



Erik Querner, Alterra

Sander Hoegen, Alterra, thans Grontmij

Ellen Hermans, Alterra, thans Waterschap De Dommel

Menno Rakhorst, Wageningen Universiteit, thans Grontmij

Een nieuw SIMGRO-model voor de beken in Drenthe

Alterra onderzoekt voor de beken in het noordwesten van Drenthe in hoeverre water in de bovenlopen kan worden vastgehouden om de overlast op de Groninger boezem tegen te gaan en een bijdrage te leveren aan verdrogingsbestrijding in natuurgebieden¹⁾. Hierbij is gebruik gemaakt van het hydrologisch model SIMGRO. In dit artikel wordt de opzet van het model beschreven.

In de jaren tachtig is een SIMGRO-model opgezet voor de Drentsche Aa. In vele studies is dit model gebruikt voor onderzoek ten aanzien van verdroging, natuur, spuitvrije zones en waterberging. Met de mogelijkheden van de computers in die tijd en het invoeren van alle gegevens was het model al heel geavanceerd. De laatste twee jaar is een nieuw model opgezet voor de Drentsche Aa, maar daarnaast ook voor het Peizer- en Eelderdiep. Deze stroomgebieden kennen een groot verschil in maaiveld en beslaan hogere gronden en polders. Om de interactie tussen grond- en oppervlaktewater in zo'n divers gebied in de tijd correct te laten verlopen, is het noodzakelijk om zowel de fluctuaties van grond- als oppervlaktewaterstanden mee te nemen in het model. Daarnaast is het ook een complex gebied met keileemafzettingen waar schijngrondwaterstanden optreden. Met de ervaring uit eerder onderzoek in de Drentsche Aa en de modelontwikkeling van schijngrondwaterstanden²⁾ is een geheel nieuw model opgezet volgens de nieuwste inzichten.

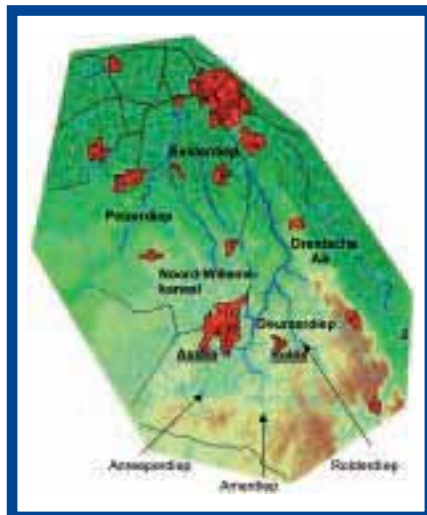
Met behulp van dit model is onderzocht in hoeverre bovenstrooms in het bekensysteem water kan worden vast gehouden om overstroming en wateroverlast in de benedenstrooms gelegen gebieden te voorkomen. Met SIMGRO zijn de effecten van maatregelen doorgerekend. Deze zijn geëvalueerd met Waterlood⁴⁾. Daarnaast is het model gebruikt in de MER voor waterberging Peize, voor het berekenen van de effecten van waterberging op het grondwater³⁾.

Gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied ligt in het noord-

westen van Drenthe op de grens met Groningen (zie kaart). Het modelgebied heeft een omvang van circa 120.000 hectare, met daarin een interessegebied van ongeveer 75.000 hectare. Hierin liggen de stroomgebieden van de Drentsche Aa, het Eelderdiep en het Peizerdiep. Op basis van het landschap kan het studiegebied worden ingedeeld in twee gebiedstypen. Het noordelijk deel wordt gekenmerkt door een laaggelegen vlak landschap waarin de benedenlopen van de beken liggen. Het laagste punt ligt op ongeveer 1 m-NAP. Het zuidelijk deel bestaat uit langgerekte zandruggen en beekdalen op het Drents Plateau, waar de beken ontspringen. Het hoogste punt ligt op iets meer dan 24 m+NAP. De afwatering van het Drents plateau geschiedde oorspronke-

Afb. 1: Het studiegebied met de belangrijkste waterlopen en steden.



lijk via de beken, zoals die van het Peizerdiep, Eelderdiep en de Drentsche Aa. De beken traden 's winters vaak buiten hun oevers. In de jaren zestig werden grootschalige beekverbeteringen uitgevoerd.

