

Voordracht uit de 37e vakantiecursus in drinkwatervoorziening 'Bedrijfsmatige aspecten van winning en zuivering', gehouden op 10 en 11 januari 1985 aan de TH Delft.

1. Spaarbekkens in Nederland

Oppervlaktewater is in Nederland een belangrijke bron voor de drinkwatervoorziening. Dit oppervlaktewater is door het intensieve gebruik ervan voor vele doeleinden vervuild en staat bloot aan incidentele verontreinigingen. Door het internationale karakter van de grote Nederlandse rivieren is het verder terugdringen van de vervuiling een zaak van lange adem.

Incidentele verontreinigingen zullen bovendien nooit volledig kunnen worden uitgesloten. Er wordt daarom voor de

Een beperkte enquête bij enkele buitenlandse collega's leverde een beeld op dat veel parallellen vertoont met de ontwikkeling zoals die in Nederland heeft plaatsgevonden. Met het afnemen van de oorspronkelijk goede kwaliteit van de bron en vooral het toenemen van de incidentele verontreinigingen nemen eerst de beschermende maatregelen sterk toe. Enkele van deze maatregelen zijn:

– Uitbreiding van het productieproces, bijvoorbeeld met actieve-koolfiltratie en/of poederkool.

– Het opzetten van een uitgebreid meetnet en alarmeringssysteem.

– Het benaderen van potentiële vervuilers in

verband met het inventariseren van risico-veroorzakende stoffen en het zo mogelijk verminderen van het risico.

– Het ontwerpen van calamiteits-computer-programma's om het verloop van een incidentele verontreiniging te kunnen volgen.

– Het opzetten van een dag en nacht functionerende organisatie om bij een incidentele verontreiniging onmiddellijk te kunnen reageren.

– Het bouwen van grote reinwaterreservoirs en het maken van verbindingen met aangrenzende distributienetwerken.

Wanneer beschermende maatregelen alléén niet meer voldoende zijn wordt een spaarbekken of ondergrondse opslag overwogen.



I. R. E. G. H. VREEDENBURGH
NV Waterwinningbedrijf
Brabantse Biesbosch

drinkwatervoorziening, naast gesloten berging door middel van infiltratie in de ondergrond en oeverfiltratie, gebruik-gemaakt van spaarbekkens.

De functies van spaarbekkens kunnen zijn:

a. Overbrugging van perioden met onvoldoende wateraanvoer.

b. Overbrugging van perioden van onaanvaardbare kwaliteit van de bron als gevolg van incidentele verontreinigingen.

c. Kwaliteitsverbetering door menging van het ingenomen water met de inhoud van het bekken (afvlakking), door selectieve inname en door fysische, chemische en biologische processen.

De in Nederland bestaande spaarbekkens zijn in tabel I aangegeven.

Gebleken is in de afgelopen decennia dat het grote voordeel van toepassing van spaarbekkens (en gesloten bergingssystemen) is, dat in feite een nieuwe onafhankelijke bron voor de drinkwatervoorziening wordt gecreëerd. Mits goed ontworpen, beheerd en voorzien van een voldoende verblijftijd levert deze nieuwe bron een halfprodukt van een aanzienlijk betere en meer constante kwaliteit dan de oorspronkelijke bron [1, 2, 3].

2. Spaarbekkens in het buitenland

Welke benadering heeft men nu in het buitenland bij drinkwaterbereiding uit verontreinigde rivieren?



Foto 1 - De spaarbekkens in de Biesbosch.

Foto 2 - Het spaarbekken Mery-sur-Oise (regio Parijs).



TABEL I – Bestaande spaarbekkens in Nederland.

Naam	Bron	Functies
1. Spaarbekken Andijk	IJsselmeer	b, c
2. Spaarbekken Berenplaat*	Oude Maas (Rijn)	b, c
3. Spaarbekken Grote Rug*	Wantij (Rijn)	b, c
4. Spaarbekkens Biesbosch	Maas	a, b, c
5. Spaarbekkens Braakman	Isabella Wetering	a, b

* thans in gebruik als bufferbekken.

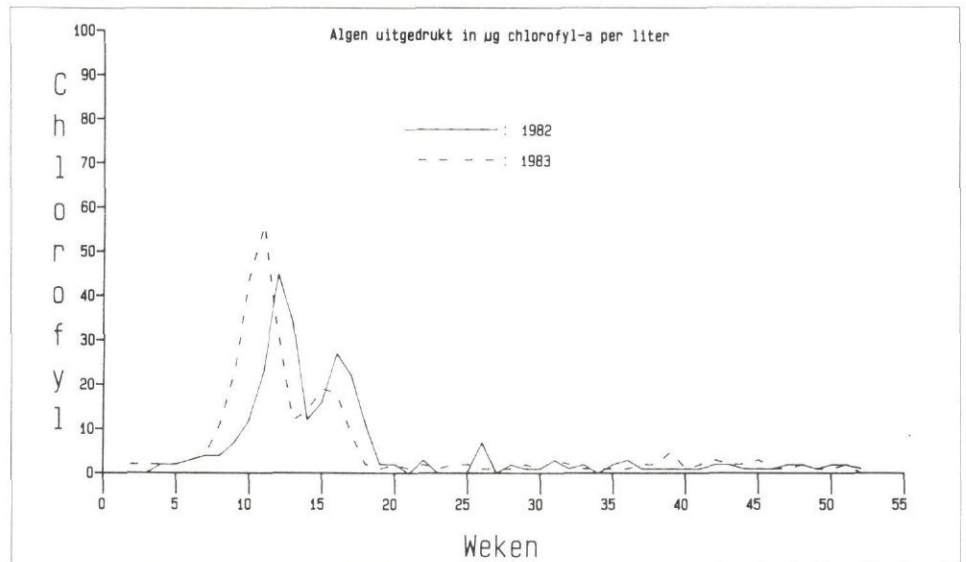
De bovengenoemde maatregelen zijn allemaal toegepast in de Parijse regio [4, 5, 6]. Deze regio wordt voor een belangrijk deel gevoed uit de sterk verontreinigde rivieren Seine, Marne en Oise. Tussen 1975 en 1982 werden 122 incidentele verontreinigingen geregistreerd waarvan:

- 105 een aanpassing van het bereidingsproces veroorzaakten;
 - 10 een produktievermindering en een vermindering van de distributie nodig maakten;
 - 7 tot een volledige produktiestop leidden.
- Gezien de alarmerende situatie werd in 1980 in de nabijheid van het drinkwaterproductiebedrijf Méry-sur-Oise een spaarbekken met een inhoud van 400.000 m³ in gebruik genomen [7].

Dit bekken heeft een gemiddelde verblijftijd van 4 dagen terwijl in het geval van een incidentele verontreiniging een periode van 1,5 à 2 dagen kan worden overbrugd.

Dit naar Nederlandse begrippen zeer bescheiden bekkenvolume blijkt reeds een duidelijke verbetering van de ruwwaterkwaliteit te geven door het effect van afvlakking en kwaliteitsverbetering [8]. Het bekken is fraai geïmplementeerd in het park van het Franse Chateau de Méry (zie foto).

In België heeft de drinkwatervoorziening van de Antwerpse regio een soortgelijke ontwikkeling doorlopen [9, 10, 11] die eveneens reeds is uitgemond in de bouw van een spaarbekken. Ook hier hebben incidentele verontreinigingen een zeer belangrijke rol gespeeld. Tussen 1973 en 1982 diende de waterinname van het productiebedrijf te Oelegem uit het Albert Kanaal 170 keer met een totale duur van 2.123 uur te worden



Afb. 1 - Algen in het afgeleverde water van de Biesbosch-bekken.

gesloten. Een andere overweging voor de bouw van het bekken was overbrugging van droge perioden. Het bekken heeft een inhoud van 4,5 x 10⁶ m³ (zie foto).

