

produktie-alternatieven voor de duinwaterwinning (2)

DOOR W.T. DE GROOT *

Dit artikel is het vervolg op een gelijknamig stuk in het vorige nummer van DUIN (1978, 3/4). Hierin werd o.a. aandacht besteed aan de noodzaak tot het opbouwen van alternatieve productiesystemen voor de duinwaterwinning en aan de technische mogelijkheden en beperkingen van verschillende mogelijke componenten uit die systemen. Hierbij zijn o.a. vermeld diepte-infiltratie, hyperfiltratie, open spaarbekkens etc. In dit artikel zullen enige complete systemen worden gepresenteerd voor de drinkwatervoorziening in Zuid Holland West, uitgewerkt naar de aspecten waterkwaliteit, waterkwantiteit, ruimtelijke inpassing en kosten^{**}. Dit zal gebeuren op de volgende manier: eerst wordt het proces van het ontwerpen stap voor stap doorgenomen; vervolgens komen enige van de alternatieven zelf aan de orde; daarna worden de kosten nader uitgewerkt. In het proces van het ontwerpen zal de methode meer nadruk krijgen dan de feitelijke gegevens.

DE EERSTE STAP: INVENTARISATIE

Elk systeem voor drinkwaterproductie bestaat uit drie groepen van componenten: ruwwaterbron - voorraad - zuivering. Allereerst moeten dus alle in aanmerking komende componenten worden gevonden en beschreven, zowel kwalitatief als kwantitatief. In het vorige artikel is een aantal van deze componenten beschreven. Verder moet bekend zijn aan welke eisen het te leveren drinkwater moet voldoen. Met betrekking tot de waterkwantiteit kan men uitgaan van de meest recente verbruiksprognoses, en t.a.v. de kwaliteit van de bestaande richtlijnen ("normen"). Voor zeer veel verschillende eigenschappen van het water bestaat zo'n drinkwaternorm. Om het rekenwerk te beperken heeft de studiegroep gekozen voor een tiental parameters die zoveel mogelijk representatief zijn voor de vervuilingen-

* gebaseerd op het eindverslag van de STUDIEGROEP DUINWATERWINNING EN ALTERNATIEVEN, bestaande uit: T. Hakbijl, L. Goudzwaard, H. 't Hoen, H. Korte, E. Delbecque en M. Janssen (die tevens de figuren bij dit artikel tekende).

** de studiegroep heeft tevens een begin gemaakt met het schatten van de milieu-effecten van de alternatieven; hiervoor zij verwezen naar het eindrapport.

bronnen (industrie, landbouw en huishoudelijk afval), risico-soorten en gedrag-in-de-zuivering. De gekozen parameters waren het gehalte aan chloride, totaal organisch koolstof, fenolen, pesticiden, ammonium en 3 zware metalen, en verder kleur en kiemgetal.

Als mogelijke ruwwaterbronnen heeft de studiegroep gekozen voor de Maas, de Lek (Rijn), Rijnlands boezem, brak grondwater en het IJsselmeer. Over deze bronnen zijn de benodigde gegevens verzameld (w.o. de kwaliteit in de jaren 1972 t/m 1976). Op basis van de literatuur is tevens een lijst gemaakt van de zuiveringsrendementen van de technieken van zuivering en voorraadvorming. De in het vorige artikel afgedrukte tabel is daar een onderdeel van. Ten aan-

zien van de voorraadvorming komen daar nog effecten bij van piekafvlakking, selectieve inlaat en, voor wat betreft de oppervlakte-infiltratie, vermenigving met regenwater.

DE TWEDE STAP: "BASISWATER"

Gewapend met deze gegevens kunnen nu alle mogelijke ruwwaterbronnen gecombineerd worden met alle mogelijke technieken van voorraadvorming. Dit is gebeurd per parameter afzonderlijk, waarbij steeds is uitgegaan van de hoogste waarde in de periode van 5 jaar. Het water dat hieruit resulteert ("basiswater") heeft dus de slechtst mogelijke kwaliteit van die periode, net alsof de vervuilingen allemaal tegelijk zouden zijn opgetreden. Onderstaande tabel is een voorbeeld.

