

De ekologische ontwikkeling van de Voordelta

Deelrapport 1

De huidige ekologische situatie van de Voordelta

J.A. Craeymeersch*, O. Hamerlynck**, K. Hostens**, A. Vanreusel**
& M. Vincx**

* Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Vierstraat 28, 4401 EA
Yerseke, Nederland

** Instituut voor Dierkunde, Sektie Mariene Biologie, K.L.Ledeganckstraat
35, B 9000 Gent, België

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat, Directie Noordzee

Inhoud

<u>Samenvatting</u>	1
<u>Inleiding</u>	5
<u>I. De meiofauna</u>	11
<u>Inleiding</u>	11
<u>I.I. VOORDELTA - 1984-1985</u>	12
<u>I.I.1. MEIOFAUNATAXA</u>	12
I.I.1.1. Meiofaunasamenstelling	12
I.I.1.2. Densiteit	12
I.I.1.3. Biomassa	13
I.I.1.4. Besluit	13
<u>I.I.2. NEMATODA</u>	13
I.I.2.1. Levensgemeenschappen	13
I.I.2.1.1. Ruimtelijke variatie	13
I.I.2.1.2. Temporele variatie	14
I.I.2.2. Densiteit	14
I.I.2.3. Biomassa	15
I.I.2.3.1. Totale biomassa	15
I.I.2.3.2. Individuele biomassa	15
I.I.2.4. Diversiteit	15
I.I.2.5. Trofische structuur	15
I.I.2.6. Besluit	15
<u>I.II. BUITENDELTA'S GREVELINGEN EN OOSTERSCHELDE - 1987</u>	17
I.II.1. Meiofaunasamenstelling	17
I.II.2. Densiteit	17
I.II.3. Biomassa	18
I.II.4. Besluit	18
<u>Lijst van tabellen en figuren</u>	20
<u>II. Het makrobenthos</u>	39
<u>Inleiding</u>	39
<u>II.1. Soortensamenstelling</u>	39
<u>II.2. Aantallen</u>	40
<u>II.3. Biomassa</u>	40
<u>II.4. Levensgemeenschappen</u>	40
II.4.1. Ruimtelijke variatie	40
II.4.2. Soortensamenstelling	41
II.4.3. Aantallen	41
II.4.4. Biomassa	41
II.4.5. Besluit	42
II.4.6. Temporele variatie	42
<u>II.5. Vergelijking van de verschillende buitendelta's</u>	42
<u>II.6. Situering van de Voordelta</u>	43
<u>Lijst van tabellen en figuren</u>	45
<u>III. Het hyperbenthos</u>	59
<u>Inleiding</u>	59
<u>III.1. Aantal soorten</u>	59
<u>III.2. Dichtheid</u>	59
<u>III.3. Biomassa</u>	60
<u>III.4. Levensgemeenschappen</u>	60
III.4.1. Ruimtelijke patronen	60

III.4.2. Temporele patronen	60
III.5. Belang van het hyperbenthos voor vissen	60
III.6. Besluit	61
Lijst van tabellen en figuren	62
IV. De epifauna	69
Inleiding	69
IV.1. Aantal soorten	69
IV.2. Dichtheid	70
IV.3. Biomassa	70
IV.4. Levensgemeenschappen	70
IV.4.1. Ruimtelijke patronen	70
IV.4.2. Temporele patronen	71
IV.5. De Voordelta als kinderkamer	72
IV.6. Situering van de Voordelta	72
IV.7. Besluit	73
Lijst van tabellen en figuren	74
IV. Vogels	85
V. Zeezoogdieren	87
VI. Referenties	89

Samenvatting

Samenvatting

In deze nota wordt, ten behoeve van het Integraal Beleidsplan Voordelta, de bestaande kennis over de huidige ekologische situatie van de buitendelta's van Schelde, Rijn en Maas beschreven. De Voordelta wordt gedefinieerd als het ondiepe zeegebied voor de Zeeuwse en Vlaamse kust vanaf Zeebrugge tot aan Europoort, aan de zeezijde begrensd door de NAP-15m dieptelijn. De nadruk ligt vooral op de structurele en temporele aspecten van de bodemgemeenschappen (met name de meio-, makro-, epi- en hyperbenthische levensgemeenschappen). In het kort wordt ingegaan op de betekenis van de Voordelta voor vogels en zoogdieren.

De belangrijkste voedselstroom in ondiepe sublittorale kustsystemen (zoals de Voordelta) loopt via de benthische heterotrofen. Het meiobenthos, vooral dan copepoden, is een belangrijke voedselbron voor heel jonge (1 à 3 cm) platvissen, kleinere vissoorten (als grondels) en hyperbenthische dieren als garnalen. Ook het makrobenthos is een belangrijke voedselbron voor de hogere trofische niveaus. Mollusken en anneliden worden door de wat grotere platvissen gegeten. Ook zeeëenden eten grotere bodemdieren, met name tweekleppige schelpdieren. Jonge kabeljauwachtigen (steenbolk, wijting), grondels en andere demersale vissoorten zijn belangrijke konsumenten van het hyperbenthos (vooral aasgarnalen). Platvis, garnaal en rondvis zijn voedsel voor de zeehond.

De Voordelta kan, op basis van soortensamenstelling en dichtheden van de infauna, onderverdeeld worden in deelgebieden die gekoppeld zijn aan het dieptepatroon. De geulen zijn het rijkst, met de hoogste dichtheden (meiobenthos: gem. 2700-3000 ind/10cm²; makrobenthos: 14000 ind/m² in stratum 3) en biomassa (meiobenthos: 0.5-0.8 mgDW/10cm²; makrobenthos: 40 gADW/m² in stratum 3). Wat het meiobenthos betreft, zijn nematoden (met een dominantie van Sabatieria soorten en niet-selektieve detritus-eters) er het belangrijkste. Wat makrobenthos betreft, hebben zowel schelpdieren (o.a. Spisula subtruncata) als wormen (o.a. Spiophanes bombyx en Lanice conchilega) er hun hoogste dichtheden. Het platengebied wordt gekarakteriseerd door, qua makrobenthische organismen, kniksprietkreeftjes (Bathyporeia soorten) en, qua meiobenthos, door copepoden (kleine kreeftjes). Wel zijn een gebied gelegen voor de Westerschelde, met name de Wielingen, en een gebied gelegen voor het Haringvliet, biotisch gezien duidelijk apart.

Met een 3m-boomkor werden 45 epibenthische soorten gevangen, maar slechts 34 worden tot het eigenlijke epibenthos gerekend. De gemiddelde dichtheid bedraagt 5000 ind/1000m² en de gemiddelde biomassa is ongeveer 8000 gADW/1000m². De voornaamste groepen zijn zeesterren, garnalen (Crangon crangon) en krabben (strand- en zwemkrab) als ongewervelden en kabeljauwachtigen (steenbolk en wijting), grondels (Pomatoschistus minutus en P. lozanoi) en platvissen (schar, schol en tong) als grote visgroepen. Daarnaast moet zeker het belang van zandspiering op de Banjaardbuitenplaten worden vermeld. Ook wat het epibenthos betreft, kunnen we het onderzochte gebied - met name de buitendelta's van de Oosterschelde en de Grevelingen - onderverdelen in de diepere en ondiepe zones.

In totaal werden 107 hyperbenthische soorten gevangen maar in feite spreken we over 120 functioneel ekologische soorten. De dichtheid van het hyperbenthos is gemiddeld 7000 ind/1000m² en de biomassa bedraagt gemiddeld 7 gADW/1000m². Deze waarde blijkt uit verder onderzoek sterk

onderschat te zijn. De voornaamste groepen zijn makrobenthoslarven (schelpkokerworm), decapodenlarven (garnalen en krabben), aasgarnalen (vnl. Schistomysis spiritus), vislarven en amphipoden (Atylus swammerdami en Gammarus crinicornis). In tegenstelling met de overige benthoscomponenten is, wat het hyperbenthos betreft, geen duidelijk dieptegebonden patroon te herkennen. De ruimtelijke indeling heeft een meer geografisch karakter en splitst in drie deelgebieden: Grevelingen buitendelta, Banjaardgebied en rest Oosterschelde buitendelta. Dit patroon is vooral duidelijk wanneer aasgarnalen dominant zijn, met name in de winter.

Alhoewel we de Voordelta dus globaal gezien kunnen indelen volgens een dieptegradiënt, bestaan er toch grote verschillen tussen de verschillende buitendelta's. Tabel 1 geeft als voorbeeld een overzicht van de verschillen in totale dichtheid en biomassa wat het makrobenthos betreft. Naast het voorkomen van typische gebieden voor de Westerschelde en het Haringvliet (zie hoger), is vooral de Grevelingen karakteristiek. Wat de infauna betreft, worden er de hoogste dichtheden aangetroffen. De nematodendichtheden zijn hier ten minste tweemaal hoger. De makrofauna dichtheden in de Grevelingen buitendelta zijn tot meer dan tweemaal hoger dan in de overige buitendelta's. In het Brouwerhavense Gat treedt een belangrijke concentratie van makrobenthoslarven (o.a. Lanice conchilega), en viseieren, larven en postlarven (o.a. haring en ,vermoedelijk, tong) op. De geul is ook zeer rijk aan aasgarnalen, garnalen, allerlei platvissen (schol, tong, bot), grondels, krabben en zeesterren. Het rijke bodemleven (garnalen, grondels, polychaeten en mollusken) komt er ten goede aan jongere stadia van verschillende commerciële vissoorten. Deze vertoeven er tijdens het eerste levensjaar alvorens dieper de zee in te trekken.

De niet evenredige verdeling van dichtheden en biomassa over de vier buitendelta's heeft ook zijn invloed op de ruimtelijke verspreiding van de hoogste trofische niveaus. Zo eten duikeenden grotere bodemdieren, en dit in ondiepe gebieden met relatief lage stroomsnelheden. Ze komen dan ook vooral voor in de buitendelta's van de Haringvlietmond en de Grevelingen.

Wat zeehonden betreft, bestaat er blijkbaar een konfliktsituatie: voedsel en platen zijn er voldoende, maar een herstel van de populatie wordt door recreatie en de nog aanwezige PCB-gehalten tegengehouden.

In vergelijking met de Waddenzee is de Voordelta, wat het makrobenthos betreft, soortenrijker. De gemiddelde biomassa is echter hoger in de Waddenzee. Hierbij zijn ook andere soorten dominant. In de Waddenzee zijn vooral de mossel (zowel wilde als cultuurpercelen), wadpier, strandgaper en kokkel belangrijk. Van de overige bodemcomponenten zijn voor een vergelijking tussen Voordelta en Waddenzee weinig vergelijkbare gegevens. Enkel voor jonge schol kan een vergelijking gemaakt worden. De dichtheden in de oude Grevelingenmonding blijken in het najaar vergelijkbaar met deze in de Waddenzee.

De Voordelta is, wat makrobenthos betreft, in vergelijking met de Hollandse kust qua soortenaantal rijker. De gemiddelde totale dichtheid in de Voordelta is hoger, de gemiddelde totale biomassa gelijkaardig. Wat epibenthos betreft, vertonen de belangrijkste soorten in de Voordelta in het algemeen en de Grevelingen buitendelta in het bijzonder, hogere dichtheden dan meestal waargenomen in de Zuidelijke Noordzee.

Tabel I. Gemiddelde dichtheid (N/m^2) en biomassa ($gADW/m^2$) makrobenthos in de gehele Voordelta en zijn verschillende buitendelta's (totaal en per stratum (zie hoofdstuk II)), de Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog, de Noordzee en de Waddenzee

dichtheid

	1	2	stratum 3	4	5	totaal
Voordelta						
Westerschelde buitendelta	500	800	9000	3000	-	3000
Oosterschelde buitendelta	300	1200	33000	770	-	4000
Grevelingen buitendelta	400	4000	13000	5000*	-	7000
Haringvliet buitendelta	400	1700	13000	-	1100	5000
totaal	400	2000	14000	5000	1100	4500

Kustzone	2200
Noordzee	1250
Waddenzee	15000**

biomassa

	1	2	stratum 3	4	5	totaal
Voordelta						
Westerschelde buitendelta	2	10	60	30	-	20
Oosterschelde buitendelta	2	10	80	?	-	13
Grevelingen buitendelta	2	9	40	12*	-	20
Haringvliet buitendelta	0.4	20	40	-	20	20
totaal	2	13	40	40	20	20

Kustzone	30
Noordzee	10
Waddenzee	27-44**

* na weglaten van uitbijter

** jaargemiddelde dichtheid (subtidaal) en biomassa (getijdegebieden - subtidaal), inclusief mosselkultures

Inleiding

Inleiding

In het kader van het Integraal Beleidsplan Voordelta is inzicht nodig in de ekologische waarde en potenties van dit gebied (fig.1). Meer specifiek geldt dit inzicht in:

- de huidige ekologische situatie
- de autonome ekologische ontwikkeling
- potentiële ekologische ontwikkelingen
- beleidsinstrumenten

Door RWS-Direktie Noordzee is aan het DIHO gevraagd de inzichten op elk van de genoemde probleemgebieden te rapporteren in vier afzonderlijke deelnota's. De Sectie Mariene Biologie van het Instituut voor Dierkunde van de Rijksuniversiteit Gent is voor dit doeleinde door het DIHO als subkontraktant aangezocht. Beide instellingen hebben immers, in opdracht van RWS-DGW, de laatste jaren veel onderzoek verricht naar de bodemfauna van de Voordelta. In dit rapport hebben we gepoogd alle beschikbare, recente gegevens over het studiegebied te integreren. We moeten ons hierbij vooral beperken tot het subtidale bodemleven. Daarenboven zijn niet alle componenten van dit benthos in dezelfde mate bestudeerd, en dit zowel ruimtelijk als temporeel. Ook is niet alle onderzoek reeds beëindigd. Daarom houden we eraan in deze inleiding een overzicht te geven van het reeds uitgevoerde en nog aan de gang zijnde onderzoek.

Tijdens de periode 1984-1985 is de meiofaunasamenstelling op 20 stations verspreid over het gehele Voordeltagebied nagegaan. Ook is de soortensamenstelling van de nematodengemeenschappen over deze periode nader bestudeerd. Er vonden bemonsteringen plaats in het najaar van 1984 en 1985, en het voorjaar van 1985. Resultaten zijn gerapporteerd in Huys et al (1985, 1986), Vanreusel et al (1986) en Vanreusel (1989). In 1987 is de meiofaunasamenstelling van een honderdtal stations in twee deelgebieden, gelegen in de buitendelta's van de Oosterschelde en de Grevelingen, nagegaan. De eerste resultaten zijn in Craeymeersch et al (1989b) gerapporteerd.

Ook het makrozoöbenthosonderzoek in de Voordelta is in 1984 van start gegaan. In de periode 1984-1986 is het hele gebied geïnventariseerd. Bemonsteringen vonden telkens in het najaar plaats. In 1985 is ook in het voorjaar bemonsterd. De resultaten zijn beschreven in Seip & Brand (1987), Kohsiek & Mulder (1988, 1989) en Buijs et al (1989). Nadien is de studie beperkt tot de buitendelta's van de Oosterschelde en de Grevelingen. Surveys werden in het najaar 1987 en 1988 uitgevoerd. Een aantal resultaten zijn gerapporteerd in Craeymeersch et al (1989a; 1990b). Daarnaast gebeurt in de buitendelta van het Haringvliet sinds 1988 een monitoring van het makrobenthos om milieu-effecten als gevolg van de aanleg van de grootschalige lokatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied te evalueren. Ook dit onderzoek in opdracht van de gemeente Rotterdam, gebeurt in samenwerking met RWS-DGW. De eerste resultaten zijn in Craeymeersch et al (1990a) gerapporteerd.

Het onderzoek naar het epi- en hyperbenthos is slechts in 1988 gestart, en beperkt tot een jaarcyclus van deze fauna op 12 plaatsen en op twee dieptes in de buitendelta's van de Oosterschelde en de Grevelingen (Van Landschoote & Hamerlynck, 1988; Hamerlynck et al, 1990).

Daarnaast wordt in deze en volgende deelnota's ook, weliswaar kort, ingegaan op de betekenis van de Voordelta voor vogels en zoogdieren. Hiervoor hebben we ons gebaseerd op de resultaten van de vanaf 1975 door RWS-DGW regelmatig gehouden vogeltellingen per vliegtuig. De eerste

resultaten van deze vogel- en zoogdiertellingen zijn gerapporteerd in Baptist & Meininger (1984).

Zoals uit geschetst overzicht van de lopende projekten blijkt, zijn niet alle componenten van het Voordelta ecosysteem onderzocht. De beperkte informatie over het fytoplankton, het fytobenthos, de planktonische bacteriën, het zoöplankton en de visetende vogels is te vinden in Kohsiek & Mulder (1988), Baptist & Meininger (1984) en Vos (1989). Deze en volgende nota's zijn daarom beperkt tot een analyse van de heterotrofe componenten van de benthische voedselketen, waarmee wel de belangrijkste voedselstroom geïllustreerd wordt. De graasactiviteit van het zoöplankton is in kustzeeën, in tegenstelling tot in open zeeën, immers relatief onbelangrijk (Joiris et al, 1982; Hannon & Joiris, 1989), waardoor ook de produktie van pelagische vissen en piscivoren beperkt is. Ook benthische diatomeeën spelen op de meeste plaatsen in de Voordelta vrijwel geen rol (Vos, 1989). Wel een belangrijke rol in kustecosystemen spelen planktonische bacteriën en benthische heterotrofen. In de zuidelijke bocht van de Noordzee consumeren beide componenten zo'n 40% van de primaire produktie (Hannon & Joiris, 1989), met relatief hoge demersale visprodukties tot gevolg. Slechts een klein gedeelte van de energiestroom komt de pelagische visproduktie te goed, met name onrechtstreeks via de predatie van bacteriën door het herbivore zoöplankton.

In het Voordelta benthosonderzoek wordt dus aandacht besteed aan zowel de fauna die in de bodem leeft (infauna) als aan de fauna die in min of meerdere mate afhankelijk is van de onmiddellijke nabijheid van de bodem (epifauna). Wat de infauna betreft, worden de componenten meiobenthos en makrobenthos beschouwd. Het makrobenthos is gedefinieerd als de groep van ongewervelde bodemdieren die een zeef met ronde openingen van 1 mm diameter niet passeren. Deze grens is tevens de bovengrens voor het meiobenthos. Analooq is als ondergrens voor het meiobenthos een maaswijdte van 38 μ m gebruikt. De epifauna wordt verder onderverdeeld in epibenthos en hyperbenthos. Als hyperbenthos beschouwen we de dieren die in de onderste zone van de waterkolom leven en in zekere mate van de bodem afhankelijk zijn. Eigenlijk hanteren we een werkdefinitie: het hyperbenthos is datgene (groter dan 1mm) wat we met de hyperbenthische slee vangen, met uitzondering van de dingen die manifest tot andere categorieën behoren, of toevallig in het net terecht komen. Zo is het voorgekomen dat in een enkele sleep een volwassen kabeljauw aangetroffen wordt of, dat door een kanteling van het toestel, echte makrobenthossoorten in het net zitten. Voor vissen, krabben en garnalen werden die grootteklassen uitgesloten die met de boomkor efficiënt bemonsterd worden en dus tot het epibenthos behoren. Net als voor het hyperbenthos gebruiken we voor het epibenthos een werkdefinitie, nl. alle makrocomponenten die op of vlak boven de bodem leven, die efficiënt met de boomkor worden bemonsterd en niet manifest tot andere categorieën behoren. In figuur 2 wordt de samenhang tussen de componenten meio-, makro- en epibenthos geschetst.

De voor u liggende nota is de eerste uit de reeks van vier die de huidige kennis van de ekologische waarde van de Voordelta zal schetsen. In deze nota wordt de huidige ekologische situatie van dit gebied beschreven. Naast een beschrijving van het bodemleven (dichtheid, biomassa, diversiteit, ruimtelijke en temporele variaties) wordt de betekenis van het bodemleven voor vissen, vogels en zoogdieren geschetst. De verschillende componenten worden in aparte hoofdstukken besproken. In

een samenvatting wordt de samenhang tussen deze componenten geschetst.

In een tweede nota zal vanuit een beschrijving van de relatie tussen bodemleven en omgeving, en de autonome morfologische ontwikkeling de toekomstige situatie van dit bodemleven geschetst worden. In een derde nota zal ingegaan worden op beleidsgerichte vragen die verband houden met de beïnvloeding van het ecosysteem. Hoe kan het bodemleven positief beïnvloed worden? Wat is het effect van ingrepen als bijv. het openen van de Haringvlietsluizen of van bodemvisserij? Tot slot zullen we, in een vierde deelnota, een aantal instrumenten schetsen en/of evalueren die gebruikt kunnen worden bij het toetsen van de doelstellingen van het beleid.

Voor de technische gegevens van materiaal en methoden wordt verwezen naar de verschillende rapporten hierboven vermeld.

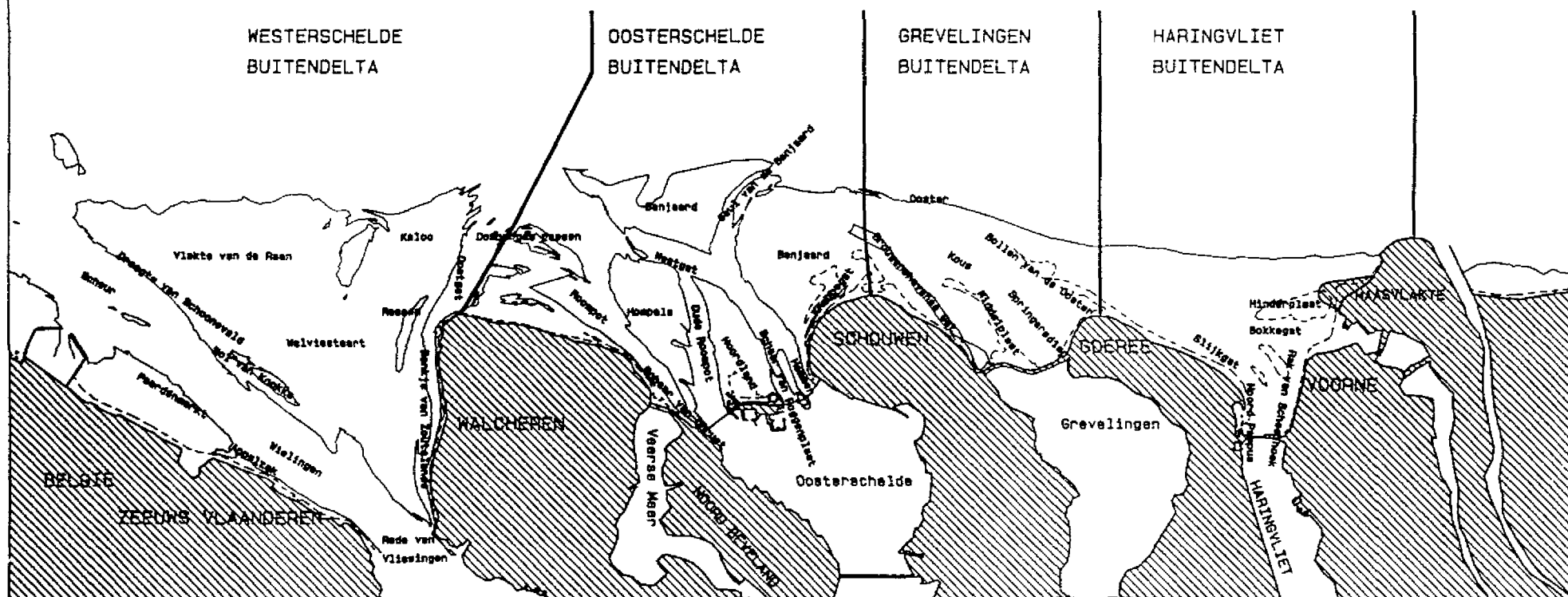
Tot slot dient vermeld te worden dat zowel de inhoud als vorm van deze deelnota's tot stand gekomen is in diskussies tussen het Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek (DIHO), de Sektie Mariene Biologie van het Instituut voor Dierkunde van de Rijksuniversiteit Gent, de Dienst Getijdewateren (DGW) en de Direktie Noordzee van de Rijkswaterstaat, en het Advies- en Onderzoeksbureau voor Duinbeheer Duin en Kust. Bij deze diskussies waren volgende personen betrokken:

Delta Instituut:	C. Heip
	J. Craeymeersch
Rijksuniversiteit Gent:	M. Vincx
	O. Hamerlynck
	A. Vanreusel
	K. Hostens
	J. Mees
Dienst Getijdewateren:	J. Mulder
	A. Smaal
	L. van Geldermalsen
	A. Phernambucq
Direktie Noordzee:	J. van Alphen
Duin en Kust:	K. Vertegaal

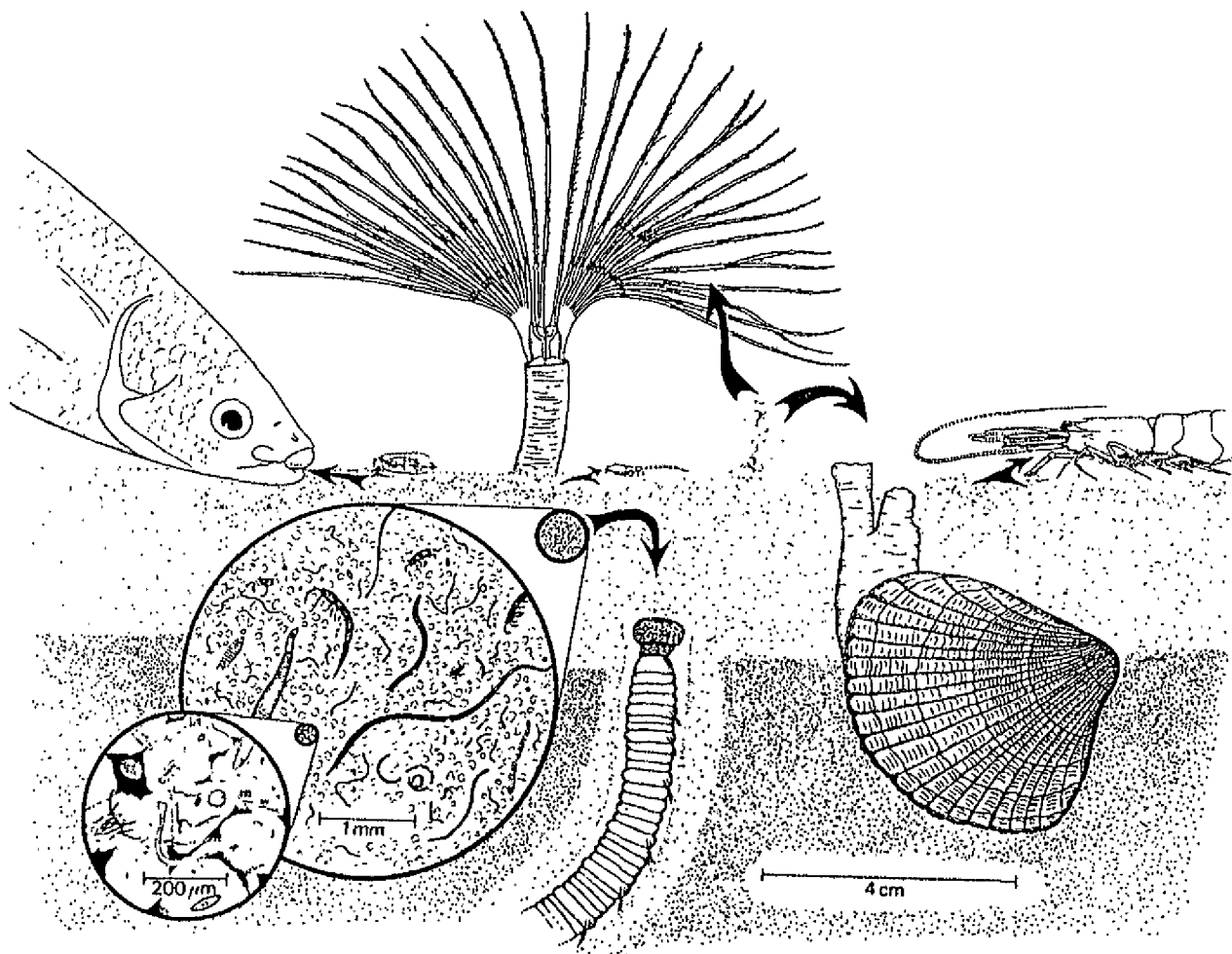
Verder willen we ook J. Buijs bedanken voor het opsnorren van velerlei gegevens en het maken van de mooie kleurenplaatjes.

Figuur 1. Morfologische kaart van de Voordelta

— 10 m - NAP
 - - - 2.5 m - NAP



Figuur 2. Samenhang tussen meio-, makro- en epibenthos, geschetst in een hypothetisch voedselweb (Platt, 1981).



Meiofauna

I. De meiofauna

A. Vanreusel & M. Vincx

Instituut voor Dierkunde, Sektie Mariene Biologie, K.L. Ledeganckstraat, 35, B 9000 Gent, België.

Inleiding

Uit de literatuur weten we dat de dichtheid (densiteit) van meiofauna organismen gemiddeld gelijk is aan 1×10^6 individuen per m^2 , wat overeenkomt met een biomassa van $2 \text{ g } m^{-2}$ (dit is ongeveer 4% van de makrofauna biomassa). Doch met een turnoversnelheid van ongeveer 9 (en zelfs meer, zie Vranken et al., 1986), is de meiofauna verantwoordelijk voor ongeveer 33% van de benthische produktie (Gerlach, 1971, 1978).

Het belang van deze produktie voor het ecosysteem is nog grotendeels ongekend. Aanvankelijk dacht men dat meiofauna een energetisch eindpunt betekende in het voedselweb, voornamelijk in kompetitie met de makrofauna voor de primaire voedselbronnen (McIntyre, 1969); in de detritusvoedselketen is de meiofauna echter een zeer belangrijke komponent (Tenore et al., 1977) evenals bij de nutriëntenomzetting.

Recent onderzoek heeft ook aangetoond dat voornamelijk meiobenthos-organismen, die bovenop het sedimentoppervlak leven, zeer belangrijk zijn als voedsel voor de grotere makrobenthosorganismen en voor de vissen.

Voornamelijk in getijdengebieden en in ondiepe sublittorale gebieden (zoals de Voordelta) is het meiobenthos een belangrijke voedselbron voor jonge (30-60 mm) platvissen en salmoniden of voor kleinere vissen (o.a. grondels) die zelf als voedsel gebruikt worden door de grotere commerciële soorten (zie Gee, 1989 voor een overzicht).

De nematoden, copepoden, turbellariën en gastrotrichen zijn de belangrijkste (qua aantallen) meiofaunagroepen met meestal een dominantie van nematoden en/of copepoden afhankelijk van de sedimentsamenstelling van de bodem. Het relatieve belang voor de hogere trofische niveaus loopt niet parallel met hun aanwezige aantallen. Het zijn voornamelijk de grotere copepoden die worden gepredateerd (hierbij is vooral de levenswijze van de prooi bepalend: de nematoden (die meestal 10 tot 1000 maal grotere dichtheden hebben dan gelijk welke andere groep) hebben een meer verborgen levenswijze in de bodem, zodat ze moeilijker door epibenthisch levende vissen en makrobenthos worden gepredateerd). Echte deposit-feeders daarentegen kunnen voornamelijk niet selektief, allerhande meiofauna (dus ook de nematoden) samen met het sediment verorberen (hiervan zijn o.a. volgende voorbeelden gekend: de amphipode Pontoporeia, de polychaeten Harmothoe sarsi en Podarke pugettensis, de grijze garnaal Crangon en andere kreeftachtigen); deze detritus-voedselketen is van zeer groot belang in modderige substraten (een echte kwantificering van deze processen is tot dusver nog niet gebeurd).

Zoals in de algemene inleiding vermeld, zijn twee reeksen van meiofauna gegevens van de Voordelta voorhanden. Beide perioden (1984-1985 en 1987) worden in dit rapport apart gehouden daar slechts 3 stations van de eerste campagne gelegen zijn in de proefgebieden van 1987.

De gegevens werden geanalyseerd door middel van een multivariate analyse (TWINSPAN) waarbij de relatieve abundantie van de meiofaunagroepen en van de nematodensoorten werden gebruikt als basisgegevens. De verschillende structurele parameters van de meiobenthosgemeenschappen worden dan verder in functie van die stationsindeling (twingroepen) besproken.

1.1. VOORDELTA - 1984-1985

1.1.1. MEIOFAUNATAXA

Op basis van de relatieve abundantie van de 14 gevonden meiobenthische groepen, waarbij alle waarden van de drie campagnes worden gebruikt, kan het Voordeltagebied ingedeeld worden in vier strata. Deze vier deelgebieden zijn weergegeven in Fig.1. De absolute en relatieve dichtheden van de verschillende meiofaunagroepen worden in tabel I gegeven.

1.1.1.1. Meiofaunasamenstelling (Fig. 2 en 3)

Stratum 1 en stratum 2 zijn gekenmerkt door een overdominantie aan nematoden, waarbij stratum 2 zich van stratum 1 onderscheidt door het hoge aandeel van de tardigraden.

Stratum 3 en stratum 4 zijn beide gekenmerkt door een hoog percentage copepoden (resp. 40 en 25 %); de nematoden zijn ongeveer even belangrijk in aantal (resp. 36 en 48 %) terwijl de turbellaria een belangrijke derde groep vormen (resp. 13 en 17 %). Het aantal taxa verschilt echter niet significant tussen de vier strata (Fig. 3) met respectievelijk een gemiddelde van 6 taxa voor stratum 1, 7 taxa voor stratum 2, 9 taxa voor stratum 3 en 6 taxa voor stratum 4.

Dus de groepsdiversiteit (hier uitgedrukt in de eenvoudige maat : 'aantal taxa') is niet verschillend voor de vier strata.

In de volgende hoofdstukken worden zowel de parameters van de totale meiofauna als van de nematoden en copepoden apart besproken.

1.1.1.2. Densiteit (Fig. 4, 5 en 6)

Stratum 1 en 2 zijn beide gekenmerkt door de hoogste densiteiten (tussen 2700 en 3000 ind./10 cm² gemiddeld), terwijl stratum 3 en 4 door densiteiten lager dan 1000 ind./10 cm² gekenmerkt zijn.

De meiofaunadichtheden worden hoofdzakelijk bepaald door de waarden van de nematoden (zie Fig 5); alleen stratum 3 en 4 hebben hoge waarden voor copepoden (zie Fig 6).

I.I.1.3. Biomassa

De totale biomassa van de nematodengemeenschappen is het hoogst voor de strata 1 en 2 (0.747 en 0.482 mg DW/10 cm²), laag en ongeveer gelijk voor de strata 3 en 4 (0.08 en 0.09 mg DW/10cm²), zie ook bij punt I.I.2.

I.I.1.4. Besluit

De geulen (stations 46, 32, 55, 26 en 67 (fig. 1; nummering als fig.7) hebben, samen met het station 3 in de Haringvliet buitendelta en de twee stations (nrs 54 en 63) op de Vlake van de Raan (buitendelta Westerschelde) de hoogste meiobenthische densiteit en biomassa (3000 ind./10 cm² of 0.5-0.8 mg DW/10 cm²). Bovendien is station 3 ter hoogte van de Haringvliet gekenmerkt door een lage individuele biomassa.

De platen in de Oosterschelde buitendelta vertonen een gevarieerd patroon: station 45 behoort tot stratum 3 en is gekenmerkt door een hoge densiteit aan copepoden; station 39 behoort tot stratum 4 waartoe ook het station 18, gelegen op de platen in de Grevelingen buitendelta, behoort. Station 24 en 25, méér off-shore gelegen in de Grevelingen buitendelta vertoont veel gelijkenis met enkele platen in de Oosterschelde buitendelta.

Het ganse Voordeltagebied is gekenmerkt door een gemiddeld aantal meiobenthostaxa variërend tussen 6 en 9 per station. Gezien de zeldzaamheid van 10 van de 14 meiobenthische groepen, zijn grotere stalen vereist om een nauwkeurige schatting te maken van de diversiteit. Daarom is op dit aspect niet verder ingegaan (zie echter wel bij de bespreking van de nematodengemeenschappen).

I.I.2. NEMATODA

I.I.2.1. Levensgemeenschappen

I.I.2.1.1. Ruimtelijke variatie (Fig. 7)

In totaal werden in de 20 stations van de Voordelta, gespreid over de drie bemonsteringscampagnes (1984 - 1985), 242 nematodensoorten gevonden, behorende tot 90 genera en 29 families. Fig.7 toont de klassifikatie in zes twingroepen van alle replika's over de drie campagnes samen.

