

INVLOED VAN VERONTREINIGING (KUST EN SCHEEPVAART) OP HET  
ECOSYSTEEM IN KUSTWATER EN OPEN ZEE

=====

D. Maertens.

1. INLEIDING.

Het probleem van de vervuiling heeft zich vooral de laatste jaren in de meeste West-Europese landen sterk gemanifesteerd. Naast de meer spektakulaire olierampen betekenen de continue lozingen vanaf het land (stromen, havengeulen en riolen), op lange termijn, een niet te onderschatten gevaar.

De toenemende dumping van baggerspecie, tengevolge van het verdiepen van vaar- en havengeulen, geeft konflikt situaties met de zeevisserij.

Door het dumpen op het land of het lozen in de binnenwateren te beperken wordt de zee als een onbeperkt lozings- en dumpingsgebied ontdekt. Steeds meer zones voor het dumpen van industriële afvalwaters, in volle zee, worden opengesteld. Ook de zandwinningen op het Belgisch Kontinentaal Plat zijn niet alleen het gevolg van de toenemende industrialisatie en de expansie van het wegennet, maar ook van de toenemende moeilijkheden om nieuwe ontginningen op het land toe te laten (milieuhinder, verlies aan landbouwgebieden).

Niettegenstaande de visserij één van de oudste gebruikers van de zee is, probeert die sektor zich heden tendage te handhaven tussen die vele mede-gebruikers.

Het nieuwe gebruik van de zee, zoals lozingen, dumping, zand-, olie- en gaswinningen, pijpleidingen, boorplatforms, telekommunikatiekabels, schietsectoren, militaire oefeningen en scheepvaart, is de afgelopen decennia dermate toegenomen

dat de visserij van eenalleenheerschappij naar een competitief mindere positie werd verdrongen. Konflikten zijn dan ook schering en inslag. Men mag terecht vermelden dat de Zuidelijke Bocht van de Noordzee één van de drukst gebruikte zeegebieden ter wereld is.

Niettegenstaande het belang van die vele soorten verontreinigingen zal hier voornamelijk de mogelijke effecten van industriële lozingen in volle zee, behandeld worden.

## 2. SOORTEN VERONTREINIGING

### 2.1. Kustverontreiniging

#### 2.1.1. Vanaf binnenwateren.

Enorme hoeveelheden organisch en chemisch materiaal wordt door rivieren, havengeulen en riolen in het kustwater aangevoerd. De voornaamste poluënten zijn huishoudelijk afval, waaronder vooral organische stoffen en detergents ; industriële afval, waaronder een hele reeks afvalprodukten sorteren (organisch materiaal, zware metalen, chemische afvalstoffen, olieprodukten, radioactieve stoffen, pesticiden alsook thermische polutie). Enkele cijfers werden door een werkgroep van de ICES (International Council for the Exploration of the Sea) bijeengebracht en samengevat in tabel 1 (1). De aanvoer door rivieren ziet er inderdaad belangrijk uit en stijgt jaarlijks.

Dit komt hoofdzakelijk door de betere uitbouw van de rioleringsnetwerken waardoor meer huishoudelijk afvalwater in zee terecht komt, waar het vroeger in de ondergrond wegsijpelde. Het overvloedig gebruik van sterke detergents en wasmiddelen heeft ook de laatste decennia voor sterk gepolueerde rivieren gezorgd. De vervuiling van de industriële zijde zou eerder afnemen. Ten eerste worden sommige industriën verplicht hun afvalwater recht-

streeks in zee te lozen of ten tweede worden ze verplicht een zuiveringsaktie door te voeren, vooraleer het water in de binnenwateren mag worden geloosd.

Door accumulatie van toxische stoffen in het slib van de rivieren, kanalen en havengeulen is daar momenteel geen leven meer mogelijk. Gelukkig wordt de laatste jaren een milieuvriendelijke tendens waargenomen, waardoor een grote kans op herstel van het ecosysteem mogelijk wordt. De waterzuiveringsstations en de zuiveringsinstallaties van bedrijven spelen daarin een erg belangrijke rol.

#### 2.1.2. Baggerspecie.

De geaccumuleerde toxische stoffen in het neergeslagen slib van de binnenwateren komen terug vrij bij het uitdiepen van de geulen. Terzelfdertijd komen zuurstofarme lagen vrij. De baggerspecie is dus een gevaarlijk goedje.

Het dumpen van de specie gebeurt op vast, meestal langs de kust gelegen stortplaatsen (figuur 1). Er liggen ook een aantal stortplaatsen in de Westerschelde. Een stortplaats gelegen boven het "Scheur" verwerkt de baggerspecie afkomstig van verdiepingswerken van de vaargeul naar Zeebrugge en de Westerschelde.

Aan de Belgische kust wordt aan een enorm tempo gebaggerd, dit merken we aan de jaarlijkse cijfers m.m. 30.484.640 ton voor 1979 (2). Dit is veruit het hoogste cijfer voor West-Europa (Nederland : 28.161.181 ; Groot-Brittannië : 15.761.688 ton ; Frankrijk : 1.432.330 ton).

### 2.2. Verontreiniging van de open zee

#### 2.2.1. Dumping van industriële afvalstoffen.

Het lozen van industriële afvalstoffen in open zee is onderworpen aan bepaalde voorwaarden, vastgelegd voor de Europese Gemeenschap

in het verdrag van Oslo (15.02.72) en uitgevoerd volgens de wet van 8.02.78.

De toelating om te storten in zee dient te worden aangevraagd. Vooraleer een vergunning wordt toegestaan wordt het te dumpen produkt geanalyseerd, een dumpingsplaats toegewezen en voorwaarden gesteld om een goed verloop van dumping en de controle ervan te bewerkstelligen. Dumpingszones situeren zich meestal in biologisch vrij arme zones wat niet betekent dat onbelemmerd mag worden geloosd.

#### 2.2.1.1. Kronos.

Het te lozen afvalwater is afkomstig van de titaandioxide productie (witpigment voor de verfindustrie) en bevat hoofdzakelijk water en 20% zwavelzuur. Bij de dagelijkse dumpingsaktie wordt gemiddeld 1100 ton afvalwater geloosd wat neerkomt op ongeveer 400.000 ton per jaar.

De dumpingsplaats ligt op het Nederlands continentaal plat en ligt voor een groot gedeelte in de scheepvaartroute naar Euro-poort (Hoek van Holland). Het gebied heeft op visserijvlak weinig te bieden.

#### 2.2.1.2. Stauffer.

Het afvalwater is afkomstig van de thiocarbamaat productie (herbiciden). Het lozingsprodukt bevat hoofdzakelijk NaCl (zout) maar ook resten van thiocarbamaten en N (stikstof). Vanaf 1977 werden regelmatige dumpingsakties uitgevoerd. In 1980 b.v. werd 12 x uitgevaren om gemiddeld 2.200 ton per vaart te lozen, dus een totaal van  $\pm$  26.000 ton per jaar.

De dumpingsplaats (figuur 1 : D) ligt ten Oosten van de Bligh bank in een biologisch arm biotoop.

### 2.2.1.3. Bayer.

Idem Kronos ; met een totale jaarlijkse afvalproduktie van  $\pm$  400.000 ton. Het lozingsgebied (figuur 1 : C) ligt ten NO van de Goote bank.

### 2.2.1.4. Hooker.

Het te lozen water bevat afvalprodukten van de kunstharsbe-reiding en bevat naast 97% water ook 1,5% fenolen. Er wordt ongeveer vijf maal per jaar geloosd met een gemiddelde hoeveelheid van telkens  $\pm$  500 ton.

De dumpingsplaats (figuur 1 :B) ligt ten Zuiden van de Goote bank.

### 2.2.1.5. Koninklijke Nederlandse Gist en Spiritus fabriek.

De afvalprodukten bestaan uit resten van proteolitische enzyme bereiding voor de produktie van waspoeders. Per kwartaal wordt ongeveer 2000 ton materiaal gedumpt. De dumpingsplaats (figuur 1 : A) ligt ten Zuiden van de Goote bank.

### 2.2.2. Onbewaste en sluikse vervuiling.

De voornaamste bronnen van verontreiniging die hiertoe behoren, zijn o.a. olieprodukten afkomstig van ongevallen met schepen en het reinigen van ruimen van tankers of van verontreinigd ballast water. Het overboord gooien van keuken en andere afval kan moeilijkheden veroorzaken tijdens het slepen door vissersvaartuigen (denk aan de afval van grote passagiersboten). Het achterlaten van niet bruikbaar materieel, putten, kabels, staken enz. afkomstig van boorinstallaties kunnen zeer hinderlijk zijn voor de visserij.

