

# De gevolgen van rioolwaterinfiltratie in het Gooi op de kwaliteit van het te onttrekken grondwater voor drinkwaterproductie

## 1. Inleiding

Reeds vanaf het jaar 1875 vindt een infiltratie plaats van rioolwater op de Liebergerheide, ten oosten van Hilversum, in de zgn. 'Wasmeren'. Hoewel dit aanvankelijk met ongezuiverd afvalwater gebeurde, doorloopt het water vanaf 1939 een zuiveringsinstallatie alvorens het in de infiltratievijvers wordt ingelaten. Vanuit de vijvers zakt het water naar het lager gelegen grondwater en wordt daar opgenomen in de natuurlijke afstroming. Deze afstroming beweegt zich in NW-richting



IR. C. VAN DEN AKKER  
Gemeentewaterleidingen  
Amsterdam



G. J. M. CREMERS  
Technische Hogeschool  
Delft

waar zich, op ca. 1,5 km afstand, het pompstation 'Westerveld' van Gemeentewaterleidingen van Amsterdam en de pompstations 'Laren 1 en 2' van het Waterleidingbedrijf Midden Nederland bevinden.

Uit geohydrologisch onderzoek is gebleken dat het watervoerende pakket waarin de infiltratie plaatsvindt op 170 m diepte wordt begrensd door een kleilaag die als basis van dit pakket beschouwd kan worden.

De porositeit van het watervoerende pakket kan op 40 % gesteld worden. M.b.v. een isohypsenkaart uit het jaar 1898 kan de oorspronkelijke richting van de natuurlijke afstroming worden bepaald, terwijl de grootte ervan, uitgaande van een doorlaatvermogen voor het watervoerende pakket van 4500 m<sup>2</sup>/dag, op 1,5 m<sup>3</sup>/dag . m<sup>1</sup> gesteld mag worden.

De vraag doet zich nu voor in welke mate de onttrekkingen op de pompstations 'Westerveld' en 'Laren' beïnvloed worden door deze infiltratie van rioolwater en rioolwatereffluent.

Dit laatste was de aanleiding tot het instellen van een onderzoek naar de invloed van de infiltratie in de 'Wasmeren' op de onttrekkingen van de pompstations. Tevens diende bekeken te worden welke maatregelen genomen zouden kunnen worden om een verdergaande verontreiniging van het grondwater te voorkomen.

## 2. Doelstelling van het onderzoek

De doelstelling van het onderhavige onderzoek is om voortbouwend op en naast een aantal reeds uitgevoerde studies over het probleem van de infiltratie [4, 5], de situatie zoals die in het verleden moet zijn geweest m.b.t. hoeveelheden geïnfiltrerd en onttrokken water, stroomrichtingen van grondwater en menging van natuurlijk grondwater met geïnfiltrerd water, te rekonstrueren en te toetsen aan gemeten waarden en daarna aan te geven welke de gevolgen zijn van diverse maatregelen die genomen zouden kunnen worden om aan de ongewenste toestand van verontreiniging van het grondwater een einde te maken. Uiteraard zal het nodig zijn diverse aannamen te doen en vereenvoudigingen aan te brengen omdat maar een zeer beperkt aantal gegevens en meetresultaten beschikbaar is [6, 7].

Uiteindelijk zal echter een rekenmodel ter beschikking moeten komen waarmee het mogelijk wordt de belangrijkste geohydrologische kwalitatieve factoren tegen elkaar af te wegen en waarmee het tevens mogelijk is indicatief aan te geven wat de gevolgen voor de kwaliteit van het te onttrekken grondwater door het nemen van maatregelen zijn. Deze kwalitatieve aspecten zullen zich beperken tot het Cl<sup>-</sup>-gehalte van het water, dat in dit onderzoek is gebruikt als een tracer, waaruit m.b.v. verdere studie zich de gevolgen voor andere kwaliteitsparameters min of meer laten herleiden [8].

## 3. Het gebruikte computerprogramma FLOP-1

Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van het computerprogramma FLOP-1 [1]. Dit programma maakt het mogelijk stroomlijnen of stroombanen met verblijftijden te berekenen, waarbij wordt uitgegaan van een horizontale twee-dimensionale grondwaterstroming in een homogeen en isotroop watervoerend pakket. In het programma kan de invloed van een uniforme, natuurlijke grondwaterstroming ingebracht worden indien de grootte en richting bekend zijn. Vinden er in het beschouwde watervoerende pakket puntinfiltraties of puntonttrekkingen plaats dan zullen deze en de natuurlijke afstroming elkaar beïnvloeden. In het resulterende grondwaterstromingspatroon kan voor willekeurige waterdeeltjes een berekening worden gemaakt van de weg die deze waterdeeltjes afleggen en de tijd die nodig is om een zekere afstand af te leggen [2].

Het blijkt dat met deze methode elke beïnvloeding van het stromingspatroon door een onttrekking of infiltratie te berekenen is mits deze onttrekkingen of infiltraties

benaderd kunnen worden door één of meerdere puntinfiltraties of puntonttrekkingen.

## 4. Toepassing van het computerprogramma FLOP-1 op de infiltratie in de 'Wasmeren'

In eerste instantie is getracht, met een vergaande schematisering, een totaalindruk te krijgen omtrent het stroombeeld zoals dat heden ten dage aanwezig is. Daartoe zijn in het programma de thans geldende waarden voor de grondwaterwinningen ingevoerd en is de infiltratie in de 'Wasmeren' geschematiseerd tot een zestal puntinfiltraties. Ook is de winning in de pompstations 'Laren 1' en 'Laren 2' in één punt gekoncentreerd gedacht.

