

# Diepinfiltratie, een kwestie van zoethouden

Diepinfiltratie staat in de belangstelling. De eerste projecten op praktisch schaal zijn onlangs gestart. Nieuwe projecten zijn in vele bedrijfs- en beleidsplannen opgenomen [6, 13, 14]. Uit onderzoek blijkt dat toepassen van infiltratie en terugwinning hoge risico's met zich mee brengt als in het watervoerend pakket brak en zout water aanwezig is [4]. Verzilting van winputten is dan praktisch niet te vermijden. Bij de locatiekeuze voor diepinfiltratie zal



J. P. VAN DER EEM,  
KIWA NV

daarom gezocht moeten worden naar plaatsen waar een diepe en zoete watervoerende laag aanwezig is. Voor de duinwaterleidingbedrijven wordt hierdoor de keuze voornamelijk beperkt tot delen van de duinstrook en direct aangrenzende gebieden.

## Diepinfiltratie

Diepinfiltratie is een nieuwe produktiestap bij de bereiding van drinkwater [9, 11, 10]. Ze wordt gezien als een belangrijk alternatief voor kunstmatige infiltratie met vijvers. Bij diepinfiltratie wordt verzuiverd oppervlaktewater met putten in de bodem gebracht. Na een verblijftijd, variërend van enkele maanden tot een jaar, wordt het infiltratiewater met putten teruggewonnen. Meestal worden voor infiltratie en terugwinning verschillende series putten gebruikt, die op een afstand van honderd tot enkele honderden meters van elkaar zijn opgesteld.

Kwaliteitsverbetering, kwaliteitsafvlakking en het ter beschikking hebben van een goed beschermde watervoorraad bij problemen met de bron (het oppervlaktewater) zijn de belangrijkste motieven voor het toepassen van de nieuwe techniek. Doordat het proces zich diep in de bodem afspeelt, zal de vegetatie niet in contact komen met het relatief voedselrijke infiltratiewater. Als diepinfiltratie bovendien onder een slecht doorlatende kleilaag plaatsvindt, zal de grondwaterstand nauwelijks beïnvloed worden door het diepinfiltratieproces. Om deze redenen wordt diepinfiltratie gezien als een milieuvriendelijke produktietechniek. De aanleg van het systeem zal echter wel aanleiding geven tot vergravingen. Bedrijfsvoering en onderhoud kunnen tot enige verstoring van de rust leiden.

## Samenvatting

Diepinfiltratie vormt een belangrijk alternatief voor open infiltratie bij de bereiding van drinkwater. Met de diepe winputten kan echter onbedoeld enig brak en zout water aangetrokken worden dat bij aanvang in de bodem aanwezig is. Al snel zal dit leiden tot normoverschrijdingen voor parameters als chloride en natrium.

Met behulp van een verscheidenheid aan rekentechnieken is onderzoek uitgevoerd naar het gedrag van brak en zout water ter plaatse van diepinfiltratiesystemen. Een concreet project van de NV Energie- en Watervoorziening Rijnland (EWR) is hiervoor bestudeerd. Op de locatie Hertenwei, ten zuiden van Katwijk, is onder in het watervoerende pakket waarin diepinfiltratie plaats moet vinden een tien meter dikke laag brak en zout water aanwezig. Dit water blijkt een constante bedreiging te zullen vormen voor de winmiddelen van het systeem. Ook bij vergaande voorzorgsmaatregelen. Om deze reden heeft de EWR afgezien van diepinfiltratie in het Hertenwei-gebied.

Bij de keuze van een locatie voor diepinfiltratie moet men in het algemeen zoeken naar watervoerende pakketten die lokaal uitsluitend zoet water bevatten. Het belang van een betrouwbare drinkwatervoorziening vereist dit.

## Diep grondwater is zout

Infiltratie en terugwinning met putten kan in principe op bijna elke diepte plaatsvinden. Een zekere minimumdiepte is nodig om het water de grond in te kunnen krijgen (anders stroomt het langs de put omhoog). Ook zal men bij voorkeur onder slecht doorlatende lagen infiltreren. Deze lagen zorgen namelijk voor een goede bescherming tegen verontreiniging van bovenaf en dempen tevens de hydrologische invloeden van het diepinfiltratieproces op de grondwaterstand. De maximumdiepte wordt bepaald door de kwaliteit van het grondwater: diep grondwater is zout. Waarom vormt dit zoute water eigenlijk een probleem? Een

Afb. 1 - Ligging van de locatie Hertenwei in de duinen ten zuiden van Katwijk. De winputten (getrokken lijn) en infiltratieputten (streep lijn) zijn gesitueerd langs bestaande paden en vijvers.



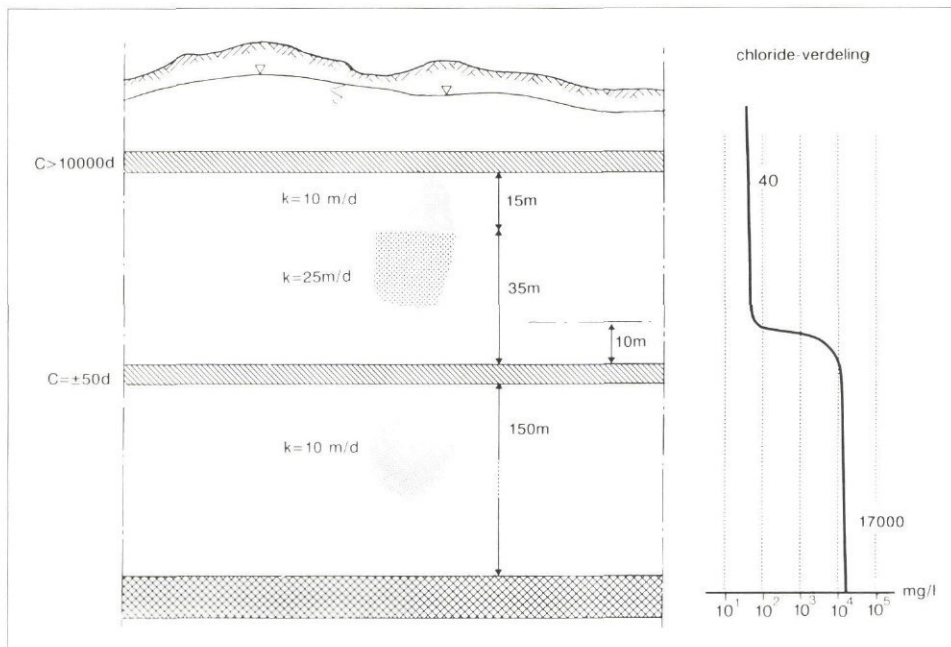
eenvoudig rekenvoorbeeld maakt dit duidelijk.