### 2.2.3. Zandwinningsen.

De laatste jaren is in de meeste Europese landen de vraag naar zand en grint uit het kontinentaal plat sterk toegenomen.

Om aan die vraag te kunnen voldoen, werden in het koninklijk besluit van 13 juni 1969 ontginningszones vastgelegd (figuur 1 : 1,2) waar exploitatie mogelijk is mits wetenschappelijk onderzoek. De twee gebieden werden dusdanig gekozen dat belangrijke visgronden en paaipplaatsen verneden werden.

Zandwinnen kan tot dumping akties leiden, wanneer het bovengemiddelde sediment **niet** aan een bepaalde kwaliteit voldoet. Het te winnen zand ligt nooit zuiver op de zeebodem zodat het sediment na het opzuigen gezeefd wordt. Het zand verdwijnt in de laadbak en de overtollige elementen, zoals stenen, grint, slib, schelpen en organismen spoelen overboord.

De zone 1 (figuur 1 : 1) wordt tot nu toe door het Ministerie van Openbare Werken uitgebaat. Het sediment wordt vooral voor de uitbouw van de havens van Zeebrugge gebruikt alsook voor het opspuiten van de stranden. Gedurende twee jaar (1979-80) werden reeds 6 miljoen ton zand ontgonnen.

Zone 2 (figuur 1 : 2) is vooral het werkterrein van privé firma's die tot nu toe (1976-80) reeds 4 miljoen ton zand voor de bouw-industrie (wegen- en huizenbouw, beton) gewonnen hebben. Ook hier zijn de winningen aan strenge vergunningsvoorwaarden en controle gebonden.

### 3. MONITORING VAN LOZINGSPLAATSEN EN ZANDWINNINGSGEBIEDEN.

Het doel van deze studie beoogt een regelmatige staalname voor biologisch en fysico-chemisch onderzoek. Het biologisch gedeelte omvat een analyse van de levensgemeenschappen, waarin de evolutie

van de demersale vissen, hyper-, epi- en macrobenthale fauna bestudeerd wordt. Talrijke andere biologische componenten spelen ook een belangrijke rol in de biocoenose, maar kunnen door ons niet bestudeerd worden, omdat ze van minder rechtstreeks belang zijn voor de visserij.

Het fysico-chemisch gedeelte bevat een kwantitatieve water- ( $^{\circ}\text{t}$ ,  $\text{O}_2$ , pH, NaCl, N,  $\text{PO}_4$ , Si, doorzichtigheid, materie in suspensie, BOD, COD, zware metalen, bezinkbare stoffen, sulfiden) en sedimentanalyse (carbonaatgehalte, korrelgrootte, organische stof).

Door het Rijksstation voor Zeevisserij wordt tevens monsters van de fauna en het sediment voor de bepaling van zware metalen (analyses in Tervuren) en radioactiviteit (analyses in Mol) genomen.

### 3.1. Bemonsteringspunten.

Een staalnamerooster bevattende de meest karakteristieke punten van een biotoop bestrijkt de belangrijkste zones (figuur 1). De meeste punten zijn buiten de 10 mijls zone gelegen en in kommercieel armere gebieden. Een reeks referentiepunten, die zich langs de kust bevinden, liggen in een economisch belangrijker gebied.

Gezien de stromingsresultante voor de Belgische kust NO-waarts is gericht, kunnen de effecten van lozingen en winningen eerder NO-waarts waargenomen worden. Daardoor worden ook in die zone bemonsteringspunten geplaatst. De meer zuidwestelijk gelegen gebieden zouden daarentegen veel minder schade ondervinden.

### 3.2. Bemonsteringsperioden.

Indien de klimatologische omstandigheden het toelaten wordt ieder punt drie maal per jaar bemonsterd, zowel wat de fauna als het water en het sediment betreft.

Een eerste periode start in de late winter (februari-maart) en gaat de gevolgen van die latente winterperiode na. Een tweede periode (juni-juli), in de volle zomer, is belangrijk om de aangroei van de fauna te kunnen waarnemen. Een derde periode (september-oktober) geeft een idee over de jaarlijkse piek in de biologische ontwikkeling.

### 3.3. Methodiek.

#### 3.3.1. Visserij.

De staalnamen voor demersale vissen, epi- en hyperbenthos worden aan boord van het onderzoekingsvaartuig "Hinders" uitgevoerd. De bemonsteringen gebeuren steeds overdag en worden met een ottertrawl (<sup>gennet</sup>plankennet) zonder wekkerkettingen (bovenpees 40 voet, maaswijdte in de kuil 18 mm, figuur 2) uitgevoerd. De duur van iedere proefsleep bedraagt ongeveer 15 minuten. Een overzicht van de staalname procedure wordt in figuur 3 gegeven.

De verzamelde monsters worden op hun kwalitatieve en kwantitatieve samenstelling onderzocht. De resultaten van de analyses worden omgerekend tot abundantie- en biomassa-densiteiten (respektievelijk in aantal individuen en in gram vers gewicht per oppervlakte-eenheid).

Een levensgemeenschapsanalyse wordt uitgevoerd waarbij de graad van ekologische organisatie wordt nagegaan aan de hand van de diversiteits-index of Shannon-Wiener-functie (8), de dominantie-index (9) en de associatie-index (10). Deze indices zijn een maat voor respektievelijk de heterogeniteit van de fauna, de gelijkmatigheid waarmee het aantal individuen over de verschillende species is verdeeld en de verwantschap tussen de fauna's op verschillende plaatsen en/of tijdstippen.

#### 3.3.2. Makrobenthale infauna.

De staalnamen voor de analyse van het makrobenthos gebeuren met onderzoekingsvaartuigen van de Zeemacht in samenwerking met de Beheerseenheid van het Mathematisch Model Noordzee (Ministerie van Volksgezondheid).



De sedimentmonsters worden met behulp van een Van Veen grijper genomen. Per punt worden vier stalen van minimum 5 l genomen, drie worden weerhouden voor het biologisch onderzoek, één voor het fysico-chemisch onderzoek.

(zelf 1 cm)

Een overzicht van de staalname procedure, opspoeltechniek en analyse methode wordt in figuur 4 gegeven.

#### 4. TROFISCHE NIVEAU'S EN HUN RELATIE TOT DE VERVUILING.

##### 4.1. Trofische niveau's (\*).

Om een idee te hebben over de complexe relaties binnen een biotoop worden twee modellen (figuur 5 en 6) besproken. Niet alle niveau's en relaties zijn even belangrijk, zodat we ons beperken tot de hoofdschakels van de kringloop om een globaal inzicht te krijgen in het ecosysteem (3).

De oorsprong van de voedselketen bevindt zich in de oppervlakte wateren, waar, door de wisselwerking, licht, water, zuurstof en koolstof de primaire produktie, phytoplankton (wieren) genoemd, tot stand komt. Het phytoplankton wordt door het zoöplankton (kleine dieren) begrazen. Het zoöplankton wordt door de pelagische vissen geconsumeerd. De grootste flux van het planktonisch leven bereikt als afvalprodukt de zeebodem.

Het organisch materiaal dat in de bodem terecht komt, wordt hoofdzakelijk door de microfauna (bacteriën) gerecycleerd. Ook het meiobenthos voedt zich met organische materie. Het macrobenthos leeft in hoofdzaak van het meiobenthos en het epibenthos consumeert het macrobenthos. De demersale vissen voeden zich zowel met macro- als met epibenthos. Deze laatste niveau's in de voedselketen zijn zeer symplistisch voorgesteld. Er zijn bv. vele epibenthos organismen die zich zowel met meiobenthos, met demersale vissen of met andere epibenthale organismen voeden.

Figuur 6 (3) geeft dan ook een idee over de relaties binnen de infauna (micro-, meio- en macrofauna).

---

(\*) Verklaring van enkele termen : zie achteraan.

## 4.2. Relatie vervuiling - ecosysteem - mens.

### 4.2.1. Binnenwateren.

Het ecosysteem van de binnenwateren is dermate verstoord dat het leven er praktisch onmogelijk geworden is.

Het grote percentage poluanten die langs riveren en havengeulen (tabel 1) in zee terecht komen, maken van die kuststrook een erg gepolueerd biotoop.

Door het verdunningseffekt van de zee, alsook door de N.O. resulterende stroming, waardoor ons gepolueerd water voor de Nederlandse kust terecht komt, blijven de acute gevolgen achterwege.

