

De beïnvloeding van het ontvangend water door de effluentlozing van een zuiveringsinstallatie voor West-Friesland-Oost

1. Inleiding

In een voorgaand artikel kwamen algemene aspecten van de afvalwaterbehandeling in West-Friesland-Oost aan de orde *).

In dit artikel wordt ingegaan op een detailaspect van de problematiek, nl. de invloed die de effluentlozing van een zuiveringsinstallatie voor dit gebied zal hebben op het ontvangende water. Een studie naar deze gevolgen is uitgevoerd voor de twee belangrijkste alternatieve oplossingen nl. die waarbij een centrale zuiveringsinstallatie loost naar het noorden op het vrije deel van het IJsselmeer, en die waarbij een zuidelijk gesitueerde installatie loost op de Beemster-uitwatering, die een van de belangrijkste aanvoerkanalen van water voor Noord-Holland is. Bij de bouw van grote, gecentraliseerde rioolwaterzuiveringsinstallaties is de beoordeling van de juistheid van het gekozen lozingspunt een zeer belangrijk detailaspect geworden.

Een overzicht van de regio met de voornaamste waterstaatkundige en zuiveringstechnische details geeft afb. 1. Het onderzoek berustte in hoofdzaak bij de beheerders van het ontvangend water, dat zijn voor het IJsselmeer Rijkswaterstaat, geadviseerd door het RIZA, en voor de Beemster-uitwatering het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland. Het werd begeleid door commissies waarin alle betrokkenen en belanghebbenden vertegenwoordigd waren. De studie had ten doel een indruk te verkrijgen van de verhogingen aan concentraties van verontreinigende stoffen die in het ontvangende water te verwachten zijn ter plaatse van het lozingspunt en op verder afgelegen punten, welke invloed een eventuele verdergaande zuivering dan alleen oxydatief-biologisch daarop zal hebben, en welke consequenties de lozing kan hebben voor het gebruik van het ontvangend water.

De studie is beperkt tot enkele maatgevende situaties en het resultaat ervan pretendeert niet meer te geven dan een indicatie van enkele mogelijke effecten. Toch bleek het mogelijk uit de vergelijking van de verwachte gevolgen een voorkeur voor één van de alternatieven, namelijk een installatie lozend op het IJsselmeer, af te leiden en gaf de grootte-orde van de te verwachten effecten een aanwijzing dat verdergaande zuivering dan alleen oxydatief-biologisch ernstig dient te worden overwogen.

2. De hoeveelheden effluent en de bestanddelen daarvan

De in het navolgende genoemde hoeveelheden verontreinigende stoffen zijn enigszins aan de hoge kant gehouden. Dit is een noodzakelijke veiligheidsmaatregel bij de beoordeling of lozingen op oppervlaktewater toelaatbaar zijn. Uitkomsten hebben derhalve betrekking op relatief ongunstige situaties. De installatie zal uiteindelijk een capaciteit van enkele honderdduizenden inwoner-equiva-

lenten krijgen, en hoofdzakelijk belast worden met huishoudelijk afvalwater.

Hij zal naar verwachting in enkele fasen gerealiseerd worden. Ten einde de berekeningen te vereenvoudigen, zal in het volgende uitgegaan worden van een eerste fase ten bedrage van 100.000 i.e. en een uiteindelijke grootte van 300.000 i.e.

De hoeveelheid water

Als hoeveelheid effluent is aangehouden gemiddeld 120 liter per inwoner per dag, hetgeen overeenkomt met respectievelijk 12.000 en 36.000 m³ per dag.

Gezien het feit, dat de installatie het afvalwater van verschillende plaatsen via persleidingen ontvangt, waardoor het verschil tussen de dag- en nachtaanvoer wordt afgezwakt, kan er voor de berekeningen van worden uitgegaan, dat de effluentlozing regelmatig verdeeld is over de gehele dag en 0,14 resp. 0,42 m³ per seconde bedraagt.

Hierbij is geen rekening gehouden met de regenwaterafvoer, aangezien de hierv vermelde gegevens alleen worden gebruikt om de gemiddelde hoeveelheden geloosde afvalstoffen te berekenen.

De hoeveelheid BOD₅

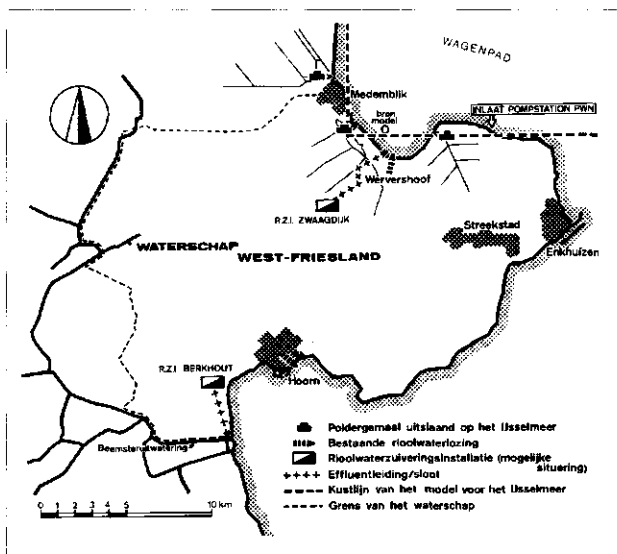
Het is de bedoeling dat een vergaande zuivering zal plaatsvinden. Dit is mogelijk bij zeer goed bedreven, laag belaste actief-slibinstallaties. In dat geval mag worden verwacht dat de BOD₅-concentratie in het effluent in de zomer ten hoogste 15 mg/l zal bedragen, en in de winter ten hoogste 25 mg/l.

In dat geval wordt er dus geloosd:

in de zomer resp. 2,1 en 6,3 g/s,

in de winter resp. 3,5 en 10,5 g/s BOD₅.

Afb. 1.



*) De afvalwaterbehandeling in West-Friesland-Oost" door ir. C. H. Kuggeleijn, H₂O (6) 1973, nr. 23, 609 - 617.

De hoeveelheid stikstofverbindingen

Aan stikstofverbindingen wordt per inwoner per dag ongeveer 13 g. uitgedrukt in N, in het rioolwater gebracht, waarvan bij vergaande zuivering een relatief gering deel aan het slib gebonden wordt.

In verband hiermede is de concentratie in het effluent te stellen op ongeveer 80 mg/l stikstof.

Door de vergaande zuivering zal gedurende de zomer een aanmerkelijke nitrificatie optreden, stel 75 %.

In dat geval wordt dus geloosd een effluent met ca. 25 mg/l ammonium en ca. 260 mg/l nitraat. Echter is in de nabezinkingsruimten van de zuiveringsinstallatie en in de lange afvoerleiding van het effluent de kans op denitrificatie zeer reëel. Daar kan dus een flinke hoeveelheid nitraat worden weggewerkt, zo niet alles.

Gezien ook de ervaringen bij andere zuiveringsinstallaties met een hoog rendement is in de praktijk te rekenen op een maximaal nitraatgehalte in het effluent van ca. 140 mg/l. Deze waarde zal verder worden gebruikt.

In de winter hoeft geen nitrificatie te worden verwacht, vrijwel alle stikstof zal dan in gereduceerde toestand worden geloosd, zodat ook geen denitrificatie mogelijk is. Het effluent zou dan ca. 100 mg/l ammonium moeten bevatten.

In de praktijk blijkt echter, dat dit gehalte bij zuiveringsinstallaties met een hoog rendement lager is, het komt zelden of nooit boven ca. 50 mg/l uit. Deze waarde zal dan ook bij de berekeningen worden aangehouden. Uit de vergelijking van de theoretische en de praktische waarden blijkt het in de winter zowel als in de zomer moeilijk te zijn om tot een sluitende stikstofbalans te komen.

Uit de zojuist genoemde aannamen volgt, dat er zal worden geloosd:

in de zomer resp. 3,5 en 10,5 g/s ammonium en resp. 0 - 20 en 0 - 59 g/s nitraat;

in de winter resp. 7 en 21 g/s ammonium.

Hierbij is in aanmerking te nemen, dat in theorie de genoemde getallen het dubbele zouden kunnen bedragen.

De hoeveelheid fosfaat

Aan fosfaten wordt per inwoner per dag ca. 12 g in het rioolwater gebracht. Meer dan de helft hiervan bestaat uit polyfosfaten, afkomstig van wasmiddelen. Indien in de toekomst fosfaatvrije wasmiddelen in gebruik zouden komen, zou de hoeveelheid per inwoner geloosd fosfaat dus sterk kunnen dalen. Er bestaat hierover echter onvoldoende zekerheid om hiermede bij de berekeningen rekening te kunnen houden. Bij vergaande zuivering zal ongeveer 70 % van het aankomend fosfaat geloosd worden met het effluent.

Dit komt dus neer op ca. 8,4 g fosfaat per inwoner per dag. De concentratie in het effluent wordt dan 70 mg/l. Op grond van deze aannamen is te verwachten dat er zal worden geloosd:

resp. 10 en 30 g/s fosfaat.

De hoeveelheid zouten

De bespreking van de concentratie te lozen zouten wordt beperkt tot het chlooriongehalte. Dit gehalte kan in rioolwater verhoogd zijn door het gebruik van opgepompt zout grondwater, onder andere door de industrie. Weliswaar is het beleid van het hoogheemraadschap ge-

richt op het zoveel mogelijk voorkomen c.q. beperken van deze lozingen, maar aangezien in het algemeen voor het invoeren van een lozingsverbod een ruime overgangstermijn wordt gesteld, is aangenomen dat het chlooriongehalte van het rioolwater gemiddeld ca. 200 mg/l hoger zal zijn dan dat van het ontvangende water. Dit komt neer op een lozing van resp. 28 en 84 g/s chloorion.