Ga uit van een infiltratiewater met chloride- en natriumgehalten van 100 respectievelijk 60 mg/l. Zout water onder de Nederlandse duinen kent concentraties van circa 17000 en 9500 mg/l. Wanneer nu bij terugwinnen van het infiltratiewater onbedoeld 1% zout water wordt onttrokken, dan heeft het mengwater uiteindelijk chloride- en natriumconcentraties van zo'n 270 en 155 mg/l. De normen voor chloride en natrium (150 en 120 mg/l) worden hierdoor overschreden. Dit impliceert de noodzaak voor een extra zuivering die voor de genoemde parameters kostbaar is. Beter is het om diepinfiltratiesystemen zodanig te situeren en te ontwerpen dat concentratieverhogingen als gevolg van bijmenging met brak en of zout water vermeden worden.

## Toepassen rekenmodellen

Brak en zout water kan dus het succes van een diepinfiltratiesysteem sterk bepalen. Om inzicht te krijgen in het gedrag van brak en zout water onder diepinfiltratiesystemen is daarom in de jaren tachtig een aantal zoet/zout-rekenmethoden ontwikkeld, getest en operationeel gemaakt. Om de praktische bruikbaarheid en waarde van de technieken te toetsen is vervolgens een concreet plan voor diepinfiltratie doorgerekend [4]. Het betreft het Hertenwei-project van de NV Energie- en Watervoorziening Rijnland (EWR; per 1 januari 1989 rechtsopvolger van de NV Leidsche Duinwater Maatschappij). De EWR heeft begin 1988 vergunning verkregen voor een diepinfiltratiesysteem met een capaciteit van vier miljoen kubieke meter per jaar. Sinds de aanvraag in 1981 is er





Afb. 2 - Geohydrologische opbouw en chlorideverdeling van het grondwater op de locatie Hertenwei. Onderin het watervoerende pakket waar diepinfiltratie plaats moet vinden is een circa tien meter dikke zone brak tot zout water aanwezig.

echter twijfel gerezen over de mogelijkheden van diepinfiltratie op de locatie Hertenwei (afb. 1). Ter plaatse bevindt zich namelijk onder in het watervoerende pakket waarin diepinfiltratie plaats moet vinden een circa tien meter dikke zone met sterk brak tot zout water (chlorideconcentraties tot zo'n 10.000 mg/l; afb. 2). Het onderzoek richtte zich op de vraag of er op de genoemde locatie toch een diepinfiltratiesysteem ontworpen kan worden waarbij verbrakking van de winmiddelen uitgesloten is.

### Locatie Hertenwei

De Hertenwei ligt in het noord-oostelijk deel van het waterwingebied van de EWR in de duinen, net ten zuiden van Katwijk. De geohydrologische opbouw en de chloride-verdeling over de diepte zijn schematisch weergegeven in afb. 2. Infiltratie en terugwinning zal in het goed doorlatende deel van het tweede watervoerende pakket plaatsvinden. De slecht doorlatende laag boven dit pakket heeft een zeer hoge weerstand tegen grondwaterstroming. Voor de zoet/zout berekeningen kan deze laag als ondoorlatend worden beschouwd.

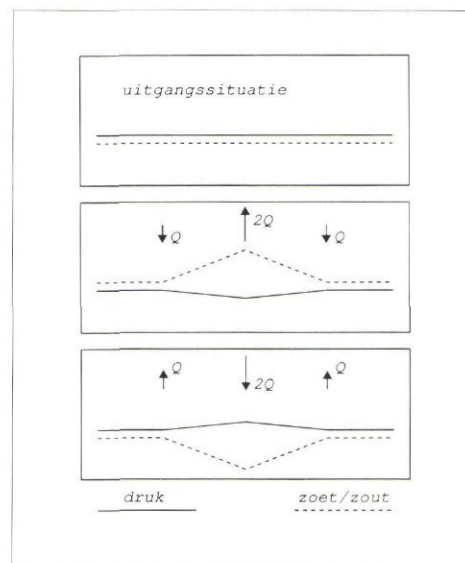
Puttenrijen kunnen niet overal in het terrein aangelegd worden. Enerzijds vanwege de aanwezige grote hoogteverschillen met een maaiveldslinging variërend van 2 tot 25 meter boven NAP. Anderzijds vanwege de waardevolle (korst)mossen die in het centrale deel van het gebied aangetroffen worden. Uit het oogpunt van bescherming tegen veront-

reiniging zullen putten niet te dicht langs wegen geprojecteerd mogen worden.

