

EEN KWELKAART VOOR HET NETE-, DEMER- EN DIJLEBEKKEN

O. BATELAAN
F. DE SMEDT
Dienst Hydrologie
Vrije Universiteit Brussel
W. HUYBRECHTS
Instituut voor Natuurbehoud

A GROUNDWATER DISCHARGE MAP FOR THE NETE, DEMER AND DIJLE CATCHMENT

In Flanders valuable ecosystems are often located in wet valleys and many of them are depending upon the discharge of groundwater. For the policy of nature development and nature management, it is necessary to identify and classify these groundwater discharge areas. In this study a regional geohydrological model is used as a tool to map the groundwater seepage potential of valleys. Such a model is useful for the protection or development of groundwater dependent ecosystems.

The regional model is applied to the catchments of Nete, Demer and Dijle, in total more than 5000 km². The model simulates phreatic groundwater flow and predicts groundwater discharge areas and flows in relations to groundwater recharge and infiltration areas.

The resulting groundwater discharge map shows that approximately 6% of the catchments consist of groundwater discharge areas with high, moderate or low seepage flows. On a regional scale the map shows a good agreement with longterm measured waterlevels. On local scale the quality of the simulation result depends on accurate local hydrogeological and topographic information. The extend of the phreatic groundwater layers and the topography are the major controlling factors for the occurrence of the discharge zones. The zones with moderate discharge, located in the central parts of the basin, seem to be the most promising for the restoration and conservation of groundwater dependent ecosystems.

1. INLEIDING

In het verleden zijn er grote inspanningen gedaan voor de drainage van vochtige valleigebieden ter verbetering van de landbouwproductie. Voor natuurgebieden en ecologisch waardevolle landschappen bieden deze valleien echter gunstige omstandigheden. In Vlaanderen worden veel vochtige valleigebieden gevoed door opkwellend grondwater. Dit kwelwater is het resultaat van de hydrologische kringloop, waarbij neerslag na verdamping en oppervlakkige afstroming infiltreert en via de watervoerende grondlagen naar lager gelegen gebieden stroomt, waar het uitteedt aan het grondoppervlak als kwel. De kwelgebieden komen overeen met zeer vochtige delen in de valleien en dragen bij tot de trage rivierafvoer. Ze hebben eveneens een belangrijke invloed op de productie van de snelle afvoer. Zowel de hoge grondwaterstanden als de chemische samenstelling van het opkwellende grondwater leveren de voorwaarden voor de ecologische ontwikkeling van de kwelgebieden.

In het kader van het beleid ten aanzien van natuurontwikkeling en -beheer is het belangrijk deze kwelgebieden te identificeren en te karakteriseren in functie van de hydrogeologische karakteristieken van de ruime omgeving. Dit moet toelaten om de potenties van valleigebieden met betrekking tot behoud of ontwikkeling van waardevolle

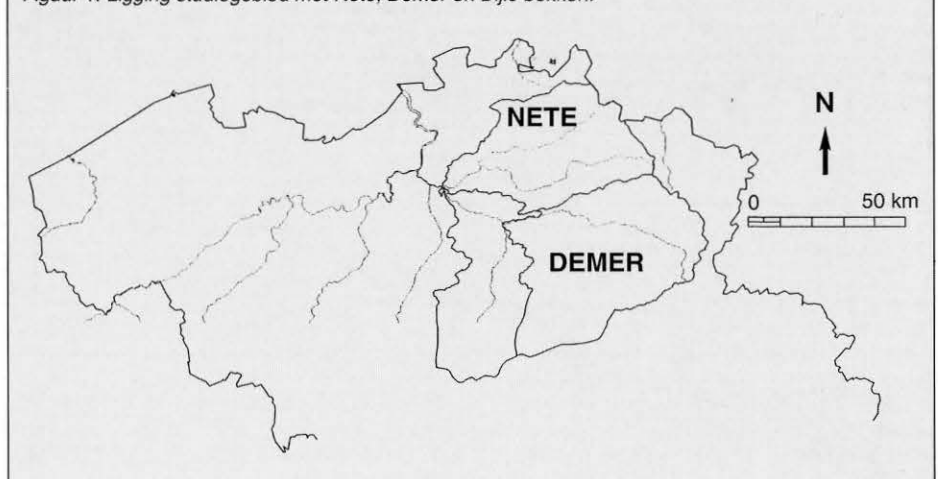
ecosystemen te beoordelen en de ruimtelijke spreiding ervan te plannen.

Opkwellend grondwater is moeilijk rechtstreeks op het terrein te meten, maar kan wel onrechtstreeks worden afgeleid uit waterbalansberekeningen. Ook terreinonderzoek met betrekking tot algemeen hydrologische kenmerken en vegetatie verschaft informatie over opkwellend grondwater. Dit is evenwel een arbeidsintensieve benadering en de aldus bekomen informatie is niet

altijd éénduidig (van Wirdum, 1991, van Diggelen et al., 1991). Vaak is het zo dat voor landschappen die onder invloed van menselijke activiteit staan, de relatie tussen de actuele toestand en de hydrologische potentie verstoord is. Immers het landschap wordt in hoge mate bepaald door het huidige landgebruik en de daaraan gekoppelde beheersaspecten (drainage, landbouw, waterwinningen, etc.).

Een andere methode die relatief veelvuldig

Figuur 1: Ligging studiegebied met Nete, Demer en Dijle bekken.