De hoeveelheid bacteriën

Voor de schatting van de te lozen aantallen bacteriën is ervan uitgegaan dat ruw rioolwater ca. 1.000.000 faecale, thermotolerante coliforme bacteriën per ml bevat, bepaald met de Eijkmanproef bij 45 °C. Het totale aantal in voedingsagar bij 20 °C kweekbare bacteriën zal hiervan het tien- tot duizendvoudige bedragen.

In een zuiveringsinstallatie wordt hiervan ca. 90 % teruggehouden. Vergaande zuivering beïnvloedt dit percentage niet sterk. Beperken we ons tot de genoemde coliformen, dan is de concentratie hiervan in het effluent dus ca. 100.000 per ml.

Op grond van deze aannamen wordt er geloosd: resp. 14 en 42 x 10⁹ coliformen per sec.

De decimeringstijd van deze bacteriën ligt in de orde van grootte van 1 dag, dit betekent dat na lozing na 1 dag nog 10 % in leven is, na twee dagen nog 1 %, enz.

Overige bestanddelen

Naast de tot nu toe behandelde bestanddelen zal het effluent nog een aantal andere componenten kunnen bevatten.

Te denken valt hierbij aan olie bijvoorbeeld afkomstig van particulieren die zelf olie verversen, aan smaakgevend stoffen afkomstig van organisch chemische industrie, ververijen of reinigingsbedrijven, aan zware metalen, afkomstig van galvanische bedrijven, en aan bestrijdingsmiddelen. Aangezien enerzijds het hoogheemraadschap in samenwerking met de betrokken gemeenten een stringent en effectief lozingsverbod voor dergelijke stoffen zal instellen, anderzijds de zuiveringsinstallatie de eventuele concentraties van deze componenten sterk zal verlagen, onder andere door opname ervan in het slib, terwijl er bovendien een reëel risico aanwezig is, dat dergelijke stoffen anders dan door middel van de effluentlozing in het ontvangend water geraken, zijn de hierbedoelde stoffen bij deze studie verder buiten beschouwing gelaten.

Een samenvatting betreffende de emissie van diverse componenten, aanwezig in het effluent, is gegeven in tabel I.

TABEL I

grootte der installatie	i.e.	100.000	300.000
effluent	m ³ /s	0,14	0,42
BOD ₅ in zomer	g/s	2,1	6,3
BOD ₅ in winter	g/s	3,5	10,5
NH ₄ ⁺ in zomer	g/s	3,5	10,5
NH ₄ ⁺ in winter	g/s	7,0	21
NO ₃ ⁻ in zomer	g/s	0—20	0—59
totaal N in zomer	g/s	2,7—7,2	8,1—21,5
totaal N in winter	g/s	5,4	16,2
PO ₄ ⁻ — —	g/s	10	30
Cl ⁻	g/s	28	84
coliforme bact.	aantal/s	14.10 ⁹	42.10 ⁹

De invloed van verdergaande zuivering

Hoewel pas tijdens de studie de eventuele wenselijkheid van een verdergaande zuivering dan alleen oxydatief-biologisch naar voren kwam, wordt al in dit hoofdstuk ter wille van de overzichtelijkheid de invloed daarvan op de effluentkwaliteit besproken.

Desinfectie

Wanneer het effluent wordt gedesinfecteerd door het bijvoorbeeld te chloren, dan kan een vrijwel kwantitatief verdwijnen van de bacteriën worden bereikt. In dat geval zullen naast de coliformen ook vrijwel alle echte ziektekiemen zoals die van paratyphus kwantitatief zijn afgestorven. Het is echter bekend dat niet alle kiemen, waaronder wormeieren, sporen en virussen, zich door desinfectie met chloor laten elimineren. Bij toepassing van een hoge dosis en een lange inwerktijd zullen zij wel verzwakt worden, maar een volledig steriel effluent zal niet verkregen worden.

Op de andere bestanddelen van het effluent dan micro-organismen heeft desinfectie vrijwel geen invloed. Naar verwachting zal bij een eventuele desinfectie 5 mg/l chloor worden toegevoegd. Dit komt overeen met een verlaging van BOD₅ met 0,6 mg/l, hetgeen vrijwel verwaarloosbaar is. Evenmin zullen de gehalten aan NH₄⁺ verminderen, aangezien daartoe een dosering in de orde van 200 mg/l chloor vereist zou zijn.

Fosfaatverwijdering

In Nederland bestond ten tijde van de studie nog geen ervaring met fosfaatverwijdering op praktijk-schaal. Ervaring in het buitenland heeft geleerd, dat fosfaten met behulp van calcium-, ijzer- en aluminiumzouten en -hydroxyden voor een groot deel (60 tot 90 %, zeg gemiddeld driekwart) uit het effluent van een biologische zuiveringsinstallatie kunnen worden verwijderd. Inmiddels is gebleken dat 90 % haalbaar is onder Nederlandse omstandigheden.

Bij de besluitvorming is er nog van uitgegaan dat bij fosfaatverwijdering de fosfaathoeveelheden in tabel I tot ongeveer één kwart kunnen worden verminderd.

Een bijkomend voordeel van de fosfaatverwijdering met hydroxydevlokken kan zijn, dat het effluent ook wordt ontdaan van allerlei andere bestanddelen, zoals fijn slib (BOD₅), en opgeloste stoffen (metaalionen, organische stoffen). Het valt dus te verwachten, dat de derdetrap-zuivering het effluent in meer dan één opzicht verbetert. De kwantitatieve aspecten van deze verbetering zullen uit onderzoek moeten blijken.

3. De verbetering van het in het IJsselmeer nabij Medemblik en Andijk uitgeslagen polderwater

Door de bouw van de grote centrale rioolwaterzuiveringsinstallatie zal de kwaliteit van het polderwater in het beschouwde gebied merkbaar verbeteren, aangezien het dan niet meer behoeft te dienen als ontvangend water voor een groot aantal ongezuiverde lozingen. Aangezien het polderwater van West-Friesland-Oost grotendeels aan de noordzijde van dit gebied wordt uitgeslagen, zal genoemde kwaliteitsverbetering een positieve invloed hebben op het IJsselmeerwater in de omgeving van Medemblik en Andijk. Het is derhalve niet juist, de eventuele negatieve gevolgen van de lozing van het effluent van de zuiveringsinstallatie, indien deze in het IJsselmeer aldaar zal gaan lozen, te evalueren, zonder rekening te houden met dit positieve effect.

Uit waarnemingen van het PWN, verricht aan het door dit bedrijf ingenomen IJsselmeerwater, blijkt dat de invloed daarop van het uitgeslagen polderwater en van de lozingen van ongezuiverd afvalwater in die omgeving, merkbaar is. De gehalten aan BOD₅, NO₃⁻ en PO₄⁻ zijn aldaar vrij hoog, hoger dan die in het meer oostelijk gelegen „open” deel van het IJsselmeer. Ook de bacteriologische verontreiniging is niet te verwaarlozen: in 40 % van het aantal waarnemingen worden waarden groter dan 1 coliforme bacterie per ml aangetroffen, in 20 % van het aantal waarnemingen zelfs aantallen groter dan 10 per ml.

Het polderwater wordt op een drietal plaatsen aan de noordkant van West-Friesland-Oost uitgeslagen, te weten:

- polder Het Grootslag, 8500 ha, gemiddeld 1,35 m³/s, uitgeslagen dicht ten westen van de Rijksproefpolder bij Andijk;
- poldergebied van De Vier Noorder Koggen, 13.000 ha, gemiddeld 2,05 m³/s, uitgeslagen ca. 1,5 km zuidelijk van Medemblik;
- Wieringermeerpolder-Zuid, 10.000 ha, gemiddeld 1,60 m³/s, uitgeslagen ca. 0,5 km noordelijk van Medemblik.

Het uitgeslagen water van de polders bevat in orde van grootte, volgens gegevens van de Provinciale Waterstaat in Noord-Holland, het volgende:

	BOD ₅	totaal N	PO ₄ ⁻
poldergemeaal	mg/l	mg/l	mg/l
Het Grootslag	6,0	3,5	3,0
De Vier Noorder Koggen	3,5	3,0	2,5
Wieringermeerpolder-Zuid	3,5	3,5	1,2

Geschat wordt, dat deze stoffen, na sanering van West-Friesland-Oost, in gehalte zullen worden verlaagd tot:

	BOD ₅	totaal N	PO ₄ ⁻
poldergemeaal	mg/l	mg/l	mg/l
alle drie	2,5	2,0	1,0

De vermindering van de geloosde hoeveelheden van deze drie stoffen bedraagt dan, rekening houdend met bovengenoemde hoeveelheden uitslagwater:

	BOD ₅	totaal N	PO ₄ ⁻
poldergemeaal	g/s	g/s	g/s
Het Grootslag	4,7	2,0	2,7
De Vier Noorder Koggen	2,0	2,0	3,1
Wieringermeerpolder-Zuid	1,6	2,4	0,3
totaal	8,3	6,4	6,1

Door opheffing van de heden nog op het IJsselmeer plaatsvindende ongezuiverde lozingen van Medemblik (3000 i.e.) en Onderdijk (1500 i.e.) wordt aan deze getallen nog toegevoegd: 2,8 g/s BOD₅, 0,7 g/s totaal N en 0,6 g/s PO₄⁻. De totale vermindering van de belasting van het IJsselmeerwater in deze hoek bedraagt dan: 11,1 g/s BOD₅, 7,1 g/s totaal N en 6,7 g/s PO₄⁻. Deze getallen kunnen worden vergeleken met die in tabel I. Dan ziet men het volgende.