In Groot-Brittannië zijn reeds lange tijd een zeer groot aantal spaarbekken in bedrijf [12]. Bekend zijn in het bijzonder de ca. 35 bekkens van de Thames Water Authority voor de watervoorziening van de Londense agglomeratie. Deze bekkens hebben een totale nuttige inhoud van circa 220 x 10⁶ m³ [13]. Toch zijn nog lang niet alle innamepunten van oppervlaktewater uit verontreinigde rivieren door bekkens beschermd. Momenteel wordt daarom door de overheid een onderzoek ingesteld naar de risico's van dergelijke innamepunten en de getroffen beschermingsmaatregelen. Afhankelijk van

de resultaten van dit onderzoek wil men eventueel het bouwen van spaarbekken in bepaalde situaties gaan voorschrijven. Dit onderzoek is in een stroomversnelling terechtgekomen door een incidentele verontreiniging met ernstige gevolgen voor de drinkwatervoorziening in de rivier Dee in Noord-Wales.

3. Spaarbekken in de toekomst

Als sterk punt van spaarbekken is reeds genoemd dat een nieuwe kwalitatief zeer goede bron wordt gecreëerd. Andere sterke punten zijn de grote niveau-variaties die dankzij de vrije wateroppervlakte kunnen worden toegelaten zonder dat andere belangen worden geschaad en de in een goed gemengd bekken goedkoop te realiseren deelontharding (ca. f 0,03/m³ per mmol hardheidsverlaging). Hier staan een aantal zwakke punten tegenover. De temperatuur zal sterk met de seizoenen variëren (Biesbosch-bekken: 1-21 °C). Vervolgens is er het probleem van de algengroei in lente en zomer. Verder is er het gevaar van accidentele of moedwillige verontreiniging van het bekkenwater zelf als gevolg van de toegankelijkheid van de grote vrije oppervlakte. Tenslotte is er het punt van het grote ruimtebeslag. De drie eerstgenoemde punten zijn vrij snel af te handelen.

Aan de temperatuursvariatie is helaas weinig te doen. Het algenprobleem daarentegen is, vooral als het bekken voldoende diep is uitgevoerd, door middel van aan de situatie aangepaste beheersmaatregelen goed onder controle te houden [1, 3]. Afb. 1 illustreert dit voor de jaren 1982 en 1983 voor het afgeleverde water van de Biesbosch-bekken. Accidentele of moedwillige verontreiniging kan nauwelijks worden tegengegaan. Wel kan worden voorkomen dat een dergelijke

Foto 3 - Het spaarbekken Broechem (regio Antwerpen).



verontreiniging de consument bereikt. Met dit oogmerk wordt het door de Biesbosch-bekkens afgeleverde water continu bewaakt door middel van een biologisch bewakingssysteem met regen-boogforellen (zie foto 4).

Het grote ruimtebeslag

Het grote ruimtebeslag van spaarbekkens vormt in ons dichtbevolkte land een maatschappelijk probleem. Dit is recent nog eens duidelijk gebleken bij de discussies rond de reservering van de gronden voor een eventueel vierde spaarbekken in de Biesbosch.

Het brengt als belangrijke opgave voor de komende jaren met zich mee om zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van de bestaande spaarbekkens en om het ruimtebeslag van eventuele toekomstige bekkens zoveel mogelijk te beperken. Dit vraagt om een simultane toepassing van:

- Gericht bekkenbeheer door een verdere verdieping van de kennis van het gedrag van bron en bekkens.
- Gericht bronbeheer door vanuit de knelpunten in het leveringsvermogen van de spaarbekkens en andere oppervlaktewater-winningssystemen reële prioriteiten ten aanzien van sanering (en voor de Maas daarnaast ook afvoerregulering) te stellen.

Hiervoor zijn de volgende verdere ontwikkelingen noodzakelijk.

Gericht bekkenbeheer

● *Afvoerregeling*

De afvoer is een zeer belangrijk aspect in het ontwerp en beheer van spaarbekkens. Dit is niet alleen het geval uit kwantitatief oogpunt. Ook de kwaliteit van het in te nemen water hangt voor veel parameters immers nauw met de afvoer samen. Tenslotte heeft de afvoer ook grote invloed op de verplaatsing en verspreiding van incidentele verontreinigingen.

Aan de analyse van historische afvoeren is in het verleden veel gedaan. Helaas blijken de mogelijkheden ten aanzien van afvoer-voorspellingen nog zeer beperkt. Het is juist deze afvoer-voorspelling, op een termijn van dagen, weken en maanden, die voor een efficiënt bekkenbeheer essentieel is. Dit in verband met de mogelijkheid tot anticiperen op kwantiteits- en kwaliteitsproblemen. Gezien de sleutelrol van de afvoer verdient het onderzoek naar betrouwbare afvoer-voorspelling en de daarmee samenhangende neerslagvoorspelling in de komende jaren ruime aandacht. Aangezien in eerdere vakantiecursussen nog weinig aandacht aan deze onderwerpen is besteed en met het oog op recente ontwikkelingen zullen deze onderwerpen in twee aparte hoofdstukken nader worden belicht.

● *Kwaliteitsvariëaties en -ontwikkelingen*

De kwaliteit van de Rijn en de Maas zal bij min of meer constante lozingen dagelijks, per seizoen en per jaar variëren onder invloed van factoren als afvoer, temperatuur, stuwregimes, scheepvaart enz. Daarnaast treden door systematische wijzigingen in het stroomgebied ten aanzien van de lozingen en de afvoer kwaliteitsontwikkelingen op. Vanzelfsprekend zijn deze kwaliteitsvariëaties en -ontwikkelingen voor het spaarbekken-ontwerp van groot belang. Daarnaast zijn ze ook van groot belang voor een betere controle van het 'stand-still' principe. Dit juist in de komende jaren in verband met de verdere uitbreiding van industriële activiteiten in het stroomgebied van beide rivieren, waaronder kerncentrales. Aan dit onderwerp is in de afgelopen periode reeds veel gedaan. Toch blijven er nog veel vraagpunten open, zodat verder onderzoek in de komende jaren noodzakelijk is. Dit onderzoek dient gericht te zijn op het vinden van mathematische betrekkingen waarmee recente waterkwaliteitsontwikkelingen kunnen worden aangetoond en (toekomstige) waterkwaliteitsvariëaties kunnen worden voorspeld. Verder dient het onderzoek gericht te zijn op het uitbouwen en perfectioneren van reeds bestaande waterkwaliteitsmodellen voor Rijn en Maas waarmee toekomstige waterkwaliteitsontwikkelingen als gevolg van voorgenomen saneringen of nieuwe lozingen kunnen worden voorspeld [onder andere 14].

● *Incidentele verontreiniging*

Incidentele verontreinigingen treden op de Rijn en Maas helaas nog onnodig vaak op. Voor beide rivieren zijn door Rijkswaterstaat

calamiteitsmodellen ontwikkeld en sinds kort operationeel. Beide modellen bestrijken een groot deel van het internationale stroomgebied. Met deze modellen is het mogelijk te voorspellen wanneer een incidentele verontreiniging het innamepunt bereikt, hoe lang de passageduur zal zijn en met welke concentraties rekening moet worden gehouden. Beide modellen zullen in de komende jaren getoetst en geperfectioneerd moeten worden. Het Rijnmodel is reeds ter beschikking gesteld aan belanghebbende drinkwaterbedrijven; het Maasmodel zal naar verwachting dit jaar ter beschikking worden gesteld.