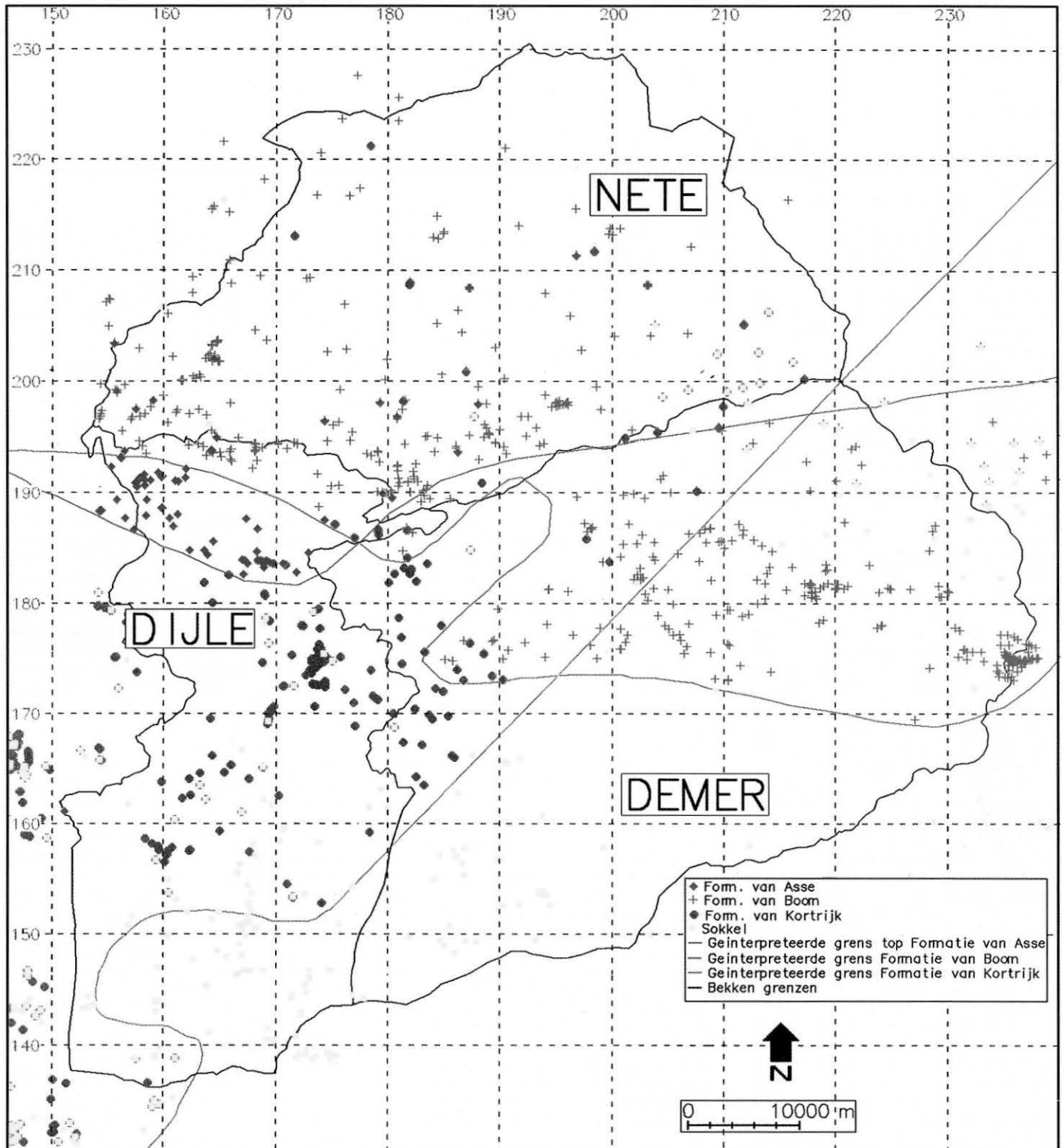


gebruikt wordt (Verhagen & De Blust, 1995, Van Ghelve et al., 1993 en Honnay & Lhermitte, 1994) om kwelgebieden te bepalen, is het afbakenen van deze gebieden aan de hand van de bodemkaart. Hierbij worden meestal de slecht drainerende valleibodems als kwelgebieden geselecteerd. Groot nadeel van deze methode is dat hij op de morfologische kenmerken (gley- of roestverschijnselen) van de bodemprofielen is gebaseerd en niet op de ruimtelijke hydrologische stromingssituatie. De term

'kwel' duidt in deze context eerder op de vochttoestand dan op het typische proces van naar de oppervlakte stromend grondwater. Dit leidt veelvuldig tot foutieve locaties en een overschatting van de grootte van kwelgebieden. Een instrument dat toelaat om onafhankelijk van de huidige toestand van het terrein en het beheer, de potenties van een gebied m.b.t. de ontwikkeling van kwelgevoelige ecotopen te evalueren, de kwelgebieden te identificeren en hun ruimtelijke situering in

het landschap in te schatten, kan goede diensten bewijzen. Het wordt dan immers mogelijk te voorspellen waar gunstige abiotische omgevingsomstandigheden zich kunnen voordoen voor kwelafhankelijke ecosystemen. Eveneens is het mogelijk de kwetsbaarheid van het rivierlandschap in het algemeen en van kwelgebonden ecosystemen in het bijzonder te evalueren door kwantificering van de relaties tussen kwel- en infiltratiegebieden. Ook de mogelijke bedreigingen, zoals pollutie, grondwa-

Figuur 2: Locaties van boringen tot in ondoorlatende Formaties en grenzen.



terwinning e.d., die vaak in de infiltratiegebieden gesitueerd zijn, kunnen bepaald worden. In deze context is kennis met betrekking tot het grondwatervoedingsgebied van een bepaald kwelgebied een belangrijk gegeven, omdat de ervaring heeft uitgewezen dat het voedingsgebied verscheidene malen groter kan zijn dan op basis van de topografie zou kunnen worden verondersteld (Batelaan et al., 1993).