Op basis van de soortensamenstelling van de nematodengemeenschappen worden de 20 stations van de Voordelta in eerste instantie opgesplitst in een groep van stations die zich bevinden op de ondiepe platen en een groep van diepere stations.

De geulstations onderscheiden zich door de dominantie van Sabatieria soorten. Er worden drie verschillende types Sabatieria gemeenschappen gevonden :

** een Sabatieria-Daptonema gemeenschap (TWIN 4a).

Naast de dominantie van verschillende Sabatieria en Daptonema soorten zijn Odontophora rectangula, Prochromadorella longicaudata en P. attenuata, de meest algemene subdominante soorten. Deze gemeenschappen bevinden zich ter hoogte van de buitenoever van de Haringvliet buitendelta (station 1), in de Grevelingen buitendelta (station 26), en plaatselijk in de Oosterschelde buitendelta, met name nabij de Domburgse rassen (station 32).

** een gemeenschap bestaande uit vooral konservatieve soorten, met naast Sabatieria punctata, ook Metoncholaimus scanicus, andere Thoracostomopsidae, Oncholaimidae en grote predatorische soorten (TWIN

4b). Deze gemeenschap is karakteristiek voor Roompot (buitendelta Oosterschelde) en de noordelijke buitenoever van de Westerschelde buitendelta (de stations 46 en 55).

** een Daptonema tenuispiculum - Sabatieria punctata - Ascolaimus elongatus gemeenschap (TWIN 3). Deze gemeenschap, bestaande uit eurytope, tolerante soorten, is typisch voor de mondingsgeul van de Westerschelde (de Wielingen) (station 65 en 67).

Ook op de ondiepe platen worden drie soorten gemeenschappen onderscheiden:

** naargelang het station is een van de volgende soorten abundant : Daptonema stylosum, Bathylaimus capacosus, Metadesmolaimus aduncus, Microilaimus ostracion en Onyx perfectus (TWIN 1a). Deze gemeenschappen worden teruggevonden in het grootste deel van de ondiepe stations. Deze zijn gelegen op de Vlake van de Raan (de stations 54 en 63), de ondiepe platen in de Oosterschelde buitendelta (de stations 28, 31, 39), in de Kous en Ooster in de Grevelingen buitendelta (stations 18, 24, 25) en in de Haringvliet buitendelta (station 11).

** Dichromadora hyalocheile is dominant, terwijl Siphonolaimus ewensis, Sigmaphoranema rufum en Prochromadorella attenuata de belangrijkste subdominante soorten zijn (TWIN 1b). Deze gemeenschappen bevinden zich aan de rand van het Westgat (de stations 37 en 45), en in de Schaar van Onrust, nabij de stormvloedkering (station 43), dus allen in de buitendelta van de Oosterschelde.

** De gemeenschappen van station 3, gelegen ten zuiden van de Maasvlakte, zijn gekenmerkt door de dominantie van Hypodontolaimus setosus, Metadesmolaimus pandus, Theristus pertenuis als dominante soorten, terwijl Eleutherolaimus stenosoma en Leptolaimus elegans subdominant zijn (TWIN 2). Dit zijn vooral euryhalie soorten, aangepast aan brakke milieuomstandigheden. Dit gebied wordt gekenmerkt door een verhoogde zoetwatertoevoer tijdens bepaalde perioden van het jaar.

I.I.2.1.2. Temporele variatie

Bij de analyse van de drie campagnes samen wordt vastgesteld dat alle replika's per punt over de drie campagnes meestal tot op een zeker hiërarchisch niveau een grote affiniteit voor elkaar vertonen. Met andere woorden, de soortensamenstelling van de meeste Voordeltastations is relatief stabiel in de periode 1984 tot 1985. De grootste temporele variatie wordt waargenomen in de stations 65 en 67 van de Wielingen (Westerschelde buitendelta), en in station 46 van de Roompot (Oosterschelde buitendelta). In de Wielingen zijn de veranderingen in de soortensamenstelling gekorreleerd aan veranderingen in het sediment (dit gebied wordt gekenmerkt door tijdelijke slibakkumulaties van 1 tot 60 %). Station 46 is onstabiel in de tijd wat de sortering van het sediment betreft. Veranderingen in de soortensamenstelling zijn echter niet direkt gekorreleerd aan veranderingen in de sortering van het sediment.

I.I.2.2. Densiteit (Fig. 8)

In de periode 1984 -1985 varieert de nematodendensiteit over de 20 stations van de Voordelta tussen 30 en 12000 individuen per 10 cm². Er worden significante verschillen gevonden op basis van de gemiddelde densiteit tussen de zes twingroepen. De ondiepe stations (TWIN 1a en 1b) onderscheiden zich door hun lage densiteit (< 500 ind/10 cm²) van alle overige stations (die, met uitzondering van station 3 of TWIN 2, dieper

gelegen zijn). TWIN 4a en TWIN 2 onderscheiden zich door hun hoge densiteiten (1500 - 12000 ind/10 cm²). TWIN 4b en TWIN 3 zijn gekenmerkt door intermediaire densiteitswaarden.

I.I.2.3. Biomassa

I.I.2.3.1. Totale biomassa (Fig. 9)

De totale biomassa per station varieert tussen 0.020 en 2.05 mg drooggewicht per 10 cm². De totale biomassa is hoog significant en positief gekorreleerd met de densiteit ($r_s = 0.828$, $n = 60$, $p = 0.001$). Er worden ook dezelfde significante verschillen gevonden tussen de respektievelijke twingroepen als voor de densiteit. Hierbij onderscheiden de diepere stations (TWIN 3, 4a en 4b) zich nog meer uitgesproken van de ondiepe platen (op uitzondering van station 3 of TWIN2) door hun hoge biomassawaarden (0.1 - 2.05 mg DW/10 cm²).

I.I.2.3.2. Individuele biomassa (Fig. 10)

De gemiddelde biomassa per individu (= individuele biomassa) en per station varieert tussen 0.085 en 2.460 µg drooggewicht (DW) en bedraagt gemiddeld 0.402 µg voor de Voordelta. De grootste gemiddelde individuele biomassawaarden (0.5 - 2.46 µg DW) worden aangetroffen in de zeewaartse uitloper van de Oosterscheldegeul (TWIN 4b). Hier worden vooral conservatieve soorten gevonden (zie hoger). De stations van TWIN 1a en 4a worden gedomineerd door kleine soorten (<0.5 µg DW). Er wordt geen eenduidige verschil gevonden tussen de geul- en de plaatstations.

I.I.2.4. Diversiteit (Fig. 11)

Er worden significante verschillen gevonden tussen de twingroepen op basis van het aantal soorten.

Het grootste deel van de ondiepe platen (TWIN 1a) wordt gekenmerkt door een hoog aantal soorten (> 25). Het laagste soortenaantal (<20) wordt gevonden in de stations van de Wielingen (TWIN 3). De overige gebieden zijn gekenmerkt door tussenliggende diversiteitswaarden.

I.I.2.5. Trofische structuur (Fig. 12-14)

Vrijlevende nematoden worden gekenmerkt door een grote variatie in de vorm en de grootte van hun mondholte. Steunend op deze variatie worden vier voedingstypes onderscheiden, waarbij wordt verondersteld dat deze morfotypes ook ekologisch van betekenis zijn. De vier types zijn: type 1A of de selektieve detrituseters; type 1B of de niet-selektieve detrituseters; type 2A of de epistratumeters; type 2B of de predatoren en omnivoren. Type 1A is slecht vertegenwoordigd in de Voordelta (5 %) en wordt verder niet beschouwd. Wat de drie overige types betreft, wordt er geen uitgesproken trend waargenomen, die de platen onderscheidt van de geulen. De ondiepe platen (TWIN 1a en 1b) zijn gekenmerkt door iets hogere abundanties van de predatoren/ omnivoren (type 2B); dit in tegenstelling tot de geulen, die worden gekenmerkt door de meer uitgesproken dominantie van niet-selektieve detrituseters (50 - 90 %).

I.I.2.6. Besluit

Sinds de ontwikkeling van monitoring programma's voor het mariene milieu wordt veel aandacht besteed aan de in de bodem levende organismen. Aangezien benthische organismen min of meer sedentair zijn, kunnen

dezelfde gemeenschappen meerdere malen op dezelfde plaats bemonsterd worden. Het opstellen van een model op basis waarvan voorspellingen over de toekomstige evolutie van een biologische gemeenschap gedaan worden (= doel van biologische monitoring), is immers pas mogelijk indien een groot aantal observaties in de tijd zijn uitgevoerd (Heip, 1980). Oorspronkelijk werden vooral makrobenthische gemeenschappen betrokken in monitoring studies. Het belang van het meiobenthos, en meer bepaald de nematoden, wordt recent echter steeds meer benadrukt. De belangrijkste argumenten hiervoor zijn terug te brengen tot de hoge diversiteits- en densiteitswaarden, waardoor deze gemeenschappen gekenmerkt zijn.

De nematodengemeenschappen in de Voordelta zijn, wat hun soortensamenstelling, densiteit, biomassa, diversiteit en trofische structuur betreft, in overeenstemming met de gemeenschappen die in andere sublittorale gebieden worden aangetroffen (zie overzichtsartikel Heip et al., 1985). Voor een meer gedetailleerde vergelijking van de Voordelta met andere gebieden wordt echter verwezen naar een volgend verslag, waar dieper zal worden ingegaan op de korrelaties van de structuur van de nematodengemeenschappen met abiotische omgevingsfactoren. De meeste structurele eigenschappen van de nematodengemeenschappen verschillen immers naargelang de structuur van hun habitat, die voornamelijk bepaald wordt door het sedimentstype, de hydrodynamiek, de saliniteit en het voedselaanbod.

Op basis van bovenstaande gegevens kunnen de nematodengemeenschappen van de Voordelta als volgt gekarakteriseerd worden :

- De structuur van de nematodengemeenschappen in de Voordelta is, met uitzondering van die van de Wielingen, relatief stabiel in de tijd.
- De gemeenschappen van de ondiepe platen worden gekenmerkt door een hoge diversiteit, een lage densiteit en biomassa per oppervlakte-eenheid, en de dominantie van kleine soorten.
- De gemeenschappen van de diepere stations zijn gekenmerkt door de dominantie van Sabatieria soorten, hoge densiteitswaarden en de dominantie van niet-selektieve detrituseters.

I.II. BUITENDELTA'S GREVELINGEN EN OOSTERSCHELDE - 1987

Beide deelgebieden werden samen geanalyseerd om zo de verwantschappen tussen beide zones te kunnen achterhalen. Ook hier kunnen we vier stationsgroepen onderscheiden op basis van de verwantschappen in de relatieve abundanties van de meiobenthische taxa. De positie van de vier verschillende meiofaunastrata (vermeld als stationsgroep 1 tot 4) in het Grevelingen-Oosterschelde gebied zijn weergegeven in figuren 15 en 16.

I.II.1. Meiofaunasamenstelling (Fig. 17 en 18)

Stationsgroep 1 en 2 zijn gekenmerkt door een overdominantie aan nematoden (95% en 70 % resp.), waarbij de tweede groep bovendien gekenmerkt is door 17 % copepoden en 10% turbellaria.

Stationsgroep 3 heeft een overwicht aan copepoden (49%), terwijl dit overwicht in stationsgroep 4 iets minder wordt (30%) ten voordele vooral van de nematoden en andere, minder dominante groepen.

Het aantal taxa (Fig 18) varieert tussen gemiddeld 5 (stationsgroep 2) en 9 (stationsgroep 4). Dezelfde opmerking kan hier gemaakt worden betreffende de diversiteit als voor de periode 1984-1985.

I.II.2. Densiteit (Fig. 19-23)

Stationsgroep 1 heeft duidelijk de hoogste meiofauna aantallen (>2500 ind./10 cm²), stationsgroep 2 tot 4 hebben waarden minder of schommelend rond de 1000 ind./10 cm² (fig. 19).

De nematoden zijn verantwoordelijk voor de lage aantallen in stationsgroep 1 (fig. 20). De copepoden hebben de hoogste aantallen in stationsgroep 3 (350 ind./10 cm²) en stationsgroep 4 (200 ind./10 cm²). In stationsgroep 1 en 2 hebben ze waarden < 50 ind./ 10 cm² (fig. 21).

Alhoewel blijkt uit de Twinspan dat de geulen in de Oosterschelde buitendelta verwante meiofaunagemeenschappen heeft met stations in de Grevelingen buitendelta (gebaseerd op de relatieve abundanties van de meiobenthische groepen), lijkt het ons toch interessant om de twee deelgebieden (Oosterschelde en Grevelingen buitendelta) binnen één stationsgroep met elkaar te vergelijken. Dit hebben we gedaan voor de twee belangrijkste taxa : Nematoda en Copepoda (Fig. 22-23).

Uit deze vergelijking blijkt dat de stations van stationsgroep 1 in de Grevelingen buitendelta (grevel 1 in fig. 22) een hogere densiteit hebben aan nematoden dan in de Oosterschelde buitendelta (ooster 1). Voor de andere stationsgroepen en voor de copepoden zijn er geen belangrijke verschillen in densiteit tussen de twee deelgebieden.

Opmerkelijk is de combinatie van de lage densiteiten in stationsgroep 2 met de dominantie van de nematoden in deze stations (70%).

I.II.3. Biomassa

Nematoden: alleen biomassawaarden van stationsgroep 1 zijn voorradig (gezien de overdominantie van de nematoden in deze groep). Deze stationsgroep kan dan opgesplitst worden in een Grevelingen en in een Oosterschelde groep, waarbij de volgende parameters als volgt verdeeld zijn:

	buitendelta Grevelingen (n=24)	buitendelta Oosterschelde (n=14)
Densiteit (ind./10 cm ²)	3203	1645
Biom. tot. (µgDW/10 cm ²)	1054	366
Biom. ind. (µgDW)	0.345	0.277

Copepoden : alleen biomassawaarden van de Oosterschelde buitendelta (stationsgroep 3 en 4) zijn bepaald.

	Stationsgroep 3 (n=9)	Stationsgroep 4 (n=6)
Densiteit (ind./10 cm ²)	550	581
Biom. tot. (µgDW/10 cm ²)	191	89
Biom. ind. (µgDW)	0.385	0.148

I.II.4. Besluit

De stations in het geulengebied van de Oosterschelde buitendelta (stationsgroep 1) vormen in de Oosterschelde buitendelta een koherente groep en zijn duidelijk verschillend van de stations op de platen in dit gebied. Verder behoren alle stations van de zuidelijke Grevelingen buitendelta tot de zelfde stationsgroep 1. Doch, 21 stations gelegen op de platen van dit laatste gebied behoren eveneens tot dit stratum. Deze gebieden zijn gekenmerkt door de hoogste densiteiten (>2500 ind./10 cm²) met een dominantie aan nematoden (85%).

Stationsgroep 2 is gekenmerkt door 70 % nematoden, 17 % copepoden en 10 % turbellaria. Deze stations zijn verspreid over beide deelgebieden (niet in het Brouwerhavense gat) en zijn gekenmerkt door de laagste densiteiten (500 ind./10 cm²).

Een derde en vierde groep komt in een mozaïek door elkaar voor op de platen van beide deelgebieden, waarbij groep 3 gekenmerkt is door 50 % copepoden met een totale meiofaunadensiteit ongeveer gelijk aan 1000 ind./10cm² en stationsgroep 4 heeft 47% nematoden en een iets lagere densiteit (= 800 ind/10 cm²).

Het aspect temporele variatie kan op het niveau van de meiobenthische groepen uit dit soort gegevens niet geïnterpreteerd worden. Wel kunnen we, via de korrelatie tussen het sediment en de meiofaunasamenstelling (zie deelrapport 2), 'voorspellingen' doen op basis van de temporele evolutie

van de bodemkarakteristieken (o.a. diepte, mediane korrelgrootte van de zandfractie en % slib). Deze gegevens kunnen de bodemmorfologen verstrekken.

De relatie tussen de abiotische parameters (diepte, sedimentkarakteristieken, golfwerking,...) en de biologische gegevens, wordt in het tweede deelrapport behandeld. Hieraan zal dan ook de 'voorspelling' voor 2000 gekoppeld worden, gebaseerd op de relatie sediment-densiteit-biomassa meiofauna, nematoden.

Algemeen besluit: de Voordelta is een rijk gebied wat de meiofauna betreft, waarbij vooral de geulen en algemeen gesproken de Grevelingen buitendelta de hoogste densiteiten en biomassa hebben.

Lijst van tabellen en figuren

Tabel I. Overzichtstabel van de meiofaunagroepen per stratum in de Voordelta: relatieve abundanties en absolute dichtheden

Figuur 1: Kaart van de Voordelta met vermelding van de 4 strata (d.w.z. deelgebieden) die op basis van de meiofaunasamenstelling worden onderscheiden in de periode 1984-1985.

Figuur 2: Meiofaunasamenstelling (in percentages) van de belangrijkste meiofaunagroepen in de vier strata van de Voordelta.

Figuur 3: Aantal taxa (d.z. meiofaunagroepen) per stratum in de Voordelta 1984-1985.

Figuur 4: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de totale meiofauna in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 5: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 6: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de copepoden in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 7: Kaart van de Voordelta met vermelding van de 6 strata (d.z. deelgebieden) die op basis van de nematodensoortensamenstelling worden onderscheiden in de periode 1984-1985.

Figuur 8: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 9: Gemiddelde totale biomassa van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 10: Gemiddelde individuele biomassa van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 11: Gemiddeld aantal nematodensoorten in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 12: Gemiddeld percentage van 1B-nematoden (niet-selektieve depositeters) in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 13: Gemiddeld percentage van 2A-nematoden (epistratum-eters) in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 14: Gemiddeld percentage van 2B-nematoden (predatoren-omnivoren) in de Voordelta per stratum (cf. fig. 7) tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 15: Kaart van het proefgebied in de Grevelingen buitendelta met aanduiding van de 4 strata die op basis van de meiofaunasamenstelling tijdens de periode 1987 zijn onderscheiden.

Figuur 16: Kaart van het proefgebied in de Oosterschelde buitendelta met aanduiding van de 4 stationsgroepen die op basis van de meiofaunasamenstelling tijdens de periode 1987 zijn onderscheiden.

Figuur 17: Meiofaunasamenstelling (in percentages) van de belangrijkste meiofaunagroepen in de vier stationsgroepen van de twee proefgebieden in Oosterschelde en Grevelingen buitendelta tijdens de periode 1987.

Figuur 18: Gemiddeld aantal meiofaunataxa per stationsgroep in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

Figuur 19: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de totale meiofauna in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

Figuur 20: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

Figuur 21: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de copepoden in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

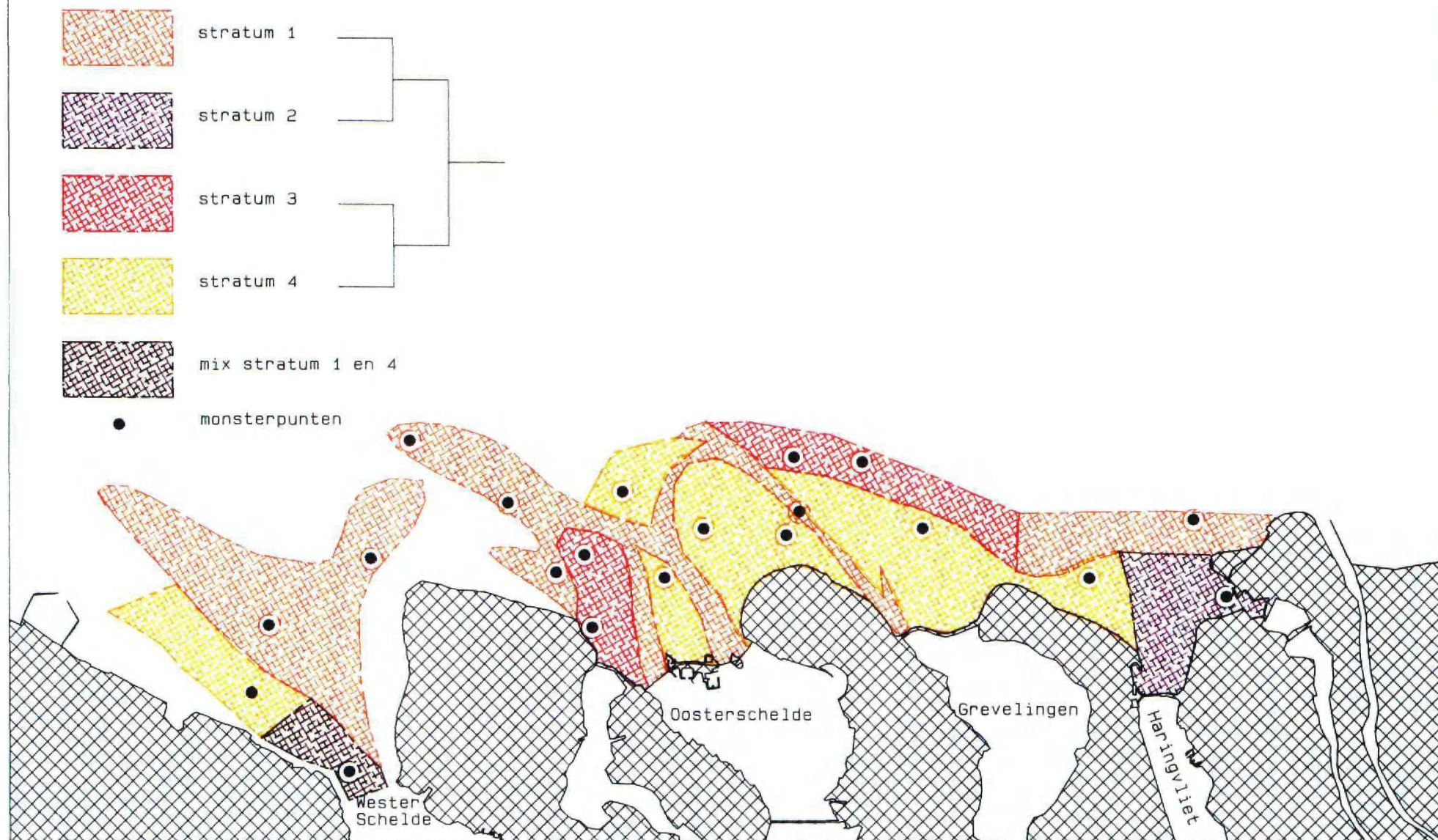
Figuur 22: Vergelijking van de gemiddelde nematodendichtheid (densiteit) per stationsgroep, maar opgesplitst over de Grevelingen en Oosterschelde buitendelta's, d.w.z. grevel 1 : stationsgroep 1 in de Grevelingen buitendelta; ooster 1: stationsgroep 1 in de Oosterschelde buitendelta.

Figuur 23: Vergelijking van de gemiddelde copepodendichtheid (densiteit) per stationsgroep, maar opgesplitst over de Grevelingen en Oosterschelde buitendelta's, d.w.z. grevel 1 : stationsgroep 1 in de Grevelingen buitendelta; ooster 1: stationsgroep 1 in de Oosterschelde buitendelta.

Tabel I. Relatieve abundanties en absolute dichtheden (ind./10cm²) van de verschillende meiofaunagroepen per stratum

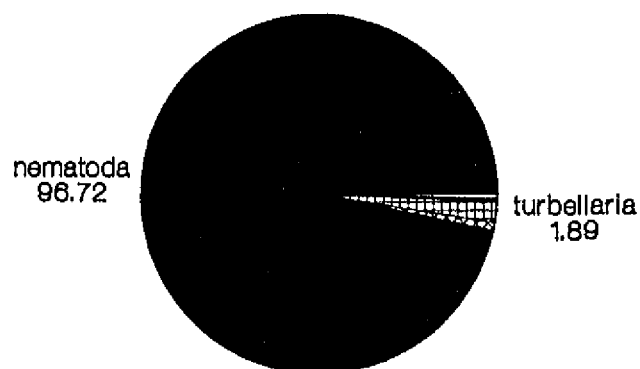
relatieve abundanties				
stratum	stratum 1	stratum 2	stratum 3	stratum 4
Nematoda	96.72	84.81	35.66	48.01
Copepoda	0.71	0.43	40.59	25.67
Turbellaria	1.89	1.32	12.48	16.99
Gastrotricha	0.25	0.04	8.75	6.21
Tardigrada	0.12	12.66	0.49	1.91
Halacarida	0.02	0.00	0.09	0.01
Polychaeta	0.13	0.25	0.23	0.11
Rotatoria	0.03	0.00	0.21	0.10
Ostracoda	0.01	0.08	0.10	0.03
Nemertini	0.02	0.00	0.12	0.17
Oligochaeta	0.11	0.02	0.05	0.08
Archiannelida	0.00	0.01	0.21	0.02
Hydrozoa	0.00	0.00	1.01	0.64
Kinorhyncha	0.00	0.00	0.00	0.00
densiteit (N/10cm ²)				
stratum	stratum 1	stratum 2	stratum 3	stratum 4
Nematoda	2625.6	2564.0	285.5	236.81
Copepoda	19.1	25.0	325.0	126.47
Turbellaria	54.1	42.0	99.9	83.7
Gastrotricha	6.7	2.0	70.1	30.6
Tardigrada	3.2	353.0	3.9	9.4
Halacarida	0.6	0.0	0.7	0.5
Polychaeta	3.6	8.0	1.8	0.6
Rotatoria	0.7	0.0	1.7	0.5
Ostracoda	0.1	2.0	0.8	0.2
Nemertini	0.4	0.0	1.0	0.8
Oligochaeta	2.9	0.5	0.4	0.4
Archiannelida	0.1	0.3	1.7	0.1
Hydrozoa	0.1	0.0	8.1	3.2
Kinorhyncha	0.1	0.0	0.0	0.0
totaal	2714.0	2998.0	801.0	493.0

Figuur 1 : Kaart van de Voordelta met vermelding van de 4 strata (d.z. deelgebieden), die op basis van de meiofauna samenstelling worden onderscheiden in de periode 1984-1985.

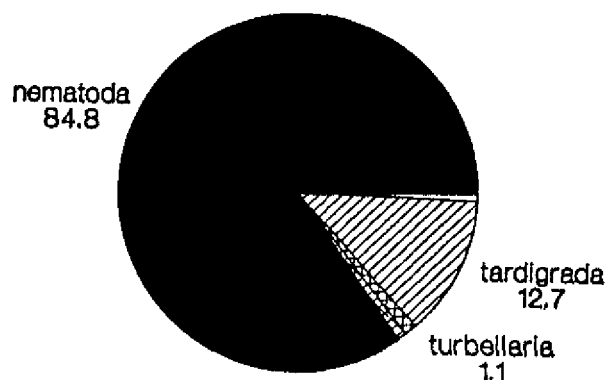


meiofauna voordelta 1984-1985

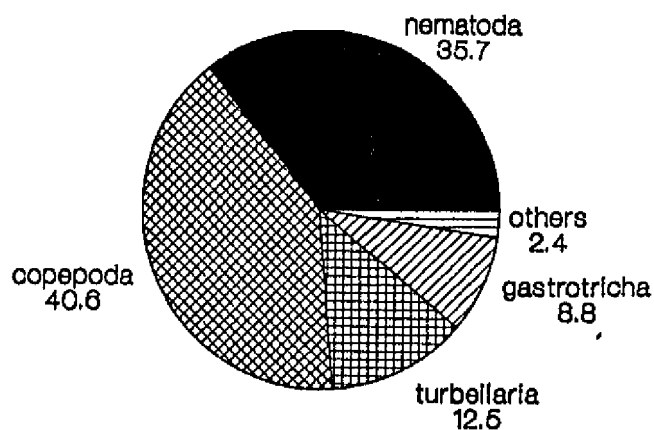
stratum 1



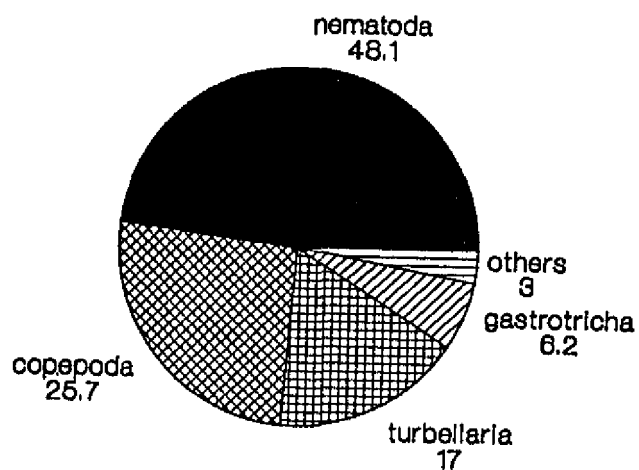
stratum 2



stratum 3



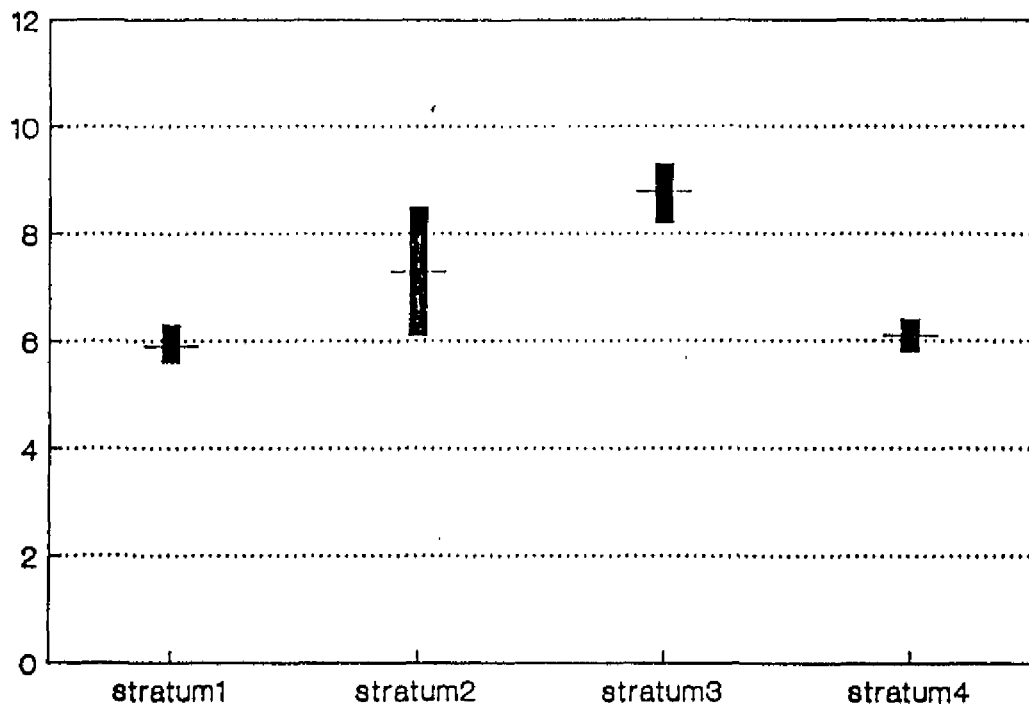
stratum 4



Figuur 2: Meiofaunasamenstelling (in percentages) van de belangrijkste meiofaunagroepen in de vier strata van de Voordelta.

meiofauna voordelta 1984-1985

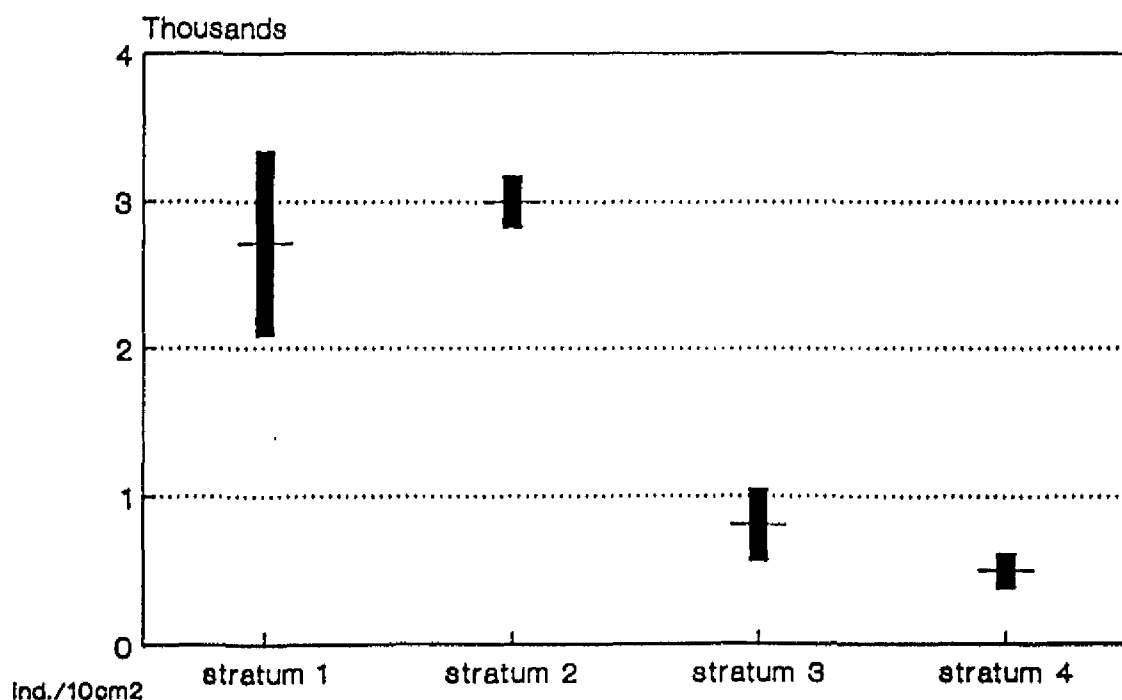
aantal taxa



Figuur 3: Aantal taxa (d.z. meiofaunagroepen) per stratum in de Voordelta 1984-1985.