### Opzet voor het diepinfiltratiesysteem

Het diepinfiltratiesysteem dient een jaar-capaciteit te hebben van vier miljoen kubieke meter. Infiltratie en terugwinning vinden tegelijk plaats. De infiltratiemiddelen liggen daarbij in een centrale

Afb. 3 - Schematisch overzicht van het drukverloop en de positie van het grenselak tussen zoet en zout water bij verschillende infiltratie/onttrekkings-systemen. Een opstelling waarbij de winmiddelen worden afgeschermd door infiltratieputten blijkt minder veilig dan men zou denken. De drukverlaging ter plaatse van de winning zal namelijk leiden tot het optrekken van zout water. Bij een centrale infiltratie wordt ter plaatse een drukverhoging verkregen, die een neerwaartse verdringing van het grenselak tot gevolg heeft. De laatste opstelling verdient daarom de voorkeur.



puttenrij omgeven door winputten. Deze opzet levert de beste garantie tegen verbrakking (afb. 3). Voor infiltratie en terugwinning blijken circa 34 infiltratieputten en 13 winputten nodig. Om aan de gewenste ondergrondse verblijftijd te kunnen voldoen, dient het totale puttenplan een oppervlakte van 0,2 km<sup>2</sup> te beslaan.

Behalve aan een zorgvuldige inpassing in het terrein, moet de puttenconfiguratie ook voldoen aan technische voorwaarden. Om er voor te zorgen dat alle infiltratieputten een even grote technische levensduur hebben, zullen ze in een gelijk tempo moeten verstoppelen (dat ze verstoppelen is onvermijdelijk) [8]. De putten dienen om deze reden dezelfde volumestroom te infiltreren. Daarnaast zal met het oog op verbrakking de stijghoogte in alle winputten en in alle infiltratieputten ongeveer gelijk moeten zijn (winning en infiltratie natuurlijk wel op verschillend niveau).

Hierdoor wordt een gelijkmatig weg-drukken van brak en zout water bereikt en bovendien wordt het gevaar voor aantrekken van brak water onder de winputten beperkt. Ook het verlies van infiltratiewater zal minimaal zijn.

Om aan alle eisen tegelijk te voldoen is zeker niet eenvoudig (inpassen terrein, gelijke volumestromen en gelijke drukken). Met behulp van het analytische elementenprogramma Single Layer kan echter op een elegante en relatief eenvoudige wijze een putopstelling worden gegenereerd (zie kader) [15].

### Rekenen aan zoet, brak en zout water

Als de voorlopige puttenconfiguratie vastligt, kan begonnen worden met de analyse van het gedrag van brak en zout water ter plaatse van het diepinfiltratiesysteem. Gezien het type probleem zou hiervoor een 'driedimensionaal stoftransportmodel' moeten worden gebruikt 'waarbij rekening gehouden wordt met dichtheidsverschillen als gevolg van verschillen in stofconcentratie' (zie bijvoorbeeld [12]). Met behulp van zo'n programma kan de ruimtelijke verdeling van de zoutconcentratie en het verloop in de tijd worden gesimuleerd.

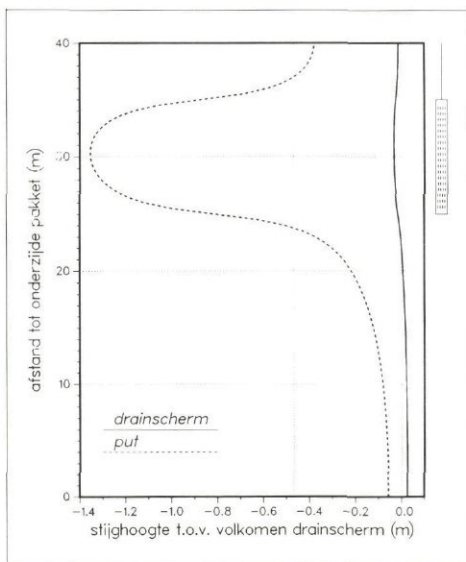
Het gebruik van de genoemde programma's in het ontwikkelstadium van een diepinfiltratieproject, waarbij in een kort tijdsbestek een groot aantal varianten moet worden doorgerekend, is echter praktisch gezien (nog) niet mogelijk. De invoer en de nabewerking van resultaten zijn hiervoor te omvangrijk, de rekentijd te groot en de kosten dus hoog. Toepassing ligt meer in het doorrekenen van een definitief ontwerp, als op bepaalde onderdelen nog onzekerheden bestaan.



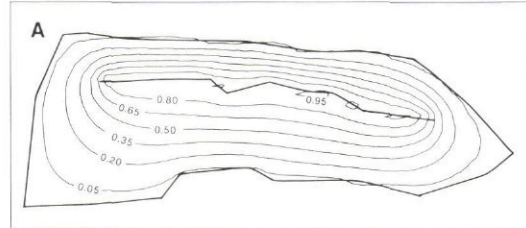
Voor de analyse van het gedrag van brak en zout water is gebruik gemaakt van een combinatie van rekentechnieken, die samen het gewenste beeld opleveren (zie kader). Alle vereisen een vergaande schematisatie van de werkelijkheid. De meeste methoden houden bijvoorbeeld geen rekening met dichtheidsverschillen. Zolang echter vlakken met een gelijk zoutgehalte (dichtheid) bij benadering horizontaal georiënteerd zijn, hebben dichtheidsverschillen geen invloed op het stromingsbeeld. Deze 'zoete' rekentechnieken zijn daardoor geschikt om de stroming direct na aanvang van infiltratie en terugwinning in kaart te brengen. Zij geven de trend aan in de te verwachten veranderingen in de verdeling van zoet, brak en zout water. De meeste van de toegepaste rekentechnieken geven deze informatie overigens indirect. Sommige berekenen alleen het stromingsbeeld, andere geven alleen de drukveranderingen.

