

MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP  
DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUKTUUR  
ADMINISTRATIE WATERINFRASTRUKTUUR EN ZEEWEZEN  
DIENST DER KUSTHAVENS

113864

HAVEN TE OOSTENDE - SPUIKOM  
STUDIE KRIJTBEHANDELING SLIB  
DOSSIER NR. 85.110

VLIZ (vzw)  
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE  
FLANDERS MARINE INSTITUTE  
Oostende - Belgium

SYNTHESE- EN EINDRAPPORT

Art. 2.3.2.d

Dr. A. Bastin



INSTITUUT VOOR ZEEWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK (VZW)  
Victorialaan 3  
B-8400 Oostende

Eindrapport :            Haven te Oostende - Spuikom  
Studie - Krijtbehandeling slib.

I. De Opdracht

In een toegepaste wetenschappelijke studie moest worden nagegaan of het disperseren en/of het strooien van fijn verdeeld krijt over een onderwaterslibbodem een ontslibbing als gevolg heeft door fluïdisatie en/of mineralisatie van het bodemslib en zodoende een sanerend effect heeft op een door slib vervuild waterbekken. Bij een goed resultaat zou dit procédé dan in de toekomst kunnen ingezet worden als hulp- of gedeeltelijk vervangmiddel van bepaalde baggerwerken.

Als testgebied werd de Spuikom van Oostende gekozen waar er een slibvervuilingsprobleem bestond en waar een ruime wetenschappelijke omkadering van het onderzoek mogelijk was wegens de aanwezigheid van de IZWO laboratoria. De probleemstelling evenals de methodiek werden beschreven in de voorstudie.

II. De Taken

1. De hoofdtaak was het uniform verspreiden, in tweevoud, van 500 ton fijn krijt over gans de oppervlakte van de Spuikom.  
Een verspreiding van 200 ton voor de winter en 300 ton voor de zomer.
2. Daar er een tweeledig effect verwacht werd van het krijt, slibvermindering en sanerend effect, werden de taken ook in twee groepen ingedeeld.

A. Voor de ontslibbing

Om na te gaan of het krijt een slibreducerend vermogen heeft, dienden een reeks metingen en analyses uitgevoerd, benevens een voorstudie.

1° Een voorstudie

In de voorstudie diende een compilatie gemaakt te worden van de elders reeds bestaande know-how aangaande de methode, het reeds uitgevoerde onderzoek, de resultaten enz.

Op basis hiervan kon een betere indicatie gegeven worden aangaande de te gebruiken soorten krijt, de behandelingswijze, de hoeveelheden, frequentie, tijdstip, metingen-opvolging enz.

2° Nauwkeurige dieptemetingen

Vermits het over geringe diepten ging en over relatief geringe mogelijke dieptewaarden, dienden de dieptepeilingen nauwkeuriger verricht dan met het klassieke echolood.

Er diende een systeem toegepast dat diepteverschillen in centimeter kon opleveren in plaats van in decimeter.

Daarom werd geopteerd voor metingen met een theodoliet-totaalstation met meetbaken.

Er moesten minstens 500 punten ingemeten worden verspreid over gans de Spuikom en dit tweemaal, één voor één na de krijtbehandeling.

3° Boringen en analyses

Er diende een inventaris gemaakt van de aanwezige sedimenten en hun verbreiding teneinde de veranderingen van de krijtbehandeling te kunnen nagaan.

Een 80 tal steekboringen van ongeveer 1 m lengte verspreid over de Spuikom dienden uitgevoerd in tweemaal, 40 steekboringen voor de behandeling en 40 na de behandeling.

Van deze steekboringen moesten een 100 tal indicatieve granulometrische analyses uitgevoerd op organisch, zand, slib en carbonaatgehalte.

#### 4° Rheologische metingen

Om het cohesief karakter van het slib voor en na de behandeling te bepalen dienden 5 analyses uitgevoerd voor en 5 erna op de rigiditeit en viscositeit.

Principieel was de bedoeling om de beste spuumomenten te kiezen wanneer het slib het meest vloeibaar was.

#### B. Voor de watersanering

Teneinde de waterkwaliteit van de Spuikom en achterhaven te onderzoeken, voor, tijdens en na de behandeling dienden een reeks metingen regelmatig in situ op 6 verschillende plaatsen verricht, plus staalnames en analyses en op 4 plaatsen regelmatig de ph, temperatuur, saliniteit en opgeloste zuurstof.

#### 1° Op de 6 plaatsen 2 x per maand :

Ph, temperatuur, gesuspendeerde stoffen, saliniteit, opgeloste zuurstof,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Kjeldahl-N,  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ , totaal P,  $\text{Ca}^{2+}$ , detergenten (MBAS), doorzichtigheid (Secchi), koolwaterstoffen op oliebasis.

#### 2° Staalnamen :

5 x voor analyses of fenolen, CN, metalen (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn).

#### 3° Voor de bacteriologische determinaties

9 x staalname voor analyses op coliformen, faecale coliformen, Salmoneïla, Pseudomonas

#### 4° 2 x staalnamen en analyse voor gehalogeneerde organische stoffen

#### 5° Een vertikaal profiel op plaats 6 : 1 x

Voor ph, temperatuur, saliniteit, opgeloste  $\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ , Kjeldahl-N,  $\text{PO}_4^{3-}$ , totaal P.

6° Tevens dienden de fauna, flora, de particulaire organische koolstof en het poriënwater van de Spuikom onderzocht vóór, tijdens en na de krijtbehandeling.

### III. De Uitvoering

Vermits de ondertekening van de opdracht een jaar eerder verwacht werd, begonnen de voorbereidende metingen meer dan een jaar voor de werkelijke aanvang, namelijk in september 1989.

Toen werd gestart met de veertiendaagse bemonsteringen op de zes afgesproken plaatsen : fig. 1, door de VMZ, de huidige VMM.

Gelijktijdig begon ook het Laboratorium voor Ecologie van het Instituut voor Plantkunde van de KUL bemonsteringen en analyses op deze 6 plaatsen.

Dit laboratorium zorgde ook van toen af voor de compilatie met computer van de resultaten van de analyses van de VMZ-VMM en het uitzetten op diagram.

Aan dit laboratorium komt de verdienste toe dat de schommelingen van de waterkwaliteit op de 6 punten over een periode van 2 jaar zeer overzichtelijk kan gevolgd worden voor de belangrijkste parameters.

- In oktober-november 1990 werden de water- en sedimentmonsters genomen op de 6 plaatsen voor het bepalen van de To toestand voor de eerste krijtbehandeling.  
Ook de nauwkeurige dieptepeilingen werden toen uitgevoerd.
- De eerste krijtstortingen hadden plaats op 3 en 4 december 1990.  
7 silowagens van 30 T = 210 ton, kwaliteit Aquapur of Bioplancton F.  
De dispersie in de sluiskolk tijdens het vullen van de Spuikom verliep voortreffelijk. De krijtmeik verspreidde zich homogeen over de ganse Spuikom.  
De water temperatuur tijdens het storten bedroeg 5° C.
- Om de omgeving te beschermen tegen het krijtstof tijdens het lossen werden tussen de sluishoofden plastieken schermen neergelaten. Er werd geen hinder ondervonden.  
In april, mei en juni 1991 werden respectievelijk 1500 ton, 8800 ton en 9520 ton gebaggerd voor de aanleg van de geplande sleuven.  
In juni werd door een aannemer ook een slibdijk aangelegd van meer dan 900 m voor de glooiingswerken op de noorderoever van de Spuikom die toen gingen starten.  
Wegens de massale overvloed van baggerspecie op korte afstanden achter de slechtsluitende sluizen en de herhaalde watercaptaties om de baggerboot op peil te houden, kwamen grote hoeveelheden slib uit de achterhaven terug de Spuikom binnen.  
Wanneer de Spuikom dan leeg gelaten werd voor de krijtdispersie was het te merken dat het zwarte slijk zich over gans de oppervlakte verspreid had en ook vroegere zandbodems afdekte.  
Alvorens de Spuikom afgelaten werd had een bemonsteringscampagne plaats voor de schillende deelnemende laboratoria en verrichte de VMM de metingen en bemonsteringen op de 6 afgesproken plaatsen.
- Op 27 en 28 juni 1991 werden er een 300 ton krijt gedisperseerd op dezelfde wijze als de eerste maal.  
Er werden tweemaal vier silowagens tegelijkertijd gelost van de kwaliteit Aquapur of Bioplancton F en achteraf nog 2 wagens van de kwaliteit Superfine, een iets fijner materiaal.
- Op 05/08/91 kwamen er klachten binnen van het BLOSO ingevolge de zwarte slib ophopingen aan hun steigers waardoor de buitenboordmotoren slib opzogen en de sportbeoefenaars er in wegzonken. Er was ook een begin van krabbensterfte wegens een eutrofiering vanwege het binnengekomen slib.
- Op 06/08/91 deden we een paar steekboringen met een speciale slibboor ter hoogte van de BLOSO steigers en stelden inderdaad een abnormale accumulatie van los zwart slib vast.  
Teneinde het BLOSO van het overmatige zwarte slib af te helpen en om eventueel ook de eutrofiering weg te krijgen werd besloten om op donderdag 8 augustus de Spuikom bij volle snelheid, met alle sluizen open af te laten. Het laatste half uur wanneer het water al gezakt was, was het een echte zwarte slibstroom die door de sluizen stroomde.  
Bij de BLOSO steigers spoelde het zwarte slib weg tot op de grijze horizon van de krijtbestrooiing.  
Doordat de sportactiviteiten van BLOSO de dag daarna om 10 uur dienden hervat te worden moest spijtig genoeg het volgend hoogwater reeds benut worden om de Spuikom terug op te vullen. Hierdoor kon het geëutrofeerde water zich niet genoeg disperseren en was het uiteraard bijna hetzelfde water dat terug binnen kwam.
- Op 19/08/91 werden we tijdens de dag verwittigd dat de paling aan de oppervlakte zwom en door de buurtbewoners massaal gevangen werd.  
De volgende dag stierf de resterende paling en de krabben.  
De oorzaak was een totale zuurstofarmoede.