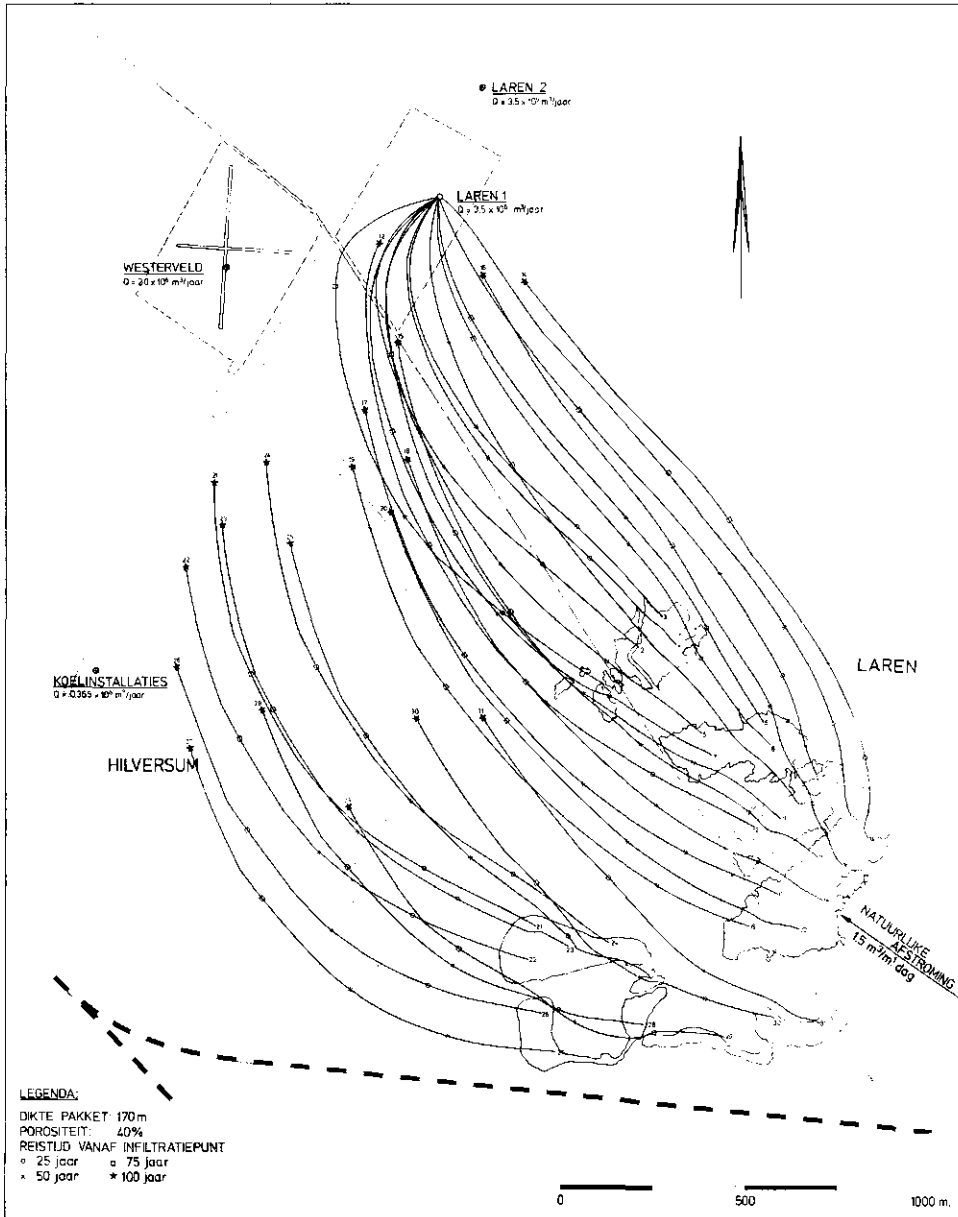
Vermeld dient te worden dat in deze fase voor de effectieve porositeit 35 % is aangehouden. In de volgende berekeningen is om reden van grotere overeenstemming met de werkelijkheid voor de effectieve porositeit 40 % aangehouden. Deze eerste zeer globale berekening bleek goed overeen te stemmen met het resultaat van het reeds eerder uitgevoerde onderzoek waaruit bleek dat praktisch al het geïnfiltrerde water uiteindelijk zou worden gewonnen door het pompstation 'Laren' van het WMN [3].

Na de zeer globale berekening is getracht het verloop van de infiltratie min of meer te rekonstrueren door een aantal waterdeeltjes die in 1875 werden geïnfiltrerd te volgen op hun weg door het watervoerende pakket. Op deze wijze is het mogelijk de aanwezigheid van rioolwater te verklaren op plaatsen waar het heden ten dage wordt aangetroffen. Hiertoe wordt het tijdvak 1875-1975 opgedeeld in 10 perioden van 10 jaar. Voor elke periode wordt het gemiddelde bepaald van infiltraties en onttrekkingen in die periode.

De 'Wasmeren' zijn in deze berekening geschematiseerd tot 31 puntinfiltraties, waarbij wordt aangenomen dat elke puntinfiltratie representatief is voor 1 ha van het infiltratie-oppervlak.

De berekening wordt gestart met als beginpunt voor de waterdeeltjes de plaats van de puntinfiltraties.

Na de eerste periode zijn de waterdeeltjes over een zekere afstand verplaatst en voor de tweede periode wordt als startpunt van de waterdeeltjes de plaats ingenomen die na de eerste periode was bereikt. Dit wordt doorgevoerd tot en met de tiende periode. Het blijkt dat in de tussenliggende tijd een aantal waterdeeltjes de onttrekking 'Laren 1' hebben bereikt. De andere onttrekkingen ondervinden op kwalitatief gebied nog geen invloed van de rioolwaterinfiltratie. De stroombanen van de waterdeeltjes die



Afb. 1 - Stroombanen van het eerste geïnfiltreerde water.

in 1875 werden geïnfiltrerd zijn aangegeven in afb. 1. Bij deze berekening komt duidelijk naar voren dat gedurende de eerste tientallen jaren van infiltratie de natuurlijke afstroming de maatgevende factor is voor de richting van de verplaatsing van de waterdeeltjes maar naarmate in de loop der jaren de onttrekkingen groter worden de stroombanen steeds meer afbuigen in de richting van de onttrekkingen.

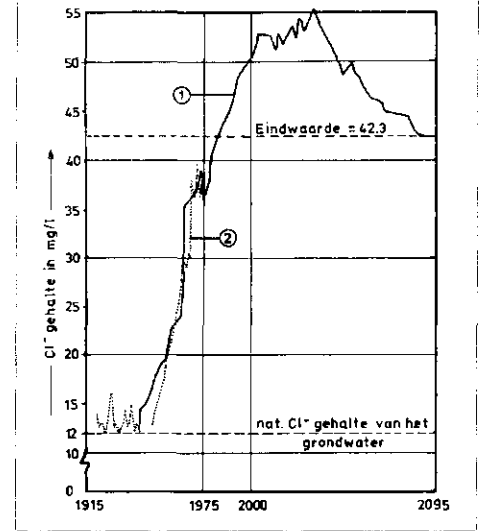
Dit is de reden dat een gedeelte van het geïnfiltrerde water onder de stad Hilversum is terechtgekomen. Uit resultaten van analyses van monsters grondwater ter plaatse blijkt dat daar inderdaad een hoeveelheid geïnfiltrerd rioolwater aanwezig is. Deze wolk verontreinigd water bevindt zich thans in het intrekgebied van het pompstation 'Westerveld' en zal daar dan

ook binnen kortere of langere tijd opgepompt worden.

Met behulp van de berekende stroombanen en daarbij behorende verblijftijden is het mogelijk het verloop van het Cl<sup>-</sup>-gehalte in het opgepompte water op de pompstations te reconstrueren. In afb. 2 is dit aangegeven voor het PS 'Laren 1' van het WMN. Tevens zijn in deze bijlage de gemeten Cl<sup>-</sup>-gehalten aangegeven.

De berekening van de Cl<sup>-</sup>-gehalten in het onttrokken water op de pompstations verloopt zoals hierna is beschreven.

De totale infiltratie in de 'Wasmeren' wordt gesimuleerd met in totaal 31 puntinfiltraties. In elke periode van 10 jaar stelt dus elke puntinfiltratie een hoeveelheid verontreinigd water per tijdseenheid voor. In de berekening van het stroombanen-



Afb. 2 - Berekende en gemeten chloridegehalten voor pompstation 'Laren 1'.