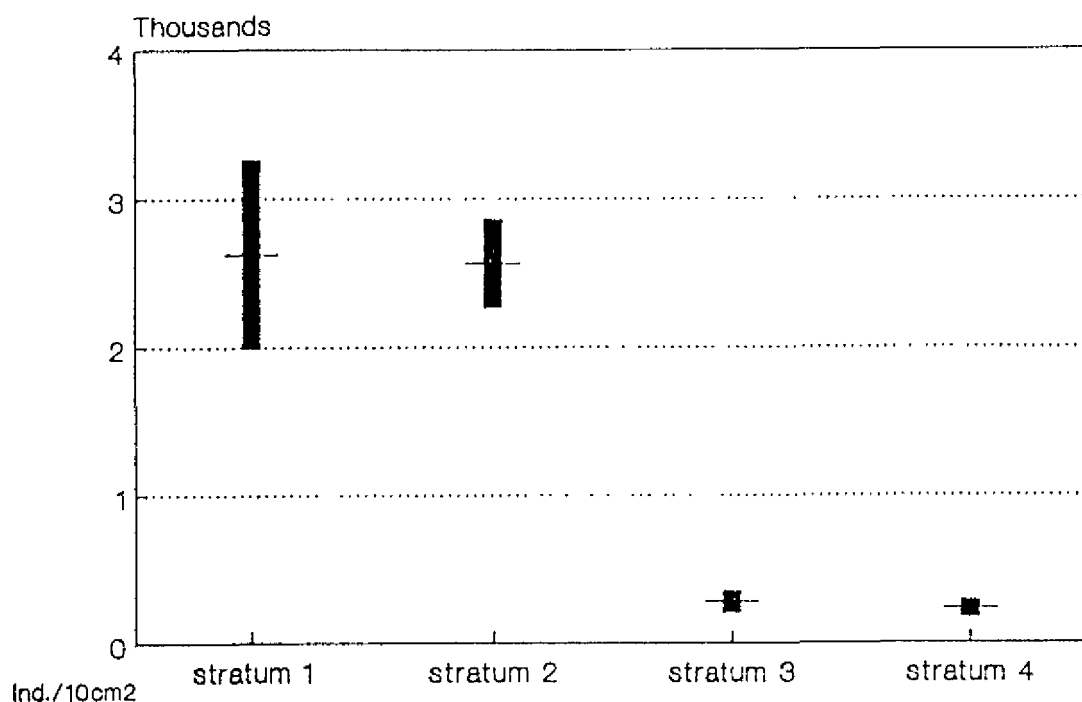
densiteit meiofauna voordelta

gemiddelde 1984-1985



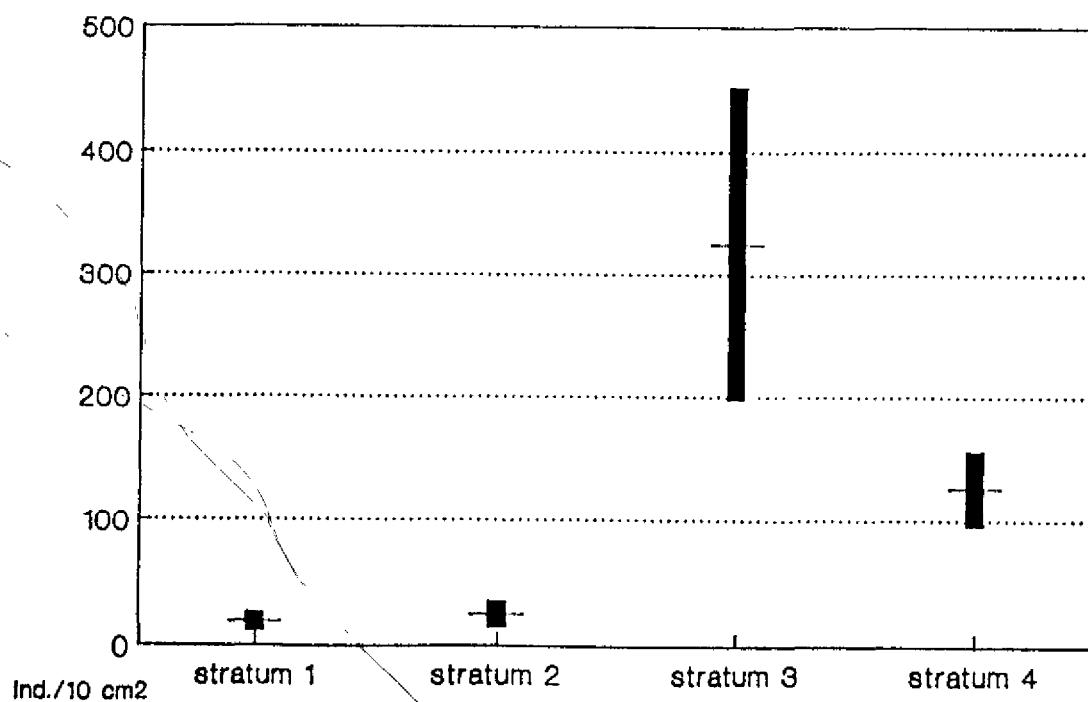
Figuur 4: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de totale meiofauna in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

densiteit nematoden voordelta gemiddelde 1984-1985



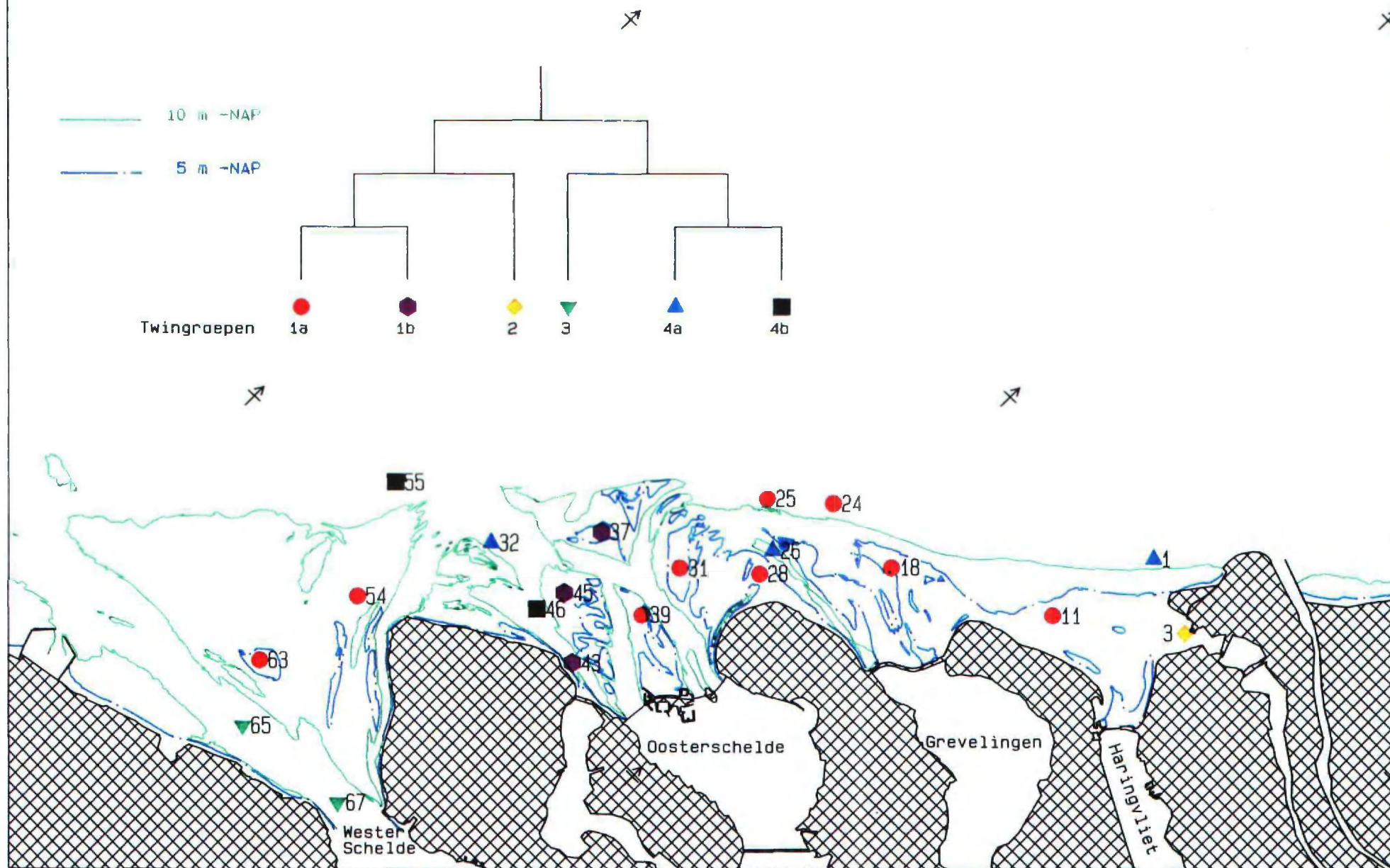
Figuur 5: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

densiteit copepoden voordelta 1984-1985

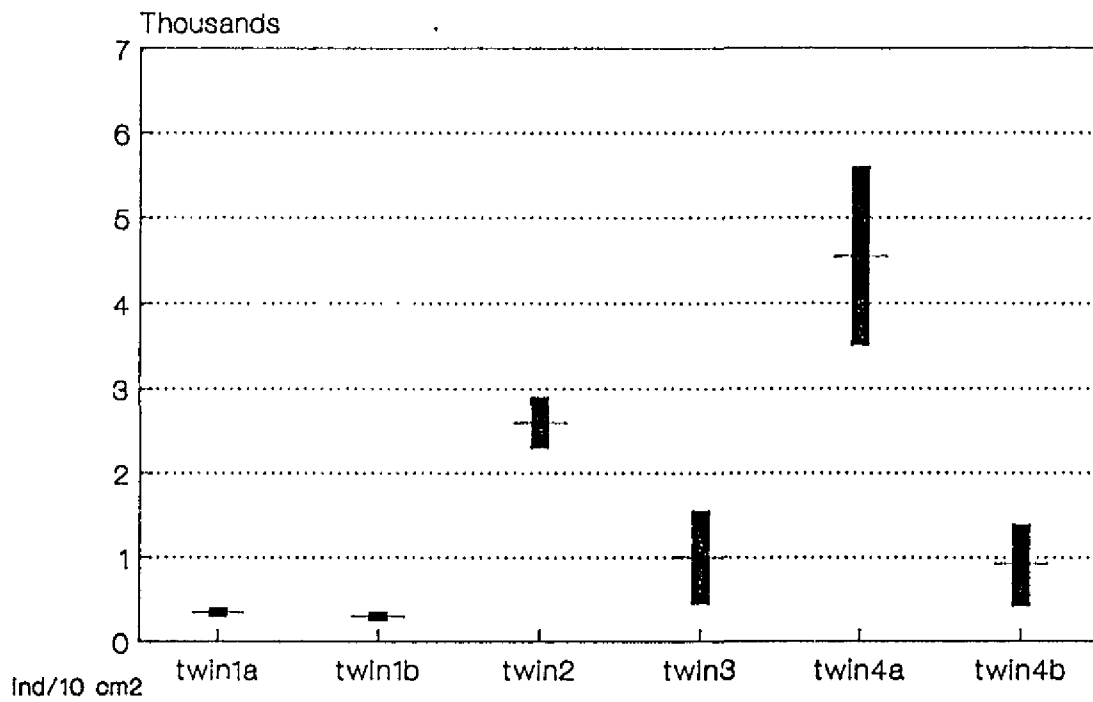


Figuur 6: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de copepoden in de Voordelta per stratum tijdens de periode 1984-1985.

Figuur 7 : Kaart van de Voordelta met vermelding van de 6 twing-
groepen, die op basis van de nematodensoorten samen-
stelling worden onderscheiden in de periode 1984-1985.

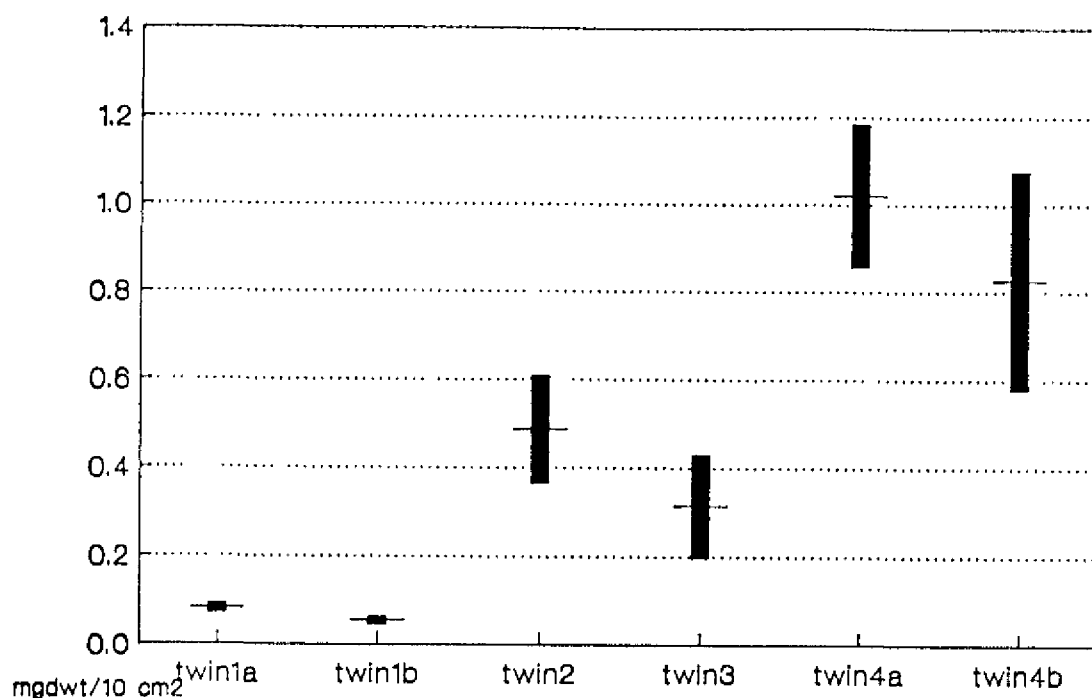


densiteit nematoda voordelta 1984 - 1985



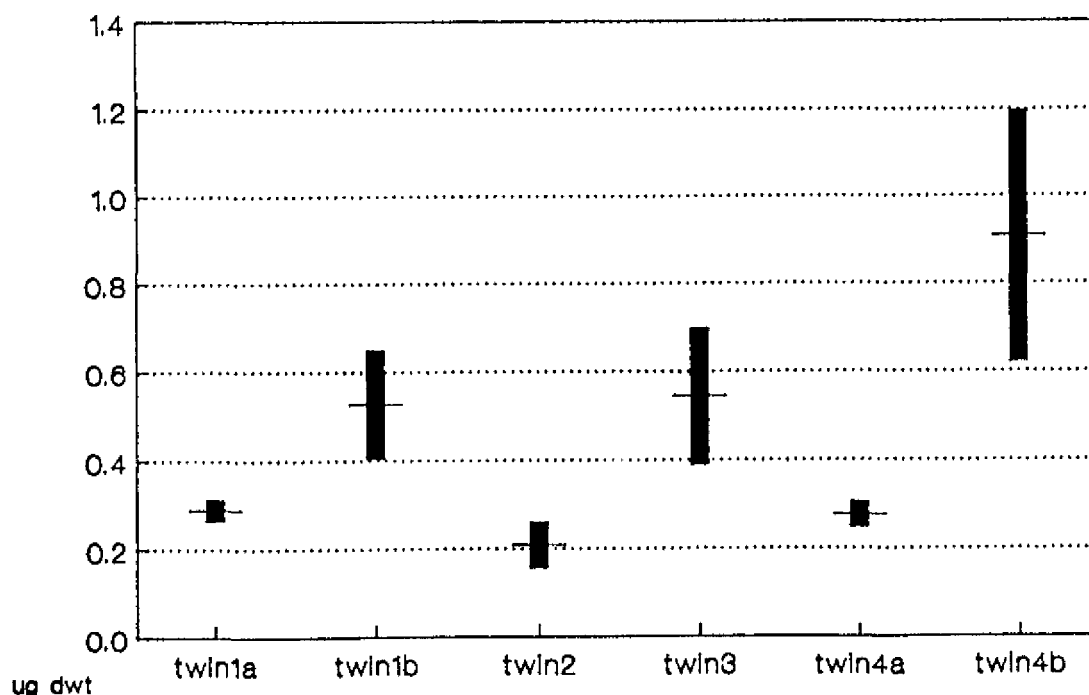
Figuur 8: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. fig 7) tijdens de periode 1984-1985.

biomassa nematoda voordelta tot.biom. 1984-1985



Figuur 9: Gemiddelde totale biomassa van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. Fig.7) tijdens de periode 1984-1985.

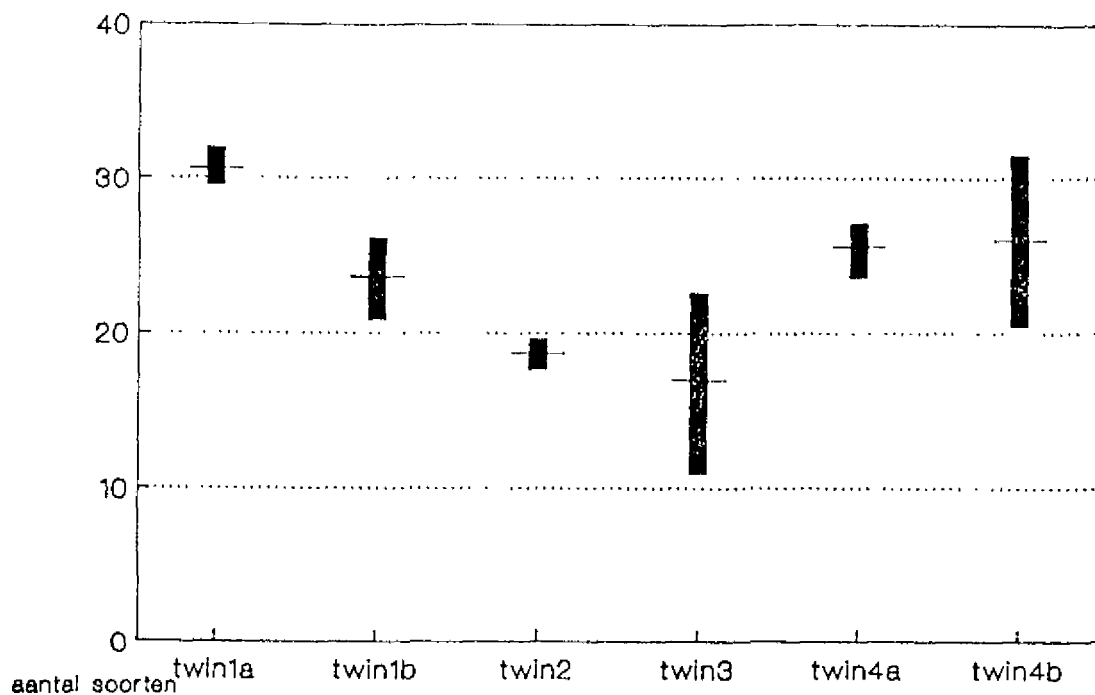
biomassa nematoda voordelta ind.biom. 1984-1985



Figuur 10: Gemiddelde individuele biomassa van de nematoden in de Voordelta per stratum (cf. Fig.7) tijdens de periode 1984-1985.

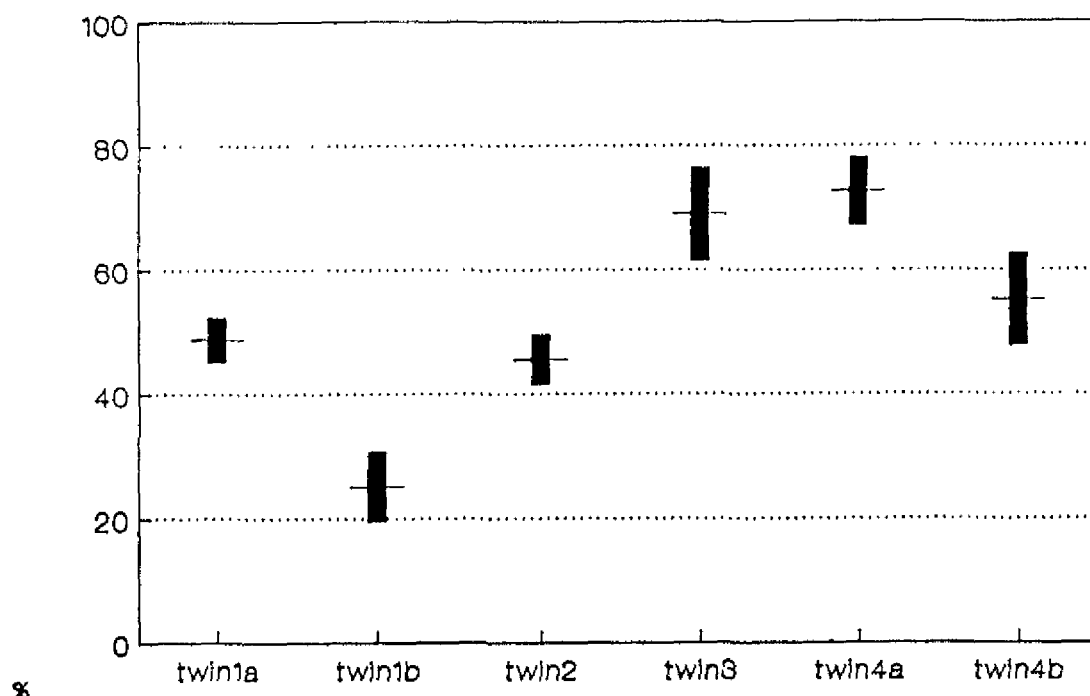
diversiteit nematoda voordelta

aantal soorten 1984 - 1985



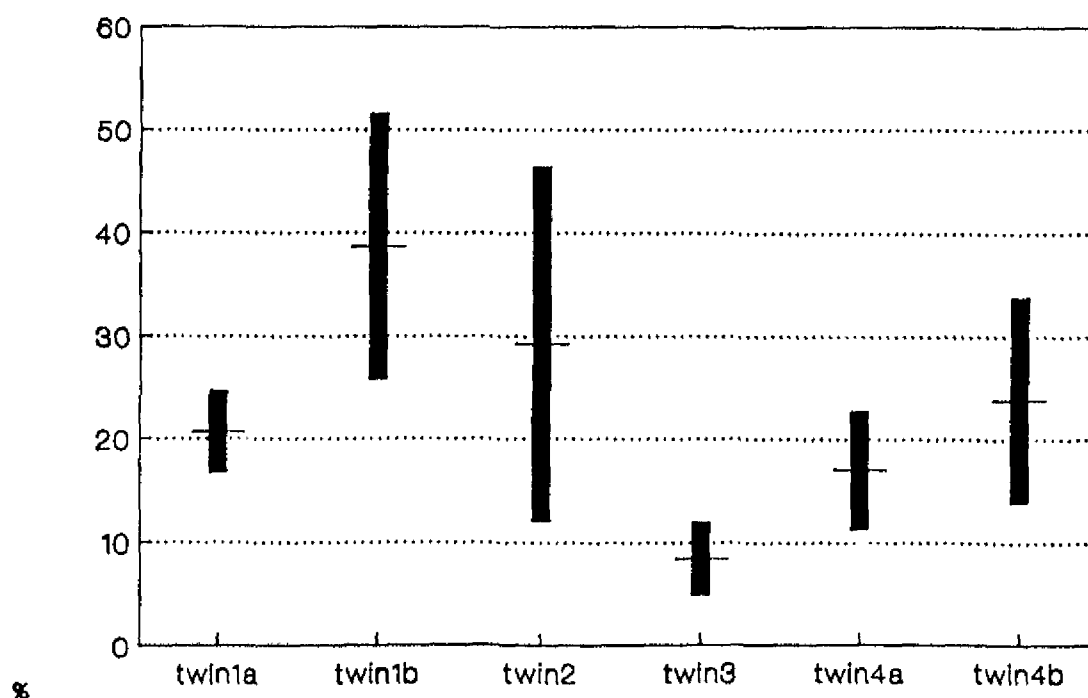
Figuur 11: Gemiddeld aantal nematodensoorten in de Voordelta per stratum (cf. Fig 7) tijdens de periode 1984-1985.

trof.structuur nematoda voordelta type 1B 1984-1985



Figuur 12: Gemiddeld percentage van 1B-nematoden (niet-selectieve depositeters) in de Voordelta per stratum (cf. Fig 7) tijdens de periode 1984-1985.

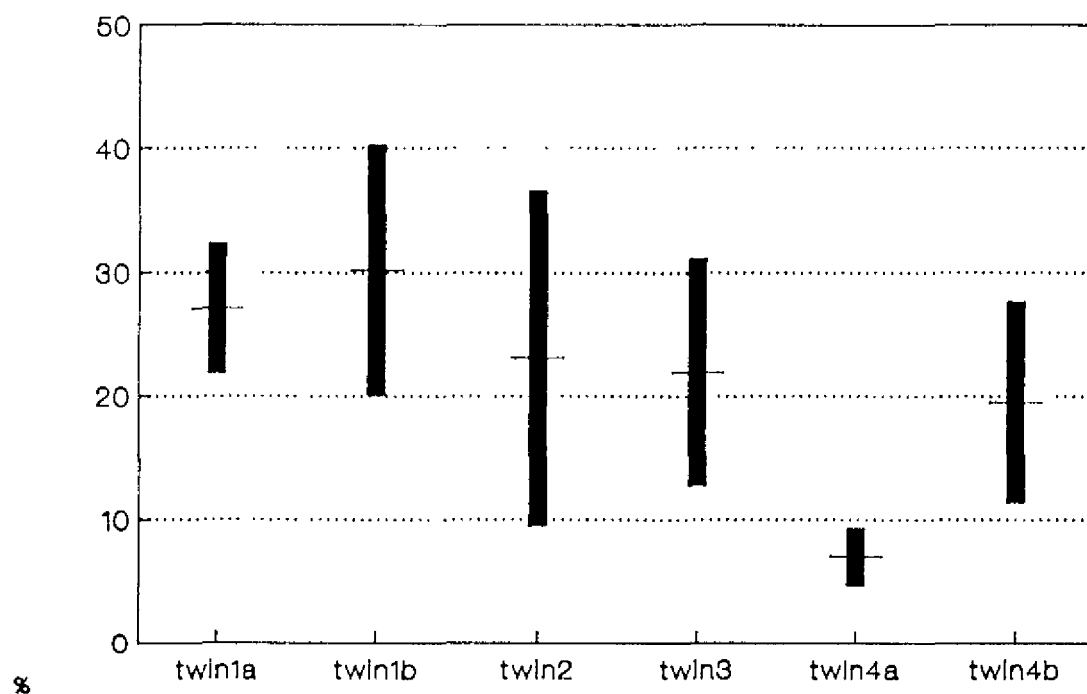
trof.structuur nematoda voordelta type 2A 1984-1985



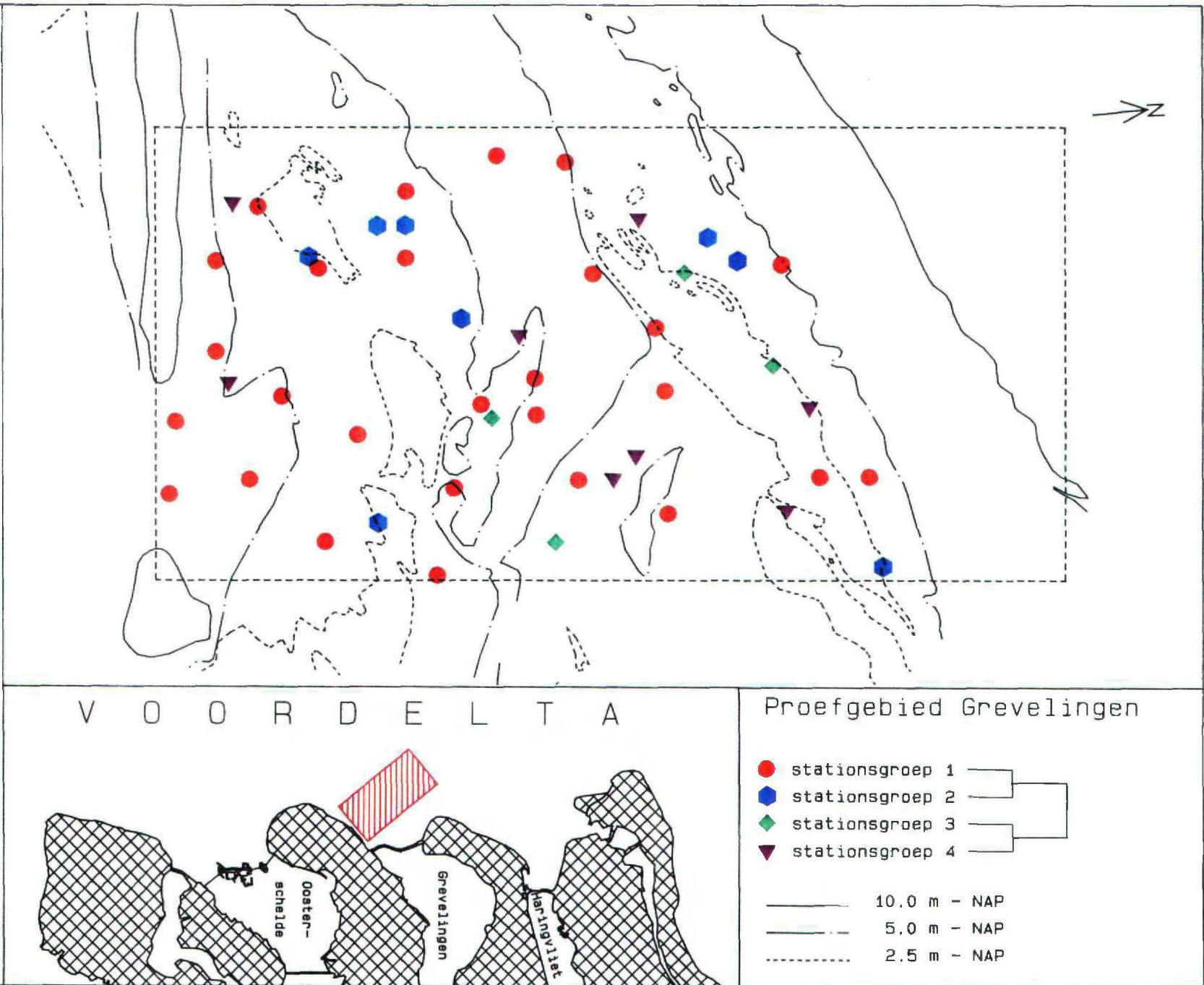
Figuur 13: Gemiddeld percentage van 2A-nematoden (epistratumeters) in de Voordelta per stratum (cf. Fig 7) tijdens de periode 1984-1985.

trof. structuur nematoda voordelta

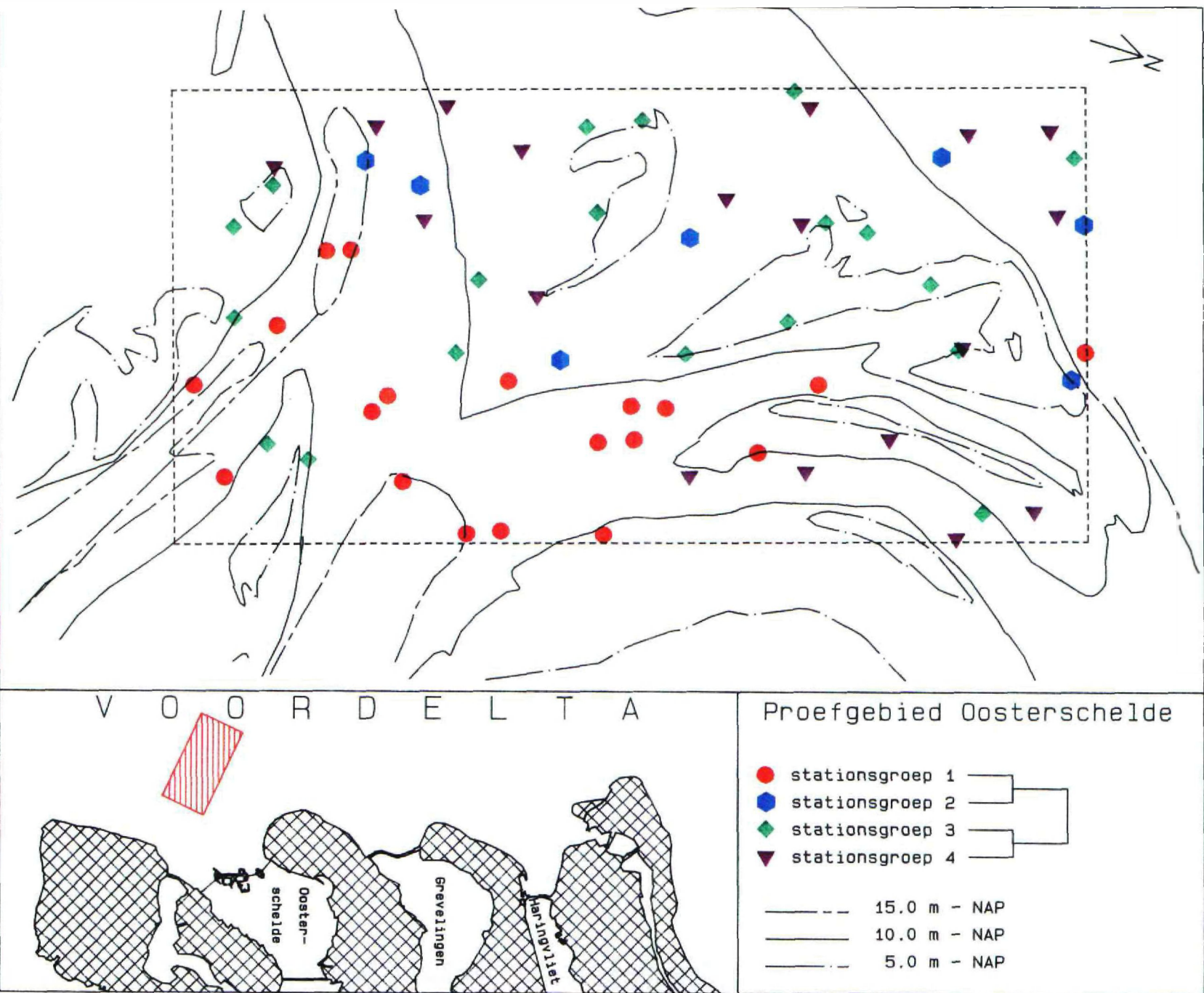
type 2B 1984-1985



Figuur 14: Gemiddeld percentage van 2B-nematoden (predatoren-omnivoren) in de Voordelta per stratum (cf. Fig 7) tijdens de periode 1984-1985.



Figuur 15 : Kaart van het Grevelingen-proefgebied met aanduiding van de 4 stationsgroepen, die op basis van de Meiofauna-samenstelling tijdens de periode 1987 zijn onderscheiden.

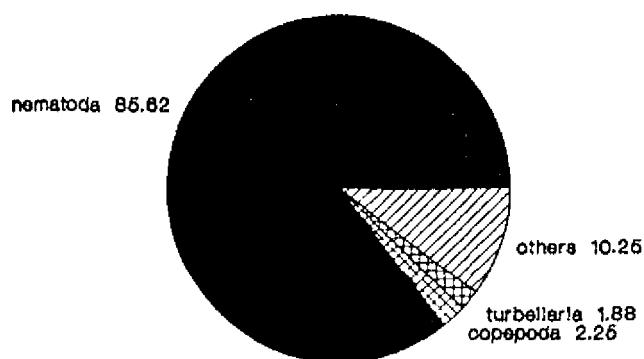


Figuur 16 : Kaart van het Oosterschelde-proefgebied met aanduiding van de 4 stationsgroepen, die op basis van de Meiofauna-samenstelling tijdens de periode 1987 zijn onderscheiden.