Deze zuurstofarmoede was er gekomen door het binnenstromen langs de slecht sluitende sluizen van zuurstoflooswater uit de achterhaven dat daarenboven beladen was met ijzerzouten die de zuurstof uit het water wegoxydeerden en vorming van ijzersulfaat dat algen en bakteriëndodend werkte.

Vermits de plaag uit de achterhaven kwam kon niet besloten worden om de Spuikom af te laten en terug op te vullen met achterhaven water. Aangaande de omstandigheden van de vissterfte in de Spuikom op 15 en 20 augustus 1991 werd op de vraag van het Bestuur een speciaal verslag opgesteld.

In dit verslag wordt ook meer in detail ingegaan op enkele significante meetgegevens aangaande de waterkwaliteit dan in dit eindverslag. Er komen ook persoonlijke waarnemingen in voor en bijkomende gegevens.

- In september-oktober 1991 werden nog bemonsteringen uitgevoerd voor de verschillende laboratoria.
- De veertiendaagse metingen, bemonsteringen en analyses op de 6 aangeduide plaatsen, uitgevoerd door de VMM, stoppen op 15 oktober 1991.
- Na oktober 1991 wordt de Spuikom regelmatig afgelaten voor de afwerking van de glooiingswerken en de werken aan de nieuwe steigers van het BLOSO. Dit blank staan, samen met slechte weersomstandigheden lieten niet toe dat de laatste reeks boringen en ook de eind-dieptemetingen uitgevoerd werden in november en december 1991. De laatste 40 boringen en dieptemetingen werden uitgevoerd in januari 1991.

#### IV. De Resultaten

##### 1. De voorstudie (Deelrapport)

Hiervoor wordt verwezen naar het ingediende rapport.

Hierin wordt in de inleiding een overzicht gegeven van de problematiek van onderwaterbodems en de situering van de krijtmethode als hulpmiddel ten opzichte van andere methodes.

Vervolgens wordt de specifieke problematiek van de Spuikom besproken en de verschillende vroegere voorstellen voor de sanering en wordt het voorstel aan het MOW toegelicht.

Daarna komt het ontstaan van de krijtmethode, de historiek, de ervaringen in het buitenland en de toestand in België.

Dan worden de eigenschappen van het krijt toegelicht en de fysische, scheikundige en bacteriële werking, benevens de methode van aanwending.

##### 2. De ontslibbing

###### 1° De krijtdispersie

De methode van de snelle injectie van het krijt in de sluiskolken met behulp van de eigen compressoren van de silowagens heeft voortreffelijk gewerkt.

Het krijt verspreidde zich uniform over gans de Spuikom zodat bijkomende lokale uitspreidingen overbodig bleken. De bijkomende maatregelen met plastic gordijn afsluiting zorgden dat er geen hinder was voor de omgeving.

De methode kan dus toegepast worden op plaatsen waar sluizen aanwezig zijn.

###### 2° De dieptemetingen (Deelrapport)

De methode op zichzelf, van het gebruiken van een theodoliettotalstation met computer en een rijdende meetbaak, blijkt snel en efficiënt te werken. Op ondiep water kon met een klein bootje en met vrij licht materiaal in continu aan stapgaande snelheid gewerkt worden (5 km/uur).

Dieper dan 3 meter dient alles zwaarder en steviger te worden. Daarom werd de meetbaak opgetrokken van zodra hij wegzakte in de natuurlijke of artificiële geul.

De oppervlakte van deze geulen is relatief klein t.o.v. de totale Spuikom oppervlakte. De metingen concentreerden zich daarom meer op het reliëf van het bodemplateau van de Spuikom en de verschillen die optraden tussen de twee metingen van voor de 1ste krijtbehandeling tot een tijd na de 2de krijtbehandeling en na de talrijke menselijke ingrepen op dit milieu ondertussen.

Het belangrijkste einddokument van deze metingen en gegeven verwerkingen is dan de verschilkaart die wij hier nogmaals toevoegen.

Het resultaat is dat er na al deze evenementen op de bodemplateau van de Spuikom ongeveer 41.345 m<sup>3</sup> sediment bijgekomen is met een gemiddelde verhoging van 5,1 cm.

De aanwas is voornamelijk aanwezig in het oostelijk gedeelte van de Spuikom. Dit staft onze stelling die wij uitten in het speciaal rapport aangaande de vissterfte, dat de gebaggerde sleuven nu dienst doen om het uit de achterhaven komende slib aan te voeren en langs de zij sleuven te verspreiden over de oostelijke bodemplaten.

De hoeveelheden zijn te verklaren, vooreerst zoals wij in hoger geciteerd rapport aantoonde, werden er 17.820 m<sup>3</sup> in situ gebaggerd.

Met een veronderstelde gemiddelde in situ densiteit van 1,6 dient men met 3 te vermenigvuldigen om aan de verpompte hoeveelheden met een densiteit van gemiddeld 1,2 te komen. Dit geeft 53.460 m<sup>3</sup>. Rekening houdend met de proportionele lange overvloei in de hopper die kort achter de sluizen lag, is hiervan ongeveer 30.000 m<sup>3</sup> in de achterhaven terechtgekomen. Langs de slecht sluitende sluizen, waarbij ongeveer 200.000 m<sup>3</sup> water per getij uitgewisseld worden, is een gedeelte van dit losse slib terug vanuit de achterhaven in de Spuikom gekomen.

Ook met de wateropvullingen, om de baggerboot op peil te houden en tijdens het talrijke op en af laten van de Spuikom voor de aangang zijnde glooiingswerken zijn er grote hoeveelheden slib van uit de achterhaven in de Spuikom gekomen.

Men hoeft zich hierover niet te verwonderen vermits men wegens de aanslibbing van de Spuikom, bij opvullen en aflaten, zeer vlug na de aanleg van de Spuikom, heeft moeten stoppen om ze te gebruiken voor het "spui" effect.

Het is enkel spijtig dat deze menselijke ingrepen in deze periode dienden te gebeuren waardoor het onmogelijk werd om na te gaan in welke mate de methode van het krijt, op zichzelf, slibreducerend of slibevacuerend werkt.

We willen hier nogmaals benadrukken dat de gevonden aanwas van 41.345 m<sup>3</sup> dient gezocht op de bodemlaag en er weinig rekening werd gehouden met de geëvacueerde hoeveelheid in de aangelegde sleuven. Met een gemiddelde aanwas van 5,1 cm wil dit dus zeggen dat er op bepaalde plaatsen ophopingen zijn van merkkelijk meer, vooral als men rekening houdt dat er in het westelijk gedeelte een lichte erosie plaats vond.