Veel van de toegepaste rekentechnieken vragen om een tweedimensionale schematisatie. Wanneer in een verticale snede gewerkt wordt, betekent dit dat een puttenrij geschematiseerd moet worden tot een 'drainscherm', een put met een eindige verticale afmeting maar oneindig uitgestrekt loodrecht op de snede. De hoge verticale snelheden die lokaal onder putten voor kunnen komen, worden bij deze schematisatie afgevlakt: het lokaal

Afb. 4 - Invloed van een tweedimensionale benadering op de berekende stijghoogten nabij winputten. De stijghoogten zijn berekend op een horizontale afstand van 0,5 m van de put en het drainscherm. Het drainscherm representeert de tweedimensionale benadering; de put het werkelijke driedimensionale verloop (h.o.h. afstand putten 200 meter). Op 10 meter van de onderzijde van het pakket, waar de overgang tussen zoet en brak water aanwezig is, is de verticale snelheid onder de put ruim vijf maal zo groot als onder het drainscherm.

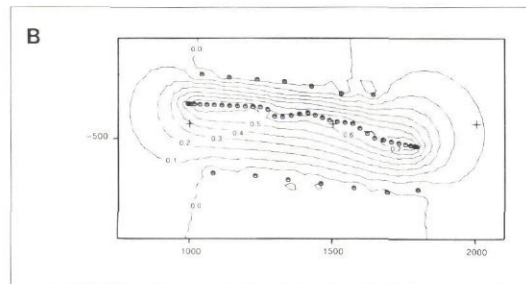


**Toegepaste rekentechnieken**



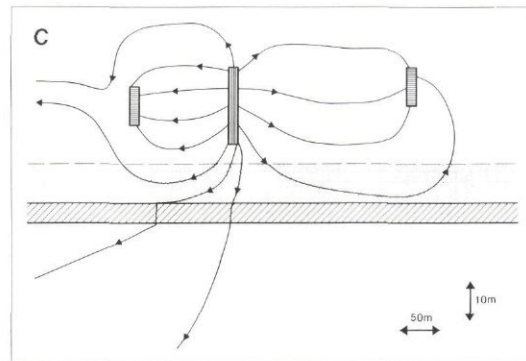
Stijghoogtepatroon (m) berekend met het analytische elementen programma SLAEM [15].

Voor het maken van een putopstelling is een analytische elementen methode gebruikt [15]. Paden en wegen waarlangs putten aangelegd kunnen worden zijn belegd met lijnbronnen. Deze elementen zijn voorzien van een vaste potentiaal (infiltratie en winning op verschillend niveau). Het model berekent vervolgens de volumestromen van de lijnbronnen, die gelijkmatig verdeeld zijn over de lengte van de elementen. Op basis van deze informatie en de capaciteiten van putten kunnen eenvoudig putafstanden bepaald worden.



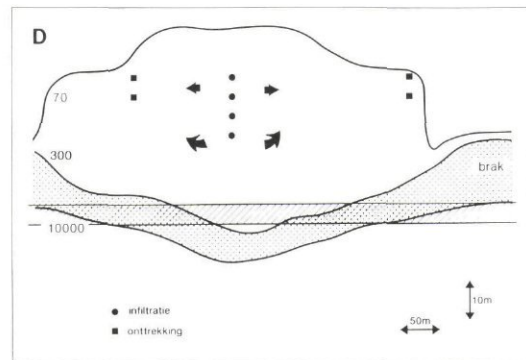
Stijghoogteverandering (m) berekend met AQ-AP op de grens tussen zoet en zout water bij een overinfiltratie van 25% [2]. Bij de berekening is rekening gehouden met de beperkte lengte van de putfilters (niet over de volledige hoogte van het watervoerende pakket).

De verandering van stijghoogten als gevolg van infiltratie en terugwinning is in eerste instantie in beeld gebracht met een analytisch meerlagenprogramma [2]. Hierbij is vooral gelet op de drukverandering in het brakke en zoute water. Gestreefd is naar een drukverhoging in deze zone.



Stroomlijnenbeeld in een verticale snede berekend met SLEM [1]. Er wordt 25% méér geïnfilteerd dan onttrokken.

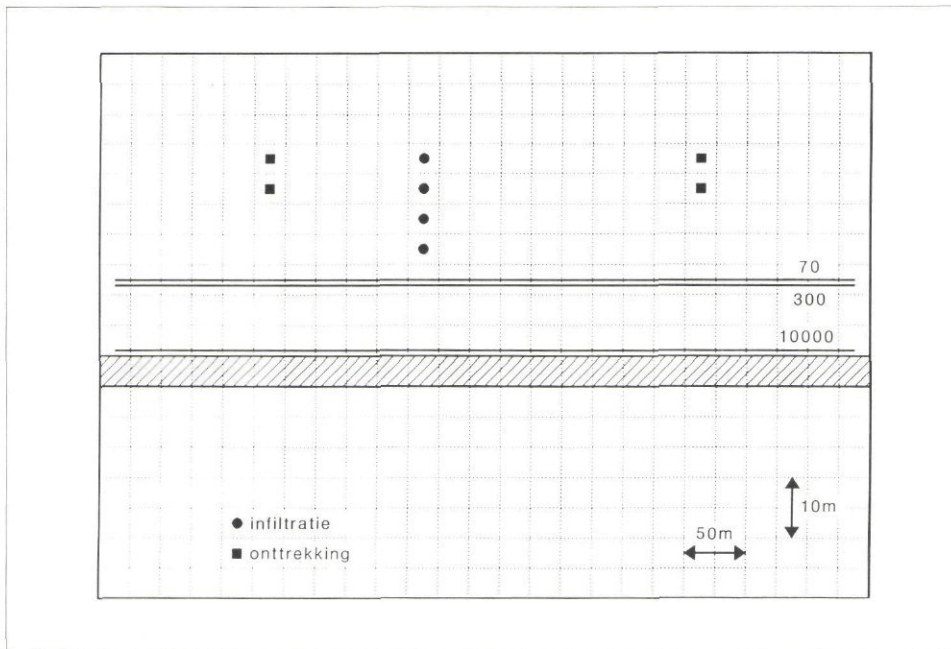
Met behulp van een eindige elementenprogramma voor het bepalen van de stroomfunctie is inzicht verkregen in het snelheidsbeeld rond diepfiltratiesystemen [1]. Het tekenen van contourlijnen van de stroomfunctie levert direct stroomlijnenbeelden op. Stroomlijnen die vanuit de brakke en zoute zone de winputten bereiken, wijzen op een potentieel gevaar voor verbrakking.