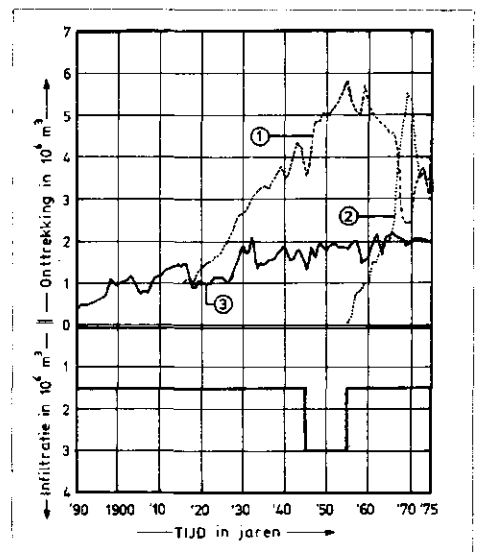
- ① = Berekend verloop Cl<sup>-</sup>-gehalte (bij doorgaande infiltratie met gem. onttrekking per 10 jaar).
- ② = Gemeten verloop Cl<sup>-</sup>-gehalte.

beeld wordt per infiltratiepunt één waterdeeltje gevolgd.

Er wordt aangenomen dat alle andere waterdeeltjes die op hetzelfde tijdstip in het betreffende infiltratiepunt in het grondwater terechtkomen dezelfde weg afleggen en dezelfde verblijftijd hebben als het gevolgde waterdeeltje. Door deze berekening voor een aantal waterdeeltjes te maken, die met tussenpozen van 10 jaar in de puntinfiltraties worden geïnfiltrerd, wordt er een beeld verkregen van de plaats van het rioolwatereffluent op een zeker moment.

Afb. 3 - Onttrekkingen en infiltratie op de Liebergerheide.

- ① = Pompstation Laren 1 (WMN).
- ② = Pompstation Laren 2 (WMN).
- ③ = Pompstation Westerveld (GW).



In het geval van de 'Wasmeren' werd, doordat de onttrekkingen op de pompstations in de eerste tientallen jaren van de rioolwaterinfiltratie gering waren (afb. 3) het rioolwater geaccumuleerd tussen de 'Wasmeren' en de pompstations. Al naar gelang de onttrekkingen op de pompstations groter werden bewoog het grondwater met daarin het rioolwater zich sneller naar de winningen. Dit houdt in dat het gedurende honderd jaar (1875-1975) geïnfiltreerde rioolwater wordt teruggewonnen gedurende een kortere periode. Dit wordt geïllustreerd door de verblijftijden van de eerste geïnfiltreerde waterdeeltjes (afb. 1) te vergelijken met de verblijftijden van de waterdeeltjes in het thans (na 1975) geldende stroomlijnenbeeld (afb. 4). De mengverhouding van het onttrokken water kan nu eenvoudig worden berekend indien ervan wordt uitgegaan dat, door berekeningen zoals zijn uitgevoerd voor de stroombanen van de in 1875 geïnfiltreerde deeltjes, de plaats van het geïnfiltreerde rioolwater in het watervoerende pakket vastligt.

Het is dan mogelijk de gevolgen te berekenen van het aankomen van het eerste rioolwater voor het  $\text{Cl}^-$ -gehalte van het opgepompte water via een eenvoudige mengformule.

$$C = \frac{\int_{t_2}^{t_1} v \cdot dt}{Q} \times C_r + \left( Q - \int_{t_2}^{t_1} v \cdot dt \right) \times C_n$$

waarin:

$C$  = concentratie  $\text{Cl}^-$ -ion in het opgepompte water na aankomst rioolwater-stroombaan.

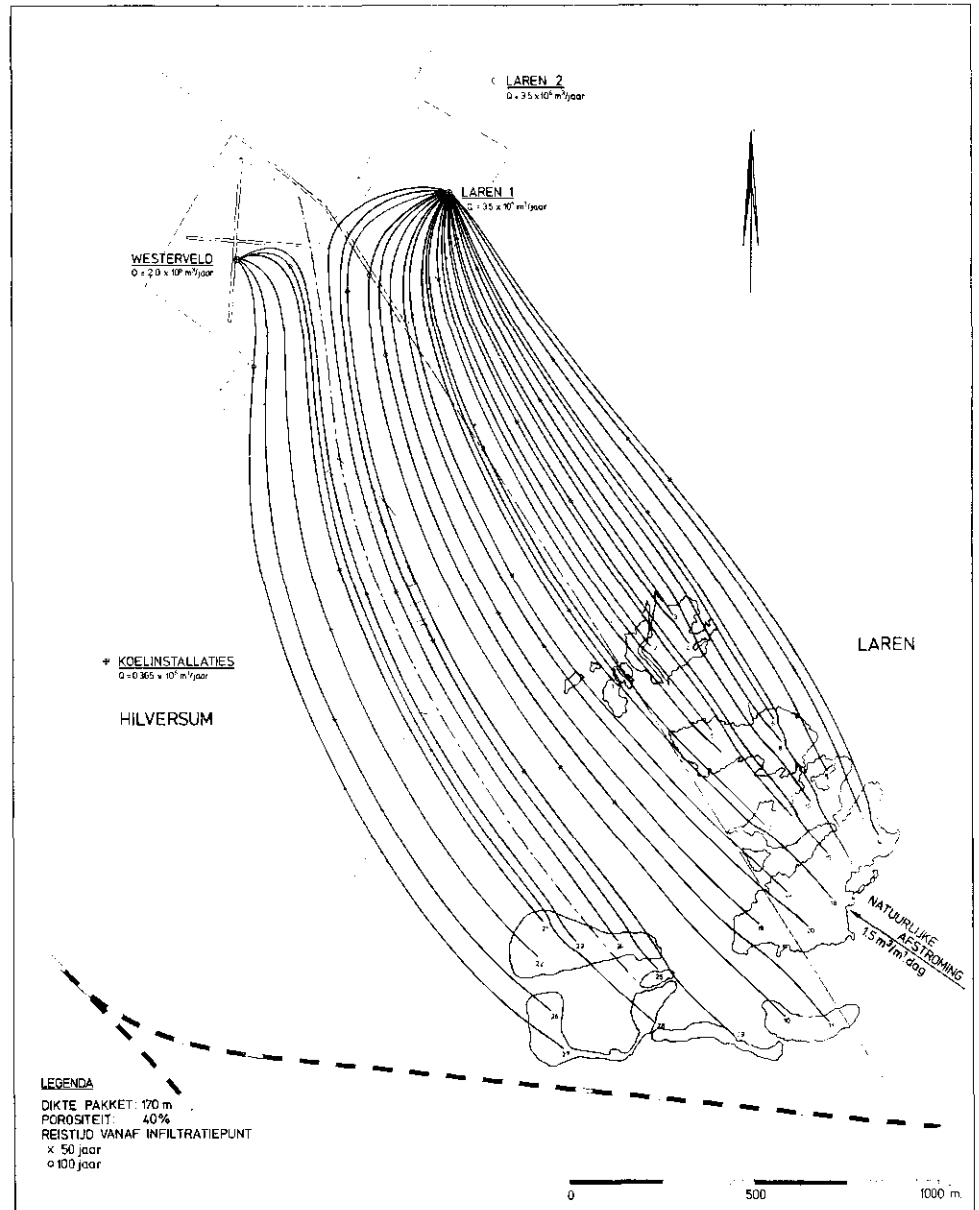
$v$  = debiet van het, gedurende de tijd  $t_1$ , geïnfiltreerde rioolwater.

