

---

# Het Vlaams Grondwatermodel: een gebiedsdekkend modelinstrumentarium voor Vlaanderen, toepasbaar van regionale tot lokale schaal

Johan Lermytte en Paul Thomas<sup>1</sup>

---

## Inleiding

De afdeling Operationeel Waterbeheer van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) is verantwoordelijk voor het beheer van het grondwater in Vlaanderen. Naast een uitgebreide monitoring van de verschillende grondwaterlichamen, wordt voor het kwantitatief beheer van de grondwatervoorraden ook gebruikt gemaakt van een uitgebreid modelinstrumentarium.

Dit instrumentarium heeft de naam Vlaams Grondwatermodel of VGM gekregen, en gebruikt als rekenkern de grondwatermodelcode MODFLOW. Het VGM is niet één grondwatermodel maar het is een modelleeromgeving. Deze omgeving bevat zowel alle mogelijke basisgegevens om op een vlotte manier op verschillende schalen grondwatermodellen te kunnen ontwikkelen, als de eigenlijke modellen en de modelresultaten.

## Opbouw van het Vlaams grondwatermodel

Het concept van het Vlaams grondwatermodel werd in 2000 opgesteld (Meyus e.a., 2000) en omvatte een stappenplan waarbij er steeds vanuit gegaan werd dat de basisgegevens nodig voor het opstellen van een grondwatermodel gebiedsdekkend zouden worden verzameld (figuur 1). Daarenboven zou de inventarisatie van de gegevens zich niet beperken tot Vlaanderen maar moesten ook over de grenzen van het Vlaams Gewest de basisgegevens verzameld worden.

Onder leiding van de Vrije Universiteit Brussel (VUB) werd in samenspraak met de academische wereld en de administraties een nieuwe hydrostratigrafische indeling uitgewerkt die de basis zou vormen voor het VGM. Deze indeling leidde tot de Hydrostratigrafische Codering van de Ondergrond in Vlaanderen, of kortweg HCOV (Meyus e.a., 2000). De ondergrond werd onderverdeeld in aquifers en aquitards die werden ingedeeld in hoofdeenheden, subeenheden en basiseenheden (<http://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/3hcov.html>). De HCOV vormde later de basis voor het indelen van de ondergrond in grondwaterlichamen (VMM, 2004).

De verschillende HCOV-eenheden zijn vervolgens in kaart gebracht (Meyus e.a., 2005). Naast voorkomingskaarten van de lagen zijn ook kaarten gemaakt met de diepte van de basis en de dikte van de lagen. Deze kaarten werden digitaal als rasters opgeslaan met

---

<sup>1</sup> Johan Lermytte en Paul Thomas werken bij de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), afdeling Operationeel Waterbeheer, Koning Albert-II laan 20, bus 16, 1000 Brussel  
Telefoon: 0032 (0)2/553.21.32, Fax: 0032 (0)2/553.21.05, E-mail: j.lermytte@vmm.be

een celgrootte van 100 meter. De kaartenset (HCOV-atlas) vormt een consistent driedimensionaal geheel en laat toe om overal in Vlaanderen de hydrogeologische opbouw te bepalen. Een eerste revisie van de kaartenset gebeurde in 2007 (Vancampenhaut e.a., 2007)



figuur 1: Concept van het VGM (naar Meyus e.a., 2000a)

