

Ecologische aspecten van waterwinningen in Het Gooi en Eemland

Inleiding

Evenals het Utrechtse en Noordhollandse Vechtplassengebied [van Liere *et al.* 1989] staat Eemland thans volop in de belangstelling vanwege de bedreigde relatie tussen de te behouden ecosystemen en de grondwater-toevoer. Om de Vechtstreek beter te voorzien van mesotroof en systeem-eigen grondwater in plaats van vervuild Vechtwater, besloot de provincie Noord-Holland in haar grondwaterplan [1986] dat de grondwater-

De verschillende scenario's zijn onderzocht op de ecologische gevolgen.

Op grond van het ecologisch onderzoek is uiteindelijk voor een grondwaterwinnings-scenario gekozen dat op korte termijn de meeste garanties biedt voor behoud en herstel van de aanwezige ecosystemen in de Vechtstreek en Eemland.

Provinciaal beleid

Bij de problematiek met betrekking tot de grondwatergevoede ecosystemen zijn tot

Samenvatting

Het besluit op grond van het Grondwaterplan van Noord-Holland om voor 1996 de grondwaterwinning in Het Gooi te halveren, leidt tot de noodzaak vervangende wincapaciteit te zoeken, bijvoorbeeld ten oosten van de stuwwal.

In Eemland zijn de laatste decennia de stijghoogte en de kweldruk teruggelopen, vooral na de drooglegging van Flevoland. Momenteel treedt hier voornamelijk laterale kwel uit de stuwwal op. Watersamenstelling en verspreiding van plantensoorten bevestigen deze hydrologische conclusie en indiceren een kwelvenster in centraal Eemland. Berekening van negentien hydrologische scenario's levert informatie voor ecologische modelberekeningen. Er blijkt een directe koppeling tussen voeding met grondwater en de aanwezigheid van kwel- en schoonwater-indicerende planten. Oeverwaterwinning langs de randmeren heeft op ecosystemen met deze plantensoorten de minst negatieve invloed. Halvering van de waterwinning in Het Gooi laat een grondwaterwinning toe van 5 miljoen kubieke meter per jaar bij de monding van de Eem, zonder aantasting van de huidige ecosystemen. Andere winlocaties of grotere onttrekkingshoeveelheden zijn in ecologisch opzicht niet te compenseren.



R. VAN WESTRIENEN
Momenteel Natuur, Milieu en
Faunabeheer, Utrecht



W. NIEUWENHUIS
Sectie Milieu-ecologie
Dienst Milieu en Water
Provincie Noord-Holland



H. VAN ARKEL
Bureau Natuur en Landschap
Dienst Ruimte en Groen
Provincie Utrecht



A. BARENDREGT
Interfacultaire Vakgroep
Milieukunde
Rijksuniversiteit Utrecht

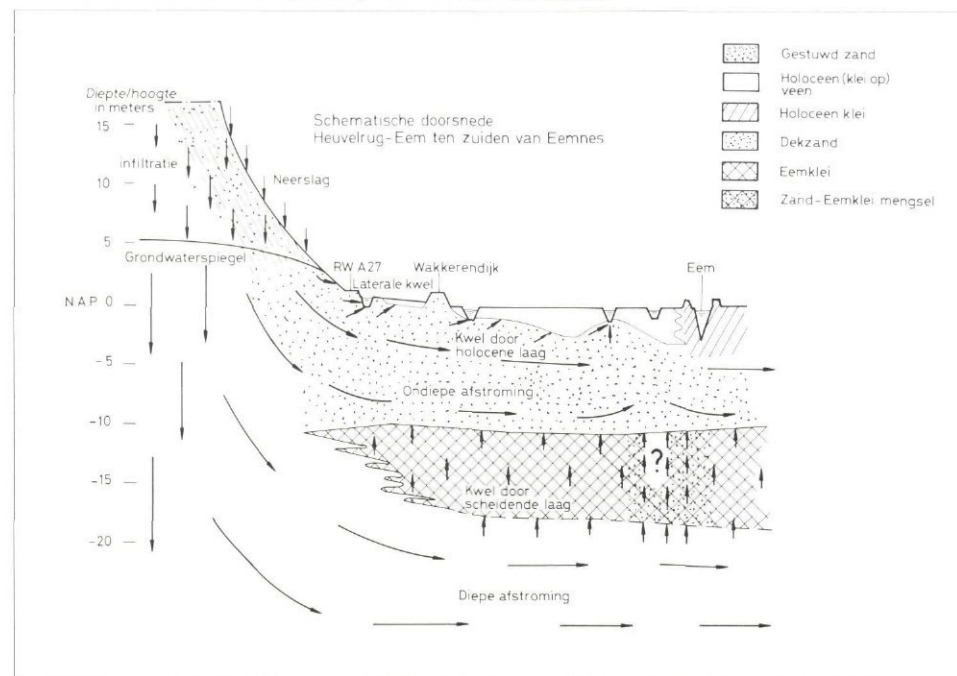
winning in Het Gooi drastisch moest verminderen.

Tot behoud van de drinkwatervoorziening dienen voor de te sluiten pompstations in Het Gooi een of meer alternatieve winmogelijkheden gevonden te worden. De onderzochte alternatieven zijn oevergrondwaterwinning (met of zonder infiltratie in Het Gooi) en grondwaterwinning ten oosten van Het Gooi in Eemland.

nu toe met name de provincies Noord-Holland en Utrecht direct betrokken geweest.

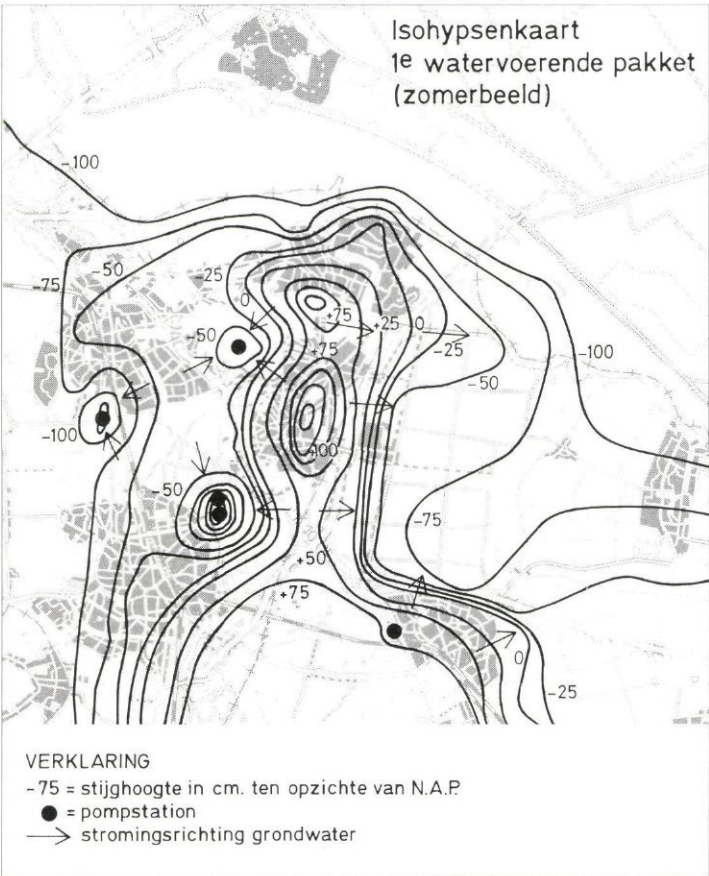
Het vastgestelde beleid in het Noordhollandse grondwaterplan [Provinciale Waterstaat Noord-Holland 1986] komt erop neer dat de grondwaterwinning in Het Gooi in de tweede helft van de jaren negentig gehalveerd moet zijn. In de al uitgevoerde eerste fase zullen de pompstations Bussum en Westerveld