$C_r$  = concentratie  $\text{Cl}^-$ -ion in het rioolwater.  
 $Q$  = gemiddelde debiet van de onttrekking van het pompstation in de periode van aankomst van de hoeveelheid  $v \times t_1$ .

$C_n$  = concentratie  $\text{Cl}^-$ -ion in het natuurlijke grondwater.

$t_2$  = periode waarin het gedurende de periode  $t_1$  geïnfiltreerde water weer wordt onttrokken.

Er blijkt een goede overeenkomst tussen gemeten en berekende waarden te bestaan. In de berekening wordt voor het  $\text{Cl}^-$ -gehalte van het geïnfiltreerde rioolwater-effluent een gemiddelde waarde van 100 mg/l en voor het natuurlijke grondwater een gehalte van 12 mg/l aangehouden. Na deze toetsing is aangenomen dat de in de berekening gehanteerde parameters een goede simulatie van het werkelijke systeem mogelijk maken. Na deze toetsing-



Afb. 4 - Doorgaande infiltratie van 1,5 miljoen  $\text{m}^3$  per jaar.

en ijkfase van het gebruikte model is getracht een voorspelling te doen omtrent het  $\text{Cl}^-$ -gehalte van het opgepompte water op de PS 'Laren 1' en 'Westerveld', indien in de toekomst zekere maatregelen genomen zouden worden om de kwaliteit van het opgepompte water te beïnvloeden. Voor de eenvoud is gerekend dat de ingrepen steeds hebben plaatsgevonden in het jaar 1975.

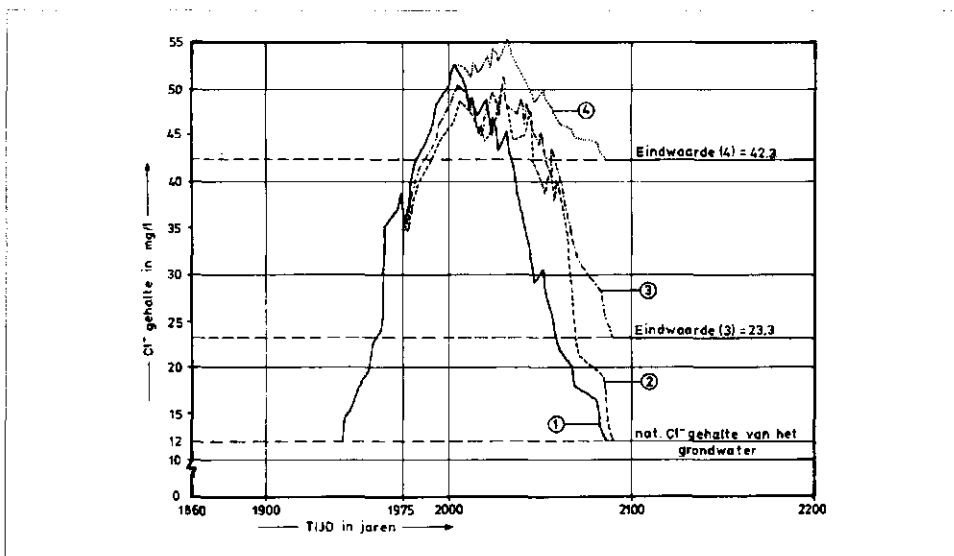
##### 5. De $\text{Cl}^-$ -gehalten in de toekomst in het te onttrekken water bij diverse maatregelen

###### a. De situatie m.b.t. infiltratie en onttrekkingen blijft ongewijzigd bestaan

Indien de situatie van infiltratie met rioolwater-effluent onverminderd doorgaat (1,5 miljoen  $\text{m}^3/\text{jaar}$ ) en de onttrokken hoeveelheden per jaar op het niveau van 2 miljoen/

jaar voor 'Westerveld' en 3,5 miljoen/jaar voor zowel 'Laren 1' als 'Laren 2' worden aangehouden, kan met behulp van het programma FLOP-1 het daarbij behorende stroomlijnenbeeld worden berekend (zie afb. 4).

Met behulp van de reeds berekende aanwezige situatie in 1975 en dit stroomlijnenbeeld voor de toekomst kan eenvoudig worden berekend welke waarde het  $\text{Cl}^-$ -gehalte zal aannemen in de loop der jaren. In afb. 5 is het verloop van het  $\text{Cl}^-$ -gehalte aangegeven voor het PS 'Laren 1'. Opvallend is de tijdelijke verhoging van het  $\text{Cl}^-$ -gehalte van het opgepompte water op PS 'Laren 1' alvorens de uiteindelijke waarde van ruim 42 mg  $\text{Cl}^-$ /l wordt bereikt omstreeks het jaar 2085. Deze tijdelijke verhoging wordt veroorzaakt door de



Afb. 5 - Verloop chloridegehalte voor pompstation 'Laren 1' bij diverse infiltraties.

- ① = Doorgaande infiltratie met schoon water.      ③ = Infiltratie van  $0,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/jaar.  
 ② = Beëindigde infiltratie.                              ④ = Infiltratie van  $1,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/jaar.

aanwezigheid van een 'vuilwaterbel' die is ontstaan sinds het begin van de infiltratie. Deze 'vuilwaterbel' kon opgebouwd worden omdat de uiteindelijke onttrekking van de pompstations geleidelijk aan tot stand werd gebracht (zie afb. 3).

b. *De infiltratie van rioolwatereffluent wordt gestopt en de onttrekkingen worden ongewijzigd gehandhaafd*

Ook voor deze situatie wordt het stroomlijnenbeeld met bijbehorende verblijftijden berekend met het programma FLOP-1. Samen met de berekende aanwezige situatie in 1975 kan ook hier het verloop van het Cl<sup>-</sup>-gehalte in de tijd in het onttrokken water op het PS 'Laren 1' eenvoudig worden berekend (zie afb. 5).

Omstreeks het jaar 2090 zal door de stopzetting van de infiltratie in 1975, het Cl<sup>-</sup>-gehalte voor het onttrokken water niet meer verschillen van dat van het van nature aanwezige grondwater d.w.z. dat omstreeks 2090 geen invloed van de infiltratie van rioolwatereffluent, die heeft plaatsgevonden van 1875 tot 1975, meer merkbaar is.

c. *Doorgaande infiltratie met 'schoon' water en gelijkblijvende onttrekkingen*

Het stroomlijnenbeeld is in dit geval uiteraard hetzelfde als bij doorgaande infiltratie met rioolwatereffluent. Echter wordt nu omstreeks het jaar 2005 de invloed van de betere kwaliteit van het geïnfilterde water op het pompstation Laren 1 merkbaar. Aangenomen is dat geïnfilterd kan worden met water dat een Cl<sup>-</sup>-gehalte heeft gelijk aan het van nature aanwezige grondwater.

