

De stand van zaken rond het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium

Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI), het landsdekkende grond- en oppervlaktewatermodel van Nederland dat wordt ingezet voor zowel landelijke beleidsstudies als operationele toepassingen in droge perioden, is afgelopen jaar aangepast en verbeterd¹⁾. Tot eind dit jaar ligt de nadruk daarbij op de landelijke schaal. Daarna moet het NHI uitgroeien naar een systeem dat men ook kan gebruiken voor de onderbouwing van grote besluiten in de regio. In feite moet het NHI het 'condensatiepunt' worden voor de hydrologische kennis in Nederland. Het moet zorg dragen voor een landelijke consistentie bij landelijke en regionale analyses. In het NHI participeren momenteel de waterschappen, de drinkwaterbedrijven en het Rijk. De provincies haken zeer waarschijnlijk binnenkort aan.

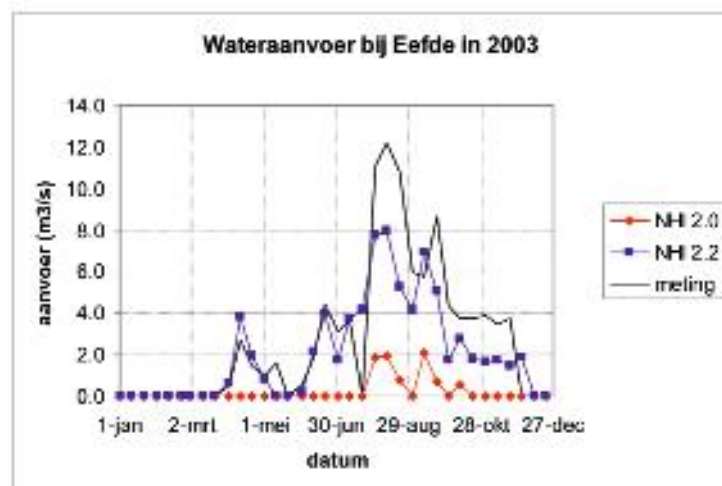
Vorig jaar zijn veel verbeteringen doorgevoerd, waaronder expliciete modellering van zoute wellen, in sommige regio's een grotere dynamiek van de freatische grondwaterstanden, een verdere differentiatie in bodemtypen en een verbetering van de verdeelsleutels die de districten aan het landelijke waterverdelingsnetwerk koppelen.

Tijdens de beoordeling afgelopen najaar bleken de berekende aan- en afvoer van water bij de hoofd- en nevenkranen in het hoofdwatersysteem aan de landelijke gestelde criteria voor het oppervlaktewater te voldoen; de simulatie van de regionale af- en aanvoeren moet echter nog verder worden verbeterd. De dynamiek van de freatische grondwaterstanden voldoet aan de landelijk gestelde criteria, maar verdient nog regionale aanscherping. De stijghoogten van het diepe grondwater voldoen voor de ondiepe lagen aan de landelijke, als ruim beoordeelde, criteria. De zoutbelasting vanuit de ondergrond is significant verbeterd, maar wordt nog niet goed genoeg berekend.

Nationaal Hydrologisch Instrumentarium

Het NHI bestaat uit een aantal aan elkaar gekoppelde modellen die als ruimtelijk in elkaar geneste systemen kunnen worden beschouwd. Het model voor de onverzadigde zone (MetaSWAP) beschrijft de relatie tussen het landoppervlak en de atmosfeer (denk aan neerslag en verdamping) en genereert de watervraag van het land in de vorm van berekening. Als veel water verdampt, onttrekt deze zone water aan het grondwater in de verzadigde zone via capillaire opstijging. Als het lang en hard regent, zakt het water door deze zone naar het grondwater. Met MODFLOW worden grondwaterstanden, inzijging en kwel berekend. De verzadigde en onverzadigde grondwaterzone wisselen water uit met de sloten en beken van het regionale oppervlaktewatersysteem, die zijn gemodelleerd met MOZART. De regionale wateren wisselen

Afb. 1: Boven een voorbeeld van een beter rekenresultaat met NHI 2.2 in vergelijking tot NHI 2.0: de wateraanvoer naar het Twentekanaal bij Eefde. Onder het knooppunt Eefde in het Distributiemodelnetwerk.



vervolgens weer water uit met het hoofdwatersysteem en belangrijke regionale wateren. Deze uitwisseling wordt nu nog gemodelleerd met het Distributiemodel en medio dit jaar uitgebreid met een model gebaseerd op SOBEK. Met het Distributiemodel wordt de waterverdeling berekend in het landelijke netwerk, dat daartoe is geschematiseerd in een netwerk van knopen en takken (zie afbeelding 1).

