

aspecten van verondieping van het oostvoornse meer met onderhoudsbaggerspecie



15 AUG. 1978

RIJKSWATERSTAAT  
Directie Benedenrivieren  
Documentatie-Bibliotheek  
Spuiboulevard 334  
DORDRECHT

PROJECTGROEP "BRIELSE GAT"

NOTA

BETREFFENDE ASPECTEN VAN VER-  
ONDIEPING VAN HET OOSTVOORNSE  
MEER MET ONDERHOUDSBAGGERSPECIE.

mei 1978

Opgenomen in Bibliotheek  
Onder Nr. C 1109



INHOUDSOPGAVE

blz.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

1.	INLEIDING	1
2.	ARGUMENTEN VOOR VERONDIEPING	6
2.1	Historisch	6
2.2	Huidige inzichten	7
3.	UITGANGSPUNTEN EN VOORWAARDEN	9
3.1	Biologisch	9
3.2	Hygiënisch	11
3.2.1	Beoordeling van de geschiktheid van het meer voor recreatie	11
3.2.2	Het interim-rapport Gezondheidsraad inzake de beoordeling van de geschiktheid van oppervlaktewateren voor recreatie	11
4.	DE WATER- EN CHLORIDEHUISHOUDING VAN HET MEER	13
5.	SAMENSTELLING VAN EN PROCESSEN IN HET MEER	16
5.1	Inleiding	16
5.2	Stratificatie	16
5.3	Primaire produktie	16
5.4	Mineralisatie	17
6.	OPVULLEN VAN HET MEER	18
6.1	Inleiding	18
6.2	Beschikbare specie	18
6.3	Uitvoeringsmethodiek	19
6.3.1	Inleiding	19
6.3.2	Hoeveelheden onderhoudsspecie voor berging in het meer	20
6.3.3	Stationair zuigsysteem in mond Europoort	21
6.3.4	Systeem met stortput in de Mississippihaven	21
6.3.5	Inbrengen van specie	22
6.3.6	Terugpompen van overtollig water	22
6.4	Verandering granulometrische samenstelling specie ten gevolge van uitvoeringsmethodiek	22



6.5	Consolidatiegedrag	23
6.6	Opvullingsduur	23
7.	SAMENSTELLING SPECIE EN TRANSPORTWATER	25
7.1	Samenstelling van bodemonsters uit de Nieuwe Waterweg c.a.	25
7.1.1	Chemische samenstelling van het sediment	25
7.1.2	Bacteriologische verontreiniging van het sediment	28
7.1.3	Chemische samenstelling van het poriënwater	28
7.2	Verandering van de samenstelling van de specie t.g.v. transport	29
7.3	Samenstelling van het water in het Beerkanaal en het Oostvoornse Meer	29
7.3.1	Chemisch	29
7.3.2	Bacteriologisch	31
8.	AFDEKKEN VAN DE GESTORTE SPECIE MET ZAND	33
8.1	Inleiding	33
8.2	Gedrag bij afdekken met zand	33
9.	GEVOLGEN VAN DE VERONDIEPING VAN HET OOSTVOORNSE MEER	34
9.1	Inleiding	34
9.2	Hygiënische aspecten van de verondieping	34
9.2.1	Bacteriologische verontreiniging van onderhoudsspecie	34
9.2.2	Hygiënische aspecten van het gebruik van bacteriologisch verontreinigde onderhoudsspecie als verondiepingsmateriaal	35
9.2.3	Hygiënische aspecten van het gebruik van transportwater	35
9.3	Het optreden en de effecten van gasontwikkeling bij gebruik van Maasmondspecie als verondiepingsmateriaal	36
9.4	Gedrag van zware metalen tijdens en na de sedimentatie van onderhoudsspecie	37
9.5	Desorptie van pesticiden uit onderhoudsspecie	39
9.6	Vrijkomen van olie uit onderhoudsspecie	40
9.7	Invloed van verondieping van het Oostvoornse Meer op de primaire produktie	40
9.8	Invloed van verondieping op de bodemfauna	41
9.9	Diverse invloeden	41
10.	WETTELIJKE ASPECTEN	42
11.	SAMENVATTING	43



12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

48

13. LITERATUUR

52

APPENDICES

A t/m E



## VERKLARENDE WOORDENLIJST

absorptie	het opnemen van een vloeistof of een gas door een vaste stof als gevolg van een chemische reactie
adsorptie	het binden van een gas of een opgeloste stof aan het oppervlak van een vaste stof als gevolg van fysische krachten
aërobe respiratie	biologische omzetting van organische stof met behulp van zuurstof in koolzuur en andere produkten
aëroob	zuurstofrijk
anaëroob	zuurstofloos
BOD	biological oxygen demand (biologische zuurstofbehoefte)
COD	chemical oxygen demand (chemische zuurstofbehoefte)
desorptie	het opheffen van de binding van een gas of een opgeloste stof aan het oppervlak van een vaste stof als gevolg van fysische krachten
epilimnion	bovenlaag bij tweelagensysteem
freatisch vlak	het grondwatervlak waar de waterspanningen gelijk zijn aan de atmosferische druk (grondwaterspiegel)
humaten	stabiele afbraakprodukten van organismen
hypolimnion	onderlaag bij tweelagensysteem
moleculaire diffusie	het verplaatsen van moleculen van plaatsen met grote naar plaatsen met kleine concentratie
nutriënten	voedingsstoffen
organische stof	stof waaruit alle levende organismen zijn opgebouwd
potentiaallijn	stijghoogtelijn
precipitatie	het ontstaan van een neerslag of bezinksel van een vaste stof uit een vloeistof



redoxpotentiaal

de redoxpotentiaal is een maat voor de verhouding tussen oxyderende en reducerende stoffen in een waterige oplossing of in een daarmee vergelijkbaar systeem. De redoxpotentiaal is hoger naarmate zich meer oxyderende (bv.  $\text{Fe}^{3+}$ ) dan reducerende (bv.  $\text{Fe}^{2+}$ ) stoffen in het systeem bevinden

stratificatie

optreden van een temperatuurgrens in bekkens, waardoor een tweelagensysteem ontstaat

TOC

total organic carbon (totaal organisch koolstof)



1. INLEIDING

Ten behoeve van de aanleg van het industrieterrein op de Maasvlakte werd uit het Brielse Gat ten noordwesten van Oostvoorne door de Rijks-waterstaat en de gemeente Rotterdam een grote hoeveelheid zand gewonnen. Door deze zandwinning werd de bodem plaatselijk verlaagd tot ca 40 m diepte. Om de winning van het zand in rustig water te kunnen uitvoeren werd het Brielse Gat nabij strandpaal 6 afgesloten. Na de afsluiting werd het afgesloten deel Oostvoornse Meer genoemd.

Door de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening is in september 1973 op advies van de Rijksplanologische Commissie de beslissing genomen, dat het Brielse Gat afgesloten moet blijven. Bij dit besluit wordt opgemerkt, dat de grote diepte van het meer voor een gebruik t.b.v. recreatie bezwaren oproept en dat een verondieping met zand dient te geschieden. Meer definitieve uitspraken over de verondieping van het Brielse Gat (in dit rapport verder Oostvoornse Meer genoemd) zouden eerst kunnen worden gedaan nadat het eindrapport van de werkgroep Havengebieden Zuid-Holland over de berging van het zandoverschot van de Maasvlakte gereed was gekomen.

De minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne heeft op 14 februari 1974 bij de beantwoording van vragen in de Tweede Kamer over de bestemming van het op de Maasvlakte vrijgekomen zand gesteld, dat opvullen van het Oostvoornse Meer met onderhoudsbaggerspecie of havenslib grote bezwaren oproept en dat dit derhalve met zand dient te geschieden.

In het 5e rapport (eindrapport) van de werkgroep Havengebieden Zuid-Holland van juni 1974 worden een viertal varianten genoemd, waarin het zand, dat vrijkomt bij de inrichting van de Maasvlakte kan worden geborgen. Een van de conclusies van dit rapport is, dat de variant-bergingsplannen tevens op planologische merites moeten worden bezien.

Door het Openbaar Lichaam Rijnmond is begin 1974 een werkgroep Oostvoornse Meer/Slufter opgericht met de taak, voortbouwend op de mogelijke variantplannen, de planologisch meest gewenste oplossing te zoeken. Aangezien de hoeveelheid zand, welke naar raming zal vrijkomen bij de inrichting van de Maasvlakte, niet voldoende is om alle noodzakelijke en gewenste werken uit te voeren, zal een keuze moeten worden gemaakt. In het rapport van de werkgroep Oostvoornse Meer/Slufter wordt, naast de



noodzakelijke versterking van de waterkering langs de noordwestkust van Voorne, de voorkeur gegeven aan de vorming van een Slufter voor de kust van Voorne, aansluitend aan de Brielse Gatdam boven een verondieping van het Oostvoornse Meer, alhoewel daartoe wel de wens wordt geuit.

In het streekplan Rijnmond is aangegeven dat het Oostvoornse Meer met de oevers, evenwel met uitzondering van de strandhaak (een deel van de zuidoever) een recreatieve bestemming moet krijgen. Hoe deze recreatieve bestemming in detail zal worden vastgesteld zal in een bestemmingsplan van de gemeente Oostvoorne moeten worden bepaald. Thans is voor het Oostvoornse Meer een voorbereidingsbesluit van kracht.

Als mogelijk recreatief gebruik kan gedacht worden aan oeverrecreatie met de mogelijkheid van zwemmen, zeilen en vissen. Volgens een plaatselijke verordening is het varen met motorboten op het meer verboden.

Een mogelijkheid om de gewenste verondieping van het meer te verkrijgen is gebruik maken van specie van elders. Hierbij zou kunnen worden gedacht aan de onderhoudsspecie uit de Maasmond en eventueel de Nieuwe Waterweg of de Rotterdamse havens, waarop in beide vorengenoemde rapporten reeds wordt geattendeerd. Een voordeel is dat de specie die in het Oostvoornse Meer wordt gebracht, onttrokken wordt aan het circulatiesysteem kust - Maasmond.

Op verzoek van de beheerder van het Oostvoornse Meer, het voormalige arrondissement Rotterdamsche Waterweg in de directie Benedenrivieren van de Rijkswaterstaat, is in 1972 de projectgroep Brielse Gat opgericht. De taak van de projectgroep is, onderzoekingen in het Brielse Gat (Oostvoornse Meer) te verrichten op waterhuishoudkundig, hydrologisch, hydrobiologisch en milieuhygiënisch gebied en de beheerder te adviseren bij het beheer van het Oostvoornse Meer.

Om deze taak adequaat te kunnen uitvoeren heeft de projectgroep een multidisciplinaire samenstelling. Indien een bepaald onderzoek daartoe aanleiding geeft, kan de projectgroep op ad hoc basis worden uitgebreid met andere deskundigen.

Het voormalige arrondissement Rotterdamsche Waterweg heeft de projectgroep Brielse Gat begin 1974 verzocht een vergelijkend onderzoek te verrichten naar de verontreinigingen, welke voorkomen in de onderhoudsspecies van de Maasmond, Nieuwe Waterweg en de Rotterdamse havens met het doel te bepalen, welke van deze species eventueel in aanmerking zouden kunnen komen om te worden geborgen in het Oostvoornse Meer. Het is namelijk gebleken dat de

species uit de verschillende onderhoudsvakken sterke verschillen in verontreinigingsgraad vertonen.

Gezien het aantal jaren dat verstreken is sinds de zandwinning in het Brielse Gat is een advies over de mate en wijze van verondieping urgent. Met de thans voorhanden zijnde gegevens is het mogelijk tot een voorlopig advies te komen.

In dit rapport zijn de resultaten van verricht onderzoek vermeld en zijn de consequenties van een verondieping met onderhoudsspecie nagegaan, waarbij uiteraard de eisen en wensen t.a.v. hydrobiologie, waterkwaliteit, waterhuishouding, recreatie en natuurbehoud in de beschouwing zijn betrokken.



De projectgroep bestond uit de navolgende leden:

drs. J.P. Al	Rijkswaterstaat; Deltadienst, afd. Milieu- Onderzoek
ir. J. Dekker tot 1975-11-01	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren
ir. G. van Bochove vanaf 1975-11-01	Rijkswaterstaat; directie benedenrivieren
ing. W.A.A. van Eijden voorzitter tot 1975-11-01	Rijkswaterstaat; Deltadienst
ir. J.P. v.d. Leijé voorzitter vanaf 1975-11-01 tot 1977-01-01	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren
ir. H. de Vries voorzitter vanaf 1977-01-01	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren
dr. A.H.J. Freijsen	Instituut voor Oecologisch Onderzoek, afd. Duinonderzoek "Weevers' Duin", Oostvoorne
ir. L.J. Gilde	Rijkswaterstaat; Rijksinstituut voor de Zuivering van Afvalwater
dr. G.C. Molenkamp	Staatstoezicht op de Volksgezondheid; Inspectie van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het Milieu voor Zuid-Holland
ing. A. v.d. Nadort	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren, dienstkring Rozenburg
ing. L. Nederlof	Gemeentewerken Rotterdam, afdeling Havenwerken
drs. R. Peelen	Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke
drs. A.F.X. van Roosmalen	Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening
ir. N. Schoenmakers tot 1975-11-01	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren
ir. J.C. Cadèl vanaf 1975-11-01	Rijkswaterstaat; directie Benedenrivieren
drs. J.G. Spelier	Ministerie van CRM; Consulentenschap Openlucht- Recreatie Zuid-West Nederland
B.P.C. Steenkamp secretaris	Rijkswaterstaat; directie Waterhuishouding en Waterbeweging, district Zuidwest

jhr. ir. J.A. Stoop  
vanaf 1976-06-01

dr. H.A.M.A. de Vries

Ministerie van CRM; hoofdafdeling Natuur-  
en Landschapsbescherming

Staatstoezicht op de Volksgezondheid; Inspectie  
van de Volksgezondheid voor de Hygiëne van het  
Milieu voor Zuid-Holland



## 2. ARGUMENTEN VOOR VERONDIEPING

### 2.1 HISTORISCH

De werkgroep Brielse Gat, welke onder voorzitterschap stond van ir. H.A. Ferguson, vermeldt in haar aan de Rijksplanologische Commissie uitgebrachte "Advies inzake het Brielse Gat" d.d. 17 november 1972, de argumenten waarom verondieping nodig wordt geacht en tot welke diepte. Blijkens dit advies wordt ten behoeve van de waterkwaliteit een verondieping tot minstens NAP -15 m gewenst; eventueel kan een goede kwaliteit ook verzekerd blijven bij toepassing van een luchtbellenscherm. De diepteligging van de bodem speelt voor de waterhuishouding van het meer geen rol.

Vanuit hydrobiologisch oogpunt gaat de voorkeur uit naar een verondieping tot minstens NAP -15 m. De argumenten bij de gewenste verondieping in verband met de waterkwaliteit en uit hydrobiologisch oogpunt kwamen voort uit bezorgdheid voor het optreden van stratificatie in het meer. In verband met recreatief gebruik van het meer worden de beste omstandigheden geschapen bij een verondieping tot NAP -5 à 6 meter.

Men spreekt in het algemeen van stratificatie, wanneer in een diep waterbekken een temperatuurgrens (of een zoutgrens) optreedt. Boven deze grens bevindt zich door de zon opgewarmd water (epilimnion), eronder blijft het water koud (hypolimnion). Doordat weinig vermenging optreedt, kan het koude water zuurstofarm worden. Zelfs kan rotting en de vorming van het giftige zwavelwaterstof plaatsvinden.

Volgens de werkgroep kan door storm de stratificatie plotseling worden opgeheven, waardoor koud en zuurstofarm, in het ongunstigste geval zwavelwaterstof bevattend water, naar de oppervlakte komt.

Een gevarieerde zand/slib-bodem heeft hydrobiologisch de voorkeur. De gewenste diepte i.v.m. de recreatie kwam voort uit diverse overwegingen. Koude onderstromen moeten i.v.m. het gevaar voor zwemmers worden voorkomen. Daarvoor is een geringere bodemdiepte dan de diepte waarop de spronglaag zich in de zomerperiode bevindt, vereist.



Voor een verantwoorde zwemrecreatie is een diepte van 2 m gewenst. Bij deze diepte bestaat echter kans op overmatige plantengroei op de bodem. Bij een waterdiepte van 5 m wordt dit voorkomen, doch het redden van drenkelingen is in dit geval moeilijker dan bij 2 m waterdiepte. Voorts moeten de oevers flauw hellende taluds hebben en gaat de voorkeur uit naar een zandige bodem.

