

Het spaarbekkenproject „Brabantse Biesbosch”

I. Verantwoording

In het kader van deze vakantiecursus over de Maas moet onderstaande verhandeling worden gezien als een case study. Het geeft verslag van de algemene opzet, de uitgangspunten, de grondslagen voor de capaciteitsberekeningen, de verwerking hiervan en de uitkomsten van het momenteel in uitvoering zijnde spaarbekkenproject in de Brabantse Biesbosch.

De bekkens zullen voornamelijk worden gevoed met water uit de Maas en zullen in hoofdzaak dienen voor de drink- en industriewatervoorziening van Zuid-West-Nederland, te weten Rotterdam en omgeving, Noord-West Brabant en Zeeland. Het project is in teamverband opgezet door ingenieurs en chemici van de gemeente drinkwaterleiding van Rotterdam. Een belangrijk onderdeel in het werk heeft het Waterloopkundig Laboratorium te Delft gehad, terwijl op een bepaald onderdeel, de diffusie van Rijnwater stroomopwaarts in het Amerbekken, de Deltadienst van de Rijkswaterstaat heeft geadviseerd.

Voorts heeft veel overleg plaats gevonden met het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening. Ten aanzien van de planologie heeft een zich nog steeds continuerend overleg plaats gevonden met diverse instanties en personen. Hiervan zal in dit artikel echter slechts terloops gewag worden gemaakt. Ook de ontwerp- en uitvoeringstechnische zijden van het project zullen hier niet worden behandeld.

II. Inleiding

Het plan is in eerste instantie opgezet ten behoeve van de drink- en industriewatervoorziening van Rotterdam en omgeving. Deze is, bij gebrek aan zoet grondwater en duingebieden vanaf de aanvang in 1874 tot op heden gebaseerd op het gebruik van oppervlaktewater, in casu aangevoerd door de Rijn. In het begin van de vijftiger jaren werd duidelijk, dat het bestaande zuiveringsbedrijf, gelegen aan de Nieuwe Maas, direkt bovenstrooms van Rotterdam, eerlang zijn maximale leveringsvermogen zou bereiken. Ook was duidelijk dat de vervuiling van de Rijn dermate was, dat perioden van lage afvoer moesten kunnen worden overbrugd. Dit kon binnen het in aanmerking komende gebied slechts plaats vinden door middel van spaarbekkens.

Zo verscheen in 1955 het rapport Brielse Meer waarin werd aanbevolen om, met handhaving van het bestaande zuiveringsbedrijf, een nieuw te bouwen aan het Brielse Meer, dit zodanig aanpassend, dat hierop een peilvariatie mogelijk werd waardoor de gewenste overbrugging kon worden verkregen.

Kort nadien ontstond het zeer snel tot uitvoering gekomen plan tot aanleg van het haven- en industriegebied Europoort. Als gevolg hiervan kon het Brielse Meer niet meer dienstbaar gemaakt worden aan de drinkwatervoorziening en moest naar een andere oplossing worden gezocht.

In 1958 kon een aanvullend rapport worden uitgebracht, waarin werd geadviseerd om op het eiland Berenplaat een nieuw zuiveringsbedrijf te bouwen met aangrenzend spaarbekken, waardoor een periode van lage rivierafvoer

ter lengte van circa een maand zou kunnen worden overbrugd.

Bij de beschouwingen was reeds korte aandacht geschonken om in de toekomst, bij eventueel verdergaande verslechtering van de kwaliteit van het Rijnwater, over te gaan tot aanleg van spaarbekkens in Biesbosch of Zeeuwse Meer. Dat deze verdergaande verslechtering daadwerkelijk heeft plaats gevonden is genoegzaam bekend.

In de jaren 1961 tot 1966 werd het Berenplaatbedrijf gebouwd. Inmiddels vond in januari 1963 de beruchte zoutinvasie plaats, waarbij gedurende enkele dagen brak water uit de kraan kwam. Dit heeft ertoe geleid, dat in dat jaar de breed samengestelde Commissie Drinkwatervoorziening Rotterdam werd ingesteld, die tot taak kreeg te bestuderen op welke wijze in de periode tot aan het jaar 2000 de drinkwatervoorziening van dit gebied zou kunnen worden veilig gesteld, zodat enerzijds situaties als tijdens de zoutinvasie niet meer voor zouden komen en anderzijds de steeds weer terugkerende perioden van slechte smaak — vooral voorkomend bij lage rivierafvoer — zouden kunnen worden overbrugd.

Het in 1965 verschenen eindrapport bevatte een aantal conclusies en aanbevelingen, waarvan in de eerste plaats die inzake de drinkwaterbehoefte van het Rotterdamse gebied omstreeks het jaar 2000 kon worden genoemd. Deze werd globaal geraamd op 220 miljoen m³. Een andere conclusie was, dat het water van de Maas van betere kwaliteit is dan dat van de Rijn, doch dat de Maas als echte regenrivier gedurende lange perioden in de zomer een onvoldoende afvoer heeft. De perioden van zeer slechte bruikbaarheid van het Rijnwater bij lage afvoer en de perioden van lage afvoer van de Maas bedragen beide circa 5 maanden.

Hieruit volgde de conclusie dat, daar de watervoorziening bij voortdurend op het oppervlaktewater zou moeten worden gebaseerd, de problemen alleen door voorraadvoorziening konden worden opgelost.

Uit diverse onderzochte mogelijkheden kwam die tot het aanleggen van adequate spaarbekkens in de Brabantse Biesbosch duidelijk als beste naar voren. Deze worden in principe vanuit de Maas gevuld maar — en dit is één van de belangrijke punten van het Biesbosch gebied — ook vanuit de Rijn is dit mogelijk; het Maaswater via Bergse Maas en Amer, het Rijnwater via de Nieuwe Merwede. Bij de beoordeling van het plan door de Rijksoverheid bleek dit dermate aantrekkelijk, dat het verklaard werd tot een bovenregionaal project in het kader van de basisplannen voor de drinkwatervoorziening voor Nederland tot aan het jaar 2000. Dit hield in, dat het plan werd goedgekeurd onder de voorwaarde, dat het zo groot mogelijk moest worden opgezet teneinde hiervan naast het Rotterdamse voorzieningsgebied ook nog andere gebieden te kunnen laten profiteren. Met name Noord-West Brabant, Zeeland en het zuidwestelijk gedeelte van Zuid-Holland.

Verder moest bij de uitwerking van het plan rekening gehouden worden met de landschappelijke en recreatieve aspecten van het gebied. De landbouw is in het zuidelijk deel van de Biesbosch niet zo aantrekkelijk, doordat

ten gevolge van de geïsoleerde ligging de exploitatie economisch bijzonder moeilijk is. In dit gebied zou dus de landbouw kunnen worden opgeofferd. In het noordelijk deel zou met de landbouw echter wel rekening moeten worden gehouden. In dit gebied was ook al begonnen met ruilverkavelingswerken. Er is toen met deze voorwaarden als uitgangspunt een verdere diepgaande studie opgezet, waarbij gezocht moest worden naar de grootste bekkeninhoud, de meest optimale wijze van exploitatie en daardoor naar het grootste produktievermogen. Hierbij ontwikkelde zich het plan tot zijn huidige vorm, waaruit een leveringsvermogen resulteerde van 500 miljoen m³ per jaar. Hiervan is in principe 250 miljoen m³ per jaar gereserveerd voor Rotterdam en omgeving en de resterende 250 miljoen m³ per jaar voor de overige gebieden, hoofdzakelijk Noord-West-Brabant en Zeeland. In de zomer van 1969 werd de uiteindelijke goedkeuring door de Rijks Planologische Commissie verleend en in de eerste maanden van 1970 kon met de aanleg van de eerste bekkens en de bedrijfsterreinen worden begonnen. In het voorjaar van 1973 zal het project zover zijn gevord-

derd, dat met de waterlevering een aanvang kan worden gemaakt; in eerste instantie alleen aan Rotterdam, over enige jaren, afhankelijk van de behoefte, aan Noord-West-Brabant en Zeeland. De levering vindt plaats als ruw water dat door de afnemende waterleidingbedrijven in hun eigen zuiveringsbedrijven verder wordt behandeld tot drinkwater danwel als industriewater zal worden doorgeleverd.

Als beheersvorm voor het spaarbekkenbedrijf is de naamloze vennootschap gekozen. In deze vennootschap, de „NV Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch”, participeren de provincie Noord-Brabant en de gemeente Rotterdam elk voor 40 %. Met Zeeland worden onderhandelingen over deelname gevoerd.

III. Bedrijfsbeschrijving

In afb. 1 is een overzicht gegeven van het bedrijf. Het bestaat in hoofdzaak uit de volgende onderdelen:

1. Vier spaarbekkens, genaamd Zuiderklip, De Gijster, Honderd en Dertig en Petrusplaat — inheemse namen uit het gebied.

Afb. 1.



2. Zes pompstations, nl. de pompstations Spijkerboor, Kerkslot, Nieuwe Merwede, Honderd en Dertig, het lagedruk pompstation Petrusplaat en het transportpompstation.
3. Het bedrijfsterrein, gelegen bij het bekken Petrusplaat.

De bekkens

De vorm van de bekkens is bepaald door het landschap en de eerder genoemde planologische voorschriften. Deze bepaalden ook de maximaal aanvaardbare hoogte van de ringdijken, die voor alle bekkens NAP + 8,50 m bedraagt. De hoogste waterstand in de bekkens is NAP + 6,50 m.

De bekkens zijn zó diep uitgebaggerd, dat de stabiliteit van de aanwezige ondoorlatende bodemlaag (bekend als de formatie van Kedichem), van bijzondere waarde ter verhinderd van kwel uit de bekkens, niet in gevaar komt.