Afb. 1 - Schematische doorsnede Heuvelrug-Eem ten zuiden van Eemnes.



gesloten worden. Hierdoor zal de kwelstroom naar de randgebieden van de stuwwal toenemen.

In het Utrechtse grondwaterplan [Provincie Utrecht 1987] is een beleid geformuleerd dat uitgaat van het minimaal handhaven en daar waar mogelijk herstellen van de kwelstroom naar de Vechtplassen en Eemland aan de voet van Het Gooi en de Utrechtse Heuvelrug. De interpretatie vanuit de sector natuur en landschap is dat de winningen in de Heuvelrug in ieder geval niet meer uit kunnen breiden en zelfs vervangen moeten worden door alternatieven. Vanwege het door Noord-Holland gevoerde grondwaterbeleid, de toenemende consumptie van drinkwater [Gast 1989] en de algemene verdrogingsproblematiek [Barendregt *et al.* 1989] moet er gezocht worden naar vervangende capaciteit. Uitgangspunt bij de beleidsadviesering van



Afb. 2 - Isohypsenskaart 1e watervoerende pakket (zomerbeeld) (naar Snelting & Groenewoud).

(Geo)hydrologie

In geohydrologisch opzicht valt het gebied in twee delen uiteen: Het Gooi en Eemland.

Onder Het Gooi bevindt zich een watervoerend pakket van vele tientallen meters dikte, welke niet wordt afgedekt door een holocene laag [Snelting en Groenewoud 1987].

Onder Eemland bevinden zich verschillende watervoerende pakketten. Het eerste watervoerende pakket is maar enkele meters dik (Formatie van Twente) en wordt afgedekt door een slecht doorlatende holocene laag bestaande uit klei op veen. Het tweede watervoerende pakket is ongeveer 15 meter dik en wordt afgedekt door een dikke laag Eemklei. Het derde watervoerende pakket is vele tientallen meters dik en wordt afgedekt door een zeer dikke, slecht doorlatende kleilaag welke behoort tot de Eemformatie en de Formatie van Drente. Deze afwisseling van watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen bepaalt in grote mate de richting en de sterkte van de grondwaterstroming [Provincie Utrecht 1987, Snelting en Groenewoud 1987].

Het in Het Gooi geïnfiltreerde regenwater dringt langzaam in het zandpakket en stroomt voor een groot gedeelte zijwaarts af (afb. 1). In de overgangszone tussen Het Gooi en Eemland komt een deel van dit water aan de oppervlakte als lateraal kwelwater.

Het dieper geïnfiltreerde water stroomt af naar de drie watervoerende pakketten.

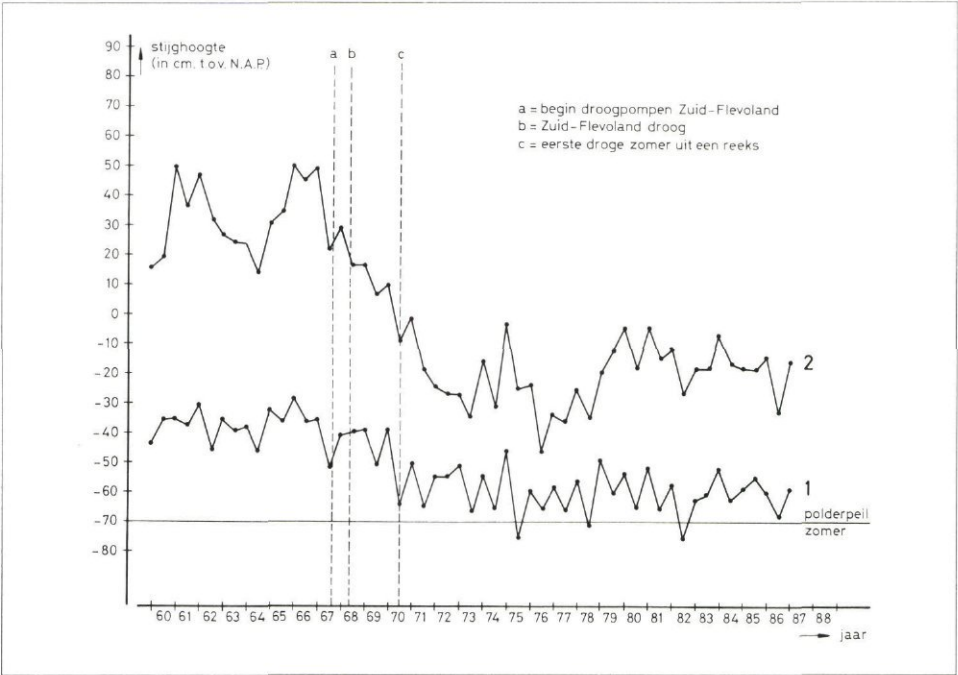
de twee provincies is geweest dat er per saldo aan de westkant en zo mogelijk ook aan de oostkant van Het Gooi sprake moest zijn van een positief effect op de ecosystemen. Een simpele verplaatsing van winningscapaciteit van Het Gooi, met de hierbij behorende ecologische problemen van de Vechtstreek, naar Eemland moest voorkomen worden.