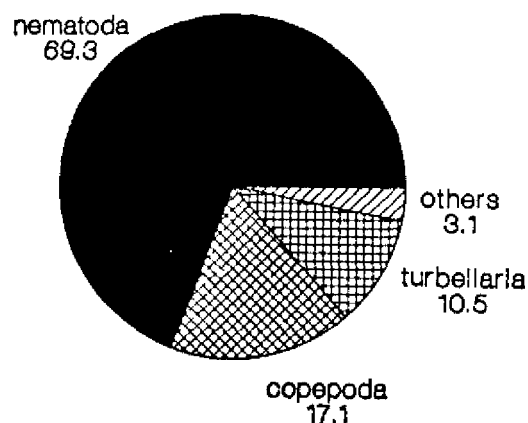
meiofauna voordelta 1987

oosterschelde - grevelingen

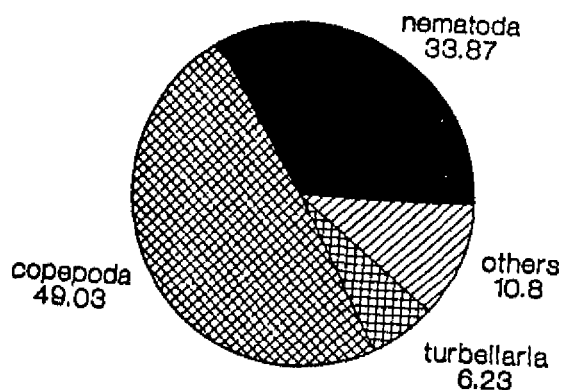
stationsgroep 1



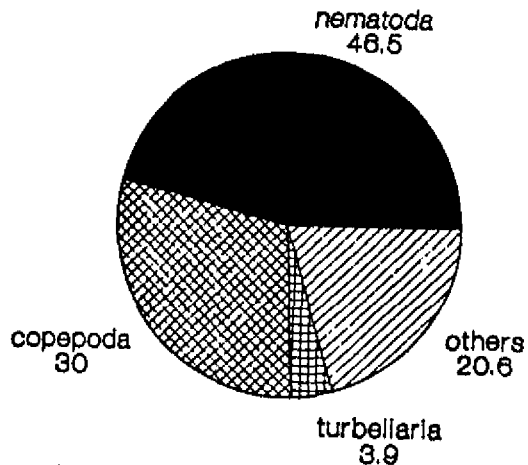
stationsgroep 2



stationsgroep 3

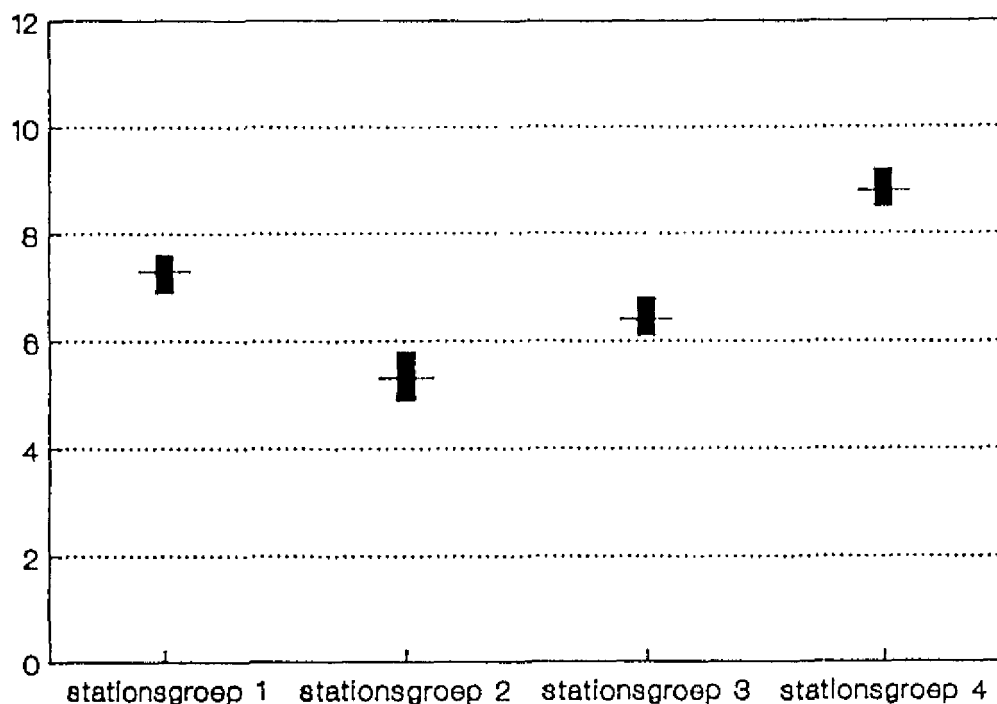


stationsgroep 4



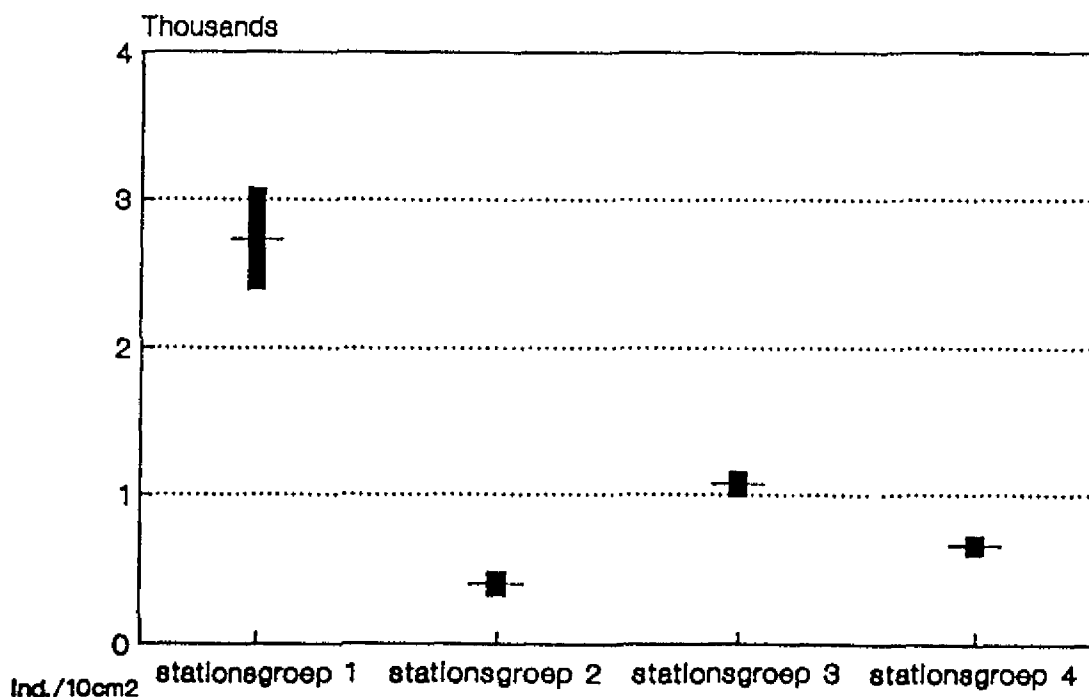
Figuur 17: Meiofaunasamenstelling (in percentages) van de belangrijkste meiofaunagroepen in de vier stationsgroepen van de twee proefgebieden Oosterschelde - Grevelingen tijdens de periode 1987.

aantal taxa meiofauna voordelta oosterschelde - grevelingen 1987



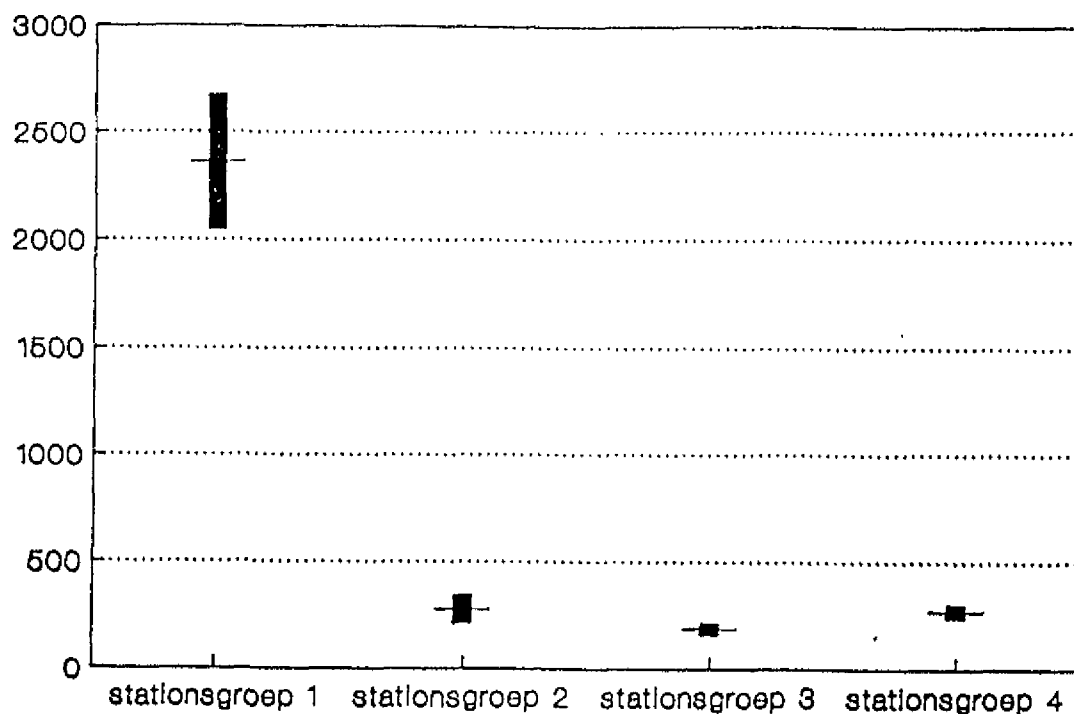
Figuur 18: Gemiddeld aantal meiofaunataxa per stationsgroep in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

densiteit meiofauna voordelta 1987 oosterschelde - grevelingen



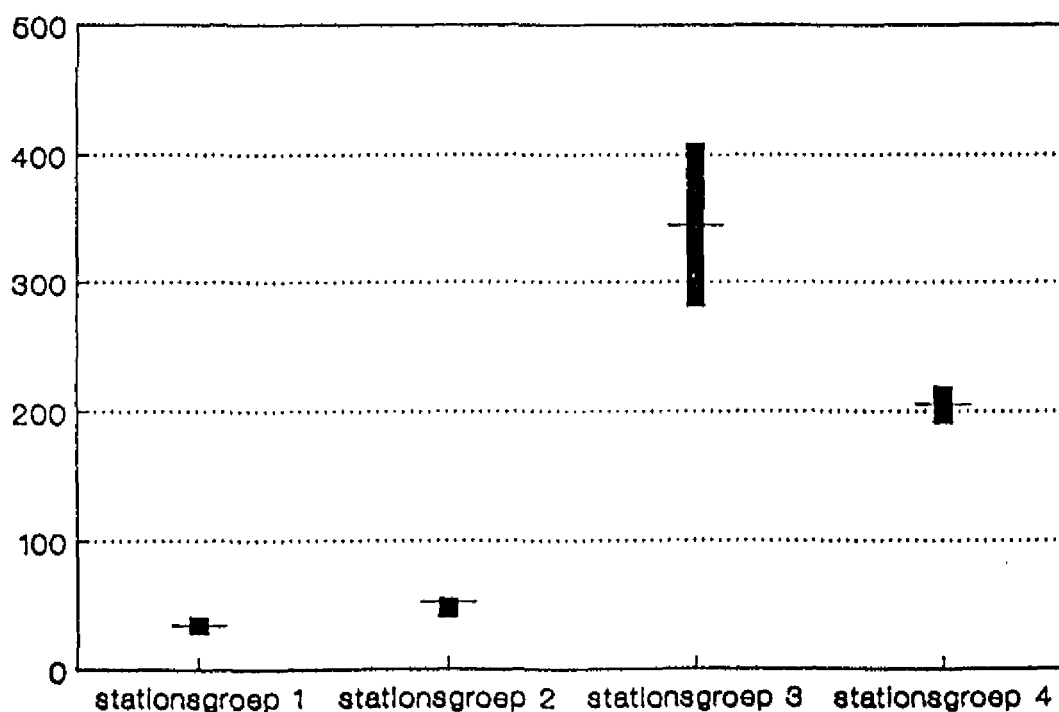
Figuur 19: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de totale meiofauna in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

densiteit nematoden voordelta oosterschelde - grevelingen 1987



Figuur 20: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de nematoden in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

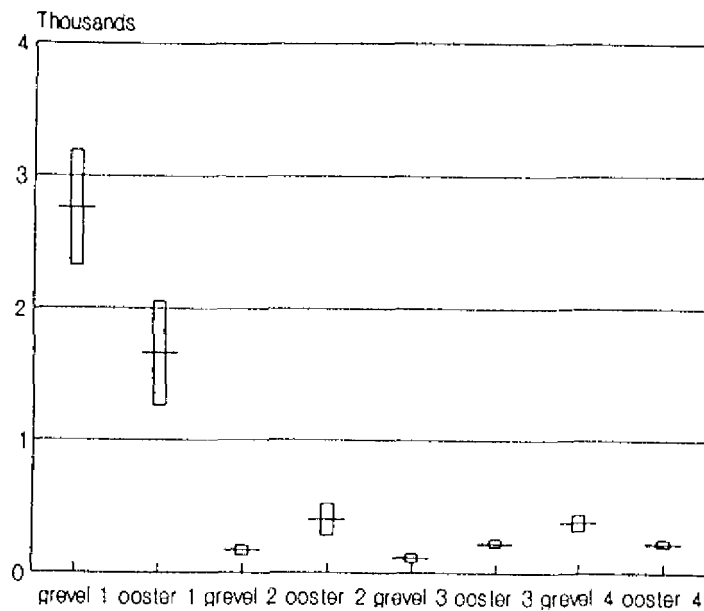
densiteit copepoden voordelta oosterschelde - grevelingen 1987



Figuur 21: Gemiddelde dichtheid (densiteit) van de copepoden in de twee proefgebieden (cf. Fig 16) tijdens de periode 1987.

oosterschelde - grevelingen 1987

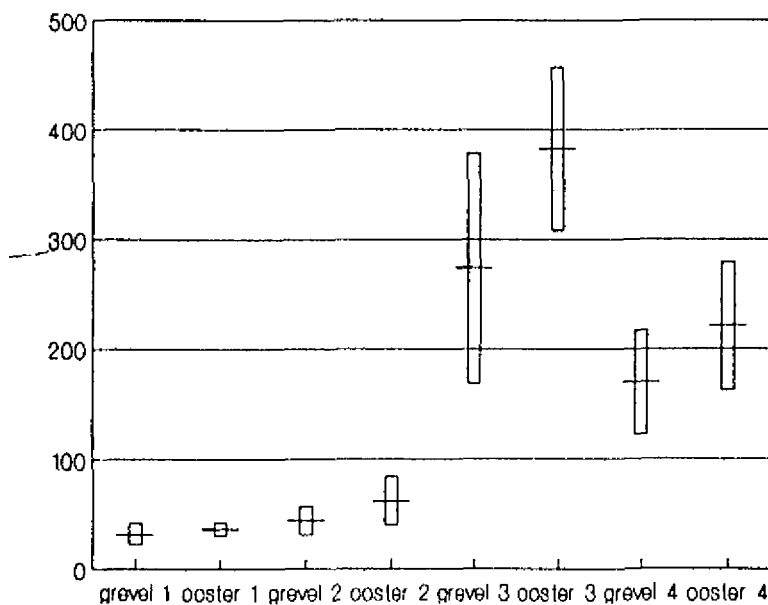
vergelijking densiteit nematoden



Figuur 22: Vergelijking van de gemiddelde nematodendichtheid (densiteit) per stationsgroep, maar opgesplitst over de twee deelgebieden, d.w.z. grevel 1 : stationsgroep 1 in het Grevelingengebied; ooster 1: stationsgroep 1 in het Oosterscheldegebied.

oosterschelde - grevelingen 1987

vergelijking densiteit copepoden



Figuur 23: Vergelijking van de gemiddelde copepodendichtheid (densiteit) per stationsgroep, maar opgesplitst over de twee deelgebieden, d.w.z. grevel 1 : stationsgroep 1 in het Grevelingengebied; ooster 1: stationsgroep 1 in het Oosterscheldegebied.

Makrobenthos

II. Het makrobenthos

J.A. Craeymeersch & J. Buijs

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Vierstraat 28, 4401 EA Yerseke

Inleiding

Makrobenthos organismen spelen binnen het voedselweb een voorname rol als primaire konsumenten. De dieren leven hierbij van organisch materiaal aan de oppervlakte van de bodem (surface deposit feeders; bijv. Spiophanes bombyx) of in de bodem (subsurface deposit feeders; bijv. Heteromastus filiformis) of filtreren voedseldeeltjes uit het water (filter feeders; bijv. de mossel Mytilus edulis). Een aantal organismen zijn bovendien in staat om gebruik te maken van meerdere voedselopnametechnieken. In het ecosysteem is het makrozoöbenthos meestal verantwoordelijk voor een zeer grote produktie van organische materiaal. Hierdoor zijn ze zeer belangrijk als prooidieren voor de hogere trofische niveaus. Met name zijn ze een belangrijke voedselbron voor benthische omnivoren/predatoren (waaronder krabben en garnalen), vogels en vissen. Hierbij is, naast dichtheid en biomassa, ook de beschikbaarheid van het makrobenthos belangrijk. Deze hangt ondermeer af van de diepte in het sediment waarop de organismen voorkomen, en de aard en grootte van het dier. Zo eten vissen van mollusken de larven in hun geheel, maar kunnen van volwassen schelpdieren slechts delen bemachtigd worden. Gespecialiseerde vogels als eidereenden en zwarte zeeëenden zijn in staat om schelpdieren in hun geheel te consumeren. Dieplevende organismen zijn moeilijk bereikbaar voor predatoren.

Voor dit rapport zijn de najaarsgegevens van 1984 tot en met 1988 van het projekt Voordelta en het projekt Grootschalige Lokatie samen verwerkt. Clustering van de stations (hoofdstuk II.4.) gebeurde door middel van TWINSPAN waarbij de absolute dichtheden als basisgegevens werden gebruikt.

II.1. Soortensamenstelling

In de Voordelta zijn van het makrozoöbenthos zo'n 150 verschillende soorten aangetroffen: veel wormen (Annelida - Polychaeta) (zagers, zeeduizendpoten, kokerwormen), maar ook kleine kreeftjes (Crustacea - Arthropoda), tweekleppige schelpdieren (Bivalvia - Mollusca) (strandschelp, platschelp) en stekelhuidigen (Echinodermata) (slangster, zeeklit). Ze hebben een van de hierboven genoemde voedingswijzen.

In de Voordelta komen zowel soorten voor die als typische soorten van de open zee beschouwd worden en die in de estuaria dan ook niet of nauwelijks voorkomen (zoals Anaitides groenlandica, Chaetozone setosa en Ophiura albida), als typische estuariene soorten (zoals Anaitides mucosa, Capitella capitata, Crangon crangon, Macoma balthica en Nereis longissima). Toch zijn er ook soorten die midden op zee algemeen zijn en die op de Voordelta ontbreken of zeer zeldzaam zijn (zoals Lumbrineris latreilli en Goniada maculata). In zijn algemeenheid geldt dat mariene soorten niet bestand zijn tegen de veel hardere levensomstandigheden van het estuariene milieu: schommelingen in zoutgehalte en temperatuur, een weinig stabiele

bodem, enzovoort. Estuariene soorten zijn dat wel en kunnen daardoor profiteren van het hogere voedselaanbod in de estuaria. De Voordelta is duidelijk een overgangsgebied.

II.2. Aantallen

De gemiddelde dichtheid aan makrozoöbenthos bedraagt zo'n 4500 individuen/m². In figuren 1 en 2 wordt de verdeling van de densiteit per voedingswijze en per phylum gegeven. De dichtheid wordt vooral bepaald door de surface deposit feeders Spiophanes bombyx en Lanice conchilega, beide anneliden, en de filter feeder Spisula subtruncata, een mollusk. Bij grote aantallen gaat het bij deze laatste voornamelijk om broed.

II.3. Biomassa

De totale biomassa aan voorkomend makrozoöbenthos (uitgedrukt in ADW = asvrij drooggewicht d.w.z. het gewicht aan biologisch actieve delen) bedraagt in de Voordelta gemiddeld zo'n 20 gADW/m². In figuren 1 en 2 wordt de verdeling van de biomassa per phylum en per voedingstype gegeven. Vier soorten nemen zo'n 60% van de totale biomassa voor hun rekening: Spisula subtruncata (mollusk, filter feeder), Lanice conchilega (annelide, surface deposit feeder), Echinocardium cordatum (zeeklit) (stekelhuidige, subsurface deposit feeder) en zeeanemonen. Plaatselijk komen ook grote biomassa's voor van andere schelpdieren (kokkel, grote strandschelp) en slangsterren. Zo bedraagt de gemiddelde biomassa van de kokkel in het binnengebied van de Haringvliet buitendelta (zie verder: stratum 5) 17 gADW/m²; d.i. bijna 95% van de totale biomassa in dit gebied.

II.4. Levensgemeenschappen

II.4.1. Ruimtelijke variatie

Het gebied is zeker niet homogeen. Om de rijstebrij aan gegevens overzichtelijk samen te vatten, is het voorkomen van grote bodemdieren onderverdeeld in levensgemeenschappen (clusters, twingroepen). De onderverdeling is gebaseerd op verschillen in de soortensamenstelling en de dichtheid van de verschillende soorten. In de Voordelta kunnen we vijf verschillende twingroepen onderscheiden. Hun samenhang is in tabel I geschetst. De ruimtelijke weergave ervan levert een verdeling van het gebied in zes strata (deelgebieden) op (figuur 3). Stratum 1 tot en met 5 komen overeen met de onderscheiden levensgemeenschappen I t/m V. Op enkele stations is de soortensamenstelling verschillend van deze in de onmiddellijke nabijheid. In figuur 3 zijn deze weergegeven als punten (uitbijters) met de kleur van de cluster waarbij ze ingedeeld werden. Uit deze figuur blijkt ook dat stratum 6 samengesteld is uit stations behorend tot clusters I en V. Het zijn stations waar, op een uitzondering na, de kensoorten van clusters I en V (zie verder) niet voorkomen, maar, omdat het hier gaat om een gering aantal, soortenarme, stations, bij de analyse samenclusteren met stations uit andere soortenarme strata (cluster I en V). Ook in hun abiotische karakteristieken (diepte, saliniteit, slibgehalte) zijn ze sterk verschillend van de overige stations van de clusters I en V. Om dit alles zijn ze in een apart stratum samengenomen.

Voor iedere cluster kunnen een aantal kensoorten opgenoemd worden. De gemiddelde dichtheid en biomassa van deze soorten is voor iedere cluster gegeven in tabel I. De draadworm Heteromastus filiformis is karakteristiek voor cluster V. Kniksprietkreeftjes (Bathyporeia) zijn dan weer typisch voor het platengebied (cluster I). Andere soorten hebben de hoogste dichtheden in de overgangszone van geul naar plaat (cluster II) (Nephtys cirrosa) of in de diepere gebieden (cluster III en IV) (o.a. Nephtys hombergi, Pectinaria koreni). Stratum III en IV zijn nauw verwant. Soorten als Abra alba en Pectinaria koreni komen er in gelijkaardige dichtheden voor, andere soorten hebben er echter veel lagere dichtheden (o.a. Lanice conchilega, Spiophanes bombyx), of worden er niet aangetroffen.

II.4.2. Soortensamenstelling

In figuur 4a worden de vijf levensgemeenschappen (clusters) vergeleken naar hun soorten aantal. Cluster III is het soortenrijkst; bijna 120 verschillende soorten zijn er aangetroffen. Cluster I (69 soorten) en V (56 soorten) zijn het soortenarmst.

De verdeling van de soorten over de taxonomische niveaus is in alle clusters vrijwel gelijk (figuur 5). De meeste soorten tot de Annelida, gevolgd door de Arthropoda, Mollusca en Echinodermata.

Ook naar voedingswijze is de verdeling erg gelijkaardig (figuur 6).

II.4.3. Aantallen

In figuur 4b worden de vijf clusters vergeleken naar hun gemiddelde totale dichtheid. Cluster 3 heeft verreweg de grootste gemiddelde dichtheid, bijna 15000 ind./m², gevolgd door cluster II (ongeveer 5000 ind./m²). Cluster I heeft de laagste dichtheid, iets meer dan 300 ind./m².

Wat de verdeling van de dichtheid over de verschillende taxonomische groepen betreft, verschillen de onderscheiden clusters nogal (figuur 5). In cluster I nemen de Annelida en Arthropoda elk zowat de helft voor hun rekening. In cluster IV zijn Mollusca het belangrijkste. In de overige clusters zijn anneliden dominant.

In cluster IV komen vooral suspension feeders voor (figuur 6). In de overige clusters zijn surface deposit feeders dominant. Enkel in cluster V zijn de subsurface deposit feeders (met name Heteromastus filiformis) belangrijk.

II.4.4. Biomassa

In figuur 4c worden de vijf clusters vergeleken naar hun gemiddelde totale biomassa. Ook hier scoort cluster III het hoogst: gemiddeld zo'n 45 gADW/m². Laagst scoort opnieuw cluster V (slechts 1 gADW/m²).

In cluster II, III, IV en V zijn mollusken dominant (figuur 5). Deze spelen echter geen rol in cluster I.

Qua voedingswijze nemen de suspension feeders in clusters IV en V meer dan 75% van de totale biomassa voor hun rekening (figuur 6). In clusters II en III bedraagt hun aandeel nog zo'n 50%. In cluster I zijn de subsurface deposit feeders het belangrijkste.

II.4.5. Besluit

Algemeen kunnen we stellen dat de grootste soortenrijkdom, hoogste dichtheden en hoogste biomassa's waarden gevonden worden op de overgangen van plaat naar geul en naar dieper zeegebied. De platen zijn soortenarmer, en het makrobenthos komt er in lage dichtheden en met een lage biomassa voor. Tussen beide in bevindt zich een overgangsgebied. Verder zijn ook de zeer slibrijke gebieden in de buitendelta van de Westerschelde, in het oostelijk deel van het Brouwerhavense Gat en nabij de Haringvlietsluizen gekenmerkt door een relatieve soortenarmoede.

II.4.6. Temporele variatie

Binnen de verschillende levensgemeenschappen treden zowel seizoensfluctuaties als jaarlijkse fluctuaties op. Dichtheden en biomassa's zijn na de winter veel lager dan in het najaar. Jaarlijkse fluctuaties zijn vooral toe te schrijven aan verschillen in rekrutering. Veel soorten hebben immers pelagische larven. De plaats van settlement langs de gradiënt diep-ondiep is niet steeds dezelfde, en we krijgen daardoor een verschuiving van de zones. Het succes van rekrutering is verder ondermeer afhankelijk van het succes van overleving van de larvale stadia. De plaats van rekrutering is ondermeer afhankelijk van de heersende stromingspatronen gedurende de pelagische fase. Zo zijn de grote jaarlijkse verschillen in dichtheid van de schelpkokerworm Lanice conchilega bijv. in het gebied zeewaarts van de Bollen van de Ooster (buitendelta Grevelingen) mogelijks hieraan te wijten. Hiermee samenhangend zien we in dat gebied ook sterke verschillen in de abundantie van een aantal bentische predatoren (de anneliden Anaitides mucosa, Scolecopsis bonnieri en Eteone longa).

II.5. Vergelijking van de verschillende buitendelta's

In tabel II zijn de gemiddelde totale dichtheid en biomassa voor de strata 1 t/m 5 gegeven voor de vier buitendelta's afzonderlijk. Rekening houdend met de opmerkingen bij deze tabel, kunnen we besluiten dat de vier buitendelta's slechts weinig verschillen wat dichtheden en biomassa's van de strata 1 en 4 betreft. Wel grote verschillen zijn er tussen de vier gebieden voor de strata 2 en 3. Wat stratum 2 betreft, heeft de Grevelingen buitendelta de hoogste gemiddelde dichtheid, maar de Haringvliet buitendelta de hoogste gemiddelde biomassa. Wat stratum 3 betreft, heeft de Oosterschelde buitendelta zowel qua biomassa als qua dichtheid de hoogste waarden.

Uit figuur 3 blijkt dat de strata niet gelijkmatig over de buitendelta's van de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet verdeeld zijn. Gekombineerd met voorgaande paragraaf resulteert dit in de hoogste gemiddelde dichtheid in de buitendelta van de Grevelingen (bijna 7000 ind./m²) (figuur 10 en 11). Dit is vooral toe te schrijven aan de hoge aantallen anneliden (surface deposit feeders). Opmerkelijk is verder de verdeling van de mollusken (suspension feeders) over de verschillende buitendelta's: er is duidelijk een noord-zuid gradiënt, met de hoogste dichtheden voor het Haringvliet, de laagste voor de Westerschelde. Wat de totale biomassa betreft, zijn de buitendelta's van de Westerschelde, Grevelingen en Haringvliet met elkaar vergelijkbaar (ongeveer 20 gADW/m²). De buitendelta van de Oosterschelde wordt gekarakteriseerd door een veel lagere gemiddelde totale biomassa (ongeveer 13 gADW/m²), te wijten aan een lage biomassa van mollusken (suspension feeders). Zoals reeds aangehaald, wordt stratum 3 in de Oosterschelde

buitendelta wel gekenmerkt door een veel hogere gem. dichtheid en biomassa dan in de andere buitendelta's.

II.6. Situering van de Voordelta

In een vergelijking met gegevens uit de hele zuidelijke Noordzee (tot 58° Noorderbreedte; North Sea Benthos Survey, ICES) blijkt dat de Voordelta, alhoewel veel soortenarmer, qua dichtheid en biomassa een faktor 2 maal rijker is (figuur 7). Echinodermaten hebben een groter aandeel in de totale dichtheid en biomassa in de Noordzee dan in de Voordelta (figuur 8).

Govaere (1978) en Govaere et al (1980) verdeelden de Zuidelijke Bocht van de Noordzee op basis van makrobenthos soortenaantallen, dichtheden en biomassa's in drie zones: een kustzone, een overgangszone en een open zee zone. Zowel de Voordelta als geheel, als een van de onderscheiden deelgebieden, vallen op basis van dominanties van soorten in aantal of biomassa niet zomaar in een van de drie door Govaere et al (1980) onderscheiden zones.

In vergelijking met de Nederlandse kustzone (met name het gebied tussen Ter Heyde en Callantsoog tot 5 km uit de kust) (Groenewold & van Scheppingen, 1989) blijkt de Voordelta qua soortenaantal rijker dan de Hollandse kust (figuur 7). Voor de dichtheid blijkt eenzelfde trend. De gem. biomassa is iets lager in Voordelta. Dit verschil kan volledig toegeschreven worden aan het voorkomen van droogvallende platen in de Voordelta. Wat het aandeel van de taxonomische groepen in de totale dichtheid en biomassa betreft, zijn Mollusca in de Kustzone belangrijker dan in de Voordelta (figuur 8). In beide gebieden zijn surface deposit feeders het belangrijkste qua aantal, suspension feeders qua biomassa (figuur 9).

Voor een vergelijking met de Waddenzee baseren we ons op gegevens in Beukema (1976) en Dekker (1989). In de meeste delen van de Waddenzee bestaat 50% van het gebied uit getijdengebieden.

De getijdengebieden van de Waddenzee zijn soortenarmer (41 soorten) dan de Voordelta als geheel. De jaargemiddelde biomassa in de Waddenzee bedraagt zo'n 27 gADW/m². Hierbij zijn vooral de mossel Mytilus edulis (zo'n 25%), Arenicola marina, Mya arenaria en de kokkel Cerastoderma edule belangrijk. Zo'n 66% van de totale biomassa nemen de mollusken voor hun rekening, gevolgd door de wormen (31%) en crustaceeën (3%). Naar hun voedingswijze zijn de suspension feeders het belangrijkste (55%), gevolgd door de deposit feeders (40%). Ook de subtidale gebieden van de Waddenzee zijn soortarmer dan de Voordelta. In de westelijke Nederlandse Waddenzee vond Dekker (1989) 80 soorten. Net zoals in de Voordelta behoren de meeste tot de polychaeten, naast crustaceeën en mollusken. Een aantal dominante soorten van het getijdengebied (kokkel, wadpier) komen nog in de ondiepste gebieden voor. De gemiddelde dichtheid is er hoger (15000 ind./m²) dan in de Voordelta, waarbij vooral het wadslakje (Hydrobia ulvae) belangrijk is; deze soort maakt niet minder dan 88% van de totale dichtheid uit. Ook de jaargemiddelde biomassa in de westelijke Nederlandse Waddenzee is hoger dan in de Voordelta (najaar): gem. bijna 44 gADW/m². De belangrijkste soort is de mossel Mytilus edulis, die zo'n 66% van de biomassa uitmaakt. Zo'n 7% van het subtidale gebied wordt door mosselkultuurpercelen ingenomen. De biomassa buiten deze kulturen bedraagt gem. 25.5 gADW/m² (waarvan 40% door natuurlijke mosselbanken). Net zoals in de Voordelta zijn mollusken qua biomassa het belangrijkste, wat voedingswijze betreft suspension feeders.

Ook in de Oosterschelde spelen de platen een belangrijke rol. Hun oppervlakte bedraagt zo'n 35 % van het totale estuarium. Voor een vergelijking baseren we ons op gegevens in Fortuin (1981), Coosen & van den Dool (1983), Coosen & Smaal (1985) en Scholten (1988). Net zoals in de Waddenzee zijn de getijdengebieden van de Oosterschelde soortenarmer dan de Voordelta als geheel (59 species). De subtidale gebieden van de Oosterschelde (143 species) zijn wat soortenaantal betreft vergelijkbaar met de Voordelta.

Wat biomassa betreft, zijn in de Oosterschelde suspension feeders (met name mosselen en kokkels) het belangrijkste (ca. 75% van de totale biomassa). De jaargemiddelde biomassa aan suspension feeders (platen + geulen) bedroeg in 1983 in de mond zo'n 31 gADW/m², in de kom ongeveer 10 gADW/m². De mosselbiomassa bedroeg in de mond bijna 12 gADW/m², in de kom 8.5 gADW/m². De kokkelbiomassa bedroeg resp. 13 gADW/m² en 1 gADW/m². Slechts 5% van de totale biomassa aan mosselen betreft 'wilde' mosselen op dijkglouingen en vooroevers. Deposit feeders (ca. 14% van de totale biomassa) halen op de platen in de mond een gem. biomassa van 6.6 gADW/m², in de kom 2.7 gADW/m². Omnivoren, predatoren en grazers vormen samen ca. 11% van de biomassa. Bijkerk (1988) berekende volgende biomassawaarden voor de hele Oosterschelde a.h.v. gegevens in Coosen & Smaal (1985) (gegevens exclusief Krammer-Volkerak): geul: 3.3 g; plaatrand: 36.4 g en plaat: 71.1 g ADW/m² in de gehele Oosterschelde.

In het Krammer-Keeten-Volkerak werd in najaar 1980 sublittoraal een gem. biomassa gevonden van 28.4 gADW/m². Mosselen nemen hiervan zo'n 85% voor hun rekening door de aanwezigheid van mosselkultuurpercelen, met zeer hoge biomassawaarden (300-500 gADG/m²).

