

# Een integraal model: een sprong vooruit of een stap te ver?

Het Waterschap Rivierenland heeft als pilot een modelinstrumentarium ontwikkeld voor de Bommelerwaard dat aansluit bij het Nationaal Modelinstrumentarium Hydrologie. Het voorziet in een koppeling tussen het grondwater, de onverzadigde zone, het oppervlaktewater, emissies en de waterkwaliteit. Daarbij is gedetailleerd gemodelleerd en per onderdeel gebruik gemaakt van de best beschikbare software. Met de opgedane ervaring en de ontwikkelde werkwijze kan voor het gehele beheergebied van het waterschap de komende twee jaar een modelinstrumentarium ontwikkeld worden.

Waterschap Rivierenland is in 2006 begonnen met het opzetten van een modelinstrumentarium voor het oppervlaktewatersysteem, de onverzadigde zone en het grondwater voor het hele beheergebied. Met het oog op de toekomst is ervoor gekozen om aan te sluiten bij de landelijke modellen MODFLOW, METASWAP en SOBEK.

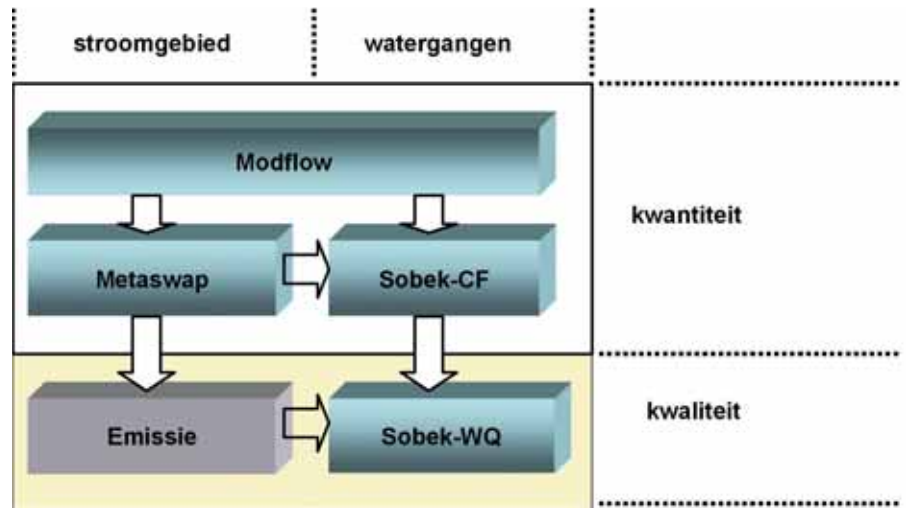
Het modelleren van de waterkwaliteit vormt een belangrijk onderdeel van het instrumentarium. Gekoppelde waterkwantiteits- en waterkwaliteitsmodellen zijn nog behoorlijk zeldzaam. Onder andere de effectiviteit en efficiëntie van (KRW-)maatregelen op de waterkwaliteit zal ermee berekend worden. De waterkwaliteitsmodellen leveren aanvullende informatie op voor verbetering van het integrale monitoringsplan. Door het inzetten van modellen kunnen meetwaarden worden gecontroleerd en geïnterpoleerd in ruimte en tijd. Zo ontstaat een volledig beeld van de waterkwaliteit in het beheergebied. Daarnaast wordt de verbetering van de systeemmennis ingezet bij intern advies bij beleid, plannen en projecten.

## Modelinstrumentarium

Het modelinstrumentarium moet geschikt zijn om stationaire en niet-stationaire berekeningen en jaarrondberekeningen uit te voeren. Met de resultaten moet een betrouwbare water- en stoffenbalans over het water opgesteld kunnen worden.

Het modelinstrumentarium dat is ingezet voor de pilot van de Bommelerwaard, is een combinatie van de rekenpakketten MODFLOW, SWAP en SOBEK (zie afbeelding 1). Dit is in lijn met het Nationaal Modelinstrumentarium. MODFLOW is gebruikt voor het grondwater, SWAP voor de onverzadigde zone in het onverharde gebied (METASWAP was namelijk nog niet beschikbaar), SOBEK-RR voor neerslag-afvoer in het verharde gebied en SOBEK-CF en SOBEK-WQ voor het oppervlaktewater. Ze zijn in de pilot 'offline' gekoppeld, oftewel de uitvoer van de ene modelcomponent is gebruikt als invoer voor de volgende.

Het grondwatermodel is in 2006 al door het waterschap in MODFLOW opgezet. Het heeft een resolutie van 25 x 25 meter. De andere modellen zijn speciaal voor de pilot opgezet. De emissiecomponent is nieuw ontwikkeld voor de pilot, aangezien de Emissiemodule voor SOBEK en DUFLOW op het moment nog niet beschikbaar is. De emissiecomponent en het waterkwaliteitsmodel zijn opgezet voor chlooride, stikstof, fosfaat, sulfaat, koper, zink en nikkel.