2. REGIONALE GRONDWATER-SYSTEEMANALYSE

Regionale grondwatersysteemanalyse met behulp van een numeriek model biedt mogelijkheden om grondwaterstanden, -stromingssnelheden en -richtingen te begroten, waarmee de boven aangehaalde potenties en aspecten van kwelgebieden geanalyseerd kunnen worden.

In het kader van een onderzoek in opdracht van het Instituut voor Natuurbehoud werd door de Dienst Hydrologie van de Vrije Universiteit Brussel voor de stroombekkens van de Nete, Demer en Dijle een regionaal grondwaterstromingsmodel ontwikkeld.

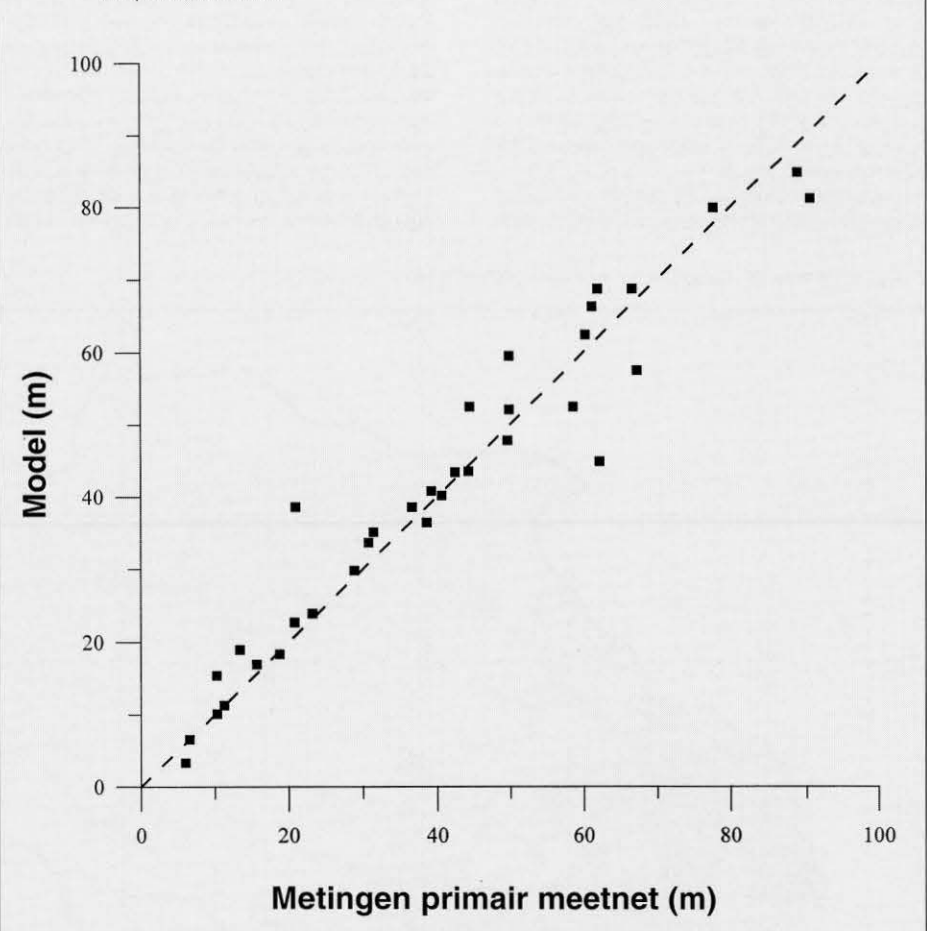
Hiermede werd de regionale grondwaterstroming rond kwelafhankelijke gebieden gereconstrueerd. De toepassing van het model was gericht op twee hoofdproblemen, in de eerste plaats de identificatie van belangrijke kwelgebieden en in de tweede plaats de afbakening van de infiltratiegebieden van deze kwelgebieden. In het vervolg van deze bijdrage zal vooral aandacht besteed worden aan het eerste.

Het gebruikte hydrogeologische modelconcept beperkt zich tot het freatisch watervoerende pakket. Dit is een realistische benadering gezien het feit dat diepere watervoerende lagen een geringe invloed hebben op de locatie, kwantiteit en kwaliteit van de kwelstromen (Batelaan et al., 1993). Verdere aannamen zijn: de berekening voor een niet-tijdsafhankelijke situatie (dus gemiddelde situatie in de tijd), het gebruik van doorlaatvermogens, gemiddelde neerslagoverschot en het ontbreken van kunstmatig drainerende systemen. De laatste twee aannamen maken dat de resultaten van het model een onafhankelijk karakter krijgen van het huidige landgebruik en dat ze het best omschreven kunnen worden als het 'natuurlijke' grondwatersysteem.

Een kwelgebied is in het modelconcept een locatie waar de grondwaterstand nabij het maaiveld gesitueerd is en waar er een opwaartse uittrekkende grondwaterstroming plaatsvindt. Een infiltratiegebied is een gebied met een neerwaartse grondwaterstroming waar het volledige neerslagoverschot infiltreert en het grondwater aanvult.