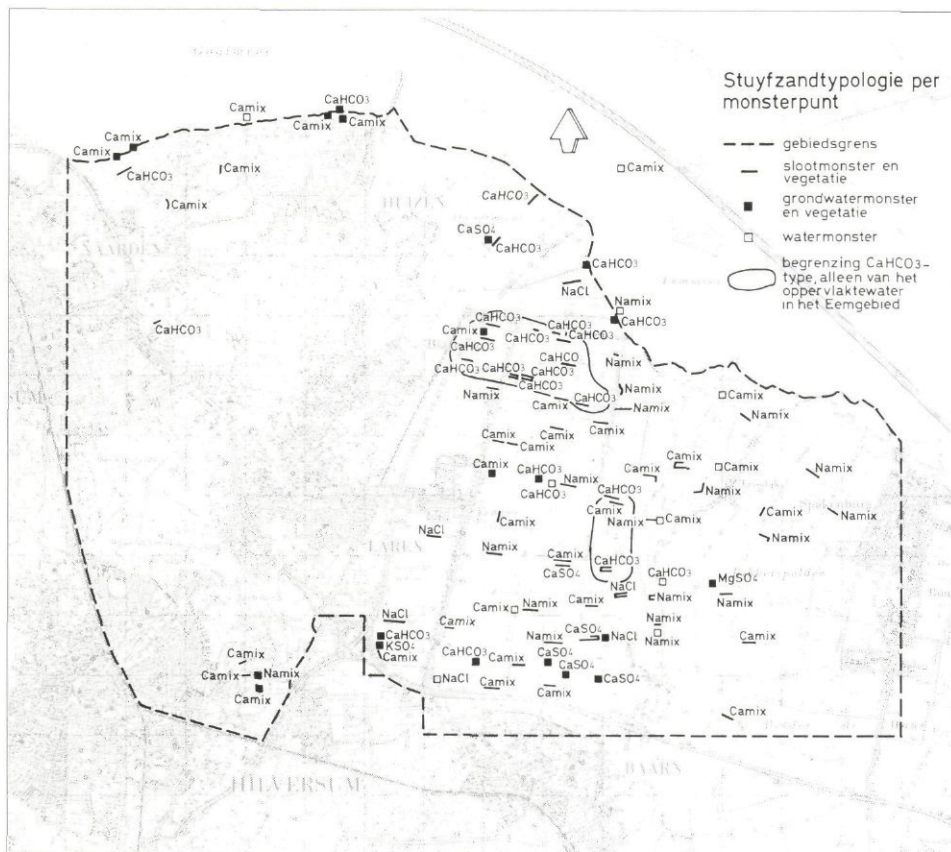
sloten. Langs de oude Zuiderzeedijken liggen enkele wielen. In de polders, die op of net iets onder zeeniveau liggen, wordt een dikke laag veen door een dunne laag klei afgedekt [Projectgroep Eempolders 1974].

Afb. 3 - Stijghoogte (gemiddeld in zomer en in winter) van het eerste en tweede watervoerende pakket in het centrum van Eemland.

Gebiedsbeschrijving

Het onderzoeksgebied ligt in de provincies Noord-Holland en Utrecht en is ongeveer 11.500 ha groot (zie ook afb. 4). Het wordt gevormd door de stuwwal en de vallei van de rivier de Eem. Het Gooi, met aan de westkant het Vechtplassengebied, kan gekenmerkt worden als een gesloten bos- en heidelandschap met een sterke verstedelijking en een dichte infrastructuur [Provinciale Waterstaat Utrecht 1976, Hermans en Kahmann 1985, Smit 1988]. Het Gooi is een stuwwal met een maximale hoogte van 30 m +NAP, die voornamelijk uit zand bestaat [Van der Straat 1988]. Het overgangsgebied van Het Gooi naar Eemland is een half open weidelandschap met verspreide beplantingen, vele boerderijen en het dorp Eemnes. Eemland zelf wordt gekenmerkt door een open weidelandschap (vrijwel zonder bebouwing en bomen) met langgerekte weilanden afgewisseld met smalle





Afb. 4 - Stuifzandtypologie per monsterpunt.

Als gevolg van deze regionale grondwaterstroming kan er kwel optreden door de Eemkleilaag en de holocene deklaag. De uiteindelijke hoeveelheid kwel naar de sloten hangt af van de weerstand van de slecht doorlatende lagen en de potentiaalverschillen tussen het polderpeil en het grondwater van het eerste watervoerende pakket.

In afb. 2 is de zomersituatie van de stijghoogtes van het eerste watervoerende pakket van midden jaren tachtig weergegeven [Snelting en Groenewoud 1987]. Opvallend is het ontbreken van hogere potentialen in het zuidelijk deel van Het Gooi. Deze waren hier van oorsprong wel aanwezig, maar zijn door grondwaterwinningen vrijwel teniet gedaan. Op grond hiervan mag worden aangenomen dat in het gebied ten zuiden van Eemnes nauwelijks meer laterale kwel plaatsvindt. Het stijghoogteverloop van het eerste en tweede watervoerende pakket in Eemland gedurende de afgelopen 30 jaar wordt weergegeven in afb. 3. Te zien is dat de stijghoogten van de natte jaren zestig – na de droge jaren zeventig – in de jaren tachtig niet meer bereikt worden. De stijghoogte van het eerste en tweede watervoerende pakket zijn met respectievelijk 20 en 50 centimeter gedaald [Dienst

Grondwaterverkenning TNO 1988]. Gezien het feit dat de dalingen in de stijghoogten eerder inzetten dan het begin van de droge jaren zeventig en juist samen vallen met het droogpomp van Zuidelijk Flevoland, is het aannemelijk dat deze daling in belangrijke mate is veroorzaakt door de inpoldering van Zuidelijk Flevoland. Hierbij zijn geen andere éénmalige hydrologische invloeden aanwijsbaar. De conclusie wordt bevestigd door het geringe herstel van de stijghoogte in de natte jaren 1978-1985. Naast deze éénmalige ingreep speelt de laatste 50 jaar tevens een geleidelijke daling van de grondwaterstand in de stuwwal, waardoor de potentialen in de Eemvallei verminderden. De belangrijkste oorzaak hiervoor is de geleidelijke toename van de onttrokken hoeveelheid grondwater door drinkwaterbedrijven en industrie. Ook andere factoren vormen een niet te verwaarlozen rol. In Het Gooi is de bebouwing (dus verdamping) toegenomen, evenals het oppervlak bebouwd gebied met neerslagafvoer. In alle polders langs de stuwwal vonden peilverlagingen plaats. Het gevolg van de daling van de grondwaterstand in het Gooi is een verminderde kwelstroom van Het Gooi naar Eemland. In sommige delen van Eemland is de kwelstroom zo gering dat

deze bij kleine hydrologische veranderingen kan omslaan in infiltratie. De gevolgen voor flora en fauna, vaak aangeduid met de term 'verdroging', bleven niet uit.

In het oppervlaktewaterbeheer heeft een regulering plaats gevonden. Rond 1950 stonden delen van Eemland 's winters onder water [Mörzer Bruyns 1952]. Momenteel is deze situatie geheel omgekeerd. 's Winters en in het voorjaar wordt veel gebiedseigen water uitgemalen, waardoor sloten droogvallen. In de zomer of reeds in een droog voorjaar wordt gebiedsvreemd water vanuit de Eem ingelaten.

Watersamenstelling

De chemische samenstelling van het oppervlaktewater in Eemland wordt in belangrijke mate bepaald door de hydrologische processen. Door verandering van de hydrologie van het gebied (bijv. grondwaterstands daling) kan de watersamenstelling ingrijpend veranderen.