## 2.2 HUIDIGE INZICHTEN

Uit metingen is gebleken, dat de temperatuur-spronglaag in het voorjaar op geringe diepte ontstaat als gevolg van de zonnewarmte en zich geleidelijk in de loop van de zomer naar grotere diepte verplaatst.

In het algemeen komt het erop neer, dat de spronglaag zich in de zomerperiode globaal rond de NAP -15 m bevindt. In deze situatie varieert het zuurstofgehalte in de bovenlaag tussen 7,5 en 10 mg/l, terwijl in de onderlaag lage zuurstofgehalten van 0,2 tot 1,0 mg/l kunnen voorkomen. Nabij de bodem treedt in de zomer bijna drie maanden zuurstofloosheid op (zie ook appendix A). Tijdens een stormperiode vindt enige menging plaats, waarbij de grootte van de temperatuursprong afneemt en de diepteligging verandert. In het najaar blijkt, door afkoeling van het epilimnion en als gevolg van stormen, de temperatuur en het zuurstofgehalte over de diepte weer constant te zijn. De waarde van het zuurstofgehalte bedraagt dan gemiddeld ca. 10 mg/l.

De gemeten temperaturen vóór en ná opmenging verschillen aan de oppervlakte echter nooit meer dan 2°C.

Verder is bij metingen in het Oostvoornse Meer geen enkele maal het voorkomen van zwavelwaterstof geconstateerd.

Samenvattend kan worden gezegd, dat bij de vermenging van het koude en warme water geen grote temperatuursveranderingen optreden, en dat bovendien de waterkwaliteit goed blijft. Van een omkering van het water met gevaar voor zwemmers is in de praktijk geen sprake. Onder de huidige omstandigheden zijn de aanvankelijke argumenten t.a.v. waterkwaliteit en hydrobiologie voor verondieping van het Oostvoornse Meer aanzienlijk verzwakt.

Indien in de toekomst ongelukkigerwijze het water van het huidige meer verontreinigd zou raken bijv. door druk recreatief gebruik, zouden de aanvankelijke argumenten weer aan kracht winnen. Het is mogelijk, dat



dan in verontreinigd water bij de bodem langduriger zuurstofloosheid en tevens vorming van zwavelwaterstof optreedt.

Een uitvoeriger verhandeling over de temperatuur-spronglaag in het meer is als appendix A bijgevoegd. Door het Waterloopkundig Laboratorium is met gegevens van het K.N.M.I. het verloop van de spronglaag berekend en gesimuleerd (litt. 1).

### 3. UITGANGSPUNTEN EN VOORWAARDEN

#### 3.1 BIOLOGISCH

Bij de beoordeling van de vraag of er onderhoudsspecie in het Oostvoornse Meer gebracht kan worden, zal door de bioloog allereerst moeten worden gezien welke natuurwetenschappelijke (biologische en landschappelijke) waarde dit gebied bezit. Het brakke Oostvoornse Meer is een kunstmatige constructie in het landschap, maar wel een die werd gevormd in een mooi natuurlijk kustgebied. Daardoor draagt het meer heel weinig voorkomende eigenschappen. Door de grote diepte van het meer zal de natuurlijke verzoeting door het neerslagoverschot van onze klimaatgebieden langzaam geschieden. Daarbij is de uitwendige belasting van het water met meststoffen zeer gering. Andere brakke wateren in onze streken hebben vaak een voedselrijke bodem en een beweiding van de oevers (schapen). De bodem van het Oostvoornse Meer bestaat in hoofdzaak uit voedselarm zand en er vindt op de oevers bijna geen beweiding plaats. De biotoop van een diep, brak, onbelast en daardoor helder water is zeldzaam in ons klimaat en daardoor is het hydrobiologisch leven waardevol. Het water heeft dus zeer goede hydrobiologische kwaliteiten. Zie litt. 2.

Op de oevers komt plaatselijk een tamelijk rijke flora voor en tenslotte is het meer een pleister- en broedplaats van een groot aantal vogelsoorten. Vanuit biologisch oogpunt is het gewenst, dat deze natuurwetenschappelijke waarden niet verloren gaan of afnemen in betekenis. Het is dus ongewenst dat het gebruik van het Oostvoornse Meer als bergplaats voor onderhoudsspecie zal leiden tot een achteruitgang van de nu aanwezige natuurwaarden. Bij het spuiten van specie zal het aquatisch leven het eerst en het hevigst mogelijke nadelige gevolgen ondervinden. Eventuele nadelige gevolgen zullen zich, gezien de biologische activiteit, het sterkst in voorjaar en zomer manifesteren. Indien er aanleiding bestaat te veronderstellen, dat de aquatische gemeenschap van het Oostvoornse Meer onherstelbare gevolgen zal ondervinden van deze specie, dan moet het verspuiten van dit materiaal worden afgewezen.

Minder ernstige gevolgen, zoals een tijdelijke verstoring van het plankton in het meer, dienen te worden afgewogen tegen oecologische bezwaren van



speciedumping op andere plaatsen. Wat dat laatste betreft, zou het goed zijn, dat bij de studie van de chemische aspecten van speciespuiten in het Oostvoornse Meer ook de invloeden van dezelfde specie, indien het in Noordzeewater wordt gedeponereerd, zouden worden betrokken. De effecten van een dergelijke injectie in het milieu worden geanalyseerd in litt. 3. Op dit onderwerp gericht onderzoek wordt momenteel voortgezet binnen de Raad van Overleg voor het fysisch-oceanografisch onderzoek van de Noordzee. Verder is het vanzelfsprekend, dat oecologische nadelen van specie in het Oostvoornse Meer niet alleen moeten worden vergeleken met oecologische nadelen van specie op andere plaatsen, maar dat zij staan naast allerlei overwegingen van andere aard. In dit hoofdstuk gaat het echter alleen om de biologische aspecten.

Uitgaande van bovenstaande algemene beschouwing kunnen de volgende concrete normen voor het spuiten van specie in het Oostvoornse Meer worden geformuleerd:

- . de planktondichtheid en -samenstelling mag door het inbrengen van specie niet zodanig worden gewijzigd, dat hierdoor afbreuk wordt gedaan aan de natuurwetenschappelijke waarde van het gebied;
- . vergiftigingsverschijnselen van vissen etc. op korte zowel als op lange termijn mogen niet voorkomen;
- . accumulatie van stoffen tot een toxisch niveau in de voedselketen mag niet optreden;
- . de werkzaamheden mogen geen nadelige gevolgen hebben voor aangrenzende natuurgebieden: afvoer van water mag niet plaatsvinden op het gebied zuidelijk van de Brielse Gatdam;
- . bijkomstige effecten van het spuiten moeten worden beperkt tot telkens een deel van het oppervlak van het Oostvoornse Meer; lawaai en troebeling van het water mogen niet het gehele wateroppervlak ongeschikt maken voor de vogelbevolking;
- . aantasting van de oevers, bijv. door specie-afzetting moet worden vermeden, hetgeen mogelijk is door peilverlaging;
- . specie inbrengen bij voorkeur in de winterperiode.



## 3.2 HYGIËNISCH

### 3.2.1 Beoordeling van de geschiktheid van het meer voor recreatie

Indien men de geschiktheid van het Oostvoornse Meer voor recreatie na verondieping met een bepaalde specie zou willen beoordelen, moet niet alleen de kwaliteit van het oppervlaktewater in beschouwing worden genomen, maar evenzeer het geheel van onder meer waterkwaliteit, bodemgesteldheid, diepte, gesteldheid van de oevers en omgevingsinvloeden hierop. Een aantal van deze factoren kan door de waterbeheerder mogelijk worden beïnvloed, voor bepaalde factoren zal dit niet goed mogelijk zijn. Omdat deze laatste factoren mede kunnen bepalen welke vormen van recreatie, waarvoor de bestuurders verantwoordelijkheid kunnen dragen, mogelijk zijn, zal in deze beschouwing ook hieraan aandacht worden besteed.

### 3.2.2 Het interim-rapport Gezondheidsraad inzake de beoordeling van de geschiktheid van oppervlaktewateren voor recreatie

Op 25 juni 1973 werd door de Gezondheidsraad aan de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne advies uitgebracht, in de vorm van een interim-rapport inzake de eisen die met het oog op de gezondheid van de mens aan oppervlaktewater met een recreatieve bestemming dienen te worden gesteld. Het betreft hier echter een interim-rapport (litt. 4).

Ten aanzien van een beoordeling, worden in het rapport een aantal belangrijke aspecten genoemd. Zowel de plaatselijke omstandigheden als de fysisch-chemisch-bacteriologische kenmerken dienen in beschouwing te worden genomen. Zeer belangrijk is dat niet van één der criteria mag worden uitgegaan.

De Gezondheidsraad noemt vier hoofdpunten die ten aanzien van de waterkwaliteit dienen te worden beoordeeld:

1. Het waterhuishoudkundig systeem en in het bijzonder de aanwezigheid van verontreinigende bronnen (afvalwaterlozingen, gemalen, ratten, vee, water, vogels, e.d.).
2. De mogelijke aanwezigheid van zintuigelijk waarneembare verontreinigingen zoals drijvende substanties, schuim en troebeling.
3. De mogelijke aanwezigheid van bestanddelen die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van recreanten of bestanddelen die hiertoe aanleiding geven.
4. Het zelfreinigende vermogen van het water.



De gegevens van fysisch-chemisch-bacteriologisch onderzoek dienen als aanvulling van de gegevens van plaatselijk onderzoek en kunnen derhalve een ondersteuning vormen van eerder gevonden resultaten.

Uitsluitend met betrekking tot de fysisch-chemisch-bacteriologische parameters heeft de Gezondheidsraad 3 klassen van waterkwaliteit opgesteld, waarvan klasse 1 de gewenste kwaliteit heeft.

De fysisch-chemisch-bacteriologische criteria voor klasse 1 waterkwaliteit:

doorzicht	tenminste 1 m (of tot bodem)
kleur, geur, smaak	voor recreant nauwelijks waarneembaar
drijvende materie	geen
zuurstofverzadiging	75 - 125%
biochemisch verbruik zuurstof	< 5 mg/l
pH	4 - 9
bacteriologische kwaliteit	vrijwel niet faecaal verontreinigd
MPN faecale coli	1 faecale coli/ml
bodemgesteldheid	zanderige bodem, geen slappe modderbodem, afwezigheid van scherpe obstakels en hindernissen
waterdiepte	bij water met een diepte > 5 m bestaat de mogelijkheid van grote temperatuurverschillen

Naast de hierboven genoemde factoren zijn ook andere aspecten, die de veiligheid van de recreant raken, van belang. Hierbij valt te denken aan de afwezigheid van stroming in het water, flauwe glooiing van de oevers e.d. Indien met al deze aspecten rekening zal worden gehouden, is daarmee echter nog niet gezegd, dat het water geschikt is voor recreatie waar de overheid onder alle omstandigheden verantwoordelijkheid voor zou kunnen dragen. Hiertoe zijn vergaande maatregelen nodig, die min of meer los staan van de eerder genoemde aspecten zoals toezicht, regulering van de bezoekersaantallen e.d. Een in dit opzicht optimale situatie kan in het algemeen slechts bij een goed geoutilleerd en beheerd circulatiebad gerealiseerd worden.

4. DE WATER- EN CHLORIDEHUISHOUDING VAN HET MEER

Op het Oostvoornse Meer wordt in de huidige toestand een peil nagestreefd variërend van NAP +0,50 m in de winter tot NAP +0,20 m in de zomer. Voor de peilregeling op het meer staan twee pompen met een totale capaciteit van 20 m<sup>3</sup>/min. ter beschikking, waarmee water kan worden geloosd op het Hartelkanaal.

Door de keuze voor het peil in de toestand na de afsluiting van het Brielse Gat wordt bereikt, dat het evenwicht tussen het zoete en zoute grondwater in het aangrenzende kust- en duingebied zo goed mogelijk overeenkomt met dat tijdens de oorspronkelijke open toestand. In de toestand vóór de afsluiting lag de randvoorwaarde voor het ondiepe zoete grondwaterregime (zoetwaterlens) in de Voornse duinen ten gevolge van het periodiek overstromen van de flauwe slibrijke stranden hoger dan de middenstand op zee. Door het hogere peil op het Oostvoornse Meer ontstond een toename van de kwelstromingen naar de omringende gebieden t.w. een kwel naar de zee door de afsluitdam, naar het Hartelkanaal en het Beerkanaal, naar het Brielse Meer door de Brielse Maasdam en in de diepere niveaus naar de polders van Voorne. In de huidige toestand wordt ten aanzien van de waterkwaliteit van het Oostvoornse Meer gestreefd naar een zo hoog mogelijk chloridegehalte. De wens daartoe werd geuit in het door de werkgroep Brielse Gat aan de Rijksplanologische Commissie uitgebrachte "Advies inzake het Brielse Gat". In dit advies wordt de voorkeur uitgesproken voor een afgesloten Brielse Gat met de mogelijkheid tot het inlaten van zo zuiver mogelijk, voedselarm water. Een dergelijke inlaat van water van een relatief goede kwaliteit kan alleen vanuit zee geschieden. Een kunstwerk waarmee de inlaat van zeewater naar het Oostvoornse Meer mogelijk is, is tot op heden niet aangebracht. Bij het beheer van het meer is niettemin steeds gestreefd om aan bovengenoemde wens te voldoen.

De projectgroep is er dan ook bij haar verdere onderzoek van uitgegaan dat het Oostvoornse Meer een hoog zoutgehalte moet blijven houden.

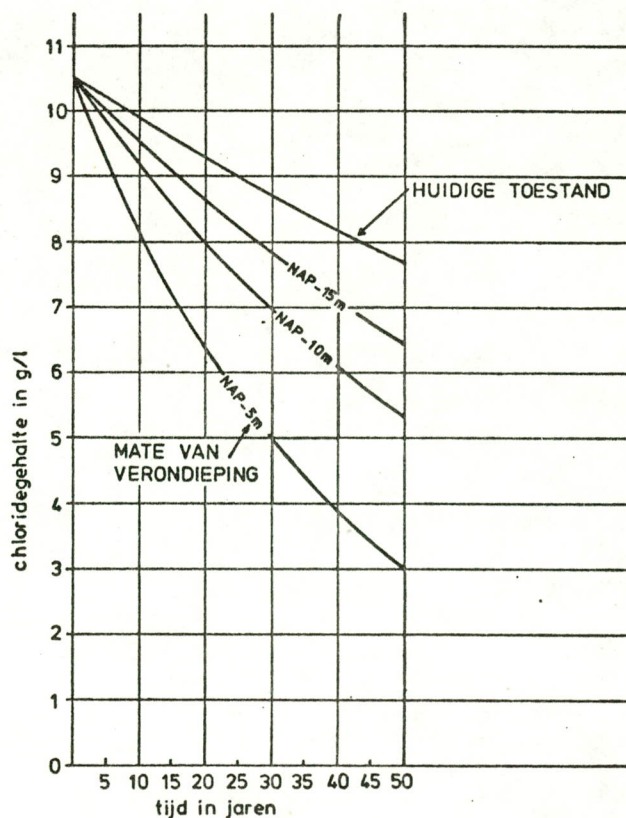
Het Oostvoornse Meer wordt op natuurlijke wijze gevoed door het uit de Voornse duinen afstromende zoete grondwater en het neerslagoverschot (neerslag minus openwater verdamping) op het meer zelf. Onder invloed



van deze aanvoer zal het meer verzoeten, tenzij compenserende maatregelen worden genomen in de vorm van doorspoelen met water met een voldoende hoog chloridegehalte. De zoetwateraanvoer is in de huidige toestand gering t.o.v. de inhoud van het meer. Het verzoetingsproces zal daardoor zeer traag verlopen. Het chloridegehalte van het meer kwam in de periode na de zandwinning (half december 1969) vrijwel overeen met het chloridegehalte van het Beerkanaal (11,2 g/l). Dit water werd tijdens de zandwinning als suppletiewater aangevoerd naar het Oostvoornse Meer. In de tweede helft van april 1973 werd ten behoeve van het peil m.b.v. een zuiger via een persleiding ca  $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$  water uit het Beerkanaal naar het Brielse Gat verpompt. Het chloridegehalte van dit water bedroeg 14,75 g/l.

Na het beëindigen van de zandwinning is op geen andere wijze water op het meer gebracht. Thans bedraagt het chloridegehalte van het meer ca 10,5 g/l. Indien het Oostvoornse Meer wordt verondiept zullen, afhankelijk van het te gebruiken verondiepingsmateriaal en de diepte tot waartoe wordt aangevuld, bij handhaving van het huidige peilregime, de kwelstromingen naar de omgeving afnemen. De reductie is groter naarmate het verondiepingsmateriaal meer afdichtende eigenschappen bezit.