Lijst van tabellen en figuren

- Tabel I. Gemiddelde dichtheid en biomassa van kensoorten in de vijf makrobenthische gemeenschappen (clusters)
- Tabel II. Gemiddelde dichtheid en biomassa in de strata 1 t/m 5 in de buitendelta's van de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet.
- Figuur 1 Gemiddelde dichtheid en biomassa van de verschillende taxonomische groepen in de Voordelta
- Figuur 2 Gemiddelde dichtheid en biomassa van de verschillende voedingstypes in de Voordelta
- Figuur 3 Kaart van de Voordelta met vermelding van de 6 strata die op basis van de makrofaunasamenstelling worden onderscheiden
- Figuur 4 Totaal aantal soorten, gemiddelde dichtheid en gem. biomassa per cluster
- Figuur 5 Verdeling van aantal soorten, dichtheid en biomassa over de verschillende taxonomische groepen, per cluster
- Figuur 6 Verdeling van aantal soorten, dichtheid en biomassa over de verschillende voedingstypes, per cluster
- Figuur 7 Vergelijking van Voordelta, Noordzee en Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog naar aantal soorten, gem. dichtheid en gem. biomassa
- Figuur 8 Vergelijking van Voordelta, Noordzee en Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog naar de verdeling van gem. dichtheid en gem. biomassa over de verschillende taxonomische groepen
- Figuur 9 Vergelijking van Voordelta en Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog naar de verdeling gem. dichtheid en gem. biomassa over de verschillende voedingstypes
- Figuur 10 Vergelijking van de buitendelta's van Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet naar gem. dichtheid en gem. biomassa van de verschillende taxonomische groepen
- Figuur 11 Vergelijking van de buitendelta's van Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet naar gem. dichtheid en gem. biomassa van de verschillende voedingstypes

Tabel I. Gemiddelde dichtheid (N/m^2) en biomassa ($mgADW/m^2$) van kensoorten in de vijf makrobenthische levensgemeenschappen (clusters)**



clusters		I	II	III	IV	V
dichtheid						
Annelida	Nephtys hombergi	*	26	110	77	2
	Lanice conchilega	*	19	900	24	1
	Heteromastus filiformis	*	*	41	32	170
	Spiophanes bombyx	27	320	4500	41	3
	Pectinaria koreni	*	2	230	170	11
	Nereis longissima	*	*	65	25	*
	Anaitides mucosa	*	8	360	200	1
	Magelona papillicornis	7	67	110	1	1
	Spio filicornis	25	340	480	5	320
	Nephtys cirrosa	30	58	28	17	1
Mollusca	Spisula subtruncata	2	320	4000	2500	7
	Abra alba	*	1	550	310	*
	Mysella bidentata	*	9	410	160	-
	Tellina fabula	*	16	139	8	-
Arthropoda	Bathyporeia sp.	94	79	8	*	*
	Urothoe poseidonis	3	79	126	*	-
biomassa						
Annelida	Nephtys hombergi	19	62	1240	490	70
	Lanice conchilega	1.2	150	5000	350	14
	Heteromastus filiformis	2	10	220	320	300
	Spiophanes bombyx	22	220	3000	26	2.6
	Pectinaria koreni	1.9	16	1470	1000	50
	Nereis longissima	2.7	1.5	460	380	4
	Anaitides mucosa	1.3	8.5	370	80	*
	Magelona papillicornis	12	91	113	*	*
	Spio filicornis	13	52	55	*	61
	Nephtys cirrosa	176	300	89	64	3.3
Mollusca	Spisula subtruncata	110	6000	19000	7000	80
	Abra alba	1.6	14	1000	840	*
	Mysella bidentata	*	2.6	109	38	-
	Tellina fabula	*	170	1150	13	-
Arthropoda	Bathyporeia sp.	21	20.1	1.9	*	*
	Urothoe poseidonis	1.2	25	42	*	-

*: dichtheid $< 1 \text{ ind./m}^2$; biomassa $< 1 \text{ mgADW/m}^2$

** : opm.: stations van stratum 6 in de berekeningen meegenomen (cluster I, V)

Tabel II. Gemiddelde dichtheid (N/m^2) en biomassa ($gADW/m^2$) in de strata 1 t/m 5 in de buitendelta's van de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet.

dichtheid

buitendelta	1	2	stratum 3	4	5	totaal
Westerschelde	500	800	9000	3000	-	3000
Oosterschelde	300	1200	33000	770 ^a	-	4000
Grevelingen	400	4000	13000	10000 ^b	-	7000
Haringvliet	400	1700	13000	-	1100	5000
totaal	400	2000	14000	5000	1100	

biomassa

buitendelta	1	2	stratum 3	4	5	totaal
Westerschelde	2	10	60	30	-	20
Oosterschelde	2	10	80	? ^a	-	13
Grevelingen	2	9	40	100 ^c	-	20
Haringvliet	0.4	20	40	-	20	20
totaal	2	13	40	40	20	

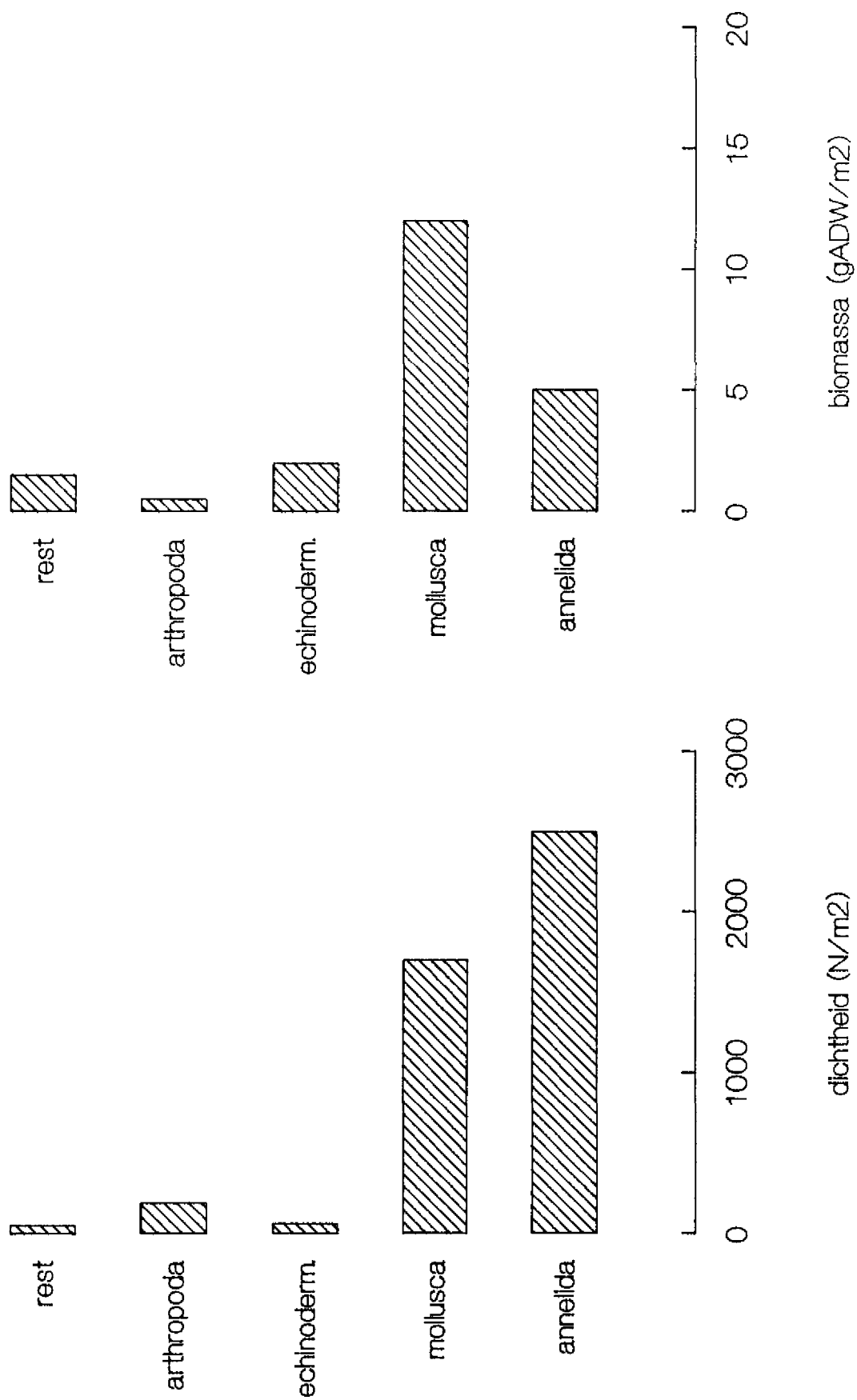
a: gemiddelde van twee monsterpunten; geen biomassagegeven voorhanden

b: na weglaten van uitbijter (met > 125000 ind./m²): 5000 ind./m²

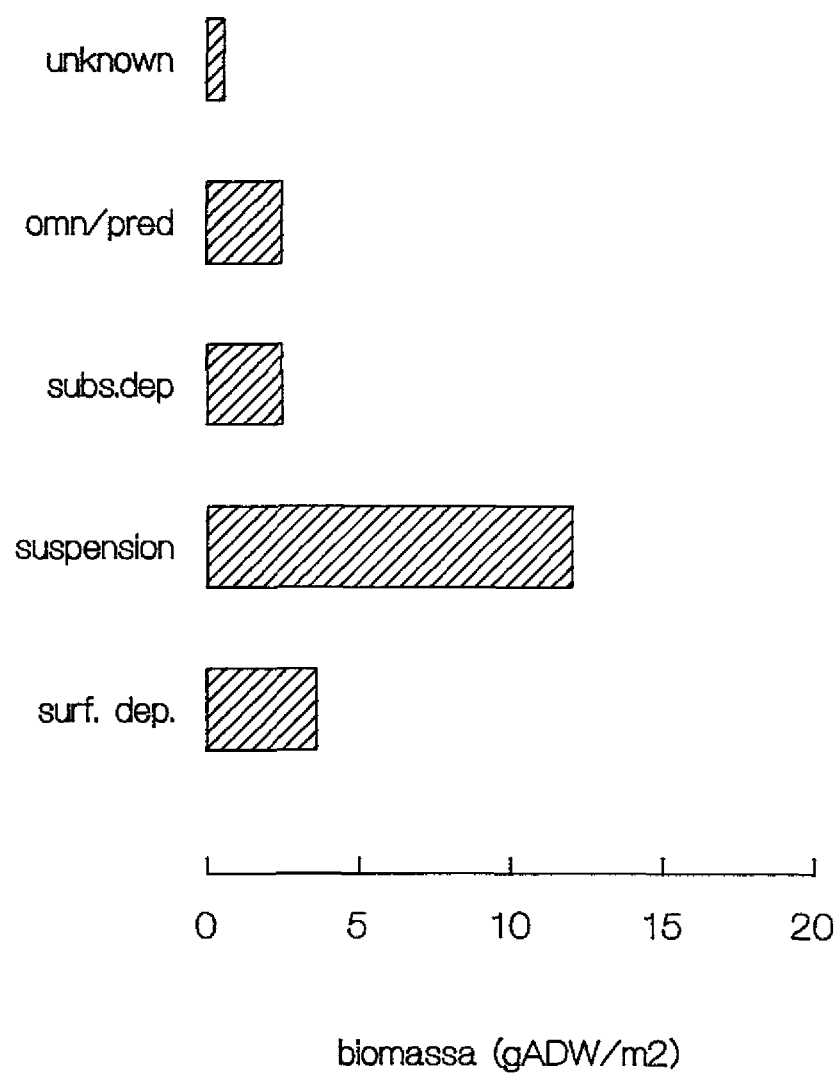
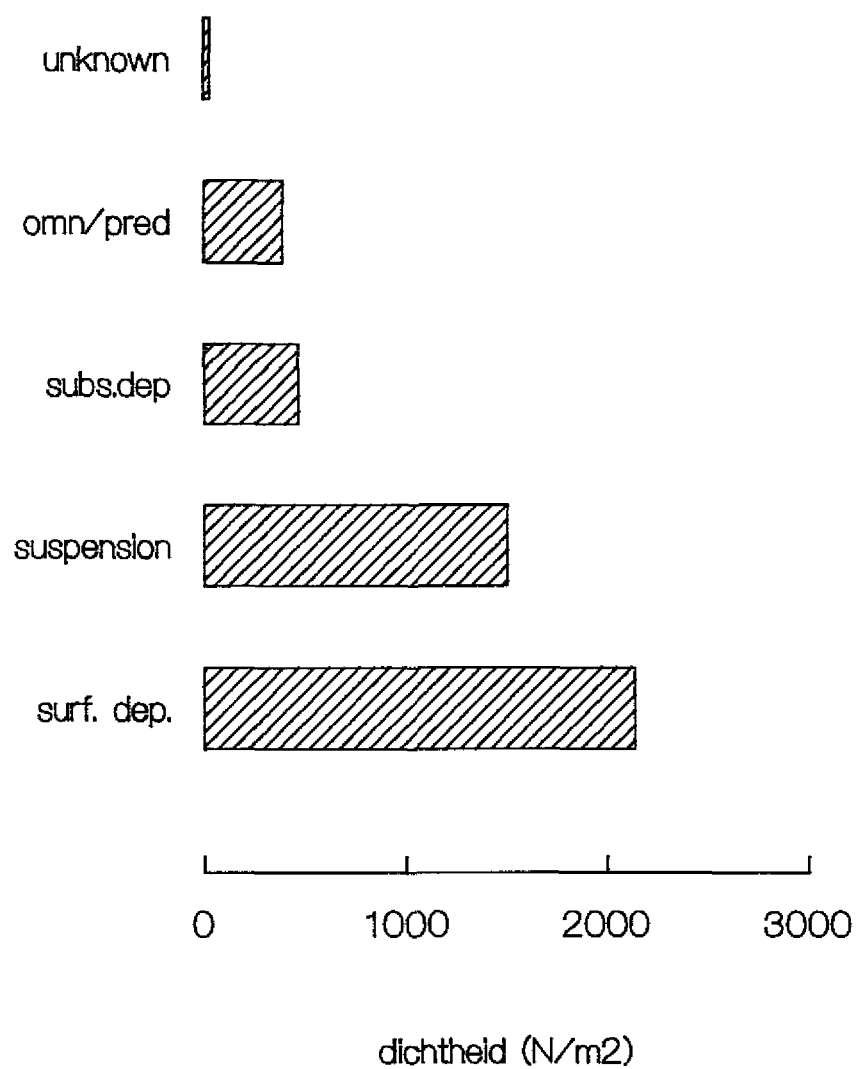
c: gemiddelde van 4 waarden (366.7, 32.6, 1.8 en 1.1 gADW/m²); na weglaten van de hoogste: 10 gADW/m²

Figuur 1

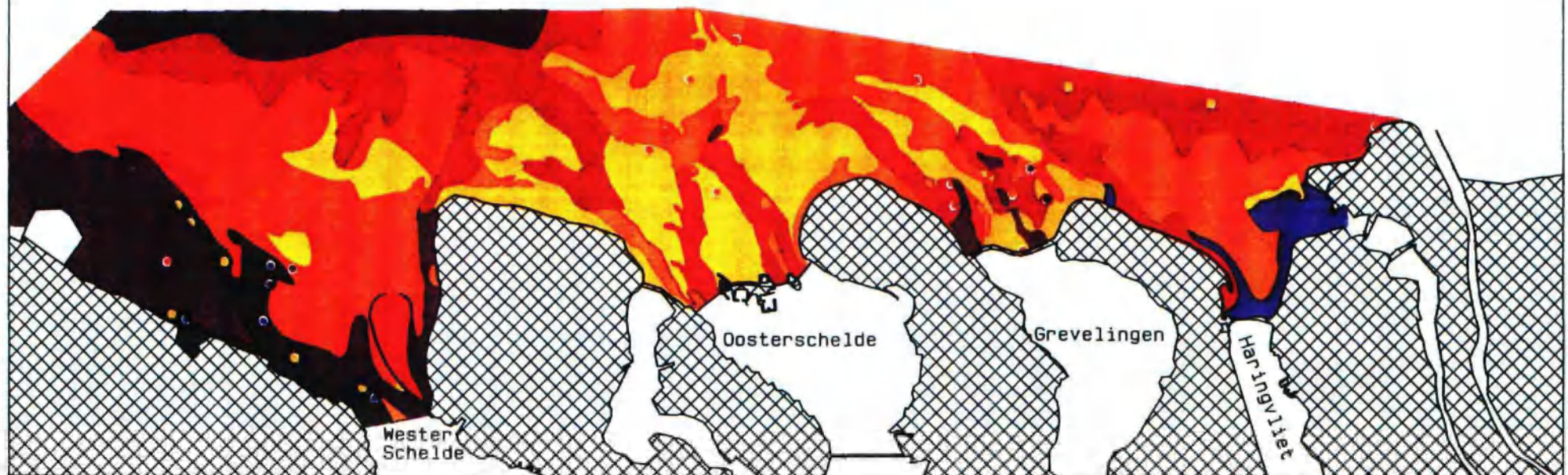
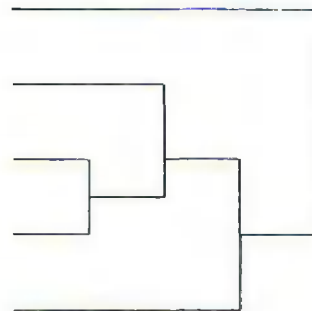
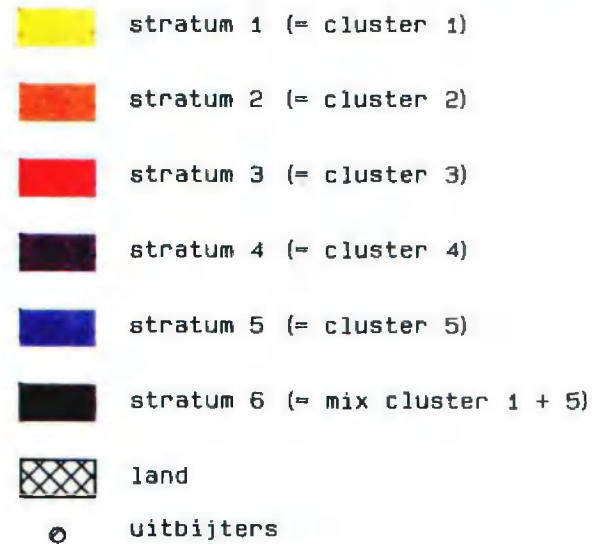
Gemiddelde dichtheid en biomassa van de verschillende taxonomische groepen in de Voordelta



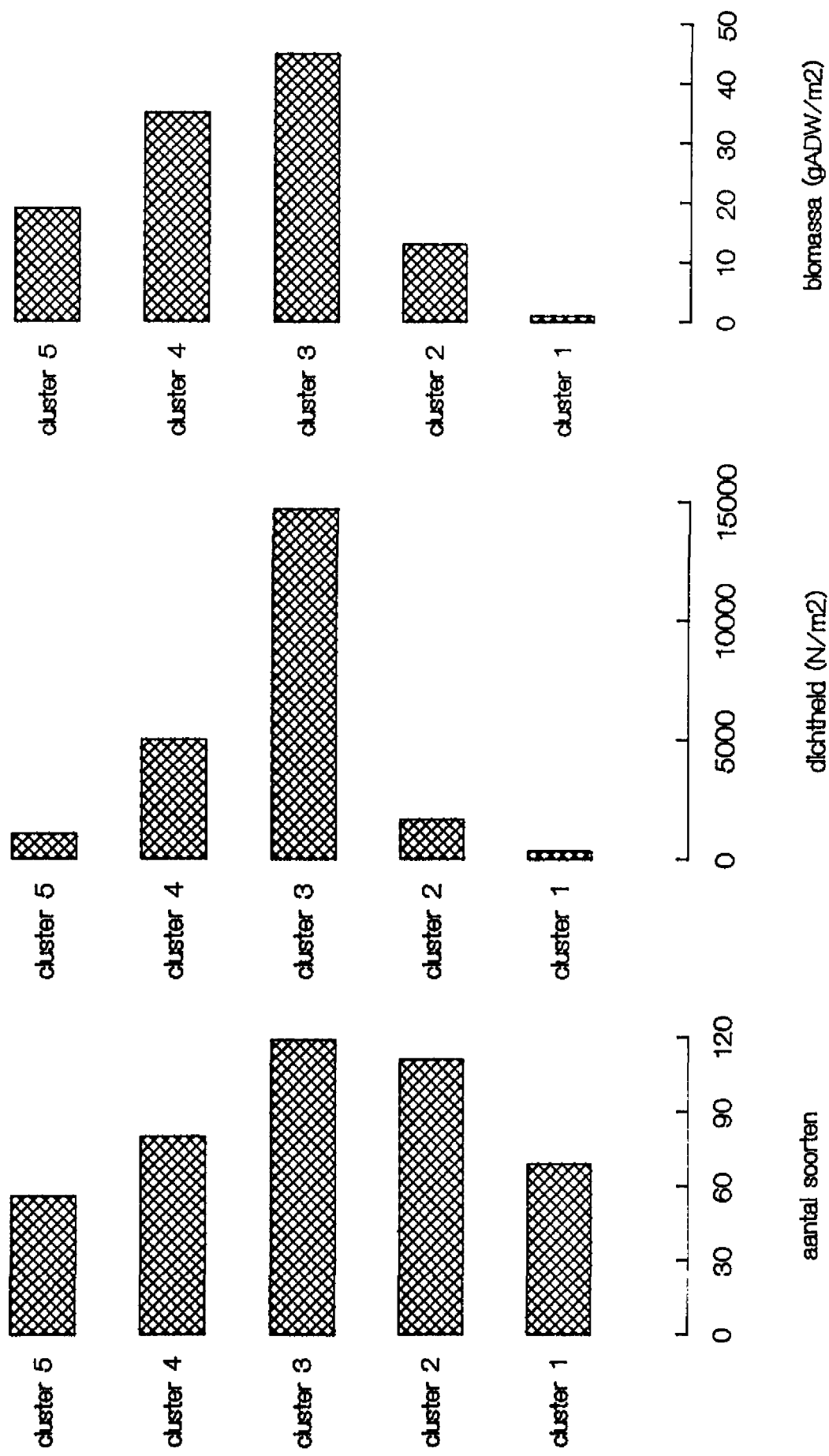
Figuur 2 Gemiddelde dichtheid en biomassa van de verschillende voedingstypes in de Voordelta



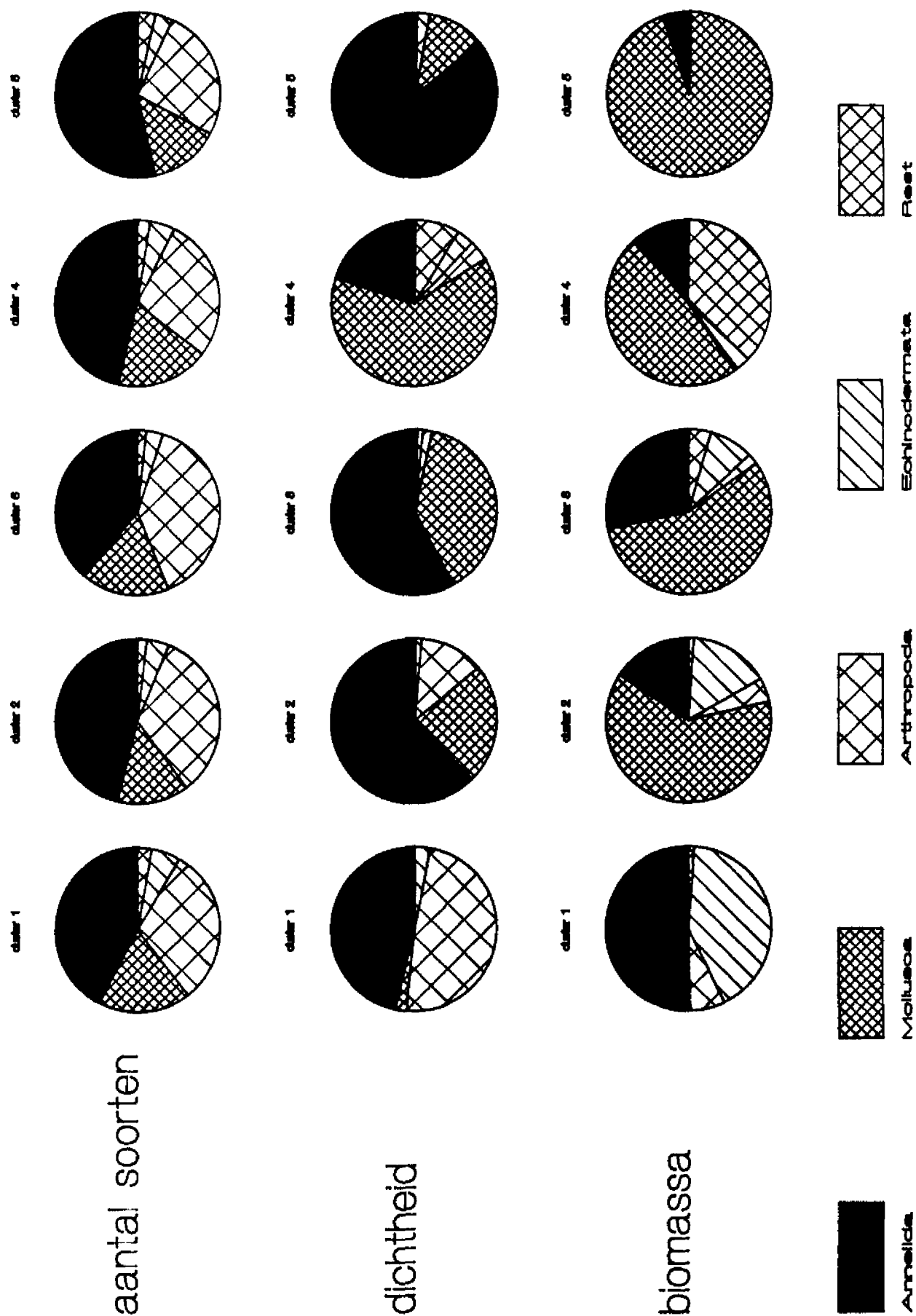
Figuur 3 : Kaart van de Voordelta met vermelding van de
6 verschillende strata, die op basis van de
makrofauna samenstelling worden onderscheiden



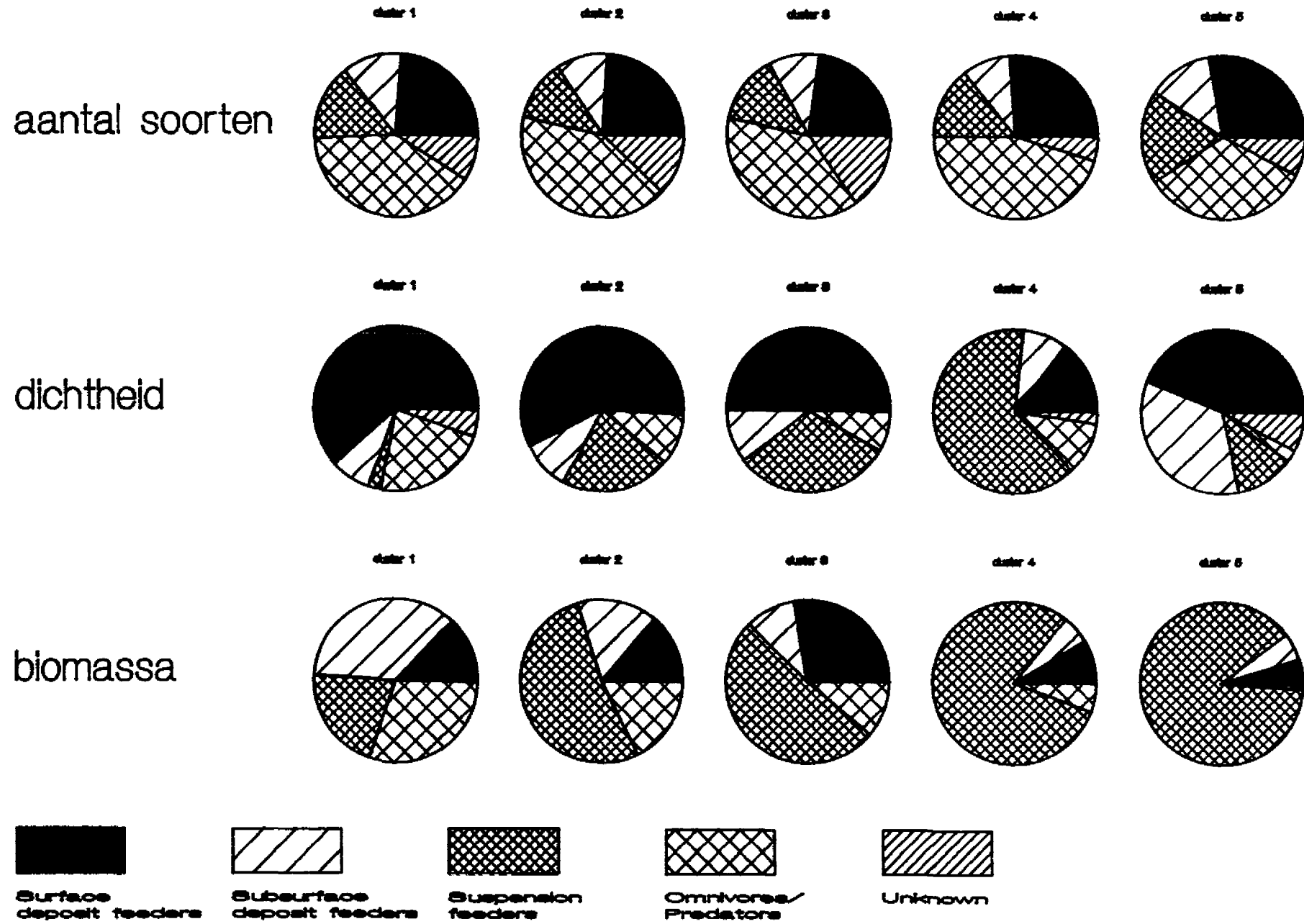
Figuur 4 Totaal aantal soorten, gem. dichtheid en gem. biomassa per cluster



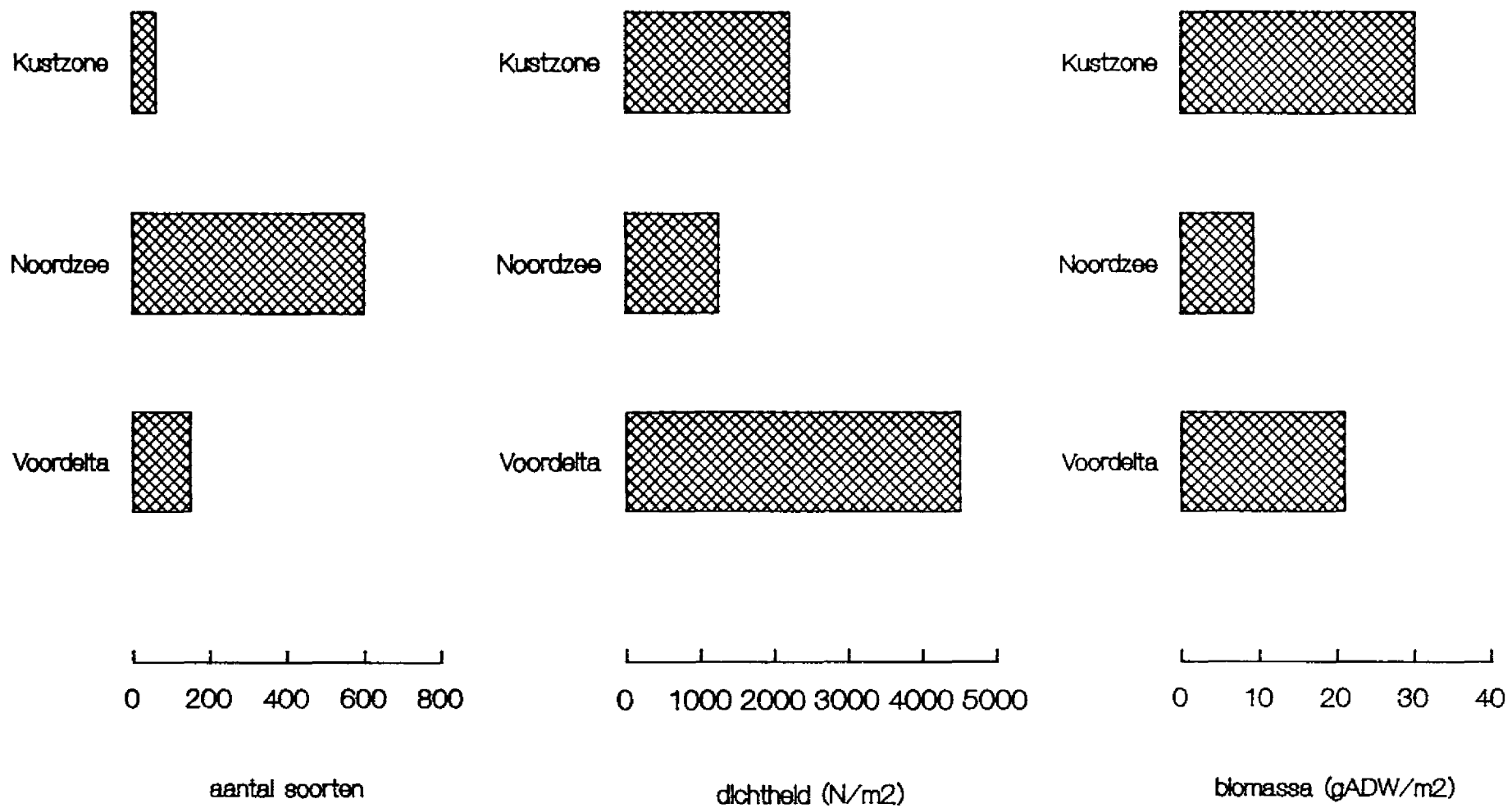
Figuur 5 Verdeling van aantal soorten, dichtheid en biomassa over de verschillende taxonomische groepen, per cluster



Figuur 6 Verdeling van aantal soorten, dichtheid en biomassa over de verschillende voedingstypes, per cluster

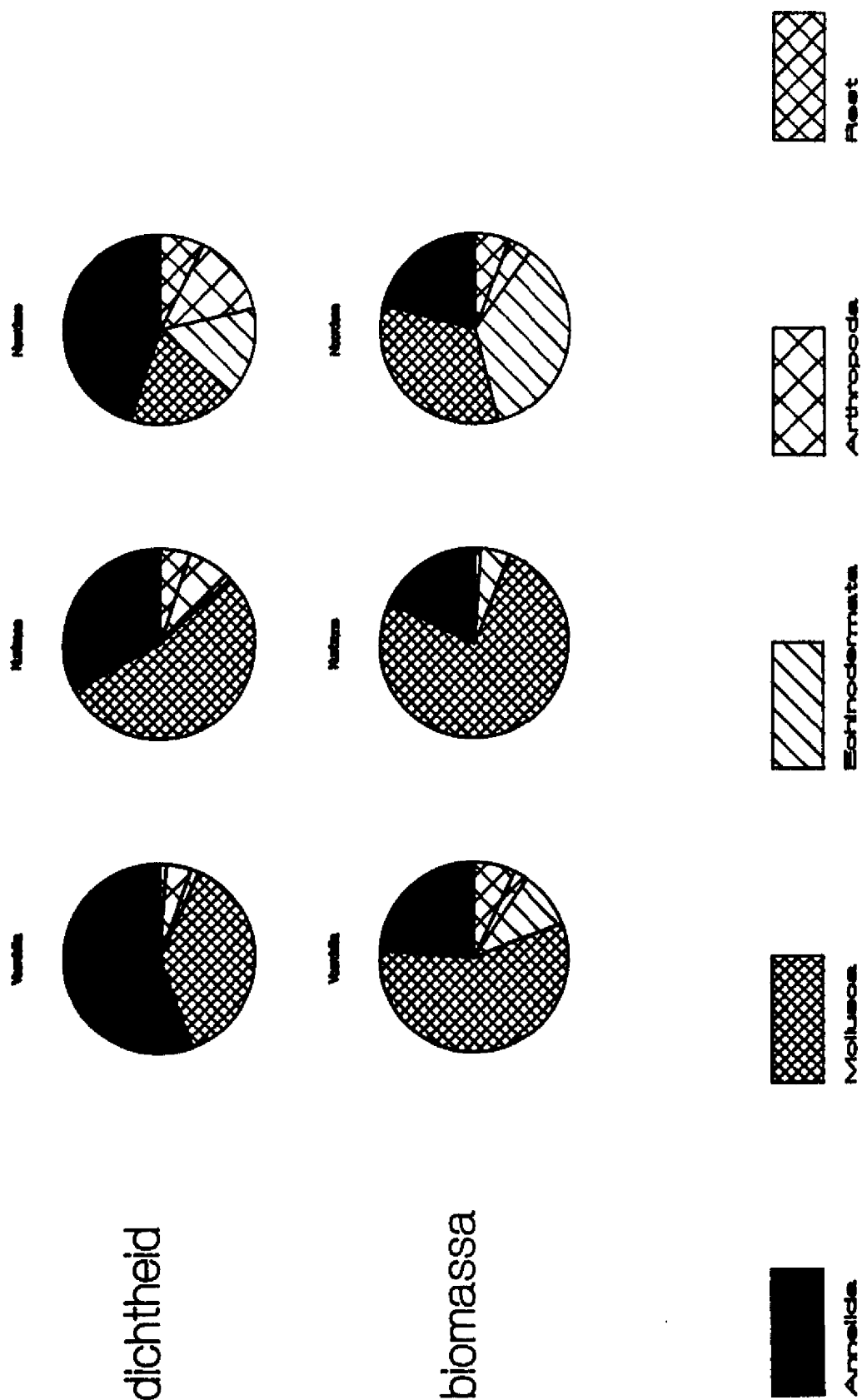


Figuur 7
Vergelijking van Voordelta, Noordzee en Nederlandse kustzone
tussen Ter Heyde en Callantsoog naar aantal soorten, gem.
dichtheid en gem. biomassa



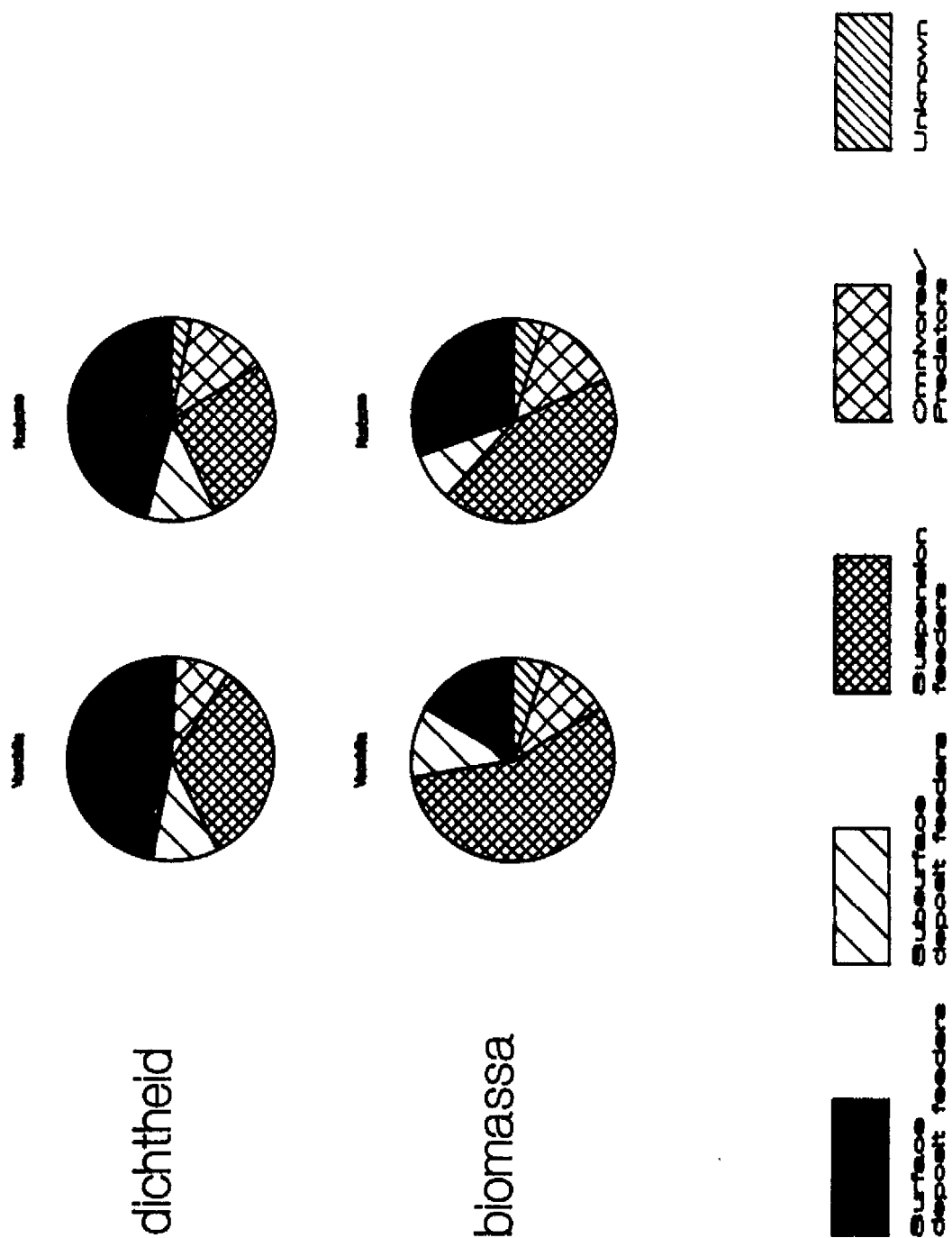
Figuur 8

Vergelijking van Voordelta, Noordzee en Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog naar de verdeling van gem. dichtheid en gem. biomassa over de verschillende taxonomische groepen