De werken in Dunkerque en Gravelines zijn daardoor voor ons belangrijk.

De afvoer van afvalstoffen kan echter ook eerder positieve gevolgen voor het marien ecosysteem hebben. De toevoer van fosfaten en nitraten kan, binnen bepaalde grenzen, gunstig inwerken op de planktongroei (12 en 13). Ook juvenielen van bepaalde vissoorten zoals tong (Solea solea) blijken zich goed te handhaven in verontreinigd kustwater.

### 4.2.2. Baggerspecie.

Door het bijna dagelijks storten van toxisch en zuurstof arm slib zijn de stortplaatsen van baggerspecie niet leefbare biotopen.

*niet gedumpt in schuifwater. ↳ maar*

Ze kunnen hinderlijk zijn voor de visserij daar, door de stromingen, getijden en stormen de sliblaag zich ook over visserijgebieden verspreidt.

Door vastraken in het slib kan zich schade aan en verlies van vistuig voordoen.

Vele konfliktsituaties ontstaan door het dumpen van de baggerspecie op niet aangeduide stortplaatsen. Daardoor komen goede visserijgebieden in het gedrang.

#### 4.2.3. Lozen van chemische afvalstoffen.

De afvalstoffen komen bij het lozen in het schroefwater terecht, zodoende een goede vermenging met het zeewater te verzekeren.

De resultaten van proeven op waterstalen genomen op de dumpingsplaats, kort na het lozen, waren in de meeste gevallen negatief. Dit wijst op een grote verdunningscapaciteit van de zee, zodat acute gevolgen voorlopig uitblijven.

Het fyto- en het zoöplankton zijn de trofische niveau's, die bij het lozen de meeste schade ondervinden. Een eventueel uitgedunde planktonische biocoenose herstelt zich vlug, door aanvoer uit omliggende gevrijwaarde zones en door de hoge "turn-over rate" van die organismen.

Door een acute, massale mortaliteit zou veel organisch materiaal op de zeebodem terecht komen die dan terug gerecycleerd kan worden. Indien het om accumulatieve toxiciteit gaat dan zouden de bodemorganismen een hoog gehalte van desbetreffend produkt moeten vertonen, wat tot nu toe nog niet kon worden aangetoond. De mortaliteit van bepaalde diergroepen van het benthos kan ook verhogen zodat zich een biocoenose zou stabiliseren bestaande uit enkele dominante en "poluent-minder-gevoelige" soorten. Het is daarom interessant een stabielere biocoenose zoals het macrobenthos, te bestuderen. Het plankton is namelijk een zeer onstabiele biocoenose.

Tot nu toe hebben zich geen abnormaliteiten in de lozingszones voorgedaan. De fluktuaties zijn seizoengebonden en in overeenstemming met andere minder (?) gepolueerde zones.

Het is zeer moeilijk om de gevolgen van de verontreiniging na te gaan voor de visserij. Naargelang de aard, de hoeveelheid, de concentratie en de tijdspanne tussen twee dumpingsakties kunnen zich biologische schommelingen voordoen. Die schommelingen zijn veelal plaatselijk en tijdelijk

! en ze interfereren met de natuurlijke schommelingen. Het effect van industriële lozingen in open zee voor de mens is momenteel niet te achterhalen.

#### 4.2.4. Dumping van organische afvalstoffen (proteolytische enzymes).

Tijdens de dumpingsactie wordt het organisch materiaal, in suspensie met water, met het schroefwater vermengd om een optimaal verdunnings-effect te bereiken. Niettegenstaande deze maatregelen agglomereert dit afvalprodukt en vormt een laag op de zeebodem.

Het benthos in het algemeen wordt door dergelijke dumpingsactie getroffen. Door een plotse stijging van het gehalte aan organisch materiaal zullen de micro-organismen alsook het meiobenthos sterk aangroeien, een bloei bereiken en de andere organismen verdringen. We spreken van eutrofikatie. Het macrobenthos en epibenthos lijden de meest rechtstreekse schade. De demersale vissen kunnen, door kontaminatie, ziekten oplopen en door kieuwverstoppingen, sterven. De commerciële vis is niet verkoopbaar vanwege smaak- en reuk hinder.

Slechts één soort demersale vis nl. schar (Limanda limanda) blijkt tot het organisch afvalprodukt aangetrokken te worden. In 1981 werden ze in grote getallen, midden in de dumpingszone aangetroffen.

Enkele weken na dumping is het afvalprodukt voldoende verspreid en geeft aan een groot gebied een extra input aan verwerkbaar organisch materiaal. Dit kan ten goede komen van de biocoenose indien het interval tussen de verscheidene dumpingsacties voldoende groot is.

#### 4.2.5. Zandwinning.

De ekstraktie met de sleephopperzuigers heeft twee onmiddellijke gevolgen met betrekking tot de organismen en het biotoop. In de eerste plaats verdwijnt het dierlijk leven (grootste polychaeta tot op 0,15 m diepte) in de stroken waar zand en grint geëkstraheerd wordt (3.000 m x 1 m x

*zie Fig. 1 = aktieve zandwinning.*  
*Tone 1: vooraf deim. Operatieve werken van zandwinning & afpomp van sluders.  
 Bij afpomp van sluders blijft er een laag van aansluitend c. zand met geleen die  
 1 jaar belangen zijn van fauna & flora.*

0,10 m). De vraag kan worden gesteld hoe vlug de migratie vanuit het omliggende gebied gebeurt en of de nieuwe fauna van dezelfde aard is van de vroegere (de microbiocoenose inbegrepen). Een te hoge ekstraktiefrequentie kan een biotoop zodanig verarmen dat dit een impact heeft op het totale mariene ecosysteem.

Tijdens die ekstraktie wordt in de tweede plaats ook het niet bruikbare materiaal (stenen en slib) terug in zee gedumpt, waarbij dus een heel wat bredere strook met slib en stenen bedekt wordt, zodat ook die organismen getroffen worden. De benthale organismen zijn van vitaal belang in de voedselketen van de kommerciële vissoorten, zodat het verarmen van die populaties een nefaste weerslag kan hebben op de visstocks.

Naast de organismen wordt evenzeer de samenstelling van het biotoop grondig gewijzigd. Een te diepgaande ekstraktie kan aanleiding geven tot het vrijkomen van onderliggende klei- en sliblagen, die zich naar rijkere visgebieden kunnen verspreiden. Zij kunnen ook de doorzichtigheid van het water dermate beïnvloeden dat primaire produktie in het gedrang komt, hetgeen indirecte gevolgen voor de visstocks (minder larven) kan impliceren. De veranderingen in het biotoop kunnen tot een eenzijdige fauna aanleiding geven, niet passend in het dieet van de ichthyofauna.

Het steeds opdrijven van de produktie in eenzelfde gebied kan niet alleen ingrijpend zijn voor het gebied zelf, maar kan ook na jaren nefaste gevolgen voor de omliggende visrijke gronden hebben. De visserij sector is dan ook terecht bezorgd voor de directe en indirecte schade aan de visstocks.

#### 4.3. Resultaten biologische monitoring.

##### 4.3.1. Kwantitatieve analyse.

Gezien de omzeggens tweedimensionale levenswijze van de demersale vissen en rekening houdend met de aangewende visserijtechniek (-plankvisserij) worden de faunistische resultaten omgerekend tot een vergelijkbaar opper-

vlak ( $10^5 \text{ m}^2$ ).

Bij de beoordeling van de resultaten van de mariene fauna dient er op gewezen te worden dat de gevonden abundantie en biomassa waarden **in direkt** verband staan tot de aangewende staalnametechniek. Het is namelijk zo dat de vangst bepaald wordt door enerzijds de opnameëfficiëntie van het net en anderzijds door zijn selektiviteit.

Het aanwenden bijvoorbeeld van kettingen (tickler chains) kan de opname aanzienlijk verhogen (4 en 5). Het indringen van het net in de bodem, dat volgens de bodemsamenstelling kan variëren, heeft een belangrijke invloed op de opname van typische benthische organismen zoals bijvoorbeeld Annelida (ringwormen) en Lamellibranchia (mosselachtigen) (6 en 7).

Figuur 9 geeft de gemiddelde abundantiewaarden per jaar voor de gevangen vissen in Zandwinning Zone 1 en het Kronosgebied. Het dumpingsgebied bereikt slechts lage waarden.