Uit afb. 5 blijkt dat nu omstreeks 2085 de

invloed van het rioolwatereffluent op het Cl<sup>-</sup>-gehalte van het opgepompte water verdwenen is.

d. *Doorgaande infiltratie met 0,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar rioolwatereffluent en gelijkblijvende onttrekkingen*

Aangenomen is dat de infiltratie van rioolwatereffluent kan worden beperkt tot 0,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Met behulp van het bijbehorende berekende stroomlijnenbeeld en de berekende aanwezige situatie in 1975 kan het verloop van het Cl<sup>-</sup>-gehalte worden berekend. De uiteindelijke waarde van het Cl<sup>-</sup>-gehalte van het opgepompte water op PS 'Laren 1' zal ruim 23 mg/l zijn en deze waarde wordt bereikt omstreeks het jaar 2090 (afb. 5).

Resumerend mag gesteld worden dat tussen de vier hierboven genoemde situaties op korte termijn geen spektakulaire verschillen in Cl<sup>-</sup>-gehalte mogen worden verwacht. Pas omstreeks het jaar 2010 treedt een duidelijk verschil op tussen bijv. de situatie met doorgaande infiltratie met rioolwater-effluent en doorgaande infiltratie met 'schoon' water. Dit illustreert weer eens het feit dat, in geval van een verontreiniging van grondwater op grotere schaal, het een zeer langdurige zaak is voordat een verbetering, door het wegnemen van de vervuiliingsbron, merkbaar is.

6. *Toepassing van bronnen geplaatst tussen de infiltratiemeren en de PS 'Laren 1 en 2' en 'Westerveld'*

Aangezien het uit een oogpunt van milieuhygiëne en als bedreiging voor de drinkwatervoorziening onaanvaardbaar is dat de

infiltratie van rioolwatereffluent in de toekomst doorgaat, zou het stoppen van de infiltratie, de eenvoudigste maatregel zijn. Hiermee zou echter bereikt worden dat de thans aanwezige infiltratiemeertjes binnen enkele maanden droogvallen. Hiertegen wordt van de kant van het natuurbeheer heftig geprotesteerd. Door de aanwezigheid van de zeer eutrofe infiltratiemeren in een overigens oligotroof milieu heeft zich een bijzondere flora en fauna gevestigd in het gebied rond de 'Wasmeren' dat wordt beheerd door de stichting Goois Natuurreservaat (GNR). Van deze zijde wordt dan ook als eis gesteld dat in de infiltratiemeren een waterpeil wordt gehandhaafd waarop slechts geringe variaties mogen worden toegelaten.

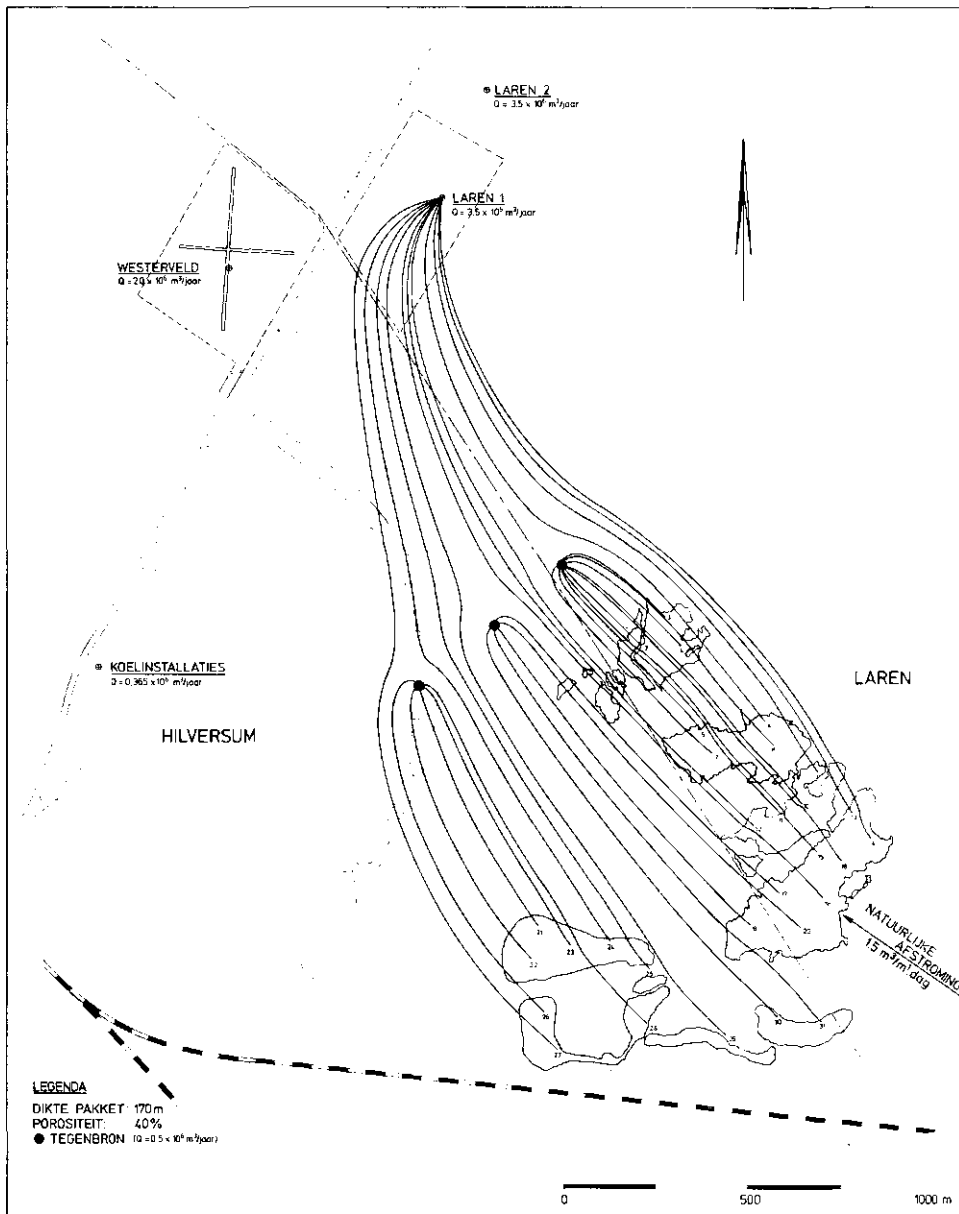
Indien aan deze wens gevolg wordt gegeven, houdt dit in dat een hoeveelheid water van een aanvaardbare kwaliteit ter beschikking moet staan om de infiltratiemeren op peil te houden. Er wordt in dit verband met een aanvaardbare kwaliteit bedoeld dat zowel voor de betrokken drinkwaterbedrijven als voor de stichting GNR de kwaliteit van het water in de 'Wasmeren' aan zekere eisen moet voldoen. Het is echter duidelijk dat t.a.v. deze waterkwaliteit beide betrokken partijen verschillende standpunten kunnen innemen. Met name als gesteld zou worden dat het water in de 'Wasmeren' een duidelijk eutroof karakter moet blijven behouden met het oog op het natuurbeheer zou dit kunnen leiden tot verschillende meningen.

