

Inleiding
In het Provinciaal Grondwaterplan [provincie Noord-Holland, 1986] heeft de provincie haar beleid geformuleerd voor het grondwaterbeheer in het Noord-hollands deel van de Kennemerduinen. Het beleid is erop gericht om dit gebied waar en zover mogelijk, terug te brengen tot een duinlandschap met een diversiteit aan vegetatie en fauna, zoals die rond de eeuwwisseling hier werd aangetroffen. Daartoe moet de hoeveelheid grondwater, die in dit gebied wordt onttrokken, worden verminderd tot circa 4 à 5 mln m³/j en zo mogelijk tot 2 mln m³/j rond het jaar 1996.

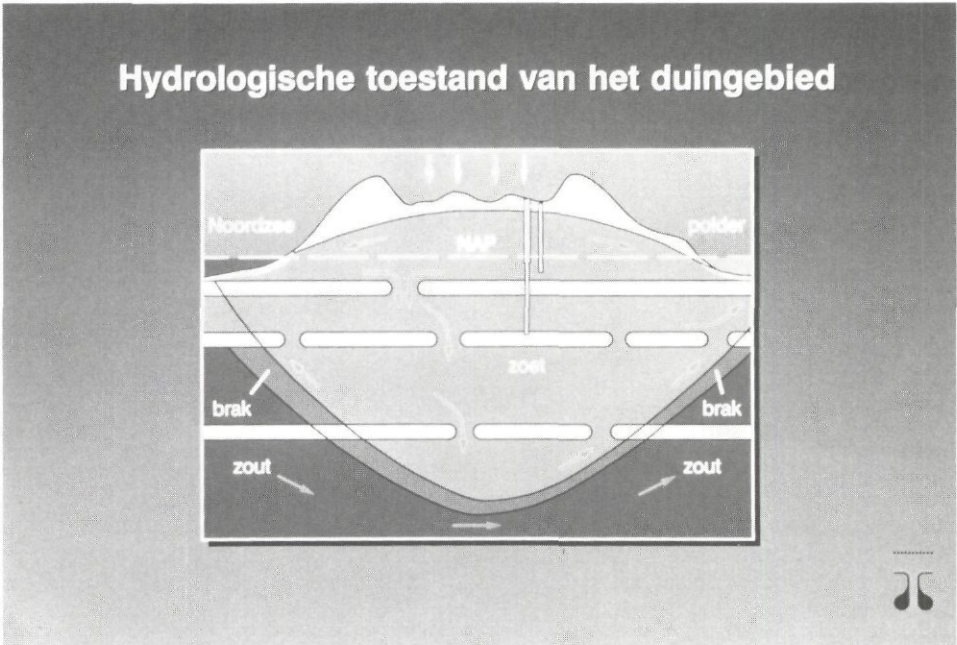


IR. H. J. ROELOFS
Grontmij NV

DRS. P. GROENEWOUD
Waterleidingbedrijf
Zuid-Kennemerland

De initiatiefnemer (het Waterleidingbedrijf Zuid-Kennemerland (WLZK)) gaat uit van een vermindering van de 'natuurlijke' grondwaterwinning tot 5,2 mln m³/j. In het tweede Tienjarenplan van de VEWIN [VEWIN, 1984] is dit voornemen gepresenteerd. Daarbij is aangegeven dat de ontbrekende dekking van de waterbehoefte voor het voorzieningsgebied van het WLZK aangevuld zal worden door diepinfiltratie van voor-gezuiverd oppervlaktewater in de Kennemerduinen nabij Overveen. Het oppervlaktewater is afkomstig uit de Rijn dat wordt ingelaten bij Nieuwegein en via de zogeheten WRK-I-leiding naar Zuid-Kennemerland wordt aangevoerd. In het derde Tienjarenplan van de VEWIN [VEWIN, 1989] is de capaciteit van het project gesteld op 8,9 mln m³/j. Deze hoeveelheid is nodig om de water-voorziening van het verzorgingsgebied van het WLZK tot het jaar 2000 te kunnen garanderen. In het kader van het op te stellen MER is een uitgebreide geohydrologische studie verricht naar de effecten van het verminderen van de natuurlijke duinwaterwinning en van het diepinfiltratie-project. In dit artikel worden de opzet en de resultaten van de studie toegelicht.

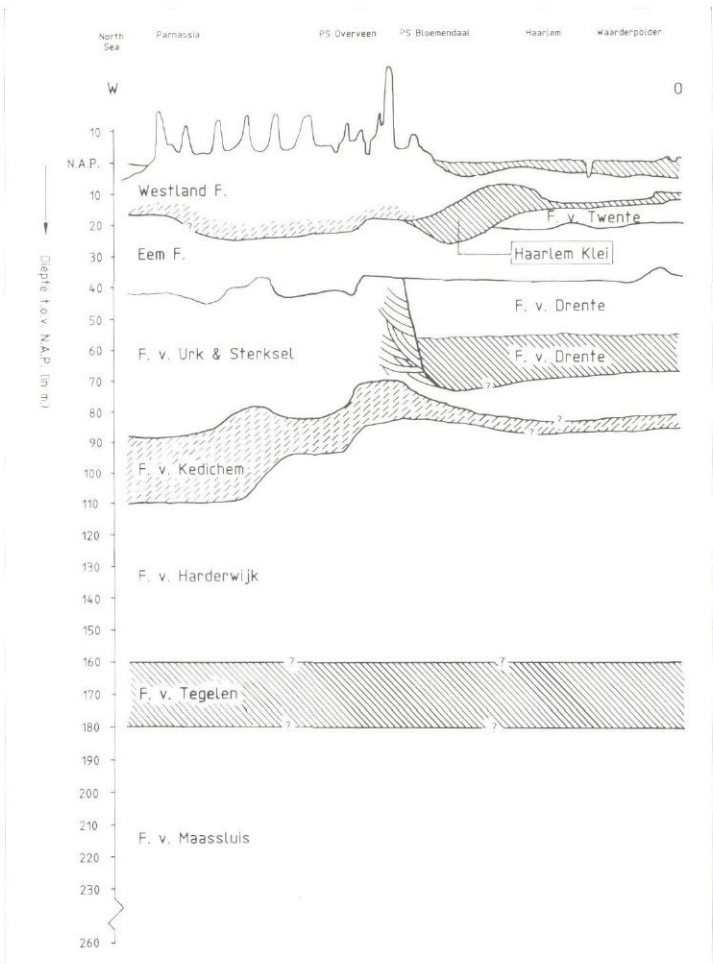
Geohydrologische schematisatie
De beschrijving van de geologische



geschiedenis richt zich op het jongste geologische tijdvak, het Kwartair. De daaronder gelegen oudere Tertiaire afzettingen zijn door een dik kleipakket van de huidige hydrologische kringloop geïsoleerd. Deze kleilaag op circa - 260 m