Naast dergelijke algemene diagrammen wordt ook iedere vissoort en epibenthale soort in zijn evolutie per bemonsteringspunt bestudeerd. Op die manier kan elke plotse verandering bij eender welk gevangen organisme op ieder bemonsteringspunt tijdig worden waargenomen. Indien een plotse verandering, gevolgen voor visserij en voor de mens impliceert dienen gepaste maatregelen door de officiële instanties genomen te worden. Tot nu toe hebben zich slechts enkele, gelukkig niet aanhoudende negatieve tendensen, voorgedaan. De oorzaken zijn niet altijd aan verontreinigingen toe te schrijven. Denken we even terug aan de haringvisserij. De haringpopulatie werd volledig door overbevissing uitgedund vooral in de jaren 60. Pas nu kunnen we terug spreken van een normaal haringbestand.

Ook de visserij brengt aan de benthale organismen enorme schade toe ; zodat door een uitgedunde voedselbron de vispopulaties snel achteruitgaan. Een meer rechtstreekse schade is niet denkbaar. Zandwinningen, baggerwerken en lozingen zijn meer indirecte en erg plaatselijke schadeverwekkers.

#### 4.3.2. Kwalitatieve analyse.

Aan de hand van enkele verstoringssindikatoren is het mogelijk een tendens in de evolutie van een biotoop waar te nemen. Als voorbeeld nemen we de diversiteitsindex (8). Die index is een maat voor de heterogeniteit in het biotoop. Op een bemonsteringspunt worden bv. 10 soorten vissen gevangen, van elke soort één vis.

De diversiteit is dan maximaal. Indien we slechts één soort vangen dan is de diversiteit nul. De maximale diversiteit is echter afhankelijk van het totaal mogelijks te vangen soorten op een bepaalde plaats. Dit geldt ook voor het benthos. Hoe meer de diversiteit de maximale diversiteit benadert hoe meer een biotoop in evenwicht is. Indien zich eventuele gevolgen van verontreiniging zouden voordoen, dan geeft dit een weerslag op de populatiesamenstelling en dus ook op de diversiteitsindex. Een voorbeeld daarvan wordt in figuur 8 gegeven.

In juni 1980 bereikt de diversiteit zowel voor vissen als voor epibenthos een dieptepunt. Dit komt door de dominantie van één soort nl. de slangster (Ophiura species). Doordat weinig ander voedsel beschikbaar was verdwenen ook een aantal vissoorten. Dit is een abnormale toestand al dan niet toe te schrijven aan lozingen of winningen. Figuur 7 geeft een eerder normale toestand weer, waar minima in de epibenthale diversiteitsindex, de minima in de vis diversiteit **voorafgaan** in de tijd.

Andere indices die regelmatig gebruikt worden zijn de dominantie index en de associatie coëfficiënt.

## 5. TOEKOMSTPERSPEKTIEVEN.

De relaties tussen de visserij en de andere gebruikers van de zee zijn van zeer recente aard, alsook de daaruitvloeiende conflicten. Het is van belang dat de gebruikers zich aan elkaar aanpassen. Nationale en internationale regels en wetten zijn dan ook onontbeerlijk en dienen in de toekomst verder uitgebouwd te worden.

Het wetenschappelijk onderzoek blijft zeer belangrijk en moet blijven speuren naar de gevolgen van de verontreiniging die de voedselcyclus zouden kunnen verstoren. Ieder gebruik van de zee laat sporen na, ook tot nu toe onbekende gevolgen kunnen later van vitaal belang zijn. Daarom dient men te zorgen voor een nauwgezette naleving van gemaakte afspraken en wetten.

We mogen ook niet uit het oog verliezen dat de visserij momenteel een groter impakt heeft op de stocks dan de verontreiniging (14).

Er wordt gepleit voor een globaal en gekoördineerd beheer van de zee in de meest ruime zin om tot een efficiënt en rationeel gebruik van de "erfenis van de hele mensheid" te komen (11).

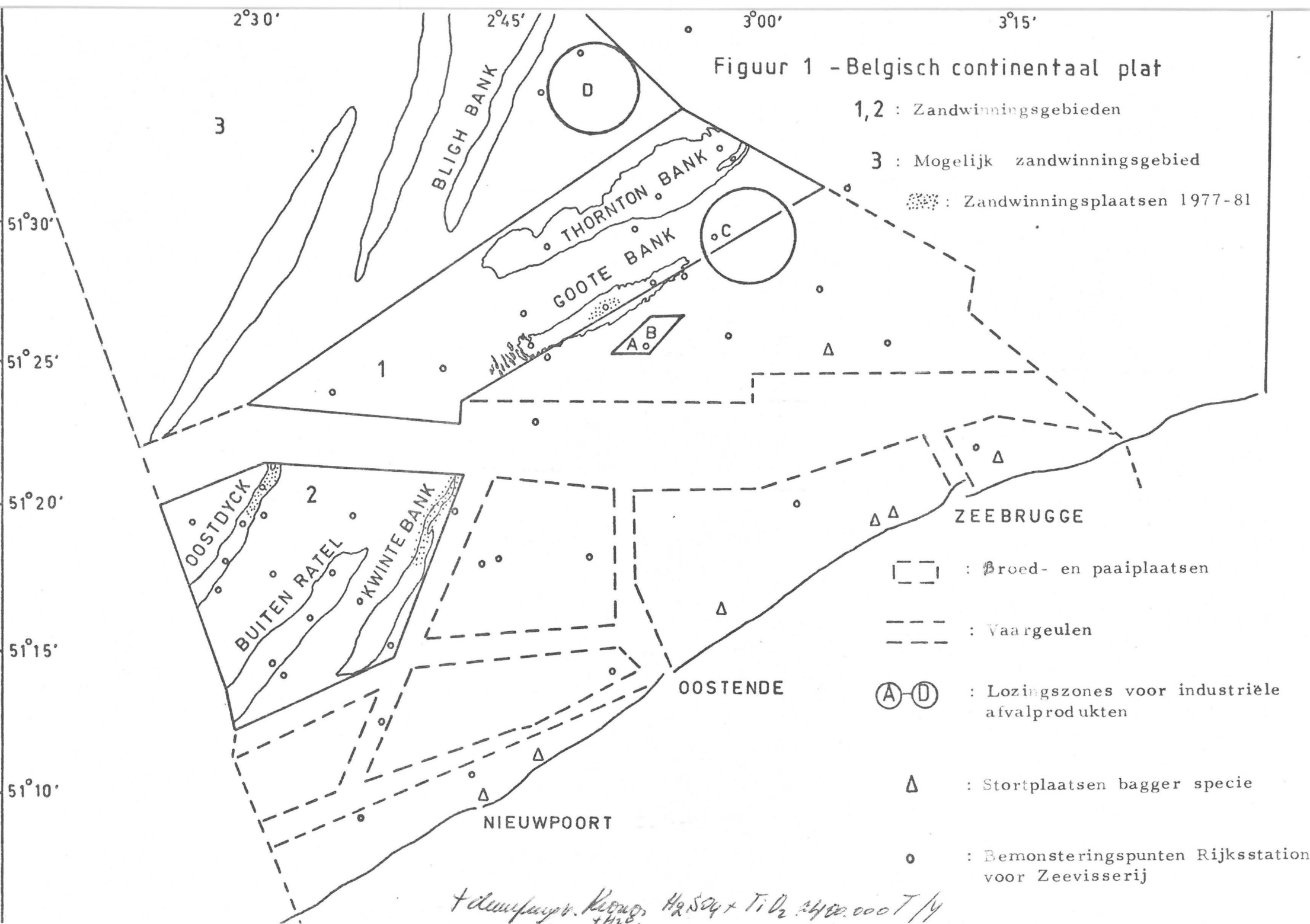


Bibliografie.