De sanering en centrale zuivering van het rioolwater in het beschouwde gebied met lozing op het IJsselmeer,

zal tot gevolg hebben, dat de belasting van het ontvangende water met BOD₅, bij realisering van een eerste fase van 100.000 i.e., zal verminderen doch na voltooiing van de installatie tot 300.000 i.e. weer gelijk zal zijn. De belasting met stikstofverbindingen zal bij de eerste fase gelijk blijven, doch daarna tenslotte zijn toegenomen. De belasting met fosfaat zal bij de eerste fase merkbaar en tenslotte sterk zijn toegenomen, althans indien geen fosfaatverwijdering wordt toegepast.

Naast deze veranderingen moet uiteraard ook rekening worden gehouden met de verandering in de manier van lozen. Nu geschieden de lozingen min of meer diffuus langs de gehele kust van deze hoek van het IJsselmeer. Bij lozing van het effluent der installatie op dit water zal dit patroon worden omgezet in één puntlozing. Tenslotte is nog te vermelden dat bij uitvoering van het saneringsplan ook de omvangrijke ongezuiverde lozing van Hoorn op het IJsselmeer nabij deze stad zal worden opgeheven.

4. De lozing van het effluent op het IJsselmeer

De belangen die in de kom van het IJsselmeer, grenzend aan West-Friesland-Oost en de Wieringermeerpolder-Zuid, een rol spelen zijn de volgende.

a. Het gebruik van de oever van het water in de wijde omgeving van het lozingspunt.

Vanuit Medemblik wordt watersport bedreven.

Er bestaan plannen voor een recreatieve ontwikkeling van de betrokken IJsselmeerdijk en het daaraan grenzende binnenland. Het is de vraag in hoeverre bij deze recreatie, gewild of ongewild, gebruik zal worden gemaakt van het IJsselmeerwater nabij de dijk.

Het is evident, dat het recreatieve gebruik van dit IJsselmeerwater kan worden beïnvloed door een lozing van het effluent van een grote zuiveringsinstallatie, met name als gevolg van hygiënische bezwaren. Tevens dient te worden vermeld, dat de kom van het IJsselmeer nabij Andijk fungeert als een rustgebied voor waterwild, met name kleine zwanen. Als zodanig vervult het dus een rol in de functie die het IJsselmeer als geheel uitoefent als overwinteringsplaats voor trekkend waterwild. Een goede waterkwaliteit is hierbij van veel belang.

b. De waterwinning door het Provinciale Waterleidingbedrijf van Noord-Holland. Dit bedrijf neemt daartoe bij Andijk IJsselmeerwater in. Dit water verblijft eerst enige tijd in een buitenhaven, waaruit het wordt opgepompt en gezuiverd tot drinkwater. De veilige bereiding hiervan zou bezwaren kunnen gaan ondervinden als gevolg van de effluentlozing. Het gaat daarbij niet zozeer om het hygiënische aspect — hoewel dat niet mag worden verwaarloosd — doch meer om een verhoging van het ammoniumgehalte in het ingenomen water (wat van invloed is op het chloeringsbedrijf), en om een versterkte ontwikkeling van fytoplankton en algen, die last kunnen veroorzaken bij de filtratie en de smaak nadelig kunnen beïnvloeden.

c. De waterkwaliteit van het IJsselmeerwater zelf. De kwaliteit van het water in het noordelijke deel van het IJsselmeer is door de grote mate van zelfreiniging, die het instromende water van de IJssel en kleinere rivieren heeft ondervonden als gevolg van de

lange verblijftijd en sedimentatieverschijnselen, vrij goed te noemen. Het is een eutroof water met een grote voedselrijkdom voor volledige voedselketens (tot en met vogels), en met een redelijke graad van stabiliteit. Dergelijke wateren dienen goed beschermd te worden tegen onevenwichtigheid als gevolg van bijv. overbemesting.

Teneinde de invloed van de effluentlozing van de nieuwe rioolwaterzuiveringsinstallatie op bovengenoemde belangen te kunnen evalueren, is het noodzakelijk de verspreiding en het transport van de met het effluent geloosde stoffen te kennen. Deze verschijnselen zijn afhankelijk van enerzijds de turbulente diffusie, anderzijds de grotere waterverplaatsingen in het ontvangende water. Onder turbulente diffusie moet worden verstaan de onderlinge uitwisseling van kleinere en grotere waterpakketten, als gevolg van temperatuurverschillen en -veranderingen, wind, golven, bodemreliëf, en al of niet door de wind opgewekte stromingen. Deze oorzaken kunnen, in hun onderlinge samenhang en verhouding, voor onderscheidene watergebieden zeer verschillend zijn. De grootte van de turbulente diffusie, in meetbare of verwerkbare grootheden uitgedrukt, moet dan ook voor elk type water of watergebied op zich zelf worden vastgesteld.

Voor de evaluatie van de turbulente diffusie in de hoek van het IJsselmeer tussen West-Friesland-Oost en de Wieringermeerpolder is door de Fysische Afdeling van de Directie Waterhuishouding en Waterbeweging van Rijkswaterstaat een studie verricht, waarbij gebruik werd gemaakt van een tweedimensionaal wiskundig model dat diffusie simuleert.

Gezien de enorme hoeveelheid rekenwerk die het onderhavige model met zich mee brengt, is het noodzakelijk dit te laten uitvoeren door een computer. Het model levert lijnen van gelijke concentratie op voor in het water oplosbare stoffen, die continu vanuit een puntbron in het oppervlaktewater worden gebracht. De configuratie van de kust en van de bodem is geschematiseerd in het model gebracht (zie afb. 1).

Het lozingspunt is geplaatst op een afstand van 10 meter uit de kust. Het model is verder gevoed met experimentele gegevens, welke in de zomer van 1971 in het IJsselmeer ter plaatse zijn verkregen uit diffusiemetingen bij momentane lozingen van de voor dit doel goed bruikbare kleurstof Rhodamine B. De berekeningen zijn uitgevoerd voor zowel onveranderlijke als veranderlijke stoffen. Voor de laatstgenoemde is van een negatief exponentiële functie gebruik gemaakt, waarin de decimeeringstijd (d.i. de tijd waarna nog 10 % van de aanvankelijke hoeveelheid stof over is), afhankelijk van de soort stof, zoals BOD₅ of coliforme bacteriën is verwerkt. Uit stroommetingen ter plaatse, uitgevoerd door de Studiedienst Hoorn van de Directie Noord-Holland van Rijkswaterstaat, eveneens in de zomer van 1971, is gebleken dat de totale waterstroom in dit watergebied, althans gedurende lange perioden in de zomer, op de waarde nul gesteld kan worden.

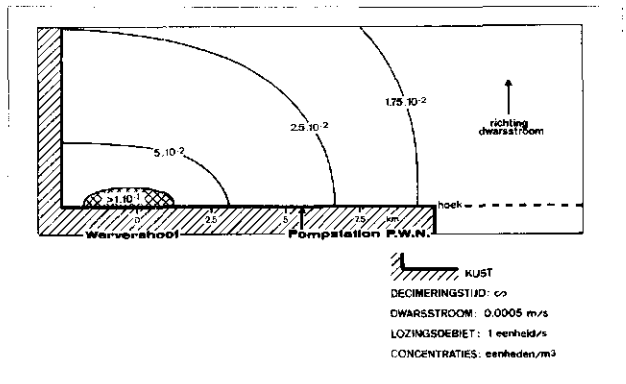
Indien het IJsselmeer als begrensd wordt beschouwd dan zou het na oneindig lange tijd geheel zijn opgevuld met effluent, en alle karakteristieken daarvan vertonen, althans, van effluent met een hoge ouderdom. Er vindt echter voortdurend watertransport in noordelijke richting plaats, dus waterverversing, door de aanvoer van de IJssel en de afvoer via de spuilsuizen in de Afsluitdijk.

Deze verversing geschiedt min of meer buiten de beschouwde hoek van het IJsselmeer tussen West-Friesland-Oost en de Wieringermeerpolder om. De reststroom in dit gebied kan dus wel op nul gesteld worden, doch er is aan de buitenrand toch voortdurend vers water beschikbaar om het diffusiepatroon in stand te houden. Bij de opzet van het rekenmodel is met deze verschijnselen rekening gehouden.

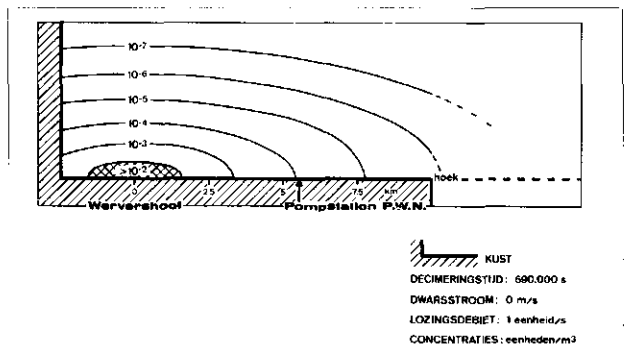
De resultaten van het veldonderzoek en van de modelberekeningen zijn samengevat in de afb. 2, 3 en 4. In deze afbeeldingen zijn weergegeven de lijnen van gelijke concentratie aan geloosde stoffen, uitgedrukt in een aantal eenheden per m³, waarbij één eenheid bestaat uit de per seconde geloosde hoeveelheid van de betreffende stoffen. Hierbij is de diepte van het meer op 4 m gesteld.

