

DLO-Rijksinstituut voor Visserijonderzoek

RIVO-DLO Rapport

Nummer: C056/98

De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993 - 1997

J.A. Craeymeersch & M.A. van der Land (†)

Opdrachtgever:
Programma Bureau BEON
p/a/ Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee
Postbus 20907
2500 Den Haag

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Dir. Visserijen
Bezuidenhoutseweg 73 Pb 20401
2500 EK Den Haag

Project nummer: 75002-01-00

Contract nummer: RKZ.164a

Datum: augustus 1998

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Materiaal en methoden	6
2.1 Monsternamen	6
2.2 Verwerking monsters	6
3 Resultaten	12
3.1 Omvang van de schelpdierbestanden	12
3.2 Verspreiding, dichtheid en biomassa van schelpdieren	15
3.3 Stekelhuidigen, schaaldieren en zeeanemonen	15
4 Diskussie	32
4.1 Ruimtelijke verschillen	32
4.2 Temporele verschillen	32
4.3 Schelpdiervisserij en effecten	33
4.3.1 Schelpdiervisserij	33
4.3.2 Effecten schelpdiervisserij	34
5 Conclusies	35
6 Referenties	37

Samenvatting

Sinds 1993 maakt het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek bestandsopnames van de schelpdieren in de Voordelta. De opnames in de periode 1994-1996 gebeurden in het kader van het BEON-project "Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta". Doel was de natuurlijke ontwikkeling van de bestanden van commerciële en niet-commerciële schelpdiersoorten te volgen, en na te gaan wat het mogelijk effect van schelpdiervisserij daarop is.

Binnen de Voordelta zijn grote ruimtelijke verschillen in de verspreiding van schelpdieren. Het meest opvallend is het gebied ten oosten van de Hinderplaat in de buitendelta van het Haringvliet. Een aantal schelpdieren, waaronder de kokkel (*Cerastoderma edule*) en strandgaper (*Mya arenaria*), blijken zich praktisch uitsluitend daar te ontwikkelen.

Verder zijn er grote temporele verschillen in de omvang van de schelpdierbestanden. Deze worden vooral bepaald door het broedval- en overwinteringssucces van de meestal kortlevende schelpdieren. In de Haringvlietmonding spelen ook de soms grote saliniteitsschommelingen een grote rol. Zo hebben de erg lage zoutgehaltes in het voorjaar 1995 tot de sterfte van juveniele en adulte kokkels geleid.

In de periode 1993-1997 werd enkel in 1993 en 1994 op kokkels (*Cerastoderma edule*) gevist, en in 1996 en 1997 op halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*). Kokkelvisserij beperkte zich, zoals ook meestal in voorgaande jaren, tot het gebied landwaarts van de Hinderplaat in de Haringvlietmonding. *Spisula*-visserij vond vooral plaats aan de zuidpunt van de Maasvlakte. Over de omvang van deze visserij ontbreekt, in tegenstelling tot de kokkelvisserij, meer gedetailleerde informatie. Kokkelvisserij viste ongeveer de helft van de aanwezige bestanden (in biomassa uitgedrukt) weg.

Tot slot is nagegaan in hoeverre de verspreiding en dichtheden van oppervlakkig levende, niet-commerciële schelpdieren (nonnetjes, *Macoma balthica*, en juveniele strandgapers, *Mya arenaria*) gerelateerd zijn aan deze van kokkels en halfgeknotte strandschelpen. Tijdens effectstudies waren namelijk soms lagere dichtheden nonnetjes en strandgapers gevonden in beviste dan in onbeviste gebieden (Craeymeersch, 1997). Uit de verspreiding van genoemde soorten blijkt dat, als visserij al een effect had op de dichtheden van deze schelpdieren, dit beperkt bleef tot dat deel van de populaties dat zich op de beviste plekken bevond.

1. Inleiding

Het gebied zeewaarts van de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden, de Voordelta, is een relatief beschutte overgangszone tussen de (voormalige) estuaria en volle zee. Het gebied wordt gekenmerkt door een rijke bodemfauna. Hierdoor vormt dit gebied een belangrijke kinderkamer voor vis, en een foerageer-, overwinterings- en broedgebied voor vogels. Voor het gebied tussen de Nieuwe Waterweg en de kop van Walcheren, zeewaarts begrensd door de 20m dieptelijn, is daarom een beleidsplan (Van Alphen & Molendijk, 1993). Dit beleidsplan, het Integraal Beleidsplan Voordelta (IBV), is er op gericht de natuurlijke ontwikkeling van dit gebied veilig te stellen (van Alphen & Molendijk, 1993). Het IBV streeft daarbij naar afstemming met andere gebruiksfuncties, o.a. visserij op schaal- en schelpdieren. Het IBV ziet in de verstoring van het bodemleven door schelpdiervisserij een spanningsveld met natuurlijke ontwikkeling. Het gaat hierbij vooral om visserij op kokkels (*Cerastoderma edule*), incidenteel op mosselzaad (*Mytilus edulis*) en, in toenemende mate, op de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*.

Om de effecten van schelpdiervisserij op het bodemleven te kwantificeren, is in het kader van het IBV in 1994 het onderzoeksproject "Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta" (VIEVO) gestart. Het onderzoek werd uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO-DLO), het Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO-CEMO) en het Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rijkswaterstaat (RWS-RIKZ). In de periode 1994-1996 is onderzoek verricht naar de directe effecten van deze vorm van visserij. Hiervoor zijn in 1994 gebieden vastgesteld waar wel en niet gevestigd mocht worden. Twee belangrijke kokkelbanken in de buitendelta van het Haringvliet werden deels wel en deels niet bevestigd. Na het beëindigen van de visserij-activiteiten is de bodemfauna van eide banken gedurende het daaropvolgende jaar een aantal keer bemonsterd. In 1996 zijn twee proefgebieden, gelegen in de buitendelta's van de Grevelingen en het Haringvliet, ten behoeve van het onderzoek door een commercieel vaartuig bevestigd. De bodemfauna in en rond deze gebieden is direct volgend op deze bevestiging en gedurende het volgende halfjaar een aantal keer bemonsterd. Nagegaan is of er verschillen bestonden tussen bevestigde en onbevestigde gebieden in de soortensamenstelling, en in de dichtheid en de biomassa van de afzonderlijke soorten, en of gevonden verschillen door visserij veroorzaakt konden zijn. Voor oppervlakkig levende tweekleppigen (nonnetjes, juveniele strandgapers) zijn in de bevestigde gebieden lagere dichtheden aangetroffen dan in de onbevestigde gebieden (Craeymeersch, 1997).

