boven links het verdampingstekort (in millimeters per dag) na een langdurige periode zonder neerslag en rechts na een periode van regenval. Onder links het relatief bodemvocht na langdurige periode zonder neerslag en rechts op de dag na een hevige bui (bui van 7 mei 2007).





Afb. 4: Gesimuleerd relatief bodemvocht in december 2010 voor de provincie Gelderland.

is dus goed in staat dagelijkse veranderingen van weerpatronen mee te nemen in de simulatie van de actuele verdamping en het bodemvocht in de wortelzone. Afbeelding 4 geeft nog een indicatie van het ruimtelijk detail dat met SPHY haalbaar is. Hierin is de ruimtelijke variatie in het relatieve gesimuleerde bodemvocht voor december 2010 voor Gelderland goed zichtbaar.

### Conclusies

Het SPHY-model laat zien dat het gemeten

bodemvocht in de wortelzone en de actuele verdamping goed te simuleren zijn. Analyse van het droge voorjaar van 2007 toont dat dagelijkse veranderingen van weerpatronen goed meegenomen zijn in de simulatie. Bovendien heeft SPHY een hoog ruimtelijk detailniveau. Daarnaast kan het model ook wateroverlast door hoge grondwaterstanden goed bepalen<sup>4)</sup>. SPHY is minder geschikt voor toepassingen gericht op het diepere grondwater en voor meer hydraulische (open water) analyses.

Het model wordt ook ingezet om de meerwaarde te bepalen van real-time neerslaggegevens in hoge resolutie. Voor de risicoanalyse van verspreiding van Q-koorts is SPHY gebruikt om de component bodemvocht mee te nemen. Verder biedt het model de mogelijkheid ontwikkeld te worden tot een online-toepassing waarmee real-time historisch, actueel en toekomstig bodemvocht en actuele verdamping zijn te berekenen.

### NOTEN

- 1) Van den Eertwegh G., L. Kuipers, W. Klerk, J. van Bakel, L. Stuyt, A. van Iersel en M. Talsma (2012). Klimaatadaptieve drainage: middel tegen piekafvoeren en watertekorten.
- 2) Verkerk M., V. Kaiser, R. van Ouwkerk en J. Heijkers (2012). Remote sensing kan (nog) beter gebruikt worden. H<sub>2</sub>O nr. 10, pag. 6-7.
- 3) Droogers P. en W. Immerzeel (2010). Wat is het beste model? H<sub>2</sub>O nr. 4, pag. 38-41.
- 4) Immerzeel W., H. Goosen, M. de Groot en P. Droogers (2010). Klimaat Atlas: ontwikkeling wateroverlastkaarten. H<sub>2</sub>O nr. 10, pag. 33-36.
- 5) Terink W., P. Droogers, W. Immerzeel en G. van den Eertwegh (2012). SPHY - Een hydrologisch model gericht op de berekening van bodemvocht en de actuele verdamping. FutureWater. Rapport 115.
- 6) Elbers J., E. Moors en C. Jacobs (2009). Gemeten actuele verdamping voor twaalf locaties in Nederland. Alterra. Rapport 1920. In opdracht van STOWA.

**Wilco Terink, Gé van den Eertwegh en Peter Droogers (FutureWater)**

advertentie

**GIET UW WERVING VOOR OPLEIDING & PERSONEEL IN HET JUISTE VAT**

Reserveer ook uw personeelsadvertentie in H<sub>2</sub>O, hét tijdschrift voor watervoorziening en waterbeheer.

**010 - 4274180**

Dit is de toekomst van watertechnologie

**Watercampus Leeuwarden**

**KIJK**  
dat is 't mooie van LEEUWARDEN

Zuiver water binnen handbereik. Het lijkt zo vanzelfsprekend, maar het is dé uitdaging voor de toekomst. De beschikbaarheid van zoet water staat wereldwijd onder druk terwijl de waterbehoefte explosief groeit. Dit vraagt in de hele watersector om innovatieve oplossingen en nieuwe technieken.

De Watercampus Leeuwarden neemt hierin het voortouw. Wetenschappers uit alle delen van de wereld doen op de Watercampus onderzoek naar oplossingen op het gebied van o.a. drinkwaterproductie en afvalwaterzuivering.

De Watercampus biedt bedrijven, kennisinstellingen en onderwijsinstellingen alle voorwaarden om kennis te bundelen en innovatie mogelijk te maken. Hiermee is Leeuwarden hard op weg om de Europese hoofdstad van watertechnologie te worden.

Meer informatie? Kijk op [www.wetsus.nl](http://www.wetsus.nl) of [www.wateralliance.nl](http://www.wateralliance.nl)

provincie Fryslân provincie Fryslân