De geologie van het gebied is zeer complex als gevolg van ijstijden, permafrost, tektonische bewegingen en de werking van wind en water. Van grote invloed op de waterhuishouding zijn de slechtdoorlatende lagen van potklei en slibhoudende zanden. Het freatisch pakket bestaat uit dekzand. In grote delen van het gebied heeft dit pakket een dikte van minder dan twee meter. De eerste slechtdoorlatende laag bestaat in de beekdalen uit veen, zand en beekleem en daarbuiten uit keileem. Behalve in de beekdalen waar de keileem is geërodeerd, komt de bovenkant van de keileem tot enkele meters onder en soms tot aan het maaiveld.

Van de beken in Drenthe dragen vooral het Peizerdiep, het Amerdiep en het Anreepdiep bij aan de afvoer die benedenstrooms bij Groningen uitkomt. Voor de wintermaanden is het aandeel van deze beken nog groter door de beperkte bergingscapaciteit van deze stroomgebieden. In het bovenstroomse deel van de beken is keileem aanwezig. Alleen in de beekdalen is de keileem geërodeerd. In de overige bovenlopen ontbreekt de keileem grotendeels. De ondiepe ligging van de keileem zorgt samen met een intensieve ontwatering voor een snelle afvoer van het neerslagoverschot en een geringe voeding van het diepe grondwater. Het stroomgebied van het Rolderdiep is een belangrijk infiltratiegebied. Keileem ontbreekt hier grotendeels en een groot deel van het neerslagoverschot wordt naar de ondergrond afgevoerd.

SIMGRO

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van het model SIMGRO (SIMulatie van GRondwaterstroming en oppervlaktewaterstanden). Het is ontwikkeld om regionale grondwaterstroming in relatie tot drainage, beregening, irrigatie en peilbeheer te simuleren (zie afbeelding 2). SIMGRO wordt aangestuurd met een ArcView-applicatie, die de opbouw en de visualisatie van het model verzorgt.

Voor het beschrijven van de grondwaterbeweging in de verzadigde zone is een schematisatie toegepast in watervoerende en weerstandbiedende lagen. In een watervoerende laag treedt horizontale stroming op en in een weerstandbiedende laag alleen verticale stroming. Op deze wijze wordt de verzadigde grondwaterstroming quasi-driedimensionaal beschreven. Voor de berekening van het vochttransport in de onverzadigde zone worden twee reservoirs beschouwd: één voor de wortelzone en één voor de ondergrond. Toevoeging aan of onttrekking uit het systeem van de wortelzone zijn neerslag, beregening, evapotranspiratie, capillaire flux en percolatie. Van het oppervlaktewater wordt elke onderscheidde afwateringseenheid in het model gesimuleerd door middel van één reservoir voor alle grotere en kleinere waterlopen in dat gebiedje. Voor elk reservoir is een relatie bepaald tussen berging en waterpeil, de zogeheten bergingsrelatie, en tussen afvoer en waterpeil, de afvoerrelatie. Op deze manier kan de waterstand fluctueren afhankelijk van het wateraanbod. De afwatering van een gebied wordt zodoende gesimuleerd als een netwerk van reservoirs. Een waterloop is actief als de grondwaterstand en/of de oppervlaktewaterstand hoger is dan de bodem van die waterloop. Afhankelijk van de optredende grond- en oppervlaktewaterstanden is sprake van drainage of infiltratie.

Het concept van schijngrondwaterstanden was niet opgenomen in SIMGRO. Als gevolg hiervan berekende het model op plaatsen met keileem veel te lage grondwaterstanden waar in werkelijkheid sprake is van schijngrondwaterspiegels. Om dit te verbeteren, is het concept van schijngrondwaterstanden toegevoegd aan de modelcode. Op basis van de stijghoogte boven en onder de keileem wordt de verticale weerstand van de keileemlaag gecorrigeerd, om zo de flux door deze laag goed te laten berekenen. Ook de bergingscoëfficiënt boven en onder de keileemlaag verandert afhankelijk van de grondwaterstanden. Met deze aanpassingen is het mogelijk met het model schijngrondwaterstanden te berekenen.