Een lokaal axiaal-symmetrisch model is ontwikkeld dat op de HCOV-atlas is geënt en dus in het volledige VGM-gebied kan worden toegepast (Lebbe e.a.,2004). Het axiaal-symmetrisch model gaat ervan uit dat de hydrogeologische opbouw in de invloedstraal van een winning overal dezelfde is. Hierdoor kan de 3D opbouw van de ondergrond vereenvoudigd worden tot een verticaal 2D modelgrid dat als het ware geroteerd wordt rond de pompput en zo een 3D weergave vormt van de ondergrond. Dit model is in staat om de verlagingen te berekenen ten gevolge van een winning of een aantal geclusterde winningsputten. Het volstaat om de positie van de put (x, y), de filterstelling en het opgepompte debiet in te voeren. Op basis van deze gegevens in combinatie met de HCOV-atlas worden de verschillende invoerbestanden automatisch aangemaakt en wordt het model doorgerekend. Een reeks verlagingscurves als functie van de afstand tot de pompput en de tijd worden hiermee berekend. Dit model wordt bijvoorbeeld gebruikt bij de advisering voor grondwaterwinningen die in de buurt van grondwaterafhankelijke habitatgebieden gelegen zijn. Voor het kustgebied werd een densiteitafhankelijk axiaal symmetrisch model opgesteld waarmee de verlaging van de stijghoogtes rond een pompput en de opstijging van het verziltingvlak onder een winningsput kan berekend worden (Lebbe e.a.,2006).

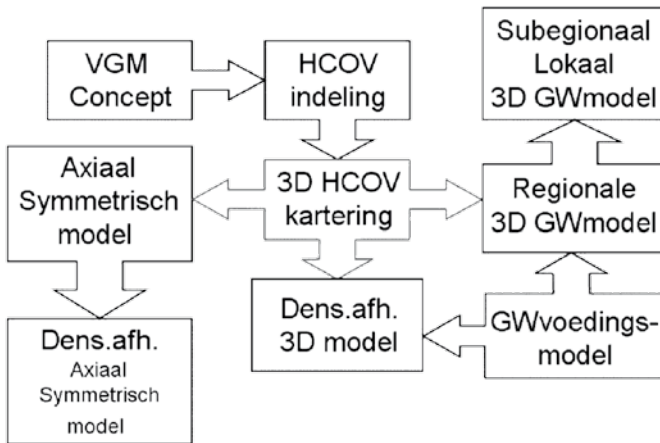
Een grondwatervoedingsmodel (WETSPASS) werd op het volledige VGM-gebied toegepast. Het gebruikte model laat toe om de jaargemiddelde voeding (voor de zomer en de winterperiode) te berekenen op basis van o.a. de klimatologische gegevens, het landgebruik, de bodemtextuur, de helling en de diepte van de grondwaterstand (Meyus e.a.,2004). Het model werd berekend op een raster met een celresolutie van 50 m.

Vanaf 2003 zijn een aantal regionale grondwatermodellen gemaakt om de werking van de verschillende grondwatersystemen beter te begrijpen. Deze regionale modellen zijn evenwichtsmodellen, die moeten toelaten om de langetermijneffecten van beleidsbeslissingen te evalueren. Voor het Sokkelsysteem werd een transiënt model, met een tijdstap van 1 jaar, opgemaakt.

Ten behoeve van de visievorming rond landinrichtingsprojecten, waterwingebieden, grondwaterafhankelijke natuurgebieden, gewestplanwijzigingen en dergelijke kan het noodzakelijk zijn grondwatermodellen op een meer gedetailleerd niveau te ontwikkelen dan hoger vernoemde regionale modellen. Deze subregionale modellen worden ad hoc ontwikkeld op basis van de verschillende gebiedsdekkende basisgegevens en de resultaten van de regionale modellen.

Daarnaast is een instrument ontwikkeld waarmee overal in het Vlaamse kustgebied op automatische wijze een 3D dichtheidsafhankelijk model (MOCDENS3D) opgesteld wordt (Lebbe e.a., 2006).