Gerealiseerde verbeteringen in 2010 en 2011^{2),3)}

Oppervlaktewater

In diverse regio's is geconstateerd dat de waterverdeling op knooppunten in het landelijke netwerk van het Distributiemodel niet correct is geschematiseerd. Daarom zijn de aan- en afvoeren op belangrijke locaties in het oppervlaktewatersysteem verbeterd. Het district Friesland is opgedeeld in een aantal kleinere districten op basis van informatie van het waterschap. Ter verbetering van de zoute kwelverdeling zijn de districten voor enkele diepe droogmakerijen in West-Nederland opgedeeld.

Voor de Maas is het waterverdelingsnetwerk uitgebreid van Sint Pieter tot Monsin in België, stroomopwaarts van de aftakking van het Maas-Albertkanaal. Dit sluit beter aan bij de scenario's voor klimaatstudies, die doorgaans voor Monsin worden gegenereerd en niet voor Sint Pieter.

Bij de schematisatie van wateraanvoer-gebieden werd in MOZART een onderscheid gemaakt in drie soorten gebieden: peil-beheerst, vrij afwaterend en vrij afwaterend met wateraanvoer. Bij regionale analyses bleek dat diverse gebieden in de praktijk niet fungeren als vrij afwaterend gebied met wateraanvoer, maar als peilbeheerst gebied: het peil wordt volledig met stuwten geregeld. Daarom zijn deze gebieden nu ook als peilbeheerste gebieden geschematiseerd. Dit levert in de nieuwe versie betere resultaten op in vergelijking met de metingen.

Grondwater

In NHI 2.2 is de ruimtelijke resolutie van de hoeveelheden neerslag en verdamping vergroot: van de 33 KNMI-hoofdstations (in NHI 2.0) naar gridcellen van één bij één kilometer, waarbij deze hoeveelheden door het KNMI zijn geïnterpoleerd op basis van de combinatie van gegevens van de KNMI-stations en het vrijwilligersnetwerk (samen ongeveer 300 stations). Voor de modellering van zoutfluxen en zoute kwel zijn in 2011 drie stappen in gang gezet. Als eerste stap zijn in de modelconcepten de zoute wellen (in diepe droogmakerijen) expliciet gemodelleerd. Dit levert in de berekeningen door het jaar heen een constante zoutvracht op en in de zomer, bij weinig neerslag, een relatief hoge zoutconcentratie. Dit beeld komt beter overeen met de werkelijkheid dan de 'oude' modelconcepten waarbij de zoutvracht (zoute kwel) in het oppervlaktewater werd berekend als gemiddelde over (te) grote gebieden. Als tweede stap wordt de

zoutconcentratie in de ondergrond, die in de berekening aan de verticale waterflux wordt toegekend, beter berekend; zowel de metingen zelf als de rekenmethode voor het interpoleren van zoutgehaltes naar de locaties van de fluxen zijn verbeterd door het gebruik van regionale modeldata. De derde stap is de bovengenoemde fijnere schematisatie van het oppervlaktewater in MOZART, waardoor rekenresultaten beter met metingen vergeleken kunnen worden.

Hoe goed presteert het NHI nu?

NHI 2.2 is beoordeeld (getoetst) door rekenresultaten met metingen te vergelijken, aan de hand van criteria voor acceptabele verschillen tussen metingen en rekenresultaten⁴⁾. Op basis van deze beoordeling zijn mogelijke verbeteringen gedefinieerd.