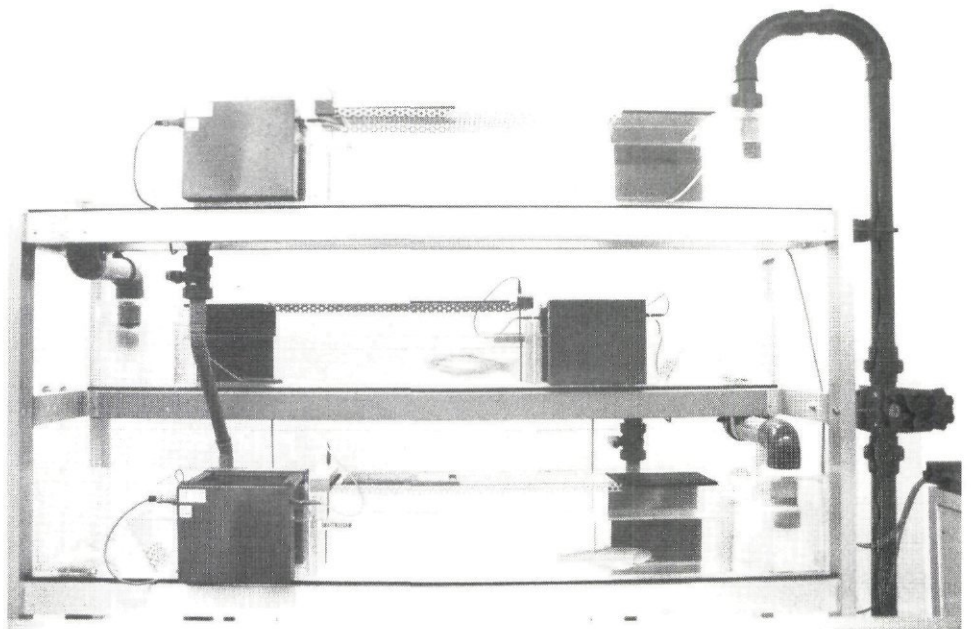
Samenvattend kan worden gesteld dat de ideale situatie voor de bekkenbeheerder in de toekomst er zo uitziet dat ontwerp en beheer kunnen plaatsvinden op basis van direct beschikbare en accurate feiten en voorspellingen ten aanzien van kwaliteit en kwantiteit. Inzet van computerfaciliteiten en modellen is hiervoor een vereiste.

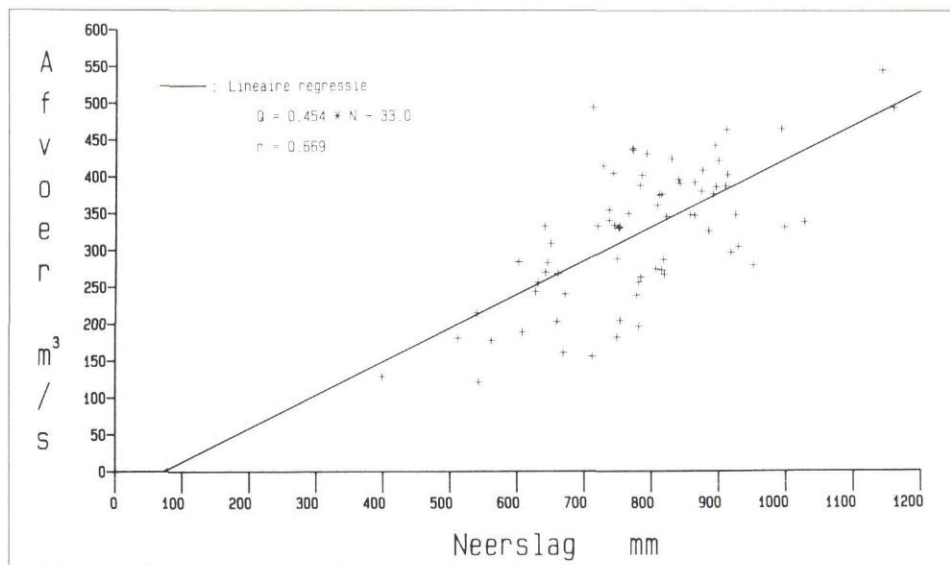
Gericht bronbeheer

Door het internationale karakter van de Rijn en de Maas en economische beperkingen is het niet realistisch om op korte termijn een algehele sanering van de lozingen te verwachten.

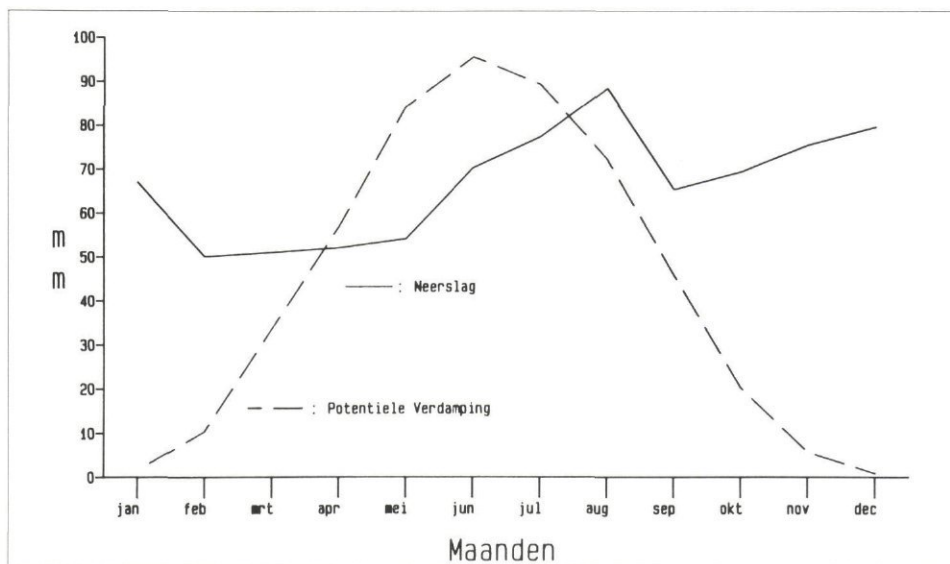
Het stellen van prioriteiten op basis van de knelpunten per sector is daarom mijns inziens noodzakelijk. De haalbaarheid kan worden vergroot door de prioriteiten telkenmale voor een beperkte periode vast te stellen (bijvoorbeeld voor 5 jaar). Hiernaast kunnen voorlopige prioriteiten voor de daaropvolgende periode worden vastgesteld.

Foto 4 - Het biologisch bewakingssysteem met forellen (Biesbosch-bekkens).