De zoetwateraanvoer t.g.v. het neerslagoverschot en het uit de Voornse duinen afstromende grondwater wordt niet beïnvloed door de verondieping.



Figuur 1

GEM. CHLORIDEGEHALTEVERLOOP  
OOSTVOORNSE MEER  
ZONDER DOORSPOELING

Het verzoetingsproces van het meer zal, indien doorspoeling met zeewater achterwege blijft, sneller verlopen naarmate het meer tot een geringere diepte wordt verondiept. In fig. 1 zijn voor zowel de huidige toestand als bij verondieping tot verschillende diepten de gemiddelde chloridegehalten als functie van de tijd aangegeven, die mogen worden verwacht indien het Oostvoornse Meer niet wordt doorgespoeld met zout water. Om het meer op een hoog chloridegehalte te houden is een geringe mate van doorspoeling met zout water noodzakelijk. Voor meer uitgebreide beschouwingen over deze hydrologische problematiek wordt verwezen naar appendix B.



## 5. SAMENSTELLING VAN EN PROCESSEN IN HET MEER

### 5.1 INLEIDING

Het waterkwaliteitsonderzoek in het Oostvoornse Meer is vooral gericht geweest op het vaststellen van die effecten die een gevolg zijn van de stratificatie, de primaire productie en de mineralisatie.

Onder primaire productie wordt verstaan de opbouw van organische stof uit water, koolzuur, nutriënten en sporenelementen onder invloed van zonlicht (algenontwikkeling).

Onder mineralisatie wordt verstaan de afbraak van de gevormde organische stof tot de uitgangproducten.

In dit hoofdstuk worden alleen de belangrijkste aspecten van genoemde processen kort behandeld. Voor een nadere analyse wordt verwezen naar de appendix C.

### 5.2 STRATIFICATIE

In het voorjaar ontstaat door ongelijkmatige opwarming van het meer een tweelagensysteem, waartussen nauwelijks uitwisseling van stoffen plaatsvindt. De bovenste laag wordt het epilimnion genoemd, de onderste laag het hypolimnion. Hiertussen bevindt zich een relatief dunne laag, waar de temperatuurgradiënt optreedt. Deze laag wordt spronglaag genoemd.

In het najaar wordt het temperatuurverschil tussen epilimnion en hypolimnion kleiner. De windenergie is dan voldoende om de bovenste laag van het hypolimnion met het epilimnion te vermengen tot het meer weer homogeen is over de vertikaal.

In het epilimnion treedt voornamelijk primaire productie op en in het hypolimnion voornamelijk mineralisatie. Uitvoeriger informatie hierover is te vinden in litt. 1.

### 5.3 PRIMAIRE PRODUCTIE

In het voorjaar komt de primaire productie op gang door toename van de lichtintensiteit. Dit komt tot uiting in een afname van de nutriënten-

gehaltenes (ammonium, nitraat, fosfaat en silicaat) en een toename van de algenbiomassa en overdag van het zuurstofgehalte. 's Nachts zal het zuurstofgehalte dalen omdat algen dan meer zuurstof verbruiken dan produceren. Het overdag gemeten zuurstofgehalte in het groeiseizoen kan variëren tussen 6,7 en 15,7 mg/l. Algenontwikkeling heeft ook invloed op het doorzicht. Gemiddeld was het doorzicht 3,7 m, het minimum was 1,1 en het maximum 7,7 m. Voor de groei van algen dienen naast licht ten minste de nutriënten N en P aanwezig te zijn. Indien één der nutriënten verbruikt is, treedt geen groei meer op. Deze nutriënt wordt dan de beperkende factor genoemd.

In de zomer van 1973 en 1974 was stikstof vermoedelijk de beperkende factor, voor 1975 is geen uitspraak te doen.

#### 5.4 MINERALISATIE

Dode algen zinken naar beneden en komen in het hypolimnion terecht. Hier gaat de afbraak door. Mineralisatie manifesteert zich vooral in een afname van het zuurstofgehalte dat door het bestaan van de spronglaag niet kan worden aangevuld uit het epilimnion. Vanaf juli of augustus treedt zuurstofloosheid op. Bij de bodem is het water 2 à 3 maanden zuurstofloos. In het hypolimnion is nimmer zwavelwaterstof aangetroffen. Dit is in overeenstemming met het feit dat slechts incidenteel nitraat en nitriet afwezig waren. Daar in de zomer de inhoud van het hypolimnion vrijwel gelijk is aan die van het epilimnion, zal plotselinge menging van beide watersoorten nooit tot zuurstofloosheid leiden, wel zouden nadelige effecten kunnen optreden indien het hypolimnion te veel zwavelwaterstof zou bevatten. Dit is echter tot op heden niet geconstateerd.



## 6. OPVULLEN VAN HET MEER

### 6.1 INLEIDING

Aan de wensen ten aanzien van verondieping is slechts te voldoen indien grote hoeveelheden onderhoudsspecie geschikt worden bevonden om in het Oostvoornse Meer te bergen. Of het Oostvoornse Meer technisch gezien met onderhoudsspecie verondiept kan worden, is afhankelijk van de diepte die het meer uiteindelijk zal verkrijgen, van de hoeveelheid baggerspecie die jaarlijks kan worden aangevoerd en van het voor de uitvoering acceptabel geachte aantal jaren.

Een zandige bodem is mogelijk te realiseren door de geborgen specie af te dekken met een laag zand. In het 5e rapport van de werkgroep Havengebieden Zuid-Holland is in de post reservering ten behoeve van werken rondom het Oostvoornse Meer rekening gehouden met de aanleg van de waterkering aan de noord- en oostzijde van het meer en met bijkomende werken zoals deze afdekking.

Een verondieping van het meer met zand of onderhoudsspecie, beide in combinatie met het benodigde spuitwater, zal de kwaliteit van het water in het meer niet onomkeerbaar ongunstig mogen beïnvloeden zowel op korte als op lange termijn.

### 6.2 BESCHIKBARE SPECIE

Aan de hand van de gedurende de laatste jaren gemiddeld gezogen en gebaggerde hoeveelheden specie in het Waterweggebied, is het gemiddelde aanbod van specie voor de komende jaren per herkomstgebied vastgesteld. Deze hoeveelheden zijn in tabel 1 weergegeven.

De aangegeven hoeveelheden zijn uitgedrukt in  $m^3$ 's aanwezige bodemspecie, zodat deze globaal overeenkomen met de in situ verwerkte  $m^3$ 's; de dichtheden bedragen 1,22 tot 1,32 t/ $m^3$ .

Het aanbod van specie uit de vakken A, B en D is vrij constant gedurende het jaar, in tegenstelling tot het aanbod van specie uit de vakken C, E, F en G. Ca. 75% van de hoeveelheden genoemd in de laatste groep zet zich

af in het winter-halfjaar na stormen, zodat in de winter het aanbod van specie groter is dan in de zomer.

Tabel 1 Hoeveelheden onderhoudsbaggerspecie in miljoenen m<sup>3</sup>'s per jaar

Code vak	Herkomst	Hoeveelheid	Aard specie	Beheerder
A	Nieuwe Maas (traject 1000 - 1022)	2,40	slib tot fijn zand	RWS
B	Havens t.o.v. de Oude Maas incl. binnengebied Botlek	4,50	slib 80% < 50 µm	R'dam
C	Mond Botlek	1,80	slib met weinig fijn zand	R'dam
D	Calandkanaal/Beerkanaal	1,20	80% < 50 µm	R'dam
E	Mond Calandkanaal/Beerkanaal	4,50	slib 80% < 50 µm	RWS
F	Maasmond	4,50	slib 80% < 50 µm	RWS
G	Maasgeul Oost	1,50	fijn zand	RWS
	TOTAAL	20,40		

Aan de wens om in korte tijd een grote hoeveelheid specie in het meer te brengen, kan worden voldaan door gedurende een groot deel van het jaar specie te storten in een voldoende grote slibput in de Mississippihaven. Welk deel van de hoeveelheid specie uit tabel 1 jaarlijks voor het Oostvoornse Meer gebruikt kan worden, hangt sterk af van de verontreinigingsgraad van de specie die zal worden aanvaard.

### 6.3 UITVOERINGSMETHODIEK

#### 6.3.1 Inleiding

Als meest doelmatige methoden om de onderhoudsspecie in het Oostvoornse Meer te brengen kan worden gedacht aan de volgende werkwijzen:



A. Het continue-opzuigen van specie door een stationair zuigsysteem uit een slibvang welke is gesitueerd in de mond van de Europoort en transporteren via een persleiding over de Maasvlakte direct naar het Oostvoornse Meer.

Technisch gezien is de uitvoeringsmethodiek te onderscheiden in drie fasen:

- zuigen en vervoer van de specie
- inbrengen van de specie in het meer
- terugpompen van overtollig water

B. Het dumpen van de onderhoudsspecie in een diepe stortput in de Mississippihaven. Deze stortput wordt daarna leeggezogen door een stationaire zuiger, waarbij de specie door een pijpleiding naar de bodem van het meer wordt geperst.

Technisch gezien is de uitvoeringstechniek in vier fasen te onderscheiden:

- zuigen, vervoer en storten van de specie
- leegzuigen van de stortput
- inbrengen van de specie in het meer
- terugpompen van overtollig water

### 6.3.2 Hoeveelheden onderhoudsspecie voor berging in het meer

In aanmerking komen de in onderstaande tabel 2 genoemde hoeveelheden, welke thans door sleeppopperzuigers worden gezogen en afgevoerd naar zee.

Tabel 2 Hoeveelheden onderhoudsspecie voor berging in Oostvoornse Meer

Code vak	Herkomst	Hoeveelheden per jaar in miljoenen m <sup>3</sup> 's	
		specie in situ	geconsolideerde specie in Oostvoornse Meer
D	Calandkanaal/Beerkanaal	1,30	0,80
E	mond Calandkanaal/Beerkanaal	4,50	2,90
F	Maasmond	4,50	3,00
TOTALEN		ca. 10,30	ca. 6,70

Door het stationair-zuigstelsysteem zal vanuit de slibvang in de mond van de Europoort 4 à 5 miljoen m<sup>3</sup> specie direct naar het Oostvoornse Meer geperst worden; terwijl de resterende 5 à 6 miljoen m<sup>3</sup> specie via de stortput in de Mississippihaven verwerkt zal worden.

### 6.3.3 Stationair zuigstelsysteem in mond Europoort

Met dit stelsysteem wordt met geringe leidingsnelheden continu specie weggezogen uit de bodem van een trechtervormige slibvang, welke een zeer groot gedeelte van de aanslibbing naar zich toe trekt.

De werkzaamheden zullen het gehele jaar doorgaan met uitzondering van de zomermaanden. De specie zal getransporteerd worden via een vaste persleiding, welke over de Maasvlakte getraceerd is, direct naar het Oostvoornse Meer.

### 6.3.4 Systeem met stortput in de Mississippihaven

De specie wordt gezogen, vervoerd en gestort in de stortput door sleep-hopperzuigers.

Het storten van slib in een put bij aanwezigheid van een stationaire zuiger, die de specie naar het Oostvoornse Meer perst, moet worden afgeraden. De voorkeur wordt gegeven aan een stelsysteem met twee putten, waarbij afwisselend in de ene gestort en in de andere gezogen wordt.

Zodoende ontstaat een continu-proces.

Voor het leegzuigen is een stationaire bodemzuiger nodig. Aannemende dat gedurende een zevental maanden spuit-activiteiten op het Oostvoornse Meer mogen plaatsvinden, zal een stationaire zuiger met een capaciteit van ca. 200.000 m<sup>3</sup> per week noodzakelijk zijn om de 5 tot 6 miljoen m<sup>3</sup> in het meer te brengen.

Verder is benodigd ca. 2 x 400 m<sup>1</sup> drijvende leiding, ca. 1000 m<sup>1</sup> landleiding en een eindponton met een onderwaterpijp. De persleiding onder het Hartelkanaal is reeds aanwezig. De drijvende leiding op het meer, alsmede de eindponton moeten worden vastgelegd met ankers.

Deze werkmethode zal alleen in de winterperiode worden toegepast.



### 6.3.5 Inbrengen van specie

Het slib dient op een effectieve wijze op de bodem van het meer te worden gebracht; de uitstroomsnelheid moet zo weinig mogelijk turbulentie veroorzaken om de verspreiding van het slib tegen te gaan. Dit wordt bereikt door de spuitmond zodanig aan te passen, dat het slib direct neerslaat en naar verwachting geen grote vertroebeling aan het oppervlak wordt veroorzaakt. Wanneer het slib de bodem bereikt heeft, zal het uitvloeien onder hellingen van 1 : 500 tot 1 : 1000.

### 6.3.6 Terugpompen van overtollig water

In het Oostvoornse Meer wordt behalve de hoeveelheid ingebrachte specie ook een hoeveelheid (één- tot tweemaal de vorengenoemde) perswater ingebracht. Het terugpompen van het overtollige water van het meer kan geschieden door een vaste pompopstelling direct aan de rand van het meer en aangesloten op de persleiding; aan de zijde van de Mississippihaven is deze leiding voorzien van een uitlaatmogelijkheid. Het systeem kan in gebruik zijn direct vóór het leegzuigen van de slibput, na het schoondraaien van de leiding in een weekeinde, respectievelijk nadat het leegzuigen van een put is voltooid.

## 6.4 VERANDERING GRANULOMETRISCHE SAMENSTELLING SPECIE TEN GEVOLGE VAN UITVOERINGSMETHODIEK

De werkwijze zoals hiervoor omschreven heeft tot gevolg dat de samenstelling van de specie en de aard van het oorspronkelijke poriënwater verandert:

- De aanvankelijke vlokkenstructuur wordt met name bij de werkwijze via de stortput in de Mississippihaven door het verpompen doorbroken.
- De ervaring is, dat door het storten van de specie in de put tien volumeprocenten verloren gaan, wat sedimenteert in het gebied buiten de put. Het is juist de fijnere fractie van de specie die hierbij verloren gaat.
- Het oorspronkelijke poriënwater zal bij het stationair zuigsysteem vanuit mond Europoort niet wijzigen, doch zal bij de werkwijze via de stortput in de Mississippihaven voor een groot deel vervangen worden door Beerkanaalwater.

## 6.5 CONSOLIDATIEGEDRAG

Direct na het storten van dunne specie kan de dichtheid ( $\rho$ ) zeer laag zijn. Binnen korte tijd ontstaat een uitgesedimenteerde laag met een dichtheid van 1,05 à 1,15 t/m<sup>3</sup>, afhankelijk van het zandgehalte. Vervolgens gaat de sedimentatie over in consolidatie. Na ca. 3 maanden is 90% van de totale zetting bereikt. De einddichtheid zal dan tot 1,3 à 1,5 t/m<sup>3</sup> zijn opgelopen, eveneens afhankelijk van het zandgehalte. In de eindtoestand is de specie geconsolideerd tot + 65% van de oorspronkelijk ingebrachte dikte.

## 6.6 OPVULLINGSDUUR

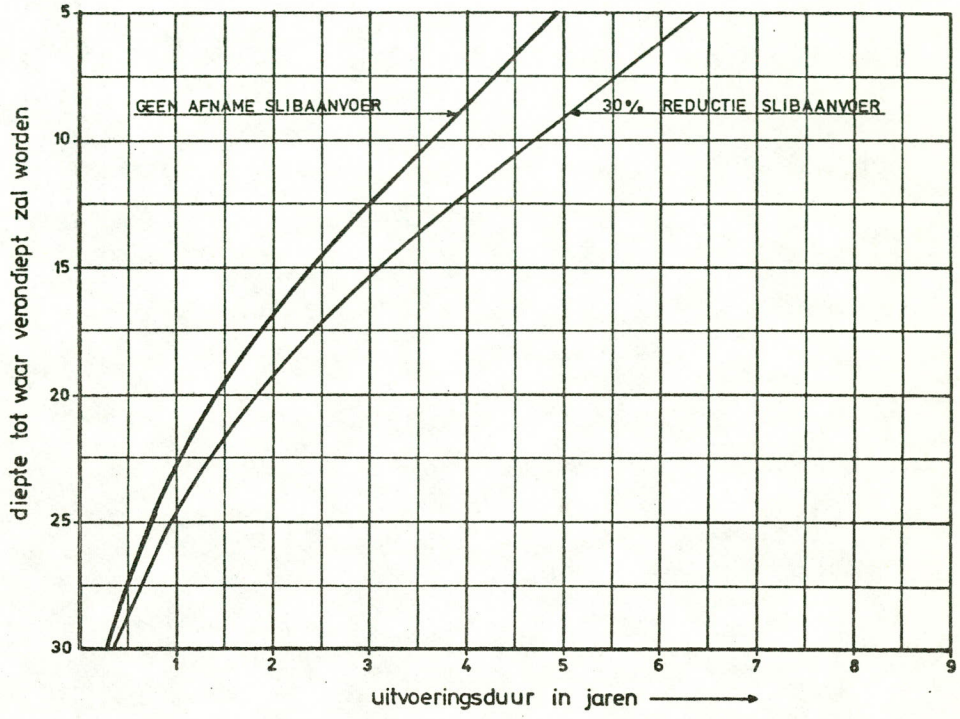
Ervan uitgaande, dat de onderhoudsspecie uit de vakken D, E en F benut wordt voor de opvulling van het Oostvoornse Meer, kan aan de hand van de in tabel 1 gegeven hoeveelheden, het in de vorige paragraaf omschreven consolidatiegedrag en de op te vullen inhoud van het meer, de opvullingsduur berekend worden.