De functie van de bekkens Zuiderklip en De Gijster is die van voorraadbekken. In tijden van normale rivierafvoeren worden ze derhalve steeds maximaal gevuld gehouden via het pompstation Spijkerboor. In een droge periode, wanneer op een bepaald moment geen Maaswater meer kan worden ingepompt, wordt de aanwezige watervoorraad in de bekkens aangesproken totdat weer opnieuw water uit de rivier kan worden ingepompt. Het laagste niveau waartoe het bekken Zuiderklip kan zakken is NAP — 14,00 m. Voor de Gijster is dit NAP — 8,00 m. De oppervlakten bedragen respectievelijk 400 ha en 320 ha. De bijbehorende nuttige inhouds zijn $67,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ en $40,7 \times 10^6 \text{ m}^3$. Deze twee bekkens worden gebruikt en zijn ingericht als zgn. mengbekken, waarbij dus het ingepompte water zich in zo kort mogelijke tijd mengt met het aanwezige water. Hierdoor wordt een zo gelijkmatig mogelijke kwaliteit en langzame kwaliteitsvariatie gewaarborgd.

De bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat krijgen een geheel andere functie. Deze is voortgekomen uit de gunstige ervaringen, die sedert 1965 in het Berenplaatbekken zijn opgedaan ten aanzien van de fysische zelfreiniging bij een opslag van 3 à 4 weken en voldoende circulatie. De verbeteringen liggen vooral op het punt van vermindering van het gehalte aan zwevende stof, zuurstofverrijking, stijging van de zuurgraad, oxydatie van ammoniak, vermindering van het gehalte aan organische stof en verbetering van de smaak. Het werd waardevol geacht zelfreiniging ook in het Biesboschproject onder alle omstandigheden te effectueren. In de meest kritische perioden zullen echter de bekkens Zuiderklip en De Gijster vaak een laag niveau hebben en de gewenste verblijftijd niet kunnen bieden. Hiervoor speciaal zijn derhalve de bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat ingericht. Deze zijn respectievelijk 220 en 100 ha groot en hebben een bodemdpte, die in de Honderd en Dertig varieert van NAP — 6 m tot — 20 m en in de Petrusplaat NAP — 9 m bedraagt. De inhouds bedragen achtereenvolgens ca. $32 \times 10^6 \text{ m}^3$ en $13 \times 10^6 \text{ m}^3$. Het zijn dus geen voorraadbekken maar zgn. zuiveringsbekken. Zij zullen in principe steeds geheel gevuld zijn. (Het is nog mogelijk het niveau van de maximum stand van NAP + 6,50 m terug te brengen tot NAP + 1,00 m, doch hiervan zal slechts onder exceptionele omstandigheden gebruik worden gemaakt.) Bij de eerder genoemde waterlevering van $500 \times 10^6 \text{ m}^3$ per jaar zullen ze gezamenlijk onder alle omstandigheden aan het water de gewenste verblijftijd van circa 4 weken geven.

Waar deze bekkens de zelfreiniging als hoofddoel hebben is overwogen ze uit te voeren als verdringingsbekken, zoals het Berenplaatbekken. Om het daarmee gepaard gaande verlies aan inhoud als een gevolg van de te bouwen geleidedammen en de zeer aanzienlijke kosten van de aanleg daarvan te kunnen afwegen tegen de procestechnische voordelen, is het noodzakelijk deze nader te bestuderen. Hiertoe moet men het verloop van de zuiveringsprocessen als functie van de tijd kennen. Sommige processen kunnen worden gekenmerkt als zgn. processen van de eerste orde. Dat betekent, dat de verandering (afname) van de concentratie met de tijd afhankelijk is van de eerste macht der concentratie ofwel

$$-\frac{dc}{dt} = k \cdot c \quad (1)$$

c = concentratie; k = konstante

Een bekend voorbeeld van een dergelijk verloop is het afsterven van pathogene bacteriën.

Andere processen zijn van de nulde orde. Dat wil zeggen, dat de verandering met de tijd onafhankelijk van de concentratie is:

$$-\frac{dc}{dt} = k \quad (2)$$

Ammoniakafbraak verloopt hoofdzakelijk langs deze weg. Hierbij is k afhankelijk van de temperatuur. De meeste zelfreinigingsprocessen zijn nog onbekend. We beperken ons echter tot nulde en eerste orde processen en vergelijken de werking van een verdringingsbekken met die van een mengbekken, ervan uitgaande dat beide dezelfde verblijftijd hebben. Noemen we aanvangsconcentratie c_0 , de concentratie van een tijd T c_T en de

reinigingswerking $R = \frac{c_0}{c_T}$, dan kan worden afgeleid

uit de vergelijking 1:

voor een verdringingsbekken $R = e^{kT}$;

voor een mengbekken $R = 1 + k \cdot T$.

Een verdringingsbekken blijkt voor eerste orde processen sterk in het voordeel te zijn.

In de praktijk is een zuiver verdringingsbekken echter moeilijk te effectueren. Een goed effect kan echter al worden verkregen door de totaalinhoud van het bekken te verdelen over een aantal achter elkaar geschakelde kleinere eenheden, die elk voor zichzelf zuivere mengbekken zijn. Is R'' het zuiveringseffect van het totale systeem en η het aantal eenheden dan geldt

$$R'' = \left(1 + k \cdot \frac{T}{\eta}\right)^\eta$$

Uitgaande van dezelfde T kan bij bekende k voor verschillende η het zuiveringseffect worden berekend. Bij $\eta = \infty$ wordt R'' uiteraard gelijk aan R .

Indien omgekeerd bijvoorbeeld 99% reinigingseffect wordt gewenst, kan berekend worden hoe de totale verblijftijd van η achter elkaar geschakelde mengbekken zich verhoudt tot die van een absoluut verdringingsbekken.

$\eta = 1$	2	3	4	6	10	∞
T van η achter elkaar geschakelde mengbekkens	= 21	4	2,5	2	1,6	1,3
T van 1 absoluut verdringingsbekkens						1

Het blijkt dus dat bij eerste orde processen voor een zuiveringseffect van 99 % een mengbekkens 21 x zo groot moet zijn als een absoluut verdringingsbekkens. Bij verdeling in twee eenheden is dit nog maar 4 x. Dit effect is dus al zeer belangrijk. Bij verdere verdeling in eenheden wordt de verbetering steeds geringer.

Op parallel verlopende wijze kan worden uitgerekend dat er voor processen van de nulde orde geen verschil bestaat in reinigingseffect tussen een verdringingsbekkens en een mengbekkens.

Waar nu de zelfreiniging, zoals gezegd, in hoofdzaak bestaat uit zowel processen van de eerste als van de nulde orde en bovendien het totale zuiveringsbekkens reeds uit twee eenheden bestaat, de bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat, kon worden besloten geen verdere verdeling toe te passen.

De pompstations

Het hoofd-inlaatpompstation is gelegen aan het Spijkerboor.

Het heeft een maximum capaciteit van 42 m³ per seconde en onttrekt het water via Spijkerboor aan Bergsche Maas om het te verdelen over de voorraadbekkens Zuiderklip en De Gijster.

Menginstallaties, uitgevoerd als luchtbellenschermen zulen, tesamen met circulatiestromingen onder invloed van de wind, voor een goede doormenging zorgen.

Het pompstation Kerkvloot met een maximum capaciteit van 16,5 m³ per seconde zal het water doorpompen uit „De Gijster” naar Honderd en Dertig. Wanneer doorspoeling van de voorraadbekkens nodig is zal dit pompstation ook water uit De Gijster naar de Amer kunnen afvoeren. Tevens is het mogelijk hier water uit de Amer binnen te pompen in de bekkens Honderd en Dertig en De Gijster. Hiervan zal gebruik worden gemaakt in de periode, dat het inlaatpompstation Spijkerboor nog niet gereed is.

Een derde inlaatpompstation, capaciteit 16,5 m³ per seconde is gelegen aan de Nieuwe Merwede. Dit maakt het mogelijk Rijnwater via leidingen aan de zuidzijde in het procesbekkens Honderd en Dertig te pompen waar het zich kan mengen met het Maaswater, dat uit de voorraadbekkens komt. Ook zal dit pompstation bij een calamiteit of verstoring van ernstige aard het Rijnwater direkt naar het zuiveringsbedrijf kunnen sturen.

Voorts is er het pompstation Honderd en Dertig, dat het water via twee 1200 m lange leidingen met een inwendige diameter van 2000 mm naar het bekken Petrusplaat voert, eveneens met een leveringsvermogen van 16,5 m³ per seconde.

Dezelfde capaciteit heeft het pompstation, dat het water uit het bekken Petrusplaat door de installaties op het bedrijfsterrein voert naar het transportpompstation.

Dit laatste heeft een leveringsvermogen van 20 m³ per seconde met verschillende opvoerhoogten. Afhankelijk van de plaats waarheen het water wordt getransporteerd liggen deze tussen 30 m en 100 m.

Bedrijfsterrein Petrusplaat (zie afb. 2)

Naast de reeds genoemde pompstations bevinden zich hier de installaties, die nodig zijn om het water geschikt

voor transport te maken alsmede de controle, hulp- en algemene diensten.

Dit zijn:

1. de chloordosering. Alvorens het water wordt getransporteerd vindt een breekpuntchloring plaats.
2. de loogdosering dienende ter correctie van de hardheid.
3. de schakelwacht van waaruit bediening en controle in hoofdzaak plaatsvindt. Het bedrijf is in belangrijke mate geautomatiseerd, o.a. met behulp van een drietal bedrijfscomputers.

Het ligt in de bedoeling, om gedurende de nachten en de weekeinden onbemand te werken.

Voorts een dienstgebouw, waarin o.a. zijn ondergebracht de reparatiewerkplaatsen, magazijn, de noodstroominstallatie, de hoog- en laagspanningsinstallaties en de garage. Een hoofdgebouw met laboratorium, kantoren, kantine en vergaderruimte. En tenslotte een waterslagbuffervijver, die tevens als siervijver dienst doet.

Op het bedrijfsterrein is ruimte vrijgelaten voor het bouwen van filterinstallaties indien dit tegen de verwachtingen in mogelijk mocht blijken. Ook een viertal dienstwoningen hebben hier hun plaats gevonden.