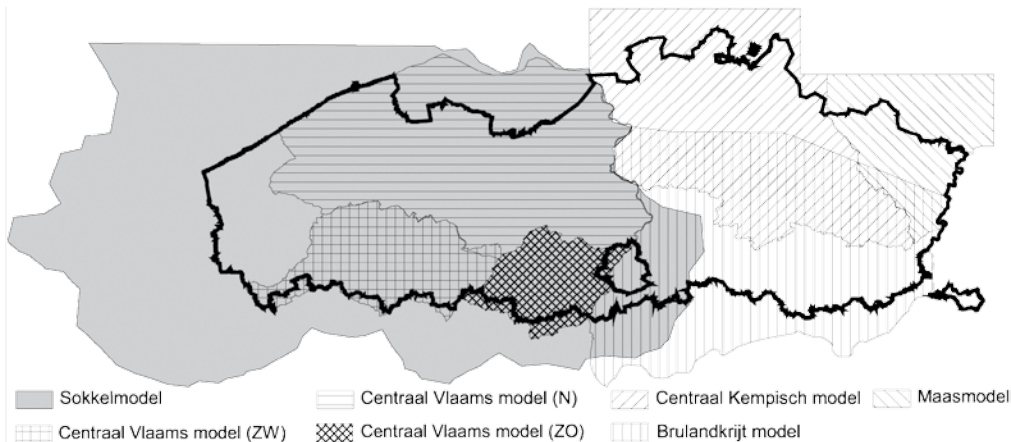
Het VGM bestaat dus niet enkel uit een aantal regionale modellen die de grondwaterstroming op regionale schaal beschrijven, maar wordt gevormd door een aantal verweven datasets en modeltoepassingen (figuur 2). Bij het ontwikkelen van deze toepassingen is er steeds voor gezorgd dat het gebiedsdekkend kan toegepast worden



**figuur 2:** Relatie tussen de verschillende modellen binnen de VGM architectuur en de HCOV-atlas

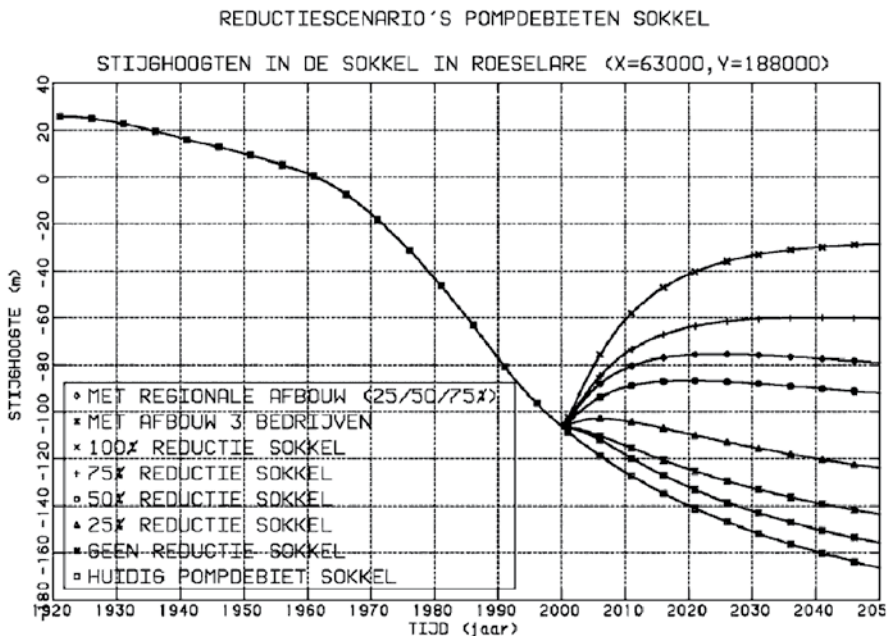
### Enkele voorbeelden van regionale en lokale modellen binnen het VGM

In Vlaanderen bestond tot voor kort geen gebiedsdekkende grondwatermodel. Het opstellen van een dergelijke grondwatermodel was dan ook één van de belangrijkste doelstellingen van het VGM. Om een voldoende resolutie te hebben is ervoor gekozen om niet één gebiedsdekkend grondwatermodel te ontwikkelen, maar om per grondwatersysteem één of meerdere modellen te ontwikkelen (figuur 3). Enkel voor het Kust- en Poldersysteem is geen regionaal model ontwikkeld. Het Sokkelmodel werd voltooid in 2003 (Van Camp, 2003).