De jaarlijks vrijkomende hoeveelheden specie zijn in tabel 2 aangegeven. Tevens is in deze tabel aangegeven hoeveel m<sup>3</sup>'s uiteindelijk na volledige consolidatie van deze specie in het meer resteert. De specie consolideert tot ca. 65% van de hoeveelheid bodemspecie ( $\rho = 1,22$  à  $1,32$  tot  $\rho = 1,3$  à  $1,5$  t/m<sup>3</sup>).

Wanneer het Oostvoornse Meer verondiept moet worden tot NAP -5 m is een totale hoeveelheid geconsolideerde specie van ca.  $36 \times 10^6$  m<sup>3</sup> noodzakelijk. Een dergelijke verondieping is, uitgaande van de in tabel 2 berekende jaarlijkse hoeveelheid geconsolideerde specie van  $6,7 \times 10^6$  m<sup>3</sup> in ca. 5 jaar te realiseren.

In figuur 2 is aangegeven hoe de duur van opvulling samenhangt met de diepte waartoe het Oostvoornse Meer dient te worden verondiept. Ook is aangegeven hoe de duur zal toenemen, wanneer de aanvoer van specie vanuit zee t.g.v. de maximaal verwachte onttrekking van specie aan het kust - Maasmond circulatiesysteem (zoals beschreven in appendix D) mede in beschouwing wordt genomen. Hieruit blijkt een meer realistische opvullingsduur van ca. 7 jaar.





Figuur 2

TIJDSDUUR VAN VERONDIEPEN

## 7. SAMENSTELLING SPECIE EN TRANSPORTWATER

### 7.1 SAMENSTELLING VAN BODEMMONSTERS UIT DE NIEUWE WATERWEG C.A.

In het Nieuwe Waterweggebied zijn bodemmonsters genomen. Door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid zijn de mineralogische samenstelling en de korrelgrootteverdeling in deze monsters bepaald. De belangrijkste resultaten zijn weergegeven in tabel 3. Uit deze tabel blijkt dat de fractie kleiner dan 16  $\mu\text{m}$  procentueel in de Maasmond het sterkst vertegenwoordigd is (30 à 50%).

Een inzicht in de samenstelling van het sediment dat in de Rotterdamse havens wordt gebaggerd, kan worden verkregen uit het onderzoek in de Broekpolder bij Vlaardingen (een spuitdepot van  $\pm$  350 ha, verdeeld in 11 vakken) waar sinds 1957 specie uit de Rotterdamse havens werd opgespoten tot een huidige dikte van ongeveer 5 m.

De resultaten van 147 monsters zijn in onderstaande tabel 4 samengevat.

Tabel 4

samenstelling vers opgespoten havenslib % droge stof is 100	gemiddeld	varieert tussen
% water	160 $\pm$ 110	36 - 940
% organische stof	8 $\pm$ 3	1 - 14
% CaCO <sub>3</sub>	15 $\pm$ 3	9 - 22
% < 16 $\mu\text{m}$ (min.delen)	45 $\pm$ 15	4 - 80
% < 50 $\mu\text{m}$ (min.delen)	80 $\pm$ 20	15 - 100

#### 7.1.1 Chemische samenstelling van het sediment

De analyseresultaten van een groot aantal bodemmonsters uit de Nieuwe Waterweg (NWW) c.a. zijn verzameld in een overzicht (tabel 3). Zoals hierboven aangegeven, zijn de belangrijkste bestanddelen van een (onderwater-)bodem: zand, klei, kalk en organische stof; daarnaast komen er precipitaten in voor, vooral van ijzer. Deze bestanddelen komen in sterk wisselende hoeveelheden voor (zandbodem, veenbodem, slibbodem). Uit de analyseresultaten per gebied blijkt, dat de bodem van NWW kmr 1021 de laagste concentraties bevat aan zware metalen, voedingsstoffen, etc.



LOCATIE	Monster nr.	INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID										RIJKSINSTITUUT VOOR ZUIVERING VAN AFVALWATER										RIJKSINSTITUUT VOOR DE VOLKSGEZONDHEID			TNO	RIZA							
		% v.d. droge stof		dpm		mg/l		mg/g natte stof		mg/g droge stof		mg/g droge stof		mg/kg droge stof		mg/kg droge stof		mg/kg droge stof		RIZA	RIZA												
		CaCO <sub>3</sub>	Organische stof	Fractie < 16 µm in % van alle bestanddelen	N	P	K	Al	Si	Ammoniak	Droge stof in % v.d. droge stof	Kjeldahl in mg N/g droge stof	Sulfaat	mg/kg nat toef	COD in mgO <sub>2</sub> /g natte stof	BOD <sub>5</sub> in mgO <sub>2</sub> /g natte stof	Al	Pinoride	Chloride			P.P.-DBE	P.P.-DBE	α-HCH			β-HCH	Dieldrin	HCB	Organisch gebonden chloor	olie in mg/kg droge stof	fenol in mg/g natte stof	mg/s natte stof
NW	501	15,9	9,1	31,1	1126	194	386	24,6	0,07	8,70	11,6	0,1	0,1	0,1	38	85	1,45	8	13			3,1	6,4	29	60	0,24	3			0,09	0,18	14,7	50
KMR	502	15,6	7,7	27,0	932	154	311	22,1	0,10	13,7	14,1	0,1	0,1	0,1	38	86	1,45	-	25	1,3	5,5	24	60	0,28	2			0,02	0,08	11,8	35	12	0,02
1010	503	14,9	3,4	22,8	783	123	226	24,6	0,10	10,5	10,1	0,1	0,1	41	88	1,26	-	28	1,7	5,8	28	60	0,28	2			0,03	0,07	6,2	10	9	0,03	
MOND	504	12,9	6,3	28,0	832	145	287	8,70	0,09	13,7	14,1	0,1	0,1	58	92	0,65	3	18	0,7	4,0	12	28	0,14	4			0,03	0,02	2,0	10	7	-	
BOTLEK	505	11,1	1,7	7,0	202	27	87	13,7	0,09	10,5	10,1	0,1	0,1	52	90	0,96	6	25	1,0	4,4	14	63	1,14	4			0,02	0,08	2,3	10	6	-	
NW	506	13,3	3,0	13,6	366	54	144	8,37	0,08	9,45	10,7	0,1	0,1	53	95	0,80	-	5	0,6	3,3	9	25	0,08	3			0,02	0,02	2,2	10	12	-	
KMR	507	12,5	4,3	13,6	396	54	152	8,37	0,08	10,5	10,1	0,1	0,1	54	94	0,56	-	8	0,7	2,4	10	30	0,10	4			0,02	0,02	2,0	35	10	-	
1021	508	9,6	1,6	7,0	206	27	88	9,45	0,05	5,55	6,72	0,1	0,1	51	95	0,51	-	0	0,5	2,0	6	21	0,06	3			0,02	0,03	2,0	15	5	-	
MAAS-MOND	509	11,2	1,7	7,7	200	24	83	24,9	0,05	24,9	27,7	0,2	0,1	33	83	1,56	4	18	1,2	7,5	41	104	0,08	11			0,02	0,03	2,0	10	4	10,03	
BEER-KANAAL	510	21,9	6,1	44,8	299	46	154	27,7	0,05	31,7	25,6	0,2	0,1	34	84	1,33	5	25	0,7	7,4	35	110	0,06	12			0,02	0,02	2,0	10	11	-	
LOSVAL	511	21,3	5,3	39,1	270	38	145	29,1	0,05	29,1	24,0	0,2	0,1	37	85	2,63	58	18	0,9	6,6	34	104	0,06	11			0,02	0,02	2,0	10	4	-	
NOORD	512	19,7	4,9	33,3	249	36	132	22,7	0,06	22,7	20,8	0,3	0,1	39	86	1,05	7	8	1,3	6,4	35	66	0,08	11			0,02	0,02	2,0	10	5	-	
RWS	513	20,5	5,1	34,6	250	35	124	26,3	0,05	26,3	21,9	0,2	0,1	36	85	1,24	4	20	0,7	6,1	32	89	0,08	11			0,02	0,02	2,0	10	5	-	
LOSVAL	514	7,2	0,2	1,6	28	3	32	24,9	0,05	24,9	24,9	0,2	0,1	42	89	0,84	12	20	1,5	5,8	37	72	0,06	10							6	10,01	
NOORD	515	9,6	0,3	2,1	28	3	28	22,1	0,05	22,1	20,2	0,2	0,1	32	90	0,76	5	15	0,8	4,1	31	69	0,06	6							5	-	
GEM.	516	12,2	1,6	9,0	95	12	60	22,1	0,05	22,1	19,6	0,4	0,1	34	90	0,71	13	15	0,7	5,2	26	48	0,06	7			0,02	0,02	2,0	10			

ANALYSE BODEMMONSTERS

RIJKSINSTITUUT VOOR ZUIVERING VAN AFVALWATER

RIJKSINSTITUUT VOOR DE VOLKSGEZONDHEID

RIJKSINSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

DRINKWATERVOORZIEGING

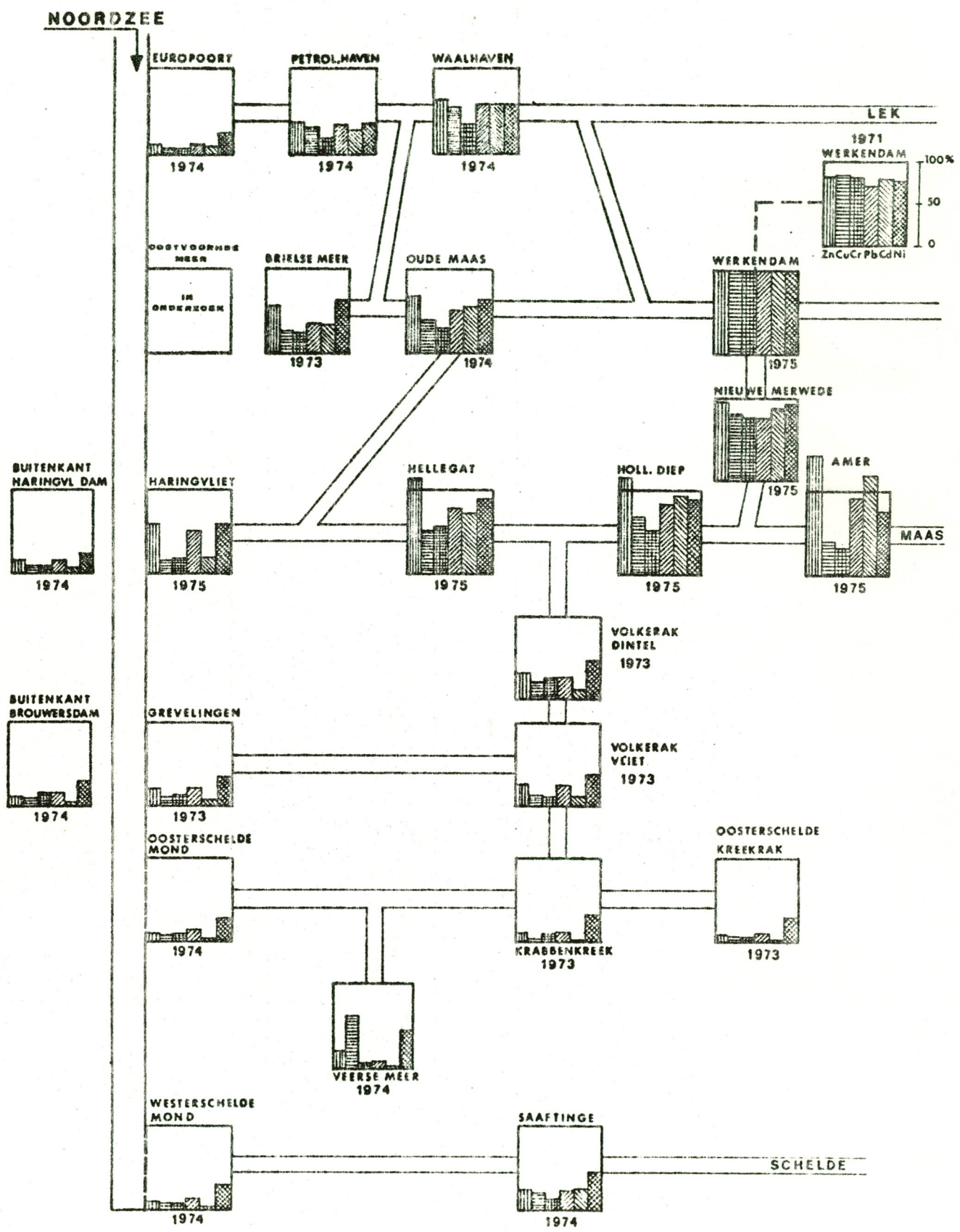
ANALYSE RESULTATEN VAN BODEMMONSTERS

UIT DE NIEUWE WATERWEG C.A.

DATUM MONSTERNAME : JUNI 1974

TABEL 3





Zware metalen in het bodem slib in de verschillende Deltawateren uitgedrukt als percentage van de gehalten van de Rijn in 1975 (naar gegevens van de Groot)

FIGUUR 3



Tevens is daar de fractie kleiner dan 16  $\mu\text{m}$  het laagste; deze korrelgroottefractie is een maat voor de hoeveelheid fijne slibdelen in een monster, met name voor de hoeveelheid klei plus precipitaten. De bodem van kmr 1021 is dus een zandige bodem.

Een groot deel van de aanwezige zware metalen, voedingsstoffen, etc. zit van nature zodanig vastgebonden, dat het inert mag worden genoemd, dus niet beschikbaar voor afgifte. Aan de andere kant kunnen deeltjes die in contact zijn geweest met verontreinigd water, ook verontreinigingen bevatten die er van nature niet in voorkomen. In tegenstelling tot watermonsters is het bij bodemmonsters dus onjuist, om de totale gehalten als maat te nemen voor de vervuilingsgraad, dus voor de hoeveelheid stof die afgegeven kan worden.

Nu blijkt er een recht evenredig verband te bestaan tussen de grootte van de fractie kleiner dan 16  $\mu\text{m}$  en de gehalten aan zware metalen, voedingsstoffen, etc. Dat bewijst, dat een bodem des te meer van deze stoffen als inert kan vasthouden, naarmate de hoeveelheid fijne slibdelen in die bodem groter is. De oorzaak hiervan is waarschijnlijk, dat kleideeltjes een groot opnamevermogen hebben en stevige slibvlokken kunnen vormen.

De Groot (litt. 5) heeft van dit verband gebruik gemaakt om een reële vergelijking te maken van de vervuilingsgraad betreffende zware metalen in bodems in het Deltagebied. Daartoe rekende hij de gevonden absolute gehalten om naar een voor alle monsters gelijke, zij het fictieve, fractie kleiner dan 16  $\mu\text{m}$ . Hierdoor valt het effect van het verschil in samenstelling weg (een goed voorbeeld van dit effect in de tabel zijn bijvoorbeeld de monsters van Loswal Noord Gemeente Rotterdam, waar zowel de fractie kleiner dan 16  $\mu\text{m}$  als de metaalconcentraties in monsternr. 521.8 duidelijk hoger zijn dan in de andere). Na deze correctie zijn in fig. 3 de gehalten aan diverse zware metalen uitgezet als percentage van het gehalte in Rijnslib. Hieruit blijkt duidelijk, dat er een sterke afname plaatsvindt in de richting van de zee. De meest waarschijnlijke oorzaak hiervoor is de menging van riviersediment en zeesediment in het estuariëengebied. Van nature worden jaarlijks grote hoeveelheden slib door de Rijn aangevoerd die voor een deel in de Nederlandse wateren bezinken. Voornamelijk ten gevolge van de internationale verontreiniging van het Rijnwater is dit Rijnslib verontreinigd. Het sediment van zee is echter niet, of veel minder, verontreinigd. Door mengen van sediment met hoge en met lage gehalten aan zware metalen



ontstaat de afname in de richting van de zee. In dit licht bezien is het bodemsediment in Europoort vergelijkbaar en waarschijnlijk ook van dezelfde afkomst als het sediment in bijv. de Oosterschelde, terwijl het sediment in de Petroleumhavens een mengsel is van riviersediment en zeesediment.