In afb. 2 zijn de lijnen van gelijke concentratie weergegeven voor een lozing nabij de kust van een onver-

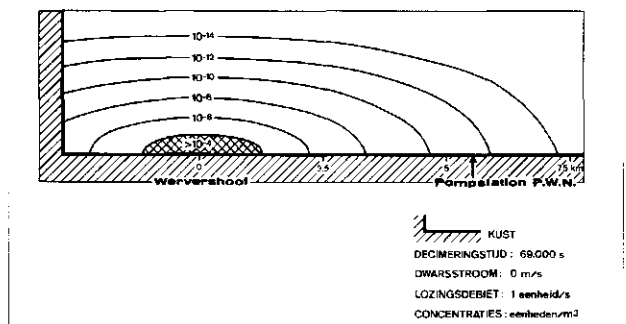
Afb. 2 - Diffusiepatroon van een conservatieve stof geloosd in het IJsselmeer.



Afb. 3 - Diffusiepatroon van een niet-conservatieve stof met een decimeringstijd van 690.000 s geloosd in het IJsselmeer.



Afb. 4 - Diffusiepatroon van een niet-conservatieve stof met een decimeringstijd van 69.000 s geloosd in het IJsselmeer.



anderlijke (conservatieve) stof. Voor de berekening van de concentraties aan ammonium, nitraat, fosfaat en chloride moet dus deze afbeelding worden gebruikt. De directe toepassing van de berekening op NH₄⁺, NO₃⁻ en PO₄⁻ is aan twijfel onderhevig, door de invloed van de biologische processen in het water, i.c. de vorming van fytoplankton en algen, en door de invloed van sedimentatieverschijnselen, al of niet daaraan gekoppeld. Deze factoren kunnen echter niet worden begroot. Veiligheidshalve worden de berekende concentraties dus maar aangehouden als mogelijke bovengrenzen. Uit de afbeelding kan het volgende worden afgelezen: bij lozing van 1 kg/s is de concentratie:

- 0,08 kg/m³ op 2 km ter weerszijden van het lozingspunt;
- 0,04 kg/m³ ter plaatse van het innamepunt van het PWN;
- 0,015 kg/m³ ter plaatse van de hoek van West-Friesland-Oost.

In afb. 3 zijn de lijnen van gelijke concentratie weergegeven voor een lozing nabij de kust van een veranderlijke (niet conservatieve) stof, en wel één met een decimeringstijd van 690.000 s, ofwel ca. 8 dagen. Deze waarde komt overeen met de decimeringstijd van biologisch afbreekbare stof (BOD). Voor de berekening van de concentraties aan BOD₅ moet dus deze afbeelding worden gebruikt. Daarbij moet dan worden aangenomen, dat de verhouding BOD-totaal : BOD₅ in een willekeurig watermonster onafhankelijk is van plaats en tijd. Uit de afbeelding kan het volgende worden afgelezen: bij lozing van 1 kg/s is de concentratie:

- 0,01 kg/m³ op 2 km ter weerszijden van het lozingspunt;
- 0,0001 kg/m³ ter plaatse van het innamepunt van het PWN;
- 0,000001 kg/m³ ter plaatse van de hoek van West-Friesland-Oost.

In afb. 4 zijn de lijnen van gelijke concentratie weergegeven bij lozing nabij de kust van een veranderlijke (niet conservatieve) stof, en wel één met een decimeringstijd van 69.000 s, ofwel ca. 1 dag. Deze waarde komt ongeveer overeen met de decimeringstijd van coliforme bacteriën in de zomer. Voor de berekening van de concentraties aan deze bacteriën moet dus deze afbeelding worden gebruikt.

Er kan het volgende uit worden afgelezen: bij lozing van 1 „eenheid” coli's per seconde is de concentratie:

- ca. 10⁻⁵ enh./m³ op 2 km ter weerszijden van het lozingspunt;
- ca. 5.10⁻¹² enh./m³ ter plaatse van het innamepunt van het PWN;
- ca. 10⁻²⁰ enh./m³ ter plaatse van de hoek van West-Friesland-Oost.

Uit de in tabel I weergegeven, per tijdseenheid geloosde, hoeveelheden van de diverse in het effluent aanwezige componenten, kunnen nu de betreffende concentraties worden berekend op de zojuist genoemde saillante plaatsen.

Hiervoor zijn dus genomen: de strook oever van 4 km lengte, gelegen 2 km aan de ene en 2 km aan de andere kant van het lozingspunt (recreatie), het innamepunt van het PWN (drinkwaterbereiding) en de hoek van West-Friesland-Oost (de verste plaats langs de onderhavige kust, waar het water onder „directe” invloed van de lozing zou kunnen staan). Over de zône gelegen nabij het lozingspunt zelf, een afstand kleiner dan 2 km daarvan verwijderd, kunnen deze berekeningen geen uitsluitsel geven. Voor een dergelijke gedetailleerde beschrijving op kleine schaal is deze modelberekening niet geschikt. Ook het werkelijk meetbare patroon zal des te variabelier zijn, naarmate een plaats dichterbij het lozingspunt wordt beschouwd. Het is uiteraard wel zo, dat de concentraties aan geloosde stoffen toenemen, naarmate het lozingspunt dichterbij wordt genaderd, tot uiteindelijk, op het lozingspunt zelf, de concentraties aanwezig in het effluent worden aangetroffen.

De uitkomsten der berekeningen zijn vermeld in tabel II.

TABEL II

Component		BOD ₅		NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻	PO ₄ ^{- - -}	Cl ⁻	coli
seizoen		zomer	winter	zomer	winter	zomer	altijd	altijd	altijd
grootte der inst. in i.e.	plaats								
100.000	2 km ter weerszijde van het lozingspunt	0,02	0,04	0,3	0,6	1,6	0,8	2,2	0,15
	inlaatpunt PWN hoek van West-Friesland-Oost	0,0002	0,0004	0,15	0,3	0,8	0,4	1,1	10 ⁻⁷
300.000	2 km ter weerszijde van het lozingspunt	0,06	0,1	0,8	1,7	4,7	2,4	6,8	0,4
	inlaatpunt PWN hoek van West-Friesland-Oost	0,0006	0,001	0,4	0,8	2,4	1,2	3,4	10 ⁻⁷
		0,000006	0,00001	0,15	0,3	0,9	0,5	1,3	10 ⁻¹⁶

Alle waarden zijn gegeven in mg/l, coli's in aantal/ml.

Gezien het gestelde in hoofdstuk 2 wordt er de nadruk op gelegd, dat de in tabel II genoemde waarden, onverlet het navolgende, hoogstens als richtinggevend kunnen worden beschouwd.

Onzekerheden bestaan er eveneens ten aanzien van de verspreidingsbeelden, die zich immers pas goed kunnen opbouwen, indien de diffusie niet door de wind wordt verstoord.

Het voorkomen van zulke rustige omstandigheden kan bijvoorbeeld worden gerelateerd aan het voorkomen van hogedrukperiodes. Volgens de weergegevens van het KNMI komen deze in orde van grootte 5 tot 20 maal per jaar voor, met een tijdsduur van één tot enkele weken lang.

Een wat scherpere benadering kan worden gegeven door gebruik te maken van de metingen en berekeningen van de Studiedienst Hoorn van de Directie Noord-Holland van Rijkswaterstaat en van de Afdeling Waterloopkunde van de Dienst der Zuiderzeewerken.

In het kader van het diffusie-onderzoek van de Fysische Afdeling heeft de Studiedienst Hoorn, zoals eerder is vermeld, in de zomer van 1971 op een drietal plaatsen in het beschouwde gebied stroommetingen uitgevoerd, teneinde een inzicht te krijgen in de waterbewegingen ter plaatse.

De resultaten van dit onderzoek zijn door de Afdeling Waterloopkunde van de Dienst der Zuiderzeewerken,

door middel van correlatie tussen watersnelheden, opwaaiingen en peilschaalvariaties, deze laatste óók betreffende andere tijdsperiodes, uitgewerkt tot een frequentie van voorkomen van perioden met geringe stroomsnelheden in het beschouwde gebied.

Hieruit blijkt, dat aldaar perioden met geringe stroomsnelheden, korter dan een week, ca. 30 maal per jaar voorkomen, en die met een tijdsduur van één tot twee weken ca. 10—15 maal per jaar.

Deze getallen komen goed overeen met wat in eerste instantie uit de weergegevens van het KNMI kon worden opgemaakt. Wanneer de windinvloed zo groot is, dat het verspreidingsbeeld zich niet kan opbouwen, zijn de te verwachten concentraties uiteraard duidelijk lager. De ervaring bij andere grote lozingen op grote meren (bijv. Amsterdam in het IJmeer, Harderwijk en Elburg in de Veluwerandmeren) leert, dat het windeffect gunstig is voor de verspreiding als geheel, doch dat het ook een nadeel kan hebben. Dit nadeel bestaat hieruit, dat in

een groot, ondiep meer een „vlek” afvalwater van enige omvang niet zo gauw wordt verdund door aankomend water, doch daardoor eerder wordt verdrongen. Dit leidt tot het ontstaan van „banen” verontreinigd water, die zonder al te grote verdunning door het meer trekken, en onder andere langs oevers kunnen strijken. Daardoor kunnen overwacht hoge concentraties van geloosde stoffen voorkomen op plaatsen, die kilometers van het lozingspunt verwijderd zijn.

Dit verschijnsel is het duidelijkst te merken aan de stoffen met hoge afbraaksnelheden (bijv. coli's), deze dalen immers het snelst in concentratie, gerekend vanaf het lozingspunt, bij normale diffusie.

Dit verplaatsen van grote watermassa's komt vooral voor, als de windinvloed zich plotseling doet gelden na een lange periode van windstilte, dan wel bij een snelle verandering van windrichting, nadat deze lange tijd constant is geweest (op- en afwaaiing).