NAP markeert de overgang van het Tertiair naar het Kwartair. In afb. 1 is de stratigrafie van de ondergrond weer-gegeven. Aan het begin van het Pleistoceen worden door de zee dikke lagen slibrijke zanden

Afb. 1 - Stratigrafie van de ondergrond in de Kennemerduinen en het nabijgelegen poldergebied.



waarin uitgebreide kleilagen voorkomen (Formatie van Maassluis; dikte circa 80 m).

Geleidelijk veranderde het sedimentatiepatroon. De rivieren breidden zich naar het westen uit en de afzettingen werden bedekt door rivierafzettingen (achtereenvolgens: Formatie van Tegelen, Harderwijk, Kedichem, Sterksel en Urk; totale dikte circa 125 m).

In het Saalien daalde de temperatuur sterk en breidde het Scandinavische landijs zich uit tot in Nederland. Het onderzoeksgebied lag min of meer aan de rand van de landijskap, direct ten westen van het zogeheten glaciële bekken van IJmuiden. De afzettingen die samenhangen met het landijs worden tot de Formatie van Drenthe gerekend (maximale dikte circa 40 m).

Aan het eind van het Saalien steeg de temperatuur en werd het toenmalige landijs uiteindelijk overspoeld door de zee. Er werden fijne en grove zanden en kleilagen afgezet (Eemformatie, dikte circa 30 m).

Aan het eind van het Pleistoceen daalde de temperatuur andermaal sterk en is onder invloed van smeltwater en wind sterke erosie opgetreden. De zandafzettingen behoren tot de Formatie van Twente (dikte circa 10 m). De overgang van Pleistoceen naar het Holoceen werd gekenmerkt door een sterke stijging van de zeespiegel door het warmer worden van het klimaat. De diverse afzettingen uit het Holoceen ((basis)veen, (duin)zand en klei) worden gerekend tot de Westlandformatie.

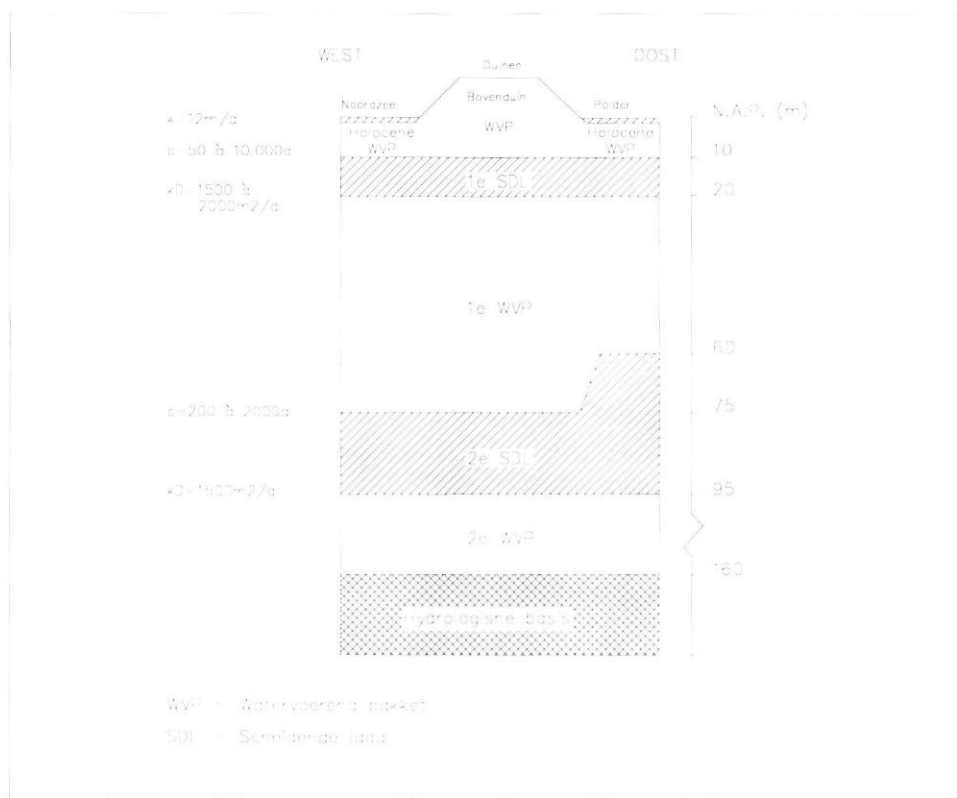
In afb. 2 is uitgaande van de opbouw van de ondergrond de geohydrologische schematisatie weergegeven. Er worden drie watervoerende pakketten onderscheiden, gescheiden door twee slecht doorlatende lagen.

Binnen het tweede watervoerend pakket komt zowel zoet als zout grondwater voor. Beneden een diepte van circa -130 m NAP is het grondwater zout.

Geohydrologische modelberekeningen

In het kader van de m.e.r. zijn drie geohydrologische modellen toegepast. Allereerst is met het programmapakket MICROFEM de regionale grondwaterhuishouding gemodelleerd. Na ijkijng zijn de hydrologische effecten van het verminderen van de grondwaterwinning gesimuleerd. Vervolgens is met MICROFEM de situatie doorgerekend waarin het diepinfiltratieproject op diverse lokaties in of buiten het duingebied wordt gerealiseerd.

Om inzicht te krijgen in de processen van menging en van dichtheidsstroming rond



Afb. 2 - Geohydrologische schematisatie.

het zoet-zoutgrensvlak, onder invloed van het diepinfiltratieproject, zijn numerieke modelberekeningen uitgevoerd met het model MOC-DENSE.