Om na te gaan in hoeverre de (eventueel) geconstateerde effecten van belang zijn voor de gehele Voordelta, is de bodemfauna van het gehele plangebied gedurende enkele jaren geïnventariseerd. Het NIOO-CEMO en RWS-RIKZ hebben in de periode 1994-1996 de ontwikkeling van de bodemgemeenschappen in de buitendelta's van de Oosterschelde, de Grevelingen en het Haringvliet gevolgd (Craeymeersch, 1997). Het RIVO heeft in het kader van genoemd project in de periode 1994-1996 jaarlijks een schelpdierbestandsopname uitgevoerd. In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de ontwikkeling van commerciële en niet-commerciële schelpdiersoorten. Er wordt ook aandacht besteed aan enkele andere, vooral epibenthische, soorten (zeeanemonen, stekelhuidigen en kreeftachtigen). Verder wordt nagegaan in hoeverre de verspreiding en dichtheden van nonnetjes en juveniele strandgapers gerelateerd zijn aan deze van de twee bevestigde schelpdiersoorten, kokkels en halfgeknotte strandschelpen. Bij de verwerking is tevens gebruik gemaakt van de gegevens verzameld tijdens bestandsopnames in 1993 (Van Stralen en Kesteloo-Hendrikse, 1993) en 1997 (in opdracht van LNV).

2. Materiaal en methoden

2.1. Monsternamen

De bemonsteringen zijn steeds uitgevoerd in het voorjaar (eind april - eind juni) met de YE42 "Anna Elizabeth", een commercieel vaartuig dat door de kokkelsektor ter beschikking wordt gesteld, en het onderzoeksvaartuig "Isis". Er werd gevist met twee verschillende vistuigen: een aangepaste zuigkor en, bij waterdieptes groter dan 10 meter, een speciaal voor het bemonsteren van schelpdieren ontworpen sleepkor (de 'guts'). De guts is een soort kooi die aan de onderzijde voorzien is van een schaf van 10 cm breed. De vissende breedte van de zuigkor bedraagt 20 cm. Beide vistuigen bemonsteren de bovenste 7 cm van het sediment. De methode van monsternamen wordt sinds 1992 ook toegepast tijdens inventarisaties van het mosselzaad in de Waddenzee (zie o.a. van Stralen, 1992).

De monsternamen werden over de Voordelta verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning, het gebied verdeeld werd in een aantal strata: gebieden met een verschillende kans/verwachting op het voorkomen van schelpdieren. De verdeling was gebaseerd op de informatie uit eerdere surveys en informatie van schelpdier vissers. In strata waar zich mogelijk schelpdieren konden bevinden, werd een fijner grid bemonsterd dan in gebieden waar maar lage dichtheden verwacht werden. In strata waar geen schelpdieren verwacht werden, is het minst intensief bemonsterd. Het meest intensief is, in 1993 en 1994, het gebied met kokkels in de mond van het Haringvliet bemonsterd. Figuur 1 geeft de exacte lokatie van alle monsternamen, tabel 1 de oppervlakte van het bemonsterde gebied. In 1993 omvatte de bemonstering niet het gehele plangebied.

jaar	bemonsterde oppervlakte
1993	613
1994	1046
1995	1013
1996	1121
1997	1011

Tabel 1. Bemonsterde oppervlakte (km²)

De vistuigen werden op elke te bevissen positie ongeveer 150 meter gesleept, zodat met de guts per trek ca. 15 m² bodemoppervlak is bemonsterd en met de zuigkor 30 m². Daardoor werden ook relatief zeldzame soorten kwantitatief goed bemonsterd. De posities van de trekken werden vastgelegd met behulp van een plot-programma (MacSea), verbonden met een DGPS.

De guts is voorzien van een loopwiel met teller, waardoor de lengte van de trekken kon vastgesteld worden. De geviste afstand met de zuigkor is bepaald met behulp van de plotter.