Aan- en afvoer hoofdwatersysteem voldoen

NHI 2.2 voldoet aan de gestelde criteria voor de hoofd- en nevenkranen in het hoofdwatersysteem. Daarbij zijn enkele kanteekeningen gemaakt over de grote inlaten van het hoofdwatersysteem naar regionale systemen. De simulatie van de regionale af- en aanvoeren moet echter nog verder worden verbeterd. De peilen die NHI 2.2 berekent voor IJsselmeer, Markermeer en randmeren zijn voor 2003 plausibel; de peilverschillen tussen metingen en berekeningen zijn gering.

Schematisatie voor zout nog te grof

De zoutbelasting vanuit het diepe grondwater bepaalt de doorspoelbehoefte van het oppervlaktewater en de zoutschade voor de landbouw. De ruimtelijke resolutie van de NHI-resultaten is op dit moment nog onvoldoende om hiervan een goede inschatting te kunnen maken. Een goede vergelijking met metingen in het oppervlaktewater kan nog niet worden gemaakt door tekortkomingen in zowel de beschikbare metingen als het niet goed aansluiten van de meetpunten op de de knooppunten van het landelijke distributiemodel. Hoewel NHI 2.2, door de verbeterde modellering van zoute wellen en aparte districten voor de diepe droogmakerijen is verbeterd ten opzichte van vorige versies, worden regionale zoutverschillen nog te veel uitgemiddeld binnen de MOZART-districten.

Geen directe aanleiding aanpassingen verdamping en berekening

Het rekenresultaat voor de verdamping is beoordeeld door deze te vergelijken met metingen van drie verschillende methoden: metingen op specifieke locaties, waterbalansen van deelstroomgebieden, en satellietwaarnemingen. De resultaten van NHI 2.2 voldoen voor twee van de drie meetmethoden aan de gestelde criteria voor de verdamping en voor de derde net niet. Er is (nu) geen directe aanleiding om de verdampingsberekening in het NHI landsdekkend te verbeteren. Er is daarmee nog niet aangetoond dat het model nu voldoende gedifferentieerd droogtestress berekent.

De NHI-rekenresultaten voor de berekening voldoen, dankzij de goede samenwerking met regionale overheden, ruim aan de criteria die zijn gesteld ten aanzien van de schattingen voor Noord-Brabant (2003 en 2006) en Flevoland (2006).

Meer ruimtelijke variatie bodemeigenschappen noodzakelijk

Hoewel de berekende verdamping voor het landelijke beeld aan de criteria voldoet, worden de resultaten voor een aantal regio's door regionale waterbeheerders niet herkend. De berekende verdamping voor kleibodems (te groot) en zandbodems (te klein) verschillen te weinig van elkaar. Deze foute inschatting werkt door in de berekende wateraanvoer in (droge) zomers. Daarom is, in overleg met de regionale waterbeheerders, de ruimtelijke variatie in bodemeigenschappen al iets aangepast. De huidige set van 21 bodemtypen binnen NHI blijkt te beperkt om de ruimtelijke variatie in verdamping goed te kunnen beschrijven. Daarom zal dit jaar het aantal bodemtypen worden uitgebreid.