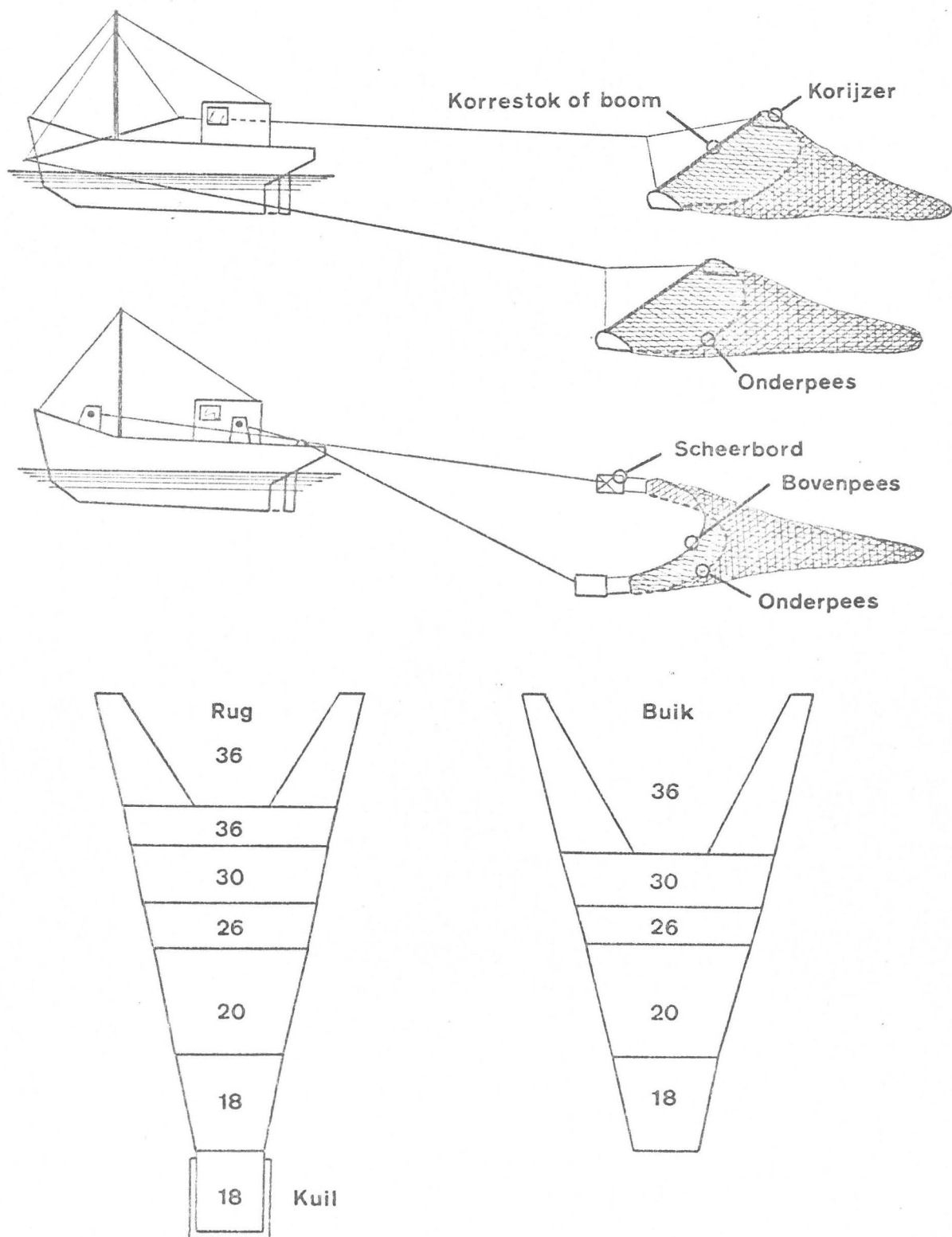
- ( 1 ) Ices (1978) : Cooperative Research Report, nr 77 - Input op Polluants to the Oslo Commission Area .
- ( 2 ) OSCOM (1981) : Seventh Meeting of the Oslo Commission : Brussels 10-12 June 1981 ; Table 4.
- ( 3 ) Nihoul, J. en Polk, P. (1977) : Trofische ketens en cyclus der nutriënten. Boekdeel 8 ; Projekt Zee : eindverslag Nationaal onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma leefmilieu en water.
- ( 4 ) De Groot, S.J. en Apeldoorn, J. (1971) : Some experiments on the influence of the beam trawl on the botten fauna. ICES Gear and Behaviour Comm. ; CM 1971/B:2.
- ( 5 ) De Groot, S.J. (1973) : De invloed van trawlen op de zeebodem. Visserij, 26 : 7 ; blz. 401-409.
- ( 6 ) Margetts, A.R. en Bridger, J.P. (1971) : The effects of a beamtrawl on the sea-bed. Ices, Gear and Behaviour Comm. CM 1971/B:8.
- ( 7 ) Bridger, J.P. (1972) : Some observations on the penetration into the sea-bed of tickler chains on a beam trawl. ICES, Gear and Behaviour Comm. CM 1972/B:7.
- ( 8 ) Lloyd, M. en Gheraldi, R.J. (1964) : A table for calculating the equitability component of species diversity. J. Animal Ecology, 33 ; blz. 217-225.
- ( 9 ) Simpson, E.H. (1949) : Measurements of diversity Nature, 163 ; blz. 688.
- (10) Sørensen, T. (1948) : A method of establishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. K. Danske Vidensk. Selsk., 5 ; blz. 1-34.

- (11) Hovart, P. (1980) : Konfliktsituaties voor de zeevisserij.  
Med. R.v.Z. (C.L.O. Gent) Publikatie nr. 166.
- (12) Korringa, P. (1975) : Een belangwekkend symposium van de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee.  
Visserij, 6, blz. 372-376.
- (13) Postma, H. (1978) : The nutrient contents of the North Sea water : changes in recent years, particularly in the Southern Bight.  
Rapp. P.v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 172, blz. 350-357.
- (14) Cole, H.A. (1980) : Changes in North Atlantic Fisheries.  
Mar. Poll. Bull. vol. 11 : 2 ; blz. 33.

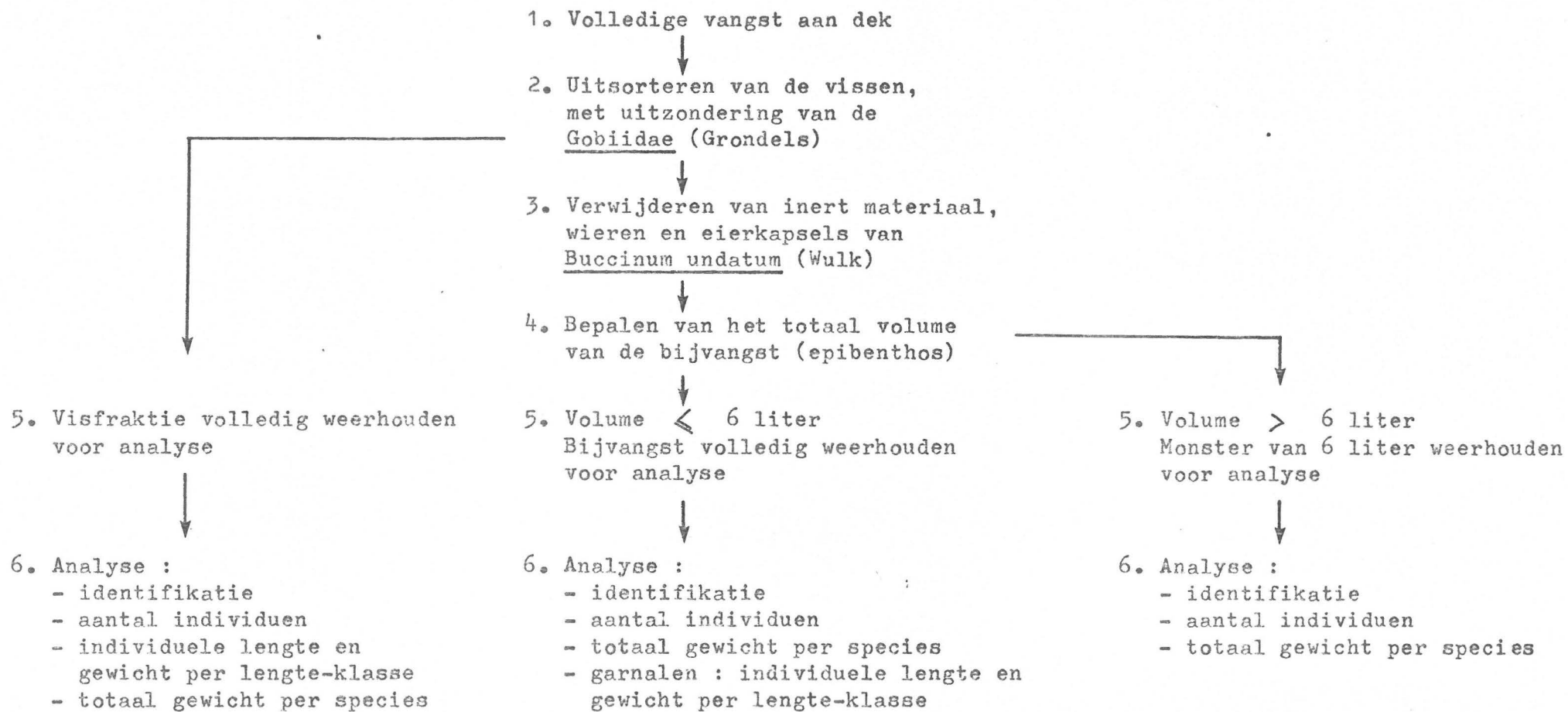
Figuur 1 - Belgisch continentaal plat



*Handwritten note:* + decomp. v. K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + TiO<sub>2</sub> 2400.000 T/4