Ter controle werd nog een oefening gedaan waarbij een combinatie gedaan werd van de gegevens van het aanlegplan van de sleuven en de enkele echt gemeten waarden in de sleuven en er verondersteld wordt dat op de plaatsen waar er niet gemeten werd, de hoeveelheden weg zijn zoals op het aanlegplan voorzien. Dan nog komen we aan een toename van 17.481 m<sup>3</sup> voor gans de Spuikom, uitgebaggerde sleuven inbegrepen. Doch dit cijfer heeft minder praktische waarde vermits het in de opzet van het project toch te doen was over de mogelijke vermindering van de hoeveelheden slib op de bodemlaag van de Spuikom.

### 3°De boringen en analyses (Deelrapport)

Er werden dus volgens een raster 2 x 40 boringen uitgevoerd verspreid over gans de Spuikom.

Tijdens de boringen reeds werd vastgesteld dat de bodemsamenstelling van de Spuikom veel heterogener is dan men wel zou denken wegens het tamelijk vlakke aspect van de bodem.

Bij de uitvoering van de analyses werd daarenboven vastgesteld dat twee nabije monsters die macroscopisch vrij gelijkaardig waren toch nog zeer konden verschillen in samenstelling.

De Spuikom is dus zeer heterogeen opgebouwd en dit zelfs op een zeer korte afstand.

Het zou dus wetenschappelijk niet korrekt zijn om te besluiten dat er een verandering zou zijn opgetreden tussen een monster genomen voor de krijtbehandeling en één daarna, wanneer deze monsters niet strikt op de juiste zelfde plaats zijn genomen. De variabiliteit van plaats tot nabije plaats kon groter zijn dan de variabiliteit in de tijd. De verschillen in samenstelling van de monsters die ten behoeve van de studie naar de kwaliteit van het water en sedimenten zijn genomen op de 6 afgesproken plaatsen zijn dan wel meer zinvol voor de waterkwaliteit dan deze van de sedimenten, behalve voor punt 1 en 6 die steeds trikt op dezelfde plaats werden genomen.

Voor de analyses van de boringen was het ook niet aangewezen om bijvoorbeeld monster 1 uit de eerste campagne te vergelijken met monster 1 van de tweede campagne.

De grote hoeveelheden binnengekomen slib van uit de achterhaven hebben daarenboven het gebied grondig verstoord.

Om na te gaan of er veranderingen in samenstelling zijn opgetreden hebben wij derhalve onze toevlucht moeten nemen tot de vergelijking van gemiddelden.

Een feit dat zeker dient opgemerkt te worden is de relatieve geringe hoeveelheid organisch materiaal van ongeveer 3 %.

Deze relatieve lage waarden van organische bestanddelen in de Spuikom laten dan ook niet toe dat er spektakulaire reducties zouden kunnen hebben plaatsvinden door de werking van het krijt.

Deze eventuele reducties kunnen echter spijtig genoeg niet geëvalueerd worden wegens de verstoring.

Niet tegenstaande deze binnenkomst in de Spuikom van grote hoeveelheden fijn slib uit de achterhaven is er volgens de volgende gemiddelden toch een bepaalde mineralisatie waar te nemen en een afvloeï van de fijnste bestanddelen.

	Organische materiaal	CaCO	> 62 micron	< 62 micron
CAMPAGNE 1	3,43%	22,68%	26,97%	46,31%
CAMPAGNE 2	2,97%	21,17%	30,93%	44,58%
VERSCHIL	- 0,46%	- 1,51%	+ 3,96%	- 1,73%

Indien men veronderstelde dat de bovenste tien centimeter die bemonsterd werden, een gemiddelde densiteit (volumegewicht) van 1,5 hebben dan is er in deze laag van 10 cm over een oppervlakte van 82 ha :

565,8 ton organisch materiaal minder  
1.857,3 ton calciumcarbonaat minder  
2.127,9 ton slib kleiner dan 62 micron minder  
4.870,8 ton zand meer

#### 4°De Rheologische analyses (Deelrapport)

De resultaten van deze 2 x 5 analyses hebben enkel een wetenschappelijke waarde op zichzelf om te weten wat de rigiditeit en viscositeit is van het Spuikomslib.

Voor vergelijkingen en interpretatie zijn ze niet bruikbaar wegens de verstoring door vreemd binnengekomen materiaal.

### 3. De water en sedimentkwaliteit (7 deelrapporten)

Voorafgaand dient opgemerkt dat er verschillende rapporten van de universitaire laboratoria op gewezen wordt dat door de verstoring van het milieu, door het binnenkomen van het achterhaven slib en door de glooingswerken tijdens de waarnemingen, er moeilijk ernstige conclusies kunnen getrokken worden.

1°Verslag vanwege het Laboratorium van Ecologie van de KUL aangaande de kwalitatieve en kwantitatieve analyses van het micro en macroplankton in de Spuikom en

2°Het verslag van de VMM aangaande de 14 daagse bemonsteringen en scheikundige analyses op de 6 afgesproken plaatsen.

In verband met de opvolging van de kwaliteit van het water van de Spuikom hebben deze beide Laboratoria de belangrijkste bijdrage geleverd. De VMM had de zwaarste taak van de 14 daagse metingen en bemonsteringen en de bijhorende scheikundige analyses.

Zoals eerder gemeld begonnen deze metingen en bemonsteringen reeds meer dan een jaar vooraf. Het betreft dus honderden metingen en analyses. Nochtans werden in het rapport van de VMM slechts de resultaten opgenomen van de kontraktuele periode.

Gelukkig heeft het Laboratorium voor Ecologie van het Instituut voor Plantkunde van de KUL de resultaten van de VMM van het vorige jaar verwerkt en in overzichtelijke diagrammen uitgezet. Daarnaast verrichte dit Laboratoria ook zelf regelmatige bemonsteringen en waarnemingen voor de analyses van het plankton. Hier kan gesproken worden van echt ecologisch onderzoek. De door hen opgestelde diagrammen, met een overzicht over het verloop van de verschillende scheikundige parameters van de zes punten, tegelijkertijd over een periode van meer dan twee jaar, leveren het beste materiaal voor interpretatie. Daarom voegen wij de meest indicatieve diagrammen hierbij.

Bij het overzicht van het diagram van de zuurstofconcentratie zien we dat schommelingen zeer veel voorkomen. De metingen gebeurden meestal in de voormiddag tot op de middag. Voor de aanwezige temperaturen en zoutgehalten van de Spuikom ligt de zuurstofverzadigingsgraad van 100 % rond de 7,5 tot 7,8 mg/l.

Boven de 12 mg/l is er eigenlijk te veel zuurstof om goed te zijn en wijst dit enigszins op geeutrofeerde toestanden.

Beneden de 4 mg/l zou men spreken van zuurstofarmoede.

Het ideaal voor de levende organismen ligt tussen 80 en 120 % dus voor de Spuikom tussen 6 en 10 mg/l zuurstof.

Het valt dadelijk op dat er op punt 6, dus in de achterhaven regelmatig sprake kan zijn van zuurstofarmoede.

Behoudens een goede zuurstofgraad zijn de ammoniagehalten en de nitrietgehalten de meest indicatieve parameters voor een gezond leefbaar milieu. Dit is goed geweten in de aquakultuur waar vooral de larven van de gekweekte soorten zeer gevoelig zijn aan de te hoge ammonia en nitrietgehalten.

Wanneer we de diagrammen van ammonia en nitrietgehalten overzien dan bemerken we tamelijk belangrijke schommelingen in het verleden die bij nader inzicht van de waarden op de analyse bladen tot boven de toxische grens stegen.

Vanaf februari 1991, wanneer het effect van de eerste krijtbestrooiing zich gaat doorzetten, is er echter een daling en uitdeining naar lage veilige waarden. Dit is in cijfers ook goed te volgen op de analyse tabellen in het rapport van de VMM. Zoals voor alle andere scheikundige parameters is het punt 6 echter een uitzondering met hoge toxische waarden. Het is dus wel zo dat de krijtbestrooiing een sanerend effect heeft gehad op de kwaliteit van het Spuikomwater.