In de Richtlijnen van het MER is een calamiteitsituatie gedefinieerd waarvoor de hydrologische effecten beschreven moeten worden. Voor de simulatie ervan is gebruik gemaakt van het niet-stationaire model MODFLOW.

In het navolgende worden opzet en resultaten van de modelberekeningen besproken.

a. Programmapakket MICROFEM

Voor de modellering van de grondwaterhuishouding is gebruik gemaakt van het programmapakket MICROFEM [Hemker 1988; Pruissen 1989]. Het model is geschikt voor de simulatie van een semi-drie-dimensionale stationaire grondwaterstroming in een systeem met maximaal vier watervoerende pakketten, gescheiden door weerstandbiedende lagen.

De modellering gebeurt met de eindige elementenmethode. Met het oog op een optimaal gebruik van de beschikbare geheugenruimte zijn de verschillende bewerkingen over een aantal programma's verdeeld:

- Fem Grid genereert het uit driehoeken opgebouwde netwerk;
- Fem Model bouwt het netwerk uit tot een grondwatermodel door invoer van de

benodigde geohydrologische parameters en randvoorwaarden. Ook kunnen deze invoergegevens grafisch worden gepresenteerd;

- Fem Calc berekent voor de verschillende watervoerende pakketten de stijghoogten in de knooppunten van het model.

Daarnaast zijn er nog hulpprogramma's, zoals Fem Plot voor het op schaal plotten van het netwerk en de kaarten van geohydrologische parameters en stijghoogten.

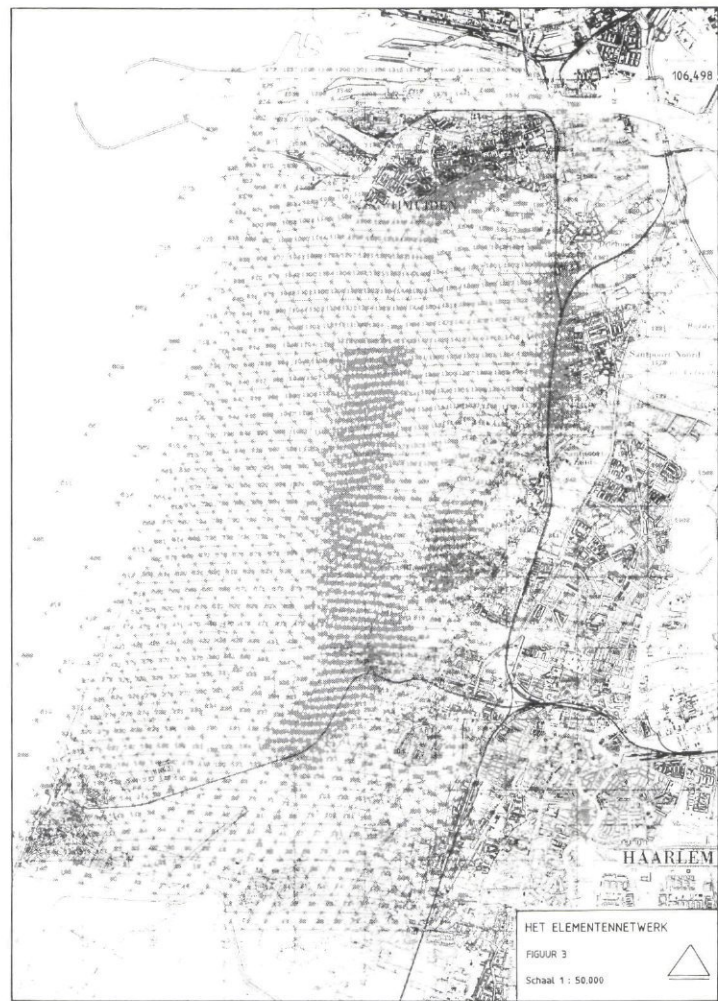
Voor dit project is in MICROFEM een optie ingebouwd waarmee oppervlakkige afvoer door drainagepeil en weerstand gesimuleerd kan worden in gebieden met freatisch grondwater.

Ook is het rekenprogramma aangepast in die zin dat in horizontale richting wordt gerekend met de eindige elementenmethode, terwijl in verticale richting de eindige differentiemethode wordt toegepast. De snelheid van het rekenproces is daarmee verbeterd en de geheugenruimte voor de invoer van gegevens is aanzienlijk vergroot.

De berekeningen zijn uitgevoerd op Compaq 386 S computer met een mathematische coprocessor (387).

Modelopzet

In het model zijn drie watervoerende pakketten gemodelleerd. In het duin-



gebied is het bovenste pakket freatisch terwijl in het poldergebied het geo-hydrologisch systeem aan de bovenzijde is afgesloten door een deklaag (afb. 2). Het netwerk van het regionale model is weergegeven in afb. 3. In de nabijheid van de bestaande grondwaterwinningen is het netwerk verdicht om een nauwkeurigere benadering van het verlagingenpatroon mogelijk te maken. Het modelgebied heeft een oppervlak van circa 90 km², het aantal knopen is 1.624.