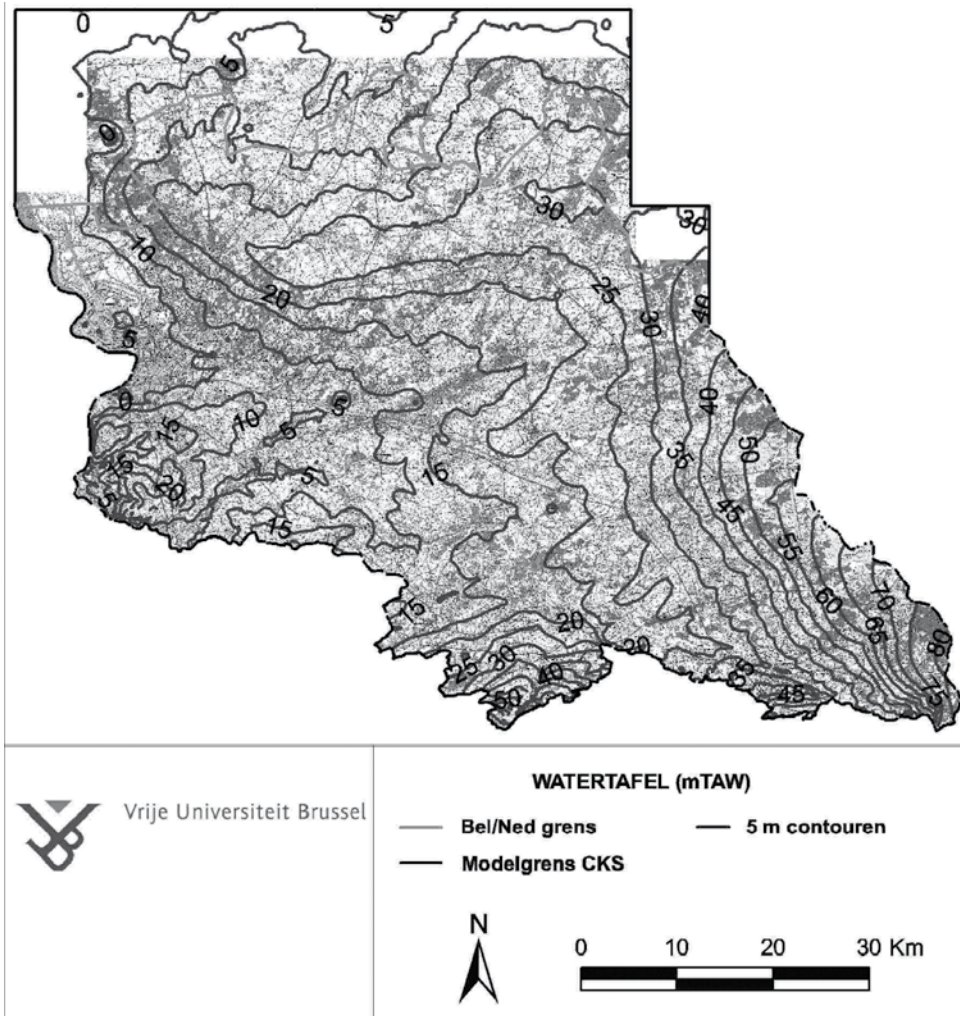
figuur 3: Ligging van de verschillende regionale modellen

Het Sokkelmodel is een tijdsafhankelijk model waarmee de evolutie van de peilveranderingen ten gevolge van de toegenomen winningen kan worden gemodelleerd. De Sokkel en de Landeniaan aquifer zijn twee overgeëxploiteerde lagen, gelegen onder een dikke tertiaire kleilaag. Aan de hand van het Sokkelmodel zijn verschillende scenario's doorgerekend, waaruit bleek dat de winningen met 75 % moeten worden afgebouwd om op een termijn van enkele decennia tot een aanvaardbaar stabiel peil in de Sokkel en het Landeniaan te komen.