Teneinde tegemoet te komen aan de verlangens van alle betrokkenen is het idee geopperd een aantal winputten te plaatsen halverwege tussen de 'Wasmeren' en de PS 'Laren 1 en 2' en 'Westerveld'. Dit met het oog op het feit dat tot deze plaats het ammoniumfront is doorgedrongen ten gevolge van de rioolwatereffluentinfiltratie. Met dit project (in de wandeling tegenbronnenproject genaamd) wordt beoogd een verbetering te verkrijgen van het t.b.v. de drinkwatervoorziening opgepompte water en tevens kan met het gewonnen water de 'Wasmeren' op peil worden gehouden.

Met de hiervoor beschreven rekenmethode kan nu een indruk worden verkregen van het effect van tegenbronnen op de te winnen waterkwaliteit op de pompstations. Hiertoe zijn een drietal alternatieven doorgerekend. Ook hier is aangenomen dat de start van een tegenbronnenproject steeds heeft plaatsgevonden in 1975.

a. *Een tegenbronnenproject met een capaciteit van 1,5 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar*

Er is uitgegaan van de situatie met drie onttrekkingspunten ongeveer halverwege tussen de 'Wasmeren' en de pompstations.



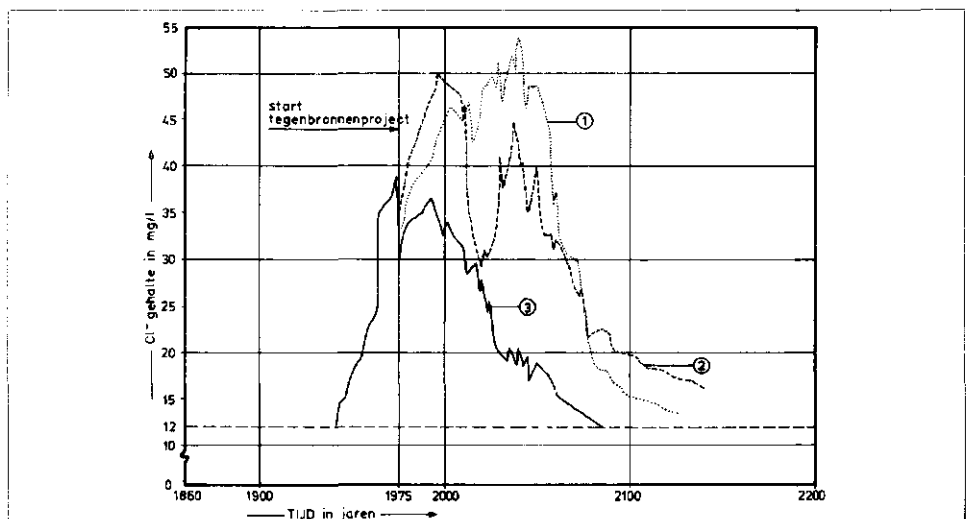
Afb. 6 - Tegenbronnen met een debiet van 1,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

Elk onttrekkingspunt heeft een capaciteit van 0,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Er wordt dus ter plaatse van de 'Wasmeren' evenveel water geïnfilteerd als er wordt gewonnen door middel van tegenbronnen. Het bijbehorende stroomlijnenbeeld kan weer bekend worden (afb. 6) en samen met de aanwezige situatie in 1975 kan vastgesteld worden hoe het verloop van het Cl<sup>-</sup>-gehalte op de pompstations zal zijn. In afb. 7 is weergegeven wat in de toekomst verwacht mag worden op het pompstation

Afb. 7 - Verloop chloridegehalte voor pompstation 'Laren 1' bij diverse tegenbronnenprojecten.

Tegenbronnen

- ① Debiet is 0,5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/jaar.
- ② Debiet is 1,5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/jaar.
- ③ Debiet is 2,5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/jaar.



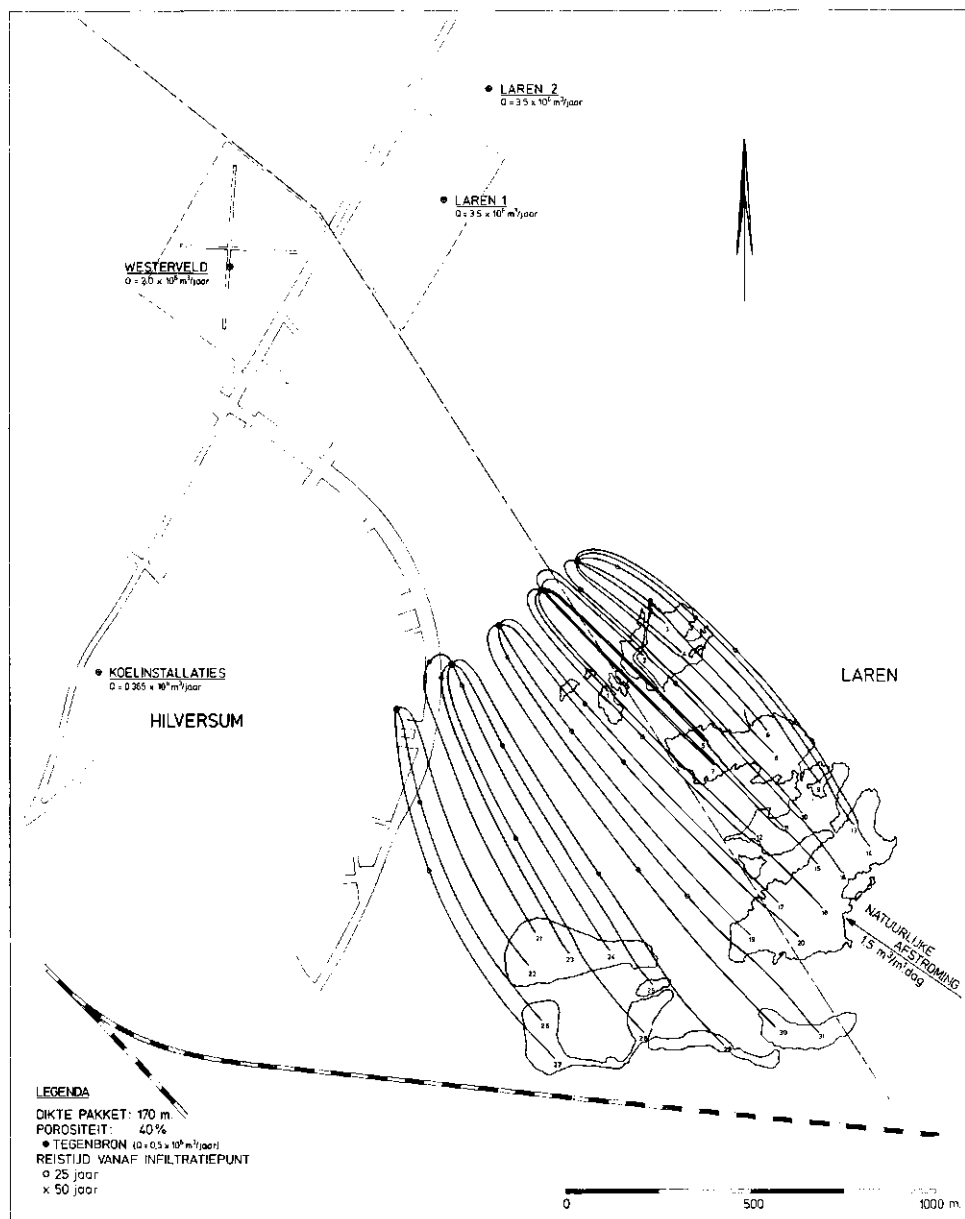
'Laren 1' t.a.v. het Cl<sup>-</sup>-gehalte in het opgepompte water.