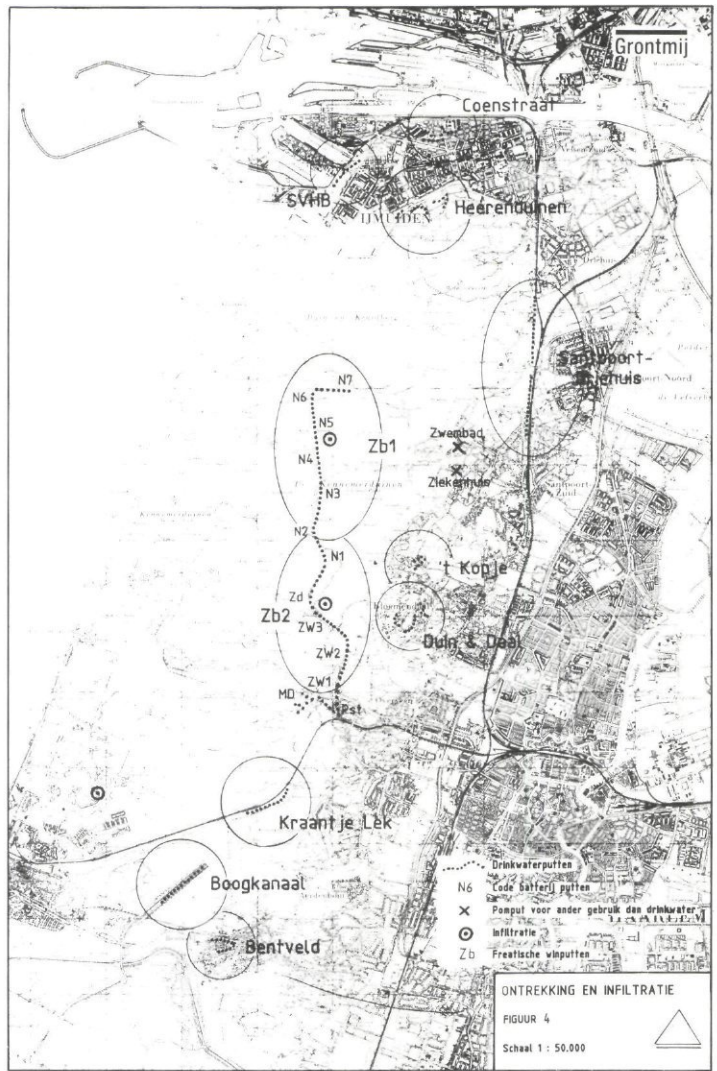
In het noorden vormt het Noordzeekanaal de grens van het modelgebied. In het oosten en zuiden kon niet gebruik worden gemaakt van een natuurlijke grens. De grens van het modelgebied ligt zover van de mogelijke lokaties van het diep-infiltratieproject dat deze niet significant beïnvloed wordt door het project. In het westen ligt de begrenzing circa 1,5 km in de Noordzee om een constante zoutwaterstijghoogte in de watervoerende pakketten te kunnen veronderstellen. De te hanteren zoetwaterstijghoogten in MICROFEM zijn gecorrigeerd volgens de aanpak van Van der Eem en Heidelberg [1988].

Afb. 4 - Onttrekking en infiltratie.

Afb. 3 - Het elementen-netwerk.

Voor de invoer van nuttige neerslaggegevens is het vegetatiepatroon en de aanwezigheid van bebouwing in de gehanteerde waarden verdisconteerd. De lokaties van de huidige win- en infiltratieputten zijn weergegeven in afb. 4.

Op de overgang van duin naar polder, het binnenduinrandgebied, komen talrijke duinrellen voor. Duinrellen zijn ondiepe, meestal gegraven watergangen met een zandige bodem. Uit het duinmassief kwelt relatief voedselarm, zoet grondwater op dat in de duinrelstelsels als oppervlaktewater vrij afstroomt naar de lager gelegen polders. De afvoer van de duinrellen wordt bepaald door het niveau waarop het systeem begint af te voeren (slootbodemp), de weerstand die het grondwater ondervindt om in een duinrel tot afstroming te komen en het oppervlak dat afwatert op een duinrel. Voor de effectieve drainage-weerstand zijn waarden van 2 tot 13 dagen aangehouden. Het model is geijkt op basis van de gemiddelde stijghoogten en grondwater-



standen in de periode 1984-1988. De langjarige gegevens zijn door het WLZK ingevoerd in de database DAWACO en bewerkt tot invoer- en ijkgegevens. Door een interpolatie-programma zijn de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten geïnterpoleerd naar de knooppunten van het elementen-netwerk van het model MICROFEM. Deze waarden zijn vergeleken met de berekende waarden. Als ijkcriterium geldt dat het verschil tussen gemeten en berekende waarde regionaal gezien minder dan 25 cm moet zijn, vooral in de gebieden waar het diepinfiltratieproject kan worden gerealiseerd.

Uit de ijkking is gebleken dat de meest gevoelige parameters zijn de kD-waarde van het bovenste watervoerende (duin-)pakket, de c-waarde van de eerste scheidende laag en de drainageweerstand. Het doorlaatvermogen van het tweede watervoerend pakket en de weerstand van de tweede scheidende laag beïnvloeden in veel mindere mate de berekenings-resultaten. De voor de simulatie aangehouden geohydrologische parameterwaarden zijn in afb. 2 weergegeven.

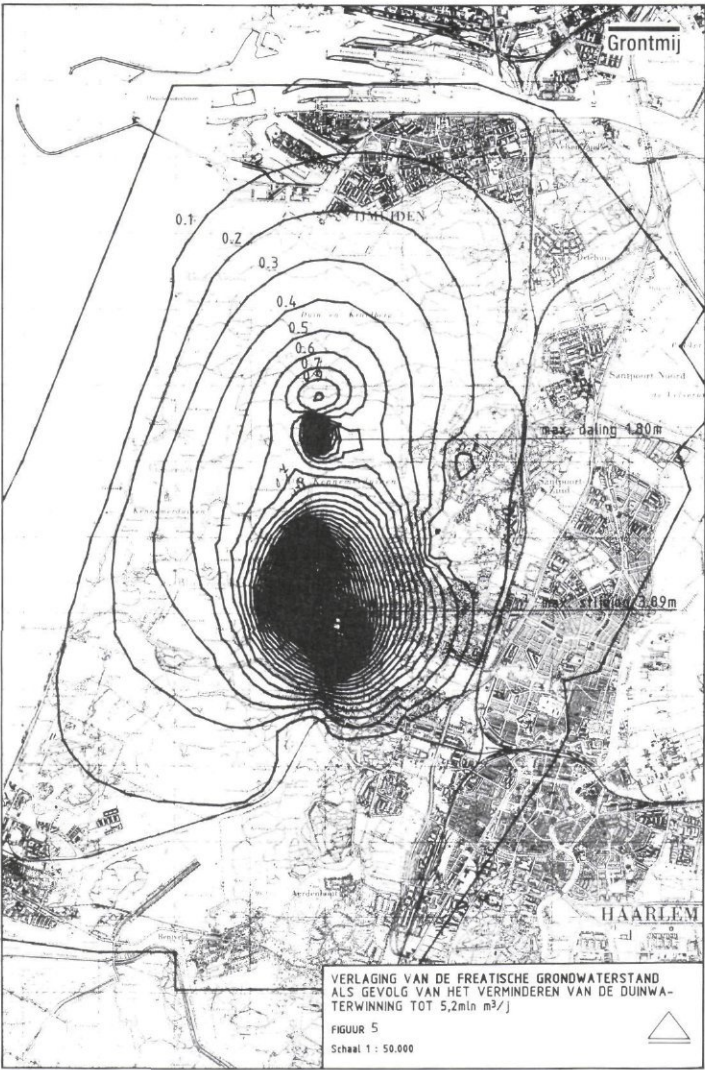
Hydrologische effecten autonome ontwikkeling
In het MER zijn twee mogelijke autonome ontwikkelingen onderscheiden die samenhangen met het verminderen van de huidige grondwaterwinningen conform de beleidsvoorstellen in het Grondwaterplan:

- autonome ontwikkeling a: vermindering tot 5,2 mln m³/jr;
- autonome ontwikkeling b: vermindering tot 2 mln m³/j.