Het totale modelgebied, Nete, Demer en Dijle, beslaat meer dan 5000 km² (figuur 1). Generaliserend kan worden gesteld dat Noord-België een tabulair gebied is met een groot aantal boven elkaar, licht naar het noorden hellende, weinig geconsolideerde sedimentaire gesteenten van Cenozoïsche of Mesozoïsche ouderdom op een Paleozoïsche ondergrond (Laga, 1980). Voor dit gebied werd de hydrogeologie geanalyseerd aan de hand van een 1285 boringen, afkomstig uit de archieven van de

Figuur 3: Vergelijking tussen gesimuleerde grondwaterstanden en gemiddeld gemeten waarden uit het primair meetnet.



Belgische Geologische Dienst. Er werd geopteerd om aan de hand van deze boorgegevens het freatisch grondwater te beschouwen met als ondergrens de volgende formaties:

- Formatie van Boom (Klei van Boom)
- Formatie van Asse (Klei van Asse)
- Formatie van Kortrijk (Klei van Ieper)
- Formatie van Campen, Formatie van Vaals of Smectiet van Herve

In figuur 2 worden een aantal diepteliggingen van de vier ondoorlatende lagen en de geïnterpreteerde locatie van het dagzomen van de betreffende formaties weergegeven. Figuur 2 komt zeer goed overeen met de resultaten van Gulinckx (1965), die voor de belangrijkste facies van het Paleogeen in België de ruimtelijke verbreiding op kaart heeft weergegeven. In het noorden van het studiegebied is de Formatie van Boom de eerste ondoorlatende laag. Door het grote aantal beschikbare boringen met de aanwezigheid van de Formatie van Boom (Klei van Boom) kan de diepte nauwkeurig vastgelegd worden. De Formatie van Asse (Klei van Asse) vormt alleen in het noorden van het Dijle bekken de eerste ondoorlatende laag. In het ZW van het studiegebied bepaalt de goed gekende Formatie van Kortrijk (Klei van Ieper) de ondergrens van het freatisch watervoerende pakket. In het ZO vormt de sokkel de ondergrond voor het hier beschouwde hydrogeologische systeem.

Door alle diepteliggingen van de ondoorlatende lagen te koppelen aan het geografische informatie systeem 'GRASS' (Batelaan et al., 1993) kon op vrij eenvoudige wijze door interpolatie een continue isopachenkaart (dwz: kaart met contouren van gelijke dikte) voor het freatisch watervoerende pakket gegenereerd worden.

Voor het gehele studiegebied zijn slechts 44 doorlatendheidscoëfficiënten beschikbaar (De Smedt, 1975, Loy & De Smedt, 1978, Bronders, 1989, Goethals, 1993). Deze werden ruimtelijk geëxtrapoleerd volgens het voorkomen van de lagen. Tezamen met de isopachenkaart van het freatische watervoerende pakket leverde dit een doorlaatvermogenkaart op.

Om het te berekenen 'natuurlijke' grondwatersysteem binnen de huidige geohydrologische context te houden werden wel pompgegevens in rekening gebracht. Het bestand met pompgegevens van december 1993 van AMINAL, Afdeling Water, werd gebruikt om voor de 476 pomplocaties in het Vlaamse deel van het studiegebied een gemiddelde oppomping te berekenen. De totale gemiddelde opgepompte hoeveelheid bedraagt ca. 90.10⁶ m³/jaar.

Het Digitaal Terrein Model van het Nationaal Geografisch Instituut (DTM-NGI) werd in een aangepaste vorm (Batelaan & De Smedt, 1994) gebruikt voor een beschrijving van de topografie van het grondoppervlak en de maximale grondwaterstand.

Alle ruimtelijk verspreide gegevens werden opgedeeld met een resolutie van 50 bij 50 m, hetgeen voor het studiegebied per data-laag 4.10^6 rekencellen geeft. Het model simuleert met de bovenstaande gegevens de grondwaterstroming voor het gehele studiegebied. Gezien het aantal cellen is dit numeriek een zeer zware taak zodat het model op een CRAY supercomputer uitgevoerd moest worden.