Indien deze oplossing van het infiltratieprobleem wordt vergeleken met bijv. die genoemd onder 5b (stoppen infiltratie) dan zijn er geen grote verschillen te bespeuren in het Cl<sup>-</sup>-gehalte van het gewonnen water op het PS 'Laren 1'. Er valt tijdelijk in het Cl<sup>-</sup>-gehalte een verbetering te verwachten door uitvoering van het tegenbronnenproject en ook is er iets van een vertraagd effect op de waterkwaliteit van het PS 'Laren' merkbaar rond het jaar 2100.

Dit houdt in dat dit tegenbronnenproject met name voor het gehalte aan ammonium in het gewonnen water op het pompstation een gunstig effect zal hebben, vanwege de invloed van de tijd op de afbraak van deze verontreiniging. Gezien echter de relatief kleine verschillen kan hiervan niet te veel worden verwacht en er moet gesteld worden dat de toepassing van tegenbronnen met het oogmerk een kwaliteitsverbetering van het opgepompte water op de pompstations te realiseren, zeer dubieus is.

b. Een tegenbronnenproject met een capaciteit van 0,5 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar

Hier is uitgegaan van een situatie waarbij drie onttrekkingspunten ongeveer halverwege tussen de 'Wasmeren' en de pompstations zijn gelegen. Elk onttrekkingspunt heeft een capaciteit van 0,166 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar. Er is aangenomen dat door het nemen van maatregelen bereikt kan worden dat met een hoeveelheid van 0,5 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar de 'Wasmeren' op peil gehouden kunnen worden. Het resultaat van de berekeningen m.b.t. het Cl<sup>-</sup>-gehalte is weergegeven in afb. 7. Ook hier is geen duidelijke verbetering t.a.v. de waterkwaliteit op het PS 'Laren 1' te verwachten vergeleken met de oplossing



Afb. 8 - Tegenbronnen met een debiet van 2,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

van het volledig stoppen van de infiltratie in de 'Wasmeren'.

### c. Een tegenbronnenproject met een capaciteit van 2,5 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar

Er worden nu vijf onttrekkingspunten, ieder van een half miljoen m<sup>3</sup> water per jaar tussen de 'Wasmeren' en de pompstations gesitueerd.

De infiltratie op de 'Wasmeren' wordt echter op 1,5 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar gehandhaafd.

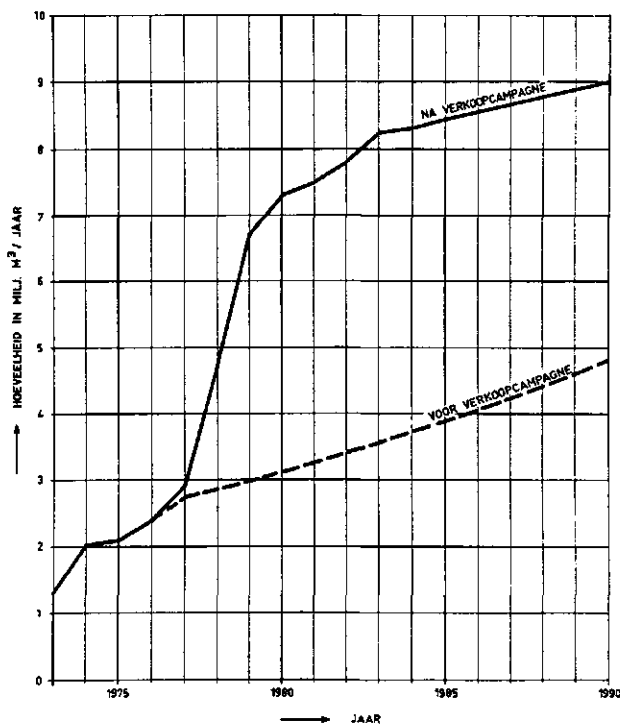
Dit houdt in dat jaarlijks 1 miljoen m<sup>3</sup> water, onttrokken door de tegenbronnen, wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater elders. Zoals blijkt uit het bijbehorende stroomlijnenbeeld (afb. 8) is op deze wijze een duidelijke waterscheiding te realiseren achter de tegenbronnen. In dit geval zal

slechts de hoeveelheid rioolwater die inmiddels achter de tegenbronnen terecht is gekomen door de pompstations onttrokken behoeven te worden. Het effect hiervan komt duidelijk naar voren in de grafiek van het Cl<sup>-</sup> gehalte voor het onttrokken water op pompstation 'Laren 1' (afb. 7).

Het grote nadeel van deze oplossing is echter gelegen in het feit dat gedurende een zeer lange tijd per jaar een extra hoeveelheid van 1 miljoen m<sup>3</sup> water moet worden onttrokken en geloosd. In verband met de toch al niet zo rooskleurige toestand van de waterbalans van Het Gooi mag deze oplossing dan ook niet haalbaar worden geacht, alhoewel wel duidelijk gedemonstreerd wordt dat zelfs met het 'wegpompen' van de verontreiniging een zeer lange tijd is gemoed.