Modelschematisatie

Het modelgebied is opgedeeld in 49.050 knooppunten met elk een invloedsgebied. In het interessegebied bedraagt elk invloedsgebied circa vier hectare, maar in de beekdalen is dit teruggebracht naar een halve hectare. Buiten het interessegebied is een invloedsgebied ongeveer 16 hectare groot. Het modelgebied is zo gekozen dat effecten van foutieve randvoorwaarden op het interessegebied te verwaarlozen zijn.

Grondwater

SIMGRO is opgebouwd uit zeven lagen met gegevens uit REGIS. De keileem is onderdeel van laag nr. 2⁴¹. Van de provincie Drenthe is een verspreiding- en diktekaart van de keileem overgenomen. Voor het simuleren van de regionale grondwaterstroming is het nodig om op de rand van een watervoerend pakket een randvoorwaarde toe te kennen. Dit kan door het opleggen van een flux of door het opleggen van een stijghoogte. Voor de deklaag, die maar heel dun is, is geen randflux opgelegd. Op de randen van de onderliggende watervoerende pakketten verloopt de stijghoogte over het jaar op basis van de daar aanwezige grondwatertrap.

Oppervlaktewater

In het onderzoeksgebied wordt onderscheid gemaakt in vier klassen ontwateringsmidelen: hoofdwaterlopen, sloten, buisdrainage en maaiveld drainage. De leggergegevens en de begrenzing van afwateringsgebieden zijn door de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's aangeleverd. Ontbrekende gegevens moesten worden ingeschat. De ligging van de overige sloten zijn ontleend aan de top10. Op basis van gebiedskenmerken uit de bodemkaart zijn de afmetingen ingeschat. Bovendien heeft Staatsbosbeheer gegevens aangeleverd voor de beekdalen van de Drentsche Aa. De gebieden met buisdrainage is ontleend aan een drainagekaart van de Dienst Landelijk

Gebied van voor 1985. Deze kaart is in 1998 door de provincie Drenthe geactualiseerd.

Voor het onderzoeksgebied zijn op basis van de kaart met deelstroomgebieden 5.625 afwateringseenheden geschematiseerd. Voorts zijn 669 kunstwerken in het model in beschouwing genomen (570 stuwen, 41 sifons en 58 gemalen). Per afwateringseenheid is een relatie afgeleid tussen waterpeil en waterafvoer/waterberging. Bij het verdeelwerk Loon wordt het water van het Deurzerdiep over de Drentsche Aa en het Noord-Willemskanaal verdeeld.