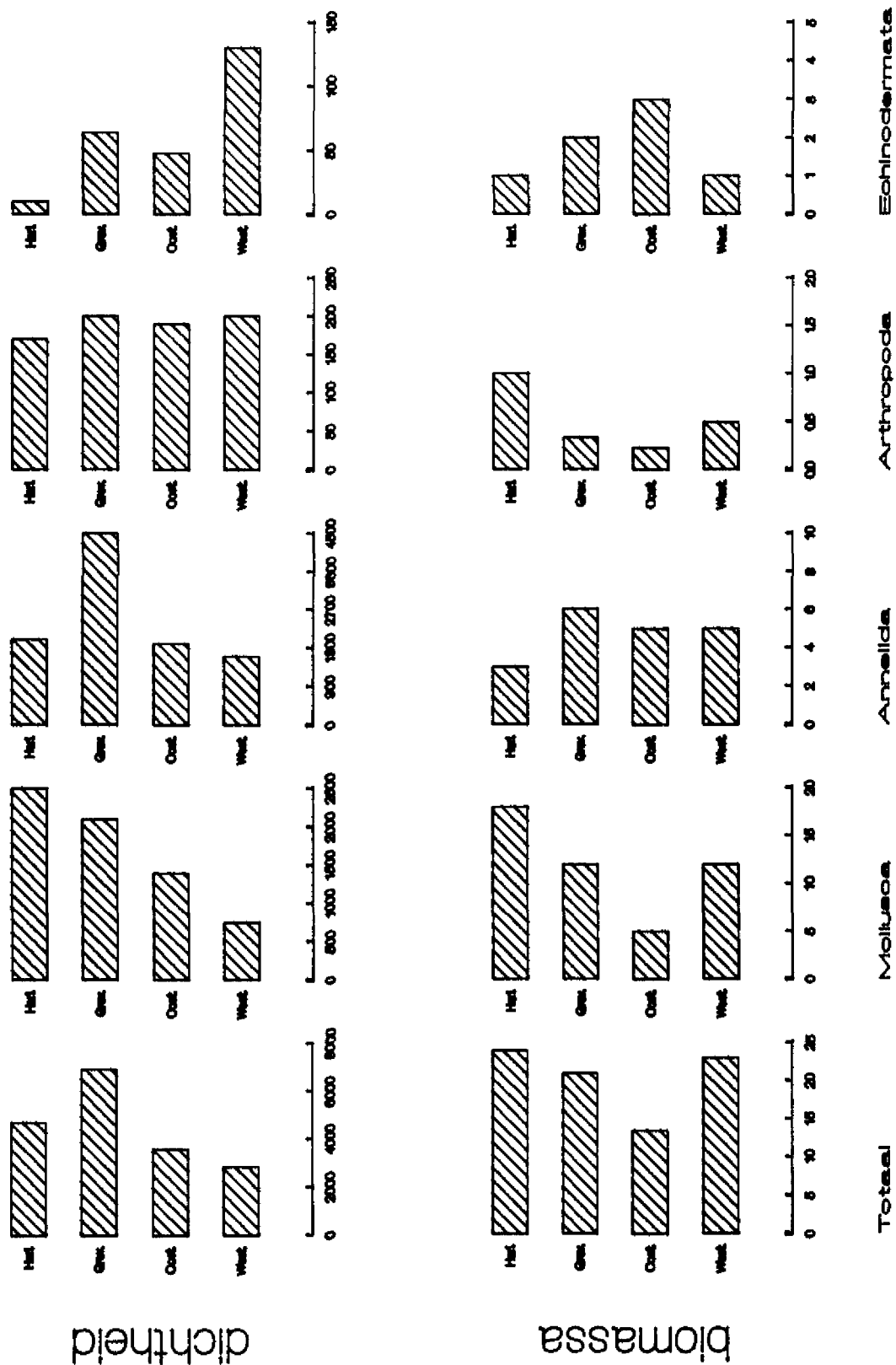


Figuur 9

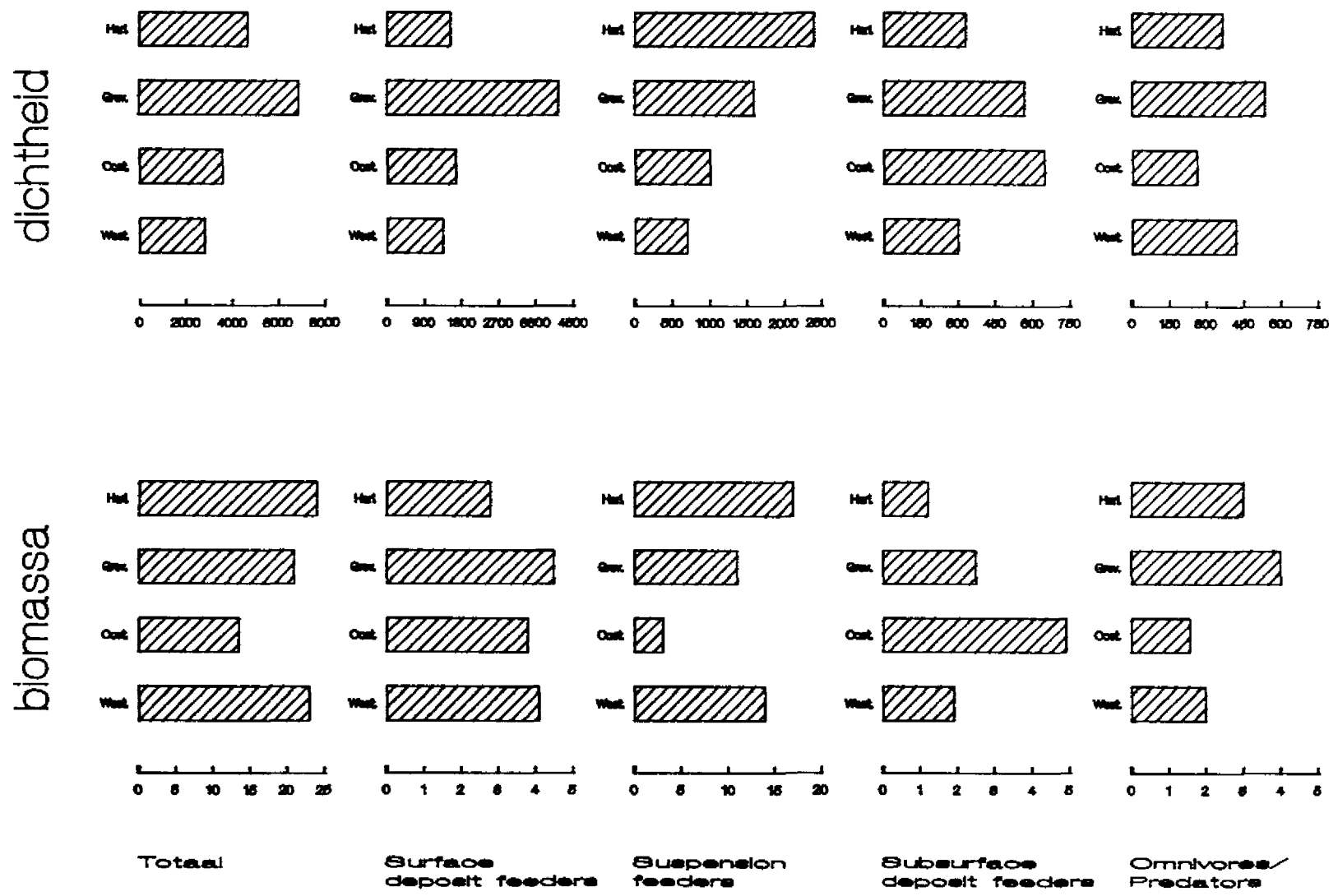
Vergelijking van Voordelta en Nederlandse kustzone tussen Ter Heyde en Callantsoog naar de verdeling gem. dichtheid en gem. biomassa over de verschillende voedingstypes



Figuur 10 Vergelijking van de buitendelta's van Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet naar gem. dichtheid en gem. biomassa van de verschillende taxonomische groepen



Figuur 11
 Vergelijking van de buitendeelta's van Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en Haringvliet naar gem. dichtheid en gem. biomassa van de verschillende voedings types



Hyperbenthos

III. Het hyperbenthos

O. Hamerlynck, J. Mees & P. Van de Vyver

Instituut voor Dierkunde, Sectie Mariene Biologie, K.L. Ledeganckstraat, 35, B 9000 Gent, België.

Inleiding

De hier besproken resultaten beslaan een jaarcyclus van augustus 1988 tot en met eind juni 1989. Ze zijn genomen met een hyperbenthische slee in 24 stations in de Oosterschelde en Grevelingen buitendelta. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de methodologie en de resultaten verwijzen we naar Hamerlynck et al (1990).

Er kan meteen onderscheid gemaakt worden in het tijdelijke hyperbenthos, dit zijn de dieren die slechts gedurende een deel van hun ontwikkeling tot het hyperbenthos behoren, en het permanente hyperbenthos. In de Voordelta zijn de opvallendste vertegenwoordigers van het tijdelijke hyperbenthos de larven van verschillende groepen decapoden (vooral van garnalen, heremietskreeften en krabben), de larven van makrobenthische soorten en de eieren en larven van vissen. Als permanent hyperbenthos zijn vooral de mysidaceeën (aasgarnalen) en de amphipoden (vlokreeftjes) belangrijk (Fig 3).

III.1. Aantal soorten

In totaal beschouwen we 107 biologische soorten als behorend tot het hyperbenthos. Voor de verdere verwerking hebben we echter een andere dan de klassieke biologische definitie van wat onder een soort verstaan wordt, gebruikt. De verschillende levensstadia van eenzelfde soort die een duidelijk verschillende ecologie hebben (bvb. zoë- en megalopastadia van krabben) worden als verschillende soorten beschouwd. Zodoende beschouwen we 120 functioneel ecologische "soorten".

III.2. Dichtheid

De gemiddelde dichtheid aan hyperbenthos bedraagt zo'n 7 individuen per m² over het hele jaar. De dichtheid vertoont sterke seizoenale schommelingen, met een maximum van zo'n 30 individuen per m² in juni. De belangrijkste groepen werden reeds vermeld. De belangrijkste soorten, die meer dan 4% van het totale hyperbenthos uitmaken, zijn voor het tijdelijk hyperbenthos de larven van de schelpkokerworm Lanice conchilega, deze van de grijze garnaal Crangon crangon, deze van de strandkrab Carcinus maenas, van de zwemkrab Liocarcinus holsatus en van de heremietskreeft Pagurus bernhardus. De enige vertegenwoordiger van het permanent hyperbenthos die aan het 4% criterium voldoet is de aasgarnaal Schistomysis spiritus. De volgende soorten maken meer dan 1% uit: voor het tijdelijk hyperbenthos viseieren, vooral van de tong (Solea solea) en de juvenielen van lozano's grondel Pomatoschistus lozanoi en de haring Clupea harengus; voor het permanent hyperbenthos de vlokreeft Atylus swammerdami, en de aasgarnalen Schistomysis kervillei, Mesopodopsis slabberi en Gastrosaccus spinifer. Voor deze laatste soort dient opgemerkt dat deze zich overdag vooral ingegraven in de bodem schuilhoudt en dus eerder tot het makrobenthos behoort. Bijkomend zouden we nog de pelagische copepode Temora longicornis kunnen vermelden die in het voorjaar in hoge aantallen aangetroffen wordt maar eigenlijk tot het zoöplankton behoort.

III.3. Biomassa

De gemiddelde biomassa aan hyperbenthos bedraagt zo'n 7 g AFDW/1000m². Gezien de berekeningen vanuit de energiebehoeften van grondels en kabeljauwachtigen, is dit waarschijnlijk een sterke onderschatting (Hamerlynck et al, 1990). In biomassa zijn vooral de aasgarnalen en de vislarven belangrijk.

III.4. Levensgemeenschappen

III.4.1. Ruimtelijke patronen

Net als bij de andere kompartimenten zijn ook voor het hyperbenthos, op basis van de jaargemiddelden, verschillende levensgemeenschappen te onderscheiden. Doordat het hyperbenthos in belangrijke mate gestructureerd wordt door wat in de waterkolom gebeurt, zijn de verschillen minder uitgesproken dan bij de dieren die echt in de bodem leven (de infauna).

Toch zijn duidelijke verschillen merkbaar qua soortensamenstelling, dichtheid en biomassa van de verschillende groepen in verschillende deelgebieden. In het onderzochte gebied werden drie deelgemeenschappen onderscheiden. Er zijn gedeeltelijke overlappingen tussen de gemeenschappen omdat de TWINSpan analyse van dichtheden en biomassa niet volledig dezelfde clustering opleveren. De verschillende gemeenschappen zijn vooral geografisch te onderscheiden (figuur 1). Stratum 1 omvat het gebied van het Brouwerhavense Gat, met een overgangszone naar de Geul van de Banjaard toe. Stratum 2, is sterk verwant met stratum 1 en omvat de geulen en plaatkanten rond de buitenste platen van het Banjaardgebied, met een overgangszone naar de stormvloedkering toe. De geulen en plaatkanten van het binnenste deel van de Oosterschelde buitendelta vormt stratum 3, een duidelijk verarmde zone. De relatieve samenstelling van de verschillende strata is weergegeven in figuur 2. Totale dichtheden worden vergeleken in figuur 3. Dichtheden van de belangrijkste groepen zijn weergegeven in figuur 4. Totale dichtheden en biomassa's, en dichtheden en biomassa's van de verschillende groepen in de drie strata worden in tabel I gegeven.

III.4.2. Temporele patronen

Als we de soortgegevens van de afzonderlijke maanden beschouwen blijkt een zeer sterke dominatie van de temporele fenomenen op de ruimtelijke (figuur 5). De gemeenschapsstructuur wordt zeer sterk bepaald door de snelle opeenvolging van grote aantallen van de verschillende vertegenwoordigers van het tijdelijk hyperbenthos in lente en zomer. Anders uitgedrukt, kunnen we stellen dat alle monsters die in eenzelfde maand genomen werden, meer op elkaar lijken dan op monsters van eenzelfde lokatie in een andere maand.

In de herfst- en wintercluster treden, na een aantal splitsingen in blokken van 2 maanden, dezelfde ruimtelijke patronen op de voorgrond als in de analyse met de jaargemiddelden.

III.5. Belang van het hyperbenthos voor vissen

Uit maaganalyses van de demersale (= bodembewonende) vissen in het gebied blijkt dat vooral jonge kabeljauwachtigen, met name steenbolke (Trisopterus luscus) en wijting (Merlangius merlangius), en grondels (Pomatoschistus species) belangrijke konsumenten zijn van het hyperbenthos. Voor de eerste 2 soorten zijn vooral aasgarnalen, vislarven en postlarven (vooral grondels) en de hyperbenthische stadia van de

garnaal belangrijk. Voor de grondels zijn de aasgarnalen het belangrijkste.

Ook van andere demersale soorten is bekend dat ze hyperbenthos consumeren maar deze zijn niet in detail onderzocht. Door de specifieke grootte en energie-inhoud van de karakteristieke hyperbenthossoorten kunnen we vermoeden dat vooral vissen tussen 4 en 10 cm van het hyperbenthos afhankelijk zijn. Opmerkelijk is dat de hyperbenthische larven van krabben in verhouding tot hun abundantie weinig gegeten worden. De stekels op hun carapax zijn mogelijk een efficiënte verdediging.

Vermoedelijk is het hyperbenthos, en dan vooral de aasgarnalen, ook belangrijk voor de jonge stadia van de pelagische vissoorten (haring, spruit, horsmakreel) van de Voordelta. Dit kompartiment werd echter niet onderzocht.

III.6. Besluit

In tegenstelling tot de resultaten voor de benthische organismen (makro- en meiobenthos) en de demersale vissen zijn er voor het hyperbenthos minder duidelijke verwantschappen tussen de geulen van de Oosterschelde buitendelta en deze in de Grevelingen buitendelta. Ook is er algemeen veel minder verschil tussen diepe en ondiepe stations. De ruimtelijke indeling heeft veel meer een geografisch karakter en splitst in drie deelgebieden: Oosterschelde buitendelta landwaarts van het Westgat, rest van de Oosterschelde buitendelta (Westgat en buitenste platen van het Banjaardgebied), en Grevelingen buitendelta. Hiervan is de laatstgenoemde het rijkste gebied.

Een opvallend fenomeen is de sterke dominantie van de temporele opeenvolging van allerlei vertegenwoordigers van het tijdelijk hyperbenthos in lente en zomer. Enkel in de wintermaanden, als de fauna gedomineerd wordt door het permanente hyperbenthos, en met name door de aasgarnalen, komen de ruimtelijke patronen op de voorgrond. Daardoor lijkt het hyperbenthos op het pelagiaal, waar de processen ook voornamelijk gedreven worden door het seizoenaal patroon in de nutriënten en het fytoplankton.

Zeer belangrijk is het concentratiefenomeen dat lijkt op te treden in het Brouwerhavense Gat. Voor makrobenthoslarven kan men nog een invloed van de hoge lokale produktie veronderstellen, maar voor (pelagische) viseieren (vermoedelijk voornamelijk tong, Solea solea) en -larven moet dit bijna zeker te wijten zijn aan dezelfde hydrodynamische factoren die de verslibbing van het Brouwerhavense Gat veroorzaken.

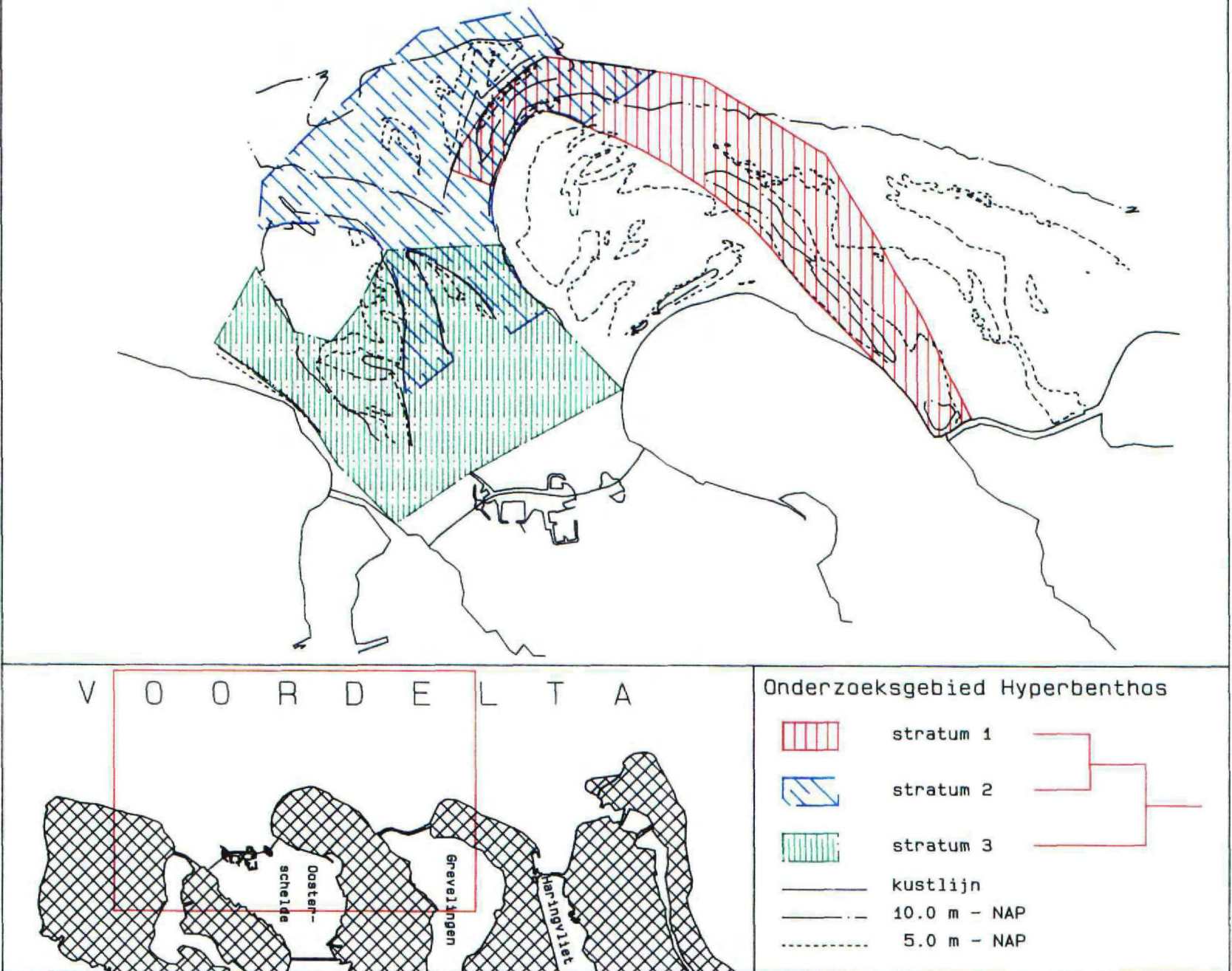
Ook voor de kinderkamerfunctie zijn de hoge densiteiten van het hyperbenthos in het Brouwerhavense Gat belangrijk.

Lijst van tabellen en figuren

Tabel I	Densiteit en biomassa hyperbenthos per 1000m ² (jaargemiddelde 1988-'89)
Figuur 1	Kaart van de Voordelta met vermelding van de strata die op basis van de hyperbenthossamenstelling worden onderscheiden
Figuur 2	Procentuele samenstelling dichtheid hyperbenthos
Figuur 3	Gemiddelde totale dichtheid (+ standaardfout) hyperbenthos
Figuur 4	Gemiddelde dichtheid (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten
Figuur 5	Temporele patronen hyperbenthos

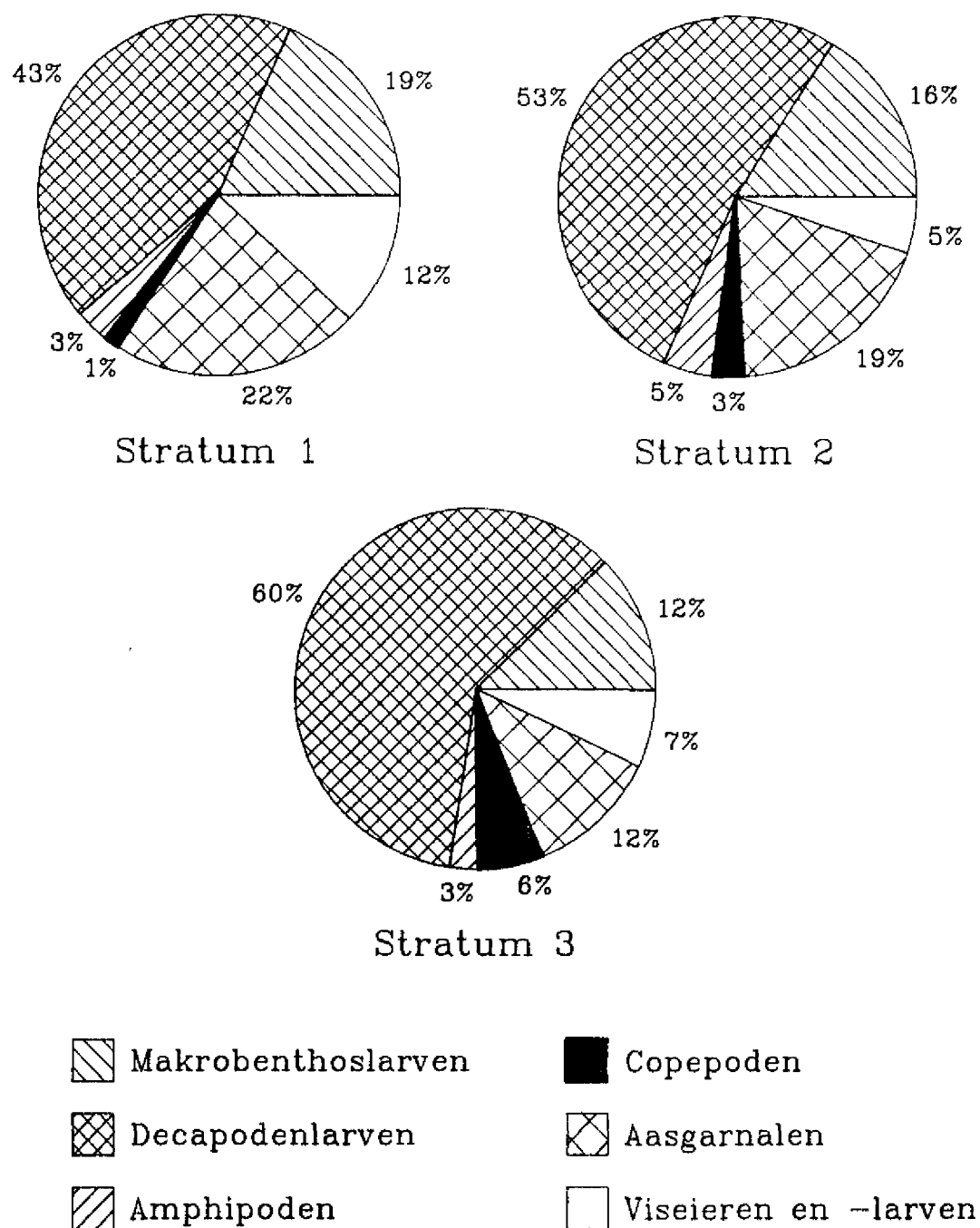
Tabel I. Overzichtstabel densiteit en biomassa (gADW) per 1000m²
(jaargemiddelde 1988-1989)

	Stratum 1 Grevelingen buitendelta	Stratum 2 Banjaard	Stratum 3 Oosterschelde buitendelta
Dichtheid			
Hyperbenthos totaal	7900	8200	4200
makrobenthoslarven	1500	1300	500
decapodenlarven	3300	4300	2500
amphipoden	250	400	100
aasgarnalen	1700	1500	500
viseieren en -larven	900	400	300
pelagische copepoden	110	230	240
Biomassa			
Hyperbenthos totaal	10.3	7.1	2.9
makrobenthoslarven	0.05	0.04	0.02
decapodenlarven	0.6	0.8	0.4
amphipoden	0.2	0.2	0.15
aasgarnalen	4.5	2.9	1.1
viseieren en -larven	4.9	3.2	1.3



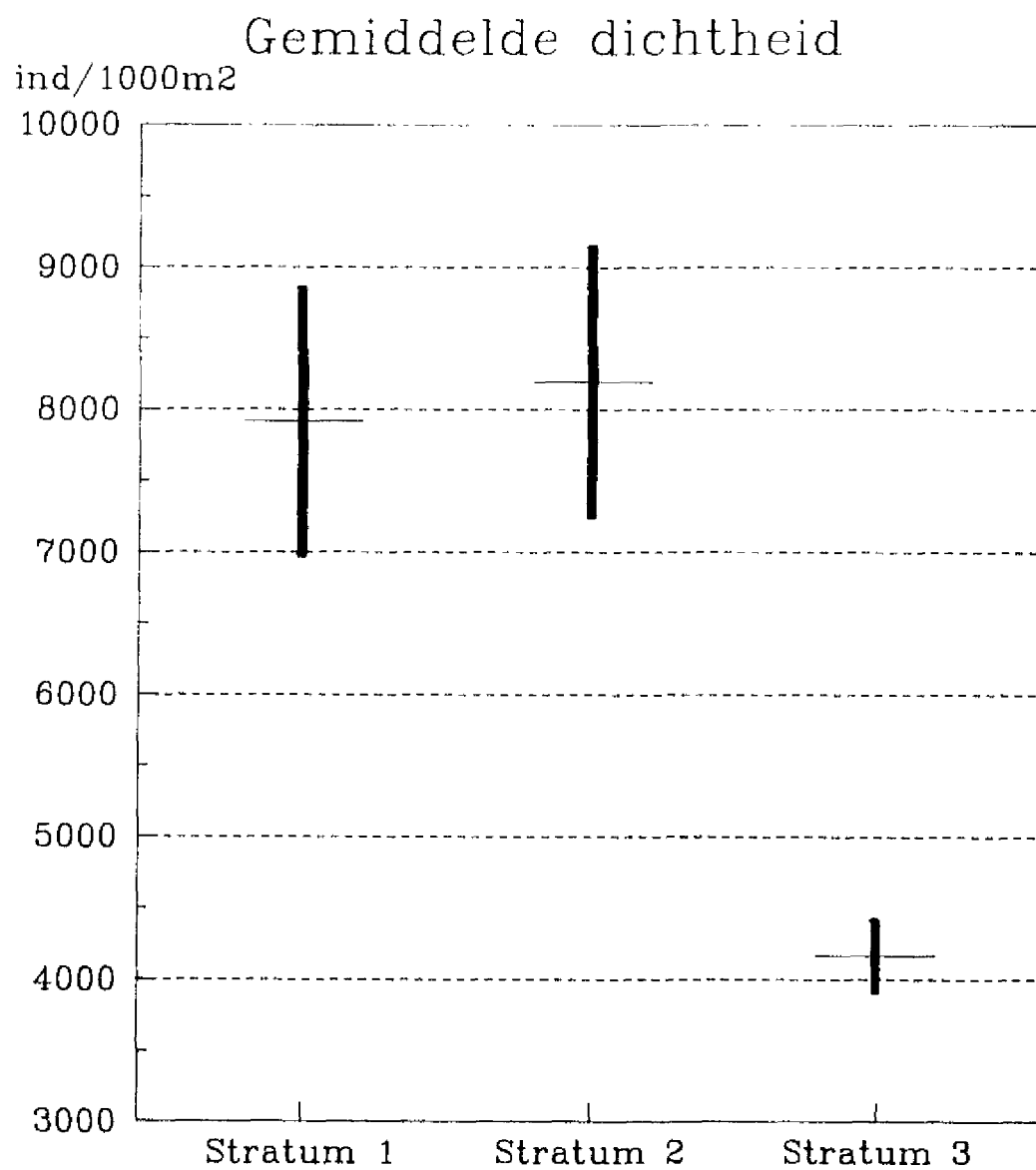
Figuur 1 : Kaart van de Voorde Delta met vermelding van de strata, die op basis van de hyperbenthos samenstelling worden onderscheiden.

Dichtheid Hyperbenthos procentuele samenstelling



Figuur 2 Procentuele samenstelling dichtheid hyperbenthos

Hyperbenthos Voordelta aug. '88 – jul. '89



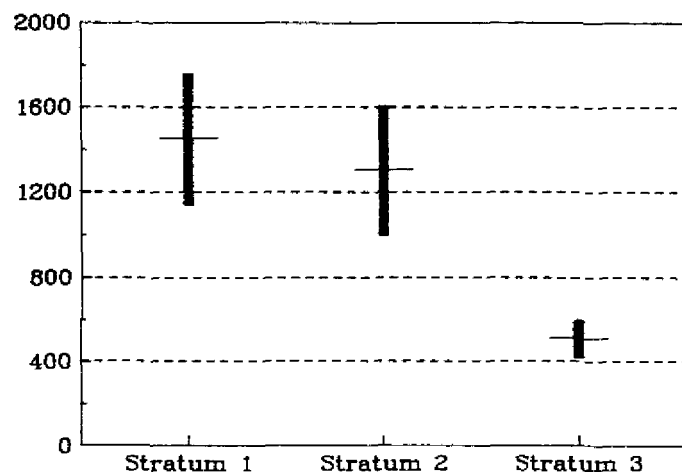
Figuur 3 Gemiddelde totale dichtheid (+ standaardfout) hyperbenthos

Hyperbenthos Voordelta aug. '88 – jul. '89

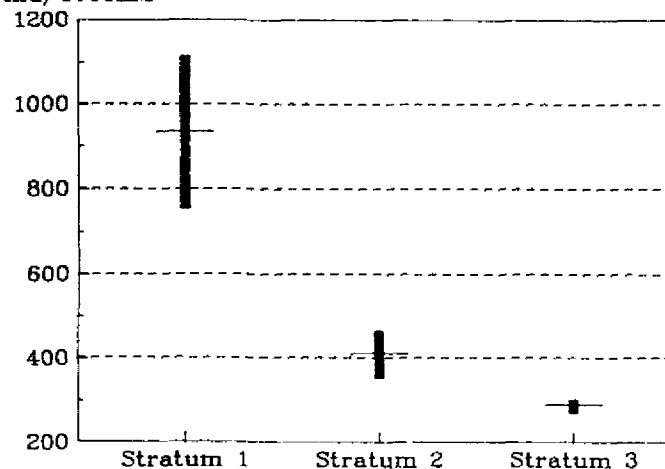
Gemiddelde dichtheid

Figuur 4
Gemiddelde dichtheid (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten

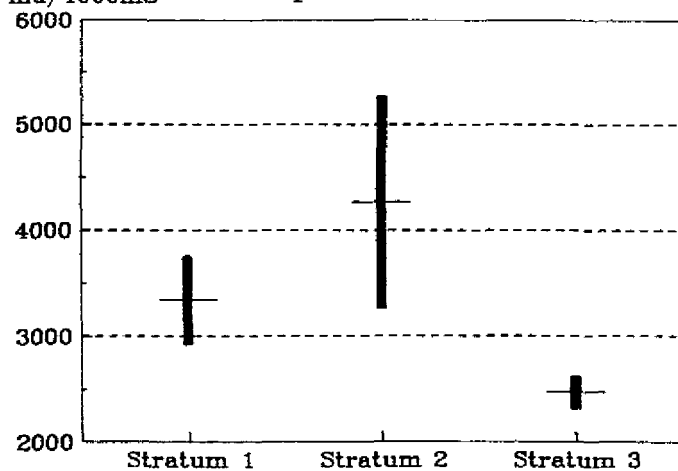
ind/1000m² Makrobenthoslarven



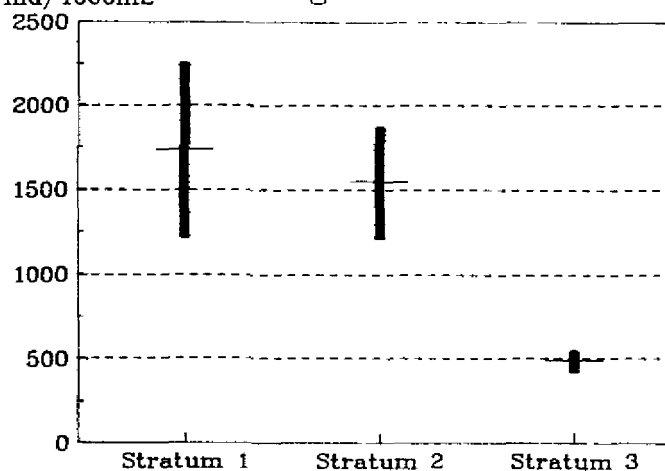
ind/1000m² Viseieren en -larven



ind/1000m² Decapodenlarven

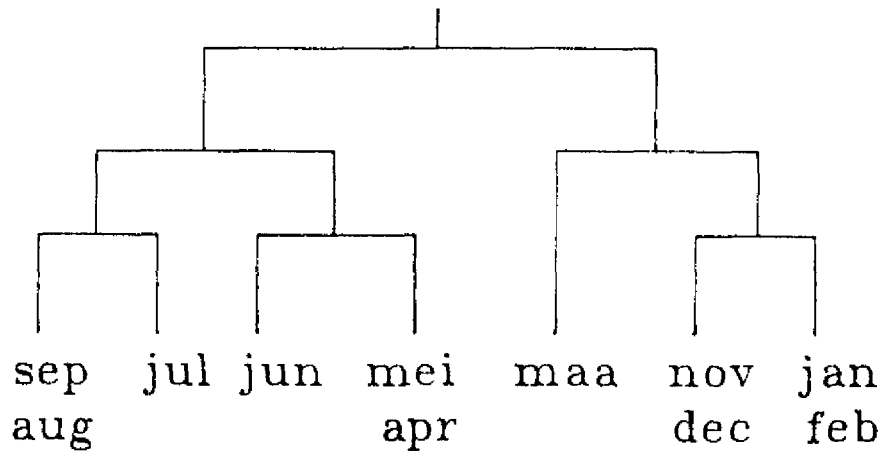


ind/1000m² Aasgarnalen

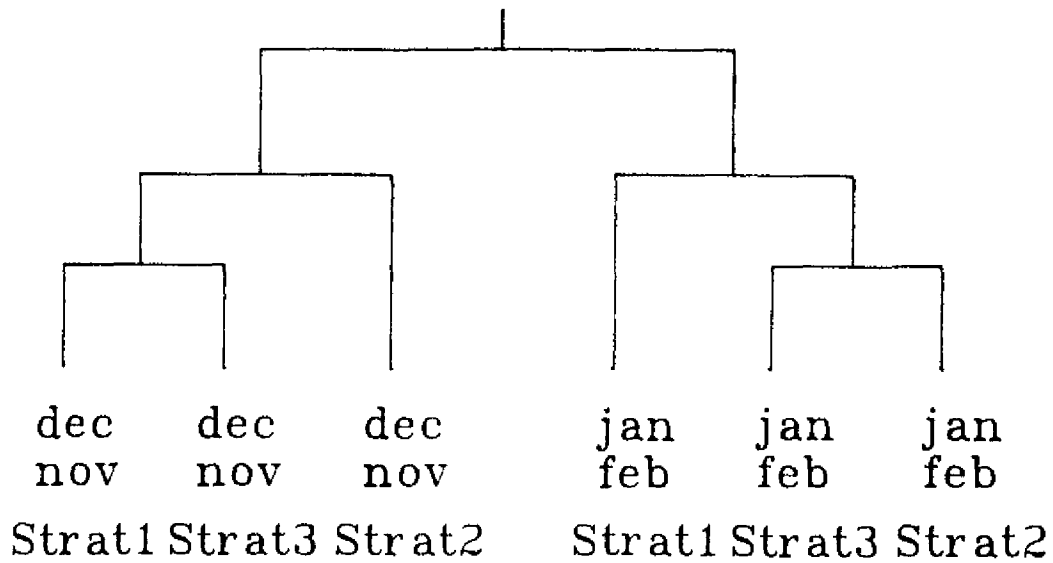


Hyperbenthos Voordelta aug. '88 – jul. '89 Temporele patronen

Alle maanden



Winter



Figuur 5 Temporele patronen hyperbenthos

Epifauna

IV. De epifauna

O. Hamerlynck & K. Hostens

Instituut voor Dierkunde, Sectie Mariene Biologie, K.L. Ledeganckstraat, 35, B 9000 Gent, België.