Resumerend kan worden gesteld, dat de totale concentraties aan zware metalen afnemen in de volgorde kmr 1010 - Maasmond - Botlek - kmr 1021, maar dat de vervuilingsgraad afneemt in de volgorde kmr 1010 - Botlek - kmr 1021 - Maasmond.

Dezelfde redenering is waarschijnlijk ook toepasbaar voor fosfaat (litt. 6), ijzer, aluminium, sulfaat, beryllium, etc. In tabel 5 staan de gehalten aan P, Fe en Al vóór en na de correctie voor het verschil in korrelgrootteverdeling. Dezelfde afname in zeewaartse richting blijkt voor deze stoffen op te treden. Voor een uitgebreider argumentatie zie litt. 6.

Tabel 5

		P-totaal			Fe-totaal		Al-totaal	
		mg/l nat	% droog	gecorrigeerd < 16µm	% droog	gecorrigeerd < 16µm	% droog	gecorrigeerd < 16µm
NWW	501	1,51	0,40	0,32	2,3	2,1	2,5	2,2
kmr 1010	503	1,53	0,40	0,42	2,1	2,2	2,2	2,3
Botlekmond	505	1,69	0,41	0,35	2,3	2,2	2,5	2,3
Botlekmond	506	0,77	0,13	0,38	1,2	1,8	0,9	1,8
	508	0,92	0,18	0,35	1,4	1,8	1,4	2,0
NWW	510	0,51	0,09	0,35	1,0	1,7	1,0	1,9
NWW	511	0,51	0,08	0,34	1,0	1,7	0,8	1,8
kmr 1021	513	0,46	0,08	0,34	1,1	1,7	0,9	1,8
	515	0,35	0,05	0,35	0,7	1,5	0,6	1,7
Maasmond	516	0,49	0,15	0,10	2,8	1,7	3,5	1,8
	517	0,46	0,14	0,10	2,6	1,6	3,2	1,8
	518	0,46	0,12	0,09	2,4	1,7	2,9	1,9
	519	0,48	0,12	0,10	2,1	1,7	2,3	1,7
	520	0,48	0,13	0,11	2,2	1,6	2,6	1,8



### 7.1.2 Bacteriologische verontreiniging van het sediment

Hoewel het onderzoek naar de aanwezigheid van bacteriën in specie zich heeft toegespitst op Salmonella en anaërobe Clostridia organismen, lijkt het niet uitgesloten, dat ook andere organismen in de specie kunnen voorkomen. Het aantonen van Salmonella en anaërobe sporen in bodemonsters levert technisch weinig problemen op.

Door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid is een onderzoek ingesteld naar de aanwezigheid van Salmonella-bacteriën in bodemslibmonsters. Het betreft hier de volgende plaatsen:

1. Nieuwe Waterweg, kmr 1021
2. Nieuwe Waterweg, kmr 1030
3. Mond Europoort (kruising Beerkanaal en Calandkanaal)
4. Beerkanaal - 8e Petroleumhaven
5. Mississippihaven - Beerkanaal

Op iedere plaats werden drie afzonderlijke monsters genomen. Van ieder monster werd een hoeveelheid van 2 x 10 ml onderzocht. Slechts in één monster van de Nieuwe Waterweg kmr 1030 kon Salmonella worden aangetoond (zie appendix E, tabel 1).

Hoewel het onderzoek een beperkte omvang heeft, blijkt uit de resultaten dat in ieder geval rekening gehouden dient te worden met een faecale bacteriologische verontreiniging van het bodemslib. Het aantonen van virussen hierin is bijzonder moeilijk (litt. 7).

### 7.1.3 Chemische samenstelling van het poriënwater

Bij consolidatie van slib wordt een deel van het poriënwater uitgedreven. De gehalten aan voedingsstoffen, metalen e.d. in het poriënwater van Rijnslib zijn doorgaans een veelvoud van de gehalten zoals die in rivierwater worden aangetroffen.

Bij het opvullen van het Oostvoornse Meer kan het uitgedreven poriënwater derhalve een belangrijke bron van verontreiniging zijn. Voor vers gesedimenteerd zeeslib uit de Maasmond kan de verontreiniging van het poriënwater echter aanmerkelijk minder zijn dan bij poriënwater van Rijnslib. Hierover zijn thans nog geen gegevens beschikbaar. Een onderzoek naar de verontreinigingen van dit poriënwater is derhalve noodzakelijk.

## 7.2 VERANDERING VAN DE SAMENSTELLING VAN DE SPECIE TEN GEVOLGE VAN TRANSPORT

Zoals in 6.4 staat aangegeven, zal door het transport een deel van de te dumpen specie verloren gaan; daarbij zal er van de kleine korrels meer verdwijnen dan van de grovere korrels. De fractie kleiner dan  $16 \mu\text{m}$  is een maat voor de hoeveelheid fijne slibdelen in de specie. Bij vergelijking van de fractie kleiner dan  $16 \mu\text{m}$  vóór het opzuigen en na het dumpen zal daarom blijken, dat deze fractie is afgenomen. De fractie kleiner dan  $16 \mu\text{m}$  is daarnaast óók een maat voor de hoeveelheid voedingsstoffen en zware metalen in de specie: hoe groter de fractie kleiner dan  $16 \mu\text{m}$ , des te hoger zijn de gehalten aan deze stoffen. Een verlaging van de fractie kleiner dan  $16 \mu\text{m}$  t.g.v. transport zal dus gepaard gaan met een evenredige verlaging van de totale gehalten aan voedingsstoffen en metalen.

## 7.3 SAMENSTELLING VAN HET WATER IN HET BEERKANAAL EN HET OOSTVOORNSE MEER

Voor het nat transport van specie is een hoeveelheid perswater nodig. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de samenstelling van de specie. Bij het transport van zand van een samenstelling als op de Maasvlakte wordt gevonden is een hoeveelheid perswater nodig die 3 à 4 keer zo groot is als de te verplaatsen hoeveelheid zand.

Bij het transport van onderhoudsspecie met een beduidend fijnere korrelgrootte zoals bijv. in de Maasmond, Beerkanaal en Calandkanaal wordt gevonden, is een hoeveelheid perswater nodig van 1 à 2 keer het te verpersen volume specie. Door zoveel mogelijk geconsolideerde onderhoudsspecie te verspuiten kan de hoeveelheid perswater worden beperkt. De totale hoeveelheid verontreiniging die met het perswater in het Oostvoornse Meer wordt gebracht is afhankelijk van deze hoeveelheid en derhalve afhankelijk van de te verspuiten soort bodemmateriaal.

### 7.3.1 Chemisch

Wanneer het Oostvoornse Meer wordt verondiept met onderhoudsspecie, dan wordt als transportwater, afhankelijk van de onder 6.3 genoemde werkwijzen, water afkomstig uit de mond van de Europoort of uit het Beerkanaal gebruikt. De invloed van de verondieping op de waterkwaliteit in het Oostvoornse Meer zal dan mede afhangen van het verschil in samenstelling tussen het transportwater en het water in het Oostvoornse Meer.



In juni 1974 zijn het Beerkanaal en het Oostvoornse Meer bemonsterd. De monsters werden genomen op aanwijzing van de bij het onderzoek betrokken instanties. De analyseresultaten zijn weergegeven in de tabellen 6 en 7. Tijdens deze bemonstering was er op sommige punten verschil in samenstelling te constateren.

Wat de macro-verontreinigingen betreft valt de hoge COD in het oppervlaktewater van het Oostvoornse Meer op. Gezien de onnauwkeurigheid bij de COD-bepaling in zout water mag aan deze conclusies niet veel waarde worden toegekend. De lage BOD in het Oostvoornse Meer zou er in dit geval op kunnen wijzen, dat de organische stof overwegend in de vorm van moeilijk afbreekbare humaten aanwezig is.

Het hoge oliegehalte in het Beerkanaal is niet in de TOC terug te vinden. Vermoedelijk moet dit worden toegeschreven aan de wijze van monsternamen. Het ammoniumgehalte in het Beerkanaal is tweemaal zo hoog als in het Oostvoornse Meer; het totaal stikstofgehalte (de som van Kj-N en NO<sub>3</sub>-N) is vrijwel gelijk. Het chloridegehalte in het Beerkanaal is duidelijk hoger dan in het Oostvoornse Meer.

De volgende microverontreinigingen kwamen in het Beerkanaal in tweemaal zo hoge of hogere concentraties voor dan in het Oostvoornse Meer: lood, cadmium,  $\alpha$ -HCH,  $\gamma$ -HCH, organisch gebonden chloor en polycyclische aromaten. Uit aanvullend onderzoek naar het gehalte aan zware metalen (tabellen 8 en 9) is af te leiden, dat het niet verantwoord is om op grond van één bemonstering een uitspraak te doen t.a.v. het verschil in samenstelling tussen het Beerkanaal en het Oostvoornse Meer.

Dit geldt vermoedelijk voor die stoffen, die voor een belangrijk deel gebonden aan slib voorkomen. In wateren met een laag slibgehalte als de onderhavige zal dit effect zich sterker manifesteren. Nader onderzoek op dit punt is aan te bevelen. Alvorens het onderzoek uit te breiden zou echter eerst de concentratie van de verschillende stoffen in het poriënwater, dat reeds in de specie aanwezig is, bepaald moeten worden, zodat kan worden beoordeeld of het transportwater een belangrijke bijdrage tot de verontreiniging zou kunnen leveren. Vaak is het gehalte aan verontreinigende stoffen in poriënwater namelijk veel groter dan in oppervlaktewater.

Tabel 6 Macro-verontreinigingen in het Beerkanaal en Oostvoornse Meer

Monstername: juni 1974

	Dimen- sie	Beerkanaal 302		Oostvoornse Meer BG3		Lab.
		Opp.	Bodem	Opp.	Bodem	
Zwevende stof	mg/l	17	8	8	9	RIZA
Gloeirest van de zwevende stof	mg/l	2	1		0,4	RIZA
COD	mg/l	40	53	92	48	RIZA
BOD <sub>5</sub>	mg/l	2,6	0,2	0,4	-	RIZA
Kjeldahl-N	mg/l	1,7	1,4	1,3	1,2	RIZA
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0,9	0,7	0,4	0,4	RIZA
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0,8	0,4	1,1	0,6	RIZA
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0,10	0,08	0,06	0,07	RIZA
o+h-P	mg/l	0,15	0,12	0,10	0,12	RIZA
totaal-P	mg/l	0,15	0,13	0,15	0,11	RIZA
TOC	mg/l	6,6	5,0	8,1	7,1	RIZA
Syndets	mg/l	0,11	0,16	0,12	0,11	RIZA
olie	mg/l	12,8	9,6	3,2	1,2	RID
Chloride	g/l	(0,20)	(0,40)			
pH	-	14,5	17,0	11,5	11,5	RIZA
		8,2	8,1	8,2	8,2	RIZA

Tabel 7 Micro-verontreinigingen in het Beerkanaal en Oostvoornse Meer

Monstername: juni 1974

	Dimen- sie	Beerkanaal 302		Oostvoornse Meer BG3		Lab.
		Opp.	Bodem	Opp.	Bodem	
Kwik	µg/l	--	--	--	--	RIV
Cadmium	µg/l	1,0	0,8	0,3	0,4	RIV
Chroom	µg/l	--	--	--	--	
Koper	µg/l	6	8	4	8	RIV
Lood	µg/l	30	26	10	9	RIV
Nikkel	µg/l	5	5	3	4	RIV
Zink	µg/l	65	110	85	145	RIV
Arseen	µg/l	2,0	3,0	4,0	2,0	RIV
Mangaan	µg/l	70	65	35	95	RIV
Lithium	µg/l	50 (40)	31 (44)	30	26	RID
Berillium	µg/l	1,7 (0,7)	1,8 (0,8)	1,3	1,3	RID
Vanadium	µg/l	49 (25)	52 (30)	55	49	RID
HCB	µg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	RIV
α-HCH	µg/l	0,06	0,02	0,01	0,01	RIV
γ-HCH	µg/l	0,04	0,02	0,01	0,02	RIV
org. geb. chloor	µg/l	2,6	1,3	< 1,0	< 1,0	RIV
Polycyclische aromaten	µg/l	47 (40)	76 (21)	2,5	5,5	RID

( ) = monstername 12 september 1974



Tabel 8 Gehalte aan zware metalen ( $\mu\text{g/l}$ ) op de kruising Beerkanaal-Mississippihaven (Geg. RIZA)

	74-12-05		75-02-11 LW		75-02-11 HW		75-03-11	
	opp.	bodem	opp.	bodem	opp.	bodem	opp.	bodem
Chloride (g/l)	--	--	12,0	16,6	10,0	16,2	--	--
Olie (mg/l)	0,3	0,1	--	--	--	--	--	--
Zwevende stof (mg/l)	--	--	10	6	5	5	13	4
Kwik opgelost	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	--	--
Kwik totaal	< 0,1	< 0,1	0,1	0,7	0,1	0,2	--	--
Cadmium opgel.	--	--	1,3	2,0	5,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Cadmium totaal	--	--	1,4	2,4	5,8	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Chroom opgel.	4	3	5	4	7	4	--	--
Chroom totaal	8	8	6	5	8	7	--	--
Koper opgelost	--	--	6	8	15	5	--	--
Koper totaal	--	--	8	10	17	7	--	--
Lood opgelost	--	--	2	< 1	3	< 1	< 1	< 1
Lood totaal	--	--	75	58	29	40	9	7
Nikkel opgel.	--	--	1	1	4	< 1	--	--
Nikkel totaal	--	--	< 2	< 2	6	< 2	--	--
Zink opgelost	31	37	34	45	38	17	--	--
Zink totaal	81	48	39	39	46	23	--	--

Tabel 9 Gehalte aan zware metalen ( $\mu\text{g/l}$ ) in het Oostvoornse Meer (Geg. RIZA)

	Opp.	Bodem	Datum
Zwevende stof (mg/l)	1	< 1	75-03-11
Kwik opgelost	0,1	< 0,1	} 74-12-05
Kwik totaal	0,1	0,1	
Cadmium opgelost	2,4	-	} 75-03-11
Cadmium totaal	2,7	-	
Chroom opgelost	2	2	} 74-12-05
Chroom totaal	3	2	
Koper opgelost	-	-	
Koper totaal	-	-	
Lood opgelost	7	-	} 75-03-11
Lood totaal	7	-	
Nikkel opgelost	-	-	
Nikkel totaal	-	-	
Zink opgelost	35	5	} 74-12-05
Zink totaal	37	5	

-- = geen monster genomen

### 7.3.2 Bacteriologisch

Een indruk van de bacteriologische kwaliteit van oppervlaktewater kan worden verkregen door het bepalen van de belasting met faecale verontreinigingen. Het overgrote deel van de in faecale verontreinigingen voorkomende bacteriën behoort tot de normale darmflora, zoals bijv. *Escherichia coli* en *Streptococcus faecalis*. Er kunnen zich echter ook ziektekiemen onder bevinden, die door zieke en niet-zieke kiemdragers worden uitgescheiden. Het is zeer omslachtig de aanwezigheid en aantallen van de vele verschillende ziektekiemen die kunnen voorkomen (virussen, bacteriën, parasieten) te bepalen. Daarom wordt voor het bacteriologisch onderzoek uit praktische overwegingen gekozen voor de veel eenvoudiger bepaling van zogenaamde indicator-organismen die specifiek in faecale verontreinigingen voorkomen (*E-coli*, coliformen, faecale streptococci, salmonella).

Door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid zijn onderzoeken uitgevoerd naar de bacteriologische kwaliteit van water in het Beerkanaal en in het Oostvoornse Meer. Om de mate van faecale verontreiniging vast te stellen werden de aantallen *E-coli*, coli-achtigen en faecale streptococci per 100 ml water bepaald.

#### a. Beerkanaal

Het water in het Beerkanaal werd op twee plaatsen onderzocht, met name Beerkanaal - 8e Petroleumhaven en Beerkanaal - Mississippihaven. Beide plaatsen werden zowel aan het wateroppervlak als nabij de bodem bemonsterd. Het onderzoek werd tweemaal op verschillende data (voorjaar 1975) uitgevoerd.