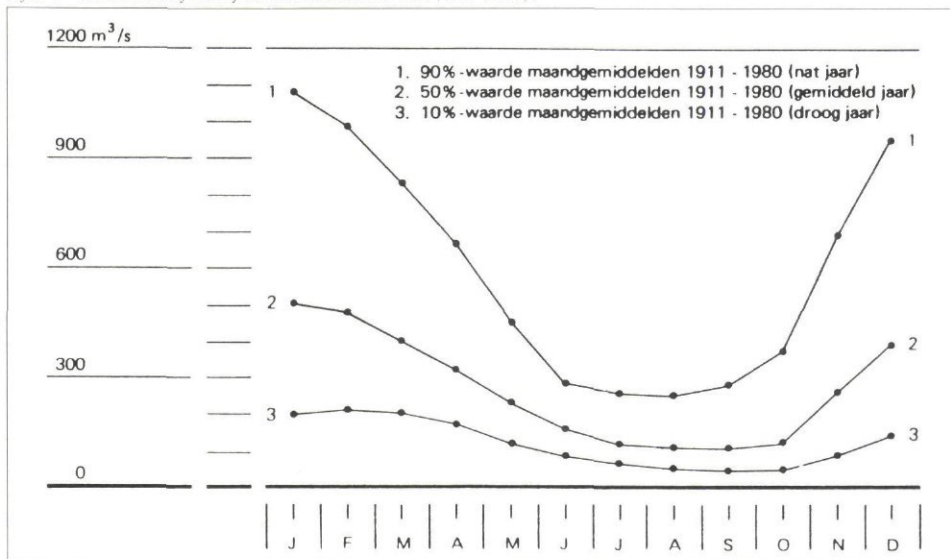


Afb. 2 - Jaarafvoer Maas te Lith als functie van de jaarlijkse neerslagsommen te De Bilt (1911-1983).



Afb. 3 - Gemiddelde maandelijkse neerslag en potentiele verdamping te De Bilt (1951-1980).

Afb. 4 - Gestileerde afvoerlijnen voor de Maas te Lith (1911-1980).



De (voorlopige) prioriteiten dienen technisch-wetenschappelijk zo verantwoord en controleerbaar mogelijk te zijn. Zij omvatten voor de drinkwatersector die verontreinigingen die met de huidige wijze van oppervlaktewaterwinning in de komende perioden knelpunten vormen. Het is aan te bevelen dat de drinkwatersector ook zelf nagaat welke lozingen gesaneerd dienen te worden om de gestelde prioriteiten te realiseren. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van de reeds ontwikkelde kwaliteits- en calamiteitsmodellen voor de Rijn en Maas en de grote hoeveelheid geïnventariseerde gegevens omtrent lozers in de beide stroomgebieden.

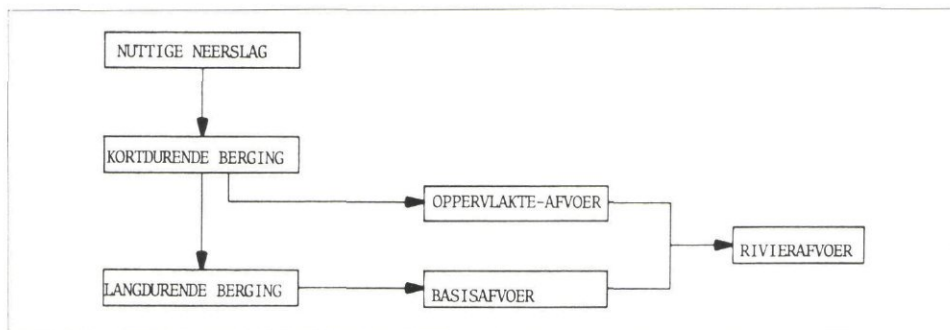
Dit maakt het mogelijk om naast het internationaal overheidsoverleg zelf direct contact op te nemen met de betrokken lozers op een wijze zoals is geschied in de Parijse regio [6].

De aanpak zoals hier geschetst is reeds op gang gekomen in het kader van het overleg tussen België en Nederland in de technische Maascommissie. Desgevraagd hebben de betrokken Maasbedrijven aan de Nederlandse overheid elk een lijst met (voorlopige) knelpunten overhandigd. Voor de Biesbosch-bekkens wordt op dit moment aan een computermodel gewerkt waarmee, afhankelijk van het gewenste leveringsvermogen in een bepaalde periode, in deze lijst met knelpunten prioriteiten kunnen worden aangegeven (project herberekening leveringsvermogen). Ook kan worden gewezen op het directe overleg dat door de Samenwerkende Rijn- en Maasbedrijven RIWA met de Franse autoriteiten wordt gevoerd in verband met de bouw van de kerncentrales te Chooz. Tenslotte past in deze benadering ook het onderzoek naar de lozingen op de Rijn waartoe het College van B en W van Rotterdam eind 1984 heeft besloten in verband met de slibproblematiek in het havengebied. Rotterdam wil in het kader van dit onderzoek met de industrieën langs de Rijn zogenaamde sanerings-overeenkomsten sluiten.

4. Afvoervoorspelling

Neerslag kan niet zonder meer in afvoer worden vertaald. Dit wordt geïllustreerd door afb. 2, waarin voor de periode 1911-1983 de jaarlijkse neerslagsommen te De Bilt zijn uitgezet tegen de gemiddelde jaarlijkse afvoer van de Maas te Lith. Uit een regressie-analyse blijkt dat de afvoer van de Maas duidelijk significant is gerelateerd aan de neerslag in De Bilt.

Uit afb. 2 blijkt echter ook een flinke spreiding rond de lineaire regressielijn. Hiervoor is een groot aantal oorzaken aan te wijzen, waarvan er hier enkele belangrijke zullen worden geanalyseerd.



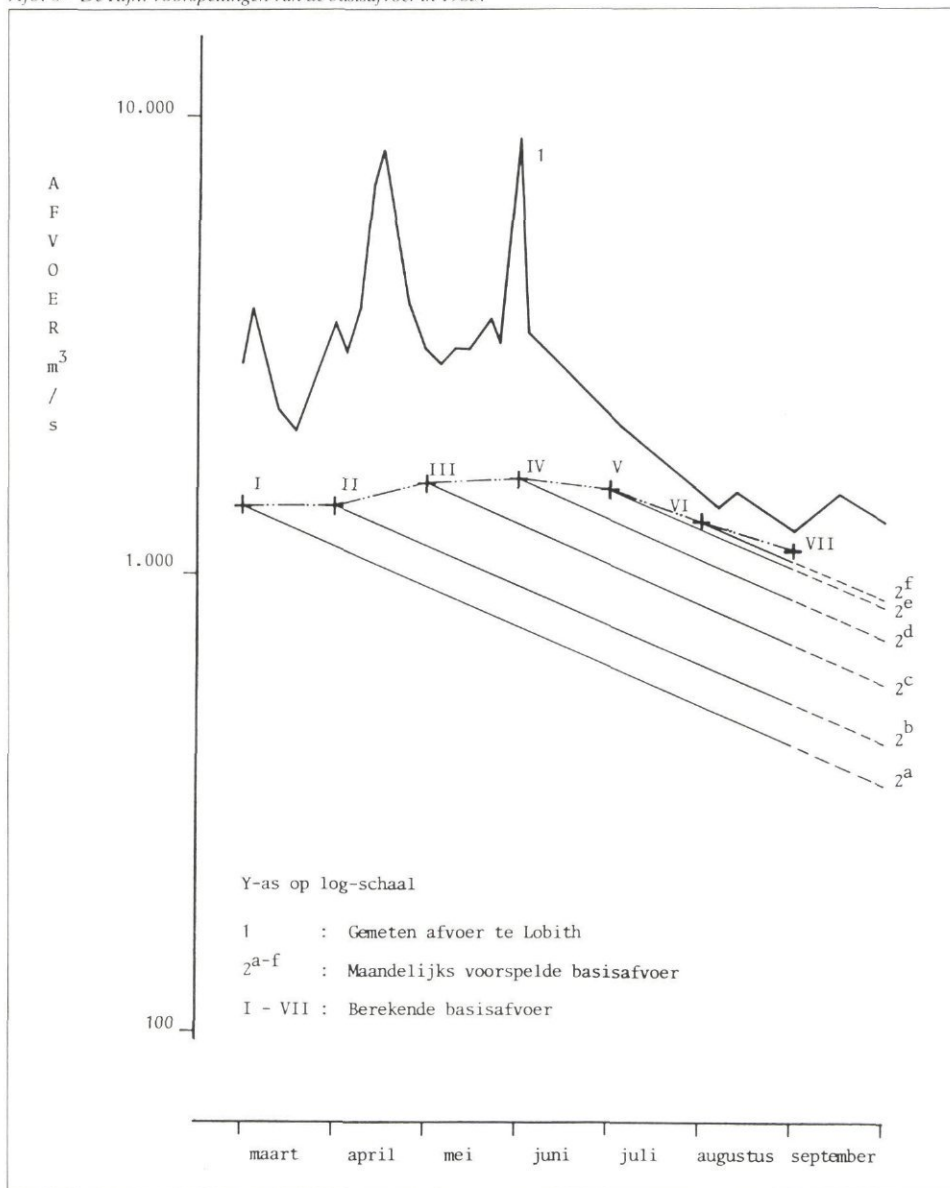
Afb. 5 - Sterk vereenvoudigd schema neerslag-afvoer.