Inleiding

De resultaten voor het epibenthos beslaan een jaarcyclus van mei 1988 tot en met eind april 1989. De stalen werden genomen in 24 stations in twee verschillende dieptestrata (-5m op de plaatkant en -10m in de geul), systematisch verspreid over de "gestabiliseerde" Grevelingen buitendelta, de Banjaard en de buitendelta van de Oosterschelde.

De epibenthische organismen werden verzameld met een zware 3 meter boomkor en een fijnmazig net (10mm gestrekt in de kuil).

Kwallen (Coelenterata), ribkwallen (Ctenophora), heremietkreeften (Crustacea), slangsterren en zeeëgelachtigen (Echinodermata), tweekleppigen (Bivalvia), wormen (Annelida), Bryozoa, e.d. worden niet tot het epibenthos gerekend, ondanks de soms hoge aantallen. Naast de grijze garnaal Crangon crangon, komt in het gebied ook de sterk gelijkende Crangon allmani voor. Om praktische redenen werd deze echter niet afzonderlijk gekwantificeerd.

Ook de pelagische vissoorten en de zeenaalden (Syngnathidae) worden geëlimineerd uit het epibenthos. Het voorkomen van scholen haring (Clupea harengus) of sprot (Sprattus sprattus) of de occasionele waarnemingen van bijvoorbeeld geep (Belone belone) vertekenen het signaal bij de gemeenschapsanalyse van het epibenthos. Bovendien zijn de zoöplanktivore zeenaalden niet efficiënt vangbaar met een boomkor en hebben ze qua biomassa slechts weinig te betekenen.

IV.1. Aantal soorten

In totaal werden 45 soorten gekwantificeerd. Na eliminatie van de pelagische soorten houden we nog 38 soorten over, na eliminatie van de zeenaalden, nog 34 soorten.

Veertien van de 29 vissoorten worden ingedeeld in de 3 meest voorkomende categorieën, nl. kabeljauwachtigen, grondels en platvissen. De vijftien andere vissoorten worden tesamen beschouwd als een groep "andere vis", waarbij in feite slechts 3 soorten belangrijk zijn: zandspiering (Ammodytes tobianus), harnasmannetje (Agonus cataphractus) en pitvis (Callionymus lyra).

De vijf overblijvende epibenthische soorten zijn: de grijze garnaal (Crangon crangon), 3 soorten krabben en 1 soort zeester (Asterias rubens). Bij de garnaalgroep werd ook de weinig voorkomende soort Crangon allmani gerekend.

IV.2. Dichtheid

Rekening houdend met een algemene 20%-netefficiëntie, bedraagt de gemiddelde dichtheid voor het epibenthos ongeveer 5000 ind/1000m² over de hele jaarcyclus. Deze hoge waarde is vnl. te wijten aan het zeer hoge dichtheid van de zeesterren in de Grevelingen buitendelta gedurende het hele jaar en een groot aantal garnalen (55% van het jaargemiddelde) in de verschillende gebieden.

Naast deze twee soorten maken de krabben en de vissen slechts een klein percentage uit van het epibenthos, resp. 3% en 12% van het jaargemiddelde. De voornaamste krabben zijn: de zwemkrab (*Carcinus maenas*) en de strandkrab (*Liocarcinus holsatus*), terwijl de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*) zeldzaam is en enkel voorkomt in de Oosterschelde buitendelta.

De hoogste dichtheden bij de vissen worden gescoord door steenbol (*Trisopterus luscus*) en wijting (*Merlangius merlangus*) als juveniele kabeljauwachtigen; strandgrondel (*Pomatoschistus minutus*) en lozano's grondel (*P. lozanoi*); schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en tong (*Solea solea*) als voornaamste juveniele platvissen en de drie reeds vermelde soorten van de categorie "andere vis", waarvan het harnasmannetje (*Agonus cataphractus*) vnl. in de Grevelingen buitendelta en de zandspierring (*Ammodytes tobianus*) vnl. in het 5 meterstratum van Banjaard en Oosterschelde buitendelta voorkomt.

IV.3. Biomassa

De gemiddelde biomassa van het epibenthos bedraagt ongeveer 8000 gAFDW/1000m² over het gehele jaar.

De dominantie van de zeesterren in de epibenthische gemeenschap is qua biomassa nog sterker dan qua dichtheid. De garnalen worden veel minder belangrijk en maken samen met de krabben slechts 17% uit van het jaargemiddelde.

De vissen, vnl. platvissen en kabeljauwachtigen, daarentegen worden vrij belangrijk en maken 34% uit van het jaargemiddelde.

IV.4. Levensgemeenschappen

IV.4.1. Ruimtelijke patronen

TWINSpan analyse op basis van de gemiddelde dichtheden levert 3 grote groepen op, die geografisch gescheiden zijn (figuur 1).

Stratum 1 omvat het volledige Brouwerhavense Gat (1a) en de geulen en plaatkanten aan de zeezijde van het Noordland voor de Oosterschelde buitendelta (1b) (figuur 1). Het wordt van de rest afgescheiden op basis van een hoge dichtheid aan juveniele tong en harnasmannetje.

Beide deelstrata (1a en 1b) gelijken op elkaar qua soortensamenstelling maar kunnen onmiddellijk van elkaar gescheiden worden doordat de gemiddelde dichtheid in stratum 1a (17500 ind/1000m²) veel hoger ligt dan in stratum 1b (3000 ind/1000m²) (figuur 2a). Het Brouwerhavense Gat (1a) is duidelijk het rijkste gebied met de hoogste densiteiten aan alle categorieën (figuur 5).

Stratum 2 omvat de verschillende dieptestrata rond de buitenste platen van de Banjaard, met een uitloper naar de Ooster toe (figuur 1). Het wordt van stratum 3 afgescheiden door het voorkomen van de kleine pieterman (*Trachinus vipera*). Deze soort, die zich in de bodem ingraaft komt inderdaad alleen voor in dit tussenliggende gebied dat tengevolge van sterke golfwerking, een hoge dynamiek vertoont. We vinden hier slechts 24 soorten t.o.v. stratum 1 waar 28 soorten voorkomen.

Stratum 3 wordt van het tweede afgescheiden op basis van de strandkrab

(*Carcinus maenas*). Het beslaat de geulen en plaatkanten van het Westgat en de Roompot die het dichtst aan de zee kant gelegen zijn (figuur 1).

Het is het armste gebied voor de Oosterschelde buitendelta met de laagste dichtheden aan vissen, zeesterren en garnalen (figuur 5). Procentueel vormen de garnalen, qua aantallen, de belangrijkste categorie voor bijna alle strata (figuur 3).

TWINSpan analyse op basis van de biomassa gegevens levert ongeveer dezelfde 3 grote groepen.

Stratum 1 wordt ditmaal afgescheiden op basis van paling (*Anguilla anguilla*). Er is opnieuw de splitsing in Brouwerhavense Gat (1a) en Noordland (1b) tengevolge van het grote verschil in biomassa, resp. 27000 en 4000 gAFDW/1000m² (figuren 2b en 6).

Stratum 2 heeft ditmaal op basis van de biomassa, opnieuw als belangrijkste soort *Trachinus vipera* (kleine pieterman). De vissen in het algemeen en de platvissen in het bijzonder worden hier de belangrijkste vertegenwoordigers van de epibenthische gemeenschap. Ze bereiken namelijk een maximum van 51% in de procentuele samenstelling (figuur 4).

Stratum 3 wordt ook voor de biomassa gekenmerkt door lage waarden (figuur 6). Het wordt afgescheiden op basis van de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*), die kenmerkend is voor de Oosterschelde buitendelta.

Twee stations, nl. de ondiepe delen van het Brouwershavense Gat in de Grevelingen buitendelta en de Oude Roompot in de Oosterschelde buitendelta, werden buiten beschouwing gelaten omdat ze niet eenduidig bij één van de 3 (4) strata worden ingedeeld op basis van beide TWINSpan analyses (figuur 1).

IV.4.2. Temporele patronen

TWINSpan analyse op basis van de maandelijkse dichtheden van het epibenthos toont geen duidelijk seizoenaal patroon. De opsplitsing in 3 (4) hoofdgroepen blijft quasi gelijk.

Het feit dat meerdere jaarklassen van de dominante vissoorten (vnl. platvissen) voorkomen in het gebied, verdoezelt het seizoenaal patroon. Dit in tegenstelling tot het korter levende, sterk seizoenale hyperbenthos.

Er is wel een massarekrutering van jonge kabeljauwachtigen in mei gevolgd door de grondels *Pomatoschistus minutus* in juli en *P. lozanoi* in september. De jongste demersale stadia van de meeste platvissen, met uitzondering van de schar (*Limanda limanda*), komen voor in zeer ondiepe, niet onderzochte gebieden. Doordat ze pas na de periode met de hoogste mortaliteiten in het onderzochte Voordeltagebied binnenkomen, hebben deze soorten slechts weinig invloed op het seizoenaal patroon. De eieren, laat larvale en vroeg postlarvale stadia van de tong zijn echter wel prominent in het hyperbenthos (hoofdstuk III).

We kunnen slechts weinig uitspraken doen wat betreft de jaarlijkse variatie, vermits we slechts één jaarcylcus bespreken. Wel blijkt de rekrutering van steenbolk (*Trisopterus luscus*) kleiner te zijn in 1989. Bovendien lijkt de rekrutering voor zowat alle epibenthische soorten vroeger te vallen dan het vorig jaar en zijn de dichtheden in 1989 over het algemeen lager dan in 1988.

IV.5. De Voordelta als kinderkamer

De Grevelingen buitendelta, met de hoogste dichtheden en biomassa's, is duidelijk een kinderkamer: ze is ondiep (bescherming tegen predatie) en beschermt tegen golfwerking, ze is gekenmerkt door lage ebstroomsnelheden (koncentratie van allerlei stadia, zoals eieren, larven en postlarven van zowel makro-, hyper- als epibenthos) en heeft een zeer groot voedselaanbod voor de verschillende grootteklassen van juveniele commerciële en niet-commerciële vissoorten. Naast meiobenthossoorten, vooral dan de copepoden, die het hoofdvoedsel vormen van de pas gemetamorfoseerde platvissen (1 à 3 cm groot), en ook erg belangrijk zijn voor de garnaal, is de rijkdom aan mollusken en anneliden belangrijk voor de wat grotere platvissen. Aasgarnalen, grondels en garnalen zijn dan weer een belangrijke voedselbron voor de juvenielen van de meeste andere demersale vissoorten. De rijkere delen van de Oosterschelde buitendelta hebben, zij het in mindere mate eenzelfde functie.

IV.6. Situering van de Voordelta

De situering van de Voordelta binnen de Noordzee qua epibenthos is gebaseerd op een vergelijking van onze eigen dichtheidsgegevens met gegevens uit rapport 3 (oktober-november 1972, Van Noort et al., 1979) en rapport 8 (oktober 1976, Van Noort et al., 1984) van de "Aurelia"-cruise en met gegevens uit "Ekologisch profiel vissen" (Bergman, 1989). Voor de vergelijking met de Waddenzee verwijzen we naar Fonds (1983). In de vergelijkingen (Tabel II) is rekening gehouden met het feit dat in sommige rapporten gevangen aantallen beschouwd worden en er dus niet gecorrigeerd werd voor netefficiëntie.

Enkel voor schol (*Pleuronectes platessa*) kon een vergelijking met de Waddenzee worden gemaakt en dit alleen voor de 0+groep (<13cm) in het najaar. Gegevens over de periode 1969-1978 tonen aan dat de dichtheid van schol in de Waddenzee rond de 17 ind/1000m² schommelt, terwijl de dichtheden in de kustzone en het deltagebied beiden slechts 3 ind/1000m² bedragen. Op basis van onze gegevens blijkt dat de dichtheid van schol in het najaar in het Brouwershavense Gat ongeveer 20 ind/1000m² bedraagt. Dit is duidelijk in dezelfde grootte-orde als de Waddenzee.

Er is weinig bekend over nurseries voor schar (*Limanda limanda*). Toch blijkt uit onze gegevens dat de 0+groep van deze soort in de Voordelta een zeer hoge dichtheid kent in het najaar: 1750 ind/1000m² in de Grevelingen buitendelta en 35 ind /1000m² in de Oosterschelde buitendelta. De dichtheden in de Oosterschelde buitendelta zijn vergelijkbaar met deze in de westelijke Waddenzee, in de Grevelingen buitendelta zijn ze veel hoger.

De volgende waarden moeten duidelijk maken dat het onderzochte deel van de Voordelta in het algemeen en de Grevelingen buitendelta in het bijzonder, hogere dichtheden vertonen voor de belangrijkste soorten van het epibenthos dan de meeste "kuststalen" in de Zuidelijke Noordzee.

Steenbolk (*Trisopterus luscus*) heeft in oktober een dichtheid van 8 ind/1000m² in de Voordelta en 5 ind/1000m² in de kuststalen. Vermits kabeljauwachtigen slechts als juvenielen in het Voordeltagebied verblijven en in de "Aurelia" rapporten de volledige populatie opgenomen is, kunnen we zeggen dat een dichtheid van 20 ind/1000m² voor wijting (*Merlangius merlangus*) in de Grevelingen buitendelta in de grootte-orde ligt van 50 ind/1000m² in de kuststalen. De dichtheden voor wijting zijn ook vergelijkbaar met deze in de westelijke Waddenzee.

Bij de grondels steekt de dichtheid van lozano's grondel (*Pomatoschistus lozanoi*) in de Voordelta (200 ind/1000m² met een uitbijter van 8000 ind/1000m²) ver uit boven de dichtheid in de kuststalen, nl. 65

ind/1000m². De dichtheid van de strandgrondel (Pomatoschistus minutus) lijkt wat lager in de Voordelta.

Zandspiering (Ammodytes tobianus) heeft in de Voordelta een veel hogere dichtheid (20 ind/1000m² op de buitenplaten van de Banjaard) dan in de kuststalen (slechts 1 ind/1000m²).

Wat betreft de platvissen zit de volledige populatie van schaar in de Grevelingen buitendelta in dezelfde grootte-orde als in de kuststalen (120 ind/1000m²). Voor schol daarentegen is de Grevelingen buitendelta een veel rijker gebied dan de kust, resp. 30 en 10 ind/1000m². De vangbaarheid van tong (Solea solea) met een lichte boomkor is gering. Daardoor zijn de "Luctor" gegevens voor tong minder bruikbaar voor vergelijking met de "Aurelia" gegevens.

Voor de belangrijkste epibenthische ongewervelden is de Grevelingen buitendelta veel rijker dan de kustzone: voor de grijze garnaal (Crangon crangon) bijvoorbeeld bedraagt de dichtheid 21000 ind/1000m² in de Grevelingen buitendelta en slechts 4500 ind/1000m² in de kustzone. Ook voor zwemkrab (Liocarcinus holsatus) en strandkrab (Carcinus maenas) is er een duidelijk grootte-orde verschil: resp. 1300 en 40 ind/1000m² in de Grevelingen buitendelta t.o.v. resp. 350 en 1 ind/1000m² in de kustzone.

De dichtheid van zeester (Asterias rubens) is gigantisch in het Brouwershavense Gat (10⁴ ind/1000m²) t.o.v. slechts 150 ind/1000m² in de kustzone.

Uit deze vergelijking kunnen we dus besluiten dat de Voordelta, of toch zeker het Brouwershavense Gat in de Grevelingen buitendelta, over het algemeen veel rijker is aan epibenthos dan de kustzone.

IV.7. Besluit

Er is vnl. een geografisch patroon merkbaar bij de gemeenschaps-analyse van het epibenthos van de Voordelta. De invloed van seizoenale patronen of diepteverschillen is gering.

Er is een opsplitsing in 3 strata, waarbij het eerste stratum een sterke verwantschap toont tussen het dichtgeslibde Brouwershavense Gat en een deel van de Oosterschelde buitendelta. Het gebied in de Grevelingen buitendelta is echter veel rijker.

De twee andere strata, resp. de buitenste platen van de Banjaard en de rest van de Oosterschelde buitendelta, hebben een lagere dichtheid en biomassa.

Het gebied in de Grevelingen buitendelta biedt de meeste voordelen als kinderkamer voor de juveniele stadia van de verschillende vissoorten.

De dichtheden van schol zijn vergelijkbaar met deze in de Waddenzee. De dichtheden van de belangrijkste soorten zijn hoger dan elders waargenomen in de kustzone van de Zuidelijke Noordzee.

Lijst van tabellen en figuren

Tabel I	Dichtheid en biomassa epibenthos per 1000m ² (jaargemiddelde 1988-1989)
Tabel II	Vergelijking van Voordelta, Waddenzee en Nederlandse kustzone naar gem. dichtheid epibenthos
Figuur 1.	Kaart van de Voordelta met vermelding van de strata die op basis van de epibenthossamenstelling worden onderscheiden
Figuur 2.	Gemiddelde totale dichtheid en biomassa (+ standaardfout)
Figuur 3.	Dichtheid epibenthos: procentuele samenstelling
Figuur 4.	Biomassa epibenthos: procentuele samenstelling
Figuur 5.	Gemiddelde dichtheid (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten
Figuur 6.	Gemiddelde biomassa (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten

Tabel I. Dichtheid en biomassa (gADW) epibenthos per 1000m²
 (jaargemiddelde 1988-1989) in Grevelingen buitendelta,
 Banjaardgebied en rest Oosterschelde buitendelta

buitendelta	Stratum 1a Grevelingen	Stratum 1b Oosterschelde	Stratum 2 Banjaard	Stratum 3 Oosterschelde
Dichtheid				
Epifauna totaal	17500	2800	610	530
grondels	350	40	50	30
kabeljauwachtigen	60	20	3	8
platvissen	500	90	20	15
andere vis	40	15	50	15
garnalen	4600	1500	400	400
krabben	300	50	30	15
zeesterren	12000	1100	70	45
Biomassa				
Epifauna totaal	26500	3500	460	330
grondels	60	8	6	4
kabeljauwachtigen	260	130	25	50
platvissen	410	870	80	70
andere vis	70	40	110	30
garnalen	700	230	60	60
krabben	550	140	40	30
zeesterren	23000	2000	140	90

Tabel II. Vergelijking van Voordelta, Waddenzee en Nederlandse kustzone naar gem. dichtheid (per 1000m²) van het epibenthos

	Waddenzee	Kustzone	Grevelingen buitendelta	Oosterschelde buitendelta	Banjaard
<i>Pleuronectes platessa</i> (schol)	20(a);55(c)	3(a);10(b)	20(a);30(b); 50(c)	5(c)	
<i>Limanda limanda</i> (schar)	100(c);40(d)	120(b)	120(b);400(c); 1750(d)	10(c); 35(b)	
<i>Trisopterus luscus</i> (steenbolke)		5(b)	8(b)		
<i>Merlangius merlangus</i> (wijting)	400(c);50(d)	50(b)	20(b*);18(c*)	2(c*)	
<i>Pomatoschistus lozanoi</i> (loz. grondel)		65(b)	200(b);200(c)	20(c)	20(b)
<i>Ammodytes tobianus</i> (zandspiering)	15(c)	1(b)	2(c)	15(c)	50(c)
<i>Crangon crangon</i> (grijze garnaal)		4500(b)	21000(b)		
<i>Liocarcinus holsatus</i> (zwenkrab)	200(c)	350(b)	1300(b);300(c)	30(c)	11(c)
<i>Carcinus maenas</i> (strandkrab)	50(c!)	1(b)	40(b);30(c)	1(c)	1(c)
<i>Asterias rubens</i> (zeester)		150(b)	10000(b)		

(a) vis <13cm (Bergman, 1989 voor Waddenzee en Kustzone)

(Hamerlynck et al., 1990 voor overige gebieden)

(b) oktobergemiddelde (Van Noort et al., 1979 en 1984 voor Kustzone)

(Hamerlynck et al., 1990 voor overige gebieden)

(c) jaargemiddelde (Zijlstra, 1983 voor Waddenzee)

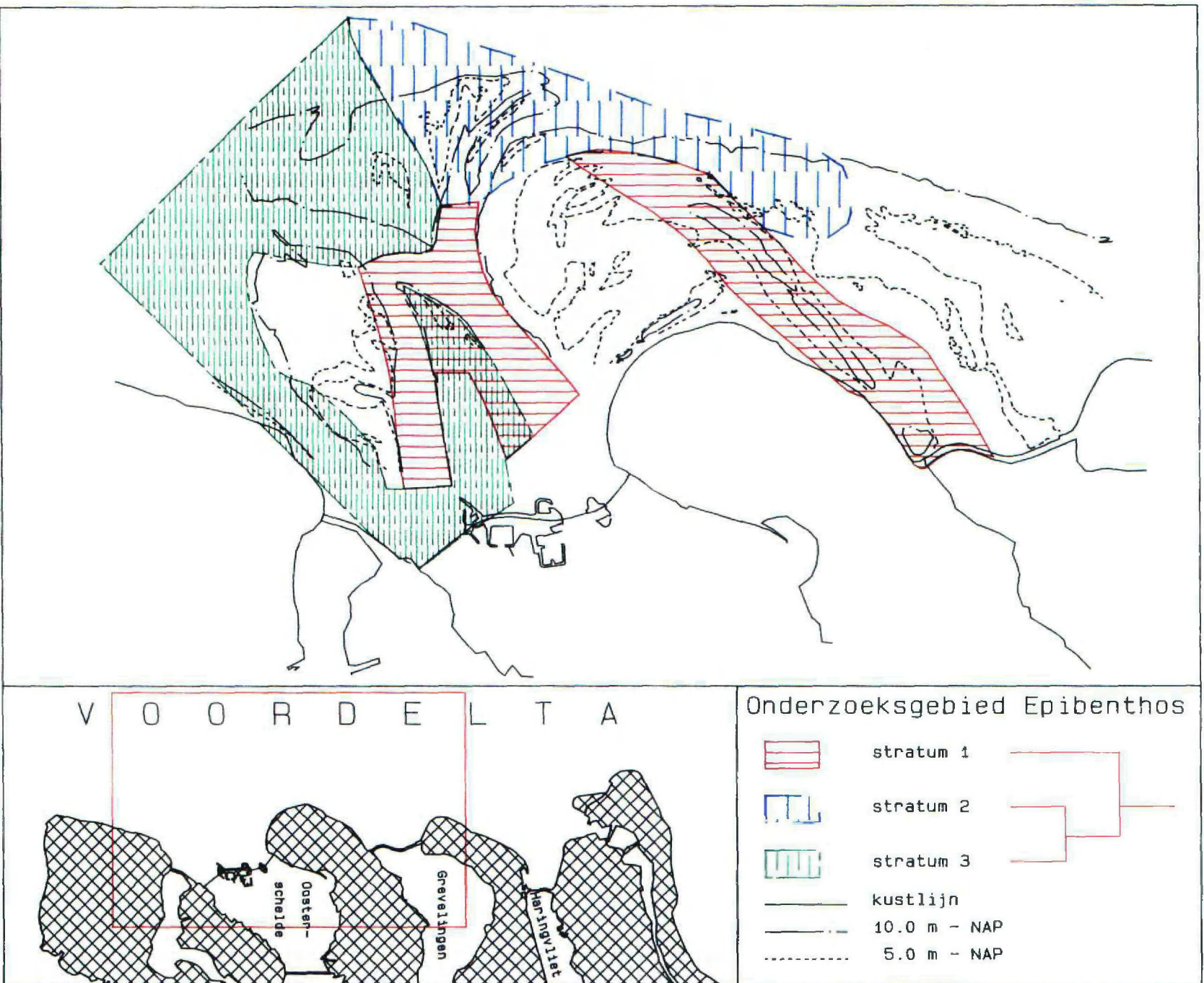
(Hamerlynck et al., 1990 voor overige gebieden)

(d) najaar, O-groep, Westelijke Waddenzee (Fonds, 1983 voor Waddenzee)

(Hamerlynck et al., 1990 voor overige gebieden)

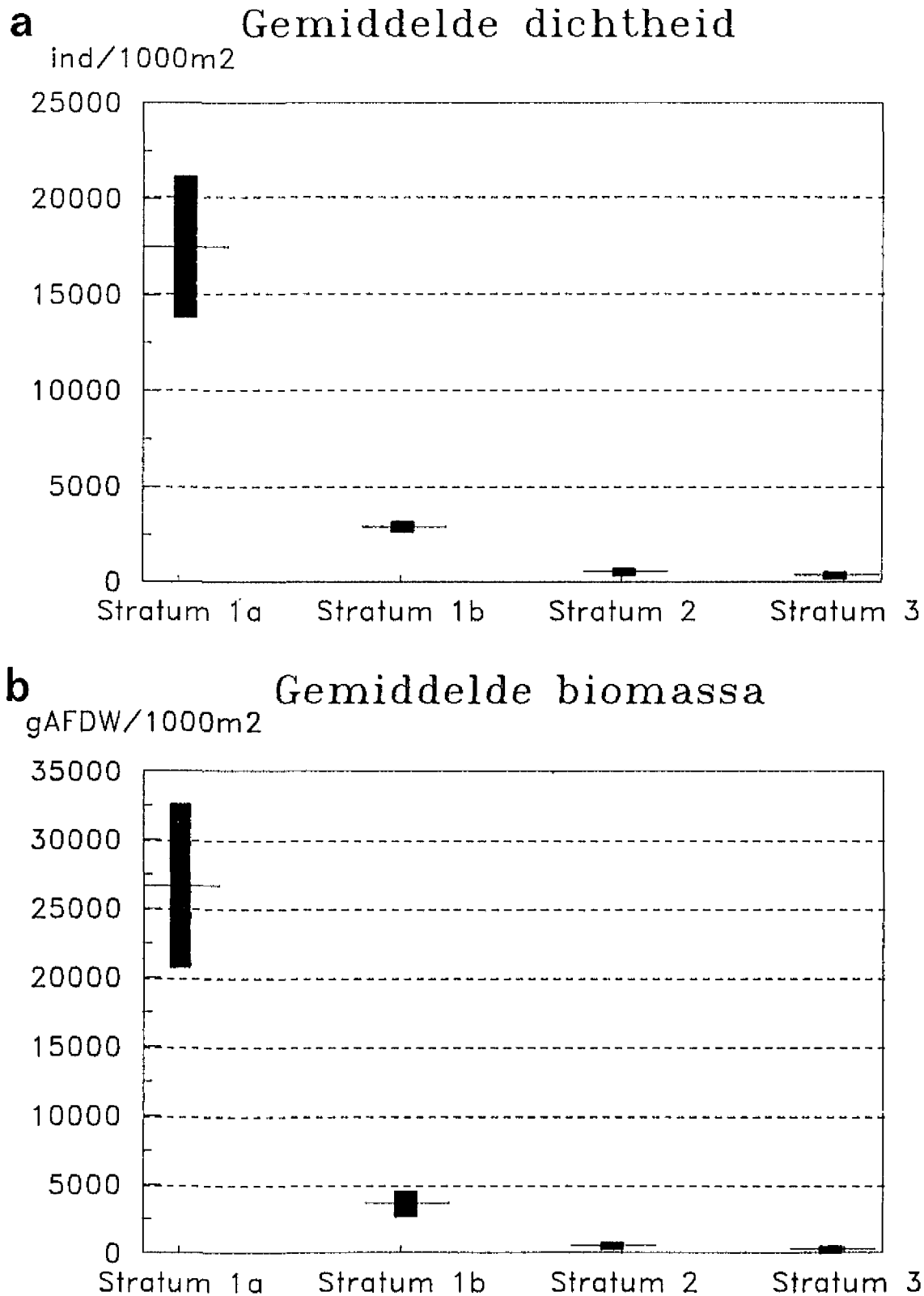
* enkel juveniele vis

! zowel subtidaal als tidaal



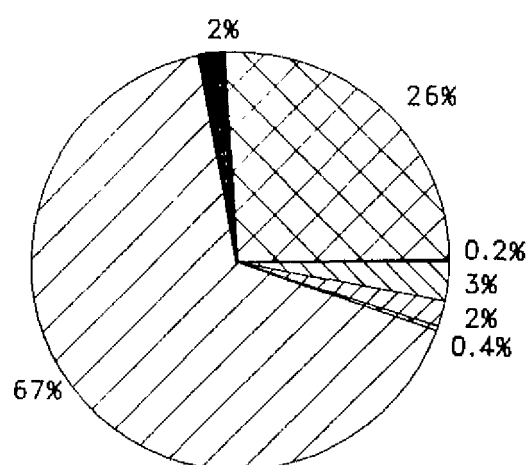
Figuur 1 : Kaart van de Voorde delta met vermelding van de strata, die op basis van de epibenthos-samenstelling worden onderscheiden.