DE DERDE STAP: CHEMISCH/ FYSISCHE VOOR- EN NAZUI- VERING

Het nu "geproduceerde" basiswater voldoet nog niet aan de drinkwaternormen. De (slechtst mogelijke) waarde voor het TOC-gehalte bijv., uitgaande van de Maas en een open voorraad van 1 maand, is 7,7 mg/l, en de strengste norm is 5 mg/l. Er moet dus een aanvullende techniek gevonden worden om nog

parameter	eenheid	T=0	T=1	T=3	O-INF	D-INF
chloride	mg/l	115	112	95	86	95
T.O.C.	mg/l	12,2	7,7	6,9	4,7	6,1
kleur	mgPt/l	70	37	30	40,5	100
pesticiden	µg/l	0,47	0,22	0,13	0,05	0,14
NH ₄ ⁺	mg/l	6,8	4,1	2,0	0,7	4,9
cadmium	µg/l	8,0	1,6	1,1	0,9	1,1

tabel 1: kwaliteit van het basiswater, uitgaande van de Maas; periode 1972 - 1976, gecombineerd met resp. geen voorraad (T=0), open spaarbekken met verblijftijd 1 maand (T=1), idem met verblijftijd 3 maanden (T=3), oppervlakte-infiltratie en diepte-infiltratie; alles inclusief effecten van zuivering, piekafvlakking en regenwater (m.b.t. oppervlakte-infiltratie tevens incl. de langzame zandfilters).

zo'n 36 % van het TOC kwijt te raken. Het blijkt dat een actieve koolfilter hieraan voldoet. Het inschakelen van dit proces heeft uiteraard ook gevolgen voor de meeste andere parameters, zodat een nieuwe lijst van de waterkwaliteit ontstaat. Hieraan kan weer een zuiverings-techniek worden toegevoegd, tot dat voor alle parameters voldaan wordt aan de drinkwater-norm. Er zijn vele technische beperkingen die de mogelijkheden van deze methodiek verkleinen. Zo mag een zuiveringstechniek meestal slechts éénmaal worden toegepast en moet de volgorde van de technieken goed zijn. Een actieve-koolfilter bijv. moet altijd achter aan de zuivering komen. Het resultaat is een serie schakelingen van ruwwaterbronnen - voorraad - zuivering, die aan alle normen voldoen.

Uit deze serie heeft de studiegroep zo veel mogelijk gekozen voor systemen die hun bruikbaarheid in de praktijk al hebben bewezen. Vanwege chloride-gehalte, dat problemen kan geven bij de Lek of Rijnlands boezem als ruwwaterbron, is soms een partiële hyperfiltratie nodig; een deel van het water wordt dan ontzout, zodat het geheel onder de norm blijft.

DE VIERDE STAP: ALTERNATIEVEN

Om van zuiveringssystemen naar complete alternatieven te gaan, moet het kwantitatieve aspect en de ruimtelijke structuur in het geheel worden betrokken. Vanuit de kwantitatieve problemen met de Maas kan men dan besluiten tot het aanleggen van een zeer grote overbruggingsvoorraad Maaswater voor de zomer, of een kleinere voorraad die in de zomer met Rijnwater kan worden bijgemengd. Dit laatste kan gebeuren door een open voorraad in de Biesbosch (alternatief III) of een gesloten voorraad in de duinen (alternatief IV). Als een zeer goed zuiveringssysteem voor handen is, kan men besluiten om in geval van een droge Maas zonder meer vanuit de Rijn (Lek) in te nemen (alternatieven I, II en V). Verder is er van uit gegaan, dat zoveel mogelijk gebruik gemaakt moet worden van de reeds bestaande infrastructuur (leidingen, etc.).