Tenslotte is er nog een reserve-terrein van ca. 9 ha. Indien er ooit behoefte aan komt, kan hierop een drinkwaterzuiveringsbedrijf worden gebouwd.

IV. Parameters en randvoorwaarden ter bepaling van het leveringsvermogen

Kwantitatief

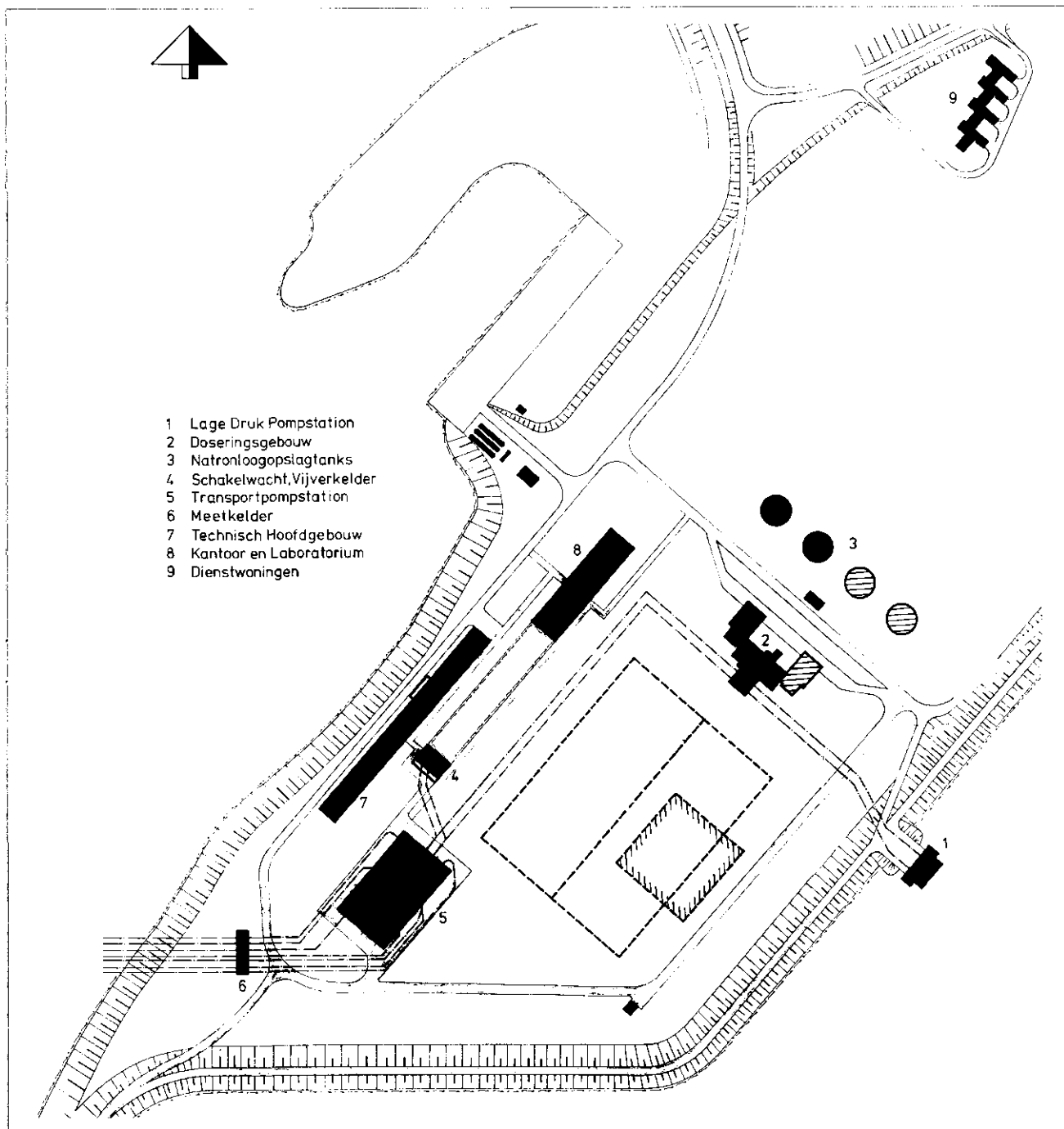
In de voorafgaande voordrachten is reeds gebleken, dat het leveringsvermogen van de Maas voor de drinkwatervoorziening niet onder alle omstandigheden onbeperkt is. Als zuivere regenrivier kent de Maas perioden van zeer lage afvoer, die tot praktisch nul kan teruglopen. Dit in tegenstelling tot de Rijn.

Voorts is het door het eutrophe karakter van het Maaswater wenselijk dat op het Amer-bekken de afvoer, wanneer deze een bepaalde waarde heeft bereikt niet extra wordt verlaagd door onttrekkingen. Door de Rijkswaterstaat is deze grenswaarde op 25 m³ per seconde gesteld. Dat wil zeggen, dat in de perioden dat de Maasafvoer ter plaatse lager is dan 25 m³ per seconde er in het geheel geen onttrekking mag plaatsvinden. Wanneer de afvoer boven 25 m³ per seconde ligt moet de onttrekking zodanig zijn, dat de restafvoer 25 m³ per seconde niet overschrijdt.

Uit kwantitatieve overwegingen zijn er aan de onttrekking van Maaswater voor de drinkwatervoorziening beperkingen opgelegd waardoor overbrugging (spaarbekkens) noodzakelijk is.

Kwalitatief

Hoewel niet in die mate als de Rijn is ook de Maas een rivier, die verontreinigd is door huishoudelijke en industriële afvalstoffen, terwijl ook vanuit de agrarische sector verontreiniging optreedt. Nagegaan moet worden



Afb. 2 - Bedrijfsterrein Petrusplaat.

in hoeverre de verontreiniging in één of meer bestanddelen zodanig is, dat hierdoor overbrugging vereist wordt en in hoeverre hierdoor het leveringsvermogen van een spaarbekkencomplex wordt bepaald, respectievelijk bruikbare parameters ter berekening hiervan worden opgeleverd.

Men dient zich hierbij te realiseren, dat een spaarbekken geen hygiënisch betrouwbaar aangenaam smakend water behoeft af te leveren. Dat is de taak van het drinkwaterzuiveringsbedrijf. Dit bedrijf dient hiervoor echter een goed uitgangspunt van het spaarbekken te ontvangen.

a. Zuurstofgehalte

Dit levert weinig problemen op. In het droge jaar 1971 was de gemiddelde verzadiging ruim 73 % en de mini-

male verzadiging was ruim 44 %. Voorts heeft de ervaring met het Berenplaat spaarbekken geleerd dat een bekken, mits goed beheerd, praktisch steeds tot een hoog zuurstofverzadigingspercentage leidt.

b. Organisch stof gehalte, uitgedrukt als BOD, COD, KMnO_4 of TOC

Dit kan in de Maas soms hoog zijn. Het vertoont echter weinig debietsafhankelijkheid. In zoverre, dat tijdens een periode van snelle was na een lange tijd van lage afvoer, het organisch stofgehalte zeer hoog kan zijn. Afgezien van de kwantitatieve mogelijkheden zal in zo'n periode geen rivierwater worden ingenomen. Door fysieke zelfreininging in de bekkens treedt volgens de ervaring een verlaging van het KMnO_4 getal op van 20 tot 30 %.

Op het overige deel zal het drinkwaterzuiveringsbedrijf zich moeten richten. Het organisch stofgehalte levert geen parameter voor capaciteitsberekening. Als randvoorwaarde geldt, dat na langdurige lage afvoer tijdens de eerste was geen water wordt ingenomen.

c. Silicumdioxyde

Op grond van de samenstelling van het Maaswater kan verwacht worden, dat diatomeeën een dominerende rol zullen spelen in de fytoplanktongroei in de bekkens. Een essentiële voedingsstof voor de diatomeeën is SiO_2 . Het verband tussen SiO_2 -gehalte en afvoer is duidelijk niet reciproque. De laagste gehalten (kleiner dan 6 mg/l) komen voor in de zomermaanden, terwijl hoge gehalten (groter dan 10 mg/l) in de natte wintermaanden worden gevonden.

Een bruikbare parameter kan niet worden afgeleid.

d. Fosfaatgehalte

Fosfor vormt een zeer belangrijke voedingsstof voor algen. Een verband tussen de afvoer en het ortho-fosfaatgehalte kan niet worden gelegd. Als selectie parameter voor het innemen van water komt dit bestanddeel niet in aanmerking. De bekkens zullen zodanig moeten worden ingericht en beheerd, dat de algengroei (o.a. mogelijk door de aanwezigheid van fosfor) niet ongecontroleerd zal kunnen plaatsvinden tot een onaanvaardbaar niveau.

e. Smaakgetal

Hoewel de laatste jaren nogal gestegen ligt het gemiddeld op de helft en maximaal op één derde van dat van het Rijnwater. Gebleken is, dat de smaakstoffen in het Maaswater gemakkelijker verwijderbaar zijn dan die in het Rijnwater. Ook dit levert geen bruikbare selectie parameter.

f. Totaal stikstof.

Dit zou een bruikbare parameter voor het verband tussen kwantiteit en kwaliteit kunnen vormen. Getracht is een zgn. „Mazure verband” te vinden.

Het stikstofgehalte van de Maas kan zeer hoge waarden aannemen, voornamelijk ten gevolge van lozingen op Nederlands grondgebied.