Het water aan het oppervlak bevatte op beide monsterplaatsen per 100 ml water, 100 tot meer dan 2400 *E-coli*, 100 tot meer dan 2400 coli-achtigen en 20 tot 500 faecale streptococci. Dit wijst op een beduidende faecale verontreiniging van het water. De resultaten van de monsters die nabij de bodem zijn genomen wijzen voor beide monsterplaatsen op een faecale verontreiniging, doch waren in het algemeen gunstiger. Hier werden per 100 ml water gevonden: 33 tot 540 *E-coli*, 33 tot 1600 coli-achtigen en 7 tot 540 faecale streptococci (zie appendix E, tabellen 2 en 3).

Het lijkt waarschijnlijk dat de bacteriologische kwaliteit van het water in het Beerkanaal sterk wordt beïnvloed door de lozingen van ongezuiverd afvalwater van Oostvoorne. Sinds begin 1977 wordt dit afvalwater gezuiverd.



b. Oostvoornse Meer

De bacteriologische waterkwaliteit van het Oostvoornse Meer is in het voorjaar van 1975 op een zestal punten onderzocht. Het onderzoek heeft een beperkte omvang. Opvalt dat de resultaten aanmerkelijk gunstiger zijn dan die van het Beerkanaal. Per 100 ml water werden aangetroffen: minder dan 2 E-coli, minder dan 2 coli-achtigen en maximaal 5 faecale streptococcon (zie appendix E, tabel 4).

De resultaten duiden erop dat er nauwelijks enige belasting met faecale verontreinigingen en ziekteverwekkende kiemen voorkomt. Enige faecale belasting ten gevolge van de aanwezigheid van vogels is niet uit te sluiten.

## 8. AFDEKKEN VAN DE GESTORTE SPECIE MET ZAND

### 8.1 INLEIDING

Zoals reeds vermeld in 3.2 adviseert de Gezondheidsraad aan de minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne in een interim-rapport, dat met het oog op de gezondheid van de mens voor oppervlaktewater met een recreatieve bestemming, een zanderige bodem gewenst is. Dit laatste i.v.m. het voorkomen van vertroebeling van het water, waardoor het doorzicht vermindert en mede uit hygiënische overwegingen.

Het bovenstaande was aanleiding het gedrag van de specie bij het afdekken met een laag zand in beschouwing te nemen.

### 8.2 GEDRAG BIJ AFDEKKEN MET ZAND

De in 7.1 genoemde samenstellende componenten van de specie zijn in zekere mate met elkaar verweven tot vlokken, die samen met een hoeveelheid poriënwater het totale sediment vormen. De vlokstructuur wordt bepaald door velerlei factoren, waaronder de wijze van sedimenteren, de hoeveelheid en het type klei en organische stof, de bodemflora en -fauna en de saliniteit van het water. De vlokken kunnen alle mogelijke vormen hebben (bijna nooit de bolvorm!), waardoor holtes ontstaan variërend van 1 cm tot 1  $\mu$ m. Wanneer nu Maasmondspecie, al of niet via een tussenstortplaats, in verdunde vorm wordt verpompt en gedumpt, zal in zekere mate, door aantasting van de vlokstructuur, ontmenging in componenten plaatsvinden. Het gedeeltelijk ontmengde sediment zal in verschillende stadia hersedimenteren, waarbij de fijne delen een losse bovenlaag zullen vormen. Een zanddek zal deze laag passeren. Alleen een uitvoeringstechniek waarbij het zand met een tienvoudige waterverdunding via een sproeisysteem wordt ingebracht, kan dit doorzakken van het zand verhinderen.



## 9. GEVOLGEN VAN DE VERONDIEPING VAN HET OOSTVOORNSE MEER

### 9.1 INLEIDING

In hoofdstuk 3 worden de voorwaarden genoemd waaraan voldaan dient te worden bij de verondieping van het Oostvoornse Meer.

In dit hoofdstuk wordt zo mogelijk voor die stoffen waarvan bij de verondieping effect verwacht kan worden, de concentratie (grenswaarde) aangegeven waarboven effect te verwachten is, alsmede de processen die genoemde concentratie in belangrijke mate bepalen. Zolang deze processen niet enigermate gekwantificeerd kunnen worden is een toetsing van de te verwachten concentraties aan de grenswaarden niet mogelijk. Dit hoofdstuk moet derhalve worden gezien als een eerste verkenning.

### 9.2 HYGIËNISCHE ASPECTEN VAN DE VERONDIEPING

#### 9.2.1 De bacteriologische verontreiniging van onderhoudsspecie

Eén van de beoordelingscriteria van de waterkwaliteit die de Gezondheidsraad (litt. 4) noemt is de aanwezigheid van bestanddelen, die schadelijk zijn voor de gezondheid van recreanten of bestanddelen, die hiertoe aanleiding kunnen geven. In dit verband is van belang de bacteriologische verontreiniging van onderhoudsspecie afkomstig uit rivieren of havens. In tegenstelling tot zand is onderhoudsspecie uit rivieren of havens door het intensieve contact met oppervlakte- c.q. afvalwater in zekere mate verontreinigd. Afvalwater en oppervlaktewater kunnen aanzienlijke hoeveelheden bacteriën, virussen en parasieten bevatten, waaronder een aantal ziekteverwekkers. Ten gevolge van fysisch-chemische interacties tussen de oppervlakken van de organismen en de speciedeeltjes bezit de specie een vermogen om bacteriën en virussen te binden. Dit vermogen is betrekkelijk groot voor virussen (litt. 8). Hoewel het onderzoek naar de aanwezigheid van bacteriën in specie zich heeft toegespitst op Salmonella en anaërobe Clostridia organismen, is het vrijwel zeker dat ook andere pathogene organismen in de specie kunnen voorkomen.



### 9.2.2 Hygiënische aspecten van het gebruik van bacteriologisch verontreinigde onderhoudsspecie als verondiepingsmateriaal

De mogelijke aanwezigheid van ziekteverwekkende organismen in de te gebruiken onderhoudsspecie maakt uit dit oogpunt bezien de specie hygiënisch verdacht. Enerzijds bestaat er een zeker risico dat na inbrengen van de specie in water fijne verontreinigde deeltjes in het oppervlaktewater gesuspendeerd blijven, anderzijds bestaat het risico dat tijdens het inbrengen van de specie mobilisatie van virussen en bacteriën optreedt. Dergelijke processen zouden de hygiënische kwaliteit van het water met name tijdens de verondieping in ongewenste zin kunnen beïnvloeden. In de loop der tijd vindt een zekere afsterving c.q. inactivering van organismen plaats, maar deze processen verlopen voor de aan specie gebonden organismen waarschijnlijk sterk vertraagd (litt. 9). Voorts kunnen naast bacteriën, bacteriesporen aanwezig zijn. Dit zijn ingekapselde vormen van bacteriën, die onder ongunstige omstandigheden kunnen worden gevormd en die onder zeer extreme condities zeer lang levensvatbaar kunnen blijven. De omstandigheden waaronder deze sporen weer tot de bacteriële vormen kunnen overgaan zijn bijv. voor anaërobe organismen: overgang van aëroob naar een anaëroob milieu, verlaging van de externe zoutconcentraties, aanwezigheid van voedselrijke omgeving en een geschikte temperatuur. Indien de specie virussen en bacteriën bevat, dient er rekening mee te worden gehouden dat deze na sedimentatie zouden kunnen mobiliseren. Daar tijdens en geruime tijd na de dumping bacteriologische verontreiniging mogelijk is, dient tijdens en na een eventuele verondieping de bacteriologische kwaliteit nauwgezet te worden bewaakt.

### 9.2.3 Hygiënische aspecten van het gebruik van transportwater

In transportwater aanwezige micro-organismen kunnen na langere tijd worden afgebroken c.q. geïnactiveerd. Er zijn echter grote verschillen in resistentie. Sporen kunnen, zoals hiervoor gesteld, een zeer lange overlevingstijd hebben. Virussen in rivierwater hebben een overlevingstijd van ca. 15-70 dagen, terwijl bijv. E-coli organismen betrekkelijk snel afsterven (litt. 9). Dit is bij de analyse van oppervlaktewatermonsters van groot belang. Afwezigheid van bijv. E-coli geeft derhalve geen zekerheid over de hygiënische betrouwbaarheid van het water. In de praktijk is echter gebleken, dat indien uit een uitvoerig onderzoek



over een voldoende lange periode is gebleken dat het aantal E-coli per ml. water kleiner dan één is, de kans op faecale besmetting van het water klein "zal zijn".

Het onderzoek is te beperkt geweest om te beoordelen of aan bovengenoemde norm wordt voldaan.

### 9.3 HET OPTREDEN EN DE EFFECTEN VAN GASONTWIKKELING BIJ GEBRUIK VAN MAASMONDSPECIE ALS VERONDIEPINGSMATERIAAL

In bodemslib treden in het algemeen de volgende processen na elkaar op: aërobe respiratie, denitrificatie, ijzerreductie, sulfaatreductie en tenslotte methaanproductie (litt. 10).

Als de verspoten baggerspecie op de bodem van het Oostvoornse Meer sedimenteert, zal allereerst de met het spuitwater in het slib gebrachte zuurstof gebruikt worden voor de microbiologische oxydatie van organische stof (aërobe respiratie). Bij dit proces komt koolzuur vrij. Wanneer het zuurstofgehalte voldoende is gedaald ontwikkelen zich bacteriën die het aanwezige nitraat als zuurstofbron gebruiken. Het nitraat kan zowel tot ammonium als tot stikstof worden gereduceerd. Als de redoxpotentiaal nog verder daalt vindt reductie van ijzer en vervolgens van sulfaat plaats. Dit laatste proces verloopt alleen als de nitraatconcentratie voldoende laag geworden is en indien bepaalde afbraakproducten van organische stof aanwezig zijn. Deze ontstaan tijdens de aërobe afbraak. Bij een nog lagere redoxpotentiaal zal de anaërobe afbraak beginnen, waarbij voornamelijk methaan vrijkomt. Als de sulfideconcentratie echter te hoog wordt (70 - 200 mg/l) wordt de methaangisting geremd. Het is niet zeker of dit een gevolg is van de aanwezigheid van sulfide of van de afwezigheid van voldoende tweewaardig ijzer (ferro) dat nodig zou zijn voor de methaan vormende bacteriën. De Maasmondspecie bevat tamelijk veel ijzer. Het is echter niet bekend in welke vorm dit aanwezig is. Zou alle ijzer als sulfide aanwezig zijn, dan is methaanvorming onwaarschijnlijk. Zou een deel als ferro aanwezig zijn, dan hangt het van de hoeveelheid ferro en sulfide af, of zich methaan zal ontwikkelen. Resumerend kan worden gesteld, dat ofwel een mengsel van koolzuur, stikstof en zwavelwaterstof, ofwel van koolzuur, stikstof en methaan zal vrijkomen. Wanneer genoemde gassen via diffusie of bij zeer hoge gasproductie als bellen omhoog komen, zullen ze geheel

of ten dele geoxydeerd worden. Alleen wanneer grote hoeveelheden gas vrijkomen zal dit een duidelijk effect op het zuurstofgehalte hebben. Wanneer de zwavelwaterstof niet volledig wordt geoxydeerd, bestaat er kans op vissterfte wanneer de concentratie hoger wordt dan 0,4 mg/l. De hoeveelheid zwavelwaterstof is sterk afhankelijk van de pH en het gehalte aan ferro.

Maasmondslib bevat relatief veel organisch gebonden stikstof. Ten gevolge van mineralisatie kan dit worden omgezet in ammonium. Het ammonium-ion ( $\text{NH}_4^+$ ) is altijd in evenwicht met een kleine hoeveelheid ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), dat zeer toxisch is voor vissen. De ammoniakconcentratie is een functie van de pH, de temperatuur en de ammoniumconcentratie. Enkele voorbeelden zijn in tabel 10 weergegeven.

Tabel 10 Ammoniumconcentratie die in evenwicht is met een toxische concentratie ammoniak (0,025 mg/l) bij verschillende temperatuur en pH.

Temperatuur °C	pH	
	7,5	8,5
5	6,3	0,65
15	2,9	0,31
25	1,43	0,17

Door het Laboratorium voor Grondmechanica en het Microbiologisch Laboratorium, beide te Delft, wordt momenteel in opdracht van 'Rijks-waterstaat en de gemeente Rotterdam onderzocht hoe snel de gasproductie verloopt en welke gassen vrijkomen. De proeven worden genomen met slib uit de Botlek, Europoort en de Nieuwe Merwede.

#### 9.4 GEDRAG VAN ZWARE METALEN TIJDENS EN NA DE SEDIMENTATIE VAN ONDERHOUDS-SPECIE

Tijdens en na het storten van specie in het Oostvoornse Meer zal bij de consolidatie van de specie poriënwater met mogelijk een hoog gehalte



aan metalen worden uitgedreven. De omvang van deze verontreiniging zal uit onderzoek moeten blijken.

Omtrent de rol die de verschillende zware metalen in het ecosysteem spelen en de mogelijke gevolgen van gehalten die hoger of lager zijn dan de natuurlijke, is relatief weinig bekend. In 1974 heeft onderzoek plaatsgevonden door TNO en Waterloopkundig Laboratorium naar de effecten van zware metalen op bodemdieren in de Oosterschelde (litt. 11). Hieruit is gebleken, dat de in de Oosterschelde voorkomende gehalten, die vergelijkbaar zijn met gehalten in de Maasmond, geen nadelige gevolgen hebben. In 1973 hebben H. van Genderen, J.H. Canton, P. Leeuwank en J.J.T.W.A. Strik rapport uitgebracht aan de Commissie van de Europese Gemeenschap over de effecten van zware metalen in het milieu en de op grond hiervan op te stellen voorlopige grenswaarden. In 1976 zijn deze herzien. Duidelijk moet worden gesteld, dat deze waarden zijn gebaseerd op de tot en met 1975 bekende feiten. De grenswaarden zijn samengevat in tabel 11. Tenzij anders vermeld, heeft de grenswaarde betrekking op het totale gehalte.

Tabel 11 Voorlopige ecologische grenswaarden

	in 50/95 procent van de tijd
	lager dan
Cadmium	2/10 µg/l
Chroom	20/50 µg/l
Lood	50 µg/l
Koper	?/10 µg/l, opgelost
Nikkel	te weinig informatie
Tin	te weinig informatie
Zink	{ 75/300 µg/l 10 µg/l, opgelost
Arseen	50/ ? µg/l
Beryllium	te weinig informatie
Kwik	gehalte in vis < 0,2 ppm

Op grond van de huidige kennis is het niet mogelijk om het gedrag van de zware metalen te voorspellen. Het Waterloopkundig Laboratorium en het

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid hebben een globale indicatie gegeven van de processen die zich mogelijk voordoen (litt. 12). Tevens zijn aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

#### 9.5 DESORPTIE VAN PESTICIDEN UIT ONDERHOUDSSPECIE

Van de pesticiden zijn de gechlloreerde koolwaterstoffen het slechtst afbreekbaar. Deze stoffen lossen in het algemeen slecht op in water, echter des te beter in vetten. Hierdoor kunnen ze zich in voedselketens concentreren tot toxische niveaus. De concentratie van deze stoffen kan in algen 100 - 10.000 maal zo groot zijn als in de waterfase. Vanwege deze eigenschap dient grote voorzichtigheid met deze stoffen te worden betracht.

Een onderzoek op Europoort- en Maasmondslib, uitgevoerd voor het RIV, leverde als resultaat, dat het gehalte aan "totaal organisch gebonden chloor" in alle monsters beneden de aantoonbaarheidsgrens van 2,0 mg/kg droge stof bleek te liggen. Het gehalte aan gechlloreerde koolwaterstoffen is in het algemeen kleiner dan 0,02 mg/kg. Gezien de marine oorsprong van Maasmondslib mag worden aangenomen dat de concentratie in het slib in evenwicht is met de concentratie in het water voor de Nederlandse kust. Door de grotere invloed van de Rijn is het gehalte aan gechlloreerde koolwaterstoffen in het Beerkanaal hoger dan in het kustwater. Op theoretische gronden is tijdens transport en dumping geen desorptie te verwachten.

Sommige pesticiden absorberen bij voorkeur aan de fijne kleifraction. Zou bij het dumpen van de specie een fractionering optreden doordat de kleinste deeltjes slechts langzaam bezinken, dan zou relatief een verrijking van de bovenste sedimentlaag optreden. Accumulatie in bodemdieren gevolgd door accumulatie in vissen en vogels zou dan mogelijk zijn. Daar algen gechlloreerde koolwaterstoffen sterk kunnen concentreren, kan het gehalte in de waterfase erg laag worden. In dit geval zou diffusie vanuit het sediment plaats kunnen vinden. De mate waarin dit optreedt is afhankelijk van de sterkte van de binding aan het slib, de bezettingsgraad en de diffusiecoëfficiënt. Gezien de lage gehalten van de verschillende componenten mag worden verwacht, dat de binding met het slib vrij sterk zal zijn. Hierdoor zal het gehalte in het poriënwater



laag en de massastroom vanuit het sediment klein zijn. Deze beschouwing is ten dele gebaseerd op litt. 13. Nader onderzoek is uit praktische overwegingen vooralsnog niet mogelijk.