Vooraf in het voorjaar 1991 na de eerste krijtbestrooiing en voor de verstoringen, was de Spuikom terug een zeer gezond biotoop. In het rapport aangaande de vissterfte in augustus 1991 wordt hierop meer in detail ingegaan. Een bijkomende getuigenis hiervoor, die ondertussen waargenomen werd, is dat er terug talrijke kleine oestertjes aangetroffen worden en dat er dus in het voorjaar 1991 een broedval van oesters moet geweest zijn. Dit is enkel mogelijk in een gezond milieu en dit is decennia geleden.

Spijtig genoeg is de kwaliteit van het achterhavenwater verschrikkelijk slecht zoals blijkt uit alle diagrammen en analysetabellen en komt dit slechte water in grote hoeveelheden elk tij door de slecht sluitende sluizen en moet de relatief gezondere Spuikom al dit vuil dagelijks verteren.

Wat betreft de interpretatie van analyses van het plankton verwijzen wij naar het deelrapport van het Laboratorium voor Ecologie.

Er kan enkel nog aangestipt worden dat er in de zomer 1991 een belangrijke bloei waargenomen werd van bruinwieren waaronder sommige toxisch zijn. Deze bloei was vrij algemeen in de Noordzee en haven en zijn dus ook langs de sluizen geïnfilteerd in de Spuikom. Men waarschuwt in het rapport dat zwemmers-sportbeoefenaars wel symptomen kunnen vertonen ten gevolge van de toxische stoffen geproduceerd door deze toxische algen. Dit is een reden te meer om maatregelen te treffen dat het bevuilde achterhaven water niet meer in de Spuikom kan dringen.

3° Een verslag aangaande de invloed van het bekrijten op de bacteriologische kwaliteit van het zeewater en van het sediment in de Spuikom vanwege het Rijksstation voor Zeevisserij te Oostende.

Dit is ook een zeer interessant rapport.

Er wordt in aangetoond dat qua bacteriologie de Spuikom in feite een tamelijk zuiver water is in vergelijking met het zeewater langs de Belgische kust. Vooral het achterste oostelijk gedeelte van de Spuikom is tot 5 maal zuiverder dan het gemiddelde kustwater.

Deze zone zou dan ook voldoen voor de kweek van schelpdieren.

Het voorste gedeelte echter vertoont merkelijk sporen van voortdurende vervuiling komende uit de achterhaven, vooral wat betreft de faecale streptococci en coliformen.

Dit stelt een probleem voor de vestiging van het BLOSO zo kort bij de sluismond. Voor deze reden is het zeker aan te raden om maatregelen te



treffen voor het beter laten sluiten van de sluizen. In het rapport wordt ook aangetoond dat er een stijging waar te nemen was van de kiemgetallen van vooral de aërobe bacteriën, maar ook enigszins van de anaërobe onder invloed van de bekrijting.

De positieve werking van het krijt, zoals voorzien in de voorstudie, wordt hiermede dus wel aangetoond.

Wegens het belang nemen wij hier de besluiten van dit rapport over :

1. Het is bekend dat Faecale Coliformen en Faecale Streptococen na enkele dagen verblijf in het zeewater vernietigd worden. Hieruit volgt dat de aanwezigheid van deze faecale bacteriën over gans de proefperiode aan een continue bevuiling te wijten is.
2. De verhoogde aanwezigheid van faecale bacteriën na het bekrijten moet toegeschreven worden aan de toevoer van het besmette water via de voorhaven.
3. Daar de faecale bacteriën zich concentreren in de schelpdieren kan de vraag gesteld worden naar de haalbaarheid van de spuikom voor de aquakultuur van schelpdieren. Voortgaande op het K.B. van 10 april 1984 wordt 20 faecale coli's per ml toegelaten. Dit aantal wordt in de spuikom niet bereikt. Vooral de zones 1, 2 en 4 zouden vanuit hygiënisch standpunt geen problemen mogen scheppen.
4. Onmiddellijk na de krijtdispersie van 3 en 4 december 1990 werd een hogere bacteriologische activiteit in de spuikom vastgesteld. Alhoewel een terugval in maart '91 werd opgetekend, werd de volgende maanden een geleidelijke verhoging van de totale kiemgetallen geregistreerd.

4° Een verslag aangaande de Cadmium en Kwikgehalten in de sedimenten en het poriënwater van de Spuikom vanwege het Departement Scheikunde van de VUB en

5° Een verslag aangaande de chemische karakterisatie van de sedimenten van de Spuikom vanwege het Departement Scheikunde van de UIA.

Uit de resultaten van de analyses wordt besloten dat het sediment van de Spuikom vrij weinig verontreinigd is door de zware metalen cadmium en kwik. Ook het poriënwater is weinig verontreinigd door de gemeten zware metalen lood, cadmium en kwik. Dit komt doordat de zware metalen gesequestreerd worden in de bodem vanwege het sterk anaërobe karakter van de bodem en wellicht ook door het basisch karakter.

Er wordt wel op gewezen dat wegens dit anaërobe karakter het ijzer gereduceerd is en ook het ijzersulfaat tot ijzersulfide.

Hierdoor zouden de zware metalen neerslaan als metaalsulfides.

Dit heeft natuurlijk voor gevolg dat bij omwoeling door baggerwerken deze sulfides terug geoxydeerd worden door het contact met de zuurstof uit het water. Hetgeen enerzijds een vervuiling medebrengt en gevaarlijke concentraties aan sulfaten en anderzijds een zuurstofdaling vanwege de COD.

Wat de overige metaalconcentraties in de Spuikomsedimenten betreft is er een vergelijking met de sedimenten van Noordzee en Schelde. Enkel het koper gehalte blijkt iets hoger te liggen. Er wordt niet vermeld of dit boven een toelaatbaar gehalte is. Anderzijds is een beetje meer koper gunstig voor de groei van schaaldieren zoals garnalen.

Beide rapporten vermelden dat er geen verband te zien is tussen de krijtbehandelingen en de metaalconcentraties.

Indien er verschillen optreden zou dit eerder te wijten zijn aan binnenkomst van vreemde sedimenten.



6° Een verslag aangaande de koolstof in het particulier gesuspendeerd materiaal van de Spuikom vanwege het Labo voor Ecologie van de VUB en

7° Een verslag aangaande de effecten van de krijtbehandeling van dec. 1990 op het meiobenthos van de Spuikom vanwege de Sectie Mariene Biologie van de Universiteit Gent.

De concentratie aan totaal koolstof zou meer een normaal seizoenaal verloop hebben en meer beïnvloed worden door algenbloei dan door de krijtbehandelingen.

De krijtbehandelingen zouden wel een verhoging tot gevolg hebben van de anorganische koolstof. Dit is vrij normaal en wordt vermeld in de voorstudie. Door de grotere oplosbaarheid van het krijt dan de andere vormen van Calciumcarbonaat is het  $Ca^{++}$  ion en ook de anorganische koolstof gemakkelijker beschikbaar voor de nitrifiërende bacteriën voor wie deze elementen onontbeerlijk zijn. Dit is dus een positief aspect.

Wat de meiobenthos betreft werden vooral de evolutie van de verschillende soorten wormen bestudeerd in functie van de bekrijting.

De diatomeen etende wormen zouden positief beïnvloed worden door de krijtbehandeling. Het is inderdaad zo dat bij de bodem bemonstering met het blote oog kon gezien worden dat er op sommige plaatsen na de bekrijting enorm veel wormen aan de bodemoppervlakte aanwezig waren. Dit is uiteraard positief voor de voeding van het visbestand.

Tijdens de boorcampagnes werd echter vastgesteld dat het wormaantal zeer kan verschillen van plaats tot plaats. Een te geringe bemonsteringsdensiteit laat derhalve te veel aan het toeval over.

De predator wormen zouden een negatief effect hebben vanwege de bekrijting. Of dit negatief is voor het totale milieu of omgekeerd werd niet vermeld.

Beide rapporten vermelden ook dat het wegens de verstoring van het milieu tussen de twee krijtbestrooiingen in, moeilijk is om het natuurlijk seizoenaal effect of lange termijn effect te onderscheiden van het krijt effect.

#### V. Besluit

De krijtdispersies van begin december 1990 hadden een meer dan verwacht succes. In het voorjaar 1991 was de Spuikom terug een gezonde plas met een milieu in evenwicht.

De vissen waren gezond en eetlustig, de overmatige zeesla bleef weg, er was geen kreeftensterfte meer bij de lokale firma.