Het is dus duidelijk, dat de in de tabel gegeven cijfers discutabel zijn. Enerzijds kunnen zij te hoog zijn, doordat de diffusie door windinvloed wordt gestoord, anderzijds kunnen zij te laag zijn, doordat de wind watermassa's uit het centrum van de „vlek” over behoorlijke afstanden kan verplaatsen zonder al te grote verdunning.

Daarom doet men er het beste aan, de cijfers ook uit dit oogpunt bezien niet te beschouwen als absolute waarden doch meer te letten op de orden van grootte

die in de vlek als geheel voorkomen. De oppervlakken waarbinnen een bepaalde concentratie overschreden wordt, in de afb. 2 t/m 4, kunnen door de wind wel worden vervormd, doch niet zo zeer worden verkleind. Alhoewel discutabel, wordt het niet irrealistisch geacht om de in tabel II genoemde concentraties als gemiddelden aan te houden, als richtlijn voor het geven van een oordeel over de gevolgen van de lozing van het effluent.

In dat geval kunnen de volgende gevolgtrekkingen worden gemaakt.

a. De bijdrage door de lozing aan de BOD_5 is op enige afstand van het lozingspunt (enkele km) volkomen te verwaarlozen. Alleen direct rond het lozingspunt zal iets van een verhoogde BOD_5 te merken zijn.

b. De bijdrage door de lozing van NH_4^+ is bij een grootte van de installatie van 100.000 i.e., t/m het inlaatpunt van het PWN nog wel merkbaar, doch valt dan nog binnen de marge die het NH_4^+ -gehalte van het IJsselmeerwater daar nu al bezit. Dit wordt anders bij een grootte der installatie van 300.000 i.e. Dan wordt de bijdrage door de lozing wel duidelijk, relatief gezien, vooral in de winter als niet op nitrificatie hoeft te worden gerekend.

c. De bijdrage door de lozing aan NO_3^- is in de zomer, bij een grootte der installatie van 300.000 i.e. substantieel te noemen, althans tot voorbij het inlaatpunt van het PWN, doch de concentratieverhoging valt ook dan nog haast binnen de marge die het NO_3^- -gehalte van het IJsselmeerwater daar nu al bezit.

d. De bijdrage door de lozing aan PO_4^{3-} is in alle gevallen, ook ter plaatse van het inlaatpunt van het PWN, substantieel te noemen, vergeleken met de PO_4^{3-} -gehalten die het IJsselmeerwater daar nu al bevat. Vooral bij een grootte van de installatie van 300.000 i.e. is de concentratieverhoging bepaald groot te noemen.

e. De bijdrage door de lozing aan Cl^- is op enige afstand tot het lozingspunt (enkele km) volkomen te verwaarlozen. Alleen direct rond het lozingspunt (tientallen meters) zal mogelijk iets van het verhoogde Cl^- -gehalte te merken zijn.

f. De bijdrage door de lozing aan coliforme bacteriën is op enige afstand tot het lozingspunt (enkele km) volkomen te verwaarlozen. De nadruk wordt er echter wel op gevestigd, dat juist de bacteriële besmetting zich door de windinvloed onverwacht ongunstig kan verspreiden, zoals in het bovenstaande is vermeld.

5. Mogelijkheden tot verbetering van het effluent, dan wel vermindering van de invloed daarvan bij lozing op het IJsselmeer

a. Desinfectie.

In het vorenstaande wordt ingegaan op de bacteriële verontreiniging van het ontvangende water door de lozing van het effluent.

Reeds nu vindt in de beschouwde hoek van het IJsselmeer op verscheidene plaatsen buitendijkse recreatie plaats, waarbij het IJsselmeerwater kan zijn betrokken. Het behoeft geen betoog, dat dit met name in de omgeving de van lozingspunten van ongezuiverd rioolwater (Medemblik en Onderdijk) en van de uitslagpunten van polderwater (Het Grootslag, De Vier Noorder Koggen, Wieringermeerpolder-Zuid) een zaak is die bezorgdheid oproept.

Wanneer als gevolg van de bouw van de centrale zuiveringsinstallatie genoemde lozingspunten zullen zijn opgeheven, en de kwaliteit van het uitslagwater zal zijn verbeterd, blijft de centrale lozing van het effluent over. Teneinde de huidige, extensieve vorm van recreatie aan het water zoveel mogelijk te vrijwaren van risico's, is het veiligheidshalve aan te raden dat dit effluent wordt gedesinfecteerd.

Als de recreatie aan de onderhavige kust van het IJsselmeer verder wordt bevorderd, zal deze desinfectie in ieder geval noodzakelijk zijn. Ook dan nog is het de vraag, in hoeverre het verstandig is, recreatie waarbij het IJsselmeerwater wordt betrokken ter plaatse te bevorderen.

b. Verplaatsing van het lozingspunt.

Tot nu toe is geredeneerd, uitgaande van een lozing van het effluent vrijwel direct achter de dijk in het IJsselmeer. Indien daardoor een conflictsituatie zou ontstaan als gevolg van een zich toch aldaar ontwikkelende recreatie, kan naast de eerder beschreven desinfectie worden overwogen het lozingspunt te verplaatsen. Het is dan het meest zinvol, indien wordt gedacht aan de aanleg van een persleiding, waardoor het effluent naar een plaats ver van de oever wordt getransporteerd. Daarbij ware te denken aan het Wagenpad, een verdieping van ca. 6 m in het midden van de beschouwde kom van het IJsselmeer, op een afstand van ca. 6 km van de oever verwijderd.

Uit het diffusiepatroon valt te verwachten, dat de waterkwaliteit langs de oever dan in hygiënisch opzicht sterk zal verbeteren en zelfs zonder meer betrouwbaar zal worden indien bovendien nog wordt gechloord. Voor wat betreft de stikstofverbindingen en de fosfaten wordt door de aanleg van zo'n persleiding niet veel voordeel bereikt. De orden van grootte van de verhogingen der concentraties bij het inlaatpunt van het PWN, bijvoorbeeld, blijven gelijk.

c. Derde trapszuivering (defosfatering).

Hiervoor wordt verwezen naar het slot van hoofdstuk 2.

6. Conclusies ten aanzien van lozing op het IJsselmeer

a. De diffusie van niet afbrekbare geloosde stoffen verloopt in deze hoek van het IJsselmeer zeer traag. Er kan worden gesteld dat het beschouwde gebied zich binnen enkele weken in aanzienlijke mate kan opladen met de geloosde stoffen, mits de wind dit proces niet stoort.

De kans op het voorkomen van de benodigde rustige perioden is in orde van grootte enkele tientallen malen per jaar.

b. Als gevolg hiervan kunnen de concentraties aan, met het effluent van de installatie geloosde, stikstofverbindingen, bij een grootte van de installatie van 300.000 i.e., en fosfaten, bij een grootte van de installatie van 100.000 i.e. en meer, in het water nabij het inlaatpunt van het PWN oplopen tot duidelijk hogere waarden dan die welke er nu aanwezig zijn.

c. Als gevolg van de uitslag van verontreinigd polderwater (overeenkomend met meerdere tienduizenden i.e.) en van de lozing van ongezuiverd rioolwater van 4.500 personen, is de waterkwaliteit in de beschouwde hoek van het IJsselmeer reeds nu minder goed dan die van het oostelijk gelegen „open” deel daarvan. Vooral

de waterkwaliteit in de directe omgeving van de huidige lozingspunten moet uit het oogpunt van recreatief gebruik bedenkelijk worden geacht.

d. Wanneer als gevolg van calamiteiten e.d. giftige of anderszins storende stoffen met het effluent van de installatie of met het uitslagwater van de polders zouden worden geloosd, zouden zij langdurig in het beschouwde gebied kunnen verblijven.

e. Een stringent en effectief lozingsverbod voor giftige en anderszins storende stoffen op de riolering is noodzakelijk.

f. Er bestaat onzekerheid over de grootte van de toename der concentraties aan verontreinigende stoffen in het beschouwde gebied, doordat de concentraties in het geloosde effluent moeilijk exact zijn te voorspellen, en doordat het verspreidingsbeeld van het effluent sterk door de wind kan worden beïnvloed. Deze invloed kan zowel positieve als negatieve gevolgen hebben ten opzichte van het gemiddelde beeld.

g. Ten behoeve van het blijvend gebruik van het ontvangende water voor de huidige vorm van extensieve recreatie, moet veiligheidshalve worden aanbevolen dat het effluent van de installatie wordt gedesinfecteerd alvorens het wordt geloosd. Mocht het onderhavige gebied een recreatieve bestemming krijgen, dan is desinfectie zonder meer noodzakelijk.

h. Verlegging van de lozingsplaats met behulp van een 6 km lange persleiding naar het Wagenpad, in het midden van het beschouwde watergebied, levert voornamelijk voordeel op voor de hygiënische kwaliteit van het kustwater, met name indien tevens wordt gedesinfecteerd. Ten aanzien van de concentratieverhogingen van stikstofverbindingen en fosfaten kan van dit systeem weinig voordeel worden verwacht.

i. Het is waarschijnlijk, dat te zijner tijd zal moeten worden overgegaan op fosfaatverwijdering. De kans op het voorkomen van algenbloei in deze stille hoek van het IJsselmeer, waar gewoonlijk water komt dat al behoorlijk van fosfaten is ontdaan, vergeleken met het IJsselwater, wordt door de onderhavige lozing sterk bevorderd. Voor deze zuiveringstrap dient ruimte te worden gereserveerd, en er dient onderzoek plaats te vinden naar de noodzaak van deze maatregel. Deze noodzaak zal moeten blijken uit de ontwikkeling van het aquatisch milieu in het ontvangende water.