Chloride-concentratie (mg/l) berekend met een voor dichtheidsverschillen aangepaste versie van het Konikow-Bredehoef programma. Het betreft de situatie na twee jaar infiltreren op ontwerpcapaciteit en winnen op de helft daarvan.

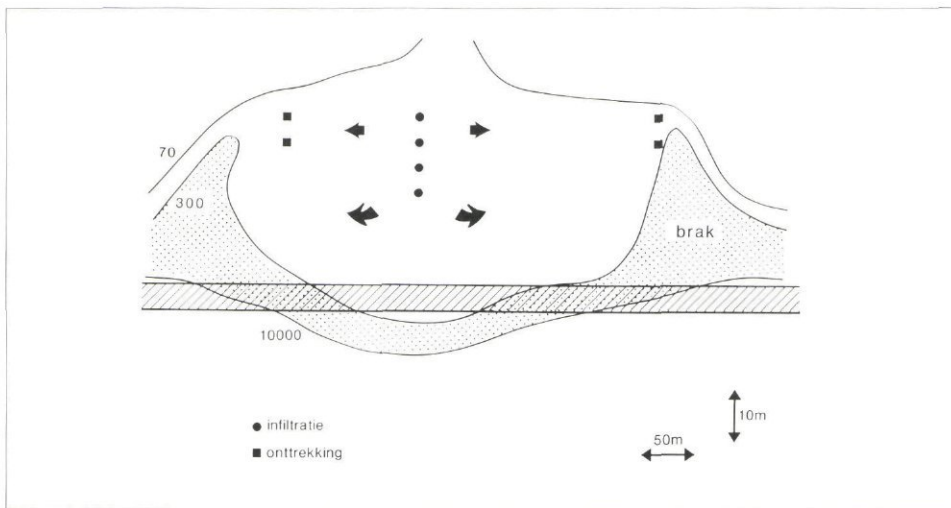
Met stoftransportprogramma's kan het verloop van de concentratie van een stof (bijvoorbeeld chloride) als functie van de plaats en de tijd worden bepaald [7]. Zij leveren een inzichtelijk beeld van het gedrag van brak en zout water ter plaatse van een diepfiltratiesysteem.

De verschillende programma's en berekeningen zijn beschreven door Van der Eem e.a. [4]



Afb. 5 - Uitgangssituatie voor berekeningen met het voor dichtheidsverschillen aangepaste programma Konikow-Bredehoeft. Chloride-concentraties in mg/l. De bovenste slecht doorlatende laag (zie afb. 2) is als ondoorlatend aangenomen. Het programma vereist de verdeling van het modelgebied in regelmatige rechthoeken. Bij de presentatie van de resultaten van de Konikow-Bredehoeft berekeningen is de verticale schaal een factor vijf groter dan de horizontale.

Afb. 6 - Berekende chloride-verdeling (mg/l) na twee jaar infiltratie en terugwinning. De infiltratie is 25% groter dan de onttrekking. Buiten de grenzen van het diepinfiltratiesysteem wordt brak en zout water aangetrokken. Verzilting van de winning is het gevolg.



aantrekken van brak of zout water kan hierdoor worden onderschat (afb. 4). Bij de interpretatie van rekenresultaten zal hier terdege rekening mee moeten worden gehouden.

Als (voorlopig) laatste schakel in de keten van toegepaste technieken is gerekend met een tweedimensionaal stoftransport-model. Het betreft het programma Konikow-Bredehoeft, dat is aangepast voor het effect van dichtheidsverschillen [3, 7]. Hiermee is voor verschillende varianten de chlorideverdeling in een verticale snede als functie van de tijd uitgerekend.

### Veel overinfiltratie

De eerste variant betreft een systeem met een centrale rij infiltratieputten met aan weerszijden een rij winputten. De infiltratieputten hebben een lang filter om het wegdrücken van brak en zout water te bevorderen. De winputten daarentegen zijn voorzien van een kort filter om verbrakking tegen te gaan. Er wordt in deze variant 25% meer water geïnfiltreerd dan onttrokken. Een aanzienlijke mate van overinfiltratie in vergelijking met situaties waarin het brakke water minder dreigend aanwezig is [5].

De uitgangssituatie en de berekende

chloride-verdeling na twee jaar zijn aangegeven in de afb. 5 en 6. Aan de hand van de isochloridelijn van 70 mg/l kan de overgang tussen het reeds aanwezige en het geïnfiltreerde zoete water worden vastgesteld.

Brak en zout water dat onder in het watervoerende pakket aanwezig is, wordt door de infiltratie voor een deel horizontaal verdreven en voornamelijk buiten de grenzen van het systeem door de winputten aangetrokken. Ondanks het schematiseren van eindige puttenseries tot oneindig lange drainschermen neemt het chloridegehalte van het onttrokken water toe. Hoe groot deze toename zal zijn, wordt wel door het model berekend, maar de nauwkeurigheid ervan is niet significant. Zoals eerder aangegeven gaat het om tienden van procenten. Een fractie te veel en een normoverschrijding is het gevolg. In het belang van een goede drinkwatervoorziening zal in een ontwerp daarom met zekerheid geen brak of zout water mogen worden opgepompt.