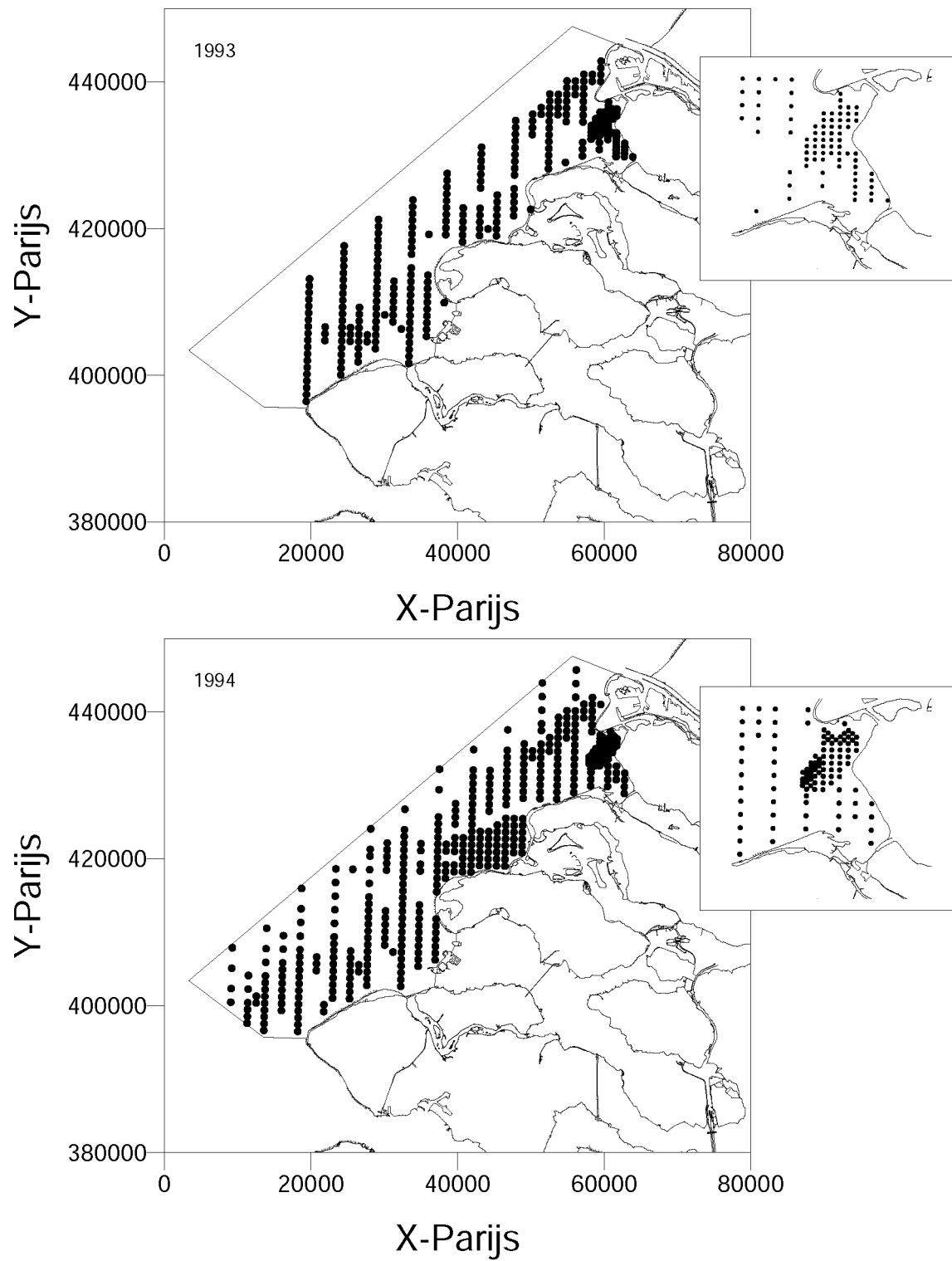
2.2. Verwerking monsters

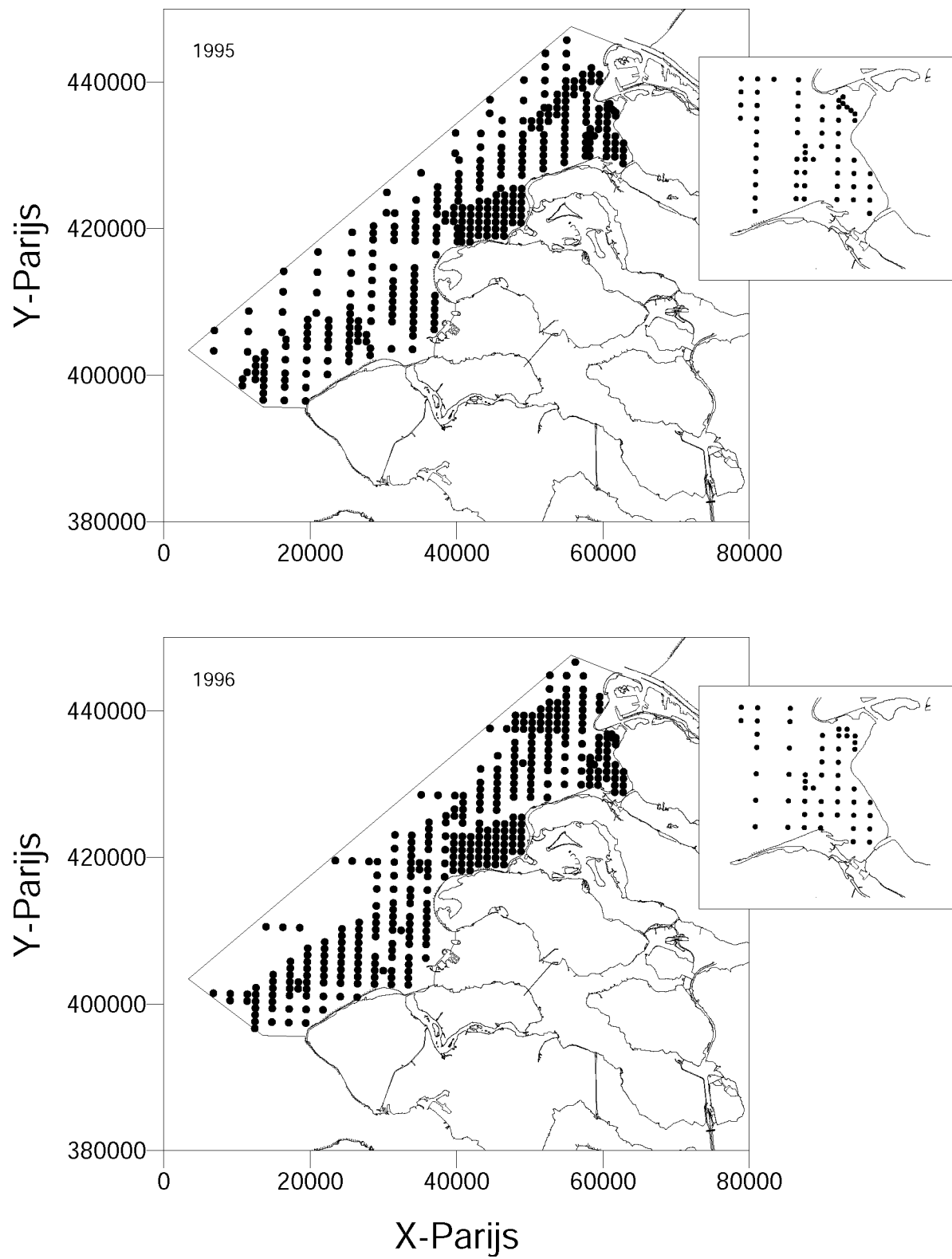
Het bodemmateriaal dat naar boven kwam, werd in een grote roestvrijstalen bak opgevangen en uitgespoeld (maaswijdte 5 mm). De vangst werd opgemeten (in liters) en uit een deelmonster werden alle levende organismen uitgezocht, geteld en gewogen. Naast schelpdieren zijn ondermeer krabben (niet in 1993), stekelhuidigen en zeeanemonen (zie ook tabel 2) bemonsterd.