• De spreiding van de neerslag over het stroomgebied

Binnen het stroomgebied van de Maas zullen er grote verschillen kunnen optreden in de neerslag, zowel wat betreft de jaarlijkse neerslagsommen als de neerslagduur en -intensiteit in een bepaald tijdsbestek.

Deze neerslagverschillen worden veroorzaakt door effecten als de afstand tot de zee en de hoogteligging. In de Ardennen bijvoorbeeld zijn er plaatsen waar er als gevolg van deze effecten jaarlijks bijna 2 x zoveel neerslag valt als in De Bilt [15].

Afb. 6 - De Rijn: voorspellingen van de basisafvoer in 1983.



• De spreiding in de afvoercondities

De plaatselijke omstandigheden bepalen in hoge mate in hoeverre en wanneer de gevallen neerslag tot afvoer komt. Hierbij spelen vele factoren een rol, zoals de soort en de mate van begroeiing, de bodemhelling en -samenstelling, de aanwezigheid van ondoorlatende lagen, plaatselijke onttrekkingen, enz. In samenhang met de spreiding van de neerslag over het stroomgebied betekent de spreiding in de afvoercondities dat het voor de gemiddelde afvoer in een bepaald jaar veel zal uitmaken *waar* de neerslag overwegend valt.

• De spreiding van de nuttige neerslag over het jaar

De nuttige neerslag, het verschil tussen neerslag en verdamping, is ongelijkmatig over het jaar verdeeld. Afb. 3, waarin de gemiddelde maandelijkse neerslag en potentiële verdamping voor De Bilt zijn uitgezet, maakt dit duidelijk [16].

In de lentemaanden en in de gemiddeld relatief natte zomermaanden is er slechts een klein neerslagoverschot of zelfs een neerslagtekort. Het verloop van de nuttige neerslag over het jaar weerspiegelt zich duidelijk in het afvoerregime van een typische regenrivier als de Maas zoals blijkt uit de in afb. 4 gestileerde afvoerlijnen voor een droog, gemiddeld en nat jaar.

Dit betekent, dat het voor de gemiddelde afvoer in een bepaald jaar ook veel zal uitmaken *wanneer* de neerslag overwegend valt, in het winter- of in het zomerhalfjaar.

Uit het voorgaande blijkt dat het berekenen van de afvoer uit de neerslag gecompliceerd is, zelfs als men de neerslagverdeling nauwkeurig kent. Betreft men hierbij ook nog de tot op heden zeer ongewisse neerslagvoorspelling dan is het duidelijk dat de problematiek zeer groot wordt. Toch zijn er zeer recent voor de Rijn en Maas enkele afvoervoorspellingsmethodieken ontwikkeld met voor de drinkwatersector interessante toepassingsmogelijkheden. Het gaat hierbij om korte- en lange termijn voorspellingsmethoden.

Korte termijn afvoervoorspelling

Voor de Rijn beschikt Rijkswaterstaat over een model dat de afvoer alsmede de waterstand te Lobith enkele dagen vooruit kan voorspellen. De voorspelling is gebaseerd op de in voorafgaande 3 tot 5 dagen gemeten afvoeren en neerslagsommen in een deel van het stroomgebied bovenstrooms van Lobith [17]. Voor de Maas beschikt Rijkswaterstaat over een hoogwaterafvoervoorspellingsmodel dat hoge afvoeren te Borgharen circa 30 uur vooruit kan voorspellen [18]. Verder werkt Rijkswaterstaat aan een model dat op basis van een uitgebreide hydrologische

beschrijving van het stroomgebied van de Maas de totale afvoer van de Maas te Monsin in droge en zeer droge tijden moet kunnen voorspellen. De voorspelling moet een week tevoren met een betrouwbaarheid van 90% gegeven kunnen worden. Dit model komt in de loop van 1985 gereed [19].

Deze drie modellen hebben met elkaar gemeen de korte periode waarover een betrouwbare voorspelling kan worden gegeven.

Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door het niet beschikbaar zijn van betrouwbare gedetailleerde neerslagvoorspellingen per deelstroomgebied.

Lange termijn afvoervoorspelling

Ondanks het ontbreken van betrouwbare neerslagvoorspellingen is men er recent in geslaagd een methode te ontwikkelen waarmee althans de ondergrens van een deel

van de totale afvoer, de basisafvoer, maanden vooruit betrouwbaar kan worden voorspeld [20].

In afb. 5 is het begrip basisafvoer, zoals gehanteerd in deze methode, aanschouwelijk gemaakt. Van de nuttige neerslag komt een deel vrijwel direct tot afvoer, meer naarmate de bodem onder een grotere helling ligt en een grotere ondoorlaatbaarheid heeft. Dit is de oppervlakteafvoer. Het resterende deel, de basisafvoer, komt als gevolg van berging, bijvoorbeeld in de ondergrond of stuwmuren, pas onder grote vertraging tot afvoer.

In perioden met veel neerslag kan de totale afvoer vele malen groter zijn dan de basisafvoer. Na een langdurige droge periode echter zal de totale afvoer de basisafvoer gaan benaderen.

Met het door Rijkswaterstaat ontwikkelde berekeningsmodel kan voor de Rijn en in mindere mate voor de Maas, als uitgangs-

waarde het aandeel van de basisafvoer in de gemeten totale afvoer op een bepaald tijdstip worden berekend. Vertrekkend van deze uitgangswaarde kan vervolgens, op basis van het uit empirische waarnemingen bekende uitputtingsverloop van de totale berging in het stroomgebied, worden voorspeld wat de theoretische minimum basisafvoer in de komende maanden zal zijn.

De totale afvoer zal deze minimum basisafvoer gaan naderen als er na de dag van de voorspelling weinig neerslag van betekenis meer valt. De totale afvoer zal echter nooit onder de basisafvoer dalen, zodat dus maanden tevoren reeds bekend is op welke afvoer minimaal kan worden gerekend.

Meestal valt er na de dag van de voorspelling wel neerslag waarmee de berging weer wordt aangevuld en dus de basisafvoer wordt verhoogd. Door regelmatig herhalen van de berekeningen kan de basisafvoer gaande het seizoen steeds nauwkeuriger worden voorspeld. Op grond van de in het verleden opgetreden werkelijke basisafvoeren kan bovendien met behulp van een statische analyse tevens een verwachtingswaarde met een zekere overschrijdingskans voor de werkelijke basisafvoer worden opgegeven.