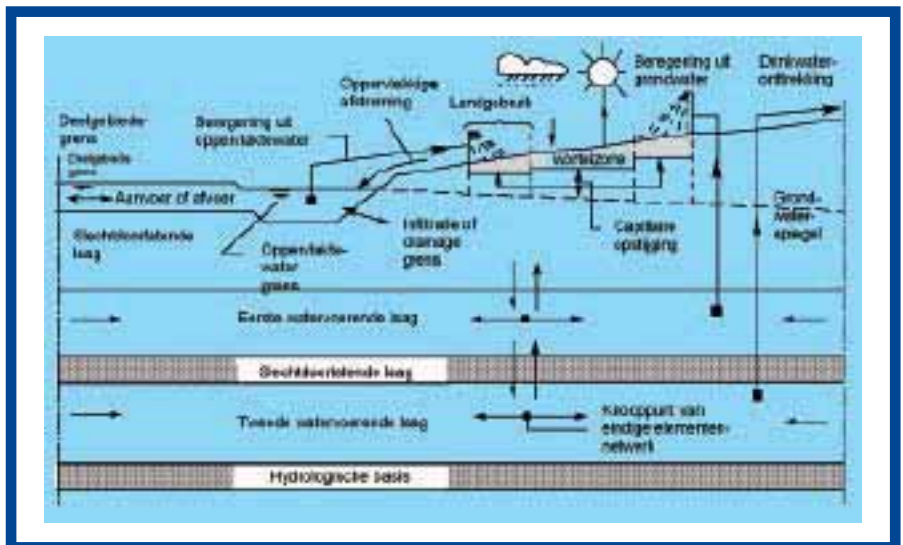
Grondwateronttrekkingen

In het onderzoeksgebied wordt op meerdere locaties grondwater onttrokken voor zowel de bereiding van drinkwater als voor industriële doeleinden. Het gaat hierbij om ongeveer 50 miljoen kubieke meter per jaar. Het grootste deel wordt onttrokken uit het tweede watervoerende pakket⁴¹. De provincies Groningen en Drenthe hebben gegevens beschikbaar gesteld over de locaties van beregeningsputten en de maximale capaciteit. De beregening van de gewassen is toegekend aan een areaal landbouwgrond rond elke beregeningsput. Dit areaal is afhankelijk van het type gewas en de maximale winningcapaciteit.

Neerslag en verdamping

Voor de neerslag is gebruik gemaakt van vijf meetstations: Eelde, Assen, Eext, Veenhuizen

Afb. 2: Het model SIMGRO.



Gemeten en berekende afvoeren (in m³/s) per herhalings tijd. Q95 geeft de afvoer aan die 5% van de tijd lager is.

LOCATIE		AFVOER BIJ EEN HERHALINGSTIJD			
		5 JAAR	1 JAAR	5X PER JAAR	Q95
Drentsche Aa (Schipborg)	gemeten	11,02	8,91	6,97	0,57
	berekend	13,63	11,57	7,58	0,36
Deurzerdiep (Loon)	gemeten	14,45	11,52	6,34	0,27
	berekend	14,05	11,59	6,24	0,14
Peizerdiep (Lieveren)	gemeten	13,64	10,45	6,57	0,08
	berekend	13,44	10,47	5,97	0,12

en Roden. Voor Eelde zijn de basisgegevens beschikbaar om de referentieverdamping te berekenen. Deze verdamping is ook gebruikt voor de overige vier stations.

Toetsing model op huidige situatie

Het model voor de beken in het noordwesten van Drenthe heeft als gecombineerd oppervlakte- en grondwaterstromingsmodel een groot aantal invoerparameters. Ook is de opbouw van het gemodelleerde gebied erg complex. De uitkomsten van het model zullen dus te maken hebben met een bepaalde mate van onzekerheid als gevolg van vereenvoudigingen in de schematisatie en de (on)nauwkeurigheid van de invoergegevens. Met het model is met name de periode 1990-1999 doorgerekend. De uitkomsten zijn vergeleken met meetgegevens.

Vergelijking afvoeren

Als voorbeeld zijn de gemeten en berekende afvoeren voor de Drentsche Aa weergegeven in afbeelding 3. De afvoerdynamiek wordt door het model goed beschreven, lage afvoeren stemmen heel goed overeen en afvoerpieken redelijk. Er zijn met name nog verschillen in perioden met hoge afvoer. De berekende afvoer ligt gemiddeld zeven procent hoger dan de gemeten afvoer. De tabel geeft de gemeten en berekende afvoer voor herhalingsstijden tot vijf jaar. Voor de Drentsche Aa zijn de berekende afvoeren hoger dan de gemeten afvoeren. De oorzaak hiervan is de hogere berekende afvoer voor het Rolderdiep. Een mogelijke verklaring is dat een deel van het neerslagoverschot dat op de Hondsrug valt, in het model naar het dal van de Drentsche Aa wordt afgevoerd en in werkelijkheid naar het Hunzedal. Voor het Deurzerdiep en het Peizerdiep komen gemeten en berekende afvoeren voor alle herhalingsstijden goed overeen.