De nog aanwezige oesters groeiden opmerkelijk en er is zelfs broedval geweest van oesterzaad. De belangrijkste scheikundige parameters die een invloed hebben op de waterkwaliteit van het biotoop zakten naar waarden ver beneden de gevarengrens.

In de voorzomer 1991 werden de sleuven gebaggerd. Door te lange overvloed in de zelfvarende klepbak die zeer kort gelegen was achter de slechtsluitende sluizen en door het regelmatig openen van de sluizen voor waterpeil verhoging, of op-en aflatens, kwam een groot gedeelte van de vervuilde slibspecie samen met achterhavenslib terug binnen in de Spuikom en zorgde voor slibophopingen over gans de Spuikom. Volgens berekeningen gebaseerd op een verschilkaart van dieptepeilingen was er een aanwas op het bodemplateau van 41.349 m<sup>3</sup> met een gemiddelde verhoging van 5,1 cm.

## AANVULLING SYNTHESE-EINDRAPPORT

### IV. De Resultaten

#### 3. De water en sedimentkwaliteit (8 deelrapporten)

- p.10. 8° Een verslag aangaande het macrozoobenthos van de Spuikom vóór en na de eerste krijtbehandeling door het Instituut voor Natuurbehoud, Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting (AMINAL).

Uit de bodemstalen genomen op de 6 bemonsteringsplaatsen in twee campagnes, één voor en één na de krijtbestrooiing in december 1990 blijkt dat algemeen het macrozoobenthos (bodemdieren groter dan 1mm) zeer arm is qua aantal voorkomende soorten. Als groep domineren de aardwormen die zeer resistent zijn tegen slechte omgevingstoestanden, maar zij komen slechts voor in geringe aantallen. Dit wijst op een zware milieustress. Tussen de verschillende bemonsteringspunten zijn grote verschillen waarbij op sommige punten 6 (achterhaven), 3 juist achter de sluizen en 5 (steiger Bloso) het macrozoobenthos volledig ontbreekt. Het rijkste punt is 4. Het algemene beeld was hetzelfde vóór en na de krijtbehandeling, alleen op punt 4 werden verschillen in soortensamenstelling en aantal genoteerd. In november domineerden de spionide borstelwormen die niet meer voorkwamen in december maar "vervangen" werden door Amphipoda (strandvlooien). Gezien het beperkt aantal bemonsteringen kunnen geen globale konklusies getrokken worden, behalve dat de Spuikom een zeer verarmde macrofauna vertoont.

Dit alles maakte dat het belangrijkste opzet van het project - namelijk het nagaan in welke mate een krijtbestrooing een ontslibbingseffect heeft - onmogelijk werd. Dit is ten eerste te betreuren zowel voor de opdrachtgever als voor de uitvoerders.

De uitvoerders die verantwoordelijk waren voor de coördinatie hebben nochtans verwittigd voor de mogelijke nefaste gevolgen van deze verstoringen en geplande handelswijze.

Ten behoeve van de werken voor de talludversterkingen aan de noorderoever werd er ook in de voorzomer een slijkdijk aangelegd over meer dan 900 m, waardoor massa's begraven en vervuild slib in contact kwamen met het water. Zowel de uitloging van het binnengekomen slib uit de achterhaven als deze van de slijkdijk en de dagelijks grote hoeveelheden binnenstromend bevuild water uit de achterhaven zorgden in de zomer '91 voor een eutrofiëring van de Spuikom.

Het krijt dat gestort werd eind juni werd vermengd met massa's zwart slib en kon daardoor niet op volle efficiëntie werken voor het normaal aanwezig slib. Het krijt geraakte in eerste instantie dus zijn effect kwijt aan de nieuwe aangevoerde massa's.

Nochtans beperkte het de schade door voldoende omzetting van de toxische nutriënten zoals ammonia en nitriet naar niet toxische. Gedurende de ganse observatie periode bleven deze toxische stoffen binnen in de Spuikom beneden de gevarengrens.

In augustus was er wel een volledige zuurstofarmoede vanwege het binnenstromen van ijzerrijkwater dat, door oxydatie en vergiftiging van de algen door ijzersulfaat, al het zuurstof wegnam.

Het door de slecht sluitende sluizen dagelijks binnenstromende sterk vervuilde water van de achterhaven zorgde tevens voor het binnenkomen van toxische algen en zorgt er ook voor dat faecale coliformen en streptococci in de omgeving van de sluizen, waar het BLOSO gelegen is een gevaar kunnen betekenen voor de gezondheid van de sportbeoefenaars.

## VI. Adviezen

De onderschotten van de sluizen of de sluisvloeren moeten dringend hersteld worden zodat geen bevuild water en slib uit de achterhaven tijdens hoogwater langs de sluisbodemp kan binnendringen in de Spuikom.

De zijbeuken van het sluizencomplex die niet met sluizen zijn uitgerust moeten uitgerust worden met regelbare overlaten.

Zodoende kan voor de opvulling of het op peil houden van de Spuikom, oppervlaktewater van de achterhaven genomen worden en komt het bodemslib niet meer mede.

In afwachting moet in elk geval van aflaten van de Spuikom, dit gebeuren in volle snelheid met alle sluizen open zodat de Spuikom werkelijk zijn effect kan uitoefenen.

Hiervoor dienen de bootjes van de jachthaven in de achterhaven, die te dicht bij de sluizen liggen, verwijderd te worden, zodat ze niet meer onder het schuim kunnen komen.

Nu wordt er speciaal ter bescherming van deze bootjes traag afgelaten waardoor het slib in de achterhaven niet weggespuid wordt. Daarentegen wordt er snel opgelaten zodat het in de achterhaven geaccumuleerd slib zich goed kan verspreiden over gans de Spuikom langs de gebaggerde sleuven die nu meer als slibverspreiders fungeren dan als slibdraineerders.

Dit laatste was zeer goed te merken tijdens de laatste krijtstortingen waar bij de krijtmelk vanaf de sluizen de sleuven volgde om zich langs de zij-sleuven over de vlakte verspreiden.

De opvulling moet traag verlopen na voldoende wachttijd en tijdens periodes dat er niet gebaggerd werd in de haven en het kanaal niet geledigd werd.

De achterhaven dient grondig gebaggerd. De overvloei tijdens alle baggerwerken moet totaal vermeden worden.

Een hogere produktie dient verkregen door hogere densiteiten te verpompen.

Om te vermijden dat de slibspecie van de haven als problematisch slib zou worden geklasseerd dient de achterhaven ook met grote hoeveelheden krijt behandeld te worden door dispersie in de sluiskolken bij het aflaten van de Spuikom.

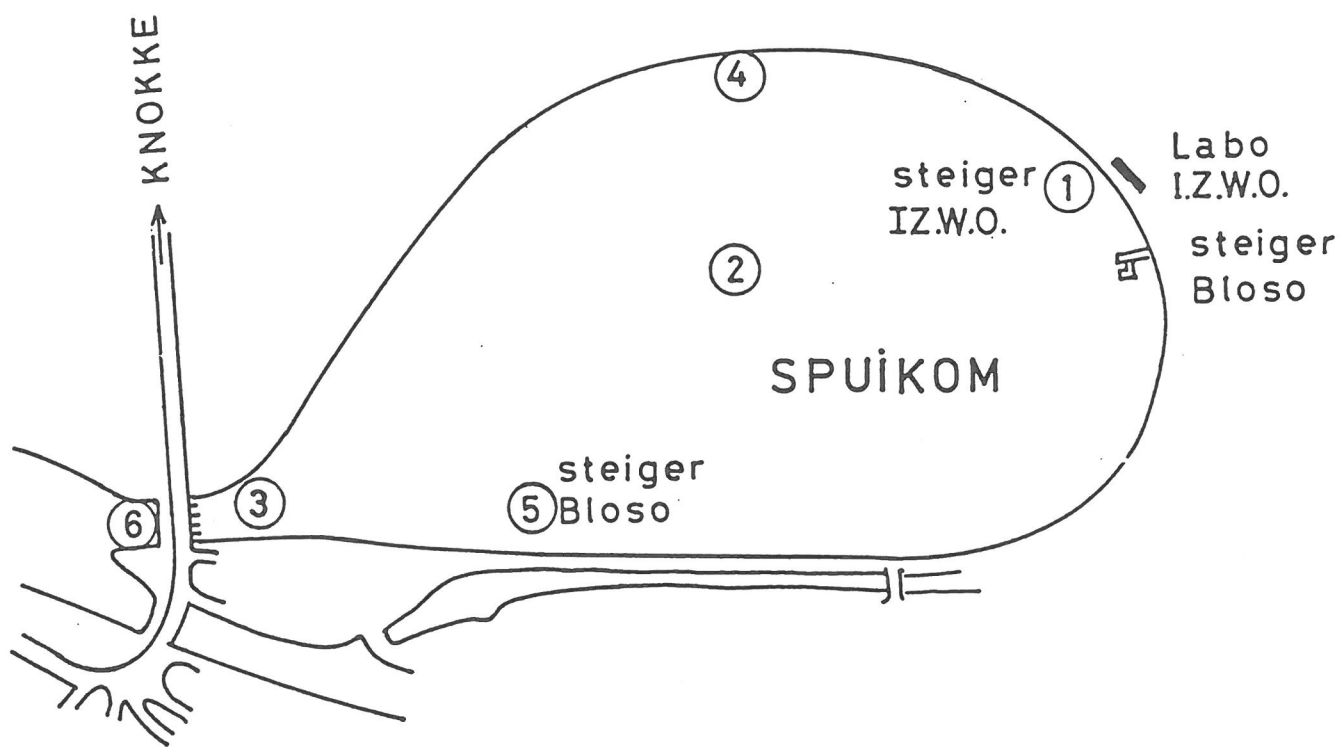
Hierdoor wordt het slib ook minder rigide en kunnen de eerder geciteerde hogere densiteiten verpompt worden tijdens de baggerwerken.