Epibenthos Voordelta mei '88 – april '89

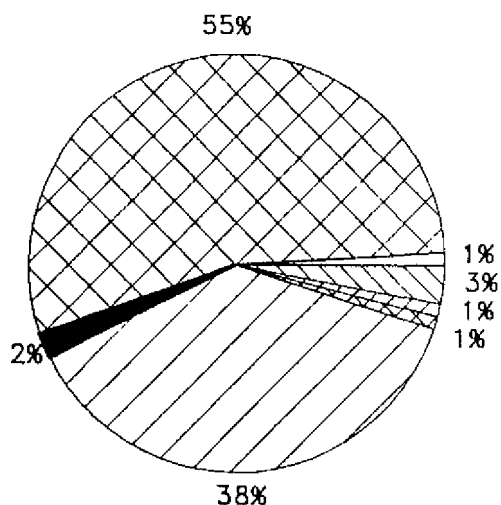


Figuur 2. Gemiddelde totale dichtheid en biomassa (+ standaardfout)

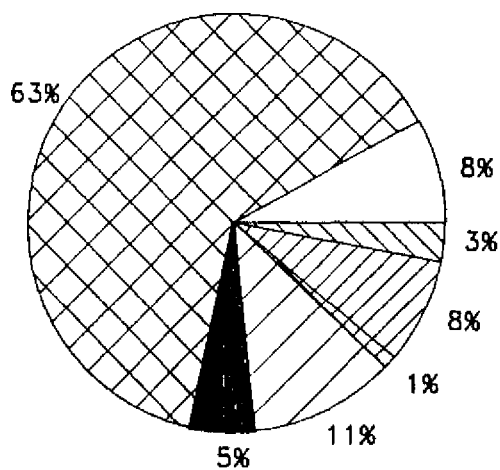
Dichtheid Epibenthos Procentuele samenstelling



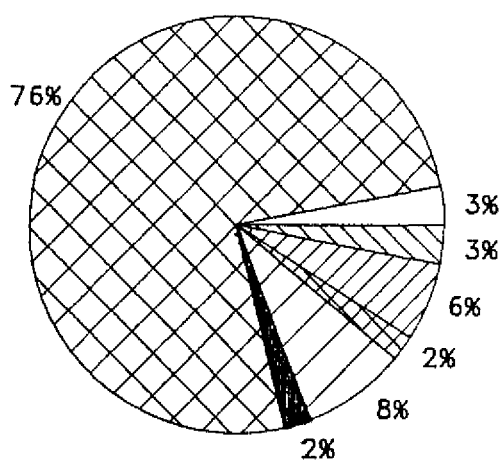
Stratum 1a



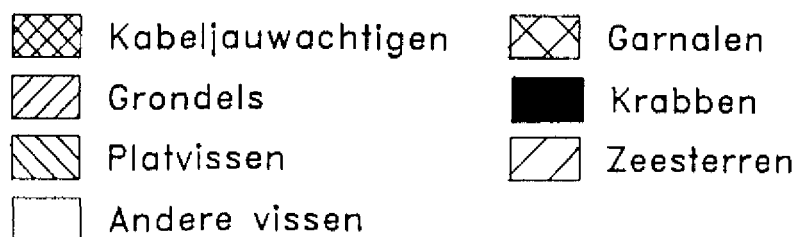
Stratum 1b



Stratum 2

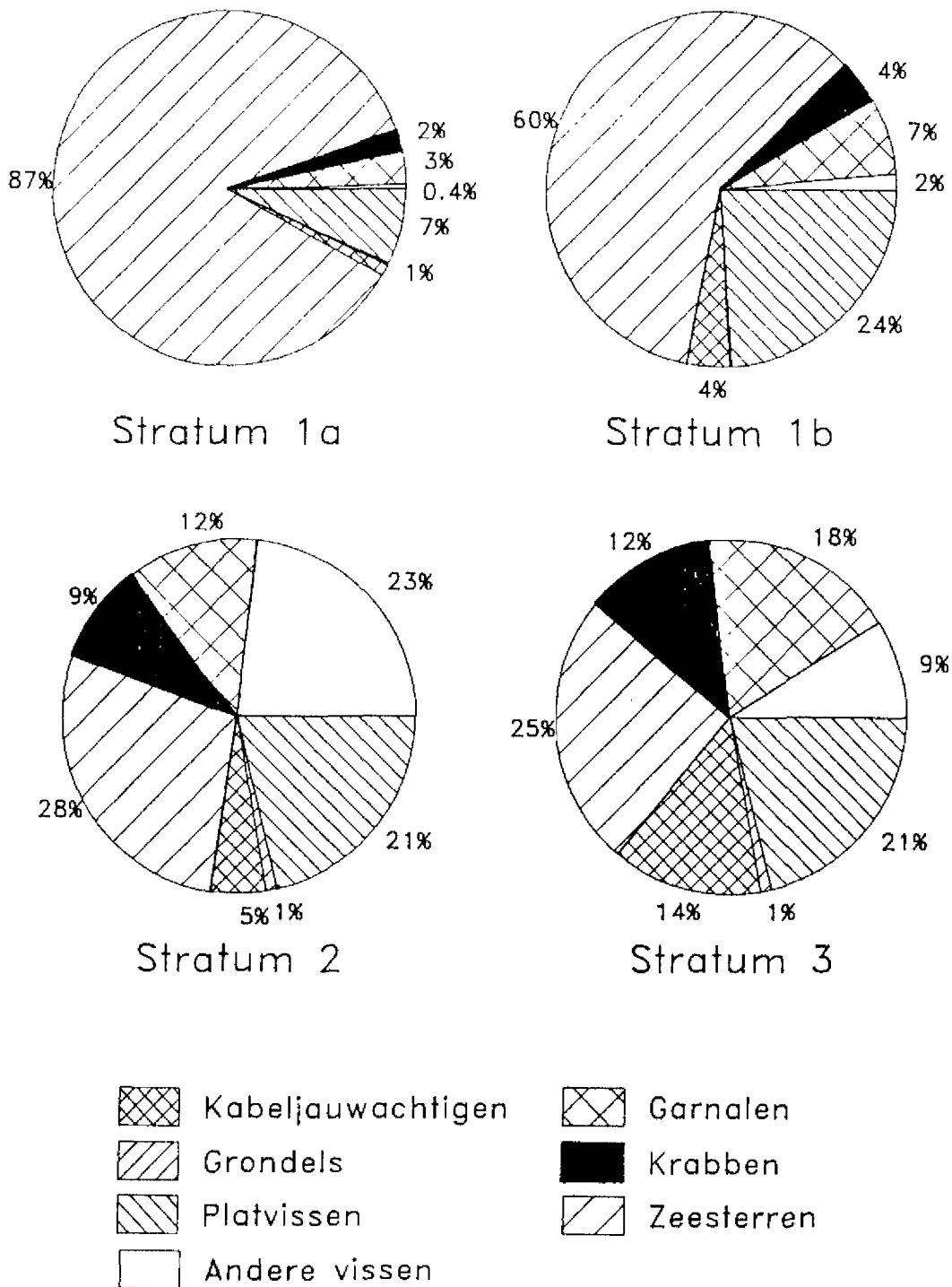


Stratum 3



Figuur 3. Dichtheid epibenthos: procentuele samenstelling

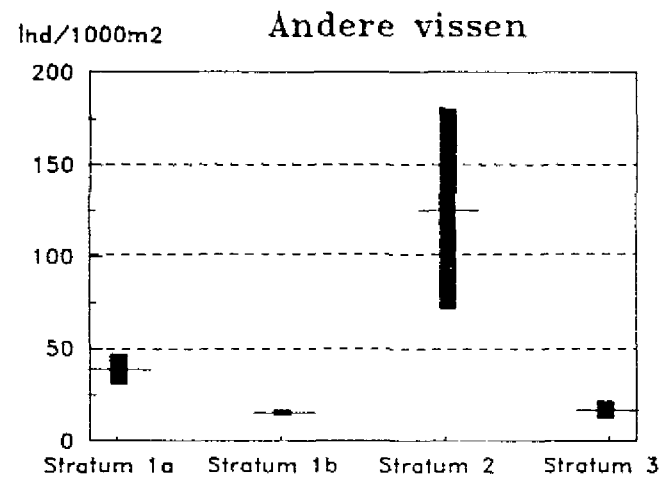
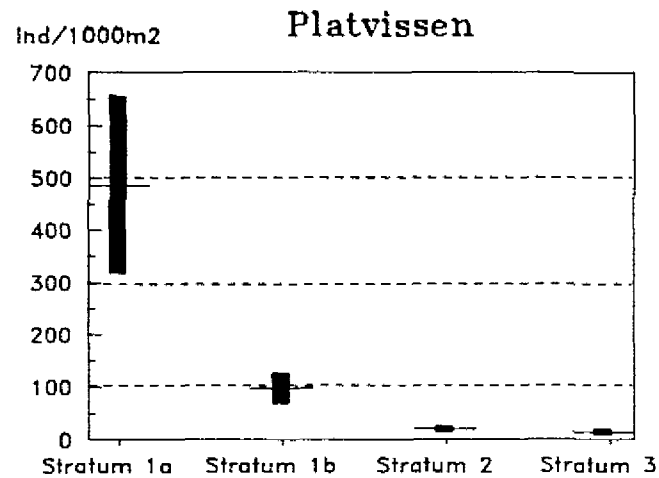
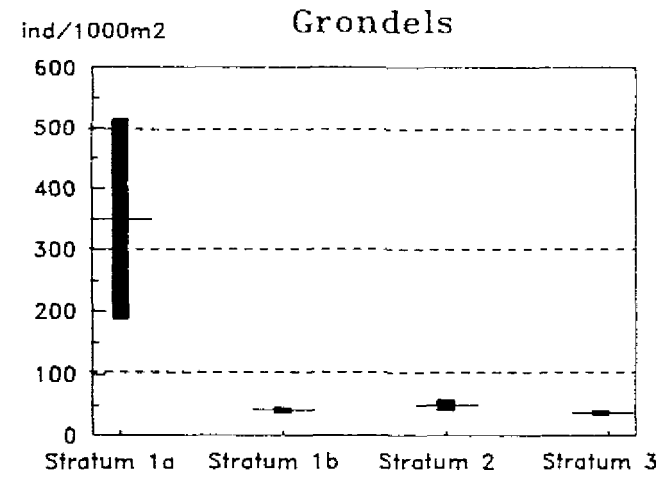
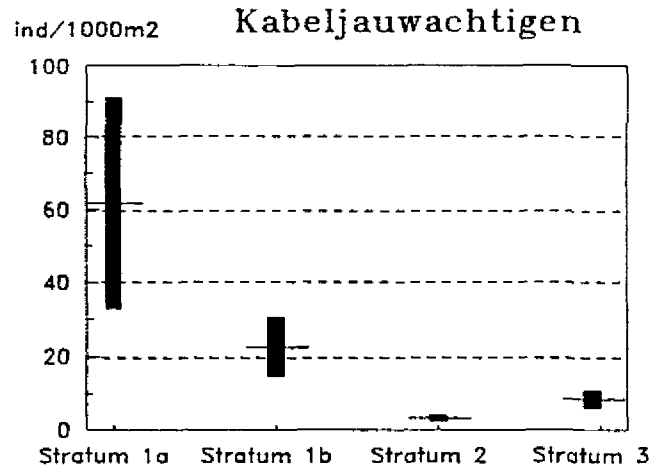
Biomassa Epibenthos Procentuele samenstelling



Figuur 4. Biomassa epibenthos: procentuele samenstelling

Epibenthos Voordelta mei '88 – april '89 Gemiddelde dichtheid

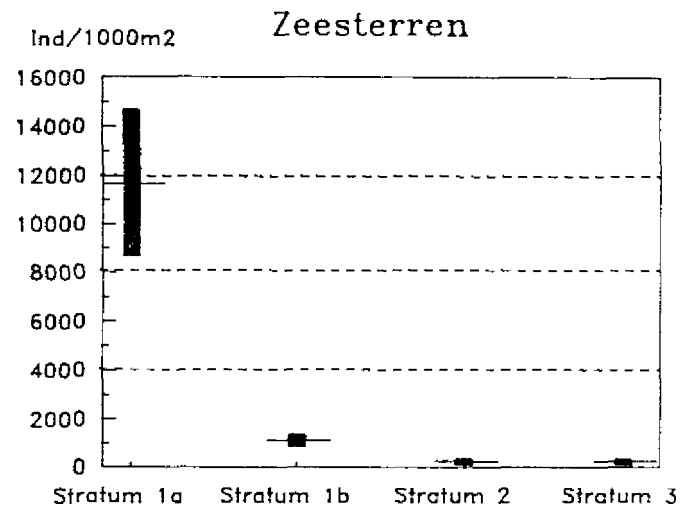
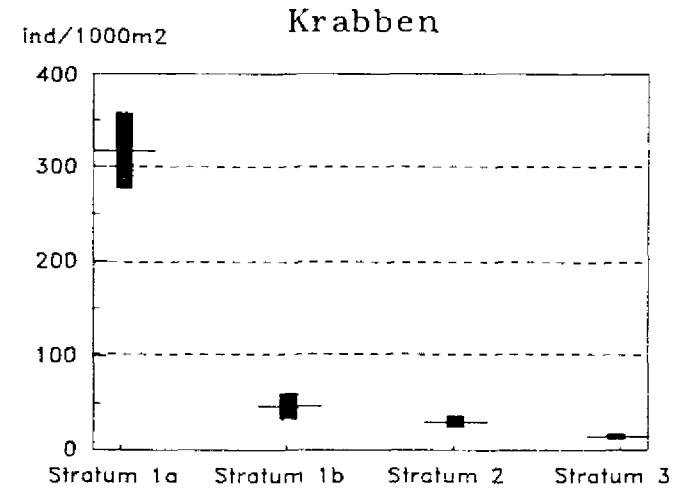
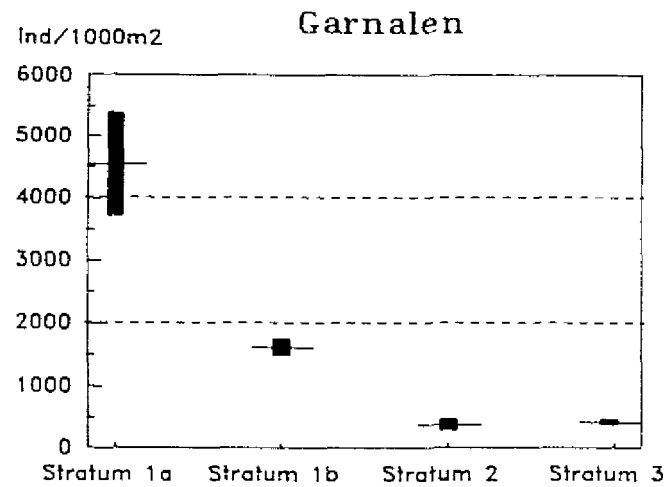
Figuur 5.
Gemiddelde dichtheid (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten



Epibenthos Voordelta mei '88 – april '89

Gemiddelde dichtheid

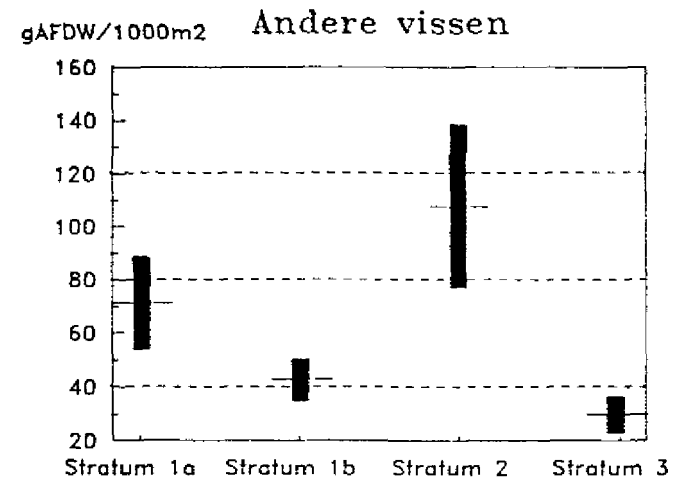
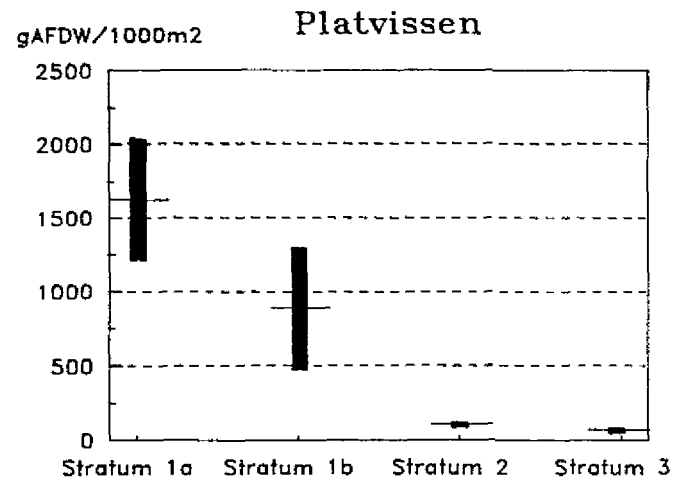
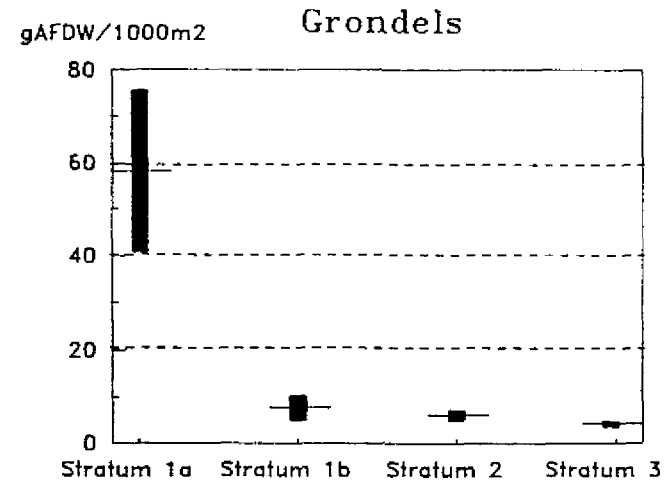
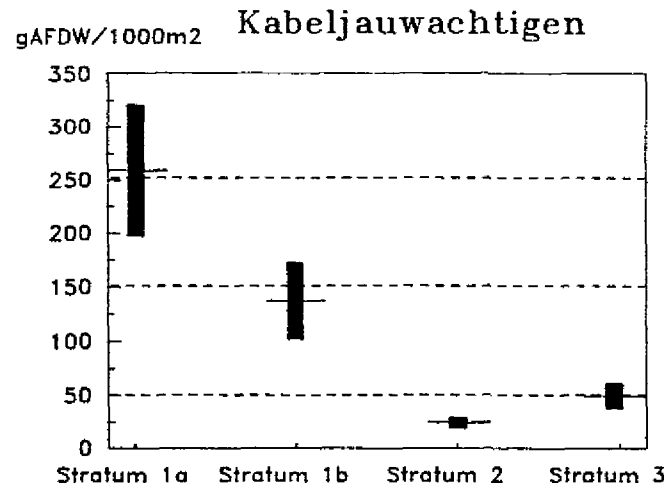
Figuur 5. vervolg



Epibenthos Voordelta mei '88 – april '89

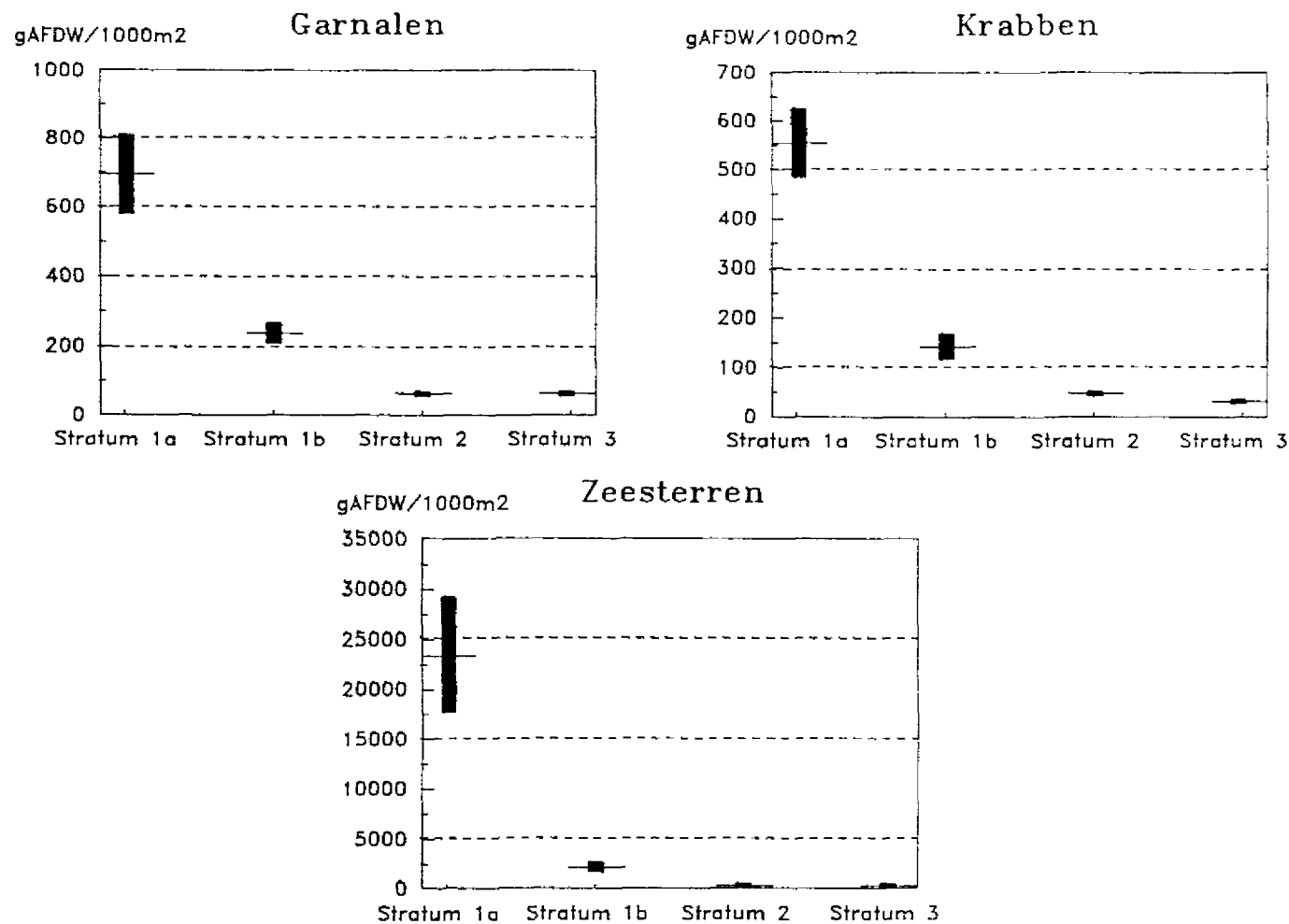
Gemiddelde Biomassa

Figuur 6. Gemiddelde biomassa (+ standaardfout) van de belangrijkste componenten



Figuur 6, vervolg

Epibenthos Voordelta mei '88 – april '89 Gemiddelde Biomassa



Vogels

IV. Vogels

Dit hoofdstuk is overgenomen uit Baptist & Meininger (1984).

Kwantitatief zijn volgende soorten in de Voordelta van betekenis: fuut, aalscholver, bergeend, smient, wilde eend, toppereend, eidereend, zwarte zeeëend, grote zeeëend, brilduiker, middelste zaagbek, kokmeeuw, zilvermeeuw/stormmeeuw, mantelmeeuw, grote stern, visdief/noordse stern en dwergstern. Het maximum aantal van deze soorten wordt niet in dezelfde periode vastgesteld. Veel soorten (o.a. fuut, brilduiker) kennen dit maximum in de maanden november-januari, anderen (zoals de zeeëenden) in maart, en nog anderen in het voorjaar (eidereend, bergeend) of zomer (grote stern). Voor meer details per soort verwijzen we naar het boven vermelde rapport.

De belangrijkste ornithologische functies van de Voordelta bestaan uit:

1. een overwinteringsfunctie voor zeeëenden.

Deze waren tot 1983 vooral gekoncentreerd in het ondiepe, open water van de Haringvliet buitendelta en het Brouwerhavense Gat. Er overwinterden tot meer dan 25000 zwarte zeeëenden, tot meer dan 15000 toppereenden in strenge winters en enkele duizenden eenden van de overige soorten. Het overwinteren van deze eenden is van internationale betekenis. De eenden eten grote bodemdieren, met name tweekleppige schelpdieren. Gunstige voorwaarden voor het foerageren zijn de omvang van het ondiepe gebied en de relatief lage stroomsnelheden. De groepen zwarte zeeëenden werden steeds tussen 3 en 5 km uit de kust waargenomen.

2. Een overwinteringsfunctie voor steltlopers

Deze functie is verdeeld over de totale strandlengte en de daarin voorkomende elementen zoals strandhoofden, dammetjes, dijkvoeten en dergelijke. Deze functie omvat het overwinteren van enkele duizenden steltlopers, waarvan de aantallen drieteenstrandlopers en steenlopers van internationale betekenis zijn.

3. Een foerageerfunctie voor sterns tijdens het broedseizoen

Deze functie is zowel gebonden aan afstand tot de geschikte broedplaatsen als aan de aanwezigheid van voldoende voedsel. Deze functie overschrijdt voor de grote stern, de dwergstern en de visdief de normen voor internationale betekenis. De mogelijkheid is niet uitgesloten dat de huidige verspreiding in de Voordelta vooral door de beschikbaarheid van de broedplaatsen wordt bepaald. Het foerageergebied voor de grote stern omvat het Brouwerhavense Gat en de buitenzijde van de Haringvliet buitendelta tot ver op zee. De foerageergebieden van dwergstern en visdief zijn zeer verspreid over het kustgebied, maar steeds langs stranden en platen.

4. Een doortrekfunctie voor stern gedurende het najaar.

Deze functie is nog onvolledig onderzocht. Vermoedelijk speelt het totale kustgebied met de daarin liggende platen en stranden een belangrijke rol. De aantallen aanwezige sterns kunnen meerdere duizenden bedragen.

5. Een doortrekfunctie voor steltlopers, vooral gelokaliseerd op Westplaat en Kwade Hoek. Deze gebieden zijn vooral doortrekgebied. De op één dag getelde aantallen overschrijden incidenteel de normen voor een gebied van internationale betekenis voor kluut en drieteenstrandloper.

Onduidelijkheid bestaat over de functies van de Voordelta voor visetende soorten als duikers, futen en zaagbekken. De buitendelta's van de Grevelingen en Haringvliet zijn zeker voor het foerageren door fuut en aalscholvers van groot belang. Daarnaast komen in de Voordelta grote aantallen meeuwen voor.

De verdeling van de vogels over de bekkens is in grote lijnen als volgt. De viseters fuut en aalscholver komen het meest voor in het Brouwerhavense Gat, direkt gevolgd door het Haringvliet. De duikeenden, die leven van bodemdieren, komen vooral voor in de buitendelta van het Haringvliet en in het Brouwerhavense Gat. Kokmeeuwen en wilde eend blijken het meest talrijk in de buitendelta's van Haringvliet en Westerschelde. De verspreiding van de sterns is waarschijnlijk meer terug te voeren op aanwezigheid van broedplaatsen. De verdeling van de grotere meeuwen is onduidelijk. De indruk bestaat dat de aantallen hiervan van noord naar zuid afnemen. Voor zover er in de Voordelta wordt gefoerageerd, lijken de aantallen aalscholvers in het Brouwerhavense Gat groter dan in de Haringvliet buitendelta.

Zeezoogdieren

V. Zeezoogdieren

J.A. Craeymeersch & O. Hamerlynck

Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Vierstraat 28, 4401 EA Yerseke.

Instituut voor Dierkunde, Sectie Mariene Biologie, K.L. Ledeganckstraat, 35, B 9000 Gent, België.

Vroeger waren zeehonden in het Deltagebied talrijk. In 1930 nog werden meer dan 1000 exemplaren geteld. De laatste jaren bevinden zich in de Voordelta nog slechts enkele tientallen zeehonden tijdens de winter. De grote achteruitgang tussen 1950 en 1970 komt ten dele door de overbejaging (tot 1961). Na het volledig stopzetten van de jacht nam de zeehonden populatie echter niet toe (Reijnders, 1985; Jongepier, 1988). Waaraan is dit te wijten? Voorwaarden voor het handhaven of uitbreiden van de zeehonden populatie zijn: de aanwezigheid van voldoende voedsel van goede kwaliteit, de aanwezigheid van tenminste 6 uur droogvallende zandbanken die tenminste één steile oever hebben, en de afwezigheid van verstoring.

Zeehonden staan aan de top van de voedselpyramide, en voeden zich met allerlei vissoorten. Het voedselspektrum blijkt wel verschillend naargelang de leeftijd van de dieren. Onderzoek in de Schleswig-Holstein Waddenzee (Sievers, 1989) wijst uit dat de prooisamenstelling van jonge dieren vooral uit, niet nader bepaalde, platvissen (38.2%), grondels (30.6%), schol (13.5%) en garnalen (9.3%) bestaat. Subadulten eten minder platvissen en grondels (resp. 31.2 en 22.2%), maar meer schollen (16.9%) en bot (13.1%). Bij de adulten bestaat 40.7% van het voedsel uit bot, en is ook het aandeel van andere, grotere vissoorten als jonge kabeljauw duidelijk toegenomen. Elke dag eet een zeehond 4 tot 5 kg vis (Benschop & van Haperen, 1988). Voldoende voedsel (platvis, garnalen en rondvis) lijkt in de Voordelta geen probleem. Wel een mogelijk beperkende faktor is de voedselkwaliteit. De waargenomen hoge gehalten aan PCB's, gekombineerd met het lage aantal jonge dieren, doet vermoeden dat deze componenten, net zoals in de Waddenzee, een rol gespeeld hebben bij de achteruitgang van de zeehonden populatie (Reijnders, 1985). Hogere concentratie PCB's zouden twee effecten tot gevolg hebben: een verlaging van het aantal ovulaties (minder zwangere zeehonden) en een vermindering van zorg voor de jongen (meer huilers) (van Haren & Marquenie, 1988).

Platen die voldoende lang droog liggen, en waar de jongen kunnen worden geworpen en gezoogd, komen voor op de buitendelta's van de Oosterschelde, de Grevelingen en Haringvliet. Zowat 320 ha komen bij laagwater vrij. Ook lijken voldoende platen een steile oever te hebben, wat een snelle vluchtweg garandeert.

De Deltawerken hebben bij de achteruitgang slechts een secundaire rol gespeeld, daar, op het moment dat deze begonnen, de aantallen reeds sterk gereduceerd waren (Reijnders, 1985). Wel hebben deze een tijdlang voor verstoring gezorgd, waardoor geen toename van het aantal zeehonden te zien was (Benschop & van Haperen, 1988). Verstoring speelt tegenwoordig een rol via de rekreatiedruk. Het blijkt namelijk dat, wanneer met het voorjaar de recreatie weer op gang komt, de zeehonden uit het gebied verdwijnen. De eerste mooie weekends in mei treft men immers meer dan 100 sportvisbootjes en meer dan 1000 surfers in de Voordelta. Alle platen worden dan verstoord (Baptist, in voorbereiding).

Referenties

VI. Referenties

(gerangschikt per hoofdstuk)

Inleiding

- Baptist, H.J.M. & P.L. Meininger - 1984. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest-Nederland, 1975-1983. Rijkswaterstaat. Nota DDMI-83.19
- Buijs, J., J.A. Craeymeersch, R. Brand, J. van der Meer, A. Pouwer & A. Smaal, 1989. Makrobenthosgemeenschappen in de Voordelta: een analyse van de dichtheden en biomassa's van de najaarsbemonsteringen 1985-1986. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen 1989-6.
- Craeymeersch, J.A., J. Buijs, G. De Smet, A. Engelberts, A. Hannewijk & W. Sistermans, 1989a. Benthosonderzoek in relatie tot abiotische dynamiek. Macro- en meiobenthos van de Voordelta. Interimrapportage juli 1988. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen 1989-4.
- Craeymeersch, J.A., J. Buijs, G. De Smet & W. Sistermans, 1989b. Benthosonderzoek in relatie tot abiotische dynamiek. Het meiobenthos van de Voordelta. Interimrapportage juli 1989. Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek. Rapporten en Verslagen 1989-9.
- Craeymeersch, J.A., A. Engelberts & J. Buijs, 1990a. Evaluatie-onderzoek Slufterdam - macrobenthos. Voortgangsrapportage augustus 1989. DIHO-Rapporten en Verslagen 1990-5.
- Craeymeersch, J.A., R. Brand, J. Buijs, A. Hannewijk, A. Engelberts & E. Stikvoort, 1990b. Benthosonderzoek in relatie tot abiotische dynamiek. Het macrobenthos van de Voordelta. Interimrapportage juli 1989. DIHO-Rapporten en Verslagen 1990-4.
- Hamerlynck, O. J. Mees, P. Van de Vyver, E. Van Landtschoote, K. Hostens & A. Cattrijsse, 1990. Eindverslag Hyperbenthosonderzoek Voordelta. Rijksuniversiteit Gent.
- Hannon, B. & C. Joiris, 1989. A seasonal analysis of the Southern North Sea ecosystem. Ecology 70(6), 1916-1934.
- Huys, R., A. Vanreusel, G. De Smet & C. Heip, 1985. Het meiobenthos van de Voordelta. September-November 1984. Interimverslag November 1985. Rijksuniversiteit Gent.
- Huys, R. A. Vanreusel & C. Heip, 1986. Het meiobenthos van de Voordelta. Eindverslag (samenvatting). Rijksuniversiteit Gent.

- Joiris, C., G. Billen, C. Lancelot, M.H. Daro, J.P. Mommaerts, A. Bertels, M. Bossicart, J. Nijs & J.H. Hecq, 1982. A budget of carbon cycling in the Belgian coastal zone: relative roles of zooplankton: bacterioplankton and benthos in the utilization of primary products. *Neth. J. Sea Res.* 16, 260-275.
- Kohsiek, L.H.M. & J.M.P. Mulder, 1988. Een verkenning van een veranderend watersysteem: de Voordelta. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWA0-88.002.
- Kohsiek, L.H.M. & J.M.P. Mulder, 1989. De Voordelta, een watersysteem verandert. Rijkswaterstaat, Dienst getijdewateren.
- Platt, T. , 1981. Meiofaunal dynamics and the origin of metazoa. In: *The evolving biosphere* (Ed. P.L. Forey). British Museum, Cambridge univ. Press.
- Seip, P.A. & R. Brand, 1987. Inventarisatie van het makrozoöbenthos in de Voordelta. NIOZ-Rapport 1987-1.
- Van Landtschoote, E. & Hamerlynck, O., 1988. Epi- en hyperbenthosonderzoek Voordelta. Interimrapportage oktober 1988. Rijksuniversiteit Gent.
- Vanreusel, A., R. Huys, G. De Smet & C. Heip, 1986. Het meiobenthos van de Voordelta. September-November 1984, April-Mei 1985, September 1985. Eindverslag Mei 1986. Rijksuniversiteit Gent.
- Vanreusel, 1989. Ecologie van de vrijlevende mariene nematoden van de Voordelta (Zuidelijke Bocht van de Noordzee). Doctoraatsverhandeling Rijksuniversiteit Gent, 436 pp.
- Vos, P.C., 1989. Benthische diatomeeën celtellingen in de Oosterschelde en Voordelta 1985-1987. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWA0-89.1001.

Meiobenthos

- Gee, J.M., 1989. An ecological and economic review of meiofauna as food for fish. *Zoological Jfoernal of the Linnean Society*, 96: 243-261.
- Gerlach, S.A., 1971. On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia* (Berlin), 6: 179-190.
- Gerlach, S.A., 1978. Food chain relationships in subtidal silty sand, marine sediments and the role of meiofauna in stimulating bacterial productivity. *Oecologia* (Berlin), 33: 55-69.
- Heip, C., 1980. Meiobenthos as a tool in the assessment of marine environmental quality. *Rapp.P.-v.Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 179: 182-187.
- Heip, C., M. Vincx & G. Vranken, 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 23: 399-489.
- McIntyre, A.D., 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biological Reviews*, 44: 245-290.

Tenore, K.R., Tietjen, J.H. and J.J. Lee, 1977. Effect of meiofauna on incorporation of aged eelgrass, *Zostera marina* detritus by the polychaete *Nephtys incisa*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 563-567.

Vranken, G., P.M.J. Herman, M. Vincx & C. Heip, 1986. A reevaluation of marine nematode productivity. *Hydrobiologia*, 135, 193-196.

Makrobenthos

Beukema, J.J. , 1976. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on the tidal flats of the dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 10, 236-261.

Bijkerk, R., 1988. Ontsnappen of begraven blijven. De effecten op bodemdieren van een verhoogde sedimentatie als gevolg van baggerwerkzaamheden. Literatuuronderzoek rdd, aquatic ecosystems, Groningen.

Coosen, J. & A. van den Dool, 1983. Macrozoöbenthos van het Krammer-Keeten-Volkerak estuarium. Verspreiding der soorten, aantallen en biomassa in relatie met het zoutgehalte. Zachtsub eindrapportage.

Coosen, J. & A.C. Smaal, 1985. Jaargemiddelde biomassa en activiteit van de dominante bodemdieren in de Oosterschelde. Interimrapport BALANS 1985-12.

Dekker, R., 1989. The macrozoobenthos of the subtidal westerns Dutch Wadden Sea. I. Biomass and species richness. *Neth. J. Sea Res.* 23, 57-68.

Fortuin, A.W., 1981. Samenstelling, verspreiding, aantallen en biomassa van het macrozoöbenthos in het Volkerak-Oosterschelde estuarium in de periode 1959 t/m 1976. DIHO Rapporten en Verslagen 1981-6.

Govaere, J.C.R., 1978. Numerieke analyse van het Macrobenthos in de Southern Bight (Noordzee). Deel I en II. Doctoraatsverhandeling, Rijksuniversiteit Gent.

Govaere, J.C.R., D. Van Damme, C. Heip & L.A.P. De Coninck, 1980. Benthic communities in the Southern Bight of the North Sea and their use in ecological monitoring. *Helgoländer Meeresunters.* 33, 507-521.

Groenewold, A. & Y. van Scheppingen, 1989. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. MILZON-Benthos rapport Nr 89-05 (MILZON 89-10).

Scholten, H., 1988. Voedsel in de Oosterschelde. Beschrijving van de ecologie van een estuarium en prognoses voor de situatie na de bouw van de stormvloedkering. Projectgroep BALANS. Samenstelling en eindredactie: H. Scholten.

Hyperbenthos

Hamerlynck, O., J. Mees, P. van de Vyver, E. Van Landtschoote, K. Hostens & A. Cattijssse, 1990. Eindverslag hyperbenthosonderzoek Voordelta (koncept).

Epifauna

Bergman, M.J.N., 1989. Ekologisch profiel vissen: beschrijving van de populaties van haring, schol, kabeljauw, grondel, steur, rog en zeekeeft in de Noordzee en nederlandse estuaria in de periode 1900-1985. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren.

Fonds, M., 1983. The seasonal distribution of some fish species in the western Wadden Sea. In: Ecology of the Wadden Sea (Ed. W.J. Wolff). Balkema, Rotterdam, Volume II, pp. 42-77.

Noort, G.J. van, Leeuwen, F. van and Creutzberg F., 1979. "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 3: trawl survey October-November 1972. Interne verslagen NIOZ, Texel 1979-7, 115 pp.

Noort, G.J. van, Creutzberg, F. and Dapper, R., 1984. "Aurelia"-cruise reports on the benthic fauna of the southern North Sea. Report 8: trawl survey October 1976. Interne verslagen NIOZ, Texel 1984-1, 72 pp.

Zijlstra, J.J., 1983. Absolute numbers of some fish species. In: Ecology of the Wadden Sea (Ed. W.J. Wolff). Balkema, Rotterdam, Volume II, pp. 106-111.

Vogels

Baptist, H.J.M. & P.L. Meininger - 1984. Ornithologische verkenning van de Voordelta van Zuidwest-Nederland, 1975-1983. Nota DDMI-83.19

Zeezoogdieren

Baptist, H., in voorbereiding. Vogeltellingen Voordelta. RWS-DGW.

Benschop, H. & A. van Haperen, 1988. Zeehonden in de Zeeuwse wateren. Stichting natuur- en Recreatieinformatie, Middelburg.

Haren, R.J.F. van & J.M. Marquenie, 1988. PAS OP VOOR ZEEHONDEN, een prognose voor 1995. Rijkswaterstaat, DGW. Nota GWA0-88.011

Jongepier, J.W. - 1988. Terug met de zeehond. Wantij Jrg. 5(2), 5.

Reijnders, P.J.H. - 1985. On the Extinction of the Southern Dutch Harbour Seal Population. Biol. Conserv. Vol. 31, 71-84.

Sievers, U. - 1989. Nahrungsökologische Untersuchungen an Seehunden (*Phoca vitulina*, Linne 1758) aus dem schleswig-holsteinischen Wattenmeer. Zool. Anz. 222, 249-260.