In afb. 6 is de methode aanschouwelijk gemaakt aan de hand van de door Rijkswaterstaat in 1983 voor de periode 1 maart - 1 augustus maandelijks voor de Rijn verstrekte voorspellingen.

In deze afbeelding zijn op logaritmische schaal de volgende gegevens uitgezet:

- de werkelijk opgetreden totale afvoer (lijn 1)
- de werkelijke basisafvoer (de punten I - VII)
- de maandelijks voorspelde theoretische minimum basisafvoer (de lijnen 2a-f).

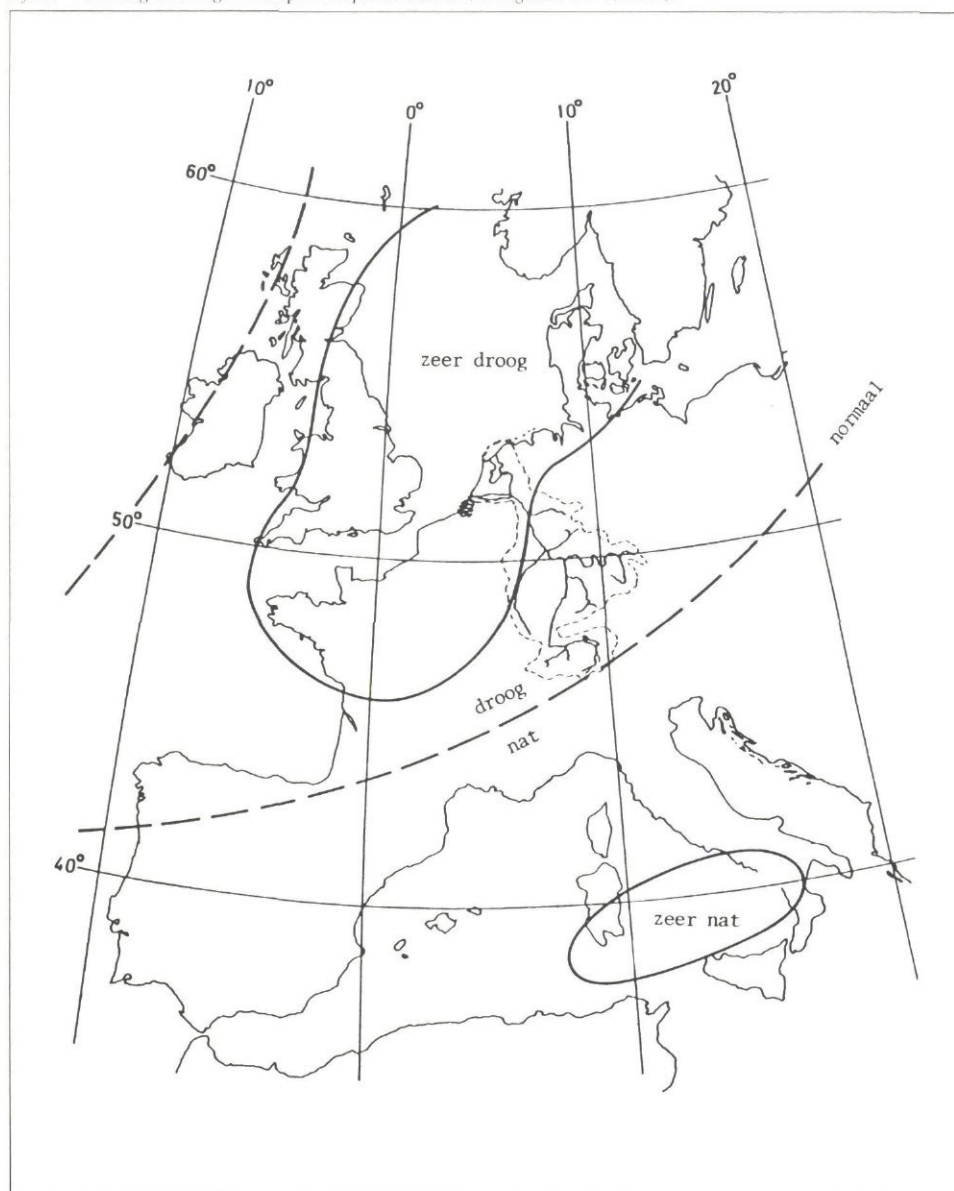
In 1983 was het voorjaar erg nat, waardoor de theoretische minimum afvoer maandelijks flink naar boven kon worden bijgesteld terwijl de totale afvoer ver boven de werkelijke basisafvoer bleef. De zomermaanden juni, juli, en augustus daarentegen waren droog zodat de totale afvoer de basisafvoer ging naderen.

Ook voor deze methode geldt dat het ontbreken van betrouwbare neerslagvoorspellingen een cruciaal punt vormt in de mogelijkheden tot verdere ontwikkeling. In het volgende hoofdstuk wordt daarom nader op de neerslagvoorspellingen ingegaan.

5. Neerslagvoorspelling

Zoals in het vorige hoofdstuk uiteengezet zijn betrouwbare neerslagvoorspellingen op korte en lange termijn voor het maken van accurate afvoervoorspellingen van groot belang. Welke mogelijkheden zijn er thans en welke toekomstige ontwikkelingen zijn er te verwachten? [21]

Afb. 7 - Neerslagverdeling in Europa in de periode maart t/m augustus 1976 (uit 24).



Neerslagvoorspellingen op de korte termijn

Op basis van een Europees computermodel kan de neerslag thans tot circa 6 dagen vooruit worden voorspeld. De betrouwbaarheid van de voorspelling neemt naarmate meer dagen vooruit wordt gekeken sterk af. Geschat wordt, dat fouten die nu reeds na één dag ontstaan in de toekomst kunnen worden uitgesteld tot 4 dagen. Afhankelijk van verdere ontwikkelingen mag er hoop bestaan op bruikbare voorspellingen over een periode van twee weken. De vooruitzichten op voorspellingen tot één maand vooruit zijn echter vaag [22].

Neerslagvoorspellingen over meerdere maanden

Als het al onmogelijk is de neerslag over meerdere dagen met redelijke betrouwbaarheid te voorspellen, dan lijkt voorspelling over meerdere maanden een utopie. Bedacht moet echter worden dat het bij voorspellingen over meerdere maanden niet gaat om het per dag voorspellen van de neerslag maar om het aangeven of er een droge, gemiddelde of natte periode aankomt. Interessant voor de waterleidingbedrijven zijn in dit verband twee studies die zijn gedaan naar de oorzaken van de lage Rijnaafvoeren van 1959-1960, 1963-1964 en 1976 [23, 24]. Uit deze studies is gebleken dat het weer in Europa in deze droge jaren werd gedomineerd door abnormale stabiele hogedruk gebieden boven West- en Midden-Europa. Deze hogedrukgebieden veroorzaken droogte omdat door dalende luchtbewegingen aan de oostzijde ervan zowel de lokale buivorming als de grootschalige frontale storingen worden onderdrukt.

Afb. 7 illustreert de neerslagverdeling boven Europa in 1976. Het droge tot zeer droge gebied viel ongeveer samen met een gemiddeld gezien over de lente- en zomerperiode abnormaal stabiel hogedruk gebied waarvan het centrum boven de Britse eilanden lag.

De vraag is nu waarom in de genoemde jaren deze abnormale hogedruk gebieden boven Westeuropa lagen en zo stabiel bleven. Zou het antwoord op deze vraag eenduidig kunnen worden gegeven dan zou het voorspellen van droge zomers in het verschiet komen.