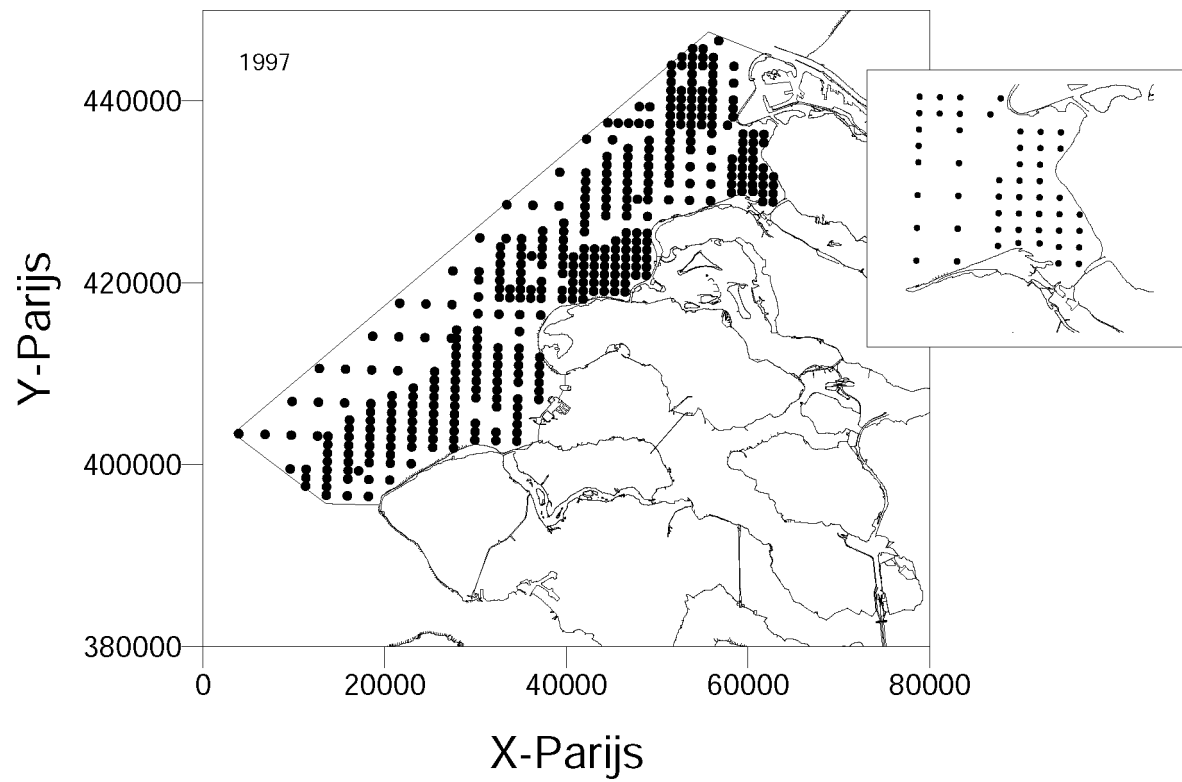
Voor alle schelpdiersoorten zijn de dichtheden, de biomassa in grammen versgewicht per vierkante meter en de geschatte bestandsgrootte in het gehele plangebied van het IBV berekend. Voor de overige soorten is de dichtheid en biomassa per vierkante meter bepaald.

Van enkele soorten die zich diep in het sediment ingraven, werden maar zelden gehele exemplaren gevangen. Van mesheften (*Ensis* sp.) werden veelal alleen de "topjes" (voorstel deel) in de vangst aangetroffen. Bij de bepaling van de biomassa van mesheften is de biomassa bepaald op basis van een dagelijks opgestelde breedteverdeling van grote en kleine exemplaren (op het oog onderscheiden; grens ongeveer 14 mm), en een relatie tussen het gewicht en de breedte van de schelp van complete dieren ($\log W = a + b \cdot \log B$ met W =natgewicht in g en B =breedte in mm). Voor 1993, 1994 en 1996 zijn afzonderlijke relaties opgesteld. In