## 7. Afweging van de verschillende door-gerekende alternatieven

Resumerend kan worden gesteld dat de oplossing van het rioolwaterinfiltratieprobleem, voor wat betreft de grondwaterkwaliteit op de pompstations, niet noemenswaardig wordt gediend met het installeren van tegenbronnen. Een uitzondering hierop vormt het tegenbronnenproject met een capaciteit van 2,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar, waarbij dan jaarlijks 1 miljoen m<sup>3</sup> grondwater wordt geloosd. Deze oplossing is echter met het oog op de waterbalans in het Gooi onaanvaardbaar. Echter alle doorgerekende mogelijke oplossingen, uitgezonderd die met doorgaande infiltratie met 'schoon' water, hebben het nadeel dat t.o.v. de huidige situatie de waterbalans van het Gooi extra wordt belast. Het is immers zo dat er weliswaar thans een infiltratie plaatsvindt met verontreinigd water, maar deze infiltratie geldt als een 'in' post op de waterbalans van het Gooi. Door het stoppen van de infiltratie of door het realiseren van een tegenbronnenproject komt deze 'in' post te vervallen. Dit is in de huidige situatie voor de waterbalans van het Gooi een zeer nadelige zaak, daar deze waterbalans er zeker niet gunstig uitziet. Men kan zich daarom dan ook afvragen of niet de uiteindelijke oplossing van het gehele probleem gezocht moet worden in de richting van een doorgaande infiltratie met een voor alle betrokken partijen aanvaardbare waterkwaliteit. Dit water zou dan uiteraard moeten worden aangevoerd vanaf een plaats buiten het waterbalansgebied van het Gooi. Er zou hiermee bereikt worden dat aan de wens van het natuurbeheer tot het op peil houden van de Wasmeren wordt tegemoetgekomen, de doorgaande rioolwater-effluentinfiltratie wordt gestopt en tevens zou geen verdere aanslag op de waterbalans van het Gooi plaatsvinden. Om deze mogelijkheid verder te onderzoeken zal uiteraard nog het nodige studiewerk verricht moeten worden. Met name zal de financiële kant de nodige problemen opleveren. Intussen echter zou de doorgaande rioolwater-effluentinfiltratie gestaakt moeten worden en zou aan de wens van het op peil houden van de 'Wasmeren' voldaan kunnen worden door het maken van een interimvoorziening. Deze voorziening kan bestaan uit een grondwateronttrekking direkt naast de 'Wasmeren' waarmee het mogelijk is de peilhandhaving te realiseren. Voor deze oplossing zijn dan geen kostbare transportleidingen nodig en verder kan de opzet vanwege het tijdelijke karakter eenvoudig zijn.



Afb. 4 - Voorspelde afzet van gedestilleerd water, vóór en na de verkoopcampagne.

### 9. Verloop van de verkoopcampagne

In september 1976 ging de feitelijke tweede fase, de marktwerking, van start. Er werd gemikt op het binnen enkele gesprekken overtuigen van de bedrijven dat de DWL ook op commerciële wijze een contract met hen wilde aangaan en het verzamelen van voldoende aanvullende gegevens om de 'eigen kosten' van de bedrijven realistisch te kunnen schatten. Al na korte tijd bleek de nieuwe benadering aan te slaan. Van groot belang was dat alle gesprekken grondig werden voorbereid en geëvalueerd.

Na vier maanden was nog steeds geen enkele potentiële afnemer afgevallen. De afnemers waarmee gepraat werd vertegenwoordigden een markt met een omvang van ongeveer 12,5 miljoen m<sup>3</sup> terwijl maximaal 6,5 miljoen m<sup>3</sup>/a boven de reeds gekontrakteerde hoeveelheid verkocht kon worden. In januari 1977 was het noodzakelijk zelf keuze te doen, een deel van de bedrijven werd medegeedeeld dat de onderhandelingen zouden worden afgebroken. Basis voor deze keuze was, de verwachte opbrengsten verminderd met nog te maken leidingkosten van geografische samenhangende gebieden. Met de overige bedrijven werd verder onderhandeld om te komen tot 'letters of intent' op grond waarvan de gemeenteraad van Rotterdam definitief moest beslissen het project voort te zetten. De 'letters of intent' hielden in dat de afnemers zich akkoord verklaarden om

tegen een bepaalde prijs een bepaalde hoeveelheid af te nemen. Op basis van de 'letters of intent' besloot de gemeente in april 1977 definitief het project voort te zetten.

Hierna ging de derde fase van het project van start waarbij de contracten daadwerkelijk tot stand moesten worden gebracht en de leidingaanleg volgens een strakke planning werd gestart. Het bestaande leidingnet in het Botlekgebied moest worden uitgebreid en er moest een net in het Europoortgebied worden aangelegd.

Uitgangspunt van de kontraktonderhandelingen was een standaardcontract, waarop door onderhandeling aanpassingen mogelijk waren, zodat elke afnemer een soort maatcontract zou krijgen.

In juli 1977 werden met zes bedrijven de onderhandelingen succesvol afgesloten en werden deze contracten aan de gemeenteraad voorgelegd ter bekrachtiging. In de loop van 1977 werd met nog drie bedrijven overeenstemming bereikt.

### 10. Resultaten

In 1978 zal de afzet ongeveer verdubbelen en stijgen tot ca. 4,7 miljoen m<sup>3</sup>. In 1979 wordt een afzet verwacht van 6,7 miljoen m<sup>3</sup> en in 1980 van 7,3 miljoen m<sup>3</sup>; daarna treedt een langzame volgroei op tot 9 miljoen m<sup>3</sup>/a.

Afb. 4 geeft een indruk. Begin 1979 zal de uitbreiding van het leidingnet geheel vol-

tooid zijn. De afzet is aangepast aan de te verwachten vuilaanvoer bij de Afvalverwerking Rijnmond op basis van de huidige vuilcontracten. Stijgt deze aanvoer sneller dan zal het weinig moeite kosten de afzet sneller te doen groeien. Zelfs zal dan overwogen kunnen worden de verdamperinstallatie uit te breiden.

In 1977 werd nog een verlies geleden van 12 miljoen gulden. De komende jaren zal dit verlies snel kleiner worden en vanaf 1980 zal de exploitatie tot positieve jaaruitkomsten leiden zodat dan een begin kan worden gemaakt met het terugverdienen van de geleden verliezen.

De doelstellingen van de campagne waren vanaf 1980 een sluitende exploitatie te verkrijgen en in de periode tot 1990 minimaal de verliezen van het afgelopen jaar en de jaren tot 1980 terug te verdienen.

De thans afgesloten contracten wettigen de verwachting dat deze doelstellingen gerealiseerd worden, enerzijds door de commerciële aanpak die het team zich door de intensieve voorbereiding wist eigen te maken en anderzijds door de projectmatige aanpak waarbij de communicatielijnen kort waren zodat snel gereageerd kon worden op signalen uit de markt.

• • •  
• *Vervolg van pag. 49*

### De gevolgen van rioolwaterinfiltratie in het Gooi op de kwaliteit van het te onttrekken grondwater voor drinkwaterproductie

#### Literatuur

1. Akker, C. van den; RID-mededeling 75-3. Toelichting bij het rekenprogramma FLOP-1.
2. Akker, C. van den; *Een numerieke berekeningsmethode van stroomlijnen of stroombanen met bijbehorende verblijftijden*, H<sub>2</sub>O, negende jaargang, nr. 21, 7 oktober 1976, blz. 436 t/m 438.
3. Gemeentewaterleidingen, intern rapport. 'De wolk trekt aan ons voorbij'.
4. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening; 'Rapport inzake een onderzoek naar de invloed van de vloeivelden op de Liebergerheide te Hilversum op de hydrologische gesteldheid der omgeving', d.d. 1934.
5. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland, Gemeentewaterleidingen; 'Rioolwaterinfiltratie en grondwaterkwaliteit in het Gooi'.
6. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland; 'Het Gooi', geohydrologische kartering, d.d. 1973.
7. Publieke Werken Hilversum; 'Onderzoek naar de waterhuishouding der vijvers van Anna's Hoeve'.
8. Cremers, G. J. M.; 'Modelonderzoek naar de invloed van de infiltratie in de 'Wasmeren' op de onttrekkingen in de pompstations Laren 1 en 2 en Westerveld'. Gemeentewaterleidingen aug. 1976.

• • •