Uit afb. 6 blijkt tevens dat zich rondom de winningen, aan de buitenzijde van het systeem een brakwattering zal vormen. Wanneer de infiltratie enige tijd stopgezet moet worden, zal dit tot een ernstige verzilting van het systeem leiden. De 'voorraad' die gevormd is door het naar beneden drukken van het zoet/zoutgrensvlak onder de infiltratieputten, zal dus niet echt gebruikt kunnen worden in nood-situaties.

### Nog meer overinfiltratie

Om het brakke en zoute water met succes onder uit het watervoerende pakket te verdrijven, zal een grote mate van overinfiltratie nodig zijn. Veel meer dan 25%. Technisch gezien kan deze overinfiltratie het best worden gerealiseerd door de infiltratie vanaf het begin op de ontwerpcapaciteit te brengen en de onttrekking enkele jaren ver daar onder. Zo is variant twee ontstaan waarbij de infiltratie direct op 115% van de (win)vergunningcapaciteit wordt gebracht en de winning in de eerste twee jaar op slechts 50% daarvan. Na deze aanloopperiode wordt de winning verdubbeld tot ontwerpcapaciteit.

De situatie die zo na vier jaar wordt berekend, is weergegeven in afb. 7. Ook hier is weer de brakwattering buiten het systeem waar te nemen, zij het minder duidelijk dan bij de eerste variant. Overigens beweegt de ring aan de oostzijde van het systeem in de richting van de winning. Op langere termijn zouden zich dus toch nog problemen voor kunnen doen.

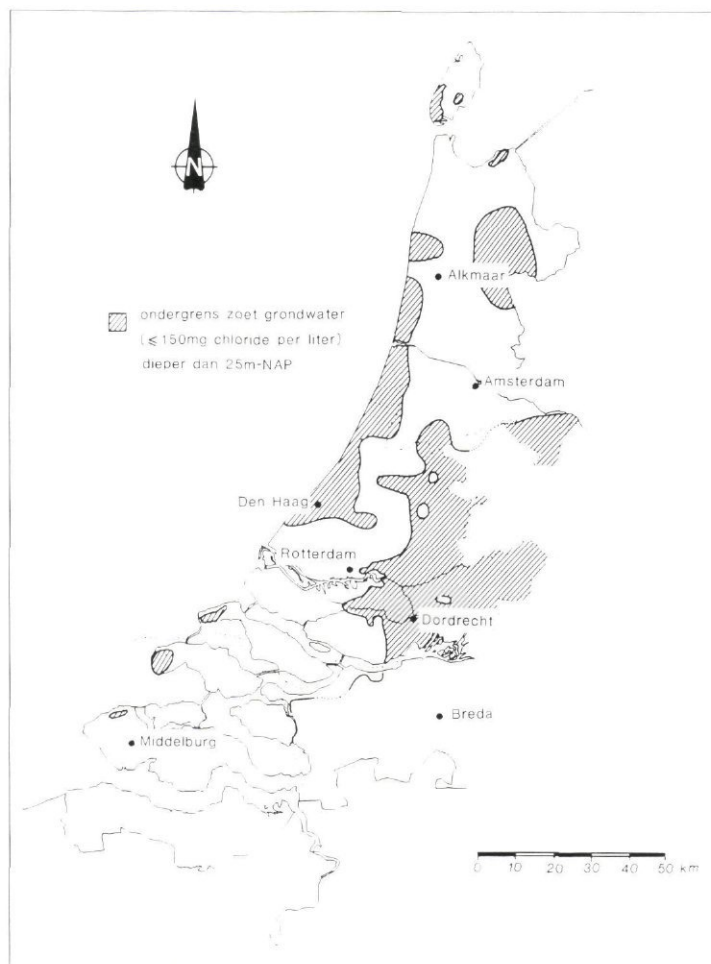


Zal een systeem volgens de opzet van variant twee nu voldoen? Daar kan men sterk aan twijfelen. De eerder genoemde tweedimensionale benadering betekent dat in werkelijkheid het brakke water onder de winmiddelen sneller de winputten zal bedreigen dan uit de Konikow-Bredehoef berekeningen volgt. Verder zullen zich tussen de infiltratieputten stagnatiepunten vormen waar het brakke water minder snel wordt verdreven. Een ander bezwaar heeft te maken met de te verwachten onnatuurlijke grondwaterstandsvariaties. De eerste twee jaar zal als gevolg van de overinfiltratie een stijging van de grondwaterstand optreden. Later zal weer een daling plaatsvinden door het opvoeren van de winning. Weer een ander bezwaar heeft te maken met het verdrijven van het brakke en zoute water. Dit zou kunnen leiden tot een verhoogde zoute kwel op enige afstand van het systeem. Tenslotte kunnen er vraagtekens geplaatst worden bij de procesbeheersing. Met modellen kan het fenomeen van een brakwatering zichtbaar gemaakt worden. In werkelijkheid is het nagenoeg onmogelijk om de verbreiding van dit brakke en zoute water in kaart te brengen. Bijzonder veel waarnemingsputten zouden hiervoor nodig zijn.

#### Winnen van zout water

Een minder conventionele manier om het brak water probleem op te lossen, is het elimineren van het probleem zelf door brak en zout water te onttrekken en te lozen (in zee of door middel van zeer diepe infiltratie). Het valt niet mee om dit op een efficiënte manier te doen. Het