figuur 4: Evolutie van de gemodelleerde stijghoogtes in de Sokkel in Roeselare. Vanaf het jaar 2000 worden verschillende scenario's met elkaar vergeleken. De reductie van 75% vertoont op lange termijn geen dalende trend

De overige regionale modellen zijn stationaire modellen die de toestand in 2000 of 2005 voorstellen (De Smedt, 2007 en Haecon 2007). Ook met deze modellen zijn al een aantal scenario's doorgerekend (figuur 5). Op termijn is het ook de bedoeling om deze modellen tijdsafhankelijk te maken.



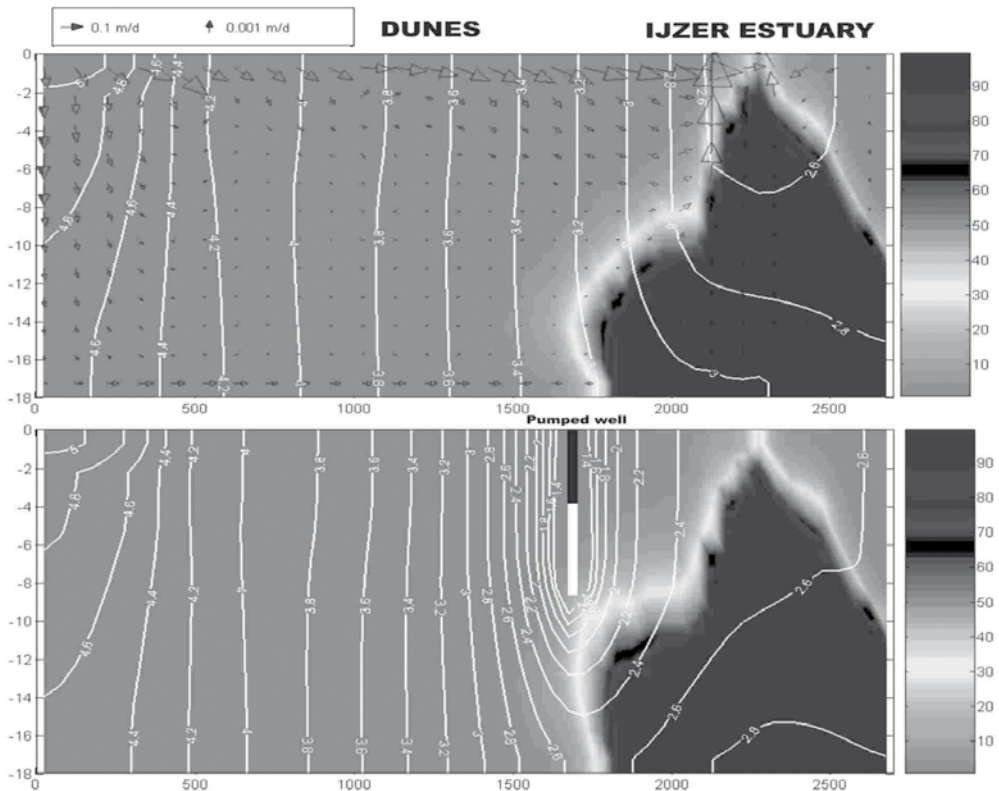
**figuur 5:** Hoogte van de watertafel (m-TAW) berekend aan de hand van het Centraal Kempisch Model. Toestand met gewonnen debieten van het jaar 2000 (De Smedt,2007).

Naast deze regionale modellen zijn al een aantal subregionale/lokale modellen ontwikkeld ten behoeve van ecohydrologische studies. Het gaat om modellen van de Dommel, de Kleine Nete, en de regio Balen. De modelresultaten worden o.a. gebruikt als input voor het ecohydrologische voorspellingsmodel NICHE Vlaanderen (Callebaut e.a., 2007 en VMM, 2008).