Een nieuwe krijtstorting van 300 ton in Spuikom is wenselijk.

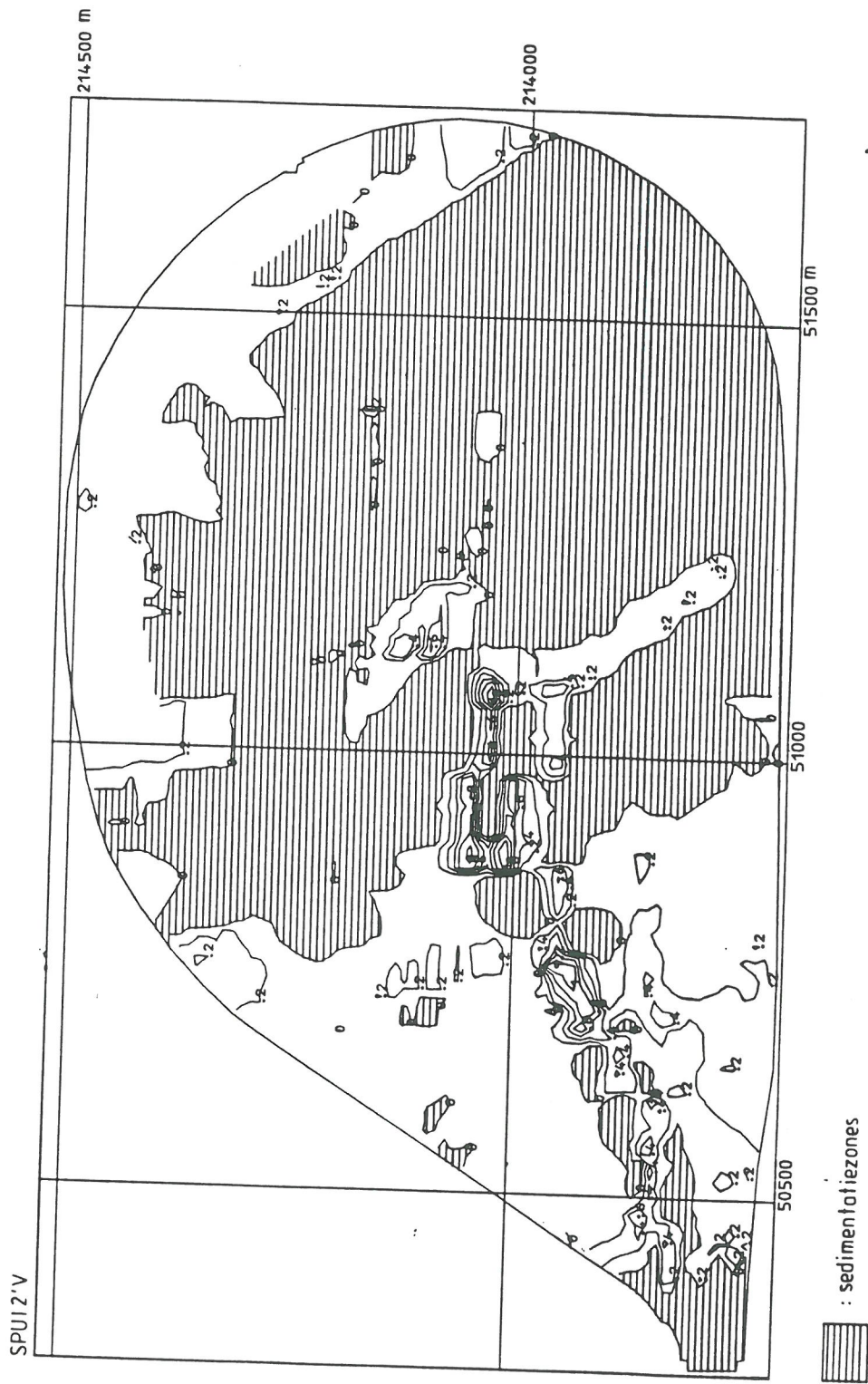
Alle werken zijn nu gedaan en een echte efficiënte sanering kan hiermede plaatsgrijpen.

Mei 1992.

Dr. A. Bastin



figuur 1



Dr. A. L. BASTIN



**SPIJKOM OOSTENDE**

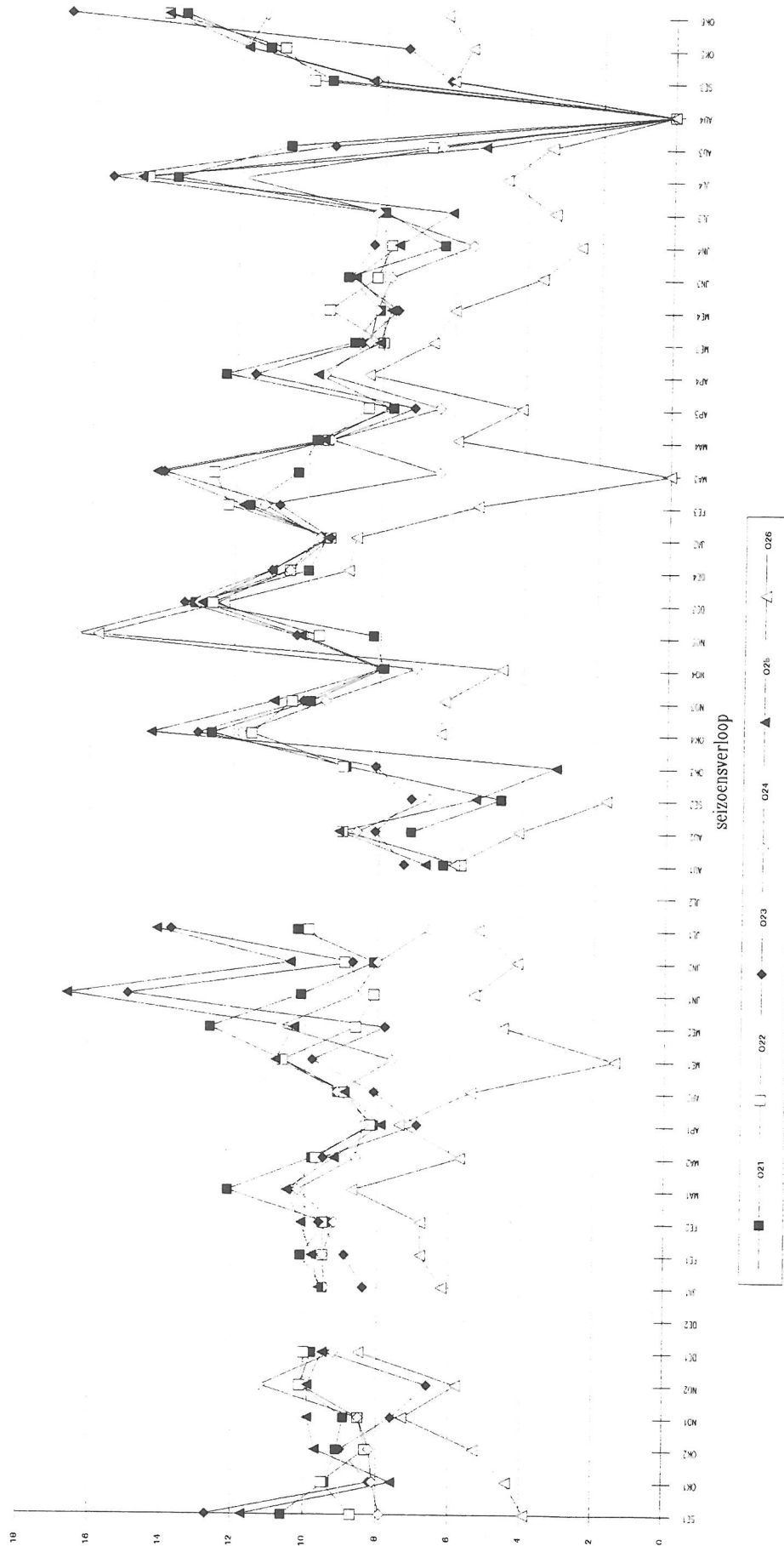
Diepteverschillen 1991 - 1992 (gebaseerd op dieptemetingen)