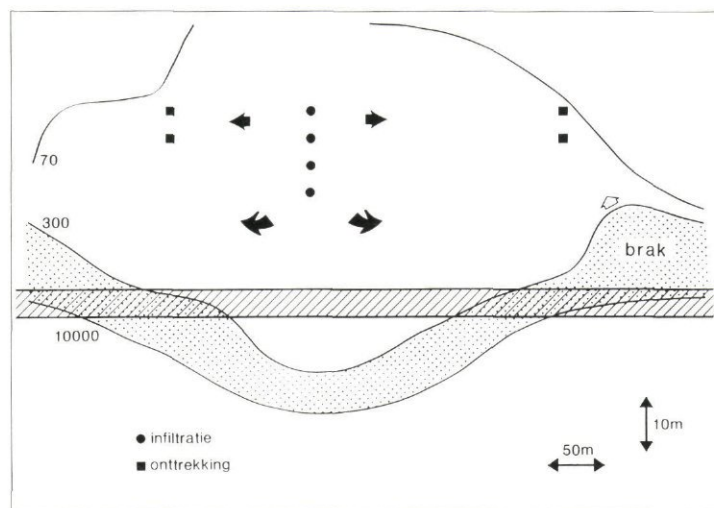
*Afb. 9 - Gebieden in de westelijke provincies waar zoet grondwater aangetroffen wordt op een diepte groter dan 25 meter onder NAP. Uitgaande van aanvullende criteria betreffende de diepteligging van slecht doorlatende lagen en de bescherming van het grondwater, vormen de plaatsen waar diep-infiltratiesystemen aangelegd zouden kunnen worden slechts een onderdeel van de gearceerde regio's.*



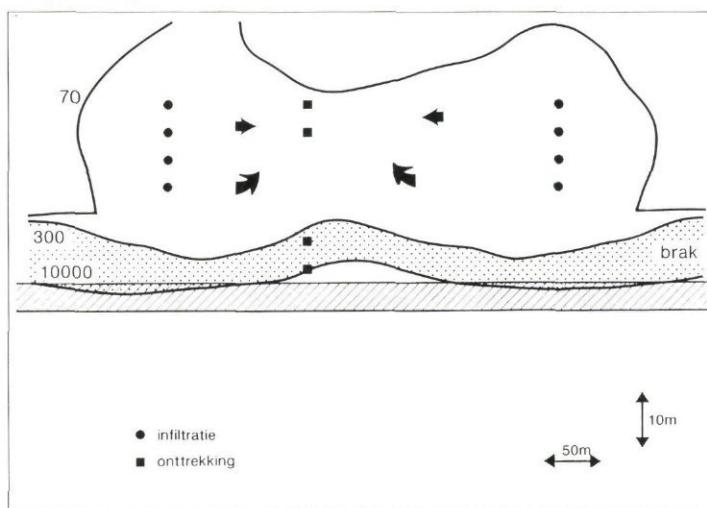
lokaal onttrekken van zout water leidt namelijk direct weer tot het aantrekken van zout water van elders. Uiteindelijk blijkt een invers systeem met een centrale winputtenrij met aan beide

zijden infiltratieputten het meeste perspectief te bieden, ook met het oog op noodzakelijke vergravingen en dergelijke. Onttrekken van brak en zout water vindt daarbij recht onder de zoete winning

*Afb. 7 - Berekende chloride-verdeling (mg/l) na vier jaar infiltratie en terugwinning. De infiltratie bedraagt over de gehele periode 115% van de (win)vergunningcapaciteit. De onttrekking is de eerste twee jaar op 50% van de capaciteit bedreven en daarna volledig ingezet. Het brakke en zoute water blijkt zich de laatste twee jaar aan de oostzijde langzaam in de richting van de winning te verplaatsen, ondanks de tweedimensionale benadering (zie ook afb. 4).*



*Afb. 8 - Berekende chloride-verdeling (mg/l) na twee jaar infiltratie en gelijktijdige winning van zoet en zout water. De infiltratie bedraagt 140% van de onttrekking van zoet water. De winning van zout water is in omvang gelijk aan de mate van overinfiltratie. Door een juiste verhouding tussen de beide winningen kan de positie van het brakke en zoute water ter plaatse van de winmiddelen vastgelegd worden. De winning van zout water resulteert echter ook in het aantrekken van zout water van grotere diepte.*





plaats, ter hoogte van de initieel aanwezige laag brak en zout water (afb. 8). De opzet houdt direct in dat de lozing van zout water altijd moet voortduren. Door het meten van de positie van het brakke en zoute water tussen de zoete en zoute winning zou de juiste verdeling tussen de beide volumestromen geregeld kunnen worden. Het proces lijkt beter beheersbaar dan bij andere varianten. De berekeningen geven aan dat de winning van zout water ruim 40% van de zoete winning dient te bedragen. Infiltratie is daarbij gelijk aan de totale winning (zoet plus zout).

### Conclusies

Diepinfiltratie in een watervoerend pakket waarin brak en zout water aanwezig is, levert problemen op. Een hoge mate van overinfiltratie kan de dreiging van verzilting van winmiddelen niet voorkómen. Het brakke en zoute water hoopt zich buiten de grenzen van het systeem op. De ruimtelijke verbreiding is in het veld moeilijk vast stellen. De beheersbaarheid van het diepinfiltratiesysteem is daarvoor beperkt. Verder voldoet het systeem niet aan één van de belangrijkste doelstellingen: het ter beschikking hebben van een goed beschermde watervoorraad in geval de aanvoer van water uit de bron tijdelijk stagneert. Brak water zal namelijk snel door de winningen worden aantrokken als geen infiltratiewater ingebracht wordt.

Introductie van een zoutwaterwinning lijkt het systeem beter beheersbaar te maken. Een grote mate van overinfiltratie blijft echter nodig en het brakke en zoute water verkeert gevaarlijk dicht in de buurt van de zoete winning. Kleine fouten in het meet- en regelproces kunnen direct leiden tot verzilting.

Op basis van het geschetste onderzoek heeft de EWR besloten af te zien van diepinfiltratie op de locatie Hertenwei. Het nut van modelmatig onderzoek wordt hiermee geïllustreerd: tegen relatief geringe kosten is een beeld gevormd van het gedrag van brak en zout water onder invloed van diepinfiltratie. Daarmee is voorkómen dat een produktie-eenheid werd gerealiseerd die naar verwachting een problematische bedrijfsvoering zou vertonen.