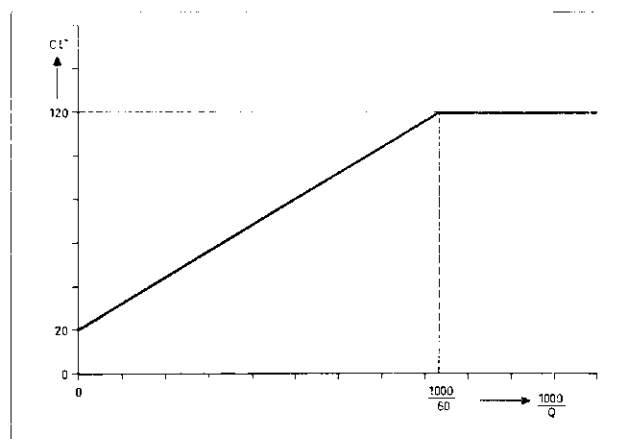
De maximaal te Keizersveer gevonden waarde bedraagt 10,6 mg/l. Als nitraat zou dit 47 mg/l zijn. De WHO-grens is 45 mg/l, het Nederlandse Waterleidingbesluit noemt 100 mg/l als grenswaarde.)

Het gehalte vertoont enige reciprociteit met de afvoer. Deze wordt echter verstoord door de denitrificatie.

Hierbij wordt door bacteriën de zuurstof aan het nitraat onttrokken, waardoor de stikstof in gasvorm ontwijkt. De denitrificatie verloopt 's zomers beduidend beter dan 's winters. Het verschijnsel vindt ook in de bekkens plaats. Aan de hand van meetgegevens van het Berenplaatbekken is berekend, dat de stikstofafname bij een verblijftijd van 1 maand varieert van 5 tot 50 %, afhankelijk van de temperatuur. Dit klopt bijzonder goed met door de Metropolitan Water Board te Londen verrichte onderzoeken.

Afgezien van deze afname zullen in de bekkens de extreme pieken in het stikstofgehalte verdwijnen als gevolg van de optredende menging. Het afgeleverde water zal hierdoor steeds nog onder de WHO-norm blijven.

Als voedingsstof voor de algen heeft de in het water voorkomende stikstof een 5-voudige overmaat ten opzichte van de fosfor.



Afb. 3 - Verband tussen Cl^- gehalte en afvoer.

Afname van het totaal stikstofgehalte blijft ten zeerste noodzakelijk. Het levert echter geen bruikbare parameter.

g. Chloridegehalte

Zoals voor de Rijn, blijkt er ook voor het Maaswater een verband te bestaan tussen chloridegehalte en afvoer. Onderscheid te maken tussen natuurlijke en kunstmatige chloridebelasting blijkt eveneens zinvol. Verwerking van de beschikbare gegevens geeft voor de situatie te Keizersveer een natuurlijk chloridegehalte van 20 mg/l (zoals van het Rijnwater) en een kunstmatige belasting van 6 kg/sec.

Het verband verloopt echter niet geheel rechtlijnig. Bij lage afvoeren is het Cl^- gehalte van het Maaswater zo goed als onafhankelijk van de afvoer. Dit maximale gehalte kan met een behoorlijke veiligheid aangenomen worden op 120 mg/l. Een en ander leidt dan tot het in afb. 3 aangegeven verband.

Hieruit blijkt o.a. dat bij $Q \leq 60 \text{ m}^3/\text{sec}$. het Cl^- gehalte onveranderlijk 120 mg/l bedraagt.

Voor het in de bekkens te pompen Rijnwater (pompstation Nieuwe Merwede) is eveneens een natuurlijk Cl^- gehalte aangehouden van 20 mg/l doch een kunstmatige Cl^- belasting van 275 kg/sec.

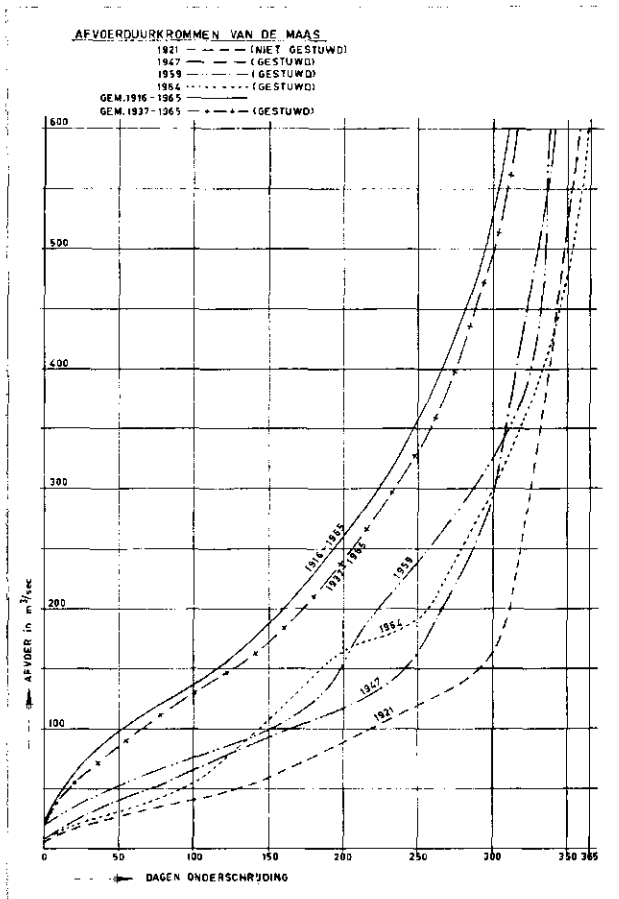
Uit bovenstaande beschouwingen blijkt dat het chloridegehalte als enig bruikbare parameter overblijft voor het leggen van een verband tussen rivierafvoer en waterkwaliteit.

De berekening van het leveringsvermogen van het spaarbekken-complex is gebaseerd op de norm, dat in een droog jaar het chloridegehalte van het afgeleverde drinkwater 150 mg/l niet mag overschrijden.

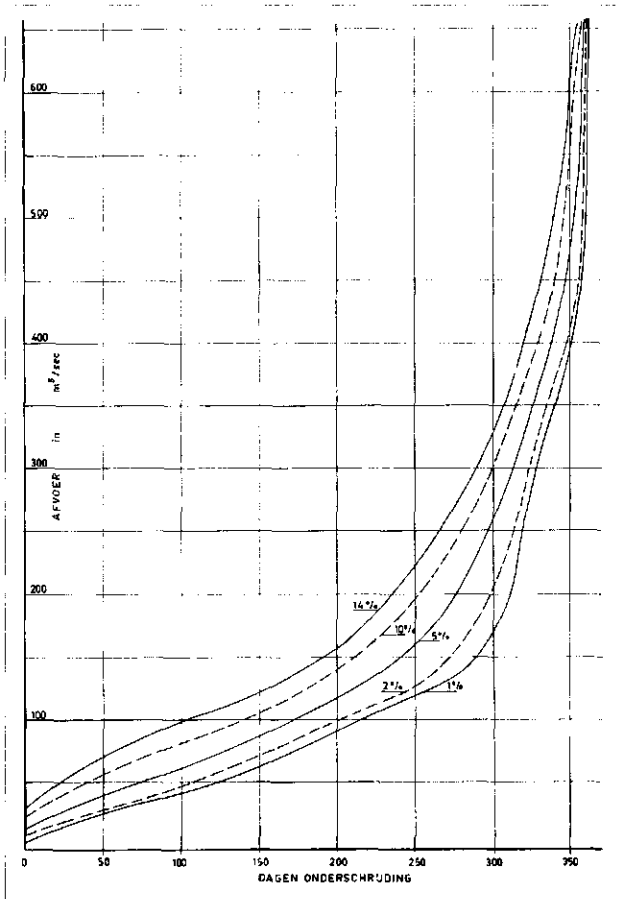
Deze norm is in overeenstemming met de aanbevelingen van de VEWIN bij de Waterleidingwet van 1957 en van de Chemische Werkgroep Basisplannen.

Een bijkomende norm is, dat het Cl^- gehalte van het afgeleverde drinkwater in een zeer droog jaar, met een voorkomenskans van 2 % niet hoger mag oplopen dan tot 200 mg/l.

Tenslotte is aangehouden, dat tijdens sterke was na een droge periode eerst dan water wordt ingenomen indien het Cl^- gehalte lager is dan 115 mg/l. Dit in verband met het eerder genoemde gehalte aan organisch materiaal.



Afb. 4 - Afvoerkrommen van de Maas.



Afb. 6 - Afvoerkrommen van de Maas met verschillende waarschijnlijkheid van gemiddelde onderschrijding.

V. Bepaling van het droge norm jaar

Voor de bepaling van het verloop van het droge jaar waarin het water in de spaarbekkens nog net voldoet aan de gestelde normen zou gebruik gemaakt kunnen worden van de studie van ir. Th. G. Martijn „Afvoerkarakteristieken van de Maas in verband met voorraadvorming” (Water 51, 1967). Deze heeft hoofdzakelijk langs statistische weg een gestyleerde afvoerkromme geconstrueerd van de Maas in een droog jaar met een voorkomenskans van 10%. Met de gegeven maximale inhoud van de bekkens kan van hieruit dan het leveringsvermogen worden bepaald. Voor een eerste benadering is dit zeker voldoende.

Maar voor een concrete projectberekening dient uitgegaan te worden van afvoerkrommen zoals die werkelijk voorkomen. Dit leidt ook tot hogere uitkomsten omdat in een historisch jaar gedurende een periode van lage afvoer altijd nog wel korte perioden voorkomen dat de afvoer boven de grenswaarde ligt waarbij water mag worden onttrokken, terwijl deze korte perioden in een gestyleerd jaar wegvallen.

Bij de berekening van het Biesboschproject hebben een aantal uitgangspunten gegolden.

- Ten aanzien van de afvoeren is gebruik gemaakt van de dagelijkse metingen te Ravestein respectievelijk te Lith in de periode 1916 t/m 1965.
- Geen rekening is gehouden met de Beerse overlaat. Deze heeft alleen gewerkt bij zeer hoge afvoeren tot 1942.