De ontstane tekorten voor de drinkwatervoorziening in de situatie ad a worden opgevangen door een diepinfiltratieproject van 8,9 mln m³/j en in situatie ad b door een diepinfiltratieproject van 12,1 mln m³/j. In tabel I is voor elke autonome ontwikkeling de vermindering van de onttrekking per watervoerend pakket weergegeven.

De verandering van de freatische grondwaterstand onder invloed van autonome ontwikkeling a is weergegeven in afb. 5. De grootste veranderingen treden op in

TABEL I.		
Onttrekking	Hoeveelheid mln m ³ /j	
Uitgangspunt huidige situatie (gemiddelde 1984-1988)	8,75	8,75
Stopzetten freatische onttrekking	0,9	0,9
Vermindering onttrekking eerste watervoerend pakket	1,85	5,05
Stopzetten onttrekking oppervlakte-infiltratie	0,8	0,8
Autonome ontwikkeling	A: 5,2	B: 2



Afb. 5 - Verlaging van de freatische grondwaterstand als gevolg van het verminderen van de duinwaterwinning tot 5,2 miljoen m³/j.

de omgeving van Bloemendaal vooral door het stopzetten van de freatische grondwaterwinning (afb. 4: battery Zb2). Het grondwater stijgt maximaal circa 4 m. De stijging dempt vrij snel uit en is op een afstand van circa 1 km nog ongeveer 0,7 m. Hetzelfde beeld ontstaat onder invloed van autonome ontwikkeling B. De stijging van het grondwater wordt aan het maaiveld merkbaar verondersteld als de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) binnen 0,9 m van maaiveld komt te liggen [Provinciale Waterstaat, 1986].

• *Vervolg op pagina 453.*



Hydrologische effecten

• Slot van pagina 444.

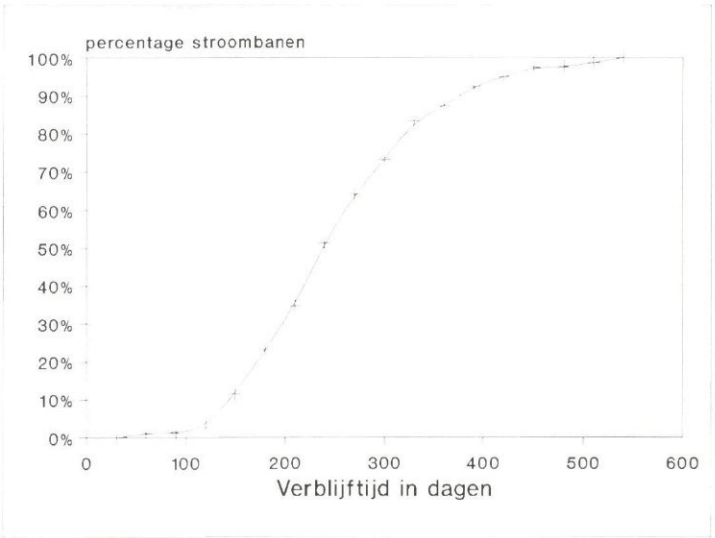
De geschatte toename in vochtig tot nat oppervlak is weergegeven in tabel II. Bij grondwaterwinning van 5,2 mln m³/j treedt een zekere toename aan natte en vochtige situaties op, maar het totaal beïnvloede oppervlak blijkt toch zeer gering. Bij grondwaterwinning van 2 mln m³/j beslaat het totaal oppervlak een zekere omvang, er ontstaan verschillende grote aaneengesloten valleien met het gehele scala aan vochtklassen, maar er vindt nauwelijks spreiding over het duin-gebied plaats. De berekende afvoer van de duinrellen in de verschillende situaties is weergegeven in tabel III.

Op grond van de berekeningsresultaten wordt geen grote toename van de afvoer van de duinrellen verwacht door vermindering van de natuurlijke duin-waterwinning. Opgemerkt wordt dat dit een indicatie is, door het ontbreken van afvoergegevens.

Hydrologische effecten
diepinfiltratieproject

In het MER zijn drie lokaties geselecteerd voor de realisatie van het diepinfiltratie-project: de voorgenomen lokatie, de meest milieuvriendelijke lokatie en de waterwin-technische voorkeurslokatie. De keuze is beschreven in een artikel 2, elders in dit nummer [Mooren e.a., 1992]. Uitgaande van het regionale hydrologische model zijn deze lokaties in drie detailmodellen verder verfijnd om een meer nauwkeurige simulatie mogelijk te maken van de lokale effecten van diepinfiltratie en terug-winning. Dit heeft geleid tot drie lokatiemodellen. De horizontale en verticale schematisatie is voor elk model gelijk. Het elementen-netwerk verschilt lokaal qua dichtheid. De per knooppunt van het regionale model geldende gekalibreerde waarde van de hydrologische parameters zijn met behulp van een interpolatieprogramma omgerekend naar de knooppunten van de

Afb. 6 - Verblijftijd
geïnfiltreerd water op
lokatie Driehuis, bij
5,2 mln m³/jr en ruit-
vormig puttenveld.



drie op de specifieke lokaties gerichte modellen. Voor elk van de lokaties is een puttenplan gemaakt, dat wil zeggen een lay-out van de inrichting van infiltratie- en terugwinputten. Randvoorwaarden voor het puttenplan zijn onder meer dat het geïnfiltreerde water zich niet buiten de lokatie verspreidt en dat de minimale verblijftijd van het geïnfiltreerde water 60 dagen is.