In de toekomst zullen steeds meer lokale modellen ontwikkeld worden, onder andere in het kader van het operationeel maken van het schadefonds. Hiervoor moet de impact

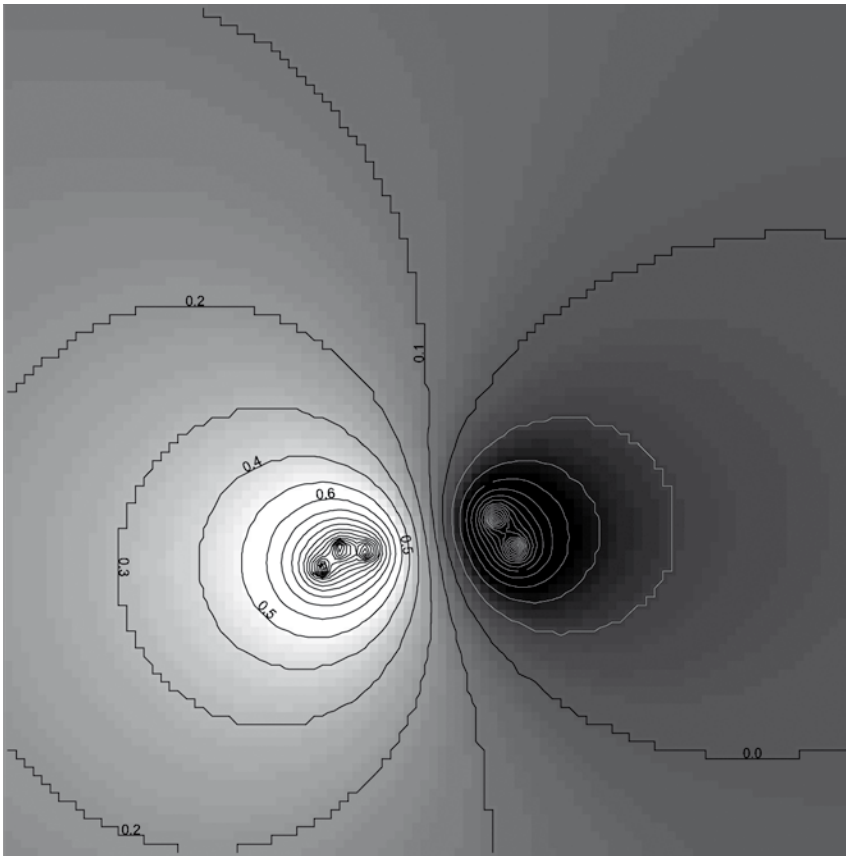
van winningen op de grondwaterstand kunnen doorvertaald worden naar verlies van landbouwopbrengsten of andere types schade. Een instrument zal worden ontwikkeld dat op automatische wijze uit de verschillende basisgegevens de modelinvoerbestanden opstelt voor een gebied naar keuze, zodat het opstellen van een grondwatermodel op een snelle manier kan gebeuren.

Voor het berekenen van de impact van winningen of drainages in het Kust- en poldersysteem, dat gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van brak en zout grondwater, beschikt de afdeling Operationeel Waterbeheer al over een dergelijk instrument (Lebbe e.a., 2006). Figuur 6 toont in een verticale doorsnede de resultaten van dit model toegepast op een gebied aan het IJzerestuarium, waarin naast de rivier een droogzuiging voor een bouwput werd aangelegd. Een driedimensionaal MOCDENS3D model werd op automatische wijze opgesteld op basis van de verschillende gebiedsdekkende datasets. De figuur toont een verticale doorsnede door het model ter hoogte van de bemaling, evenwijdig aan de kust en loodrecht op de rivier (Lebbe e.a., 2008). Het bovenste deel van de figuur toont de zoet-zout waterverdeling en de stijghoogtes voor de bemaling startte. Het onderste deel toont de situatie op het einde van de bemaling.