In het studiegebied zijn de soortenrijke vegetaties in het oppervlaktewater sterk gerelateerd aan het voorkomen van kwel van zoet, niet vervuild grondwater van het calcium-bicarbonaattypen, zijnde het natuurlijke grondwatertype van de stuwwal [Reiniers 1988, Schot 1989]. Belasting van dit schone kwelwater met elementen als nitraat, sulfaat en chloride heeft ingrijpende gevolgen voor de schoonwater- en kwelindexerende ecosystemen.

Vanwege de directe relatie tussen de grondwaterkwaliteit en de oppervlaktewaterkwaliteit zijn op verschillende plaatsen grondwatermonsters geanalyseerd [Van Westrienen 1989]. Opvallend hierbij was het zeer hoge sulfaatgehalte in het ondiepe grondwater ten noorden van Baarn, dat veroorzaakt wordt door bodemverontreiniging in onder andere het stedelijk gebied. Langs de randmeren worden plaatselijk hoge chloridegehalten gemeten [Provinciale Waterstaat Utrecht, 1987] als gevolg van saliene invloeden van de voormalige Zuiderzee.

In de zomer van 1988 is van 77 locaties het oppervlaktewater bemonsterd. Van deze monsters zijn de waarden van 23 chemische parameters bepaald. De resultaten worden hier in grote lijnen belicht.

Het EGV (Electrisch Geleidings Vermogen) geeft een eerste indicatie van de herkomst van het water in Eemland. Het oppervlaktewater dat gevoed wordt met kwelwater vanuit de stuwwal heeft

een ionensom die voornamelijk door calcium en bicarbonaat wordt bepaald. In gebieden met een relatief sterke kwel ligt het EGV tussen 300 en 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In de overige gebieden waar de kwel invloed vrijwel ontbreekt, beïnvloedt veelal inlaatwater uit de Eem het oppervlaktewater. Door de hogere zoutbelasting ligt het EGV dan tussen 500 en 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Op geïsoleerde plaatsen zijn watertypen aangetroffen die qua chemische samenstelling sterke overeenkomst met regenwater hebben. Het bicarbonaatgehalte ligt in het grootste gedeelte van het studiegebied tussen 100 en 250 mg/l. In gebieden met sterke kwel worden hoge concentraties ($> 250 \text{ mg/l}$) aangetroffen. De chloridegehalten van oppervlaktewateren lopen uiteen van 10 tot 240 mg/l. In gebieden met sterke kwel liggen de waarden tussen 19 en 50 mg/l en in sterk door mest beïnvloede gebieden zonder veel kwel en gebieden achter de randmeren met voorheen saliene invloeden liggen de waarden tussen 125 en 150 mg/l. In de rest van de wateren liggen de waarden tussen 50 en 125 mg/l. Het chloridegehalte kan in de meeste gevallen als maat gebruikt worden bij het vaststellen van het gebiedseigen karakter van het water. De sulfaatgehalten in de bemonsterde oppervlaktewateren lopen uiteen van 10 tot 260 mg/l. In gebieden met sterke, niet verontreinigde kwel liggen de waarden tussen 10 en 25 mg/l, terwijl hoge waarden ($> 150 \text{ mg/l}$) verspreid door het overige gebied voorkomen. Opvallend zijn de zeer hoge sulfaatgehalten in het ondiepe grondwater ten noorden van Baarn. Het nitraatgehalte (NO_3^-) in het oppervlaktewater varieert tussen 0,1 en 19 mg/l en het ammoniumgehalte (NH_4^+) tussen 0,0 en 7,5 mg/l. Hoge gehalten aan nitraat ($> 1,0 \text{ mg/l}$) en ammonium ($> 0,9 \text{ mg/l}$) zijn onder andere gevonden in enkele wielen, in het zuidwestelijk deel van Eemland, in de Laarder Waschmeren (oorspronkelijke vennen op Het Gooi waarin rioolwatereffluent is geloosd) en in de Eem.

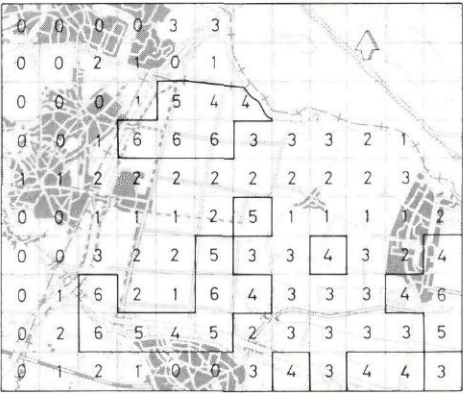
In afb. 4 is per monsterpunt de Stuyfzandtypologie weergegeven [Stuyfzand 1986]. Deze typologie is een hiërarchische klassifikatie van watertypen, die uitgaat van zes hoofdtypen (gebaseerd op chloride-gehalte). Deze zijn onderverdeeld in elf typen op basis van de totale hardheid, welke weer zijn onderverdeeld in 27 subtypen (gebaseerd op de kwantiteit in meq/l van kat- en anionenfamilie en het meest voorkomende 'lid' van

die familie). De CaHCO_3 -typen oppervlaktewateren in het Eemgebied zijn omcirkeld. Dit type oppervlaktewater is sterk beïnvloed door (zoet, niet verontreinigd) grondwater en duidt dan ook op kwel. De meeste oppervlaktewateren zijn van het Camix- en Namix-type en duiden op een mengtype water (menging van grond-, regen- en/of inlaatwater). Uit de verkregen chemische analyses van het grond- en oppervlaktewater kan een goed beeld geschetst worden van de ruimtelijke spreiding van de watertypen (cq. herkomst van het water). In de Zuidpolder te Veen (zie ook afb. 4) blijkt voornamelijk een zwaar bemest regenwatertype voor te komen en vrijwel geen kwelwater. Door de geringe hoeveelheid kwel kan de invloed van bemesting slechts weinig worden verminderd. In tegenstelling tot Zuidpolder te Veen treedt er in de Noordpolder te Veen wel flinke (laterale) kwel op. De bemestingsinvloeden doen zich hier veel minder duidelijk gelden en het water is vrijwel uitsluitend van het CaHCO_3 -type. Andere gebieden met CaHCO_3 -type water en dus met een hoog aandeel (zoet) kwelwater in het oppervlaktewater zijn: het gebied ten noordoosten van Eemnes, het gebied in centraal Eemland, een smalle strook ten noorden van Baarn en het gebied oostelijk van Huizen. In de andere polders in het onderzoeksgebied wordt meestal tamelijk sterk bemest water van het mengtype gevonden. Een mengtype water bestaat uit grondwater en regenwater al dan niet met bemestingsinvloeden en (afhankelijk van de tijd van het jaar en de ligging) ook uit inlaatwater. Dit inlaatwater komt altijd uit de rivier Eem en kent een hoge chloride- en nutriëntenbelasting.