Ter illustratie worden de resultaten van de meest milieuvriendelijke lokatie beschreven. Voor het puttenplan is op deze lokatie onder meer een ruitvorm gehanteerd. Langs de zijden van de ruit zijn de winputten geprojecteerd, terwijl op de diagonalen de infiltratieputten zijn gelegd. Voor het diepinfiltratieproject van 8,9 mln m³/j zijn 25 infiltratie- en terug-winputten voorzien met elk een capaciteit van 40 m³/u en 33 infiltratie- en terug-winputten voor het project van 12,1 mln m³/j.

Met het lokatiemodel zijn simulaties gemaakt van de effecten van de gekozen lay-out van de grondwaterhuishouding. Voorts zijn verblijftijd en stroombaan-patronen van het geïnfiltreerd water berekend. Gemiddeld verblijft het grond-

water circa 230 dagen in de ondergrond (afb. 6). Door het diepinfiltratieproject stijgt het freatisch grondwater maximaal 0,10 m ter plaatse van de lokatie.

b. Programmapakket MOCDENSE
Bij de toepassing van diepinfiltratie wordt ernaar gestreefd het geïnfiltreerde water zo volledig mogelijk terug te winnen, zodat een minimale aanslag wordt gedaan op de natuurlijke grondwatervoorraad en ook het gebiedsvreemde infiltratiewater zich niet verder in het bodemprofiel kan verspreiden.

In theorie kan de verdeling van infiltratie en onttrekking over de verschillende putten zodanig worden geregeld dat er een volledig gesloten systeem van stroming van water van de infiltratieputten naar de winputten ontstaat. Er ontstaat echter menging in de ondergrond van de verschillende waterstromen door heterogeniteiten in de ondergrond, fluctuaties in de grondwaterbeweging, meteorologische invloeden en in mindere mate door moleculaire diffusie. Door de menging van de verschillende waterstromen kan niet worden voorkomen dat een deel van het geïnfiltreerde water via de ondergrond wordt afgevoerd en dat daarvoor in de plaats oorspronkelijk gebiedseigen grondwater wordt onttrokken. Een volledig gesloten circulatie van water in de ondergrond kan daarom in de praktijk niet worden gerealiseerd. Daarnaast oefenen de opwaartse stroming onder de winputten en de neerwaartse stroming onder de infiltratieputten een lokale invloed uit op de evenwichtsligging van het onderliggende zoet/zoutgrensvlak. Daarbij ontstaat het risico dat, ook onder invloed van hydrodynamische dispersie

TABEL II – Oppervlak per vochtklasse (in ha) in de huidige situatie en in de situatie bij grondwaterwinning van 5,2 mln m³/j, respectievelijk 2 mln m³/j.

Voorjaarsgrondwaterstand	Klasse	Huidig	5,2 mln m ³ /j	2 mln m ³ /j
20 cm- mv < GVG < 40 cm- mv	nat	1	2	17
50 cm- mv < GVG < 20 cm- mv	vochtig	5	17	36
90 cm- mv < GVG < 50 cm- mv	weinig vochtig	33	39	42

TABEL III – Berekende afvoer duinrellen (mln m³/j) in de huidige situatie en bij grondwaterwinning van 5,2 mln m³/j, respectievelijk 2 mln m³/j.

Duinrellen binnenduinand	Huidige situatie	5,2 mln m ³ /j	2 mln m ³ /j
Tussen Santpoort en Driehuis	0,28	0,32	0,35
Tussen Santpoort-Zuid en Haarlem-Noord	0,33	0,34	0,35

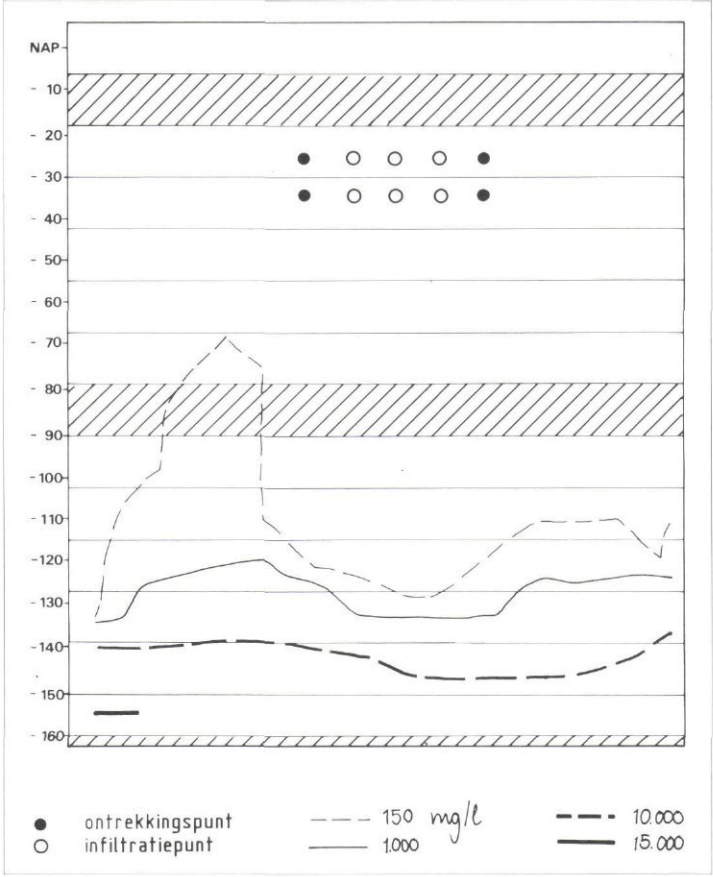
(menging), vanuit het zoute grondwater met een hoog chloridegehalte van circa 15.000 mg/l, chloridedeeltjes de winputten kunnen bereiken. Bij een chloridegehalte hoger dan 150 mg/l is het water niet meer geschikt voor de bereiding van drinkwater.