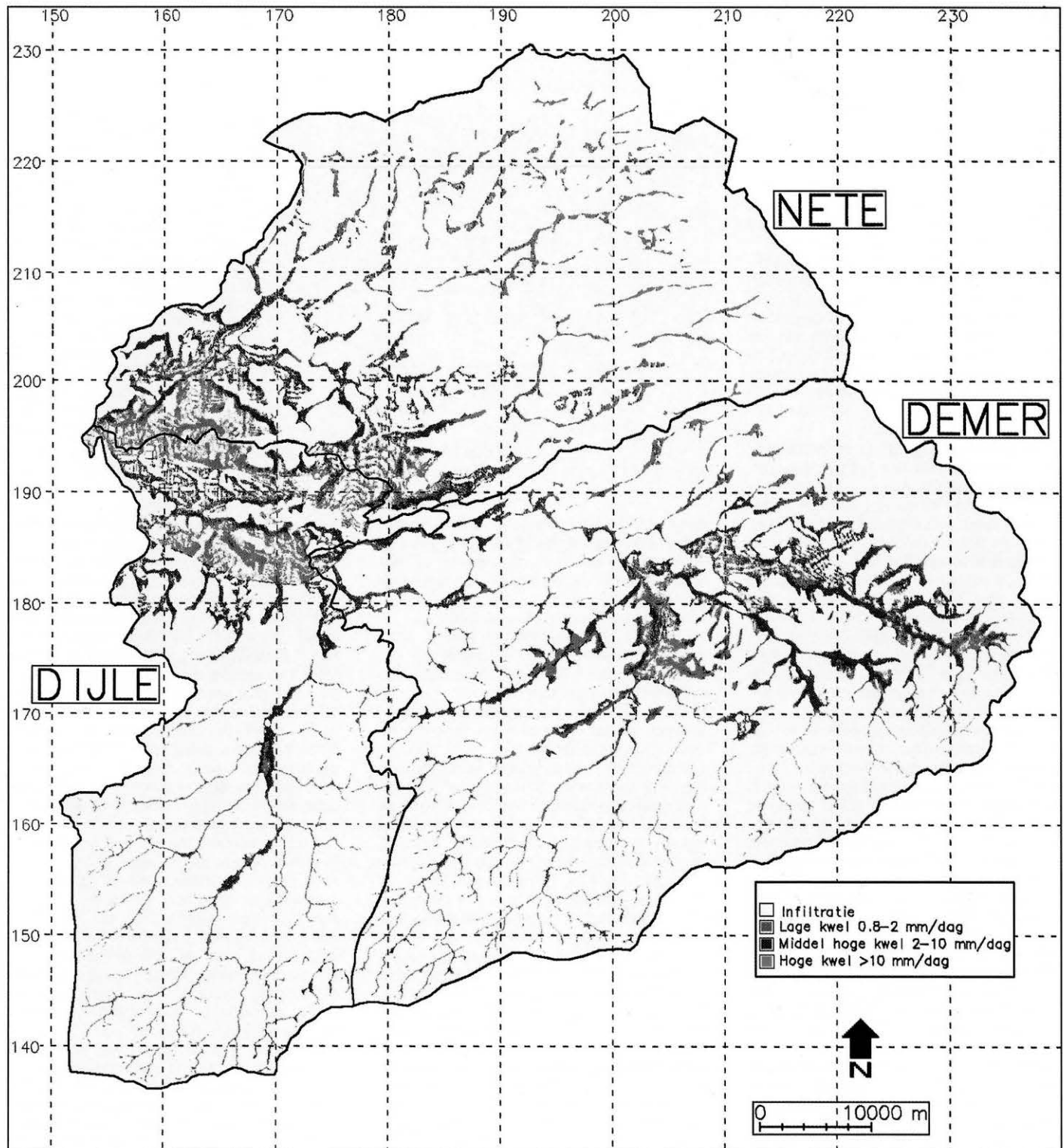
De resultaten van het model zijn: de regionale grondwaterstanden, de kwellocaties

en kwelhoeveelheden. Op basis van deze informatie kan met behulp van een tracingsmodel voor deeltjes (Batelaan & De Smedt, 1994), de afbakening van infiltratiegebieden behorend bij een kwelgebied en de stroomtijden en -lijnen tussen infiltratie- en kwelgebied bepaald worden. De bekomen grondwaterstanden werden vergeleken met de gemiddelde grondwaterstanden van de 30 beschikbare piëzometers van het primair meetnet van AMINAL (Afdeling Water) gesitueerd in het studiegebied. Deze

controle, figuur 3, laat zien dat de overeenkomst tussen gesimuleerde en gemiddelde gemeten grondwaterstanden goed is zodat de resultaten van het model betrouwbaar zijn.

Figuur 4 toont de kaart met de bekomen kwelgebieden. De kwelgebieden zijn geklasseerd in 3 klassen met uittredende kwelvolumes uitgedrukt in specifieke debieten (debiet per oppervlakte-eenheid): lage kwel met 0.8-2 mm/dag, middelhoge kwel 2-10 mm/dag en hoge kwel meer dan 10

Figuur 4: Berekende natuurlijke kwel- en infiltratiegebieden in het Nete, Demer en Dijle bekken.



mm/dag. De minimum kwelhoeveelheid van 0.8 mm/dag komt overeen met het neerslagoverschot.

3. DISCUSSIE KWELKAART

Het belangrijkste resultaat van het geohydrologisch model is de kaart met de ruimtelijke verdeling van kwel- en infiltratiegebieden in de drie stroombekkens (Figuur 4). Het is de eerste kaart die met een hoge nauwkeurigheid voor een groot gedeelte van Vlaanderen een beeld geeft van de ruimtelijke verdeling van regionaal bepaalde grondwaterstroming en de daaruit resulterende kwel. De kwelzones beslaan 5,8% van de oppervlakte van de drie bekkens, gebieden met lage kwel beslaan 2,2%, gebieden met een middelhoge kwel 2,6% en gebieden met een hoge kwel 1,0%. De oppervlakte van een aaneengesloten kwelgebied bepaalt het totale watervolume dat in een rivierbekken als grondwaterafvoer terecht komt.

Zoals kan worden verwacht komen de infiltratiegebieden voor nabij de waterscheidingsgebieden, terwijl de kwelgebieden in de valleien zijn gesitueerd. Vooral in de midden- en de benedenlopen komen kwelgebieden voor. Er zijn veel minder kwelzones in de bovenlopen, waar er een duidelijke differentiatie is vast te stellen tussen kwel- en infiltratiegebieden. Naast uitgestrekte infiltratiegebieden komen hier sterk gelokaliseerde kwelgebieden voor, die dus verhoudingsgewijs een groot voedingsgebied en bijgevolg ook een hoge kwelintensiteit hebben. Het grondwater stroomt over relatief grote afstanden voor het kwelgebied wordt bereikt. In de benedenlopen, zoals in het samenvloeiingsgebied van Dijle en Nete, is de situatie veel complexer. De kwel- en infiltratiegebieden zijn er veel sterker met elkaar verweven waardoor de transportafstanden kleiner zijn. Daarenboven zijn de kwelstromen minder geconcentreerd, wat tezamen met de kortere afstanden resulteert in lagere kwelintensiteiten.