7. De lozing van het effluent op Schermerboezem

Met Schermerboezem wordt een aantal in open verbinding met elkaar staande vaarten en kanalen aangeduid die lopen van Den Helder via Alkmaar tot Zaanadam en verder via Purmerend tot Monnickendam, Edam, Oosthuizen en Schardam. Een belangrijke schakel tussen het centrale deel van deze boezem en het IJsselmeer vormt de Beemsteruitwatering (zie afb. 1).

Bij één van de alternatieve oplossingen voor het afvalwaterprobleem van de regio West-Friesland-Oost zou het effluent van een centrale rioolwaterzuiveringsinstallatie op het oostelijke deel van deze watergang worden geloosd.

De Beemsteruitwatering dient in zomerperioden water van goede kwaliteit aan te voeren, dat nodig is voor aanvulling en voor doorspoeling van de boezem.

In tijden van groot waterbezwaar dient hij water af te voeren naar het IJsselmeer. Tussen deze tegengestelde waterbewegingen komen perioden van stilstand voor.

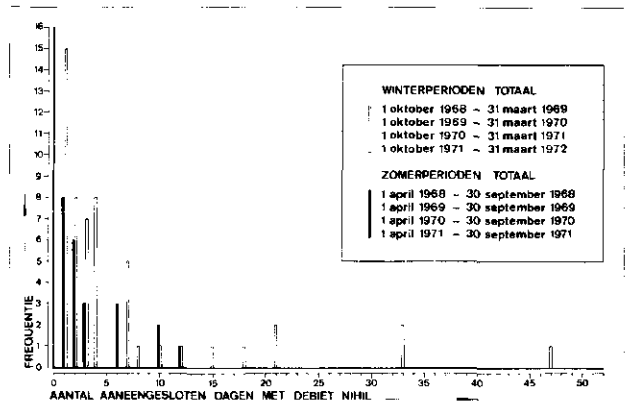
Dat dergelijke tegengestelde waterbewegingen voorkomen hangt samen met een aantal factoren waarvan te noemen zijn:

- het relatief beperkte bergend oppervlak van de boezem;
- de beperkte transportcapaciteit van verschillende kanalen;
- de beperkte bemalingscapaciteit, de begrenzingen gesteld aan de peilfluctuaties en de invloed van regen en wind op peilen en verhang.

In verband hiermee is nagegaan welke debieten in het recente verleden zijn voorgekomen te Lutjeschardam, waar het water voor de Beemsteruitwatering wordt ingelaten.

In afb. 5 is voor de periode 1 april 1968 tot 31 maart 1972 aangegeven met welke frequenties bepaalde aaneengesloten perioden van stilstand in de Beemsteruitwatering voorkwamen, en wel voor zomer en winter afzon-

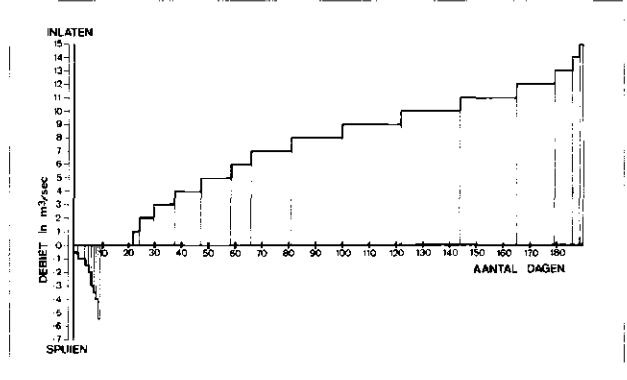
Afb. 5 - Frequenties, waarmee perioden van stilstand zijn voorgekomen in de Beemster Uitwatering.



derlijk gesommeerd. Deze afb. geeft aan dat gemiddeld per zomerperiode ongeveer viermaal een stremming van in- en aflating gedurende ten minste twee aaneengesloten dagen voorkwam en per winterperiode ruim zevenmaal een stremming gedurende ten minste drie aaneengesloten dagen. Zij hangen in het algemeen samen met groot waterbezwaar of krachtige westelijke winden. Daarom zullen deze stremmingen ook in de toekomst niet zonder meer vermeden kunnen worden.

In afb. 6 is voor de zomers 1968 tot en met 1971 aan-

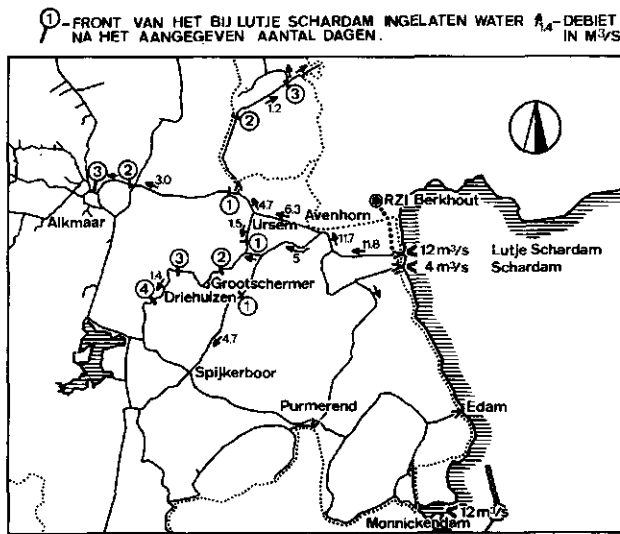
Afb. 6 - Gemiddelde verdeling van debieten bij de Hornsluis te Lutje Schardam voor de zomers 1968 t/m 1971.



gegeven het gemiddeld aantal dagen per zomer met bepaalde debieten. Uit deze afb. volgt als gemiddeld debiet voor de perioden dat water wordt ingelaten ongeveer 8 m³/s, terwijl voor droge perioden een debiet van 12 m³/s representatief is te achten.

Uit de afmetingen van de kanalen en inlaatdebieten kan worden berekend hoever het water zich per dag kan verplaatsen. In afb. 7 is het resultaat van de berekening gegeven voor een inlaatdebiet van 12 m³/s te Lutje-Schardam.

Afb. 7 - Verplaatsing van IJsselmeerwater ingelaten in Schermerboezem in een droge zomerperiode.



Als indicatie van de huidige waterkwaliteit in de Beemsteruitwatering zijn in tabel III enkele analyseresultaten van de in 1971 en 1972 uit het water genomen monsters weergegeven.

De wijzigingen in deze kwaliteit door het effluent van een eventuele rioolwaterzuiveringsinstallatie bij het lozingspunt laten zich voor de verschillende debieten direct afleiden uit de in tabel I opgenomen gegevens over de hoeveelheden en kwaliteit van dit effluent. Een overzicht hiervan geeft tabel IV.

TABEL III - Analyseresultaten Beemsteruitwatering januari 1971—december 1972.

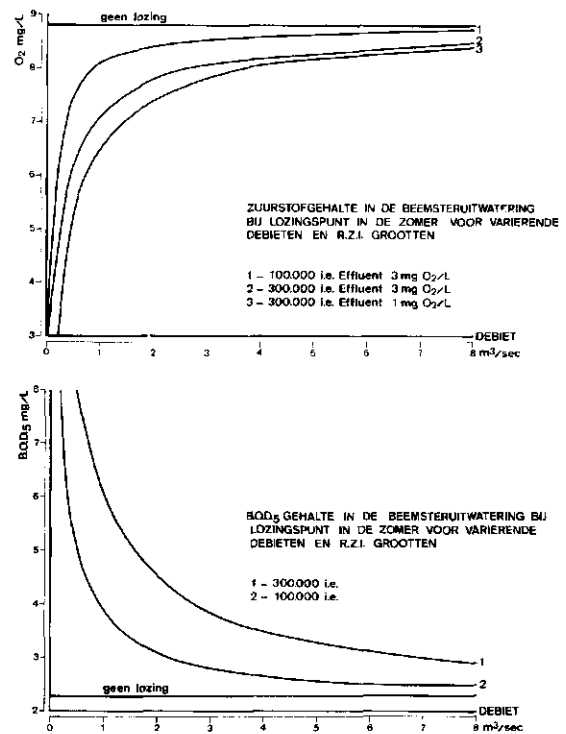
Parameter	O ₂		BOD ₅		NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	Cl ⁻	coliformen *)
	altijd	zomer	winter	zomer	winter	zomer	altijd	altijd	altijd	zomer
laagste	68 %	1	1	spoor	0,2	0,1	0,2	199	< 0,2	
gemiddelde	96 %	2,1	3,1	0,1	1,2	1,5	0,6	260		
hoogste	116 %	3	6	0,3	4,4	3,0	2,5	400	1,3	

*) Eijkmanproef bij 45 °C.

TABEL IV - Verhogingen van gehalten door effluentlozing op Beemsteruitwatering ter plaatse van de lozing.

Parameter	inlaatdebiet m ³ /s	BOD ₅		NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻	Cl ⁻	coliformen
		zomer	winter	zomer	winter	zomer	altijd	altijd	altijd
100.000 i.e.	2	0,98	1,6	1,6	3,3	0 — 9,4	4,7	13	6.500
	8	0,26	0,43	0,43	0,86	0 — 2,5	1,2	3,4	1.700
	12	0,18	0,29	0,29	0,58	0 — 1,7	0,8	2,3	1.200
300.000 i.e.	2	2,6	4,3	4,3	8,7	0 — 25	12	35	17.000
	8	0,75	1,2	1,2	2,5	0 — 7,1	3,6	10	5.000
	12	0,51	0,85	0,85	1,7	0 — 4,8	2,4	6,8	3.400

Alle waarden zijn uitgedrukt in mg/l, alleen coli is gegeven in aantal per ml.



Afb. 8 - Lozing van effluent van de RZI Berkhout op Schermerboezem.