Het transport van infiltratiewater en zout grondwater onder invloed van dispersie is gesimuleerd met het programmapakket MOCDENSE. Het model is geschikt voor de simulatie van dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming en stoftransport in een verticaal 2-dimensionaal vlak. Door beperkingen van het model (2-dimensionaal) en onzekerheden in de mate van dispersie kunnen met het model uitsluitend kwalitatieve (vergelijkende) uitspraken worden gedaan over de diverse varianten en omstandigheden.

Bij de modelsimulatie is uitgegaan van de situatie rond de lokatie 't Wed/Koevlak'. Dit is de meest gevoelige lokatie. Bij de meest milieuvriendelijke lokatie en de waterwintechische voorkeurslokatie wordt het zoet/zoutgrensvlak gescheiden van het diepinfiltratieproject door een slecht doorlatende laag met een zeer hoge weerstand (circa 10.000 dagen). Hiervan is bij 't Wed/Koevlak geen sprake (weerstand circa 200 dagen).

De overige parameters zijn bij de drie lokaties min of meer vergelijkbaar. Voor de modelinvoer is de in werkelijkheid optredende 3-dimensionale stroming rond het puttenveld geschematiseerd tot een 2-dimensionale stroming in een verticaal vlak over een 1.000 m brede strook. Het verticale doorsnedemodel is van west naar oost gericht; dat is min of meer georiënteerd in de richting van de natuurlijke grondwaterstroming in de situatie dat er 5,2 of 2 mln m³ natuurlijk grondwater per jaar wordt gewonnen. De berekeningen zijn uitgevoerd over een netwerk van 16x16 knooppunten, met een

Afb. 7 - Concentratieverloop chloride na 100 jaar.
Situatie 12,1 mln m³/j
 $D_t = 0,02$ m.

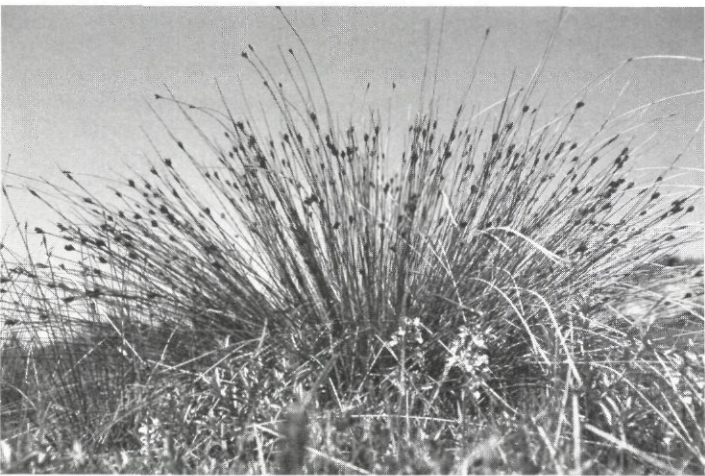


onderlinge afstand van 150 m in horizontale en 12 m in verticale richting. Er is niet-stationair gerekend voor een periode van 100 jaar. De ondergrond is geschematiseerd tot een diepte van -160 m NAP in drie watervoerende pakketten gescheiden door twee slecht doorlatende lagen. Bij de modelberekeningen is gebleken dat de ingevoerde dispersielengte sterk bepalend is voor de uitkomsten. Als meest realistische waarde wordt uitgegaan van een longitudinale dispersielengte (D_l) van 0,02 m bij een tienmaal zo kleine transversale dispersielengte

($D_t = 0,002$ m). Deze waarden zijn ook gehanteerd in modelberekeningen voor de duinen van de gemeente Amsterdam [Kooiman e.a., 1988b].

Het zoet/zoutgrensvlak beweegt zich onder invloed van het diepinfiltratieproject en het verminderen van de natuurlijke grondwaterwinning in benedenwaartse richting. Uit het concentratieverloop van het chloride blijkt dat de terugwinputten geen gevaar lopen van verzilting (afb. 7). Een deel van het infiltratiewater in het watervoerend pakket zal kunnen 'ontsnappen' aan de onttrekkingsfilters en in oostwaartse richting afstromen. Ook in het onderliggende tweede watervoerend pakket zal verspreiding van infiltratiewater optreden.

In de autonome ontwikkeling is sprake van een groot stijghoogteverschil over de scheidende laag tussen het freatische en het eerste watervoerend pakket (enkele meters). Er is in die situatie sprake van infiltratie. Het diepinfiltratieproject veroorzaakt slechts geringe wijzigingen van de freatische grondwaterstand en de stijghoogte ter plaatse en in de nabije omgeving van die lokatie. Ook bij realisatie van het project zal er sprake blijven van infiltratie, waardoor er geen gevaar bestaat van verspreiding van



geïnfiltreerd water naar het freatische watervoerend pakket.

c. **Programmapakket MODFLOW**

In de Richtlijnen van het MER is de calamiteitsituatie gedefinieerd waarvoor de effecten beschreven moeten worden. In die situatie wordt gedurende 28 dagen na het stoppen van de infiltratie van oppervlaktewater de winning van 8,9 mln m³/j voortgezet.

Om de hydrologische effecten te kunnen beschrijven, zijn modelberekeningen uitgevoerd met een niet-stationair model. Het model MICROFEM is hiervoor niet geschikt, vandaar dat er een ander model is gebruikt. Dit is het model MODFLOW wat al in het kader van een hydrologische modelstudie van de Kennemerduinen en aangrenzende gebieden in het project-gebied is toegepast [Van der Eem & Heidelberg, 1988]. MODFLOW is een finite difference model met een recht-hoekig netwerk.

Voor de niet-stationaire model-berekeningen voor de calamiteitsituatie van 28 dagen zijn modelparameters in het oorspronkelijke MODFLOW aangepast. Via een interpolatie is het doorlaat-vermogen van het eerste watervoerend pakket uit MICROFEM, omgerekend naar de knooppunten van het MODFLOW-model.

Ook zijn de onttrekkingen en infiltraties aangepast en omgezet van de MODFLOW-referentieperiode 1981-1985 naar de MICROFEM-referentieperiode 1984-1988.