Vergelijking grondwaterstanden

Afbeelding 4 geeft de verschillen weer voor het freatisch grondwater (laag 1). De afwijking van de berekende grondwaterstand ten opzichte van de gemeten grondwaterstand is negatief bij te lage waarden (rood) en positief bij te hoge waarden (blauw). Het betreft hier het verschil tussen de gemiddelde standen. In het algemeen is het verschil tussen de gemeten en berekende gemiddelde grondwaterstanden gering, maar op enkele plaatsen is het verschil groter. Van de 332 freatische peilbuizen zijn er 239 met een verschil kleiner dan 0,5 meter en 145 peilbuizen met een verschil kleiner dan 0,25 meter.

Optreden van schijngrondwaterstanden

Nadat in SIMGRO het berekenen van schijnspiegels was opgenomen, werden freatische grondwaterstanden veel beter met het model beschreven. In afbeelding 5 zijn als voorbeeld aangegeven die gebieden waar het model schijnspiegels voorspelt. Het zijn gebieden waar de grondwaterstand in laag 3 lager is dan de onderkant van de keileem (laag 2). Na een periode met veel neerslag traden eind november 1992 schijnspiegels op in de gekleurde gebieden. Weergegeven in deze figuur is de afstand tussen de onderkant van de keileemlaag en de grondwaterstand in laag 3. Deze afstand varieert tussen

de nul en vijf meter, maar op de Hondsrug is de afstand meer dan vijf meter.

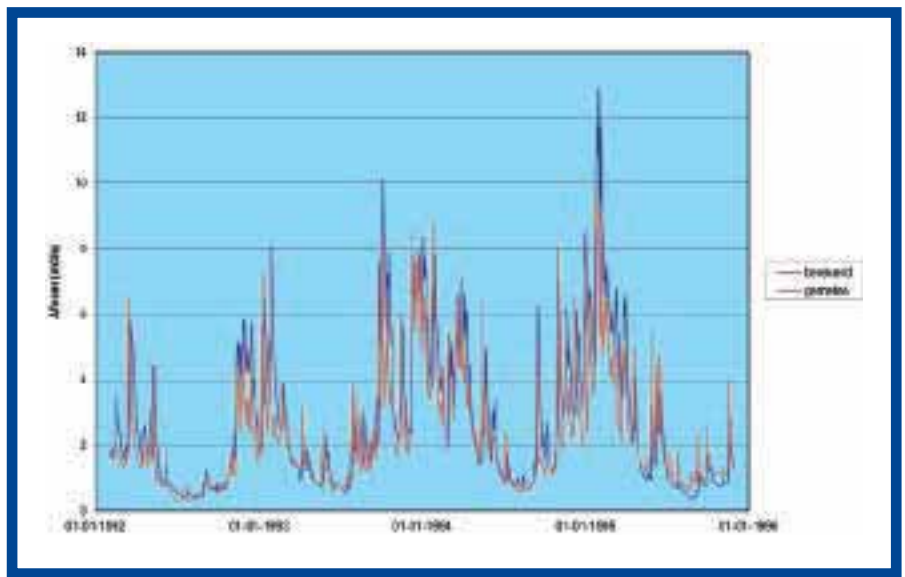
Van een zeer beperkt aantal peilbuizen met keileem in de ondergrond en mogelijk optreden van schijnspiegels zijn grondwaterstanden beschikbaar gemeten boven en onder de keileem. Voor peilbuis 12DP0047 is het proces van schijngrondwaterstanden duidelijk waarneembaar. De peilbuis ligt ten oosten van Assen, de keileem heeft daar een dikte van ongeveer een meter en daarboven bevindt zich nog een freatisch pakket van circa 0,6 meter. In afbeelding 6 zijn de berekende en gemeten grondwaterstanden weergegeven. De berekende grondwaterstanden voor laag 1 zakken door de keileemlaag heen, terwijl de gemeten standen niet verder dan de onderkant van de keileemlaag worden aangegeven. Dit laatste komt ook

door de beperkte diepte van de peilbuis. Helaas is het aantal freatische metingen in de jaren negentig zeer beperkt, maar de dynamiek van gemeten en berekend komt goed overeen. Voor laag 3 zijn de gemeten en berekende grondwaterstanden een stuk lager dan de onderkant van de keileemlaag. De dynamiek van de berekende grondwaterstanden in laag 3 komen redelijk overeen met de gemeten standen.