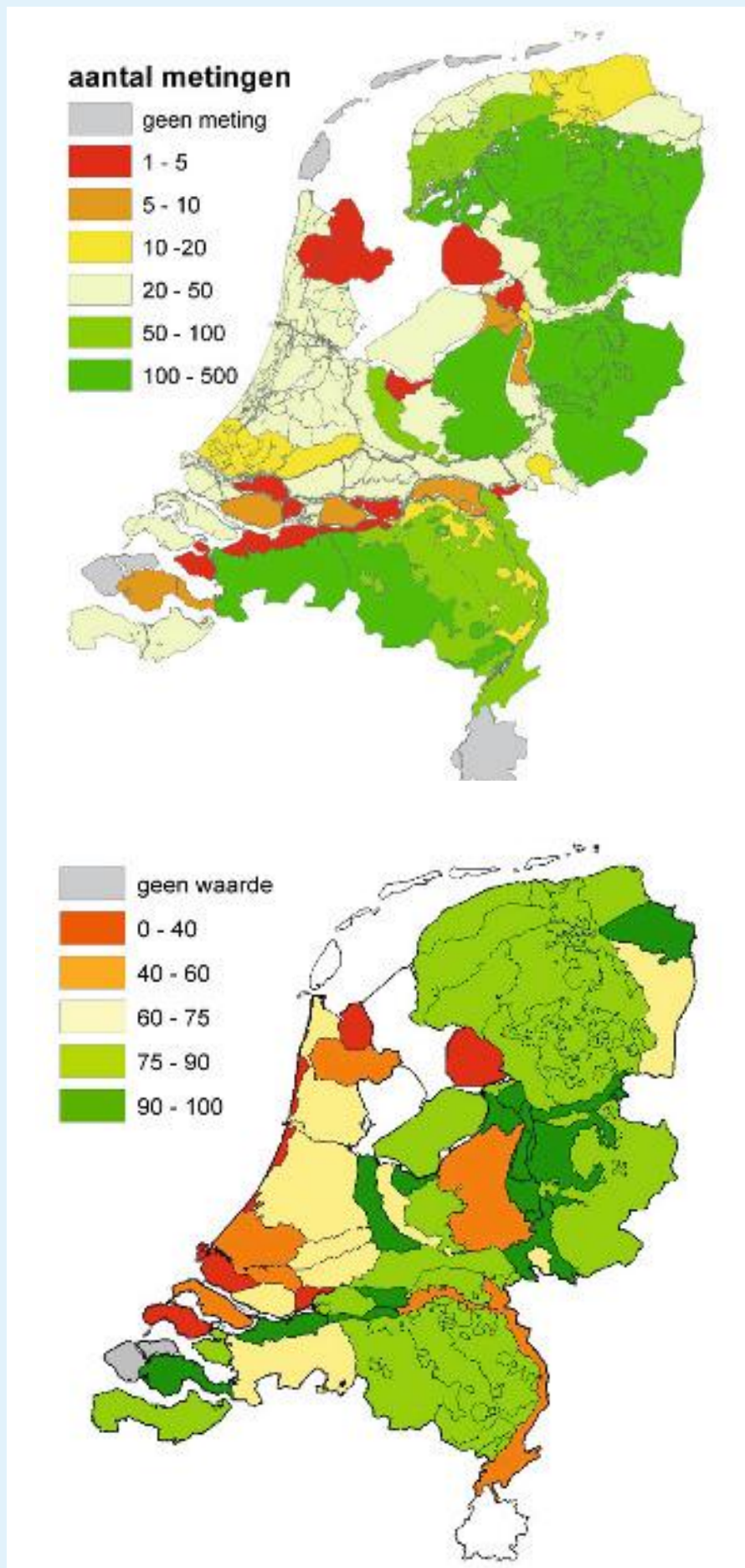
Grondwaterdynamiek moet beter

Uit de beoordeling blijkt dat de resultaten van NHI 2.2 voor het landelijke beeld aan de gestelde criteria voor de gemiddelde hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand voldoen (zie afbeelding 2 als voorbeeld). De waardes voor GHG en GLG geven de grondwaterspiegel weer, de bovengrens van het verzadigde (freatische) grondwater. De dynamiek van de freatische grondwaterstanden (het langjarige verschil tussen de waarden voor GHG en GLG) voldoet aan de landelijk gestelde criteria, maar voldoet niet in diverse, voor de zoetwaterverdeling relevante, regio's. Dit jaar volgt de beoordeling van het NHI aan de hand van strengere criteria dan die van 2011. Naar verwachting zal NHI 2.2 hier niet aan voldoen en is verdere verbetering van de modellering van freatische grondwaterstanden nodig.

Zo zorgen kleischeuren er voor dat water snel vanuit de onverzadigde naar de verzadigde zone kan doorstromen. In het NHI wordt het effect van deze scheuren nog niet in de modelberekening meegenomen. Het resultaat is dat voor de wortelzone gerekend wordt met water dat feitelijk al naar een diepere laag is weggezakt. Daarmee wordt het vochttekort en dus de watervraag onderschat. Daarnaast kan de dynamiek van het freatische grondwater worden verbeterd door rekening te houden met 'hysterese'. Dit houdt in dat bodems minder vocht vasthouden als een bodem snel nat wordt gemaakt dan wanneer dit geleidelijk gebeurt.