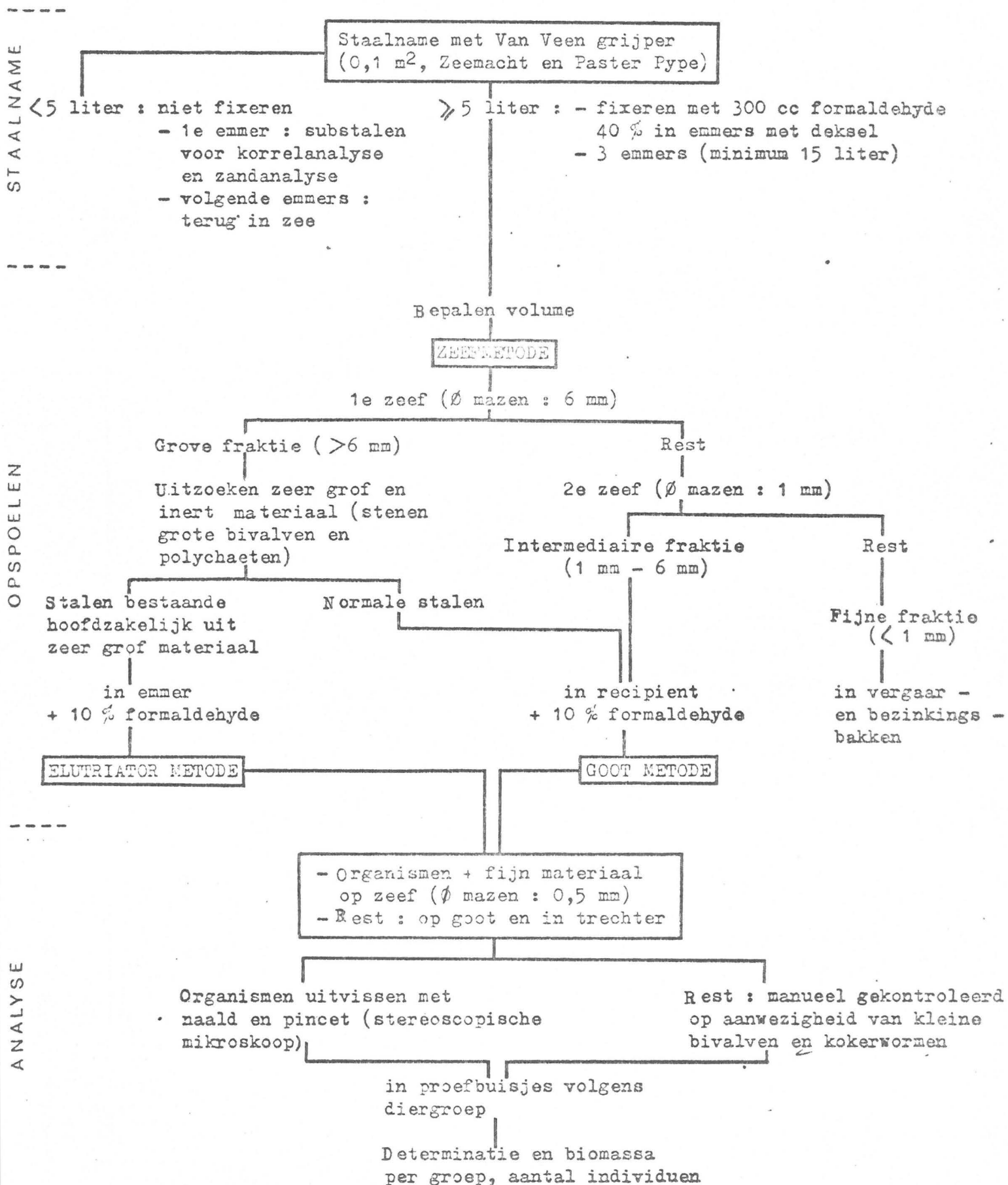


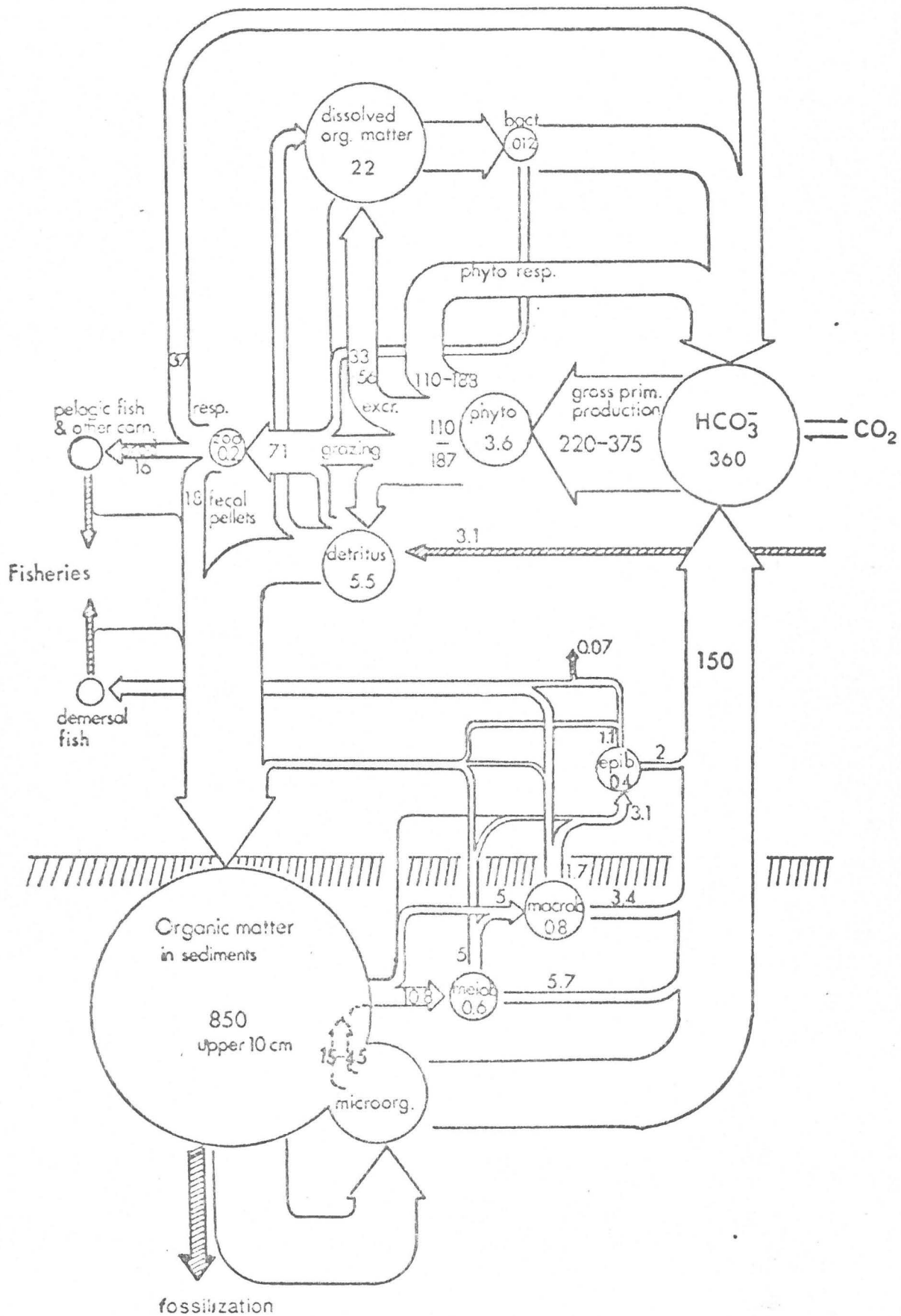
Figuur 2 - Bokkenvisserij (boven), plankvisserij (midden) en plan van het plankennet dat voor de bemonsteringen werd gebruikt (onder). De cijfers in dit plan geven de maaswijdten van de verschillende netgedeelten aan.