- In de Maas komen wel stuwen voor. Het manipuleren hiermee verstoort de afvoer. In het algemeen verhoogt het de hoge afvoeren en verlaagt het de lage afvoeren. Om dit effect te nivelleren is gewerkt met 3-daagse gemiddelde afvoeren.
- Het is niet nodig van alle jaren in de beschouwde periode de voorkomenskans na te gaan. Voldoende is het als dit gedaan wordt voor de bekende droge jaren. Behandeld zijn de jaren 1921, 1947, 1959 en 1964.
- De berekeningen zijn per jaar uitgevoerd voor vier gevallen:
 - een periode vanaf 1 januari t/m 31 december .
 - een periode van een ½ jaar: 1 juni t/m 30 nov.
 - de droogste aaneengesloten 180 dagen.
 - de droogste aaneengesloten 150 dagen.

Voor geval 1 zullen onderstaand de verschillende fasen van de berekeningen worden nagegaan. Ten eerste zijn voor de onder d. genoemde jaren de aantallen onderschrijdingsdagen geteld van bepaalde gekozen afvoeren. Deze zijn respectievelijk 50, 100, 150, 200, 300, 400 en 500 m³/sec. Hieruit zijn de afvoerduurkrommen bepaald. Zij zijn weergegeven in afb. 4. In deze figuur zijn ook de gemiddelde afvoerduurkrommen van de perioden 1916-1965 en 1937-1965 aangegeven. Vervolgens is de frequentie van onderschrijdingen van afvoeren van de Maas berekend vanuit de gegevens over de periode 1916 t/m 1965.

De resultaten zijn uitgezet volgens de zgn. schaalverdeling van Goodrich in afb. 5. Hieruit kunnen nu de afvoerkrommen worden geconstrueerd met verschillende waarschijnlijkheid van gemiddelde onderschrijding (zie afb. 6). Tenslotte zijn de gevonden duurlijnen van de droge jaren (afb. 4) vergeleken met de waarschijnlijkheidsduurlijnen (afb. 6).

Hieruit kan voor de verschillende droge jaren de meest overeenkomende kans van voorkomen worden aangegeven.

Het resultaat is, dat 1921 een voorkomenskans heeft van ca. 2 %, 1947 van ca. 10 %, 1959 van ca. 14 % en 1964 van ca. 10 %.

Deze jaren blijken voor wat de afvoeren van de Rijn betreft een identieke voorkomenskans te hebben.

Uit een oogpunt van spaarbekkensbeheer is het opzetten van beschouwingen over een periode van een vol jaar echter minder juist. Zeker indien de bekkens gevuld worden vanuit de Maas en het chloridegehalte als parameter wordt gekozen. Immers aangenomen is dat het Cl^- gehalte niet verder afneemt als de afvoer boven $60 \text{ m}^3/\text{sec}$. uitkomt. Of deze afvoer dan nog veel verder

toeneemt maakt voor het leveringsvermogen van de bekkens niets meer uit, maar het beïnvloedt wel het totaal beeld van het jaar. Belangrijker is het daarom het bovenstaande beschouwingsschema op te zetten voor de gevallen 2, 3 en 4.

De resultaten van de gevallen 1 t/m 4 zijn weergegeven (in %) in tabel I.

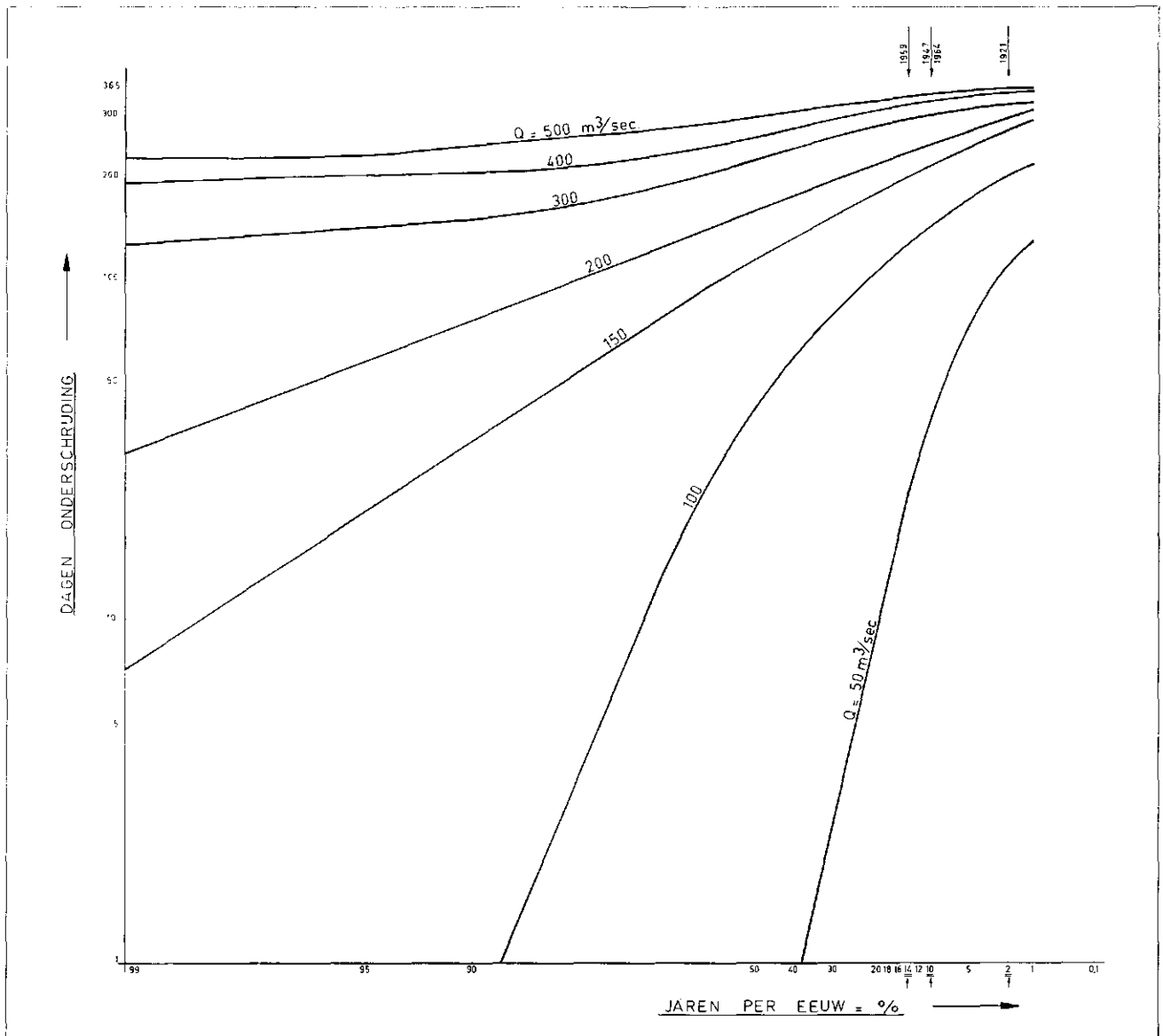
TABEL I - Voorkomenskans van historische jaren, resp. perioden daaruit, met lage afvoer van de Maas.

periode	1921	1947	1959	1964
gehele jaar	ca. 2	ca. 10	ca. 14	ca. 10
1 juni—1 dec.	ca. 3	5 à 6	ca. 8	ca. 7
droogste				
180 dagen aaneen	ca. 2	5 à 6	ca. 7	ca. 5
droogste				
150 dagen aaneen	ca. 3	5 à 6	ca. 8	ca. 5

Conclusie

Als afvoerpatroon in een jaar waarin het chloridegehalte van het uit de spaarbekkens afgeleverde drinkwater de

Afb. 5 - Frequentie van onderschrijding van afvoeren van de Maas (berekend over de periode 1916 t/m 1965).



150 mg/l niet mag overschrijden is het afvoerpatroon van het jaar 1947 gekozen, dat wat betreft de maatgevende droge periode een voorkomenskans heeft van 5% à 6%.

VI. Bewerking van het afvoerpatroon van 1947

De afvoeren zoals die in 1947 zijn voorgekomen zijn voor verdere berekeningen van het (toekomstige) leveringsvermogen van de spaarbekkens niet zonder meer bruikbaar. Immers er zullen in de naaste toekomst in het stroomgebied van de Maas stuwmeren en spaarbekkens worden gebouwd en er zullen nieuwe bovenstroomse wateronttrekkingen plaatsvinden. Dit alles zal het benedenstroomse afvoerpatroon beïnvloeden.

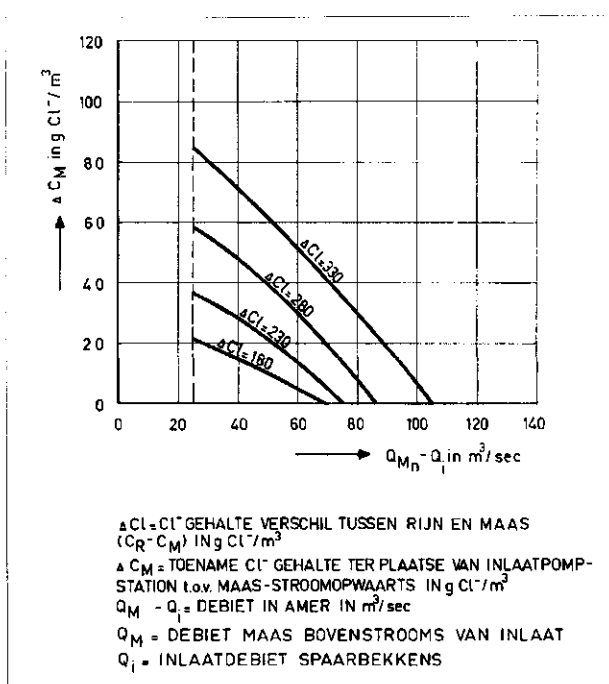
Vanuit het historische patroon is dan ook dit nieuwe patroon berekend. Hierbij is uitgegaan van de natuurlijke onverdeelde rivier. Dat wil zeggen, dat bij de in 1947 gemeten dagelijkse afvoeren alle bovenstroomse onttrekkingen zijn opgeteld.