Bij een calamiteit op de voorgenomen lokatie (t Wed/Koevlak), waarbij de diepinfiltratie gedurende 28 dagen wordt stopgezet, daalt de freatische grondwaterstand, ten opzichte van de situatie waarin 5,2 mln m³/j wordt gewonnen, lokaal meer dan 0,5 m. De verlaging strekt zich enkele kilometers in noordelijke en westelijke richting uit door het daar min of meer ontbreken van een scheidende laag tussen het freatische en het eerste watervoerend pakket. De daling van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is aanzienlijk: tot ruim 5 m ter plaatse van de lokatie.

Na 28 dagen is er nog geen stationaire situatie bereikt. Na het opnieuw starten van de diepinfiltratie treedt er eerst een naijlingseffect op, waarbij het freatische grondwater nog blijkt te dalen. Na zekere tijd zal er onder invloed van het diepinfiltratieproject een omslag plaatsvinden. Het zal aldus langer dan 1 maand duren voordat de freatische grondwaterstand zich weer op het 'oude' niveau heeft hersteld.

In de voorgenomen activiteit lopen de terugwinputten geen gevaar van verzilting. Door de korte duur van een calamiteit wordt niet verwacht dat de terugwinputten in die situatie brak/zoutwater zullen aantrekken.

Literatuur

Eem, J. van der en E. E. Heidelberg, (1988). *Hydrologisch modelonderzoek in de Kennemerduinen ten behoeve van het diepinfiltratieproject Overveen*. KIWA-rapport SWO 88-224.
Hemker, C. J. (1988). *Eindige elementen in opmars in hydrologische modellen*. H₂O (21) 611-615
Kooiman, J. W., J. H. Peeters en J. P. v. d. Eem, (1986). *Upcoming of brackish and salt water in the dune area of Amsterdam waterworks and modelling with the Konikow-Bredhoeft Program*. Proceeding of the 9th Salt Water Intrusion Meeting, pp 343-359 TU Delft.
Mooren, R. H. J., Louman, E. G. M. en Roelofs, H. J. (1993). *Selectie van lokaties voor diepinfiltratie in de Kennemerduinen*. H₂O (26) 1993, p. 438-440.
Provinciaal Noord-Holland (1986). *Provinciaal grondwaterplan van Noord-Holland*. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland (1986). *Grondwaterwinning in de Kennemerduinen, een studie ten behoeve van het grondwaterplan*.
Pruissen, F. G. M. van (1989). *Modelleren met 'MICROFEM'*. H₂O (22) nr. 20.
Stuyfzand P.M. (1987). *Hydrochemie en hydrologie van duinen en aangrenzende polders tussen Zandvoort en Wijk aan Zee*. KIWA-rapport.
VEWIN (1984). *Tweede Tienjarenplan*.
VEWIN (1989). *Derde Tienjarenplan (concept)*.



Ecologische inbreng

- Slot van pagina 459.

Koevlak) en niet op één van de daarbuiten gelegen lokaties. Voorts blijkt uit het voorgaande dat het instrument m.e.r. leidt tot een volwaardige inbreng van de ecologie. De door de Commissie van de milieu-effectrapportage aangedragen advies-Richtlijnen met daarin alternatieven op vijf niveaus hebben daarbij een sterk structurerende invloed gehad. Overigens is onduidelijk of niet ook zonder MER de ecologie een belangrijke rol gespeeld zou hebben. Door toepassing van de m.e.r. is die inbreng in elk geval wel gegarandeerd.

Meer specifiek voor Zuid-Kennemerland kan worden geconcludeerd, dat ongeacht welk alternatief uitgevoerd zal worden, een verdere terugdringing van de grondwaterwinning grote ecologische voordelen heeft. Tenslotte kan worden geconcludeerd dat bij een goede inpassing (lokatie, inrichting, bedrijfsvoering en beheer) toepassing van diepinfiltratie mogelijk is, waarbij de nadelige milieu-effecten in hoge mate kunnen worden beperkt.

Literatuur

Louman, E. G. M. (1989). *Effecten van vernatting op de vegetatie in het duingebied van Zuid-Kennemerland. Een explorerend onderzoek gericht op het aangeven van natuurbeheersmaatregelen bij reductie van de grondwaterwinning*. KIWA SWE 88.005
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1984). *Tweede Structuurschema Drink- en industriewaterwinning*. Regeringsbeslissing.
Provinciale Waterstaat van Noord-Holland (1986a). *Grondwaterwinning in de Kennemerduinen. Een studie ten behoeve van het Grondwaterplan*. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland (1986b). *Ecologie en grondwaterwinning in de duinen van Zuid-Kennemerland*. Provincie Noord-Holland (1986). *Provinciaal grondwaterplan van Noord-Holland*. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland (1988). *Duinrellen, voorkomen beleid en beheer*.
Vegte, F. W. van der (1990). *Ecologisch herstel: keerpunt voor natuurbeheer in de Kennemerduinen*. In: *Regeneratie van vochtige duinvalleien in het duingebied van Zuid-Kennemerland*.



Dordrecht scheidt regen- en rioolwater

De gemeente Dordrecht maakt een begin met het scheiden van regen- en rioolwater. Door in de nieuwste wijk Oudelandshoek een apart rioolstelsel aan te leggen voor de afvoer van regenwater dat op daken valt, komt dit niet meer in het riool terecht. Hierdoor zal de zuivering van het rioolwater beter verlopen. Het milieu-vriendelijke systeem wordt volgens een woordvoerder van de gemeente voor het eerst in Nederland toegepast.

In Oudelandshoek verrijzen de komende jaren tweeduizend woningen. Bij het bouwrijpmaken zullen twee rioolstelsels naast elkaar worden aangelegd. In het ene verdwijnt al het gewone afvalwater van huizen en straalkolken naar de rioolwater-zuiveringsinstallatie. In het andere wordt het regenwater opgevangen dat van de daken van huizen stroomt.

'Dit water voeren we niet naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie, maar rechtstreeks naar de vijvers en sloten in de wijk', vertelt J. Backx van het Project- en Ingenieursbureau van de gemeente Dordrecht. Het principe van het systeem is zo min mogelijk schoon water naar de zuiveringsinstallatie te voeren. Beckx: 'Schoon water remt de zuiverende werking van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. De biologische processen verlopen beter als de smerigheid van het rioolwater constant blijft. Omdat regenwater relatief veel schoner is dan rioolwater, moet je dat eigenlijk niet naar de zuiveringsinstallatie voeren.' (ANP)