Bij de hantering van nevenstaande getallen is in aanmerking te nemen dat zij het resultaat zijn van de menging van ingelaten water en effluent, beide met bepaalde aanvangsconcentraties van de diverse bestanddelen. Dit is vooral te merken wanneer de debieten van effluent en van inlating dezelfde orde van grootte hebben. Als illustratie hiervoor is in afb. 8 weergegeven hoe in de zomer het zuurstofgehalte en de BOD₅ in de Beemsteruitwatering bij het lozingspunt volgens berekening zullen worden, wanneer een effluent met 3 mg zuurstof/l en 15 mg BOD₅/l in variërende verhoudingen wordt gemengd met ingelaten water dat 8,8 mg zuurstof/l en 2,3 mg BOD₅/l bevat. Omdat een zuurstof-

gehalte van 3 mg/l in feite aan de hoge kant is, is daarnaast een berekend verloop aangegeven voor het geval het effluent 1 mg zuurstof/l bevat.

Uit deze afb. volgt dat bij installaties ter grootte van 100.000 tot 300.000 i.e. een duidelijke verlaging van het zuurstofgehalte en verhoging van de BOD₅ bij het lozingspunt is te verwachten, wanneer de inlaatdebieten liggen in de orde van resp. 1 en 4 m³/sec. of lager.

Benedenstreams van het lozingspunt zal het zuurstofgehalte als gevolg van de rest-BOD₅ in het effluent nog verder dalen. Hierover zijn modelberekeningen uitgevoerd, uitgaande van de volgende aannamen:

1. het effluent bevat 3 of 1 mg zuurstof/l en 15 mg BOD₅/l in de zomer;
2. het ingelaten water bevat 8,8 mg zuurstof/l en 2,3 mg BOD₅/l;
3. van de BOD₅ wordt — overeenkomstig Imhoff — per dag bij 20 ° in de zomer ca. 30 % afgebroken;
4. de maximale re-aeratie (zuurstofgehalte nihil) bedraagt 1,5, 4,8 of 6,7 g zuurstof per m² per dag; de re-aeratie wordt bepaald door het rekenkundig gemiddelde van de zuurstofdeficitwaarden aan begin en eind van het betreffende etmaal.

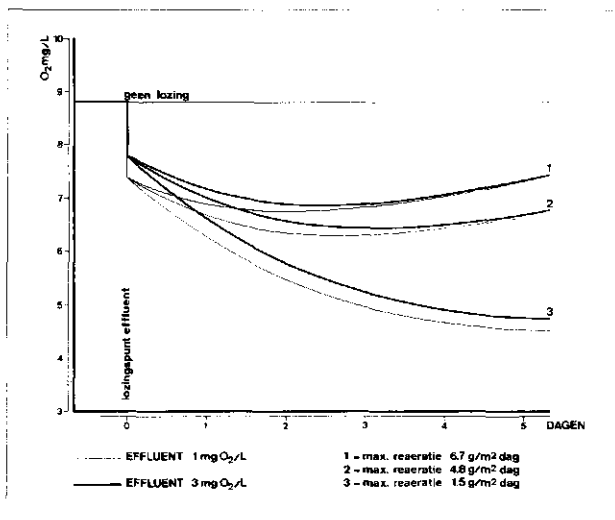
Vanzelfsprekend is de werkelijke situatie ingewikkelder dan het model, onder andere door de aanwezigheid van stikstofverbindingen, fytoplankton en waterplanten en door de zuurstofonttrekking door bodemslib.

De uitkomsten van modelberekeningen zijn meer te zien als illustraties van de te verwachten situaties en mogelijke effecten dan als een nauwkeurige prognose. In het algemeen zal de werkelijkheid beter aan het model beantwoorden bij een installatie-grootte van 300.000 i.e., door de geringere invloed van randeffecten bij deze installatie, dan bij kleinere installaties.

In afb. 9 is het resultaat van de berekening gegeven voor een inlaatdebiet bij Lutjeschardam van 2 m³ per sec. en een grootte van de installatie van 300.000 i.e.

Zoals uit deze afb. blijkt is op grond van het model te verwachten dat het minimale zuurstofgehalte na drie à vijf dagen wordt bereikt en dat in het beschouwde geval de verlaging van het zuurstofgehalte dan het twee- à viervoudige is van de verlaging bij het lozingspunt.

Afb. 9 - Zuurstofgehalten in de Beemster Uitwatering in zomer, bij lozing effluent van een RZI van 300.000 i.e. en bij een inlaatdebiet van 2 m³/s.



Uit tabel IV valt af te lezen, welke de consequenties zijn van een effluentlozing op Schermerboezem.

a. De lozing van zuurstofbindende stoffen zal vooral een sterk nadelige invloed op de kwaliteit van het ontvangend water hebben bij geringe of ontbrekende inlaatdebieten. Bij het lozingspunt is dan te verwachten dat het zuurstofgehalte vrij snel tot zeer lage waarden of nul zal dalen. In die gevallen stijgen ook de gehalten aan ammonium tot ongewenst hoge waarden uit het oogpunt van zuurstofhuishouding en visticiteit bij hogere zuurgraden.

b. De lozing van bemestende zouten leidt overigens ook bij gemiddelde inlaatdebieten tot ongewenst sterke verhogingen van gehalten.

c. De lozing van coliforme bacteriën geeft een ongeveer duizendvoudige verhoging van het tot nu toe aange troffen gehalte.

Omdat de decimeringstijd van coliformen op 1 dag is te stellen, zal de invloed van de lozing op de hygiënische betrouwbaarheid van het water zich dus ten minste drie dagen doen gevoelen. Uit afb. 7 kan worden afgelezen, tot hoever het water in het boezemgebied in dit opzicht wordt beïnvloed. Overigens zijn een aantal pathogene organismen resistenter — of bezitten resistenter vormen — dan E-coli. De afwezigheid van coliformen impliceert niet dat elk gevaar afwezig is. Door de snelle decimering van coliformen heeft de grootte van de rioolwaterzuiveringsinstallatie een veel minder geprononceerde invloed dan bij de andere kwaliteitsparameters.

8. Invloed van wijzigingen in de aangenomen omstandigheden bij lozing op Schermerboezem

Situering van het lozingspunt

Het bij Lutje-Schardam ingelaten water bereikt bij een debiet van 8 m³/s in elf uur Avenhorn.

Verplaatsing van het lozingspunt in westelijke richting heeft tot Avenhorn vrijwel geen invloed op het verspreidingspatroon.

Bij lozing op de Ursemmervaart ten westen van Avenhorn vervalt in het algemeen de beïnvloeding van de Beemsterringvaart, maar nemen de gevolgen op het overige deel van de boezem dienovereenkomstig toe. Aangezien het langstromende ontvangende water aldaar een veel kleiner debiet heeft dan bij Lutje-Schardam worden de gevolgen van de lozing voor onder andere het zuurstofgehalte in dat geval veel ernstiger.

Wijzigingen in het peilbeheer van Schermerboezem

De ingebruikstelling van het gemaal te Den Helder leidt tot een betere peilbeheersing in perioden van groot waterbezwaar en een betere beheersing van het streefpeil van NAP — 0,50 m op het Alkmaardermeer.

Dit kan in het algemeen resulteren in iets langere perioden van grote inlaatdebieten te Lutje-Schardam zover deze uitsluitend van het peilbeheer op de boezem afhankelijk zijn. Tevens is het mogelijk de gemiddelde debieten aldaar te verhogen door extra bemaling te Zaandam en Den Helder, in de situaties waarbij minder dan het mogelijke wordt ingelaten omdat reeds aan de door Schermerboezem te verzorgen bestaande behoefte in die periode wordt voldaan. In perioden van groot waterbezwaar zal evenals thans de inlating onderbroken worden zodra het gemiddelde boezempeil van NAP

— 0,40 m is bereikt, vanwege het risico van stopseinperioden voor de polderbemalingen. De tijdsduur van de stremming zal waarschijnlijk verkort kunnen worden. Voor de gevallen dat het inlaatdebiet afhankelijk is van het peil op het IJsselmeer en de windinvloed is er geen verschil te verwachten. In perioden met geringe inlaatdebieten of stremming te Lutje-Schardam is de directe invloed van het gemaal Den Helder verwaarloosbaar. Ook na inwerkingtreding van dit gemaal blijft het onmogelijk in de Beemsteruitwatering onder alle omstandigheden een geregelde doorstroming in de orde van kubieke meters per seconde te handhaven.

De eventuele toekomstige verruiming van de boezemwateren tussen Lutje-Schardam en Alkmaar zal, wanneer tevens de debieten stijgen, leiden tot een afname van de directe invloed van het effluent op de waterkwaliteit bij het lozingspunt. De verspreiding van de verontreiniging zal afhangen van de verhoudingen van debieten tot oppervlakten van dwarsprofielen, en behoeft niet geringer te zijn dan in het voorafgaande is berekend.

IJsselmeerpolder(s)

Onzekerheid bestaat nog over de inpoldering van de Markerwaard. Er is echter rekening mede te houden dat het eventuele randmeer van deze polder van groot belang zal worden voor de dagrecreatie. Hiervoor zij verwezen naar de tweede structuurschets voor de ruimtelijke ontwikkeling van de openluchtrecreatie, opgenomen in de nota openluchtrecreatie 1971-1975 van het ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk. De te verwachten moeilijkheden bij directe lozing van het effluent op dit randmeer of indirect bij spuiingen zijn dus bepaald niet geringer dan die bij lozing nabij Wervershoof. Een ander belangrijk facet is dat de spui-mogelijkheden van Schermerboezem bij een totstandkoming van de Markerwaard waarschijnlijk ernstig zullen worden aangetast. Dit zou leiden tot langere perioden van stilstand in de Beemsteruitwatering.