Volume : een toename van 41,345 m<sup>3</sup> (gemiddeld +51 mm)

GEOSURVEY n.v. maart 1992

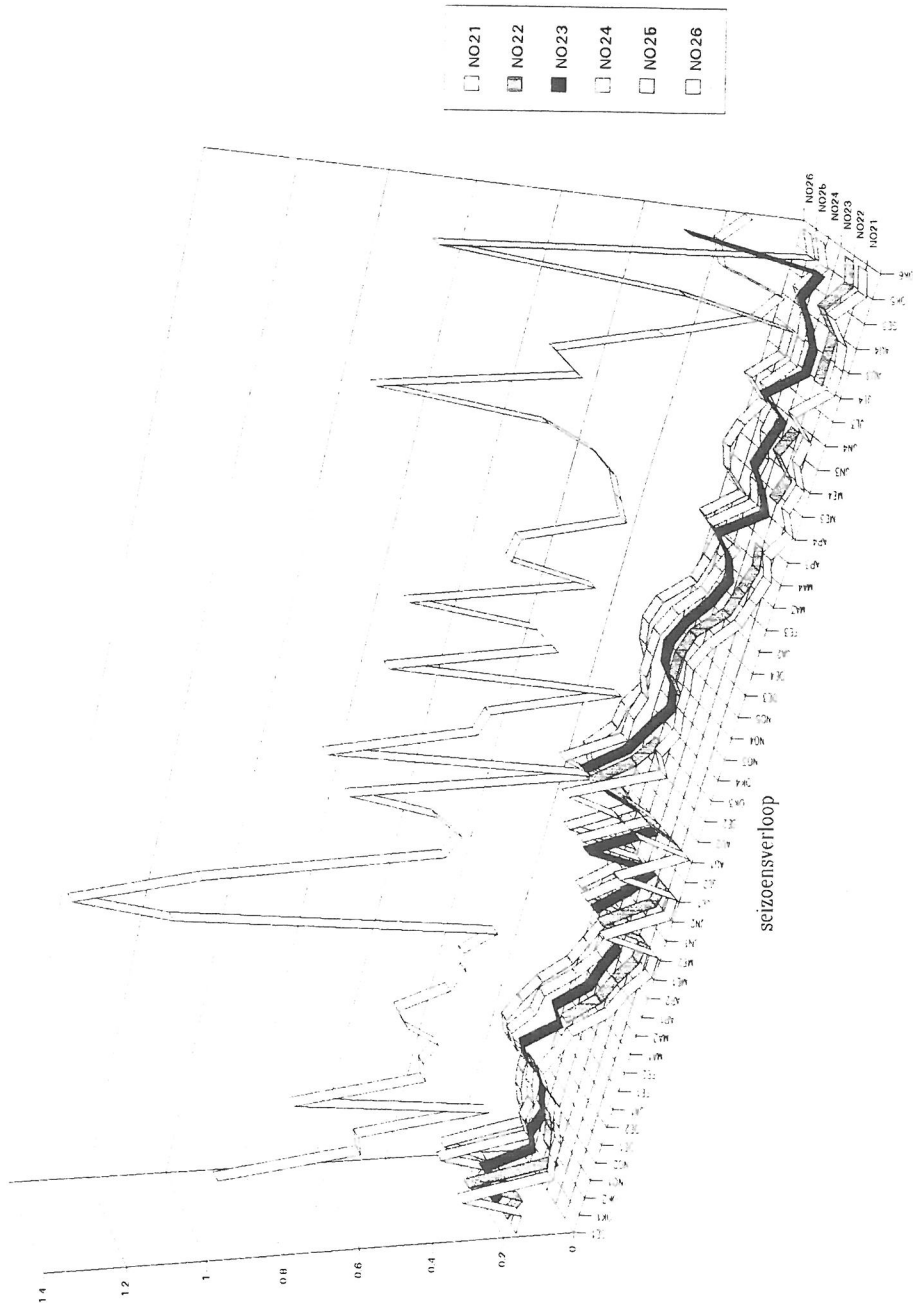


# Zuurstofconcentratie in mg/L

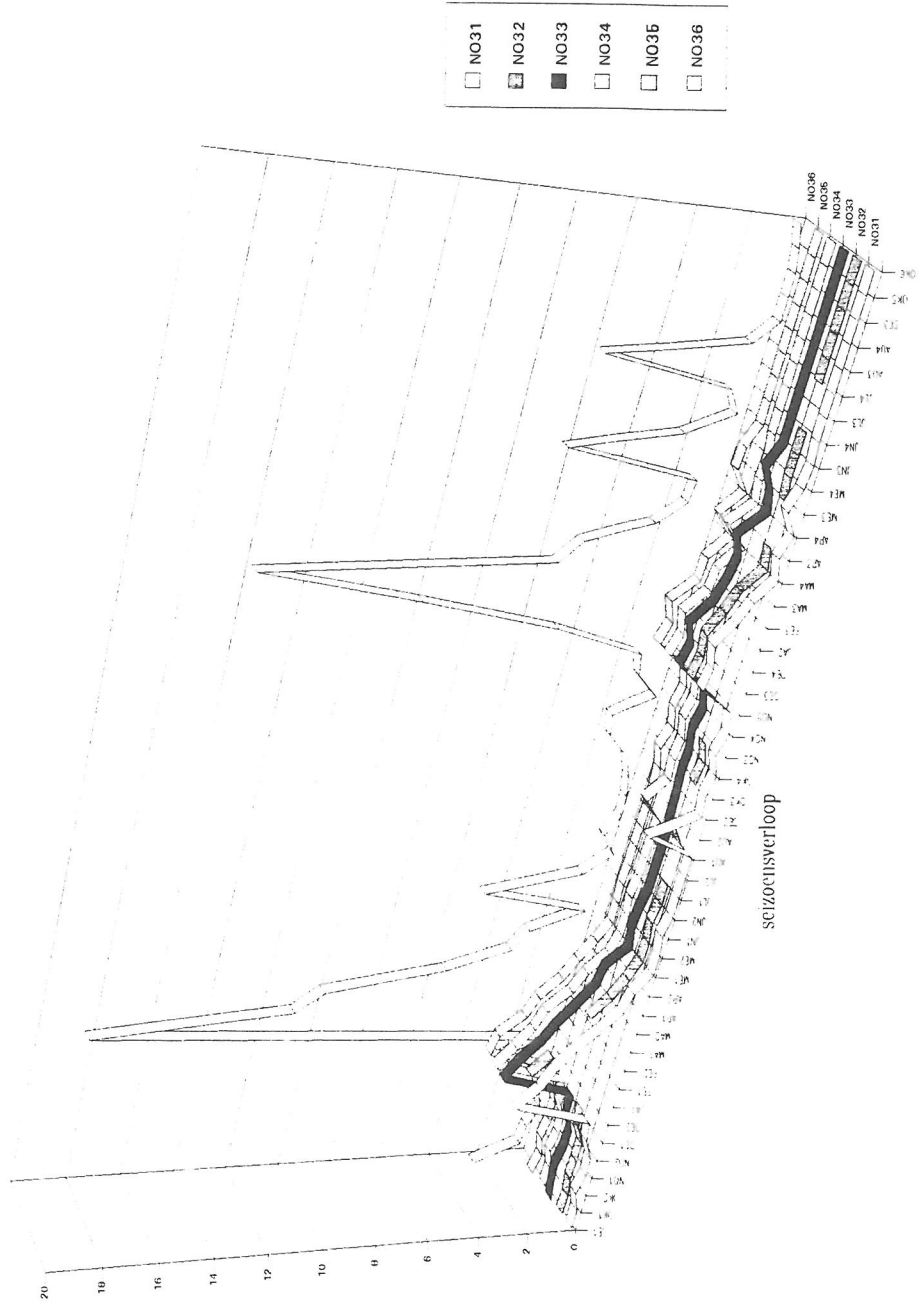