Het NHI berekent ook de stijghoogten in zes diepere watervoerende pakketten; deze voldoen voor de bovenste lagen aan de gestelde landelijke, als ruim beoordeelde, criteria. Voor de diepste twee lagen voldoet het NHI nog niet. Er moet meer rekening gehouden worden met het effect van dichtheidsvariatie door zout bij de vergelijking van meting en berekening en verbeteringen in de diepe onttrekkingen.

Afb. 2: De landelijke beoordeling van het NHI-rekenresultaat voor de gemiddelde laagste grondwaterstand: het aantal peilbuizen met metingen per gemodelleerd gebied (links) en het percentage van de NHI-rekenresultaten waarvoor het verschil met de metingen acceptabel is (aan de criteria voldoet) (rechts).



Verbeteringen in 2012

De verbeteringen aan het NHI die binnenkort in versie 3.0 zullen worden doorgevoerd, richten zich op de verbetering van de modellering van de hydrologie, het aantoonbaar voldoen aan aangescherpte criteria, het organiseren van het beheer en onderhoud van het instrumentarium én het versterken van de coördinatie tussen betrokkenen.

De verbeteringen van de modellering van de hydrologie moeten leiden tot een hydrologisch adequaat model. Adequaats betekent dat de dynamiek van de grondwaterstanden zo goed wordt berekend dat de watervraag bij normale en droge omstandigheden kan worden bepaald. Het betekent ook dat de zoutconcentratie voldoende betrouwbaar wordt berekend om vast te stellen hoeveel water nodig is voor doorspoeling met het oog op de zoutschade van de landbouw.

Het NHI moet landsdekkend aantoonbaar voldoen aan criteria die her en der zullen worden gedifferentieerd (vast te stellen binnen het Deltaprogramma), zodat regionale partijen vertrouwen hebben in de uitkomsten voor landelijke zoetwaterstudies. Het integrale modelinstrumentarium zal dit jaar samen met de regio worden gekalibreerd op specifieke punten en vervolgens worden getoetst aan criteria die worden vastgesteld in het kader van het Deltamodel. De resultaten hiervan zullen worden gerapporteerd. Deze rapportage zal na 2012 jaarlijks worden geactualiseerd. NHI zal in 2013 en daarna worden gebruikt voor de besluitvorming in het Deltaprogramma en daarvoor verder worden verbeterd. Door de inzet van SOBEK in NHI 3.0 kan een koppeling met waterkwaliteit (temperatuur, zout) worden gemaakt en zullen de effecten op maatschappelijke belangen, zoals de vaardiepte voor de scheepvaart, beter kunnen worden bepaald.

NHI als open instrumentarium voor heel Nederland

Behalve de bovengeschetste ontwikkeling wordt NHI ook omgebouwd tot een open en transparant instrumentarium. Iedere hydroloog kan dan de invoer en uitvoer opvragen en bekijken via internet. De procedures voor databewerking en berekeningen zullen ondersteund worden door een open versiebeheersysteem. Dit zal in de loop van 2012 grotendeels worden opgeleverd.

**Wim de Lange, Jacco Hoogewoud, Geert Prinsen en Jarno Verkaik (Deltares)
Ab Veldhuizen (Alterra)**

NOTEN

- 1) Delsman J. en G. Prinsen (2008). Oppervlaktewater in het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium. Stromingen nr. 4, pag. 25-36. Nederlandse Hydrologische Vereniging.
- 2) Hoogewoud J. et al. (2011). NHI-toetsing. Ontwikkeling en toepassing van methode voor toetsing van NHI 2.1, inclusief vergelijking met NHI 2.0.
- 3) Hoogewoud J. et al. (2011). NHI 2.2. Beschrijving van de veranderingen en toetsing in NHI 2.2.
- 4) Hoogewoud J. et al. (2011). NHI 2.2-toetsing. Toepassing van de toetsingsmethodiek op NHI 2.2, inclusief vergelijking met NHI 2.1.