De studiegroep heeft een vijftal alternatieven kwantitatief uitgewerkt; drie alternatieven hebben nog een extra variant. Om verscheidene redenen (vooral tijdgebrek) zijn enige belangrijke mogelijkheden niet in de beschouwingen betrokken:

- winning van diep brak (of zoet) grondwater
- winning van zoet (of brak) kwelwater
- oeverinfiltratie
- eventuele spaarbekkens elders bijv. in Zuidelijk Flevoland of de Zeeuwse wateren.

Er kan dan ook niet worden gesteld dat de hier gepresenteerde alternatieven de enig mogelijke zijn. Tevens zijn natuurlijk, gezien de ingewikkeldheid van de problematiek, de kwalitatieve berekeningen slechts een eerste schatting, die nadere optimalisering en/of praktijkproeven behoeft.

M.b.t. de waterkwantiteit spelen, naast de prognoses, allerlei secundaire invloeden een rol, die per alternatief verschillen. Zo wordt bijv. alternatief IV gekenmerkt door hoge transporthoeveelheden vanwege de in de winter 'mee te nemen' fractie voor diepte-infiltratie en de zijdelingse afstroomverliezen. De transportkosten van dit alternatief zijn dan ook relatief hoog.

Van de geleverde waterkwaliteiten kan men een eerste indruk krijgen door met de in de vorige paragraaf aangegeven methode de berekenen hoeveel maal

het water beter is (voor een bepaalde parameter) dan de norm voor die parameter: de "norm-onderschrijdingsfactor". In onderstaande tabel is dit gedaan voor een klein aantal parameters. De getallen kunnen natuurlijk alleen per parameter met elkaar worden vergeleken, en hebben meer relatieve dan absolute waarde.

parameter	Alt:			
	I	II	III	IV, V
kleur	3	5	8	≥15
chloride	2,9	2,3	2,6	≥ 2,0
T.O.C.	5	6	4	≥ 4
pesticiden	140	50	45	≥25
ammonium	3	8	1	≥ 9

tabel 2: enige norm-onderschrijdingsfactoren voor de D.W.L.; uitgegaan is van de per parameter slechtste periode in 1972 - 1976 en de afwezigheid van kwantitatieve problemen met de Maas; de waarden bij de alternatieven IV en V zijn aangegeven als "≥", omdat het effect van de partiële diepte-infiltratie en/of partiële hyperfiltratie niet is meeberekend.

Op de volgende twee pagina's zijn de vijf alternatieven weer gegeven met behulp van schema's en een toelichtende beschrijving.