Vervolgens zijn alle zaken nagegaan, die de afvoer beïnvloeden. Dit zijn:

- Het ligt in de bedoeling in België stuwmeren te bouwen met een inhoud van $210 \times 10^6 \text{ m}^3$. Deze zullen worden gevuld in de periode december t/m maart met een hoeveelheid van $20 \text{ m}^3/\text{sec}$. In een droge periode zal de inhoud van deze meren in de Maas worden afgevoerd. En wel zodanig, dat gedurende de gehele droge periode de afvoer in Monsin constant is.
- De waterbehoefte van België vanuit de Maas is aangehouden op 35 m^3 per seconde; constant gedurende het gehele jaar.
- In Brabant en Limburg is in de maanden april t/m september een onttrekking voor de landbouw aangehouden van 30 m^3 per seconde.
- De uit de Maas te voorziene waterbehoefte van bevolking en industrie in Limburg en Oost-Brabant is geschat op $9 \text{ m}^3/\text{sec}$. Hiervoor dienen reservoirs te worden aangelegd, die gevuld worden in januari t/m maart met $36 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- Aan de Andelse Maas vindt in perioden van toelaatbare afvoer een wateronttrekking plaats t.b.v. de watervoorziening van Den Haag.

Met de onttrekkingen a t/m e zijn de onverdeelde afvoeren gecorrigeerd. Zo is het afvoerpatroon van de Maas verkregen, zoals dat in de toekomst zal zijn onder klimatologische omstandigheden als in 1947 waarin de droge periode een voorkomenskans heeft van 5 à 6%. Van de op deze wijze verkregen dagelijkse afvoeren wordt nu het chloridegehalte bepaald met behulp van de in afb. 3 genoemde randvoorwaarden. Dit wil echter nog niet zeggen, dat hiermee ook het chloridegehalte van het in te laten water bekend is.

Immers aan de westzijde van het Amerbekken stroomt vanuit de Nieuwe Merwede het veel zoutere Rijnwater. Dit dringt via diffusie oostwaarts het Amerbekken op en kan speciaal tijdens lagere afvoeren tot bij het inlaatpompstation merkbaar zijn. De invloed hiervan op het in te nemen water is bepaald in samenwerking met de Waterhuishoudkundige afdeling van de Rijkswaterstaat. Deze heeft het verband opgesteld tussen de afvoer op de Amer en de toename van het Cl^- gehalte ter plaatse van het inlaatpompstation t.o.v. dat van de Maas-stroomopwaarts.



Afb. 7.

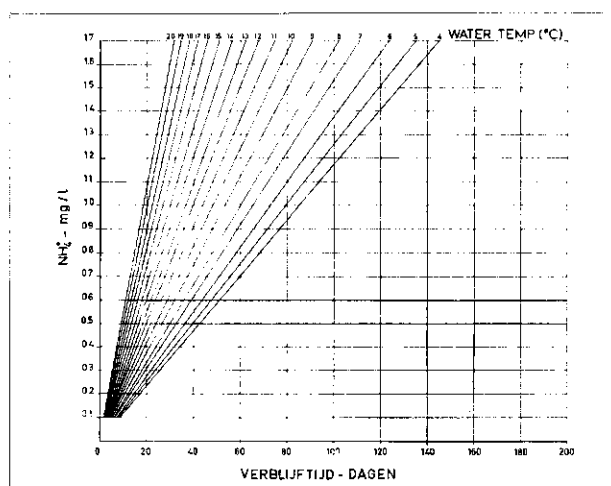
Het verschil in Cl^- gehalte tussen volledig Rijnwater en volledig Maaswater dient hierbij als parameter.

In afb. 7 is dit verband aangegeven.

Het dagelijks Cl^- gehalte van de Rijn is eveneens bepaald met het bekende „Mazure verband” (zie IVg). De dagelijkse invloed van het Rijnwater op het Cl^- gehalte van het ingelaten water kan nu berekend worden. Een complicerende factor is, dat het inlaatdebiët niet bekend is — doel is immers het berekenen van het leveringsvermogen — terwijl bovendien het inlaatpompstation een veelvoud van het leveringsvermogen kan inpompen. Deze factor is in eerste instantie begrensd op 4. In een later stadium is de invloed van deze factor op het leveringsvermogen nagegaan door de factor te variëren. Hiermee kan het inlaatpompstation worden geoptimaliseerd.

Er kan nu zo lang water worden ingenomen als $Q_{\text{MAAS}} - Q_{\text{INLAAT}} \leq 25 \text{ m}^3/\text{sec}$. en het Cl^- gehalte in de bekkens

Afb. 8 - Oxydatiesnelheid van ammoniak bij verschillende temperaturen.



de toelaatbare grens niet overschrijdt, aannemende dat het ingenomen water zich direct en volledig mengt met het aanwezige water.

VII. Het toelaatbare chloridegehalte in de bekken Zuiderklip en De Gijster

De eerder aangenomen norm is, dat door de spaar-bekken zulk water moet worden afgeleverd, dat in het gekozen normjaar het Cl^- gehalte van het drinkwater niet boven 150 mg per liter komt. Dit wil zeggen, dat in de spaarbekken het Cl^- gehalte lager moet blijven omdat door het chloorgebruik bij de zuivering het chloridegehalte nog toeneemt. In de eerste plaats wordt chloor gebruikt voor de ammoniakoxydatie (de zgn. breekpuntchloring) en wel zodanig, dat voor elke mg NH_4 6,5 mg Cl_2 nodig is en derhalve 6,5 mg Cl^- resteert. Zoals uiteengezet in hoofdstuk IV f is het mogelijk het ammoniakgehalte van het rivierwater gemiddeld per maand te benaderen. In het bekken treedt menging op benevens oxydatie. Deze laatste is afhankelijk van temperatuur en verblijftijd. Bij het Berenplaat-spaarbekken is dit nagegaan.

Het in afb. 8 aangegeven verband kon worden afgeleid. Noemt men de uit afb. 8 af te lezen oxydatiesnelheid A (uitgedrukt in g/m^3 per tijdseenheid) dan kan met de volgende formule de ammoniakconcentratie van het uit het bekken afgeleverde water worden berekend.

$$\frac{c_i - c - \frac{V \cdot A}{Q}}{c_i - c_0 - \frac{V \cdot A}{Q}} = e^{-\frac{t \cdot Q}{V}}$$

(zie ir. Tj. Hofker 21e vacatiecursus H_2O , 1970, nr. 13)

- c_i = NH_4 concentratie ingelaten water.
- c_0 = aanvangsconcentratie.
- c = concentratie na verloop van tijd t.
- V = bekkenvolume.
- Q = inlaatdebiet = uitlaatdebiet.

Indien het inlaatdebiet Q_i ongelijk is aan het uitlaatdebiet Q_u wordt de formule aanzienlijk gecompliceerder:

$$c = c_0 + (c_i - c_0) - \frac{A \cdot V}{2 Q_i - Q_u} \left[1 - \left\{ 1 + \frac{(Q_i - Q_u) t}{V} \right\}^{-\frac{Q_i}{Q_i - Q_u}} \right] - \frac{A (Q_i - Q_u) t}{2 Q_i - Q_u}$$

De eindconcentratie vermenigvuldigd met 6,5 geeft de in de zuivering toegevoegde mg/l Cl^- als gevolg van de ammoniakoxydatie.

Ten tweede is er het organisch chloorgebruik. Voor de oxydatie van organisch materiaal in het Maaswater is een verhouding tussen KMnO_4 -getal en Cl_2 -gebruik gevonden van 4 à 5. Het KMnO_4 getal van de Bergse Maas ligt tussen de 15 en 30 mg/l. In de bekken treedt een reductie op van ca. 30 %, zodat aan het eind van de

bekken het KMnO_4 getal 10 à 20 mg/l zal zijn. Dit vraagt 2,5 à 5 mg/l Cl_2 . Aangehouden is een verhoging van het Cl^- gehalte van 5 mg/l.

Ten derde vraagt de oxydatie van FeSO_4 met Cl_2 t.b.v. de coagulatie een hoeveelheid Cl_2 . Voor de coagulatie is gemiddeld 8 mg/l Fe-ion nodig. Dit vraagt 5 mg/l Cl_2 , zodat hierdoor het Cl^- gehalte met 5 mg/l verhoogt. Thans is het grenschlorideverloop in de bekken te bepalen bij een aangenomen doorstroomdebiet (= leveringsvermogen).

VIII. Bepaling van het leveringsvermogen van het bekkencomplex

Vanuit het onder VI berekende afvoerpatroon met bijbehorend Cl^- gehalte en het in VII berekende grenschloridegehalte kan nu het maximale leveringsvermogen van het bekkencomplex worden berekend. Hierbij is aangenomen dat het ingepompte water in de bekken Zuiderklip en De Gijster zich direct en volledig met het aanwezige water mengt.