Gebieden met hoge kwelintensiteiten vindt men dus in hoofdzaak in de bovenlopen van de drie bekkens. Ten zuiden van de Demer-Dijle as, betreft het meestal erg smalle zones die ongeveer samenvallen met de waterlopen en zich zeer ver stroomopwaarts in de valleien uitstrekken. Ten noorden van de Demer-Dijle as zijn deze kwelgebieden breder, maar in de uiterste bovenlopen en in de kleinere bijrivieren van b.v. het Netebekken wordt geen regionaal bepaalde kwel bekomen. In de vallei van Demer en Dijle stroomafwaarts van Diest komen lokaal ook nog zones voor met hoge kwelintensiteiten. Ze sluiten aan bij gebieden met middelhoge kwel.

Gebieden met middelhoge kwelintensiteiten situeren zich voornamelijk in de middenlopen van de stroombekkens: de Demervallei tussen Werchter en Diest, de middenlopen van Demer, Gete, Herk, en Mombeek stroomopwaarts van Diest, de Dijlevallei stroomafwaarts van de taalgrens, de Grote Nete stroomafwaarts van Zammel en de Kleine Nete stroomafwaarts van Grobbendonk. Deze kwelgebieden vormen vrij grote aaneengesloten oppervlakten, die vaak de

volledige vallei innemen en waar grote volumes kwelwater toestromen.

Gebieden met lage kwelintensiteiten komen vooral voor in het samenvloeiingsgebied van Nete en Dijle, waar regenwater na infiltratie en een ondiepe grondwaterstroming vrij lokaal uittreedt. Dit is te wijten aan het geringe reliëf en het ondiep voorkomen van de slecht doorlatende lagen van de Formatie van Asse en Boom (Klei van Asse en Boom). De zones met lage kwelintensiteiten in een aantal kleinere zijvalleien van het Demerbekken stroomopwaarts van Diest, zijn eveneens voornamelijk gekoppeld aan het ondiep voorkomen van de slecht doorlatende Formatie van Boom (Klei van Boom). Kwelgebieden met lage kwelintensiteiten nemen doorgaans grote, niet altijd aaneengesloten oppervlakten in.

De kaart met kwelgebieden geeft de originele resultaten van het doorrekenen van het geohydrologisch model. Deze werden bekomen onafhankelijk van de toestand op het terrein. Dus een calibratie van het model is niet gebeurd daar het doel en de opzet van het model, de identificatie van een natuurlijk grondwatersysteem, dit niet toelaat (Anderson & Woessner, 1992). Wie vertrouwd is met de stroombekkens zal evenwel een aantal berekende kwelgebieden herkennen, die overeenkomen met belangrijke natuurgebieden: de Doode Bemde, Vorsdonkbroeken, Vallei van de Zwarte Beek, Demerbroeken, Scholenbroek, Walenbos, Liermansloop enz.

Men mag aannemen dat de kaart een goed beeld geeft van de toestand van de kwel in de betrokken stroombekkens. Op lokale schaal zijn er evenwel enkele discrepanties tussen de kaart en de terreinsituatie. Dit is voor een groot deel het gevolg van de opzet van het geohydrologisch model zelf waarvoor een regionale benadering werd geopteerd, waarbij de regionale geologie en regionale topografie als invoergegevens werden gebruikt. Kwelverschijnselen die volledig, of ten dele bepaald worden door lokale omstandigheden zitten dus niet in het model verrat. Dit kan b.v. het geval zijn bij lokale aanwezigheid van slecht doorlatende grondlagen of lokale verschillen in de topografie (b.v. duinsystemen). Bij het uitrekenen van het grondwater bepaalt de lokale topografie in de vallei vaak het kwelpatroon (Batelaan et al., 1993). Het reliëf in valleigebieden is meestal subtiel, hetgeen over het algemeen niet in het digitaal terrein model verrat is. In dergelijke gevallen zal de kwel die in het veld daaraan gebonden is, niet op de kaart met berekende kwelgebieden voorkomen of ruimtelijk niet correct gesitueerd worden.

Bij modelmatige benaderingen staat de betrouwbaarheid van de resultaten rechtstreeks in relatie tot de nauwkeurigheid van de invoergegevens. In het hier gevolgde grondwaterstromingsmodelconcept is vooral informatie met betrekking tot de topografie en de hydrogeologie belangrijk. Met betrekking tot de hydrogeologie stuit men vaak op een gebrek aan informatie. Voor bepaalde geologische lagen is de ruimtelijke verbreiding niet altijd even goed gekend (b.v. Formatie van Asse), vooral dan met betrekking tot hun lithologische facies. Er bestaat een zeer groot gebrek aan be-

trouwbare doorlatendheidscoëfficiënten van de watervoerende lagen, waardoor de ruimtelijke variabiliteit van de doorlatendheidscoëfficiënt zeer slecht gekend is.