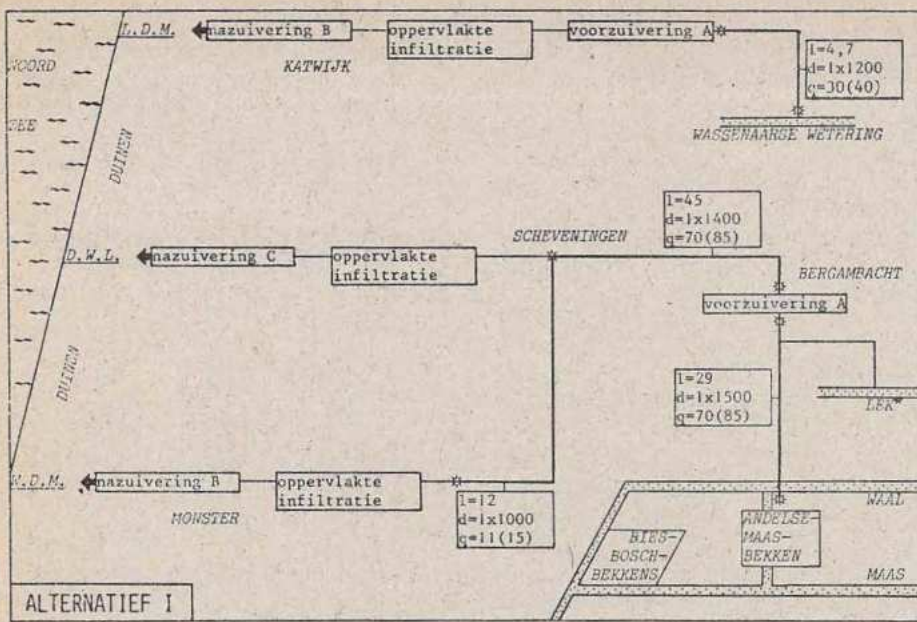
NIEUWE TECHNIEK VOOR ZEEWATERONTZOUTING

Drinkwaterproductie d.m.v. destillatie van zeewater vindt in Nederland plaats op Texel en in Terneuzen. De kosten hiervan zijn erg hoog. Er is echter een nieuwe techniek ontwikkeld (door Aquanova-Rotterdam), die goedkoper is. Met name wordt zuiniger met energie omgesprongen, doordat het proces van destillatie hier onder zeer lage druk plaatsvindt; er kan dus met een lagere temperatuur volstaan worden. De benodigde warmte kan op goedkope wijze verkregen worden, als de ontzouter gekoppeld wordt aan een electriciteitscentrale: deze produceert enorme hoeveelheden ongebruikte warmte,

AS
soms zelfs al in de vorm van stoom.

Toch zijn de productiekosten voor Nederlandse begrippen nog betrekkelijk hoog: f 1,50 à f 2,- per m³ water. Dit is meer dan de kosten van hyperfiltratie van bijv. Rijnwater of brak grondwater, maar veel minder dan de kosten van hyperfiltratie van zout water.

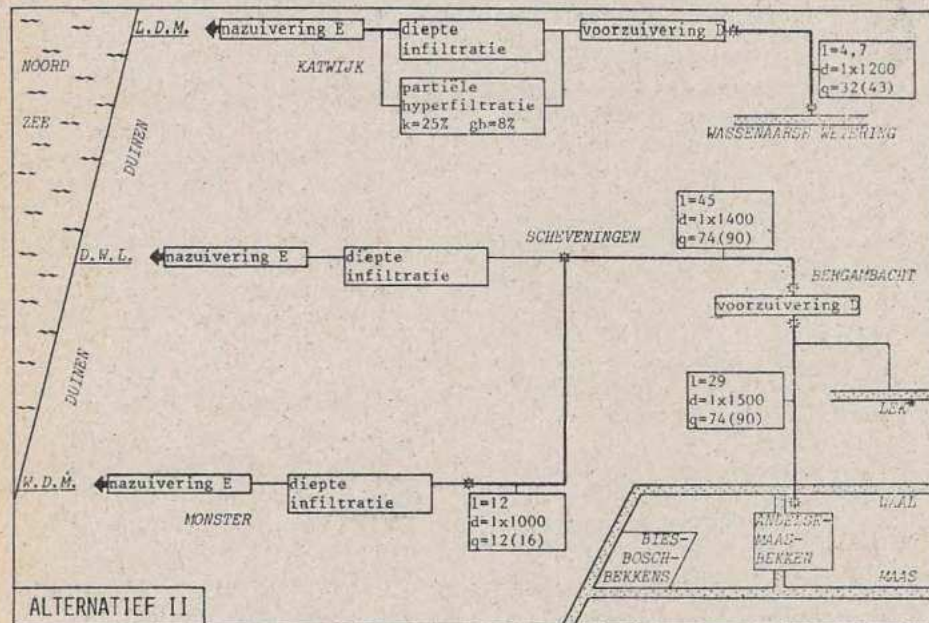
Daarom zal deze techniek in Nederland slechts op zeer kleine schaal toepasbaar zijn. Bijv. als andere technieken (hyperfiltratie) door lokale omstandigheden te kort schieten, of nog teveel consequenties voor natuur en landschap blijken te hebben.