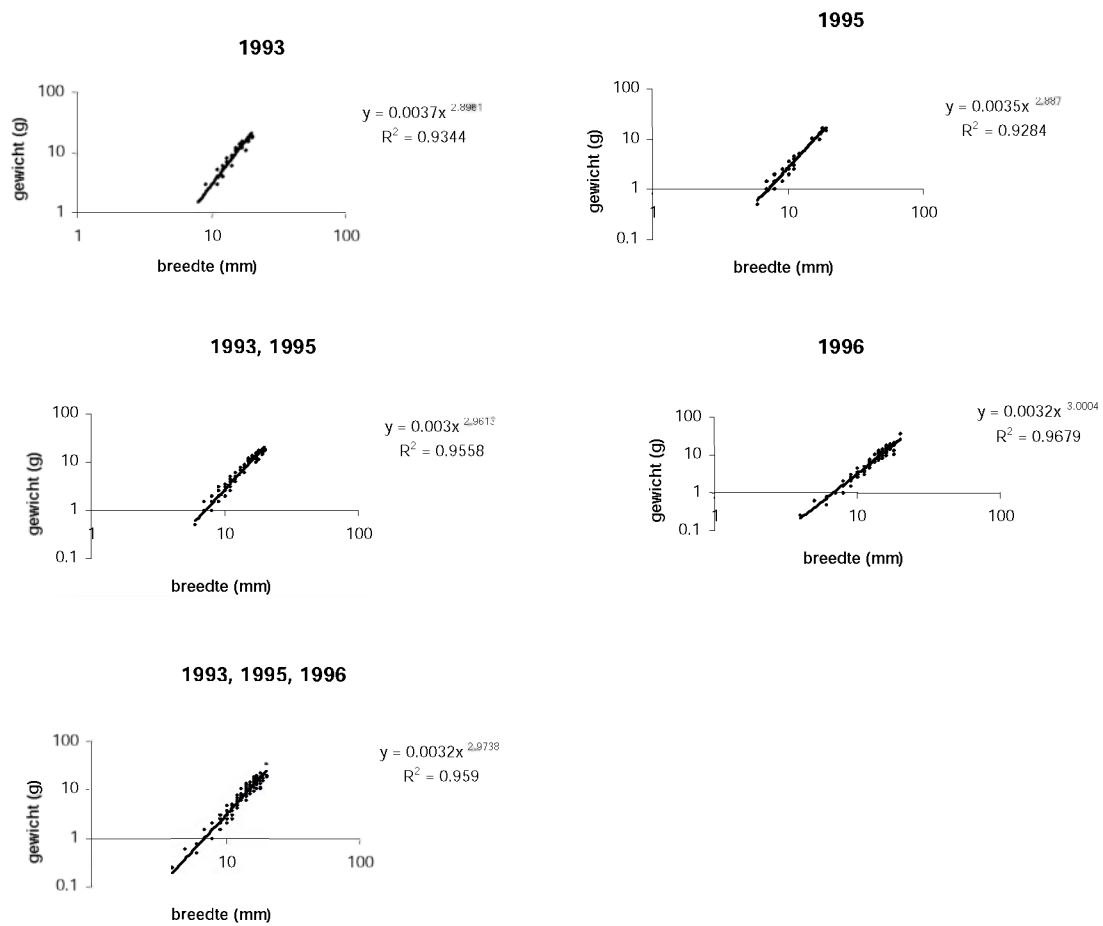
1994 is gebruik gemaakt van de data van 1993 en 1995, in 1997 van de data van 1993, 1995 en 1996 (figuur 2). Van grotere exemplaren van de strandgaper (*Mya arenaria*) kwamen meestal alleen de siphons in de monsters voor. Grote strandschelpen (*Macra corallina*) werden vaak kapot aangetroffen. Van beide soorten is daarom geen biomassa bepaald. Ook van zeeklitten (*Echinocardium cordatum*) en heremietkreeften (*Pagurus bernhardus*) is geen biomassa bepaald.

Figuur 1. Lokatie van de monsterpunten in 1993, 1994, 1995, 1996 en 1997

Figuur 1, vervolg. Lokatie van de monsterpunten

Figuur 1, vervolg. Lokatie van de monsterpunten

Figuur 2. Relatie tussen de breedte van de top van de schelp en het gewicht van levende, intacte exemplaren van *Ensis* sp.



3. Resultaten

3.1. Omvang van de schelpdierbestanden

In de Voordelta werden de volgende schelpdieren aangetroffen: *Abra alba* (witte dunschaal), *Cerastoderma edule* (kokkel), *Chamelea striatula* (venusschelp), *Donax vittatus* (zaagje), *Ensis* sp. (mesheften), *Macoma balthica* (nonnetje), *Mactra corallina* (grote strandschelp), *Mya arenaria* (strandgaper), *Mya truncata* (afgeknotte gaper), *Mytilus edulis* (mossel), *Spisula elliptica* (ovale strandschelp), *Spisula solida* (stevige strandschelp), *Spisula subtruncata* (halfgeknotte strandschelp), *Tellina fabula* (rechtsgestreepte platschelp), *Tellina tenuis* (tere platschelp), *Venerupis senegalensis* (tapijtschelp), tepelhorens (Naticidae) en fuikhorens (Nassariidae). In 1993, 1994 en 1995 werd geen onderscheid gemaakt tussen *T. fabula* en *T. tenuis*. In 1993 werd *S. elliptica* niet onderscheiden van *S. subtruncata*. Maar gezien ook in latere jaren *S. elliptica* slechts zelden in de Voordelta gevonden werd (tabel 2), mag aangenomen worden dat het ook in 1993 bijna steeds om *S. subtruncata* ging. Niet op soort gedetermineerde (slijk)gapers, *Mya* sp. - veelal slechts siphons bemonsterd - zijn praktisch allen *Mya arenaria*. De mesheften werden niet op soort gedetermineerd. Maar uit ander onderzoek (o.a. Craeymeersch, 1997) blijkt dat het in de Voordelta vooral om de Amerikaanse zwaardschede, *E. directus* (syn. *E. americanus*), gaat.