Ook de topografische gegevens zijn niet optimaal. Het oorspronkelijke Digitaal Terrein Model (level 2) werd gemaakt door het Nationaal Geografisch Instituut door interpolatie van gedigitaliseerde topografische contouren van de 1/50000 kaart. De hoogtewaarden afgerond tot op 1 meter in een grid van 1" (± 20 m) breedtegraad bij 2" lengtegraad (± 40 m) vormen een zeer dicht netwerk, maar het geeft in zeker opzicht een valse indruk van nauwkeurigheid. De nauwkeurigheid wordt namelijk bepaald door de originele topografie op de 1/50000 kaarten. Daarom is een afronding van de hoogtewaarden tot op 1 meter zeker verantwoord en zal in de meeste toepassingen niet voor problemen zorgen. Echter in geval van het gebruik bij het huidige model voor de bepaling van kwelgebieden, ligt dit anders. Het DTM stelt een getrappt landschap voor (met trappen van 1 meter). Voor het model zijn de steilranden preferentiële uitredingsplaatsen voor het grondwater, vooral in gebieden met minder steile hellingen gecombineerd met een relatief ondiepe watertafel. Daarom werd eerst een uitgebreid gamma aan uitmiddelingsprocedures op de originele data uitgevoerd: de gekozen procedure verwijdert grotendeels de steilranden zonder de karakteristieken van de topografie teveel te veranderen (Batelaan & De Smedt, 1994). Evenwel in sommige gebieden bleven er sporen van deze steilranden bestaan. Op de kwelkaart komt dit naar voren door een soort van lijnenpatroon, dat niet volledig reëel is. Bijvoorbeeld in sommige valleien van het Netebekken heeft dit tot gevolg dat discontinu kwelzones worden berekend die in de realiteit waarschijnlijk aaneengesloten zijn.

Herhalen we tenslotte dat schijnbare discrepanties tussen modelberekeningen, met als bedoeld resultaat de 'natuurlijke' situatie, en de terreinsituatie ook te wijten kunnen zijn aan de actuele situatie en beheer van het terrein zelf. De vegetatie weerspiegelt niet altijd de hydrologische toestand, maar is ook afhankelijk van het landgebruik in de valleigebieden. De interpretatie van plantensoorten naar het al dan niet aanwezig zijn van kwelstromen staat niet altijd buiten discussie; ook wordt bij de berekening van de kwelgebieden geen rekening gehouden met het feit of het kwelwater enig effect heeft op vegetatie, dan wel snel wordt gedraineerd.

4. CONCLUSIE

De bekomen resultaten van deze regionale geohydrologische benadering kunnen vooral goede diensten bewijzen bij een gebiedsgerichte benadering. Het gaat dan om gebieden van verschillende tientallen tot honderden hectaren. De resultaten kunnen voornamelijk nuttig zijn bij de vergelijking van kwelgebieden, valleien en riviersystemen in relatie tot de infiltratiegebieden. Ze moeten echter met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd op perceleniveau, omdat voor het bekomen van meer

gedetailleerde resultaten lokale informatie m.b.t. hydrogeologie en topografie essentieel is (Batelaan et al., 1993).

De hier gebruikte grondwatermodelleringsmethode ter bepaling van de kwelgebieden, is een hydrologisch veel betrouwbaardere methode dan die van de bepaling van de kwelgebieden aan de hand van de bodemkaart en is daarom beter geschikt beleidsgericht gebruikt te worden.

De mogelijkheden voor de ontwikkeling van kwelafhankelijke ecosystemen in gebieden met lage kwel zijn eerder beperkt. Dit is het gevolg van te lage kwelintensiteiten, die daaraan gekoppelde relatief gemakkelijke drainage en de beperkte transportafstanden door de watervoerende laag. Minder voor de hand liggend is dat gebieden met hogere kwelintensiteiten soms eveneens beperkte mogelijkheden hebben. Daar waar de kwel sterk geconcentreerd is in een klein gebied, vaak nabij de waterloop zelf, wordt het kwelwater snel afgevoerd. Dit is bijvoorbeeld het geval in de bovenlopen van de stroombekkens. De specifieke ligging en configuratie van de kwelgebieden speelt dus een belangrijke rol, met name de grootte en het aaneengesloten karakter van het kwelgebied.

De grootste potenties voor kwelafhankelijke ecosystemen bieden gebieden met middelhoge tot hoge kwel, die terzelfdertijd relatief grote oppervlaktes innemen, zodat er grote volumes grondwater toekomen. Het grondwater dat opkwelt heeft veelal een lange verblijfstijd in de ondergrond achter de rug, waardoor er een gemineraliseerde waterkwaliteit ontstaan is. Voor vele ecologisch waardevolle vegetatietypen is deze specifieke natuurlijke waterkwaliteit essentieel.

De identificatie van dergelijke systemen, hun ruimtelijke situering in het landschap en de evaluatie van hun kwetsbaarheid kunnen gebeuren aan de hand van een regionale grondwatersysteemanalyse, zoals in deze bijdrage voorgesteld.

O. BATELAAN & F. DE SMEDT
V.U.B. - Dienst Hydrologie
Pleinlaan 2
1050 Brussel
W. HUYBRECHTS
Instituut voor Natuurbehoud
Kliniekstraat 25
1080 Brussel.

REFERENTIES

ANDERSON M.P. & WOESSNER W.W. (1992) Applied groundwater modelling - Simulation of flow and advective transport. Academic press Inc., San Diego.

BATELAAN O., DE SMEDT F., HUYBRECHTS W. & DE BECKER P. (1993) Ecohydrologische analyse van een natuurgebied met behulp van hydrogeologische systeemmodellerings en geografische informatie verwerking. Water nr. 71, pp. 117-127.