ALTERNATIEF I:
CONTINU OPPERVLAKE-INFILTRATIE

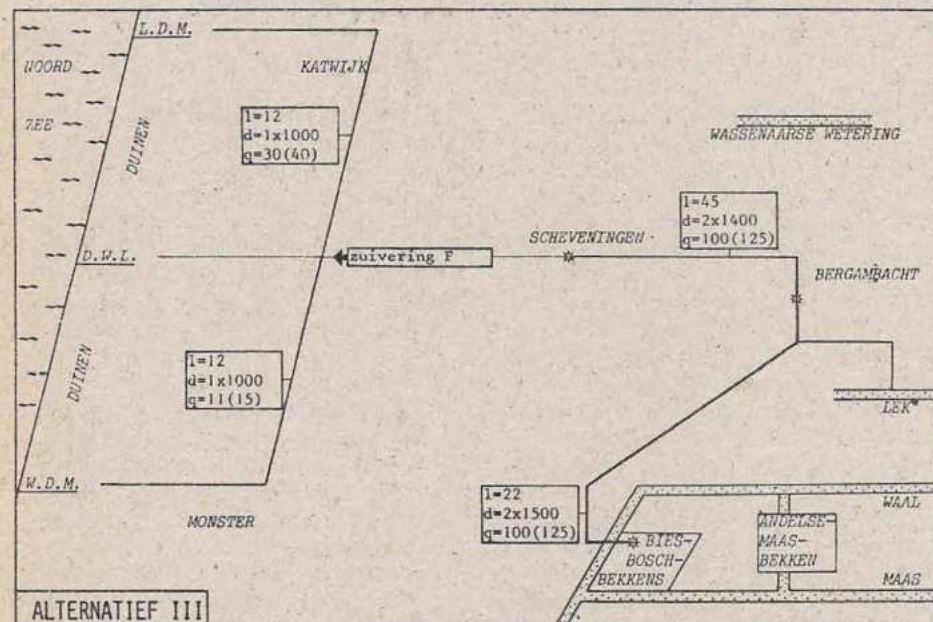
Variante 1 van dit alternatief (hiernaast getekend) is een voortzetting van de huidige methode van drinkwatervoorziening. In variante 2 gaat de LDM over op Maaswater i.p.v. boezemwater. Belangrijke reeds geplande veranderingen t.o.v. de huidige situatie: uitbreiding/inschakeling voorzuivering, uitbreiding winnings- en infiltratiesystemen in de duinen en (in variante 2) de aanleg van een ruwwaterleiding van Leiderdorp naar Bergambacht. Als calamiteitenvoorziening fungeren hier de duinen.