Figuur 3 - Visserij : overzicht staalname-procedure en vangstanalyse

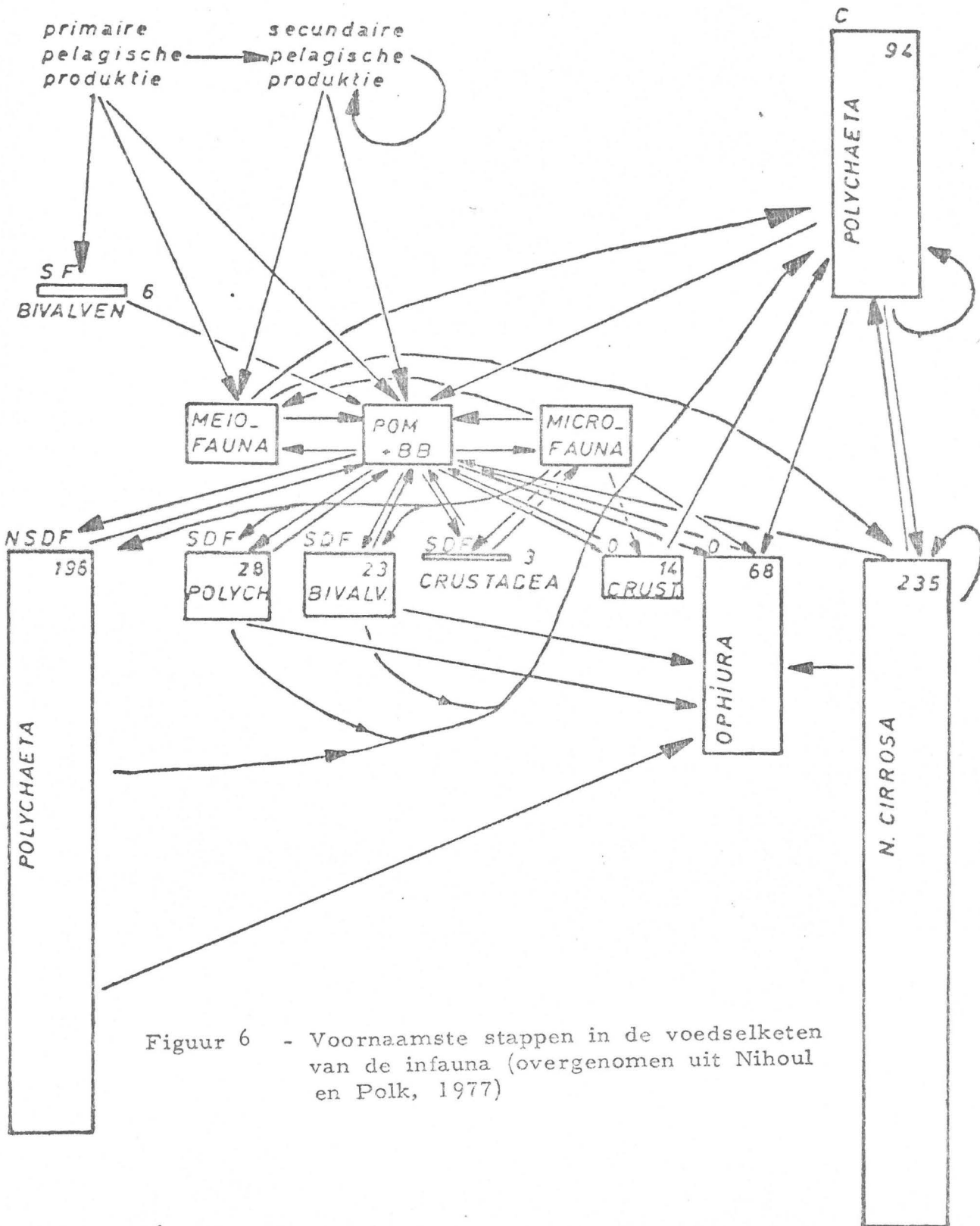
Figuur 4 - Staalnameprocedure, opspoeltechniek en analysemetode voor macrobenthos





Figuur 5 - Jaarlijks bilan van de transferten van koolstof in het ecosysteem van de Noordzee (overgenomen uit Nihoul en Polk, 1977)(3)

- : gemiddelde jaarlijkse biomassa van de stock in  $g C/m^2$
- : flux naar andere compartimenten in  $g C/m^2$  per jaar
- : uitwisseling met de buitenwereld
- : zeebodem



Figuur 6 - Voornaamste stappen in de voedselketen van de infauna (overgenomen uit Nihoul en Polk, 1977)