**figuur 6:** Invloed van een bemaling gelegen langs het IJzerestuarium op de zoetwaterstijghoogtes (witte lijnen, in mTAW) en de zoutwaterconcentratie (grijslijnen), berekend met het dichtheitsafhankelijk grondwatermodel. Verticale doorsnede parallel met de kust. X-as is de afstand, y-as is de diepte (Lebbe e.a., 2008).





**figuur 7:** Berekende verandering van de stijghoogte ten gevolge van een koude-warmteopslag in het Ledo-Paniseliaan te Eeklo. Uit drie pompputten wordt  $100\text{m}^3/\text{d}$  per put gepompt (links in de figuur), in twee injectieputten wordt per put  $125\text{m}^3/\text{d}$  terug in de laag gepompt (rechts in de figuur). De grijs tinten komen overeen met verhogingen (donkere tinten) of verlagingen (bleke tinten) van de stijghoogte in het Ledo-Paniseliaan na twee jaar in gebruik name van de installatie. Isohypsens zijn om de 10 cm getekend (zwarte isohypsens zijn dalingen, witte zijn verhogingen)

Ook voor het berekenen van de verlaging ten gevolge van een winning kan op automatische wijze een lokaal axiaal-symmetrisch model opgebouwd worden. Het axiaal-symmetrisch model gaat ervan uit dat de gelaagdheid van de ondergrond in de invloedstraal van een winning overal dezelfde is. Hierdoor kan de 3D opbouw van de ondergrond vereenvoudigd worden tot een verticaal 2D modelgrid dat als het ware geroteerd wordt rond de pompput en zo een 3D weergave vormt van de ondergrond. Naast de verlagingen in de aangepompte laag kunnen ook de verlagingen in boven- of onderliggende lagen of aan de watertafel berekend worden. De output van het model bestaat uit een aantal tijdsverlagings- en afstandsverlagingscurves of een kaart met de berekende verlaging op een bepaald tijdstip in een te kiezen modellaag. Via superpositie kan de verlaging (en/of verhoging) van de grondwaterstand of stijghoogte berekend worden voor elke willekeurige configuratie van winningsputten (en/of injectieputten). Het model wordt

geïllustreerd aan de hand van een fictief voorbeeld waarbij in Eeklo in de provincie Oost-Vlaanderen een koude-warmteopslag wordt gepland. Van het opgepompte water wordt echter een deel gebruikt voor het sanitair van een school. Het water wordt gewonnen en terug geïnjecteerd in het Ledo-Paniseliaan. Het grondwater wordt uit drie pompputten opgepompt (elke put 100 m<sup>3</sup>/d) en wordt in twee putten terug in dezelfde laag geïnjecteerd (elke put 125 m<sup>3</sup>/d). Netto wordt 50 m<sup>3</sup>/d van het opgepompte water niet terug in de laag gebracht en verbruikt. In figuur 7 wordt de verlaging (en de stijging) van de stijghoogte in het Ledo-Paniseliaan berekend ten gevolge van de koude-warmteopslag.

## Besluit

Het Vlaams Grondwatermodel bestaat uit een groot aantal gebiedsdekkende basisgegevens die nodig zijn om op verschillende schalen grondwatermodellen te kunnen bouwen. Een aantal regionale modellen zijn al ontwikkeld en hebben een beleidsondersteunende rol. Meer gedetailleerde modellen worden aan de hand van de basisgegevens en resultaten bekomen uit de regionale modellen opgesteld in het kader van operationeel beheer zoals hermeanderingprojecten. De impact van een waterwinning op de stijghoogtes of de watertafel kunnen op quasi-automatische manier berekend worden met een axiaal-symmetrisch model of indien van toepassing met een 3D dichtheidsafhankelijk model. Met het Vlaams Grondwatermodel beschikt de afdeling Operationeel Waterbeheer van de Vlaamse Milieumaatschappij over een instrument dat toelaat om op zowel de algemene beleidsvragen als de vragen rond concrete situaties op het terrein antwoorden te formuleren.