ALTERNATIEF II:
CONTINU DIEPTE-INFILTRATIE

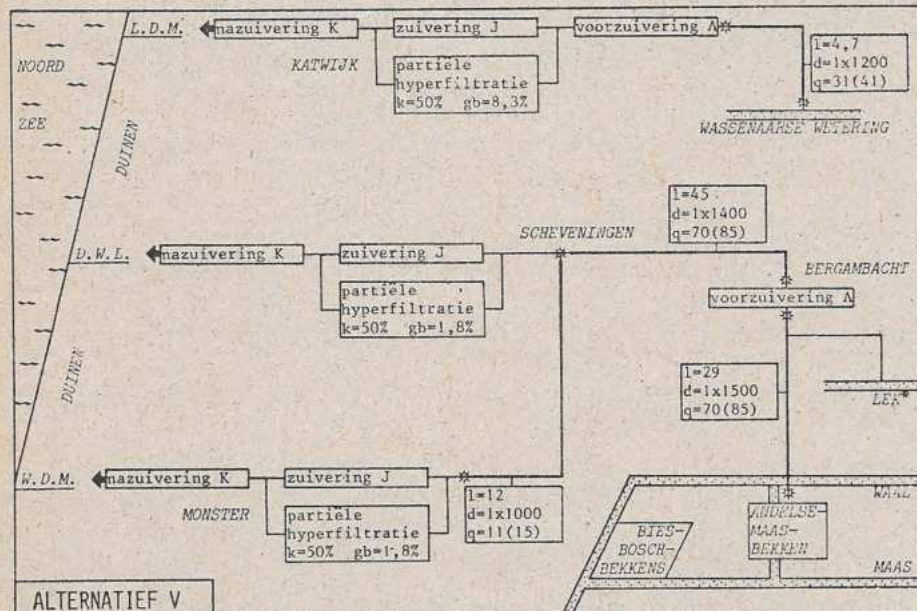
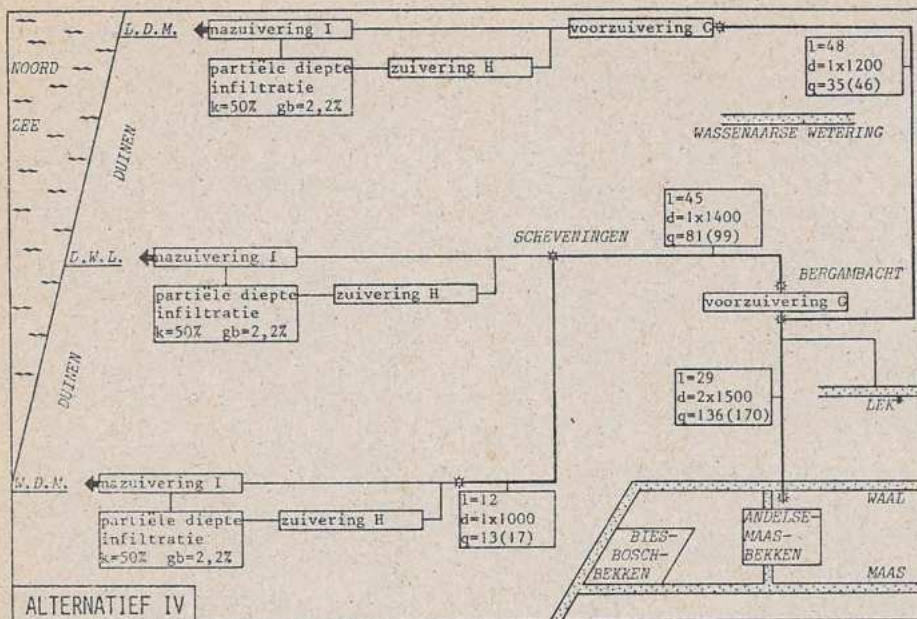


In dit alternatief wordt het goed voorgezuiverde water in de diepe lagen van de duinen geïnfilteerd. In variante 1 maakt de LDM gebruik van de boezem, maar heeft dan wel een kleine hyperfiltratie-installatie nodig (hiernaast getekend), in variante 2 van de Maas. De haalbaarheid hangt vooral af van de oplosbaarheid van de verstoppingsproblemen met de diepte-infiltratieputten. De oppervlakte-infiltratie- en winningsmiddelen worden overbodig, diepte-infiltratie- en winningsmiddelen moeten worden aangelegd en de zuiveringsinstallatie moet worden uitgebreid. Als calamiteitenvoorziening fungeren de duinen.

ALTERNATIEF III:
SPAARBESKEN BIESBOSCH



Uit de berekeningen van de studiegroep blijkt dat het (met een gewijzigde bedrijfsvoering) mogelijk is om de LDM, DWL en WDM van ruwwater te voorzien zonder de aanleg van het vierde Biesboschbekken. Alle winnings- en infiltratiemiddelen worden hierbij overbodig, er komt één zuiveringsfabriek er er moeten leidingen aangelegd worden tussen de Biesbosch, Bergambacht en Scheveningen. Als calamiteitenvoorziening fungeren hier een dubbel leidingsysteem, extra inlaat bij de Lek en een aangepaste bedrijfsopzet. Een (duurdere) variant is mo-