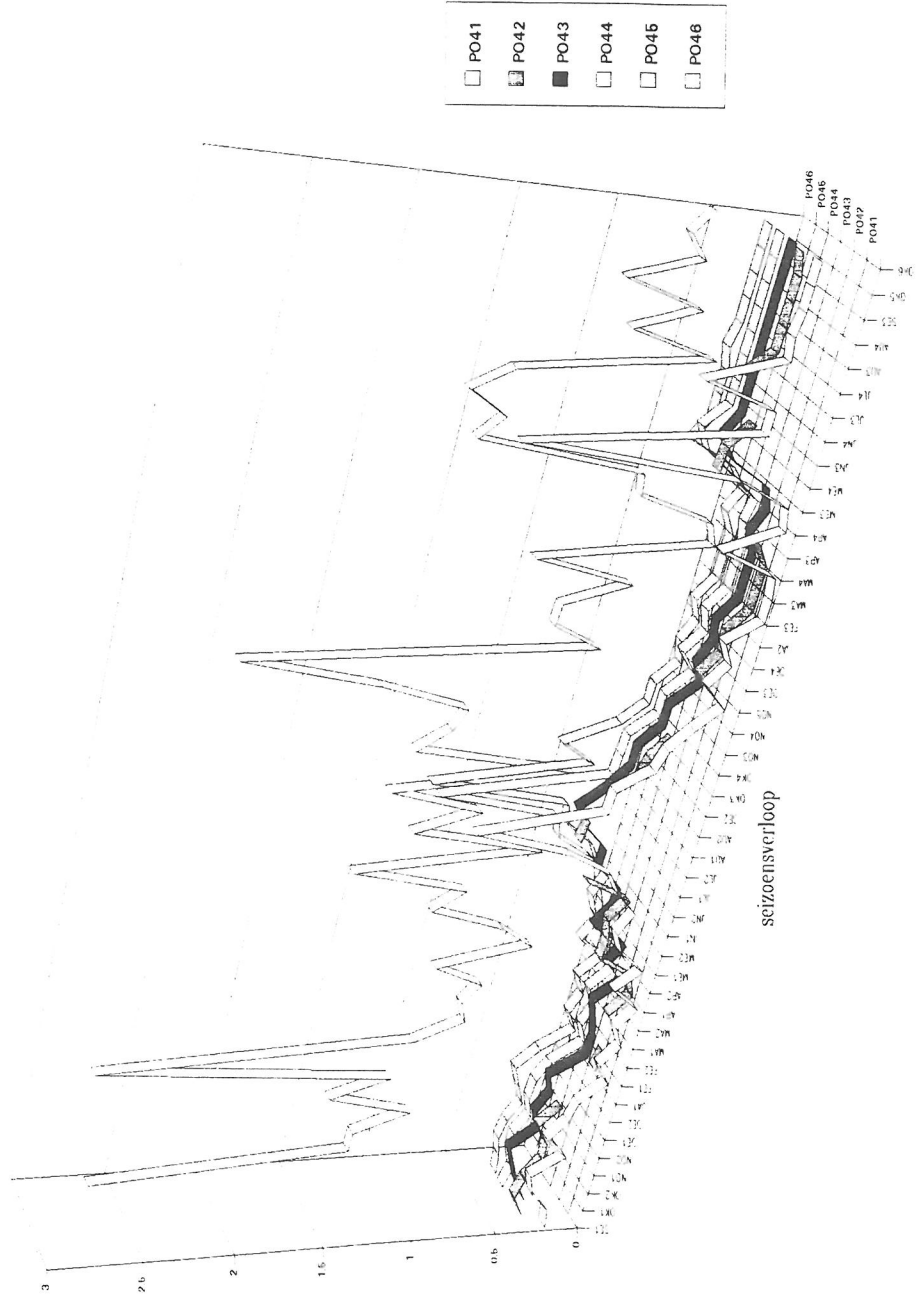
# NO2-concentratie in mg/L



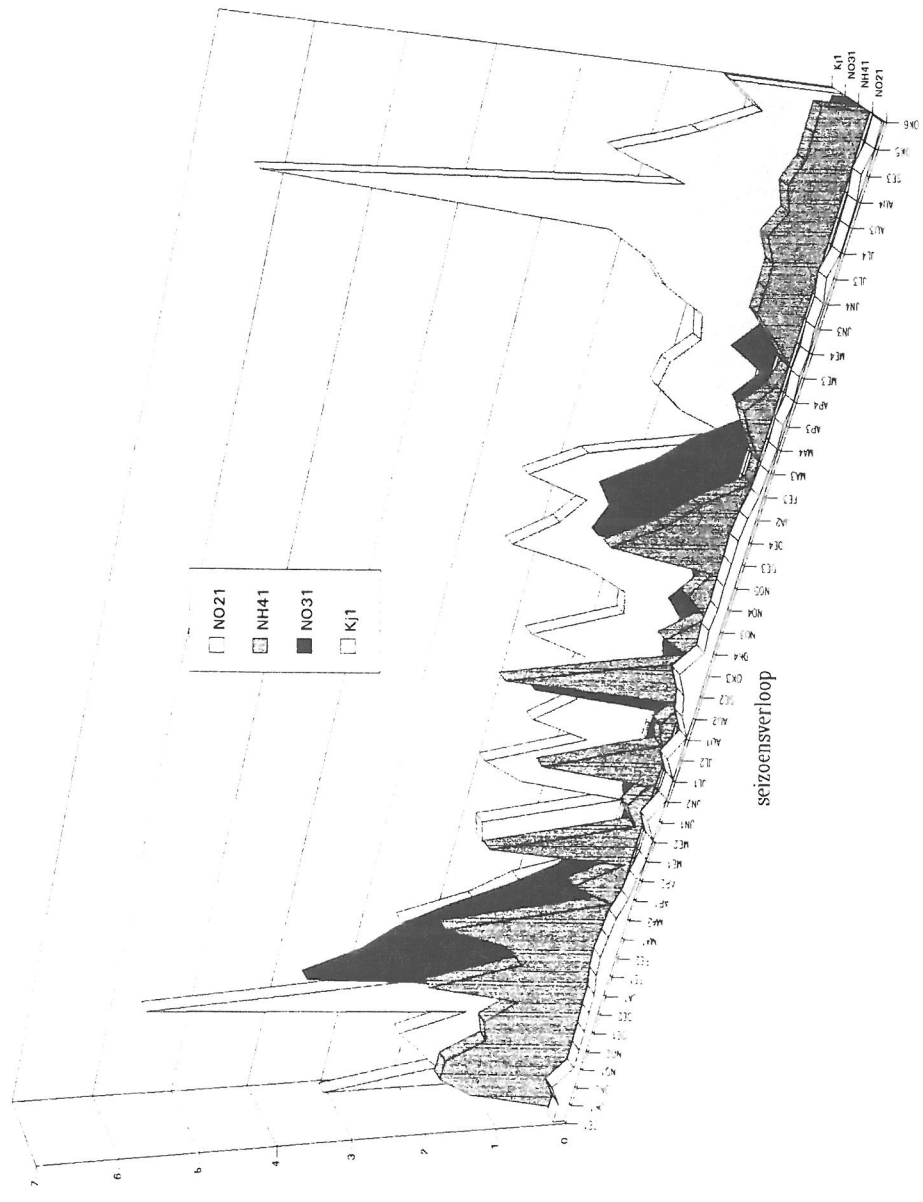
**NO3-concentratie in mg/L**



# PO4-concentratie in mg/L



# Plaats 1





# Plaats 6