## Referenties

- Callebaut, J., E. De Bie, W. Huybrechts en P. De Becker, (2007)** *Niche-Vlaanderen, beheersmodel actief peilbeheer, SVW, 1-7.*
- De Smedt, F., J. Severyns en G. Adem, (2007)** *Ontwikkeling van regionale modellen ten behoeve van het Vlaams Grondwatermodel in GMS/Modflow, Perceel 2: Het Maasmodel, Deelopdracht 3: Beschrijving modelresultaten referentietoestand 2000 en scenario's; Onderzoeksopdracht voor de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer.*
- De Smedt, F., B. Verbeiren, en G. Adem, (2007)** *Ontwikkeling van regionale modellen ten behoeve van het Vlaams Grondwatermodel in GMS/Modflow, Perceel 3: Het Centraal Kempisch model, Deelopdracht 3: Beschrijving modelresultaten referentietoestand 2000 en scenario's; Onderzoeksopdracht voor de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer.*
- Haeccon (2007)** *Ontwikkeling van regionale modellen ten behoeve van het Vlaams Grondwatermodel in GMS/Modflow, Perceel 2: Het Brulandkrijtmodel, Deelopdracht 3: Beschrijving modelresultaten referentietoestand 2000 en scenario's; Onderzoeksopdracht voor de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer.*
- Lebbe, L. en A. Vandenbohede, (2004)** *Ontwikkeling van een lokaal axi-symmetrisch model op basis van de HCOV kartering ter ondersteuning van de adviesverlening voor grondwaterwinningen; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Operationeel Waterbeheer.*



- Lebbe, L., A. Vandenbohede en P. Waeyaert, (2006)** *Verfijning van de HCOV-indeling van het Kust- en Poldersysteem en de toepassing ervan in een lokaal axi-symmetrisch model en in een 3D model voor de simulatie van de dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming ter ondersteuning van de adviesverlening voor grondwaterwinningen in de verzilte freatische aquifer; Onderzoeksopdracht voor de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer.*
- Lebbe L., J. Lermytte, D. Vandevelde, A. Vandenbohede., D. D'hont en P. Thomas, (2008)** *Salt Water Intrusion Modeling in the Flemish Coastal Plain Based on a Hydrogeological Database; in Proceedings of the 20th Salt Water Intrusion Meeting, Naples, Florida, USA.*
- Meyus, Y., O. Batelaan en F. De Smedt, (2000)** *Concept Vlaams Grondwater Model (VGM), Technisch concept van het VGM, Deelrapport 1: Hydrogeologische Codering van de Ondergrond van Vlaanderen (HCOV); Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.*
- Meyus, Y., T. Van Daele, O. Batelaan en F. De Smedt, (2000)** *Concept Vlaams Grondwater Model (VGM), Eindrapport; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.*
- Meyus, Y., D. Adyns, S.T. Woldeamlak, O. Batelaan en F. De Smedt, (2004)** *Opbouw van een Vlaams grondwatervoedingsmodel, eindrapport; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.*
- Meyus, Y., J. Cools, D. Adyns, S.Y. Zeleke, S.T. Woldeamlak, O. Batelaan en F. De Smedt, (2005)** *Hydrogeologische detailstudie van de ondergrond in Vlaanderen; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.*
- Vancampenhout, P., M. De Ceukelaire, M. Duser en P.Y. Declercq, (2007)** *Aanpassen van de hydrogeologische kartering van de Ondergrond in Vlaanderen (HCOV); Onderzoeksopdracht voor de VMM, afdeling Operationeel Waterbeheer.*
- Van Camp, M. en K. Walraevens, (2003)** *Grondwatermodel van de diepe watervoerende lagen, simulatie van een aantal scenario's; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Water.*
- VMM (2008)** *Rivierherstel van de Kleine Nete tussen Herentals en Kasterlee. Eco-hydrologische studie. Juni 2008.*