#### 9.6 VRIJKOMEN VAN OLIE UIT ONDERHOUDSSPECIE

Olie is een mengsel van een groot aantal verbindingen met zeer uiteenlopende eigenschappen. Sommige verbindingen zijn moeilijk afbreekbaar, andere zijn toxisch, carcinogeen of beïnvloeden smaak en reuk van het water en de hierin gevangen vis in ongunstige zin.

Oliegehaltenes van 1-10 mg/l veroorzaken duidelijk nadelige effecten in het aquatisch milieu, gehaltenes van 0,05 - 0,1 mg/l geven reuk- en smaakbezwaren bij vis.

Olie wordt in het algemeen alleen in de omgeving van lozingen in hoge concentraties in het sediment aangetroffen. In de onderhoudsspecie van de Maasmond is het gehalte laag: 10 - 20 mg/kg droge stof. Het gehalte in de oostelijke havens ligt duidelijk hoger.

#### 9.7 INVLOED VAN VERONDIEPING VAN HET OOSTVOORNSE MEER OP DE PRIMAIRE PRODUCTIE

In de bijlage bij appendix C wordt aan de hand van het verloop van een aantal grootheden als functie van de tijd een analyse gemaakt van de processen die thans in het Oostvoornse Meer plaatsvinden. Tevens wordt kwalitatief nagegaan wat de invloed van de verondieping zal zijn op de primaire productie. De volgende conclusies worden getrokken:

1. Door de verondieping op zich wordt:

- . de algenontwikkeling bevordert omdat er gemiddeld meer licht over de waterkolom beschikbaar zal zijn. Dit zal kunnen resulteren in een snellere groei en een groter bloeimaximum;
- . de algenontwikkeling (iets) vergroot door het transport-, doorspoel- en regenwater.

2. Bij verondieping met Maasmondspecie e.d. is na de dumping voorlopig een extra impuls t.a.v. de algenontwikkeling te verwachten, vergeleken met de verondieping met zand. Op den duur (vele jaren?) nivelleert dit verschil.

3. Gezien de relatie die er bestaat tussen algenontwikkeling en doorzicht zal het doorzicht als gevolg van het gestelde in de eerste conclusie permanent en als gevolg van het gestelde in de tweede conclusie tijdelijk afnemen.

#### 9.8 INVLOED VAN VERONDIEPING OP DE BODEMFAUNA

Bij verondieping van het meer tot een diepte waarbij geen stratificatie en als gevolg daarvan geen zuurstofloosheid meer optreedt, zal naar verwachting de bodemfauna zich in gunstige zin ontwikkelen, tenzij de aanwezigheid van toxische stoffen in het sediment deze ontwikkeling tegengaat. Toename van het aantal bodemorganismen zal een gunstige invloed hebben op het aantal vissen en vermoedelijk ook op het aantal vogels. Dit hoeft niet te betekenen dat ook het aantal soorten binnen de vis- en vogelstand vermeerdert, hetgeen echter wel mogelijk wordt geacht. In de laatste fase van de verondieping kunnen tijdelijk negatieve gevolgen optreden voor bodemdieren in de ondiepe delen van het meer.

#### 9.9 DIVERSE INVLOEDEN

Het moet technisch mogelijk worden geacht om beïnvloeding van de omliggende natuurgebieden te vermijden.

Het is niet te verwachten, dat de zuiger bij het tussenstort zoveel lawaai zal maken dat hierdoor het natuurgebied zal worden verstoord. Evenmin is het te verwachten, dat op het Oostvoornse Meer dagelijks werkzaamheden zullen worden verricht. Wanneer de persbuizen eenmaal zijn aangebracht, is slechts incidenteel inspectie nodig. Vermoedelijk kan troebeling worden voorkomen door de specie diep in het meer te spuiten en zo weinig mogelijk te verdunnen. Bij gebruik van water uit de Mississippihaven als transportwater kan in het Oostvoornse Meer een tweelagensysteem ontstaan waardoor troebeling mogelijk wordt voorkomen. Dit zal echter alleen in de beginfase effect hebben. Wanneer troebeling optreedt is het niet te verwachten dat deze troebeling slechts in een deel van het meer is waar te nemen. Bij ernstige troebeling wordt de vis- en vogelstand, met name de trekvogelstand, bedreigd. Slibafzetting op de oevers kan eventueel voorkomen worden door een peilverlaging.



## 10. WETTELIJKE ASPECTEN

1. Verondiepen met onderhoudsspecie mag een toekomstige planologische bestemming van het meer op generlei wijze beïnvloeden. Momenteel is een zgn. voorbereidingsbesluit (in het kader van de Wet op de Ruimtelijke Ordening) vanwege de gemeente Oostvoorne van kracht. Met het oog hierop is het noodzakelijk dat het College van B. & W. van Oostvoorne een aanlegvergunning verleent.
2. Op grond van de provinciale verordening op de opspuitingen dient door Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland een ontheffing te worden verleend.
3. Het is krachtens artikel 1 van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren verboden zonder vergunning met behulp van een daarvoor bestemd werk afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen, in welke vorm ook, te brengen in oppervlaktewateren.  
Voor het inbrengen van onderhoudsspecie in het meer is eventueel een W.V.O.-vergunning noodzakelijk.

## 11. SAMENVATTING

In het streekplan Rijnmond is het Oostvoornse Meer aangegeven als recreatiewater. De grote diepte van het Oostvoornse Meer vormt een bezwaar voor gebruik als recreatiewater. Daarom is verondieping noodzakelijk. Het is uit hygiënische overwegingen wenselijk, dat verondiepen van het meer met zand geschiedt. Het is niet te verwachten, dat het bij de inrichting van de Maasvlakte vrijkomende zand hiervoor beschikbaar komt.

De gewenste verondieping van het meer is wel te realiseren met behulp van specie die vrijkomt bij onderhoud van Maasmond, Europoort, de Nieuwe Waterweg en Rotterdamse havens. Een bijkomend voordeel zou zijn dat de specie die in het Oostvoornse Meer wordt gebracht, onttrokken wordt aan het circulatiesysteem kust - Maasmond.

De consequenties van een verondieping met onderhoudsspecie moeten worden gezien in relatie tot de eisen en wensen t.a.v. hydrobiologie, waterkwaliteit, waterhuishouding, recreatie en natuurbehoud.

De biotoop van een diep, brak, onbelast en daardoor helder water is zeldzaam in ons klimaat en daarom wordt het hydrobiologisch leven in het Oostvoornse Meer waardevol geacht. Op de oevers komt plaatselijk een tamelijk rijke flora voor. Verder is het meer een pleister- en broedplaats voor een groot aantal vogelsoorten.

Onder invloed van aanvoer van uit de Voornse duinen afstromend zoet grondwater en het neerslagoverschot op het meer zelf zal het meer op den duur verzoeten. Indien in verband met peilbeheersing in de huidige situatie water ingelaten moet worden, wordt hiervoor water genomen met een hoger chloridegehalte, namelijk uit het Beerkanaal.

De waterkwaliteit van het Oostvoornse Meer wordt bepaald door de processen in het meer. In het voorjaar ontstaat door ongelijkmatige opwarming van het meer een systeem met twee lagen, gescheiden door een zgn. spronglaag waar de temperatuurgradiënt optreedt en waardoorheen nauwelijks uitwisseling van opgeloste stoffen plaatsvindt. In de bovenlaag treedt onder invloed van zonlicht algenontwikkeling op. Dode algen komen in de onderlaag terecht, waar de afbraak doorgaat. Deze afbraak leidt daar tot een afname van het zuurstofgehalte, dat door het bestaan van de spronglaag niet kan worden aangevuld vanuit de bovenlaag. Vanaf juli of augustus treedt zuurstofloosheid op bij de bodem. De afbraak kan in dat geval verder gaan door onttrekking van zuurstof aan nitraat, nitriet en in een later stadium



aan sulfaat; in dit laatste geval ontstaat zwavelwaterstof. Het optreden van zwavelwaterstof is in het Oostvoornse Meer echter nooit geconstateerd. In het najaar neemt door windinvloeden de dikte van de onderlaag geleidelijk af tot het meer weer homogeen is over de verticaal. Een verondieping van het meer tot minstens NAP - 15 m met zand of onderhoudsspecie zal het langdurig optreden van gelaagdheid, gepaard gaande met zuurstofloosheid, voorkomen.

De verondieping zal slechts een tijdelijke verstoring van het aquatisch leven teweeg mogen brengen, maar mag niet leiden tot een blijvende achteruitgang van de nu aanwezige natuurwaarden van het gebied.

Bij de beoordeling van de geschiktheid van het Oostvoornse Meer voor recreatie na verondieping met een bepaalde specie, dienen met het oog op de gezondheid van de mens zowel de plaatselijke omstandigheden als de fysisch-chemisch-bacteriologische kenmerken van het water in beschouwing te worden genomen. Eén van de beoordelingscriteria die de Gezondheidsraad stelt voor de waterkwaliteit van recreatiewater is de bacteriologische verontreiniging. In tegenstelling tot zand kan onderhoudsspecie uit rivieren of havens door het intensieve contact met oppervlakte- c.q. afvalwater in zekere mate verontreinigd zijn met bacteriën, virussen en parasieten. De mogelijke aanwezigheid van ziekteverwekkende organismen in de te gebruiken onderhoudsspecie maakt uit dit oogpunt bezien de specie hygiënisch verdacht. Er bestaat een zeker risico dat na het inbrengen van de specie in het meer fijne verontreinigde deeltjes in het water gesuspendeerd blijven en dat tijdens en na de sedimentatie van de ingebrachte specie virussen en bacteriën mobiliseren. De uitkomsten van een onderzoek naar de aanwezigheid van Salmonella wezen uit, dat faecale bacteriologische verontreiniging van bodemslib uit de Nieuwe Waterweg c.a. niet uitgesloten is.

De onderhoudsspecie uit de verschillende zuigvakken in de Maasmond, Europoort, Nieuwe Waterweg en uit de Rotterdamse havens verschillen sterk naar aard en graad van verontreiniging, zoals blijkt uit de analyse-resultaten van een groot aantal bodemmonsters uit de Nieuwe Waterweg c.a. Er treedt een sterke afname van de verontreiniging met diverse zware metalen, pesticiden, voedingsstoffen, etc. in zeevaartse richting op. Het sediment in Maasmond en Europoort is qua afkomst en verontreiniging vergelijkbaar met het sediment in de Oosterschelde. Mede gezien de relatief lage concentraties aan organische verontreinigingen komt het eerst het sediment uit Maasmond en Europoort (Beerkanaal en Calandkanaal) in aanmerking voor opvulling van het Oostvoornse Meer. Het aanbod van Maasmond- en Europoortspecie is in het winterhalfjaar na stormen groter dan in de zomer.



Het dumpen van specie in het meer kan worden uitgevoerd via een stationair zuigsysteem vanuit de mond van de Europoort en via een systeem met twee slibputten in de Mississippihaven, waarbij afwisselend in de ene gestort en in de andere gezogen wordt. De laatste uitvoeringsmethodiek heeft tot gevolg dat de samenstelling van de specie verandert, waarbij het oorspronkelijke poriënwater voor een deel vervangen zal zijn door Beerkanaalwater en een deel van de fijnste fractie achterblijft.

Als transportwater bij het systeem met stortputten in de Mississippihaven wordt Beerkanaalwater gebruikt. Of het transportwater een belangrijke bijdrage aan de chemische verontreiniging van het Oostvoornse Meer zal leveren, moet worden gezien in relatie tot de concentratie van de verschillende stoffen in het poriënwater, dat reeds in de specie aanwezig is. De hoeveelheid benodigd perswater is voor zand afkomstig van de Maasvlakte 3 à 4 maal zo groot als de te verplaatsen hoeveelheid zand. Bij transport van Maasmond- en Europoortspecie is een hoeveelheid perswater nodig van 1 à 2 keer het te verpersen volume specie. Door zoveel mogelijk geconsolideerde onderhoudsspecie te verspuiten kan de hoeveelheid perswater nog verder worden beperkt, en daarmee de totale hoeveelheid verontreiniging, die met het perswater in het Oostvoornse Meer wordt gebracht. Bemonsteringen van water uit het Beerkanaal wijzen op een faecale verontreiniging, waarschijnlijk ten gevolge van de lozingen van ongezuiverd afvalwater van Oostvoorne. Sinds begin 1977 wordt dit afvalwater echter gezuiverd, waardoor de besmetting is afgenomen. Onderzoek naar de bacteriologische waterkwaliteit van het Oostvoornse Meer duidt erop, dat faecale verontreinigingen en ziekteverwekkende kiemen vrijwel niet aanwezig zijn.

Bij sedimentatie van verspoten Maasmond- en Europoortspecie op de bodem van het Oostvoornse Meer, treden microbiologische processen op. Als gevolg van deze processen kunnen gassen als koolzuur, stikstof, zwavelwaterstof en methaan ontstaan; daarnaast kan onder bepaalde omstandigheden ammoniak ontstaan. Zwavelwaterstof en ammoniak zijn reeds in lage concentraties toxisch voor vissen.

Op grond van de huidige kennis, zijn slechts globale indicaties te geven van het mogelijke gedrag van zware metalen tijdens en na de sedimentatie van onderhoudsspecie. Dit geldt in mindere mate voor gechloreerde koolwaterstoffen. Beide kunnen in voedselketens accumuleren tot toxische niveaus. Zou bij het dumpen van de specie een fractionering optreden doordat de kleinste deeltjes slechts langzaam bezinken, dan zou relatief een verrijking



van de bovenste sedimentlaag met zware metalen en pesticiden optreden. Accumulatie in bodemdieren gevolgd door accumulatie in vissen en vogels zou dan mogelijk zijn. Een onderzoek op Maasmond- en Europoortspecie leverde als resultaat in alle monsters gehalten aan pesticiden beneden de aantoonbaarheidsgrens.

Olie wordt in het algemeen alleen in de omgeving van lozingen in hoge concentraties in het sediment aangetroffen. De aan het sediment geadsorbeerde olie is moeilijk afbreekbaar en zou na een dumping het ecosysteem van het Oostvoornse Meer nadelig kunnen beïnvloeden.

In de onderhoudsspecie uit de Maasmond en Europoort is het gehalte evenwel laag.

Vergeleken met de huidige toestand is in het verondiepte meer een grotere algenontwikkeling te verwachten, gepaard gaande met een vermindering van doorzicht. In hoeverre deze algengroei nog verder zal worden versterkt door het mogelijke vrijkomen van nutriënten uit de specie tijdens en na dumpen is onbekend, maar toename is waarschijnlijk.

Bij verondieping van het Oostvoornse Meer tot een diepte waarbij geen stratificatie en bijgevolg geen zuurstofloosheid meer optreedt, zal naar verwachting de bodemfauna zich in gunstige zin ontwikkelen, tenzij de aanwezigheid van toxische stoffen in het sediment dit tegengaat. Toename van het aantal bodemorganismen zal een gunstig effect hebben op het aantal van de vissen en de vogels. Dit behoeft niet te betekenen, dat ook het aantal verschillende soorten binnen de vis- en vogelstand vermeerdert, dit is echter niet uitgesloten.

Met het oog op de recreatie is een zanderige bodem gewenst. Om dit te bereiken zou de specie afgedekt kunnen worden met zand. Omdat een nauwkeurige voorspelling van het gedrag van de gedumpte specie onmogelijk is, is het onzeker of een zanddek de losse bovenlaag van fijne slibdeeltjes al dan niet (gedeeltelijk) zal passeren.

De mate van optreden van troebeling in het meer als gevolg van inbrengen van specie is onbekend. Ernstige troebeling vormt een bedreiging voor de vis- en vogelstand, met name de trekvogelstand. Ook voor de recreatie is troebeling ongewenst. Vermoedelijk kan troebeling in belangrijke mate worden voorkomen door de specie diep in het meer te spuiten en zo weinig mogelijk te verdunnen.

Ter zake van de wettelijke aspecten van verondiepen met onderhoudsspecie dient opgemerkt te worden, dat voor het uitvoeren benodigd zijn een



aanlegvergunning van het College van B. & W. van Oostvoorne, een ontheffing door Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland op grond van de provinciale verordening op de opspuitingen en eventueel een vergunning in het kader van de Wet op de Verontreiniging van Oppervlaktewateren.