LEGENDA

- A = koagulatie + snelfiltratie.
- B = beluchting + snelfiltratie + ozonisatie + actieve kool + langzame zandfiltratie.
- C = beluchting + bezinking + snelfiltratie + actieve kool + langzame zandfiltratie.
- D = breekpuntschloring + koagulatie + snelfiltratie + ozonisatie + sekundaire koag.+ snelfiltratie.
- E = beluchting + snelfiltratie + actieve kool + veiligheidschloring.
- F = koag.+ snelf.+ proceschloring + beluchting + snelf.+ ozon.+ actieve kool + veiligheidschloring.
- G = breekpuntschloring + koagulatie + snelfiltratie.
- H = sekundaire koagulatie + snelfiltratie.
- I = beluchting + snelfiltratie + ozonisatie + actieve kool + veiligheidschloring.
- J = proceschloring + beluchting + snelfiltratie + ozonisatie.
- K = actieve kool + veiligheidschloring.
- * = ruwwatertransportleiding met daarbij aangegeven:
 - l = de lengte van de leiding in kilometers,
 - d = de diameter van de leiding in millimeters met er vóór het aantal leidingen,
 - q = het jaardebiet en/of capaciteit van de leiding(en) voor 1990 met tussen haakjes de waarde voor 2000, beiden in miljoenen m³ per jaar.
- ◆ = reinwateruitgang.
- k = capaciteit, in % van de totale jaarafzet; afgeleid uit de berekende maximale maandbezetting in de jaren 1972 t/m 1976.
- gb = gemiddelde bezetting, de hoeveelheid water die gezuiverd wordt m.b.v. de hyperfiltratie-installatie, als % van de gemiddelde jaarafzet; berekend over de jaren 1972 t/m 1976.
- LEK* = de Lek als extra ruwwaterbron tijdens droge zomers, behalve in alternatief III waar het een functie heeft als calamiteiten voorziening.

gelijk met ook de duinen als calamiteitsvoorziening. Daarvoor is geen infiltratie nodig.

**ALTERNATIEF IV:
PARTIELE DIEPTE-INFILTRATIE**

In dit alternatief zijn alle drie bedrijven aangesloten op de Maas (en de Lek). In de winter wordt Maaswater d.m.v. diepte-infiltratie opgeslagen, dat in de zomer met Maas- en Lekwater kan worden bijgemengd, zodat de kwaliteit goed blijft. De infrastructuur voor oppervlakte-infiltratie moet worden afgebouwd, die voor diepte-infiltratie uitgebreid, evenals de zuiveringsinstallatie. Als calamiteitsvoorziening fungeren vooral de duinen.

**ALTERNATIEF V:
PARTIELE HYPERFILTRATIE**

In dit alternatief wordt naast de fysisch-chemische zuivering een hyperfiltratie-installatie ingeschakeld. De oppervlakte-infiltratie- en winningsmiddelen worden overbodig en de zuiveringsinstallatie moet worden uitgebreid. Als calamiteitsvoorziening fungeren weer de duinen. Uitgaande van het chloridegehalte is de bezettingsgraad van de hyperfiltratie laag; er is echter een grote flexibiliteit in de bedrijfsvoering.

PRODUCTIEKOSTEN

De productiekosten maken meestal ongeveer de helft uit van de totale waterprijs. Omdat het hier gaat om productie-alternatieven worden prijsverschillen tussen de alternatieven bepaald door de verschillen in productiekosten. Enige uitzondering is alternatief III, waar tevens reinwatertransporten vanaf Den Haag zijn meeberekend.

De productiekosten zijn opgebouwd uit drie componenten:

- transportkosten
- zuiveringskosten
- kosten van buiten gebruikstelling van bestaande productiemiddelen.

De kosten zijn berekend op unitaire basis, d.w.z. dat de reële kosten constant zijn over een periode van 40 jaar. Hierdoor kan per alternatief één getal worden gegeven.

Alle alternatieven zijn doorerekend op dezelfde manier. Hierdoor zijn de uitkomsten goed vergelijkbaar.