S. F. : suspension feeders

N. S. D. F. : non selective deposit feeders

O. : omnivores

C. : carnivores, predators

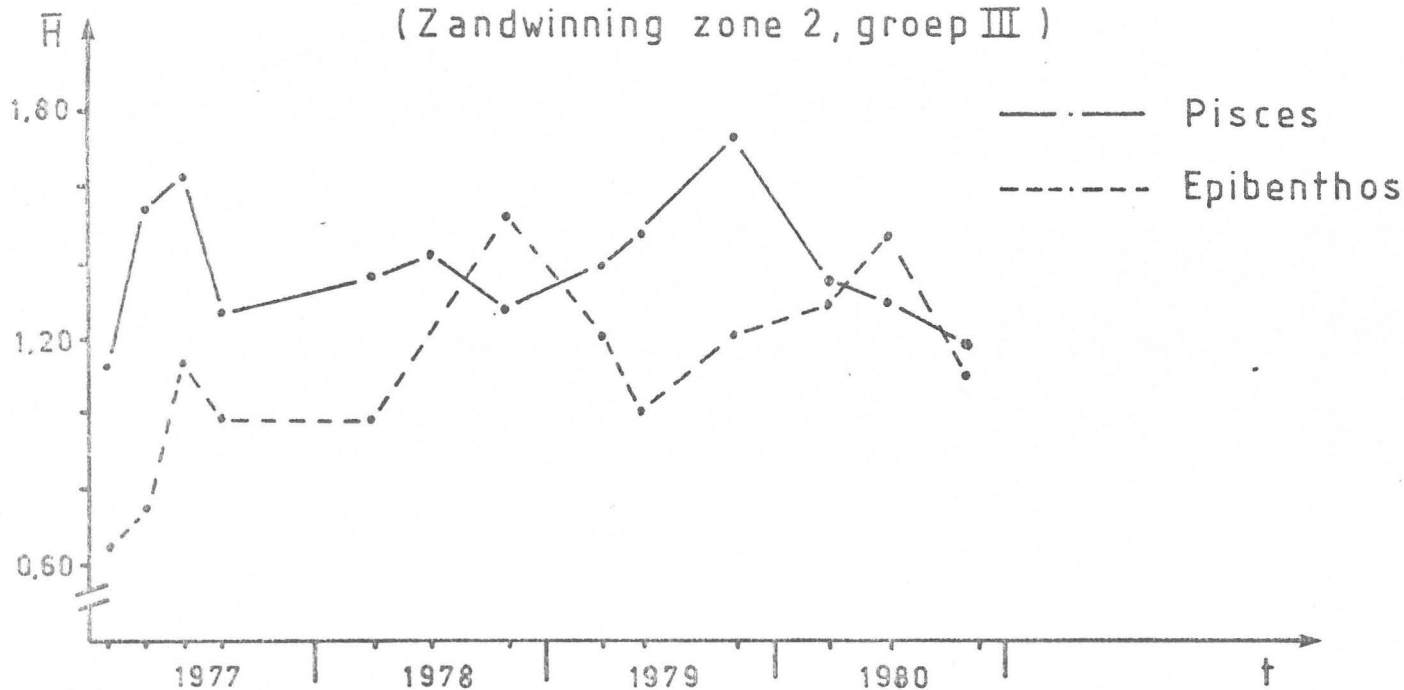
P. O. M. : particulate organic matter

B. B. : benthic bacteria



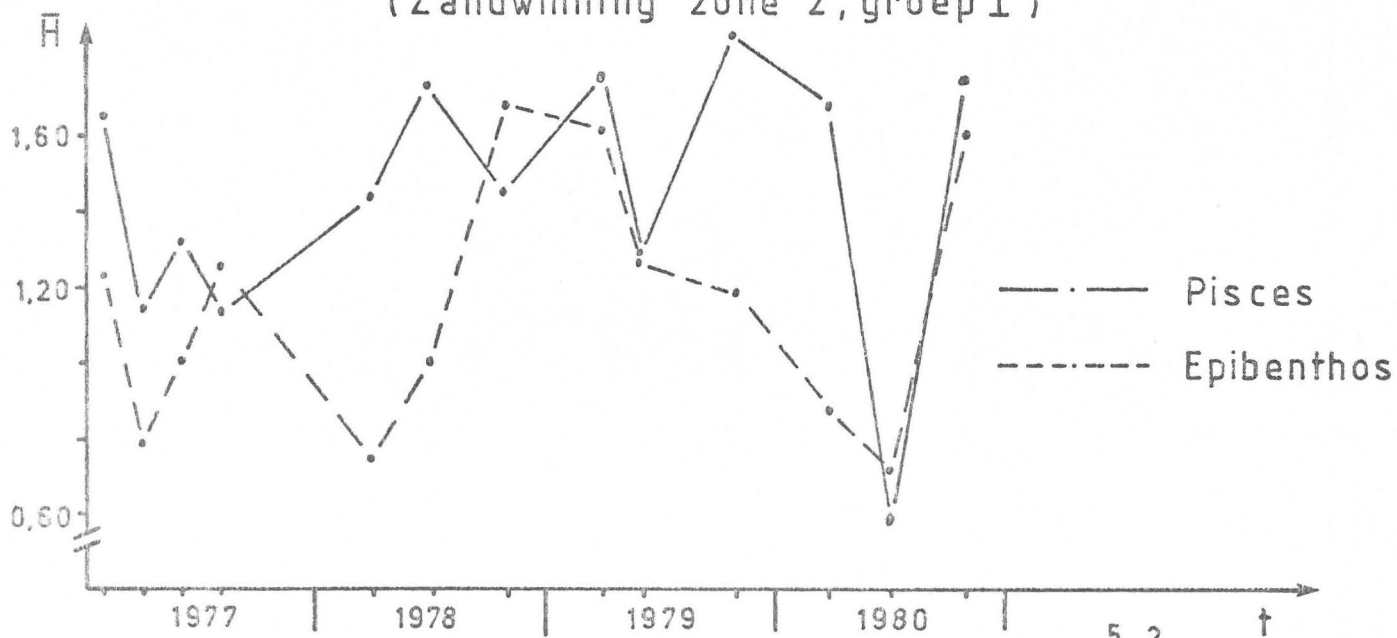
Figuur 7 - Gemiddelde diversiteit indices Pisces-epibenthos

(Zandwinning zone 2, groep III)

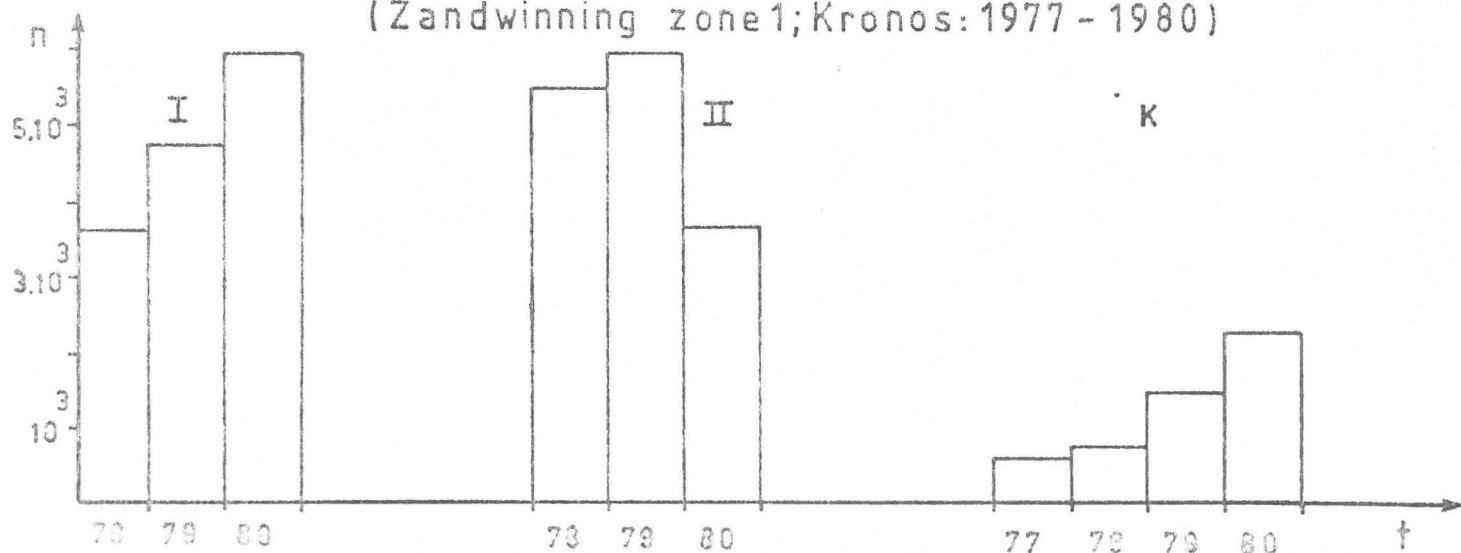


Figuur 8 - Gemiddelde diversiteit indices Pisces-epibenthos

(Zandwinning zone 2, groep I)



Figuur 9 - Gemiddelde abundantie Pisces in n/10m  
(Zandwinning zone 1; Kronos: 1977 - 1980)



Tabel 1 - Input van pollutanten, volgens herkomst (a)

Input	Herkomst	Huishoudelijk afval (%)	Industriële afval (%)	Rivieren (%)	Dumping (%)	Atmosfeer (%)	Totaal t/j
Stikstof		9,4	6,0	82,7	1,9	-	1.175.466
Fosfor		18,3	15,4	58,3	8,0	-	162.643
Stoffen in suspensie		2,6	62,6	34,8	-	-	14.930.100
BOD		25,3	22,1	52,6	-	-	1.785.000
IJzer		1,3	4,3	66,2	-	28,2	372.597
Magnesium		1,0	-	87,2	-	11,8	34.617
Cadmium		5,8	3,4	37,6	7,9	47,3	1.120
Koper		5,2	7,7	24,0	20,9	42,2	11.601
Chroom		2,7	2,6	41,5	42,0	11,2	6.455
Nikkel		4,4	3,5	48,5	10,5	33,1	4.986
Lood		1,7	5,3	26,0	28,9	38,1	14.711
Zink		2,3	20,0	34,9	16,5	26,3	55.239
Kwik		16,9	6,3	36,3	34,9	5,6	100

(a) Behelst de Oslo- en NEAFC-zones, met uitzondering van de atmosfeer, waarvoor de gegevens enkel op de Noordzee betrekking hebben (overgenomen uit P. Hovart) (1 en 11).

Tabel 2 - Lozingen en winningen op het Belgisch Continentaal Plat

Industriën	Aantal ak- ties per jaar	Aantal ton per operatie	Produkt	Ton per jaar (+)
Kronos	± 365	1.100	water zwavelzuur titaandioxide	400.000
Stauffer	± 12	2.200	water zout (Na Cl) stikstof (N) thiocarbama- ten	26.000
Bayer	± 365	1.000	water zwavelzuur titaandioxide	400.000
Hooker <i>(Kunsthar)</i>	5	500	water fenolen	2.500
Gist <i>(Brazz)</i>	4	2.000	water proteolytische enzyme resten	8.000
baggeren	doorlopend	variërend	slib zand	30 milj.
zandwinnen zone 1	enkele periodes	variërend	zand	5.700.000 (1979-80)
zone 2	doorlopend	900 à 1.800	zand	3.900.000 (1977-80)

## VERKLARING VAN ENKELE TERMEN

=====

Invertebraten : ongewervelden.

Infauna : invertebraten die in de zeebodem leven

- microbenthos : bacteriën
- meiobenthos : invertebraten die tijdens het opspoelen van het sediment op een zeef (maaswijdte 1 mm), door die zeef spoelen.
- macrobenthos : invertebraten die na het opspoelen van het sediment op een zeef (maaswijdte 1 mm) achterblijven.

Epibenthos : de invertebraten die op de zeebodem leven.

Hyperbenthos : de invertebraten die op de zeebodem leven en zich in de onderste waterlagen kunnen bewegen.

Ichthyofauna : gemeenschap van de vissen.

Pisces : vissen.

Biocoenose : levensgemeenschap.

Demersale vis : vissen die in de onderste waterlagen en op de zeebodem leven.

Pelagische vis : vissen die zich in gans de waterkolom kunnen bewegen.

Turn-over rate : ritme waarmee de bestaande pool aan organische elementen in de populatie wordt vernieuwd.