Tabel 3 geeft de omvang in aantallen en versgewicht van de gevonden schelpdieren. Soorten als de fuikhorens, ovale strandschelp, afgeknotte gaper, venusschelp en platte slijkgaper werden slechts in één of enkele monsters gevonden (tabel 2). Zowel wat de omvang in aantallen als in biomassa betreft, zijn *Spisula subtruncata* en *Ensis* sp. de belangrijkste soorten. Verder komt ook *Macoma balthica* steeds in vrij hoge aantallen en biomassa voor. Van kokkels zijn slechts in 1993 en 1994 belangrijke bestanden aanwezig, beperkt tot de Haringvlietmond (zie verder). In 1994 levert ook *Abra alba* een opvallend groot aandeel in de totale schelpdierbestanden. In dat jaar zijn ze qua aantal verreweg de belangrijkste soort. Maar in andere jaren kwam de soort niet of nauwelijks voor. Verder vallen in tabel 3 de hoge aantallen en biomassa van *Mya arenaria* in 1996 op. Ook is er sinds 1993 een sterke afname in de bestandsgroottes van *Tellina* sp., *Donax vittatus* en *Mactra corallina*. De mossel *Mytilus edulis* kent slechts in 1997 een redelijke omvang in versgewicht. Op één na waren alle vindplaatsen gesitueerd in de Haringvlietmond ter hoogte van Kwade Hoek en nabij de Haringvlietluizen.

Tabel 2. Aantal monsterpunten waarop de verschillende bodemdieren in de onderzochte jaren gevonden zijn.

		1993	1994	1995	1996	1997
aantal monsters:		246	413	310	342	360
<i>Abra alba</i>	witte dunschaal	0	79	32	1	25
<i>Actiniaria</i>	zeeanemonen	68	156	121	114	93
<i>Asterias rubens</i>	gewone zeester	67	108	92	119	105
<i>Cancer pagurus</i>	noordzeekrab	-	0	1	0	0
<i>Carcinus maenas</i>	strandkrab	-	101	109	109	106
<i>Cerastoderma edule</i>	kokkel	48	68	10	17	17
<i>Chamelea striatula</i>	venusschelp	0	4	4	1	2
<i>Corystes cassivelaunus</i>	helmkrab	-	6	5	7	7
<i>Crangon</i>	garnaal	-	214	184	250	202
<i>Donax vittatus</i>	zaagje	15	15	7	0	1
Echinidae	zeeëgel	0	0	4	0	0
<i>Echinocardium cordatum</i>	zeeklit	1	93	0	54	61
<i>Ensis</i>	mesheft/zwaardschede	126	192	210	249	166
<i>Eriocheir sinensis</i>	Chinese wolhandkrab	-	1	1	0	0
<i>Liocarcinus arcuatus</i>	gewimperde zwemkrab	-	32	55	7	5
<i>Liocarcinus holsatus</i>	gewone zwemkrab	-	150	170	117	179
<i>Liocarcinus marmoreus</i>	gemarmerde zwemkrab	-	-	1	0	0
<i>Macoma balthica</i>	nonnetje	108	150	92	83	78
<i>Macropodia</i>	hooiwagenkrab	-	1	0	3	0
<i>Mactra corallina</i>	grote strandschelp	34	55	48	6	4
<i>Majidae</i>	spinkrabben	-	1	0	0	0
<i>Mya</i>	gaper	50	-	-	-	37
<i>Mya arenaria</i>	strandgaper	-	66	27	46	27
<i>Mya truncata</i>	afgeknotte gaper	-	1	0	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	mossel	1	1	3	3	6
Nassariidae	fuikhorens	0	0	9	0	0
Naticidae	tepelhorens	0	16	8	22	22
<i>Ophiothrix fragilis</i>	brokkelster	0	1	4	0	0
<i>Ophiura</i>	slangster	99	177	140	110	19
<i>Ophiura albida</i>	kleine slangster	-	-	-	-	81
<i>Ophiura texturata</i>	gewone slangster	-	-	-	-	46
<i>Pagurus bernhardus</i>	gewone heremietkreeft	-	86	115	83	71
<i>Portumnus latipes</i>	breedpotzwemkrab	-	61	63	79	43
<i>Scrobicularia plana</i>	platte slijkgaper	0	0	1	2	0
<i>Spisula</i>		131	-	-	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	ovale strandschelp	-	1	-	1	8
<i>Spisula solida</i>	stevige strandschelp	14	41	42	12	10
<i>Spisula subtruncata</i>	halfgeknotte strandschelp	-	197	212	215	207
<i>Tellina fabula</i>	rechtsgestreepte platschelp	-	-	-	5	1
<i>Tellina tenuis</i>	tere platschelp	-	-	-	21	15
<i>Tellina</i>	platschelp	106	75	58	-	-
<i>Thia scutellata</i>	nagelkrab	0	33	22	13	3
<i>Venerupis senegalensis</i>	tapijtschelp	3	24	30	6	3

Tabel 3. Omvang in aantallen en biomassa van de schelpdierbestanden in 1993-1997**aantal (miljoen stuks)**

	1993	1994	1995	1996	1997
<i>Abra alba</i>	0	9781.74	2054.67	0.14	401.69
<i>Cerastoderma edule</i>	632.75	203.93	1.80	33.97	2.25
<i>Chamelea striatula</i>	0	1.59	4.21	0.45	0.38
<i>Donax vittatus</i>	5.11	2.92	1.69	0	0.00
<i>Ensis</i>	2129.50	845.46	3610.13	6376.98	2219.67
<i>Macoma balthica</i>	756.35	863.22	483.68	1558.12	304.88
<i>Mactra corallina</i>	28.71	21.43	55.84	2.39	3.30
<i>Mya</i>	483.84	-	-	-	1046.23
<i>Mya arenaria</i>	-	319.18	300.12	10114.84	86.83
<i>Mya truncata</i>	-	2.17	0	0	0
<i>Mytilus edulis</i>	0.30	0.07	0.30	0.44	81.45
<i>Nassariidae</i>	0	0	6.72	0	0
<i>Naticidae</i>		34.82	6.13	1143.04	57.16
<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0.01	8.39	0
<i>Spisula</i>	4406.14	-	-	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	-	1.33	0	1.96	137.31
<i>Spisula solida</i>	119.54	164.88	233.29	24.88	40.99
<i>Spisula subtruncata</i>	-	3920.12	76576.46	49295.07	9516.73
<i>Tellina fabula</i>	-	-	-	6.36	1.59
<i>Tellina tenuis</i>	-	-	-	14.04	18.34
<i>Tellina</i>	1767.02	144.28	115.58	-	-
<i>Venerupis</i>	6.25	234.31	424.80	175.92	2.55

biomassa (ton versgewicht)