BATELAAN O. & DE SMEDT F. (1994) Regionale grondwaterstroming rond een aantal kwelafhankelijke natuurgebieden. Rapport onderzoekopdracht voor het Instituut voor Natuurbehoud, 74 pp.

BRONDERS J. (1989) Bijdrage tot de geohydrologie van Midden-België door middel van geostatistische analyse en een numeriek model. Proefschrift Vrije Universiteit Brussel, pp 221.

DE SMEDT P. (1975) Grondwaterprospectie in de alluviale gebieden van Noord-Brabant. Hydrographica, 2, pp. 19-26.

GOETHALS H. (1993) Bestand doorlatendheidscoëfficiënten. Belgische Geologische Dienst, on gepubliceerd.

GULINCK M. (1965) Aperçu général sur les dépôts éocène de la Belgique. Bull. Soc. Geol. de France (7), VII, 222-227

HONNAY O & LHERMITTE K (1994) Kartering van het fysisch systeem en de ruimtelijke structuren in Vlaanderen op schaal 1:50.000. Stichting Plattelandsbeleid v.z.w. in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij, Leuven.

LAGA P. (1980) Hydrogeologische structuur van België. Studie- en informatiedagen Beroepsvereniging van de Leuvense Geologen, Leuven, 10-11 april, Het waterbeleid in Vlaanderen, deel I, pp. 6-28.

LOY W. & DE SMEDT P. (1978) Permeabiliteit van enkele formaties in België. Bull. Belg. Ver. Geologie, T. 87, deel 4, pp. 253-260.

VAN DIGGELEN R., GROOTJANS A.P., WIERDA A., BURKINK R., HOOGENDOOREN J. (1991). Prediction of vegetation changes under different hydrological scenarios. IAHS Publ., 202, pp.71-80.

VAN GHELVE P, DECLEER K, DE BLUST G, PAELINCKX D & KUIJKEN E (1993) Aanzet tot een regionaal landschapsecologisch model (Relem) voor het gebruik in landinrichting, met enkele praktijkvoorbeelden voor het pilotlandinrichtingsproject Noordoost Limburg. Instituut voor Natuurbehoud, rapport A93.91.

VAN WIRDUM G. (1991). Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift Universiteit van Amsterdam 310 pp.

VERHAGEN B & DE BLUST G (1995) Het Landinrichtingsproject "Grote Netgebied". Instituut voor Natuurbehoud, rapport IN95.15.

CONGRESSEN

13 december 1996, Gent : 30ste Zuivelstudiedag : Milieuproblematiek, een bottle-neck voor de zuivelbedrijven
Inlichtingen : Hogeschool gent - Campus BME - CTL, Voskenslaan 270, 9000 Gent - tel : 09/242.42.42 - fax : 09/243.87.78

28 januari 1997, Edegem : VLARIO-dag
Inlichtingen : v.z.w. WEL, Marktplaats 16, 2110 Wijnegem - tel : 03/353.72.53 - fax : 03/353.89.91

4-5 februari 1997, Wageningen (Nederland) : PHLO-cursus 'Watersystemen in het stedelijk gebied : de integrale aanpak'
Inlichtingen : Bureau PHLO, Postbus 8130, 6700 EW Wageningen - tel. : 00/31/317/48 40 93 - fax : 00/31/317/42 65 47

14 maart 1997, Brussel : conferentie 'De Beste Beschikbare Technieken en Energie- en Milieu-Informatie'
Inlichtingen : VITO, Sofie Sannen, Boeretang 200, 2400 Mol - tel. : 014/33.55.46 - fax : 014/33.55.97

20-21 maart 1997, Brussel : 2-daags symposium 'Industrial Water Management'
Inlichtingen : Euromanagement, Postbus 2192, 5600 CD Eindhoven - tel. : 00/31/40/2 974 944 - fax : 00/31/40/2 974 950

7-10 april 1997, Nunspeet (Nederland) : International Conference: Analytic Based Modeling of Groundwater Flow
Inlichtingen : Conference secretariat, Analytic Based Modeling of Groundwater Flow, Buerweg 51, 1861 CH Bergen, Nederland - tel. : 00/31/72/58 990 62 - fax : 00/31/72/58 990 40

21-24 april 1997, Oostende : ISEB: International Symposium Environmental Biotechnology
Inlichtingen: Secretariat, ISEB 1997, c/o TI-K VIV, att. Rita Peys, Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen (Belgium) - tel : 03/216 09 96 - fax : 03/216 06 89

19-22 mei 1997, Praag (Tsjechische Republiek) : IWSA/IAWQ Conference on 'Reservoir Management and Water Supply - an Integrated System'
Inlichtingen : IWSA/IAWQ Conference - W&ET Team c/o dr. P. Dolejs, Box 27, Pisecka 2, 37011 Ceske Budejovice, Czech Republic - tel + fax : 00/42/38/41624

28-30 mei 1997, Brussel : Aqua-Expo : Internationale Vakbeurs voor watertechnieken
Inlichtingen : Internationale Jaarbeurs van Brussel, Belgiëplein, 1020 Brussel - tel : 02/477.04.77 - fax : 02/477.03.91

30 augustus - 2 september 1997, Brussel : Clima 2000
Inlichtingen: Clima 2000, c/o SRB II, Ravenstein 3, 1000 Brussel - tel : 02/5117469 - fax : 02/5117597