Het is mijns inziens van groot belang voor de waterleidingbedrijven verder onderzoek in deze richting te stimuleren en te steunen. Het KNMI blijkt duidelijk geïnteresseerd te zijn in een dergelijke samenwerking.

Neerslagvoorspelling over meerdere jaren

Gezien het voorgaande is het duidelijk dat er thans geen mogelijkheden zijn om de neerslag over meerdere jaren te voorspellen. Dit betekent echter niet dat er helemaal niets

kan worden gezegd over de neerslag in komende jaren.

Verondersteld wordt dat het gemiddelde klimaat in Nederland na het einde van de kleine ijstijd (± 1700) niet wezenlijk is gewijzigd [25].

Dit betekent dat aan de hand van de beschikbare neerslagreeksen van de afgelopen eeuwen in principe kan worden nagegaan welke extremen in de neerslag kunnen optreden. De oudste neerslagreeksen in Nederland zijn die van Zwanenburg-Hoofddorp (1735-heden) en De Bilt (1849-heden).

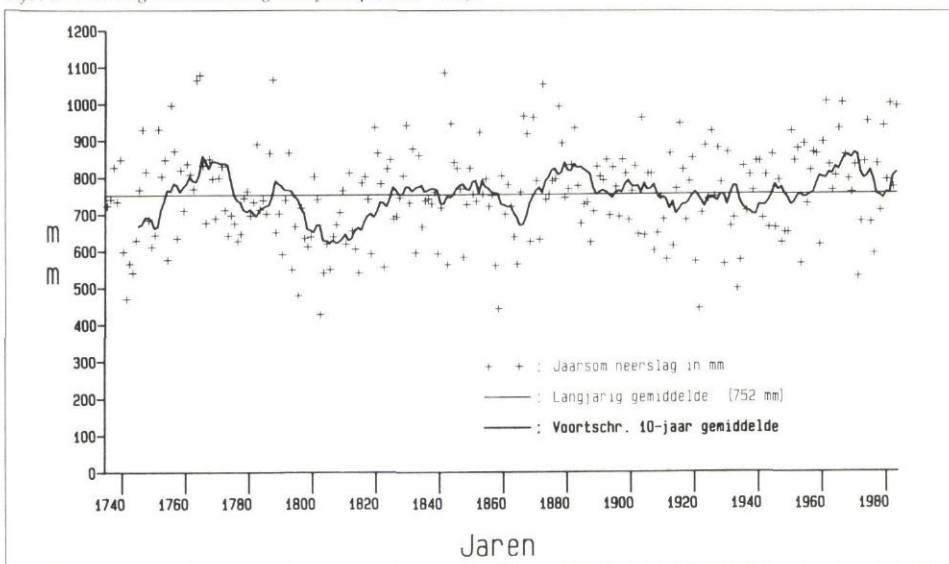
Deze neerslagreeksen zijn weergegeven in afb. 8 en 9 tezamen met het langjarig gemiddelde, voortschrijdend tienjarig gemiddelde en, voor de reeks van De Bilt, de lineaire regressielijn.

Uit de lineaire regressielijn van De Bilt blijkt dat deze neerslagreeks een stijgende tendens

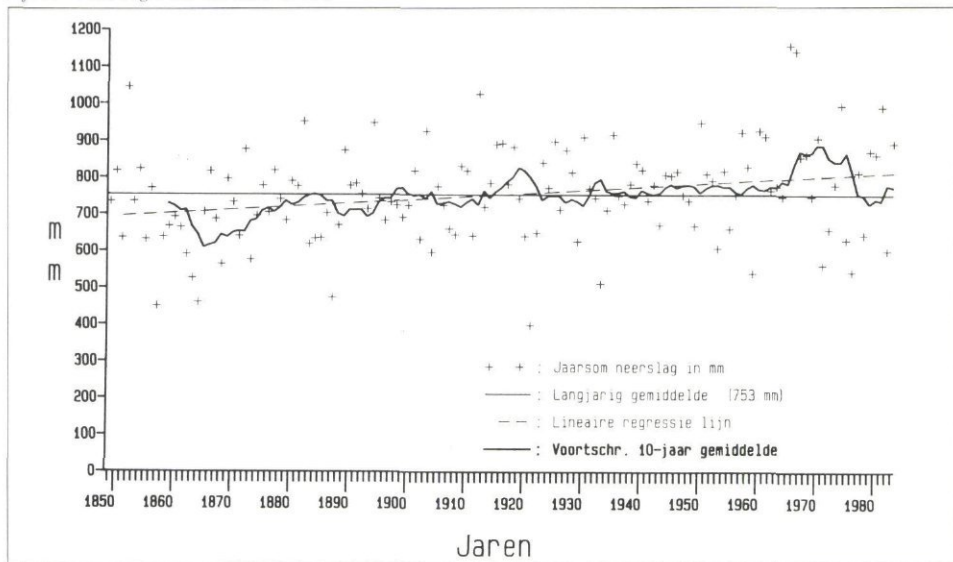
vertoont. De ruim honderd jaar langere meetreeks van Zwanenburg-Hoofddorp vertoont daarentegen geen significante stijging. Opvallend is echter de vrij sterke niet periodieke golfbeweging die het voortschrijdend tienjarig gemiddelde van beide meetreeksen vertoont.

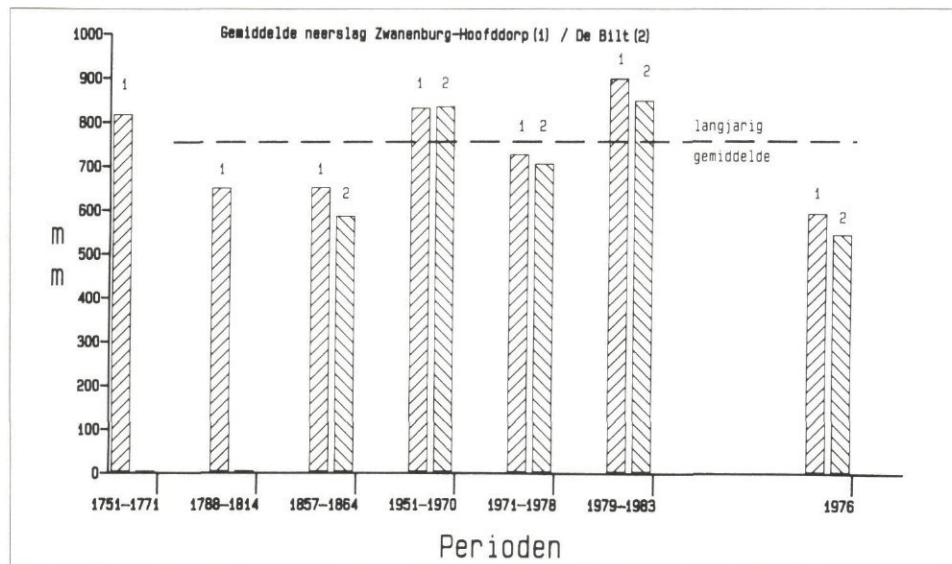
Hieruit blijkt dat meerjarig natte tot zeer natte en meerjarig droge tot zeer droge perioden kunnen voorkomen. Om dit nader te onderzoeken is in afb. 10 de gemiddelde neerslag van enkele belangrijke droge en natte perioden van de beide meetreeksen in vergelijking tot het langjarig gemiddelde en in vergelijking tot de neerslag van het recente zeer droge jaar 1976 uitgezet. Uit deze afb. blijkt dat de gemiddelde neerslag in de droge perioden 1788-1814 en 1857-1864 dicht lag bij de neerslag van het enkelvoudige droge jaar 1976! Bovendien blijkt uit deze afb. dat de recente droge periode 1971-1978, die ook

Afb. 8 - Neerslag te Zwanenburg-Hoofddorp (1735-1983).