Flora

In de loop der jaren is het floristische aspect onder invloed van diverse veranderingen ingrijpend gewijzigd.

Afb. 5 - Aantal kwel- en schoonwater-indicerende soorten per vierkante kilometer.



Onder invloed van de voormalige Zuiderzee kwamen in de jaren vijftig nog obligate brakwaterindicatoren voor als Echr Lepelblad en Schorrezoutgras. Door de verzoeting van het water zijn deze echter in de jaren zeventig verdwenen [Provinciale Waterstaat Utrecht 1976]. Ook niet-obligate brakwaterindicatoren als Zeebies en Lidsteng zijn vanaf de jaren zeventig als gevolg van de steeds verder gaande verzoeting sterk in aantal achteruitgegaan. De eerste achteruitgang van de flora ten gevolge van verdroging vond plaats in de jaren vijftig in de vochtminnende zeggegraslanden, door een verbeterde waterbeheersing in het kader van de eerste ruilverkaveling [Mörzer Bruyns 1952]. Plantesoorten van schoon en/of relatief voedselarm water hadden tot voor 15 jaar een ruime verspreiding door heel Eemland [Provinciale Waterstaat Utrecht 1976]. Plantesoorten van kwelmilieus werden toen vooral aangetroffen in de overgangszone van Het Gooi naar de Eempolders, inclusief de Zuidpolder te Veen.

In de huidige situatie worden de schoonwaterindicatoren nog slechts aangetroffen in de (ingekrompen) kwelgebieden, omdat hier nog overeenkomstige omstandigheden aanwezig zijn zoals in de vroegere schoonwatergebieden. De algehele achteruitgang van kwel- en schoonwaterindicerende soorten wijst op een verrijking van het slootwater met nutriënten en een verminderd voorkomen van kwel in Eemland. De verdroging (cq. kwelafname) heeft zich tot op heden doorgezet en geresulteerd in het verdwijnen van nog meer soorten. Ondanks dat is de natuurwetenschappelijke waarde van de aquatische ecosystemen voor een groot deel van Eemland nog bijzonder hoog. Gezien de verspreiding en de soortensamenstelling van de aquatische vegetaties behoort Eemland naast het Vechtplassengebied tot de floristisch rijkste aquatische gebieden van de provincie Utrecht. Om dit te illustreren is in afb. 5 de aanwezigheid van een selectie van tien kwel- en schoonwaterindicerende soorten per kilometerhok weergegeven [Provinciale Waterstaat Utrecht 1987; Provincie Noord-Holland, 1990; Nieuwenhuis en Siffels, in prep.]: Holpijp, Dichtbladig en Drijvend fonteinkruid, Waterviolier, Brede waterpest, Naalddwaterbies, Groot blaasjeskruid, Rode waterereprijs, Aarvederkruid en Kransvederkruid. De meeste soorten worden gevonden langs de randen van de Heuvelrug, in de Noordpolder te Veen, ten oosten en noordoosten van Eemnes en

ten noorden van Baarn. Deze locaties vallen grotendeels samen met de hydrologisch berekende kwelgebieden.

Hydrologisch model

Door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne is een hydrologisch model opgesteld [Snelling en Groenewoud, 1987, 1988]. Het model kan op regionale schaal aangeven hoe groot de veranderingen in grondwaterstijghoogte, kwel en infiltratie zijn ten gevolge van bepaalde waterwinscenario's. Alhoewel de hydrologische inzichten op regionaal niveau wel overeenstemden met de werkelijke situatie bleek de lokaal aanwezige hydrologische situatie nog wel eens meer genuanceerd te zijn dan op grond van de regionale inzichten verwacht zou worden.

In die gevallen gaf de aan- of afwezigheid van vegetatietypen een beter inzicht in de hydrologische situatie ter plekke. Met behulp het hydrologisch model zijn de hydrologische effecten van de verschillende waterwinscenario's berekend [zie: Van Ee en Veel 1989].

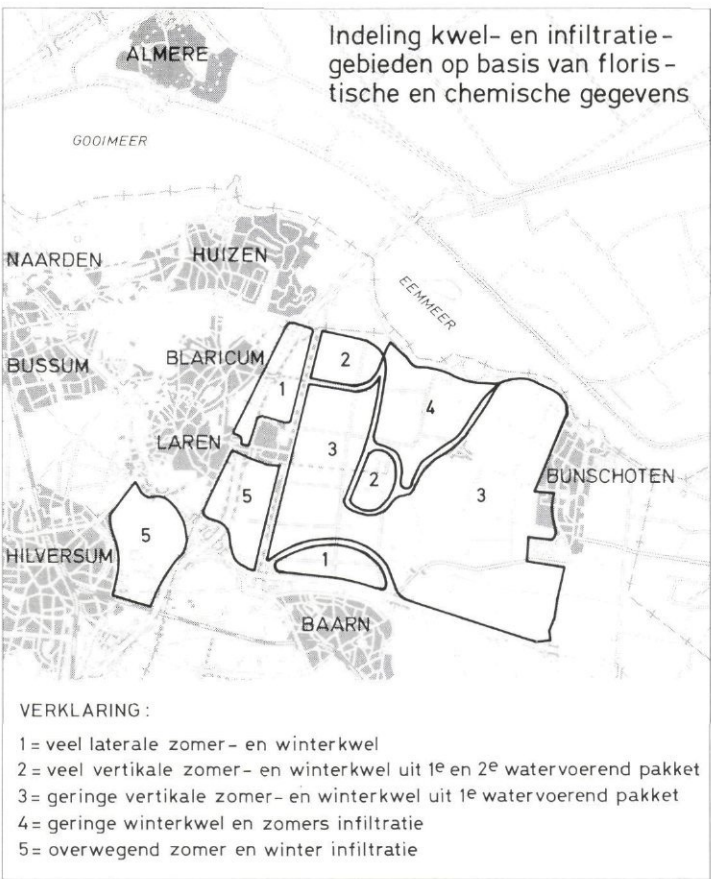
De eindresultaten zijn gebruikt om de verandering van de watersamenstelling in te schatten.

Ecologisch model

Bij de ecologische evaluatie van de hydrologische alternatieven (waterwinscenario's) is gebruik gemaakt van het ICHORS-model versie 3.0 dat voor de provincie Noord-Holland is ontwikkeld [Barendregt & Wassen 1989]. Dit model kan onder andere voorspellen hoe de waterafhankelijke vegetatie in een bepaald gebied zal veranderen als de hydrologische situatie (watersamenstelling, kwel-en infiltratie patronen) in het gebied verandert. Als eerste is het voor Noord-Holland opgestelde ICHORS-model op de validiteit getest voor de Eemvallei. Voor de meeste plantensoorten voldeed het model goed, waarna met deze soorten verdere berekeningen uitgevoerd zijn bij de verschillende hydrologische scenario's.