Een hoge mate van overinfiltratie en de introductie van een zoutwaterwinning zijn kunstgrepen om een ongunstige uitgangssituatie te compenseren. Het resultaat is verre van optimaal. Beter is het om gunstige voorwaarden te scheppen voor diepinfiltratie. Bij de locatiekeuze moet gezocht worden naar watervoerende

pakketten die lokaal uitsluitend zoet water bevatten (afb. 9). Het belang van een betrouwbare drinkwatervoorziening vereist deze aanpak.

### Verantwoording

Het 'Hydrologisch onderzoek ten behoeve van diepinfiltratie bij de NV Leidsche Duinwater Maatschappij' is door de auteur samen met ir. M. A. A. Mulder (EWR) en ing. J. G. W. Verlouw (RIVM) uitgevoerd in het kader van het VEWIN speurwerkproject 'Hydrologie van Diepinfiltratie'.

### Literatuur

1. Akker, C. van den. (1983). *Numerical analysis of the stream function in plane groundwater flow*. RID mededeling '83-1, Leidschendam.
2. Aquisoft. (1988). *AQ-AP, Computer program package for groundwater potential problems analysis (analytical solutions)*. RIVM, Bilthoven.
3. Eem, J. P. van der. (1987). *Aanpassing Konikow-Bredehoeft voor dichtheidsverschillen*. Interne KIWA-notitie.
4. Eem, J. P. van der, Mulder, M. A. A. en Verlouw, J. G. W. (1989). *Hydrologisch onderzoek ten behoeve van diepinfiltratie bij de NV Leidsche Duinwater Maatschappij*. KIWA SWE-rapport 88.017, Nieuwegein.
5. Eem, J. P. van der, Stakelbeek, A. en Peters, J. H. (1989). *Diepinfiltratie in het Watervlak veelbelovend*. H<sub>2</sub>O (22) 1989, nr. 7, p. 194-197.
6. Eem, J. P. van der en Jansen, A. J. M. (1990). *Startnotitie in het kader van de milieu-effectrapportage voor diepinfiltratieprojecten in Zuid-Holland West*. KIWA SWO-rapport 90.218, Nieuwegein.
7. Konikow, L. F. en Bredehoeft, J. D. (1978). *Computer model of two-dimensional solute transport and dispersion in ground water*. (Techniques of water resources investigations of the United States Geological Survey). US Printing Office, Washington.
8. Olsthoorn, T. N. (1982). *Verstopping van persputten*. KIWA mededeling nr. 71, Nieuwegein.
9. Peters, J. H. (1984). *Ervaringen met diepinfiltratie*. KIWA mededeling nr. 79, Nieuwegein.
10. Peters, J. H., Eem, J. P. van der en Meijer, J. A. (1989). *Diepinfiltratie, de praktijk*. KIWA mededeling nr. 105, Nieuwegein.
11. Peters, J. H., Eem, J. P. van der en Meijer, J. A. (1989). *Diepinfiltratie, de theorie*. KIWA mededeling nr. 106, Nieuwegein.
12. Praagman, N. en Sauter, F. J. (1988). *METROPOL: een softwarepakket voor drie-dimensionale computer-simulatie van grondwaterstroming*. H<sub>2</sub>O (21) 1988, nr. 3, p. 4-67.
13. Provincie Noord-Holland. (1986). *Provinciaal grondwaterplan van Noord-Holland + bijlagen*. Haarlem, provinciaal bestuur van Noord-Holland.
14. Provincie Zuid-Holland. (1986). *Grondwaterplan Zuid-Holland, plan en toelichting + bijlagen*. Provincie Zuid-Holland.
15. Strack, O. D. L. (1989). *Groundwater Mechanics*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New-Jersey.



## Praktijkrichtlijnontwerp voor binnenrioleringen

Het Nederlands Normalisatie-instituut te Delft heeft het praktijkrichtlijnontwerp NPR 3216 *Binnenriolering in woningen en woongebouwen - Ontwerp en uitvoering* ter kritiek gepubliceerd.

Het praktijkrichtlijnontwerp volgt op het normontwerp NEN 3215 *Binnenriolering in woningen en woongebouwen - Eisen en bepalingmethoden* en geeft richtlijnen voor de dimensionering en aanwijzingen voor de uitvoering van de voorzieningen voor het onderhoud van de binnenriolering in woningen en woongebouwen.

### Voorgeschiedenis

De totstandkoming van de NPR 3216 grijpt terug naar 1974 toen de Stichting Bouwresearch (SBR) de studietoelichting 'Rekenregels voor de binnenriolering' instelde. In 1981 presenteerde de commissie het SBK-rapport nr. 77 'Binnenriolering', waarin regels voor de dimensionering van de binnenriolering werden geformuleerd. Deze regels waren vereist om de verdere noodzakelijke gegevens te verkrijgen. De resultaten van deze studies werden neergelegd in een aantal achtergrondrapporten, die de basis vormden voor het enige tijd geleden ter kritiek gepubliceerde normontwerp NEN 3215 en het nu verschenen ontwerp NPR 3216.

### Voor wie van belang?

Het praktijkrichtlijnontwerp is van belang voor architecten, ingenieursbureaus, aannemers en loodgieters, alsmede voor het bouw- en woningtoezicht.

### Uitnodiging tot kritiek

Kritiek op de praktijkrichtlijn kan tot 1 september 1990 worden ingediend bij het Nederlands Normalisatie-instituut. Het ontwerp kan worden besteld door overmaking van f 25,65 (inclusief btw en verzendkosten) op Postbanknummer 25301 ten name van het NNI te Delft onder vermelding van 'Ontwerp NPR 3216'.

Inlichtingen: NNI-infocentrum, tel. 015 - 69 02 55, fax 015 - 69 01 30.