Voor $Q_i = Q_u$ kan de mengformule worden opgesteld: (zie ir. Tj. Hofker 21 vacatiecursus H_2O , 1970, nr. 13)

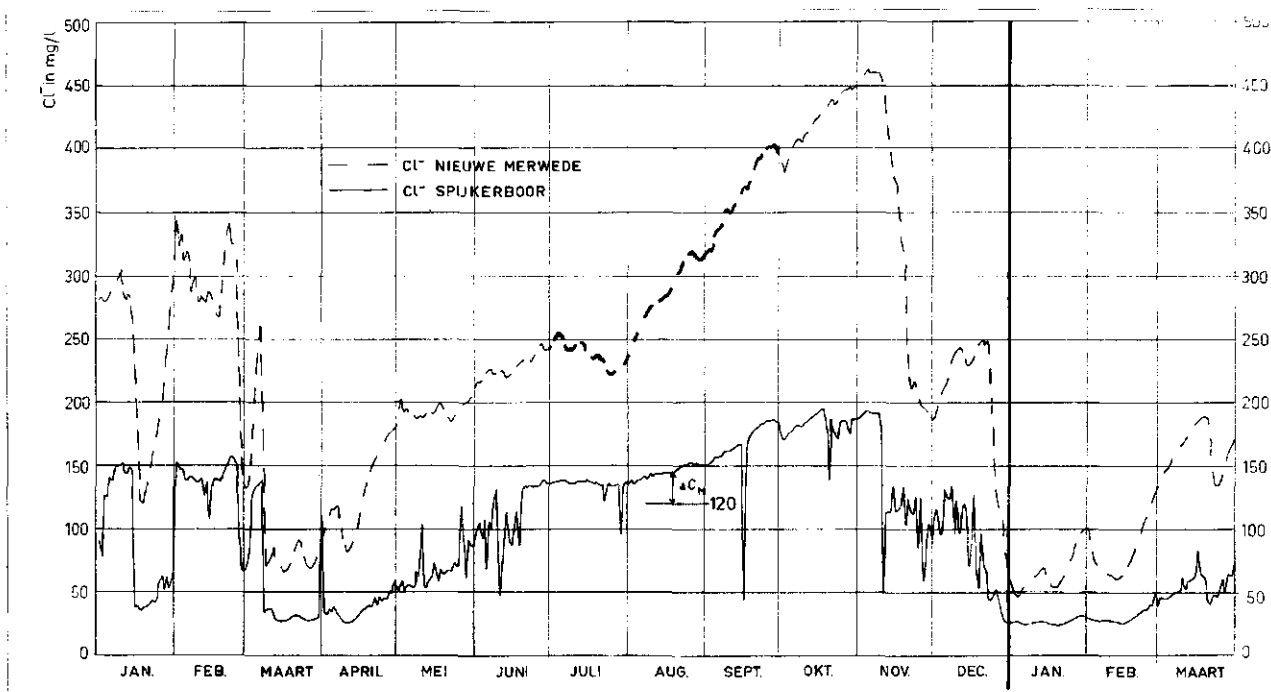
$$\frac{c_i - c}{c_i - c_0} = e^{-\frac{t \cdot Q}{V}}$$

voor Q_i is ongelijk Q_u geldt de formule

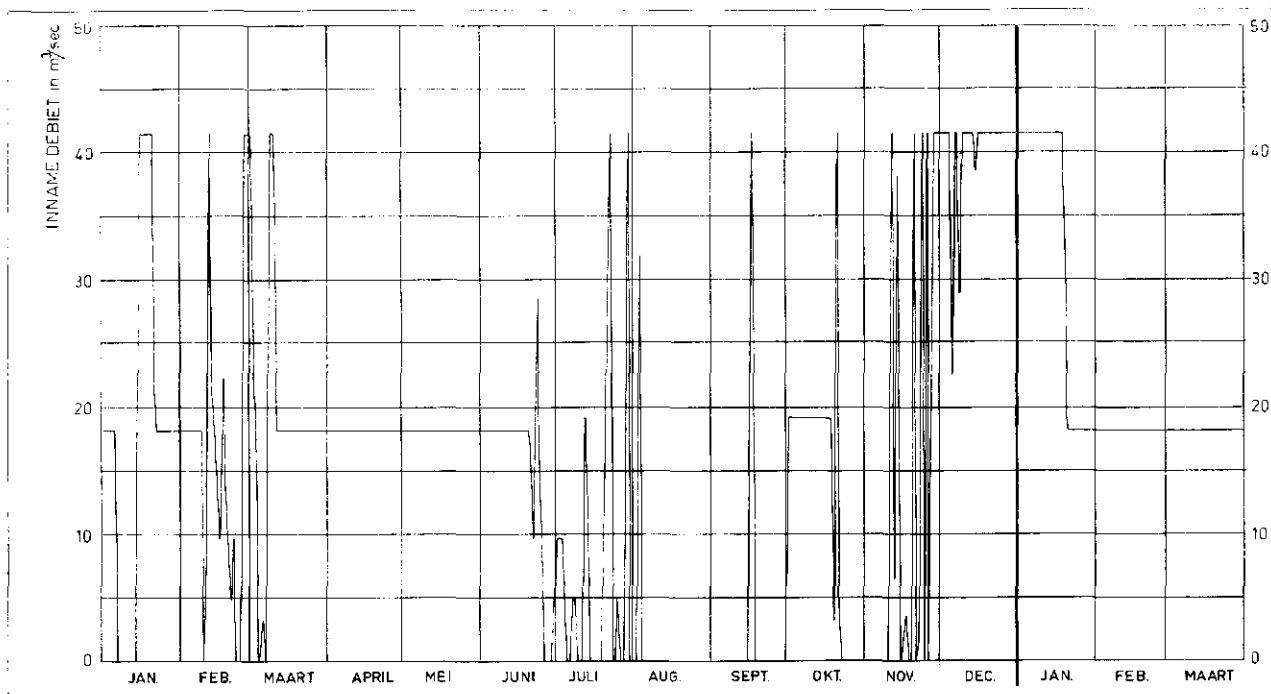
$$c = c_0 + (c_i - c_0) \left[1 - \left\{ 1 + \frac{Q_i - Q_u}{V} \cdot t \right\}^{-\frac{Q_i}{Q_i - Q_u}} \right]$$

Met behulp hiervan kan nu worden bepaald hoelang water kan worden ingelaten totdat de Cl^- grens is bereikt. Het blijkt nu echter dat deze grens niet bereikt wordt. Reeds eerder is $Q_{\text{MAAS}} \leq 25 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Op dat moment moet om kwantiteitsredenen het innemen met het pompstation Spijkerboor worden gestopt. Alle bekken zijn nog volledig gevuld met water dat beneden de Cl^- norm ligt. Nu kan het Rijnwater pompstation



Afb. 9 - Chloridegehalte t.p.v. inlaat pompstations.



Afb. 10 - Innamedebiet pompstation Spijkerboor.

uitkomt ondanks het feit, dat het Rijnwater ver boven deze norm ligt.

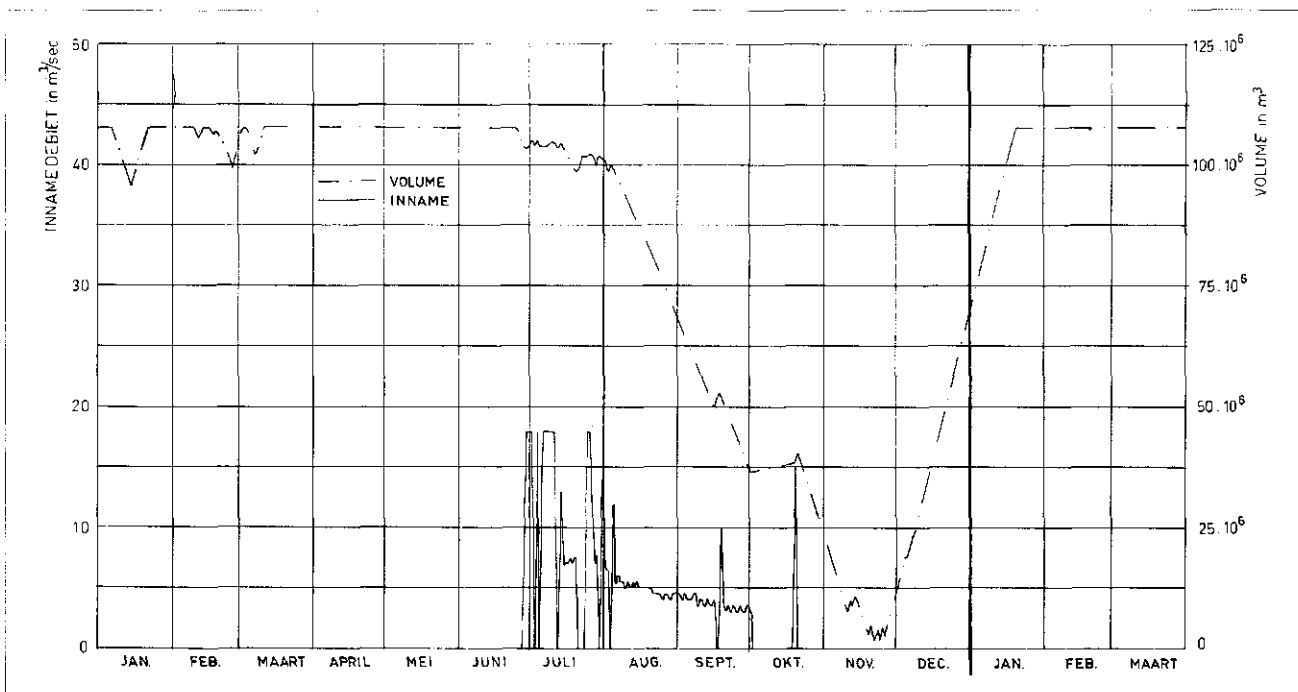
Het afleveringsdebiet moet nu zo gekozen worden, dat aan het eind van de droge periode de bekkens Zuiderklijp en De Gijster juist op hun minimum stand staan. Het zal duidelijk zijn, dat de berekeningen, die door proberen moeten plaatsvinden slechts met behulp van de computer kunnen plaatsvinden. Het computerprogramma is bovendien zeer uitgebreid.