Welke watersamenstelling er in Eemland zal zijn bij verschillende winnings-scenario's is niet exact te voorspellen. In het geval van een waterwinning kan de grondwaterstand dalen. Dit heeft tot gevolg dat er minder kwel en/of meer infiltratie optreedt, waardoor er (s zomers) een watertekort kan ontstaan. In de praktijk zal dit tekort worden aangevuld door water uit de Eem in te laten. Hierdoor zal de toekomstige samenstelling

Afb. 6 - Indeling kwel- en infiltratiegebieden op basis van floristische en chemische gegevens.



van het oppervlaktewater in Eemland ergens tussen een voeding met grondwater en met rivierwater in liggen. In totaal zijn er 9 hydrologische scenario's doorgerekend met behulp van ICHORS.

Als voorbeeld zijn in tabel I de chemische samenstellingen van twee uitersten en een intermediaire variant weergegeven. Voor deze drie varianten is met behulp van het ICHORS-model de trefkans van de plantensoorten berekend. In tabel II staan voor negen kwel- of schoonwater-indicerende soorten de trefkansen aangegeven van voorkomen bij een bepaalde variant. Uit de tabel blijkt dat deze soorten de hoogste responsie hebben bij een watersamenstelling die het meest lijkt op 100% kwelwater en de laagste responsie bij de variant 100% Eemwater (inlaatwater). Een aantal soorten zullen bij 100% Eemwater zelfs geheel verdwijnen. Uit de resultaten voor alle soorten blijkt dat 64% van de soorten de hoogste responsie vertoont op een volledige voeding met opkwellend grondwater. In deze groep zitten vrijwel alle kwel- en schoonwaterindicerende soorten met een hoge natuurwaarde. Slechts 13% van de soorten vertoont de hoogste responsie op 100% Eemwater. Hieronder bevinden zich veel soorten die kenmerkend zijn voor eutroof of enigszins brak water.

Tabel I – Beschrijving van drie waterbeheersvarianten; chemische samenstelling van het water in mg/l en zuurgraad in pH-eenheden.

variantnummer	1	2	3
chemische variabele			
zuurgraad	7,6	7,7	7,8
bicarbonaat	255	215	175
chloride	36,9	63,0	89,2
sulfaat	18,5	69,8	121,0
fosfaat	0,26	1,54	2,80
nitraat	0,48	8,80	17,10
ammonium	0,50	1,20	1,98
natrium	29,6	58,3	87,0
magnesium	7,50	8,00	8,48
calcium	70,3	69,3	68,4
kalium	3,30	6,30	9,25
silicium	7,50	5,25	3,00
ijzer	0,35	0,27	0,18

- 1 = 100% grondwater (kwel)
- 2 = 50% grondwater en 50% water uit de Eem (kwel)
- 3 = 100% water uit de Eem (infiltratie)

Tabel II – De uitkomsten van ICHORS voor negen kwel- of schoonwater-indicerende soorten bij de drie varianten uit tabel I. De trefkans wordt in procenten gegeven.

variantnummer	1	2	3
soortnaam			
Holpijp	79,0	42,0	9,0
Pijlkruid	73,0	37,0	25,0
Schedefonteinkruid	24,0	16,0	13,0
Brede waterpest	23,0	19,0	6,0
Kleine egelskop	14,0	4,0	3,0
Glanzig fonteinkruid	10,1	0,5	0,2
Stompbladig fonteinkruid	3,6	0,4	0,1
Waterviolier	4,2	0,3	0,0
Dichtbladig fonteinkruid	0,2	0,18	0,03

Voor de meeste water- en moerasplanten in Het Gooi en Eemland vormt de aanwezigheid van 100% kwelwater in de sloten de meest gunstige milieu-omstandigheid. Als meer gebiedsvreemd water (Eemwater) wordt ingelaten, gaan de meeste karakteristieke en waardevolle water- en moerasplanten achteruit. Een aantal (kwelindicerende) soorten zal zelfs geheel verdwijnen.

Conclusies

Het voorkomen van watergebonden vegetaties is onder andere afhankelijk van de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit, die in gebieden met een beheerst polder-peil sterk samenhangt met de kwantitatieve waterhuishouding. Deze twee factoren hebben grote invloed op de beschikbaarheid van vocht en voedingsstoffen voor de planten, welke op hun beurt onder andere weer de zuurstofvoorziening, temperatuur en stikstof-mineralisatie mede bepalen [Kemmers en Jansen 1984].

Op basis van de verzamelde chemische en floristische gegevens [Nieuwenhuis en Siffels, in prep.; Provinciale Waterstaat Utrecht 1987] is een kwel- en infiltratiekaart opgesteld (afb. 6). De indeling op grond van de kennis van de hydrologie komt goed overeen met de indeling die gemaakt kon worden op grond van de ecologische gegevens. Hierbij is een belangrijke uitzondering waargenomen. Opvallend is dat centraal in Eemland plaatselijk veel kwel optreedt. Dit is des te opvallender daar de holocene laag ter plaatse dikker is en dus een hogere weerstand heeft als het kwelgebied ten noordwesten hiervan. Ook ligt het gebied vlak achter het grootste inlaatpunt van Eemland, waar 's zomers veel water wordt ingelaten. Ondanks deze twee factoren komen er in dit gebied veelvuldig kwel-indicerende plantesoorten voor en wijst de samenstelling van het slootwater op een hoog aandeel van zoet CaHCO₃-kwelwater. Kennelijk vindt er meer kwel plaats dan aan de hand van puur hydrologische gegevens verwacht kan worden. Een voor de hand liggende verklaring zou zijn dat de Eemklei ter plaatse toch niet zo dik en aaneengesloten is als wordt verondersteld of dat er plaatselijk meer zandige afzettingen in de Eemklei zitten (zie afb. 1). Deze laag zou hierdoor een geringere weerstand kunnen bezitten, waardoor er meer water van het tweede naar het eerste watervoerend pakket zal stromen. Dit zogenaamde kwelvenster zou de grote kwelstroom in het gebied kunnen verklaren. Aangezien kwantitatief hydrologisch onderzoek beperkt is tot het verwerken van de beschikbare gegevens

van de peilbuizen en -putten, zal het makkelijk kunnen voorkomen dat zo'n kwelvenster gemist wordt. Wanneer er zoals in dit voorbeeld slechts vier diepere peilbuizen in het onderzochte gedeelte van Eemland aanwezig zijn, wordt de kans zelfs zeer gering het kwelvenster te treffen, ondanks de doorsnede van circa 1,5 km.

Juist door de verspreiding van indicator (plante)soorten voor zoete kalkrijke kwel en de samenstelling van het oppervlaktewater in het onderzoek te betrekken, wordt op een eenvoudige en snelle wijze gedetailleerde informatie verkregen over een groot gebied.