Derde trapszuivering

De ook hier meest in aanmerking komende vormen van derde trapszuivering zijn desinfectie met chloor en simultane fosfaatverwijdering. Desinfectie kan de hygiënische bezwaren sterk verminderen. Bij toepassing van fosfaatverwijdering (75 %) zal de verhoging van het gehalte door de lozing in de Beemsteruitwatering bij een grootte van de installatie van 300.000 inwoner-equivalenten en een (gemiddeld) debiet van 8 m³/s toch nog 0,9 mg/l bedragen, hetgeen aanzienlijk is voor een water dat als basisgrondstof dient voor zo'n groot boezemgebied.

9. Conclusies ten aanzien van lozing op Schermerboezem

- a. Bij stremmingen van inlatingen en spuiingen te Lutje-Schardam gedurende ten minste twee dagen in de zomer en drie dagen in de winter zal de lozing van het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie voor West-Friesland-Oost nabij Berkhout op Schermerboezem een sterk nadelige invloed hebben op de kwaliteit van het ontvangende water in het algemeen en met name op het zuurstof- en ammoniumgehalte.
- b. Voor de handhaving van het huidige zuurstofgehalte in de Beemsteruitwatering is reeds bij de eerste fase van de zuiveringsinstallatie een zo regelmatig mogelijke doorstroming van het ontvangende water met een

debet in de orde van kubieke meters per seconde noodzakelijk.

- c. De voorafgaande conclusies blijven gehandhaafd bij eventuele toepassing van desinfectie en fosfaatverwijdering.
- d. Reeds in de eerste fase is ernstig rekening te houden met de noodzaak bemestende zouten te verwijderen.
- e. De effluentlozing op Schermerboezem zal reeds in de eerste fase de hygiënische kwaliteit van het water in het centrale deel van Schermerboezem en van het IJsselmeer in de nabijheid van Lutje-Schardam sterk nadelig beïnvloeden en de belangen van tuinbouw, veeteelt en recreatie schaden. Door chloring van het effluent is dit bezwaar te verminderen, doch niet volledig op te heffen.

10. Evaluering van de resultaten en vergelijking van de beschouwde alternatieven

De resultaten zijn samengevat in tabel V. Daarbij is een evaluering van de verschillende effecten tot slechts 3 kwalificaties beperkt gehouden:

- situatie goed, resp. invloed nihil of gering: cijfer 5;
- situatie matig, resp. invloed duidelijk: cijfer 3;
- situatie slecht, resp. invloed groot: cijfer 1.

Een groep kwalificaties is eveneens een gemiddeld cijfer toegekend, waarbij alle kwalificaties binnen zo'n groep als even zwaar wegend zijn beschouwd. Zodoende zijn te onderscheiden: „waterkwaliteit nabij het lozingspunt” (max. 2 km), „waterkwaliteit op grotere afstand van het lozingspunt”, en „beïnvloeding van belangen”. Ook op basis van deze laatste groep is dus een totaalwaardering opgesteld. Alle kwalificaties gelden voor de uiteindelijke situatie (300.000 inwoner-equivalenten).

Het is duidelijk dat het bij alternatief Wervershoof hoofdzakelijk gaat om de belangen van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland, dat nabij Andijk IJsselmeerwater onttrekt ter bereiding van drinkwater, en van de ontwikkeling van recreatie in de kuststreek van Medemblik tot Andijk.

Het is even duidelijk, dat het bij alternatief Berkhout hoofdzakelijk gaat om de kwaliteit van een boezemwater (de Beemsteruitwatering), via welk een groot deel van de Kop van Noord-Holland van water wordt voorzien. Daarbij zijn onder andere agrarische en recreatieve belangen in het geding.

Aangaande deze zaken kunnen uit tabel V de volgende conclusies worden getrokken.

- I. *Invloed van de lozing van het effluent op de kwaliteit van het ontvangende water in algemene zin.*
 - a. Deze invloed is, bij zuivering te Wervershoof en lozing op het IJsselmeer, relatief gezien, duidelijk geringer dan bij zuivering te Berkhout en lozing op het ingelaten boezemwater. Dit wordt veroorzaakt door het grote verschil in oppervlak, dus in verdunnend en verspreidend vermogen tussen het IJsselmeer (meerdere tientallen km²) en het boezemwater (totaal enkele km²).
 - b. Het onder (Ia) genoemde verschil komt vooral tot uiting in de invloed buiten het gebied direct rond het lozingspunt (orde van grootte: enkele kilometers ver).
 - c. Het onder (Ia) genoemde verschil geldt voor alle

TABEL V - Vergelijking van de alternatieven Wervershoof en Berkhout voor de rioolwaterzuiveringsinstallatie voor West-Friesland-Oost.

Alternatief	Invloed op waterkwaliteit										Beïnvloeding van belangen										
	Zuurstofsituatie			Stikstof			Fosfaat			Hygiënische kwaliteit			Totaal waardering		Waterin- name PWN Andijk	Recreatie ter plaatsse	Sport- visserij	Agrarisch water- gebruik	Industrieel water- gebruik	Totaal waardering	
	Lozingsplaats	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt	Verder weg	Bij lozings- punt							Verder weg
Wervershoof „SEC”	IJsselmeer nabij dijk	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	wiss. matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	duidelijk 3	duidelijk 3	matig 3	duidelijk 3	duidelijk 3	duidelijk 3,4
Wervershoof met chlooring	IJsselmeer nabij dijk	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	goed 5	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	duidelijk 3	duidelijk 3	matig 3	duidelijk 3	duidelijk 3	duidelijk 3,8
Wervershoof met defosfat. en chlooring	IJsselmeer nabij dijk	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	goed 5	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	gering 5	gering 5	gering 5	gering 5	gering 5	gering 4,6
Wervershoof „SEC”	IJsselmeer in „Wagenpad”	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	goed 5	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	duidelijk 3	duidelijk 3	matig 3	duidelijk 3	duidelijk 3	duidelijk 3,8
Wervershoof met chlooring	IJsselmeer in „Wagenpad”	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	goed 5	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	duidelijk 3	duidelijk 3	matig 3	duidelijk 3	duidelijk 3	gering 4,2
Wervershoof met defosfat. en chlooring	IJsselmeer in „Wagenpad”	matig 3	goed 5	matig 3	matig 3	slecht 1	slecht 1	goed 5	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	gering 5	gering 5	gering 5	gering 5	gering 5	nihil
Berkhout „SEC”	Beemster- uitwatering	slecht 1	wisselend 1-3	slecht 1	matig 3	slecht 1	slecht 1	slecht 1	goed 5	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil
Berkhout met chlooring	Beemster- uitwatering	slecht 1	wisselend 1-3	slecht 1	matig 3	slecht 1	slecht 1	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil	groot
Berkhout met defosfat. en chlooring	Beemster- uitwatering	slecht 1	wisselend 1-3	slecht 1	matig 3	slecht 1	slecht 1	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	matig 3	1	nihil	nihil	nihil	nihil	nihil	groot

d. Additionele maatregelen, waaraan het effluent kan worden onderworpen, hebben bij lozing op het open IJsselmeer relatief méér resultaat dan bij lozing op het besloten binnenwater.

II. *De inname van IJsselmeerwater door het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland nabij Andijk, ter bereiding van drinkwater.*

a. Bij zuivering te Wervershoof en lozing direct buitendijks in het IJsselmeer, ondervindt het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland waarschijnlijk een merkbare negatieve invloed.

b. De onder (IIa) genoemde situatie ondergaat alléén een duidelijke verbetering bij toepassing van effectieve fosfaatverwijdering. Choring en/of aanleg van een persleiding naar het Wagenpad hebben geen significante invloed.

III. *De recreatieve ontwikkeling langs de IJsselmeerkust rondom Wervershoof, tussen Medemblik en Andijk.*

a. Bij zuivering te Wervershoof en lozing direct buitendijks in het IJsselmeer, ondervindt de mogelijkheid tot recreatieve ontwikkeling ter plaatsse zeker een grote negatieve invloed (tenzij de IJsselmeerdijk, de buitendijkse gronden en het IJsselmeerwater van recreatief gebruik kunnen worden uitgesloten).

b. De onder (IIIa) genoemde situatie ondergaat verbetering, indien het effluent wordt gehoord. Nabij het lozingspunt zijn ook dan nog hygiënische risico's niet uitgesloten.

c. De onder (IIIa) genoemde situatie ondergaat duidelijke verbetering bij aanleg van een 6 km lange persleiding in het IJsselmeer.

d. De onder (IIIa) genoemde recreatie wordt veilig gesteld, indien, ook bij aanwezigheid van de persleiding in het IJsselmeer, het effluent wordt gehoord.

IV. *Het gebruik van het bij Lutje-Schardam ingelaten water.*

a. Bij gebruik te Berkhout en lozing in de Beemster-uitwatering (hoofdzakelijk inlaatwater!) ondervindt de kwaliteit van het boezemwater zeker een grote negatieve invloed. Dit treft het gebruik voor agrarische doeleinden, recreatie, sportvisserij, en industriële toepassingen.

b. De onder (IVa) genoemde situatie ondergaat verbetering, indien het effluent wordt gehoord. Zowel nabij het lozingspunt, als verder het gebied in, zijn ook dan nog hygiënische risico's niet uitgesloten.

c. De onder (IVb) genoemde situatie ondergaat verdere verbetering bij toepassing van effectieve fosfaatverwijdering. Met name de stabiliteit van de kwaliteit van het boezemwater wordt hiermee gediend. Het is echter de vraag of zelfs deze additionele maatregel afdoende zal zijn.

11. Slotbeschouwing

De zwaarte van de argumenten voor de bescherming van de belangen van het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland, van de recreatie langs de IJsselmeerkust nabij Wervershoof, en voor de bescherming van de