Er is gewerkt met stappen van 1 dag. De capaciteit van het pompstation Spijkerboor is gevarieerd. Begonnen is met een capaciteit van $4Q$. In kleine stappen is dit teruggevoerd. Bij $2,6Q$ bleek het leveringsvermogen

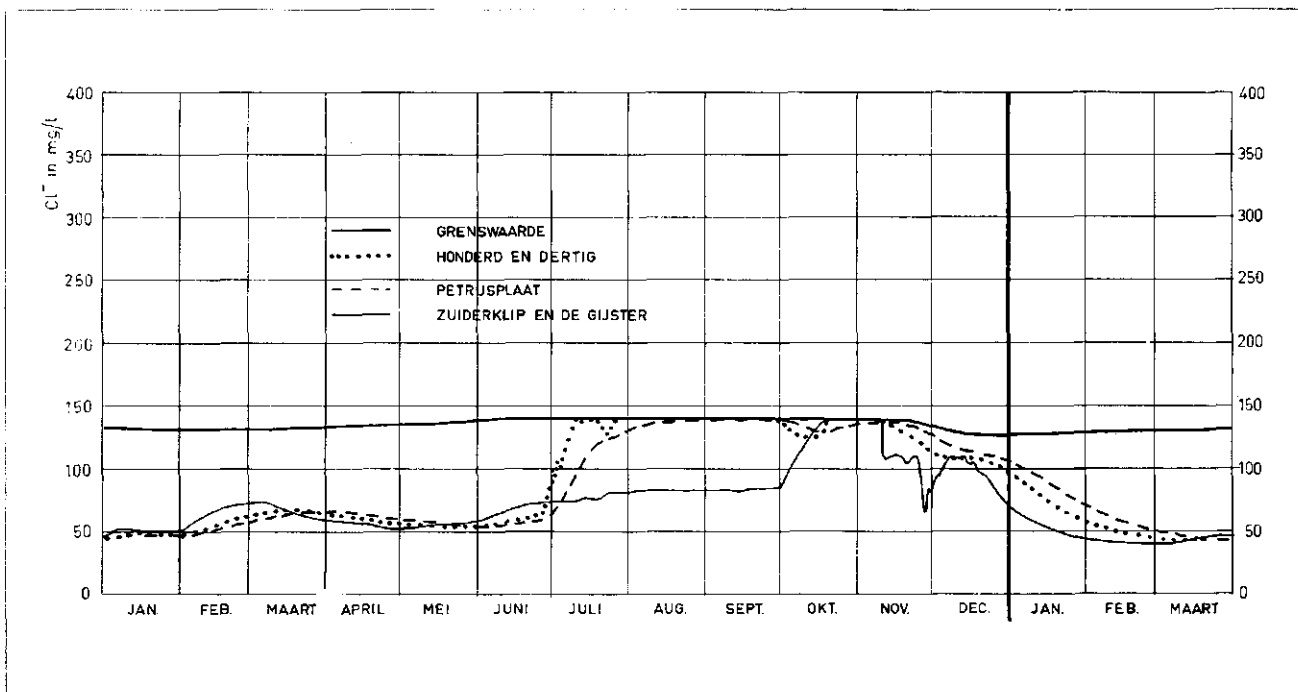
van het bekken-complex duidelijk terug te gaan lopen. De definitieve capaciteit is dan ook aangehouden op $2,6Q$ m^3/sec .

Het leveringsvermogen van het pompstation Nieuwe Merwede bedraagt uit de aard der zaak Q m^3/sec . De volgende uitkomsten werden tenslotte verkregen.

- Worden de bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat als verdringingsbekkens beschouwd, dan bedraagt het leveringsvermogen van het gehele bekkenproject $16,5$ m^3 per seconde.
- Worden genoemde bekkens ook als mengbekkens behandeld dan is het leveringsvermogen $18,4$ m^3/sec .



Afb. 11 - Innamedebiet Pompstation Nieuwe Merwede en volume voorraadbekkens Zuiderklip en De Gijster.



Afb. 12 - Chloridegehalte van het spaarbekkenwater.

In de afb. 9, 10, 11 en 12 zijn de resultaten over het gehele jaar weergegeven.

Het definitieve leveringsvermogen is tenslotte vastgesteld op $16 \text{ m}^3/\text{sec}$ of $500 \text{ miljoen m}^3/\text{jaar}$.

IX. Aanvullende berekeningen en reserves

Nagegaan is nog hoe het verloop van het chloride- en ammoniakgehalte zal zijn in een gemiddeld jaar en in een 2% jaar. Hiervoor zijn de gestyleerde jaartypen, zoals opgesteld door ir. Martijn (Water 51, 1967) gebruikt. De uitkomsten zijn weergegeven in afb. 13. Het blijkt dat in een normaal jaar het Cl^- gehalte nauwelijks boven

100 mg/l zal komen en in een 2% droog jaar nog beneden de 200 mg/l blijft.

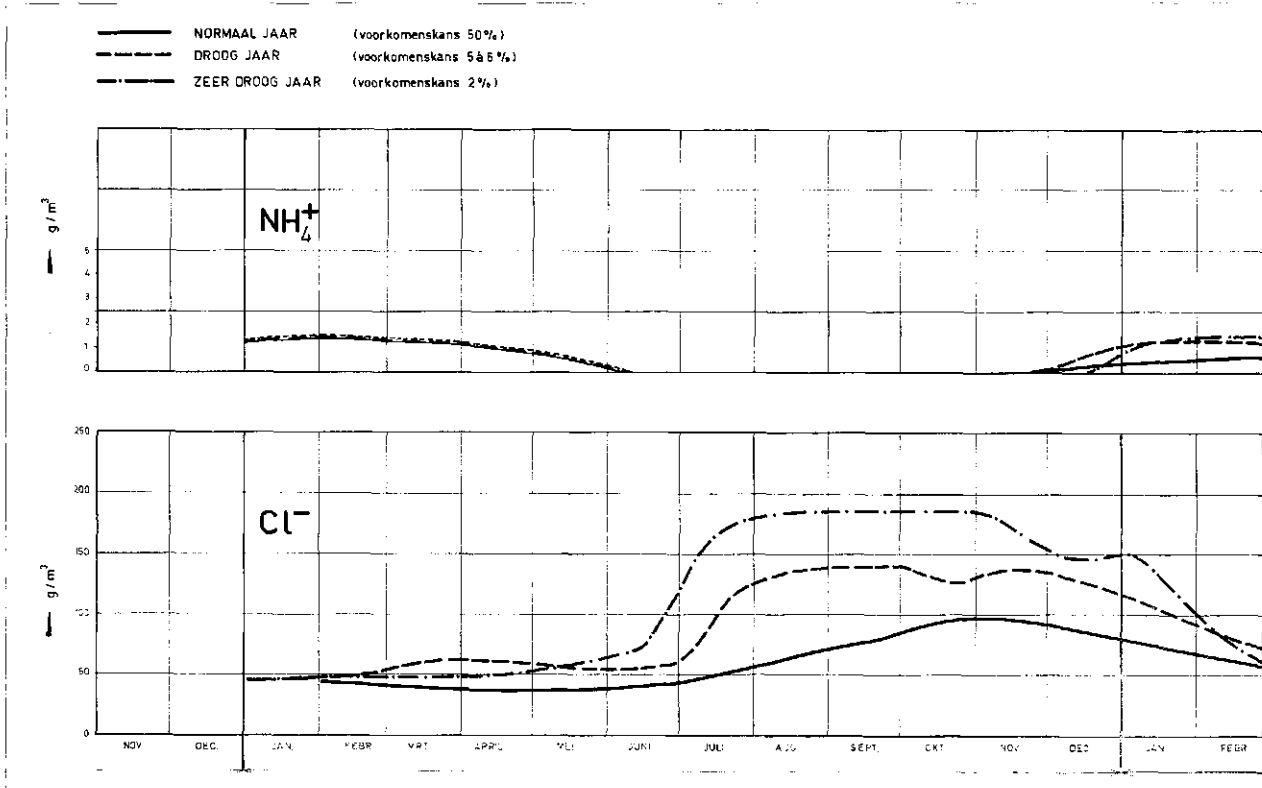
Voorts zijn er extra berekeningen gemaakt voor het leveringsvermogen in de verschillende bouwfases.

Tenslotte is alles nog eens doorgerekend met verhoogde Belgische afname (raming voor het jaar 2000) en verhoogde stuwmeercapaciteit.

Dit leverde een iets hoger leveringsvermogen op.

Uit de berekeningen volgen voorts enige eenvoudige beheersregels voor de exploitatie van het spaarbekkenbedrijf.

1. Met het pompstation Spijkerboor moeten de bekkens



Afb. 13 - Verloop van het chloride- en ammoniakgehalte in een normaal, een droog en een zeer droog jaar.

- zolang op peil gehouden worden als de afvoer van de Maas toelaat.
2. Vertoont het jaar een zodanig beeld, dat op langdurige lage afvoer moet worden gerekend, dan moet na het stoppen van de inlaat vanuit de Maas de inlaat vanuit de Rijn worden ingeschakeld, waarbij de hoogte van het Cl^- gehalte in het bekken Honderd en Dertig maatgevend is t.a.v. het inlaatdebiet vanuit de Rijn.

In het project zitten tenslotte nog een aantal reserves die hieronder kort genoemd zullen worden.

- a. Tussen de berekeningsuitkomsten en het aangenomen bedrijfsleveringsvermogen zit nog een reserve van 2,4 m^3/sec .
- b. De bovenste waterschijf ter dikte van 6 m van de procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat kan nog worden gebruikt. Dit is ca. 18 miljoen m^3 . Hierbij komt nog 8 miljoen m^3 die voorradig is in het Berenplaatbekken.
- c. Onder exceptionele omstandigheden kan nog een beroep gedaan worden op de restafvoer van de Maas in het Amerbekken.
- d. Er zijn nog andere exploitatie-vormen mogelijk, die hoger leveringsvermogen hebben, maar grotere kwaliteitsvariatie geven. Bijvoorbeeld het beste water tijdens hoge afvoeren in de winter opslaan in de voorraadbekkens. Voorts werken met de bekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat en het inlaatpompstation Kerkslot. Bij het bereiken van de grenswaarde van het Cl^- gehalte in deze laatste bekkens gaan bijmenngen met water uit de voorraadbekkens. Als variant hierop kan ook het bekken Zuiderklip alléén als „standing reservoir” dienst doen.
- e. Bij lage waterstanden in de bekkens Zuiderklip en De Gijster moet een bronbemaling in de dijken worden geëffectueerd uit stabiliteitsoverwegingen. Indien dit water van goede kwaliteit is, hetgeen nadere onderzoeken nog zullen moeten uitwijzen, kan het worden gebruikt ter aanvulling van de bekkenvoorraad.