Deze kwalitatieve informatie fungeert in dit geval als een onafhankelijke toetsing van het regionaal hydrologisch onderzoek en kan tevens op deze wijze nieuwe hydrologische inzichten verschaffen. De volgende stap in het onderzoek dient nu het testen van de hypothese van het kwelvenster te zijn, door het doen van een of meer boringen en het plaatsen van peilbuizen in het gebied van het kwelvenster. Een consequentie van deze (waarschijnlijke) hypothese is, dat de ecologische waarden in Eemland niet alleen bepaald worden door laterale kwel in het eerste watervoerende pakket, maar tevens door een voeding uit het tweede watervoerende pakket. Hierdoor zullen veranderingen in het potentiaal van het tweede pakket direct de chemie van het oppervlaktewater beïnvloeden en derhalve tevens de ecologische waarden.

Het ecologisch onderzoek heeft aangetoond dat het merendeel van de aquatische vegetaties in de overgangszone van Het Gooi naar Eemland sterk gerelateerd zijn aan kwelstromen. Een verandering in de hydrologie van het gebied heeft dus zeker gevolgen voor het voorkomen van de kwelvegetaties. Wat zijn nu de ecologische gevolgen van de verschillende varianten van de nieuwe waterwinning respectievelijk het verminderen van de huidige winningen? In totaal zijn er maar liefst 19 hydrologische scenario's bestudeerd. Het gaat hierbij om oevergrondwaterwinning, diepinfiltratie en grondwaterwinning, al dan niet gecombineerd met een verminderde winning in Het Gooi. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de hydrologische gevolgen en de negatieve ecologische effecten van waterwinningen buiten het studiegebied en met de in uitvoering zijnde ruilverkaveling in Eemland. De hydrologische gevolgen van oevergrondwaterwinning langs de randmeren treden alleen op in de directe omgeving

van de winning. In dit gebied zullen kwel- en schoonwaterindicerende soorten achteruitgaan of (bij een omslag van kwel naar infiltratie) deels geheel verdwijnen. Als alle waterwinsten met elkaar vergeleken worden, blijkt dat een oevergrondwaterwinning bij de randmeren de minst negatieve gevolgen voor de natuurwaarden in Het Gooi en Eemland heeft. Omdat de kwelafname hierbij lokaal optreedt, zijn de gevolgen ook beter te sturen. Door een (geringe) verplaatsing van de winning kan een bepaald kwelgebied en daarmee de kwetsbare kwelvegetatie ontzien worden.

Bij een grondwaterwinning treden de hydrologische effecten in een veel groter gebied op en zullen de ecologische effecten zich over een veel groter gebied uitstrekken. Bij een grondwaterwinning van 5 miljoen m³/jaar in de monding van de Eem zonder terugdringing van de grondwaterwinning in Het Gooi zullen in de overgangszone van Het Gooi naar Eemland kwelvegetaties achteruitgaan en als kwel omslaat in infiltratie zullen sommige kwel- of schoonwater-indicerende soorten zelfs geheel verdwijnen. Eenzelfde winning in de Huizermeent of bij Eemnes heeft een nog grotere achteruitgang van de genoemde natuurwaarden tot gevolg en de kans op verdwijning van een aantal kwel- of schoonwaterindicerende soorten is groter dan bij een winning in de monding van de Eem.

Bij een grondwaterwinning van 10 miljoen m³/jaar in de hiervoor genoemde gebieden zullen de natuurwaarden in aanzienlijk sterkere mate aangetast worden c.q. verloren gaan.

Volgens het grondwaterplan van Noord-Holland moeten in een eerste fase de pompstations Bussum en Westerveld gesloten worden. Dit heeft positieve gevolgen voor de natuurwaarden in de Vechtstreek.

Een vervangende (grondwater)winning van maximaal 5 miljoen m³/jaar nabij de monding van de Eem is van de grondwaterwinningen het meest acceptabele scenario; de positieve gevolgen voor het Vechtplassengebied blijven behouden, terwijl er geen aantoonbare negatieve effecten zijn te verwachten voor Eemland. In de tweede fase van het grondwaterplan van Noord-Holland (halvering winningen in het Gooi) zal in combinatie met een grondwaterwinning van 5 miljoen m³/jaar in de monding van de Eem verder herstel kunnen optreden in het Vechtplassen-gebied en zijn ook positieve gevolgen te verwachten in Eemland. Dit scenario voldoet ook aan de in het grondwaterplan

van Utrecht genoemde randvoorwaarden ten aanzien van het behoud en herstel van de grondwaterafhankelijke ecosystemen.

Besluitvorming

De provincies Noord-Holland en Utrecht voeren het vastgestelde beleid van hun grondwaterplannen uit. In gezamenlijk overleg tussen de beide provincies en de betrokken instanties is in 1989 besloten een vergunningaanvraag voor een pompstation ten oosten van de monding van de Eem (met een onttrekking van 5 miljoen m³/jaar) in procedure te brengen. Inmiddels hebben de waterleidingbedrijven op grond van de resultaten van het hydrologische en ecologische onderzoek een locatie-onderzoek voor het oprichten van het pompstation gedaan. Om te kunnen voorzien in de toenemende vraag naar drinkwater en om de tweede fase van de vermindering van de grondwaterwinning in het Gooi het hoofd te kunnen bieden, is voor het vervolgtraject een nieuw spoor gekozen. De provincies Noord-Holland, Utrecht, Gelderland en Flevoland zijn recent een uniek samenwerkingsverband overeengekomen (zie persbericht van de provincies in H₂O en Dewachter, in prep.). Hierbij wordt over de provinciegrenzen heen gekeken waarbij de functionele hydrologische relaties centraal staan. De ecologische relaties die hieruit volgen, kunnen zodoende volwaardig meegenomen worden. Op interprovinciaal niveau zal de geohydrologische en ecohydrologische samenhang van een uitgestrekt gebied in beeld worden gebracht. Hierdoor kan een overzicht verkregen worden van de gezamenlijke effecten van grondwaterwinningen in Het Gooi, Eem- en Gelderse Vallei-gebied. Door deze wijze van aanpak zal het mogelijk zijn om winningslocaties en winningshoeveelheden beter af te stemmen op de draagkracht van de ecosystemen.