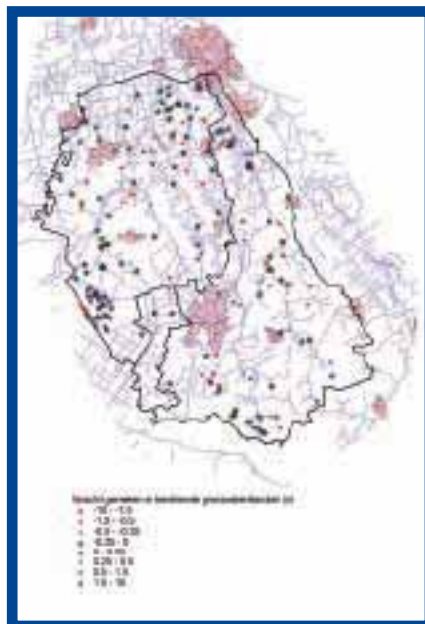
Vergelijking hoogste grondwaterstand

De grondwatertrappenkaart (GxG), afgeleid uit de berekeningen met SIMGRO, zijn vergeleken met de grondwaterdynamiekkarten (Gd) die ten behoeve van de ondersteuning mestbeleid zijn opgesteld. In afbeelding 7 is het verschil in de hoogste grondwaterstand (GHG) weergegeven. Hieruit blijkt dat voor een groot deel van het gebied de berekende

Afb. 3: Gemeten en berekende afvoer (in m³/s) van de Drentsche Aa bij Schipborg.



Afb. 4: Het verschil tussen de gemeten en berekende gemiddelde grondwaterstanden van 332 freatische peilbuizen (blauw geeft aan dat de berekende grondwaterstand te hoog is en rood te laag).



Afb. 5: Gebieden waar SIMGRO een schijngrondwaterspiegel voorspelt voor 27 november 1992. Weergegeven is de afstand (in meters) tussen de onderkant van de keileemlaag en de grondwaterstand in laag 3.



GHG (uit SIMGRO) goed overeenkomt met de voorspelde GHG: voor de grijze vlakken is dit verschil kleiner dan 30 centimeter. Met name in de gebieden met keileem komen plekken voor waar de berekende GHG een stuk lager ligt (de rood gekleurde gebieden in afbeelding 7). Een onderschatting van de dikte en/of de weerstand van de keileem kan hiervan de oorzaak zijn. Het verschil kan ook te wijten zijn aan de voorspellingsfout van de grondwaterdynamiekaarten die voor de Hondsrug geschat wordt op meer dan 50 centimeter⁵⁾. Met name bij grotere verschillen in maaiveld over korte afstand volgt bij de Gd-kaart de grondwaterstand te veel het maaiveld.

Discussie

De kracht van het model SIMGRO is dat het op zowel afvoeren als grondwaterstanden te kalibreren is. Als je alleen op afvoeren of alleen op grondwaterstanden kalibreert, is dit meestal veel gemakkelijker. Bij het veranderen van een invoergegeven wordt meestal de één beter en de ander slechter. Voor grondwaterstanden geeft de vergelijking een beeld op een aantal locaties: freatisch en in de watervoerende pakketten. De vergelijking van de grondwatertrappen (GxG) met de voorspelde grondwaterdynamiekaart is een uitstekende manier om ruimtelijk het model te toetsen op zijn betrouwbaarheid. Omdat de Gd-kaart ook een modeluitkomst is met een mate van onzekerheid, is het van belang om dit in de vergelijking te betrekken. Afvoermetingen zijn soms maar beperkt beschikbaar. Ook zijn de gegevens niet altijd betrouwbaar, omdat bijvoorbeeld een veranderende klepstand, obstructie door waterplanten of een te hoge benedenstroomse waterstand, de afvoerrelatie sterk kan beïnvloeden en voor de vergelijking met berekende afvoeren onbruikbaar is.