De transportkosten zijn berekend op basis van de benodigde debieten (aanvoercapaciteit). Via een optimalisatie van de kosten van aanleg en de variabele kosten (vooral energiekosten) zijn de buisdiameters berekend en daarmee de totale kosten per m³.

Voor de kosten van de verschillende zuiveringsprocessen zijn vooral gegevens uit de literatuur gebruikt, gecorrigeerd voor de te verwachten bezettingspercentages.

De kosten van buitengebruikstelling van overbodige productiemiddelen zijn berekend op basis van de boekwaarde van de infrastructuur in 1990. De reden hiervoor is dat het geld dat dan nog in die infrastructuur zit toch via de waterprijs moet worden terugverdiend.

De kosten zijn, ook op unitaire basis, en uitgaande van lineaire afschrijving en de éénmalige verandering in 1990 (dus geen anticipatie op de overgang naar alternatieve productie), omgeslagen over een periode van 40 jaar.

Het eenvoudigst kunnen de resulterende totale productiekosten als een index worden weergegeven. De over de drie beschouwde bedrijven gemiddelde kosten van de voortzetting van de hui-

dige bedrijfsvoering zijn in onderstaande tabel op 100 gesteld. In de tweede variant van de alternatieven I en II is de L.D.M. verbonden met het (Haagse) Maas-duinplan; in de tweede variant van alternatief III zijn de duinen als calamiteitsvoorraad ingeschakeld.

alternatief	index
alt. I variant 1	100
variant 2	113
alt. II variant 1	141
variant 2	150
alt. III variant 1	130
variant 2	139
alt. IV	128
alt. V	112

tabel 3: geïndexeerde gemiddelde productie-kostprijs van de alternatieven (LDM, DWL en WDM tesamen).

alternatief	transport ruwwater	zuivering, voorraad	buitenge- bruikstelling	totaal
alt. I (var. 1 en 2)	0,18	0,36	-	0,54
alt. II (var. 1 en 2)	0,18	0,54	0,03	0,75
alt. III var. 1	0,18	0,37	0,11	0,66
var. 2	0,18	0,45	0,08	0,71
alt. IV	0,23	0,39	0,03	0,65
alt. V	0,18	0,43	-	0,61

tabel 4: productiekosten in guldens per m³ voor de DWL, exclusief langzame zandfilters, verdeeld over de posten transport, zuivering + voorraad + calamiteitsvoorziening, en kosten buitengebruikstelling van overbodige productiemiddelen; in alternatief III, var. 2 blijven de duinen als calamiteitsvoorziening gehandhaafd.

Een interessant aspect is nog de verdeling van deze kosten over de drie categorieën transport, zuivering en buitengebruikstelling. Als voor de eenvoud wordt uitgegaan van alleen de DWL resulteert de volgende tabel 4. De kosten zijn hier uitgedrukt in guldens per m³.

Concluderend kan men stellen, dat de alternatieven 10 à 20 cent per m³ duurder zijn dan de nulvariant (doorgaan met de huidige productiewijze). Voor een gezin van vier personen komt dat neer op zo'n 10 à 20 gulden er jaar. De kosten van buitengebruikstelling zijn gering.

NAWOORD

Uit dit artikel is, ondanks alle onzekerheden en beperkingen, gebleken dat er alternatieve oplossingen zijn voor de drinkwatervoorziening van Zuid Holland West, die m.b.t. kwalitatieve, kwantitatieve, planologische en financiële aspecten goede mogelijkheden bieden. Nader onderzoek zou zich, naast uiteraard een meer gedetailleerde berekening, vooral moeten richten op:

- de technische realiseerbaarheid van componenten als diepte-infiltratie en hyperfiltratie
- het uitbreiden van het aantal alternatieve systeemcomponenten
- mogelijkheden in de sfeer van de distributie
- de milieu-effecten van de alternatieven, zowel binnen als buiten de duinen.

Het is verheugend dat minister Ginjaar recentelijk een dergelijk onderzoek heeft aangekondigd. ■