Gezien de voorgenomen halvering van de waterwinning in Het Gooi, de prognoses over het toenemende gebruik van drinkwater en de verdrogingsproblematiek in relatie tot de ecosystemen zal verder gezocht moeten worden naar alternatieve vormen van waterwinning in plaats van grondwaterwinning. Structurele oplossingen voor de lange termijn kunnen alleen gevonden worden wanneer (ook) gebruik gemaakt wordt van andere bronnen dan alleen grondwater. In dit verband hebben de provincies Noord-Holland en Flevoland een onderzoek gestart naar de mogelijkheden voor oevergrondwaterwinning aan de Flevo-

landse zijde van de randmeren, omdat dit alternatief door het onttrekken van een groter gedeelte randmeerwater het van nature aanwezige hydrologisch systeem in Het Gooi nog minder beïnvloed dan de tot nu toe onderzochte scenario's. Als oevergrondwaterwinning haalbaar is, kunnen de nu aanwezige grondwaterwinningen verdergaand verminderd worden. Op deze wijze kan de grondwatervoorraad als strategische buffer bewaard worden voor als er bijvoorbeeld calamiteiten optreden in het oppervlaktewater.

Ten slotte kan gesteld worden dat de aanpak van het hydrologische en ecologische onderzoek van de afgelopen jaren en het thans gestarte interprovinciale onderzoek goede perspectieven bieden voor een integrale aanpak van het (grond)waterbeheer in het gebied tussen de Vechtstreek en de Veluwe. Hierdoor wordt de mogelijkheid gegeven zowel de drinkwatervoorziening te waarborgen als ecologische waarden te behouden resp. te herstellen, waarbij het oude conflict tussen de drinkwatermaatschappijen en natuurbeschermers op den duur opgeheven kan worden.

Literatuur

- Barendregt, A., Wassen, M. J. en Smidt, J. T. de (1989). *Regeneratie en behoud van ecosystemen door integraal waterbeheer*. In: Liere, L. van et al. *Integraal Waterbeheer in het Gooi/Utrechts stuwwallen- en plasseengebied*. CHO-TNO-Rapporten en Nota's nr. 22 pagina 45-57.
- Barendregt, A. en Wassen, M. J. (1989). *Beschrijving ecologische voorspellingsmodellen 2.0 en 3.0*. Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Rijks Universiteit Utrecht.
- Dewachter, M. M. F. (1991). *Grondwaterbeleid: op weg naar een systeembenadering*. H₂O, dit nummer.
- Dienst Grondwaterverkenning TNO (1988). *Peilbuisgegevens 1960-1988*.
- Ee, G. van en Veel, P. (1989). *Winningmogelijkheden van grondwater in Het Gooi en Eemgebied*. Eindrapport projectgroep 'Tussen Vecht en Eem'. Provincie Utrecht en provincie Noord-Holland.
- Gast, M. K. H. (1989). *Grenzen aan het huishoudelijk en industrieel gebruik van (grond)water*. In: Leuven, R. S. E. W. en Bles, F. J. J. *Verdroging in Nederland*. Symposiumboek pag. 75-88. Stichting Natuur en Milieu Utrecht.
- Hermans, T. en Kahmann, M. (1985). *Hydrobiologische inventarisatie van de Eempolders en het noordelijk deel van de Utrechtse heuvelrug*. Stageverslag Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie nummer 54.
- Kemmers, R. H. en Jansen, P. C. (1984). *Hydrologie in relatie tot de beschikbaarheid van vocht en voedingsstoffen van natuurlijke begroeiingen*. Cultuurtechnisch Tijdschrift (24) 4: 195-211.
- Liere, L. van et al. (1989). *Integraal waterbeheer in het Gooi/Utrechts stuwwallen- en plasseengebied*. CHO-TNO-Rapporten en Nota's nr. 22.
- Mörzer Bruyns, M. F. (1952). *De Eemnesser waaien*. De Levende Natuur 55: 169-172.
- Nieuwenhuis, J. W. en Siffels, J. W. (in prep.). *Kwelijkheidsindexerende plantensoorten in Noord-Holland*. Provincie Noord-Holland.
- Projectgroep Eempolders (1974). *Verslag van onder-*

zoek in het landelijk gebied Eemnes. Vakgroep Natuurbeheer en -behoud, Landbouw Hogeschool, Wageningen.

Provinciale Waterstaat Noord-Holland (1986). *Provinciaal grondwaterplan van Noord-Holland*. Rapport. Provinciale Waterstaat Utrecht (1976). *Flora en vegetatie in Eemland*. Inventarisatierapport provinciale milieukartering, Utrecht.

Provinciale Waterstaat Utrecht (1987). *Gegevens provinciale milieu-inventarisatie diverse jaren*. Provincie Noord-Holland, Utrecht, Gelderland en Flevoland (1989).

Vier provincies werken samen op het gebied van grondwaterbeheer. Persbericht. H₂O (22), 1989, 697.

Provincie Noord-Holland (1990). *Gegevens provinciale milieu-inventarisatie*.

Provincie Utrecht (1987). *Grondwaterplan provincie Utrecht*. Rapport en bijlagen.

Reiniers, L. (1988). *Winningsmogelijkheden van grondwater in Het Gooi- en Eemgebied*. Deelrapport 4: *Grondwaterkwaliteit in Het Gooi- en Eemgebied*.

Rapport Provinciale Waterstaat Noord-Holland.

Schot, P. P. (1989). *Grondwatersystemen en grondwaterkwaliteit in Het Gooi en randgebieden*.

Interfacultaire vakgroep Milieukunde, Rijks Universiteit Utrecht.

Smit, J. J. (1988). *Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw*.

Rapport 88/48, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Snelting, H. en Groenewoud, P. (1987).

Winningsmogelijkheden van grondwater in Het Gooi en Eemgebied. Deelrapport 1: *Hydrologische basisgegevens*.

Rapport 728601001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.

Snelting, H. en Groenewoud, P. (1988).

Winningsmogelijkheden van grondwater in Het Gooi en Eemgebied. Deelrapport 2: *Systeemidentificatie met het rekenprogramma TRIST*. Rapport 728601002,

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.

Straat, A. A. van der (1988). *Winningsmogelijkheden van grondwater in Het Gooi en Eemgebied*. Deelrapport 3: *Bodemopbouw, bodemgebruik, freatische grondwaterstanden en grondwateraanvulling*. Rapport

Provinciale Waterstaat Utrecht.

Stuyfzand, P. J. (1986). *Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen, met Nederlandse voorbeelden van toepassing*. H₂O (19) 23: 562-568.

Westrienen, R. van (1989). *Winningsmogelijkheden van grondwater in het Gooi en Eemgebied*. Deelrapport 6: *Ekologische aspecten*. Rapport Provincie Utrecht en Provincie Noord-Holland.

● ● ●

Tijdelijk nieuw onderdak voor WMO-hoofdkantoor

Met ingang van 11 februari heeft het hoofdkantoor van Waterleiding Maatschappij Overijssel NV een nieuw onderkomen: Dr. van Deenweg 2, 8025 BG Zwolle. Het nieuwe telefoonnummer luidt: 038 - 55 68 56, fax: 038 - 55 69 99. Dit onderkomen is tijdelijk en zal weer worden verlaten als de nieuwbouw aan de Oude Veerweg 1 in 1993 zal zijn voltooid.