Voor elke modeltoepassing is het belangrijk om aan te geven hoe nauwkeurig het model is, alvorens maatregelen ermee door te rekenen. Om aan te geven in welke mate

water bovenstrooms vastgehouden kan worden, is dit model een goed instrument te noemen. Bij een redelijke simulatie van de afvoer is de mogelijke reductie van piekafvoer voldoende nauwkeurig aan te geven. Effecten van ingrepen op de grondwaterstand zijn vooral nabij de beken nauwkeurig te bepalen. Verder van de beken af is het model iets minder nauwkeurig. Doordat het daar om diepere grondwaterstanden gaat, is deze onnauwkeurigheid minder bezwaarlijk.

Conclusies en aanbevelingen

SIMGRO is opgezet voor een gebied van 120.000 hectare. Hiervan is het eigenlijke interessegebied ongeveer 75.000 hectare groot. Het modelgebied is relatief groot en daardoor is de kans groter dat de modeluitkomsten voor delen van het gebied afwijkingen vertonen ten opzichte van de waargenomen gegevens. In dit onderzoek is de nadruk komen te liggen op het zo goed mogelijk berekenen van de beekafvoeren en grondwaterstanden. Voor de Drentsche Aa wordt een iets te hoge afvoer berekend. Uit de vergelijkingen van berekende en gemeten grondwaterstanden blijken beide goed overeen te komen. Ze geven aan dat de berekende waterstanden in de beken redelijk nauwkeurig zijn en als randvoorwaarde een sturende werking hebben op het nabij gelegen grondwater. Verder van de beken af, op hoger gelegen gronden, zijn de verschillen soms een stuk groter. De complexiteit van de ondergrond is hiervan vermoedelijk de oorzaak. Met name de Hondsrug kent lokaal grotere afwijkingen in grondwaterstanden. Ondanks de grote hoeveelheid gegevens die voor dit gebied beschikbaar waren, bestaan toch nog gebieden waar de afvoer of de grondwaterstand meer afwijkt dan gewenst.

Voor het Drents plateau is het proces van schijngrondwaterstanden in het model essentieel om freatische grondwaterstanden goed te laten voorspellen. Zonder dit proces worden de freatische standen één tot twee meter te laag berekend.

De hydrogeologie van het gebied is zeer complex. Vooral de grillige verbreiding van de keileemlaag maakt het moeilijk om een goede schatting te geven van de dikte en de doorlatendheid. Om het model te verbeteren, kunnen de recent verbeterde hydrogeologische gegevens van TNO gebruikt worden (REGIS II). Ook zal onderzocht moeten worden of de hydrogeologische opbouw van de Hondsrug ervoor zorgt dat een deel van het neerslagoverschot dat hierop valt naar de Hunze afstroomt en niet naar het Rolderdiep en de Drentsche Aa.

Literatuur

- 1) Querner E. (2006). Vasthouden water op Drents Plateau effectief. H₂O nr. 3, pag. 23.
- 2) Querner E. (1993). Aquatic weed control within an integrated water management framework. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen. DLO Staringcentrum. Rapport 67.
- 3) Royal Haskoning (2006). MER Waterberging herinrichting Peize. Concept rapportage.
- 4) Querner E., M. Rakhorst, A. Hermans en S. Hoegen (2005). Verkenning van mogelijkheden om water vast te houden op het Drents Plateau; Pilot Noord West Drentse beken. Alterra. Rapport 1240.
- 5) Kekem A. van, T. Hoogland en J. van der Horst (2005). Uitspoelingsgevoelige gronden op de kaart; werkwijze en resultaten. Alterra. Rapport 1080.
- 6) Rakhorst M. (2005). Reductie van de piekafvoer in de noordwest Drentse beken; bepaling effecten van ingrepen, gesimuleerd met SIMGRO. Wageningen Universiteit. Afstudeeronderzoek Hydrologie en Kwantitatief waterbeheer.

Afb. 7: Het verschil tussen de berekende GHG (SIMGRO) en de Gd-kaart die is afgeleid uit meetgegevens (blauw geeft aan dat SIMGRO de grondwaterstand hoger berekent en rood lager).

Afb. 6: Het verschil tussen de gemeten en berekende grondwaterstand voor een peilbuis ten oosten van Assen waar schijnspiegels optreden.