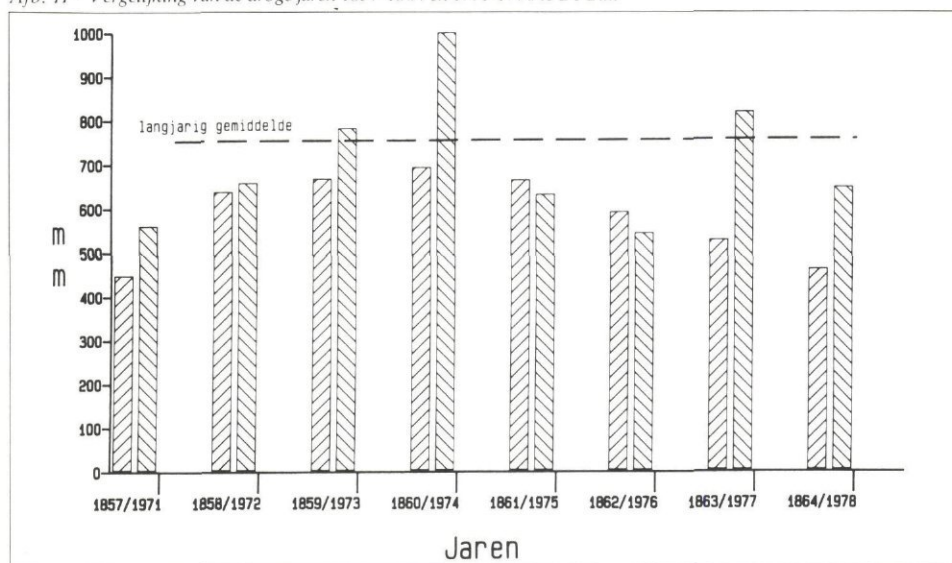
Afb. 9 - Neerslag te De Bilt (1849-1983).





Afb. 10 - Enkele natte en droge meerjarige perioden in vergelijking met 1976.

Afb. 11 - Vergelijking van de droge jaren 1857-1864 en 1971-1978 te De Bilt.



voor de grondwaterstand in Nederland duidelijke consequenties heeft gehad, historisch gezien gemiddeld niet buitengewoon droog is geweest.

Om dit nader te toetsen zijn in afb. 11 de afzonderlijke jaren van de even lange droge perioden 1857-1864 en 1971-1978 met elkaar vergeleken. Uit deze afb. blijkt duidelijk het verschil tussen de 2 droge perioden. In de periode 1857-1864 lagen in De Bilt de neerslagsommen alle onder het langjarig gemiddelde terwijl in de periode 1971-1978 de jaren 1973, 1974 en 1977 boven het langjarig gemiddelde uitkwamen. In de droge periode 1857-1864 kwamen verder drie jaren voor (1857, 1863, 1864) met een geringere neerslag dan 1976! Uit deze neerslaganalyse blijkt dat bij het ontwerp van grond- en oppervlaktewater-

winningssystemen rekening moet worden gehouden met een aaneengesloten periode van jaren die nóg droger kunnen zijn dan de recente droge periode 1971-1978. Tenslotte kan nog worden gewezen op de vrij sterke golfbeweging in de neerslag de afgelopen 35 jaar. De natte periode tussen 1950 en 1970, met de uitschieters 1966 en 1967 werd opgevolgd door de droge periode 1971-1978, die op zijn beurt weer werd opgevolgd door de natte periode 1979-heden.

6. Conclusies

- Hét sterke punt van spaarbekkens is dat zij, mits goed ontworpen en beheerd, een nieuwe en kwalitatief zeer goede bron voor de drinkwatervoorziening vormen.
- Hét zwakke punt van spaarbekkens is het maatschappelijk problematische ruimtebeslag. Dit vraagt om een simultane

toepassing van gericht bekkenbeheer en gericht bronbeheer.

- Gericht bekkenbeheer: hiervoor zijn direct beschikbare en betrouwbare voorspellingen van de afvoer, van variaties en ontwikkelingen in de waterkwaliteit en van het verloop van incidentele verontreinigingen nodig. Dit vereist in de komende jaren intensief verder onderzoek.

- Gericht bronbeheer: dit betekent het stellen van reële prioriteiten voor sanering van Rijn en Maas vanuit de knelpunten in het leveringsvermogen van spaarbekkens en andere systemen. Met deze prioriteiten dienen de lozers ook rechtstreeks te worden benaderd.

- Tenslotte: het vroegtijdig kunnen voorspellen van een zeer droog zomerhalfjaar als in 1976 is een algemeen belang van grond- en oppervlaktewaterbedrijven. Uitdieping van de mogelijkheden in deze in samenwerking met het KNMI is zeer zinvol te achten.

Woord van dank

Gaarne dank ik de heer ir. J. M. J. Waals voor zijn gewaardeerde bijdragen in het analyseren van het cijfermateriaal en het samenstellen van de afbeeldingen.

Literatuur

1. Oskam, G. (1980). *Berging van oppervlaktewater in open bekkens*. H₂O, 13 (1980), blz. 189-197.
2. Oskam, G. (1983). *Microbiologische processen in spaarbekkens*. H₂O, 16 (1983), blz. 150-155.
3. Oskam, G. (1982). *Quality aspects of the Biesbosch reservoirs*. AQUA 0497-0504.
4. Souteyrand, C. (1983). *Le producteur d'eau face aux pollutions*. La Technique de l'Eau et de l'Assainissement, 433/434, 27-32.
5. Dutang, M. et al. (1983). *Stratégie opérationnelle de lutte contre les pollutions pour assurer la sécurité de l'alimentation en eau: solutions mises en oeuvre dans la région Parisienne*. Water Supply, Vol. 2, Brussels 'C', 71-82.
6. Mallevalle, J. et al. (1983). *Etude de comportement des filières de traitement à l'égard des pollutions accidentales*. La Technique de l'Eau et de l'Assainissement, 433/434, 7-13.
7. Damez, F. and Rapinat, M. (1982). *Construction criteria of Méry-sur-Oise storage basin - Improvements in water quality obtained*. AQUA, 0397-0406.
8. Dessery, S. et al. (1983). *Influence sur la qualité de l'eau d'une courte rétention dans un bassin déstratifié: Méry-sur-Oise*. Revue Française des Sciences de l'Eau, 2, 239-253.
9. Menxel, F. van (1983). *The protection of water production installations - a case study*. Water Supply, Vol. 2, Brussels 'C', 137-143.
10. Marivoet, J. L., and Craenenbroeck, W. van (1983). *The use of a water quality forecasting model for the control of drinking water intake points*. Water Supply, Vol. 2, Brussels 'C'.
11. Craenenbroeck, W. van et al. (1983). *Protecting the drinking water production for Antwerp - pollution incidents investigation 1972-1982*. Water Supply, Vol. 2, Brussels 'C', 95-106.
12. Collinge, W. K. and Davis, J. M. (1975). *A survey of British reservoirs with examples of fluctuations in stored water volume: Proceedings of a symposium The effects of Storage on Water Quality*. Reading University, March 1975.
13. Jamieson, D. G. and Nicolson, N. J. (1984). *Water resources of the Thames basin: quantitative and qualitative aspects*. Journal of the Institution of Water Engineers and Scientists, Vol. 38, 379-391.
14. Pagee, J. A. van (1983). *Water quality modelling of the*

● Slot op pagina 270