	1993	1994	1995	1996	1997
<i>Abra alba</i>	0	4973.03	827.90	0.04	188.63
<i>Cerastoderma edule</i>	4578.54	1486.94	17.22	82.29	18.33
<i>Chamelea striatula</i>	0	7.59	16.56	2.48	1.17
<i>Donax vittatus</i>	22.23	11.91	4.64	0	0.00
<i>Ensis</i>	29382.23	11055.42	39031.48	56124.66	27661.55
<i>Macoma balthica</i>	1035.47	1169.96	889.62	1423.38	530.14
<i>Mytilus edulis</i>	2.36	0.98	3.90	4.97	663.54
<i>Nassariidae</i>	0	0	16.19	0	0
<i>Naticidae</i>	0	18.06	2.35	408.61	62.39
<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0.19	26.57	0
<i>Spisula</i>	12511.06	-	-	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	-	0.67	0	3.92	176.98
<i>Spisula solida</i>	724.54	1347.85	966.43	68.86	186.69
<i>Spisula subtruncata</i>	-	5590.36	122528.02	53939.40	28781.63
<i>Tellina fabula</i>	-	-	-	2.65	0.80
<i>Tellina tenuis</i>	-	-	-	8.67	10.15
<i>Tellina</i>	1056.23	65.02	50.17	-	-
<i>Venerupis</i>	94.36	962.83	1405.99	98.66	3.45
Oppervlakte onderzoeksgebied (km ²)	613	1046	1013	1121	1011

3.2. Verspreiding, dichtheid en biomassa van schelpdieren

Kokkels, *Cerastoderma edule*, zijn alleen gevonden in de monding van het Haringvliet ten oosten van de Hinderplaat (figuur 3, 4). Na 1994 zijn geen hoge dichtheden meer gevonden. Ook de slijkgaper, *Mya arenaria*, komt vooral in het mondingsgebied van het Haringvliet voor (figuur 5, 6), meer speciaal in het gebied tussen de Hinderplaat en de Voornse kust. De laatste twee jaren worden ook hoge dichtheden in de Grevelingen buitendelta gevonden. Op het nonnetje, *Macoma balthica*, na (figuur 7) worden in dit gebied bijna nooit andere schelpdieren gevonden. Enkel in 1996 zijn er kleine mesheften (figuur 8) en juveniele halfgeknotte strandschelpen (figuur 11).

De stevige strandschelp, *Spisula solida*, blijkt praktisch beperkt tot de vooroever van de Voordelta (figuur 12). In de buitendelta van de Oosterschelde vinden we deze soort ook in het geulenstelsel richting Oosterschelde.

Het nonnetje, *Macoma balthica*, (figuur 7) vinden we bijna overal in de Voordelta, maar wat minder op de vooroever. De laatste paar jaar zijn de dichtheden lager dan voordien.

Ook mesheften vinden we bijna overal, op het meest landwaartse deel van de Haringvliet buitendelta en de meest zeewaarts geleiden delen van de buitendelta's van de Oosterschelde en de Grevelingen na (figuren 8 en 9). Vooral in de Grevelingen buitendelta blijken adulte dieren gevonden te worden.

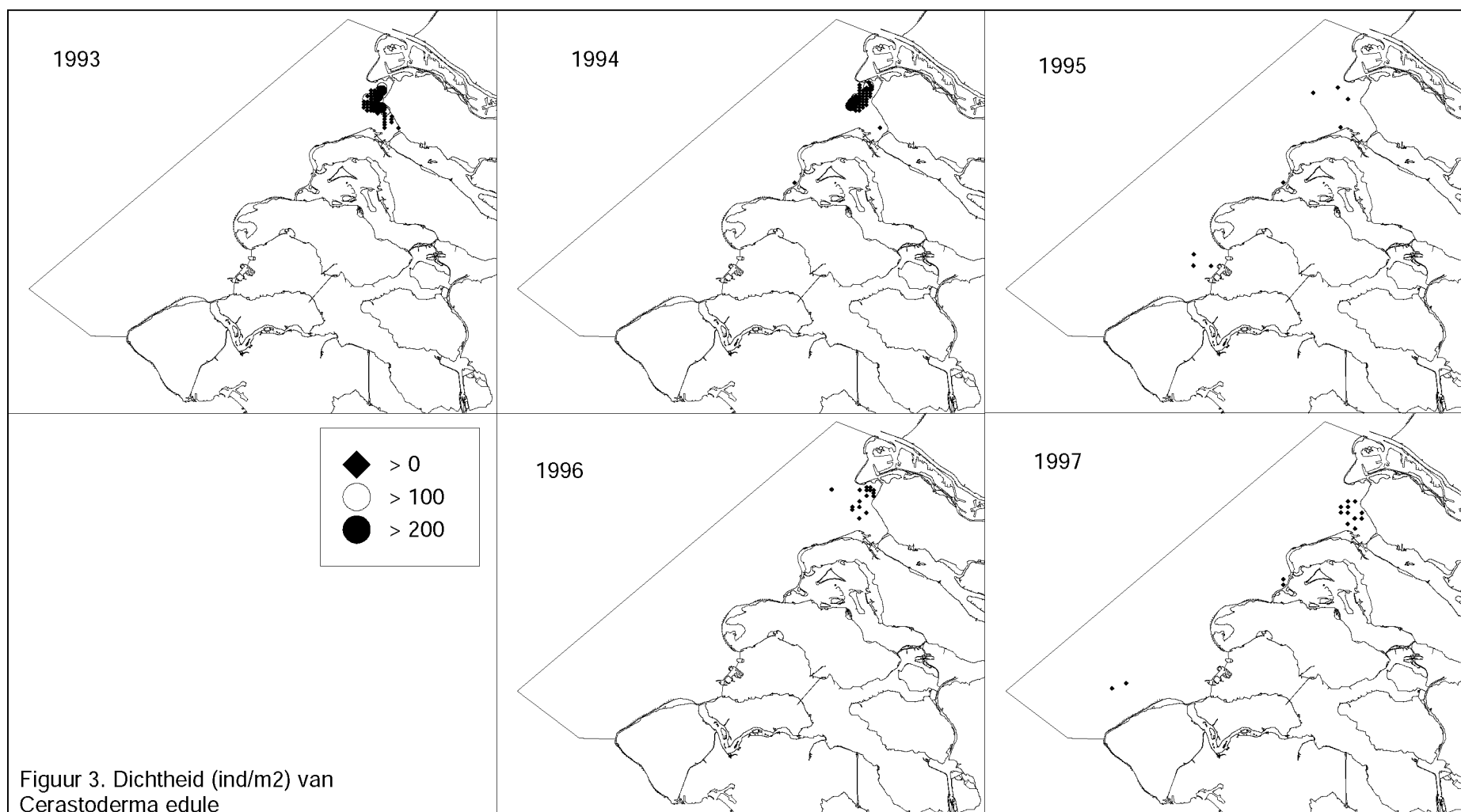
De halfgeknotte strandschelp *S. subtruncata* heeft in grote lijnen eenzelfde verspreidingspatroon (figuren 10 en 11). De hoogste aantallen vinden we in de Grevelingen buitendelta en op de vooroever van de Haringvliet buitendelta. In 1997 zijn enkel in het Brouwerhavense Gat (buitendelta Grevelingen) grote aantallen ($> 100 \text{ ind./m}^2$) juveniele dieren aangetroffen.