Afb. 1: Relatie tussen de verschillende modellen.

Naast een gedetailleerde beschrijving van de hydrologische processen is een hoog ruimtelijke detailniveau (kleine deelgebieden voor neerslagafvoerprocessen en alle A-watergangen in het hydraulische model) noodzakelijk. Om dat detailniveau te halen, is de invoer en uitvoer van alle modelcomponenten minimaal op dagbasis. Daarnaast is de invoer geoptimaliseerd door onder andere de neerslaggegevens te baseren op radarbeelden en op een gedetailleerde manier de riolering te modelleren. Alle componenten zijn doorgerekend voor de hydrologische jaren 2004 en 2005. De modelresultaten kunnen tenminste op dagbasis geanalyseerd worden. Op basis van deze gegevens kunnen water- en stoffenbalansen opgesteld worden voor elke gewenste periode.

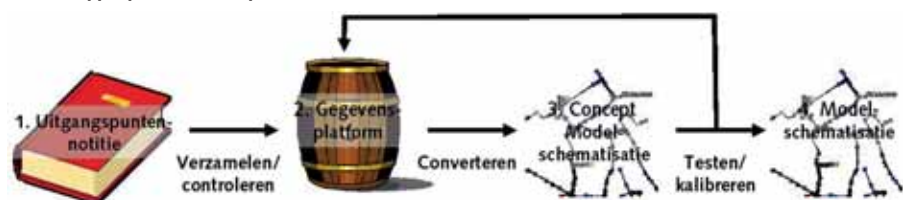
## Stappenplan

Een product van de pilot is, naast het modelinstrumentarium, de ontwikkeling van een stappenplan dat kan worden toegepast in de overige gebieden van Waterschap Rivierenland (zie afbeelding 2). De opgedane ervaring en kennis tijdens de pilot is in dit stappenplan verwerkt. De eerste stap is het opstellen van een uitgangspuntennotitie. Hierin zijn alle

afspraken, uitgangspunten en aannamen vastgelegd. Om een model met het gewenste detailniveau te kunnen opzetten, zijn zeer veel gegevens van verschillende bronnen nodig. Tijdens de pilot is daarom als tweede stap een gegevensplatform opgezet in GIS. Dit wordt gebruikt om alle gegevens te controleren en op een overzichtelijke wijze te verzamelen. Door alle gegevens naar het gegevensplatform over te zetten, zijn de resultaten van de studie bovendien reproduceerbaar. Vervolgens is door middel van een aantal conversiemogelijkheden in GIS het gegevensplatform op eenvoudige wijze om te zetten naar de gewenste modelschematisaties.

De gegenereerde modellen zijn getest door het uitvoeren van controleberekeningen. De laatste stap is het vaststellen van de waarde van de modelresultaten door toetsing aan meetgegevens. Op basis van de verzamelde benodigde meetgegevens is een waterbalans voor de Bommelerwaard opgesteld. Deze vergrootte het inzicht in het watersysteem. Bovendien is met de resultaten van het waterkwaliteitsmodel een fractieanalyse uitgevoerd. Hiermee kunnen de verschillende waterstromen binnen het watersysteem gevolgd worden. De berekende water-

Afb. 2: Stappenplan voor het opzetten van een modelinstrumentarium.



kwaliteit van de zeven stoffen is vergeleken met de gemeten concentraties bij de vier gemalen.

### Toekomst

Tijdens het uitvoeren van de pilot kwamen de volgende punten naar voren:

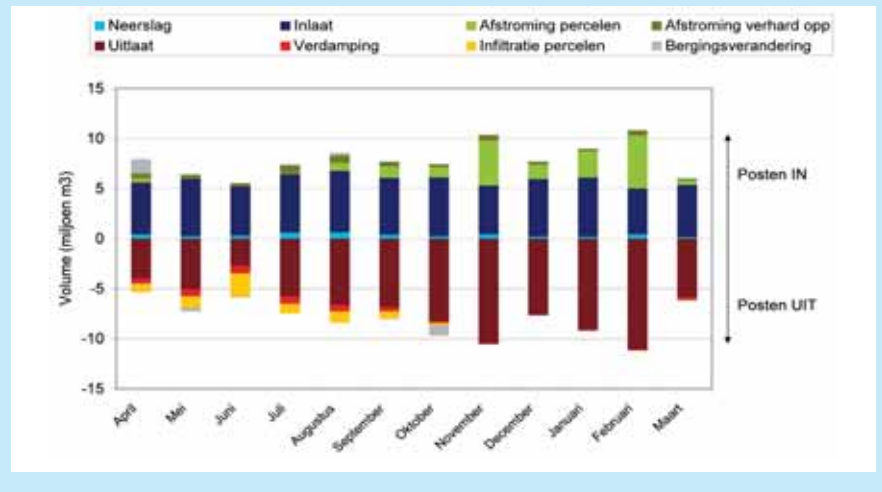
- De gekozen modelcomponenten zijn geschikt om het modelinstrumentarium op het gewenste detailniveau in ruimte en tijd op te bouwen voor het hele gebied van Waterschap Rivierenland. Ook voor het koppelen van de verschillende modelcomponenten waren de gebruikte schematisaties geschikt;
- De pilot in de Bommelerwaard is begonnen met het opstellen van een water- en stoffenbalans op basis van meetgegevens. Dit heeft als belangrijkste resultaat opgeleverd dat meer inzicht is ontstaan in het watersysteem van de Bommelerwaard. Dit wordt gezien als een essentiële eerste stap op weg naar een betrouwbaar modelinstrumentarium. De resultaten van het huidige modelinstrumentarium zijn vergeleken met de meetgegevens. Hieruit kwam naar voren dat het model reageert zoals verwacht mag worden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat aanvullende meetgegevens noodzakelijk zijn om een uitgebreide kalibratie uit te voeren;
- Het opstellen van een stappenplan is als positief ervaren. Ook het opstellen van een uitgangspuntennotitie heeft zijn nut bewezen. Er dient voldoende tijd te worden ingepland voor controle van data en terugkoppeling met mensen die het gebied goed kennen;
- Naast het inhoudelijke aspect kan het modelinstrument ook gebruikt worden in de communicatie en samenwerking met bestuurders, beleidsmedewerkers en andere doelgroepen. Het modelinstrumentarium voor de Bommelerwaard heeft zijn nut bewezen in de communicatie met het bestuur van het Waterschap Rivierenland en de Provincie Gelderland over de effecten van de uitbreiding van de glastuinbouw op de waterkwaliteit. Ook heeft het samenwerken met de vertegenwoordigers van de agrarische sector bij de modelinvoer gezorgd voor draagvlak en vertrouwen in de modelresultaten.

De pilot heeft voldoende ervaring en kennis en een werkwijze opgeleverd om de opbouw van het modelinstrumentarium voort te zetten voor de rest van het beheergebied in de komende twee jaar. Voor de Albasserwaard wordt momenteel al een vergelijkbaar instrumentarium opgezet. De modellen MODFLOW voor het grondwater en METASWAP voor de onverzadigde zone zijn voor het hele beheergebied binnenkort gereed. Aansluitend worden de koppelingen met SOBEK ontwikkeld. Daarnaast vorderen de werkzaamheden rond de Emissiemodule. Deze genereert invoer voor het waterkwaliteitsmodel. Het oppervlaktewatermodel wordt opgezet per deelstroomgebied vanwege de beheersbaarheid van de modelgrootte en de rekensnelheid. Uiteindelijk zal het modelinstrumentarium per deelstroomgebied online gekoppeld rekenen.

## Waterbalans

Het modelinstrumentarium is ingezet om twee hydrologische jaren voor de Bommelerwaard door te rekenen. Uit de resultaten van beide jaren kwam een vergelijkbaar beeld naar voren. De hoeveelheid ingelaten water is constant gedurende het hele jaar, wat ervoor zorgt dat een deel van het systeem continu doorgespoeld wordt. In de zomer vindt infiltratie plaats vanuit het open water naar het grondwater. In de winter vindt juist afstroming plaats. Dit zorgt er voor dat de hoeveelheid uitgelaten water in de winter hoger is dan in de zomer (zie afbeelding 3).

Afb. 3: Waterbalans op basis op modelresultaten voor 2004.



De gekozen opzet voor het modelinstrumentarium is ambitieus. Tijdens de pilot liep Waterschap Rivierenland regelmatig tegen de grenzen van de gebruikte software en de beschikbaarheid van gedetailleerde data en invoer aan. Toch concluderen we dat een modelinstrumentarium is ontwikkeld dat voldoet aan de beoogde doelstelling en toepasbaar is in de praktijk van de waterbeheerder.

We hebben daarmee een grote sprong vooruit gemaakt op weg naar een online gekoppeld modelinstrumentarium voor waterkwantiteit en waterkwaliteit. Wel blijft altijd het spanningsveld tussen een integraal model en een gedetailleerd model aanwezig.

**Hella Pomarius en Hilde Ketelaar**  
(Waterschap Rivierenland)  
**Michiel Nieuwenhuis (Nelen & Schuurmans)**

## Gemiddelde koperconcentratie

Eén van de resultaten van het waterkwaliteitsmodel is de concentratie van de zeven gemodelleerde stoffen in de A-watgangen. Op de kaart is als voorbeeld de jaargemiddelde koperconcentratie weergegeven. Voor koper is het inlaatwater vanuit de Maas de grootste bron van de belasting. Op de kaart is de invloed van het inlaatwater op de koperconcentratie goed te zien. In het oostelijke afwateringsgebied wordt het hele jaar door Maaswater ingelaten en is de koperconcentratie hoog. In het noordwestelijke afwateringsgebied wordt geen water ingelaten en is de koperconcentratie laag.

Afb. 4: Verspreiding van de jaargemiddelde koperconcentratie (niet gestandaardiseerd) in de Bommelerwaard (in mg/l).