12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

A. CONCLUSIES

1. Omkering van het meer met onder meer gevaar voor zwemmers waarbij zuurstofarm water aan de oppervlakte zou komen, is in de praktijk nimmer geconstateerd.
2. Het optreden van zwavelwaterstof is in het Oostvoornse Meer nooit geconstateerd, ondanks de in de zomer nabij de bodem waargenomen zuurstofloosheid.
3. Uit vergelijking van de analyseresultaten van bodemonsters uit de Maasmond, Europoort, Nieuwe Waterweg en uit de Rotterdamse havens blijkt dat de onderhoudsspecies sterk verschillen naar aard en graad van verontreiniging.
4. De verontreiniging met diverse zware metalen, pesticiden, voedingsstoffen, etc. neemt sterk af in de richting van de zee.
5. Het sediment in Maasmond en Europoort is qua afkomst en verontreiniging vergelijkbaar met het sediment in de Oosterschelde.
6. Voor de verondieping van het Oostvoornse Meer tot NAP -5 m is een totale hoeveelheid geconsolideerde specie van ca. 36 miljoen m<sup>3</sup> benodigd. Opvullen tot dit niveau zal bij gebruik van Maasmond- en Europoortspecie ca. 7 jaren vergen.
7. Afdekken van in het meer gebrachte specie met zand kan geschieden door middel van een sproeisysteem, waarbij een ca. tienvoudige verdunning met water nodig is.
8. Bij het transport van zand van een samenstelling als op de Maasvlakte wordt gevonden is een hoeveelheid perswater nodig, die 3 à 4 keer zo groot is als de te verplaatsen hoeveelheid zand. Bij het transport van onderhoudsspecie uit Maasmond en Europoort is een hoeveelheid perswater nodig van 1 à 2 keer het te verpersen



volume specie. Door zoveel mogelijk geconsolideerde onderhoudsspecie te verspuiten kan de hoeveelheid perswater worden beperkt.

9. Als transportwater bij de werkwijze via stortputten in de Mississippihaven wordt Beerkanaalwater gebruikt.
10. De resultaten van onderzoek naar de bacteriologische waterkwaliteit van het Oostvoornse Meer duiden erop dat de contaminatie met faecale verontreinigingen en ziekteverwekkende kiemen zeer gering is.
11. Onderhoudsspecie en transportwater zijn hygiënisch niet betrouwbaar.
12. De huidige kennis is ontoereikend om een uitspraak te doen over mogelijk vrijkomen van zwavelwaterstof, ammoniak, zware metalen, pesticiden en olie in toxische concentraties tijdens en na de verondieping. Ter zake van vele van de genoemde aspecten wordt momenteel onderzoek verricht.
13. Ten gevolge van de verondieping met zand of onderhoudsspecie zal de algenontwikkeling hoogst waarschijnlijk toenemen. Tijdelijk zal de algengroei door de toepassing van onderhoudsspecie als verondiepingmateriaal extra kunnen worden versterkt.
14. Verondieping op zich heeft een gunstige invloed op de bodemfauna en daardoor op het aantal vissen en het aantal vogels.
15. De mate van optreden van troebeling tijdens het verondiepen is onbekend.
16. Voor de werkzaamheden zijn benodigd een aanlegvergunning van B&W van Oostvoorne, een ontheffing door Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland op grond van de provinciale verordening op de opspuitingen en eventueel een W.V.O.-vergunning.
17. Onder invloed van aanvoer van uit de Voornse duinen afstromend zoet grondwater en het neerslagoverschot op het meer zelf zal het meer op den duur verzoeten.



18. Verondieping zal het verzoetingsproces versnellen.

#### B. AANBEVELINGEN

1. Gezien de relatief lage gehalten aan zware metalen, pesticiden, voedingsstoffen, etc. alsmede de relatief lage concentraties aan organische verontreinigingen komt primair het sediment uit Maasmond en Europoort (Beerkanaal en Calandkanaal) in aanmerking voor opvulling van het Oostvoornse Meer.
2. Vaak is het gehalte aan verontreinigende stoffen in poriënwater veel groter dan in oppervlaktewater. Het verdient daarom aanbeveling de concentraties van de verschillende stoffen in het poriënwater, dat reeds in eventueel te gebruiken verondiepingmateriaal aanwezig is, te bepalen.
3. Voor de uitvoeringsmethodiek kan gebruik worden gemaakt van 2 werkwijzen:
  - zuigen via een stationair systeem direct vanuit een slibvang in de mond van de Europoort;
  - een systeem met twee slibputten in de Mississippihaven, waarbij afwisselend in de ene gestort en in de andere gezogen wordt.
4. Verondieping van het meer dient buiten het recreatie seizoen plaats te vinden.
5. Het verdient aanbeveling de mogelijke negatieve effecten van verondiepen met onderhoudsspecie te onderzoeken door het uitvoeren van een proefstorting elders. Tevens zou een nader onderzoek van de huidige samenstelling van de bodem in het Oostvoornse Meer het inzicht kunnen vergroten.
6. Als uit het vooronderzoek zou blijken dat verondiepen met onderhoudsspecie onaanvaardbare gevolgen heeft voor de waterkwaliteit of voor de aquatische gemeenschap van het Oostvoornse Meer, moet verondiepen met onderhoudsspecie worden afgewezen.
7. Als tot verondieping zou worden besloten, dient verondiepen begeleid te worden door onderzoek naar gasontwikkeling, zware



metalen, pesticiden, olie, nutriënten, bacteriën en plankton.

8. Het natuurlijk verzoetingsproces maakt bezinning op het gewenste chloridegehalte van het Oostvoornse Meer urgent.

C. KORT OVERZICHT VAN VOOR DE BESLUITVORMING NOG NOODZAKELIJKE NADERE ONDERZOEKINGEN

1. Onderzoek naar de huidige bodem van het Oostvoornse Meer.
2. Onderzoek naar te verwachten slibgehalten in het meer tijdens en na de opvullingsfase.
3. Onderzoek naar de kwaliteit van het reeds in de specie aanwezige poriënwater.
4. Onderzoek naar de hoeveelheid poriënwater die als gevolg van consolidatie van de gestorte specie in de loop der tijd naar verwachting wordt uitgedreven, op basis van een stortprogramma voor verondiepen.
5. Onderzoek naar consolidatiegedrag en gasontwikkeling na storten van de specie.
6. Onderzoek naar de processen tijdens transport en consolidatie van de specie via het uitvoeren van een proefstorting met Maasmondspecie in de Mississippihaven.



13. LITERATUUR

1. Nota R 870 - L.H. 2214 van het Waterloopkundig Laboratorium:  
"Berekening van thermische stratificatie bij variabele weers-  
omstandigheden. Oostvoornse Meer 1972, 1974". Verslag modelonderzoek,  
maart 1976.
2. R. Peelen, "Hydrobiologische bijdrage voor de gedachtenvorming  
over de toekomst van het Brielse Gat - Oostvoornse Meer".  
Rapport 1972-6 van het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek  
te Yerseke.
3. Nota R. 1024 van het Waterloopkundig Laboratorium:  
"Decontaminatie van anaëroob slib in zeewater".
4. Interim-rapport Gezondheidsraad.
5. A.J. de Groot, "Occurrence and behaviour of heavy metals in river  
deltas, with special reference to the Rhine and Ems rivers".  
In: "North Sea Science Conference, NATO Science Comm., Aviemore,  
Scotland, Nov. 1971", Goldberg, E.D. (ed) M.I.T., 1973, pp. 308-325.
6. Nota 75-61 van de Afdeling Milieu-Onderzoek van de Deltadienst:  
"Geochemische eigenschappen van materialen, die gebruikt kunnen worden  
voor de verondieping van het Brielse Gat".
7. R.I.V. Persoonlijke mededeling, mw. L.M. van Noorle-Jansen.
8. E. Lund, Water Pollution Res. Conference. July-August 1970.  
Pergamon Press Ltd.
9. R.I.D. Persoonlijke mededeling, drs. H.J. Kool.
10. Th.E. Cappenberg, "Gasontwikkeling in de Nieuwe Merwede".  
Limnologisch Instituut. Oktober 1974.
11. W.Chr. de Kock, "Milieutoxicologische waarnemingen over de verontrei-  
niging van het Oostschelde-areaal met zware metalen". T.N.O. rapport  
CL 75/83.

12. Nota R. 1141 van het Waterloopkundig Laboratorium:  
"Enkele beschouwingen over een proefstorting van baggerspecie in  
het Oostvoornse Meer".
  
13. H.B. Pionke en G. Chesters, "Pesticide-sediment-water interactions".  
J. Environ Quality 2(1) 1973, pp. 29-45.



**appendix A**

## TEMPERATUURSPRONGLAAG IN HET MEER

Het Oostvoornse Meer vertoont in de huidige toestand in het vroege voorjaar zowel in horizontale als in verticale zin een vrijwel homogene verdeling van de temperatuur en het zuurstofgehalte. Door instraling van zonnewarmte zal daarna de temperatuur aan de oppervlakte toenemen. Indien circulatiestromingen achterwege blijven, vindt de opwarming van de direct onder het oppervlak gelegen lagen plaats door warmtestraling en moleculaire diffusie. De temperatuur zal over de bovenste waterzone geleidelijk met de diepte afnemen. In de diepere lagen is de temperatuurverdeling dan nog homogeen en gelijk aan de voorjaarstemperatuur. Indien in een dergelijke situatie circulatiestroming t.g.v. wind optreedt, zal door menging ook de bovenste waterzone een vrijwel homogene temperatuurverdeling aannemen. De circulatiestroming ontstaat doordat het wateroppervlak in de windrichting wordt aangedreven. Doordat het relatief warmere water van de bovenste waterzone een lagere dichtheid heeft dan het koudere water op enige diepte, zal de retourstroom plaatsvinden in de bovenste zone. Er ontstaat nu een duidelijke temperatuur-sprong in het overgangsgebied tussen de warmere bovenlaag met een lagere dichtheid en de koudere onderlaag met een hogere dichtheid. De temperatuur van de bovenlaag zal door verdere instraling van zonnewarmte in de loop van het voorjaar en de zomer toenemen. De stratificatie belemmert de uitwisseling van het pakket water onder de spronglaag met het pakket daarboven. De onderlaag wordt als het ware geïsoleerd van de buitenlucht. Door zuurstofverbruik bij de afbraak van organisch materiaal kunnen zodoende zuurstoftekorten en uiteindelijk zuurstofloosheid optreden. In de bovenlaag kan t.g.v. circulatiestromingen opname van zuurstof aan de oppervlakte blijven plaatsvinden. Door harde wind kan de spronglaag op grotere diepte worden gebracht. De circulatiestroming is dan zo groot dat op het grensvlak water uit de onderlaag wordt meegevoerd en zich mengt met de bovenlaag (entrainment). De temperatuur van de bovenlaag zal daardoor afnemen. Uit temperatuurswaarnemingen in het Oostvoornse Meer gedurende de jaren 1970 t/m 1975 kan worden geconcludeerd dat de spronglaag zich in de zomermaanden op ca 15 m diepte beneden het wateroppervlak bevindt. De temperatuursprong bedraagt dan 8 à 14°C. De spronglaag daalt in de loop van de zomer en de herfst tot diepten variërend van 25 tot 35 m onder het wateroppervlak. Daarna verdwijnt de spronglaag, doordat de circulatiestroming, veroorzaakt door



harde wind of storm, de koude onderlaag erodeert en mengt met de bovenlaag.

In de winter vertoont het Oostvoornse Meer een zo goed als homogene verdeling van de temperatuur en zuurstofgehalte (9 à 10 mg/l) over de diepte.

**appendix B**



## HYDROLOGISCHE SITUATIE VAN HET MEER

Bij de berekeningen is uitgegaan van de neerslag- en de openwaterverdamping, die met een frequentie van 50% worden bereikt of overschreden. Deze waarden werden afgeleid uit meteorologische gegevens voor het KNMI-station Naaldwijk over de periode 1911-1965 (m.u.v. 1940). Het gemiddelde neerslagoverschot voor open water kan worden gesteld op 48 mm/jaar. Bij een wateroppervlakte van het Oostvoornse Meer van 230 ha komt dit neer op een zoetwateraanvoer van gemiddeld 110.400 m<sup>3</sup>/jaar. De hoeveelheid zoet grondwater die uit de Voornse duinen naar het Oostvoornse Meer stroomt werd geschat op gemiddeld 194.000 m<sup>3</sup>/jaar. Hierbij is uitgegaan van het gewasneerslagoverschot dat met een frequentie van 50% werd bereikt of overschreden (194 mm/jaar) en een afwateringsoppervlakte van 100 ha, zoals die kon worden afgeleid uit potentiaal-lijnenbeelden voor het freatische grondwater in de Voornse duinen. Aangenomen werd, dat het gewasneerslagoverschot op dit afwateringsgebied ten goede komt aan het Oostvoornse Meer.

De gemiddelde jaarlijkse aanvoer van zoet water bedraagt volgens bovenstaande schattingen 340.400 m<sup>3</sup> (dit komt overeen met een gemiddeld debiet van ca. 0,01 m<sup>3</sup>/sec). Voor het chloridegehalte van het uit de duinen afstromende grondwater werd 50 mg/l aangehouden; het chloridegehalte van de neerslag werd op 0 mg/l gesteld. Het chloridegehalte van de gemiddelde jaarlijkse aanvoer bedraagt dan 32 mg/l. De grootte van het gemiddelde doorspoeldebiet (Q<sub>d</sub>) kan worden berekend met de formule:

$$Q_d = \frac{Q_a (Cl_{gem} - Cl_a)}{Cl_d - Cl_{gem}}$$

hierin is:      Q<sub>a</sub> = gemiddelde zijdelingsaanvoer (ca 304.400 m<sup>3</sup>/jaar)  
                   Cl<sub>a</sub> = gemiddelde gehalte van Q<sub>a</sub>  
                   Cl<sub>gem</sub> = gewenste gemiddelde gehalte van het meer  
                   Cl<sub>d</sub> = gemiddelde gehalte van het doorspoelwater

Indien gesteld wordt dat het gemiddelde chloridegehalte op het meer niet meer dan 0,5 g/l mag afwijken van het gemiddelde gehalte van het doorspoelwater, dan bedraagt het gemiddelde doorspoeldebiet bij een gemiddeld gehalte van het doorspoelwater van 13 g/l ca. 7.600.000 m<sup>3</sup>/jaar, hetgeen overeenkomt met een gemiddeld debiet van 0,25 m<sup>3</sup>/seconde.

**appendix C**



## INVLOED VAN VERONDIEPING VAN HET OOSTVOORNSE MEER OP DE PRIMAIRE PRODUCTIE

1. Inleiding

De samenstelling en de eigenschappen van het water worden bepaald door de neerslag, de verdamping, de kwel, het inlaatbeleid, de diepte, weersfactoren en de biologische activiteit. De belangrijkste uitwendige factoren zijn de warmte- en lichtinstraling en de wind. Bij de hierna beschreven analyse is gebruik gemaakt van gegevens die de Deltadienst van de Rijkswaterstaat in de jaren 1973 t/m 1975 in het Oostvoornse Meer heeft verzameld.

Bij bestuderen van de gegevens blijkt dat het meer in horizontale zin vrij homogeen is. Bij deze beschrijving zullen derhalve alleen de op meetpunt BG3 verzamelde gegevens worden gebruikt.

In tabel 1 zijn het gemiddelde, het minimum en het maximum van de gemeten waarden weergegeven.

In het kort zal worden ingegaan op de invloed van de uitwendige factoren: warmte en licht en de gevolgen hiervan voor de samenstelling.

2. Warmte-in- en uitstraling

De variatie van warmte-in- en uitstraling heeft invloed op de watertemperatuur, deze is hoog in de zomer en laag in de winter. Door de grote diepte duurt het relatief lang voordat veranderingen, die zich aan het oppervlak voordoen, homogeen over de hele diepte zijn verdeeld. Dit betekent, dat bij instraling van warmte aan het oppervlak zich een gradiënt over de vertikaal zal instellen, die groter is naarmate de warmtestroom aan het oppervlak groter wordt. Indien veel warmte wordt toegevoerd kan de watertemperatuur aan het oppervlak zover oplopen dat de transportprocessen niet meer in staat zijn het warmere en daardoor lichtere water naar beneden en het koude relatief zware water naar boven te transporteren. Er ontstaat een tweelagen-systeem waartussen nauwelijks uitwisseling plaatsvindt. Dit verschijnsel noemt men stratificatie.

In de figuren 1a t/m 1c is het temperatuurverloop op verschillende diepten gegeven. Bij vergelijking van de figuren blijkt dat de temperatuur op halve diepte en nabij de bodem vanaf hetzelfde tijdstip gaan afwijken van de temperatuur aan het oppervlak. De