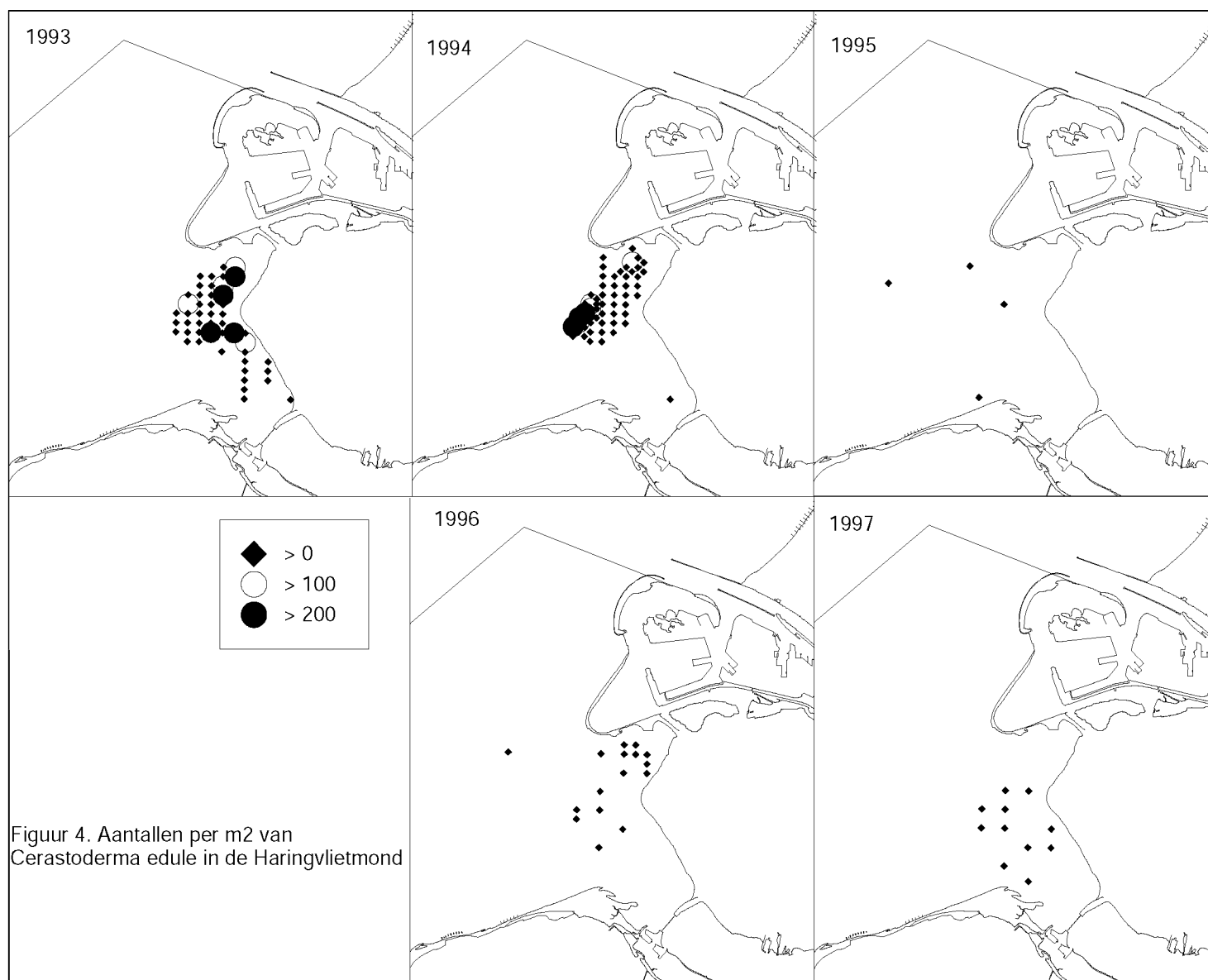
Tellina sp. die in 1993 nog wijd verspreid voorkwam werd in 1997 nog slechts op enkele punten gevonden (figuur 13). Deze waren vooral in de Grevelingen buitendelta gesitueerd.

3.3. Stekelhuidigen, schaaldieren en zeeanemonen

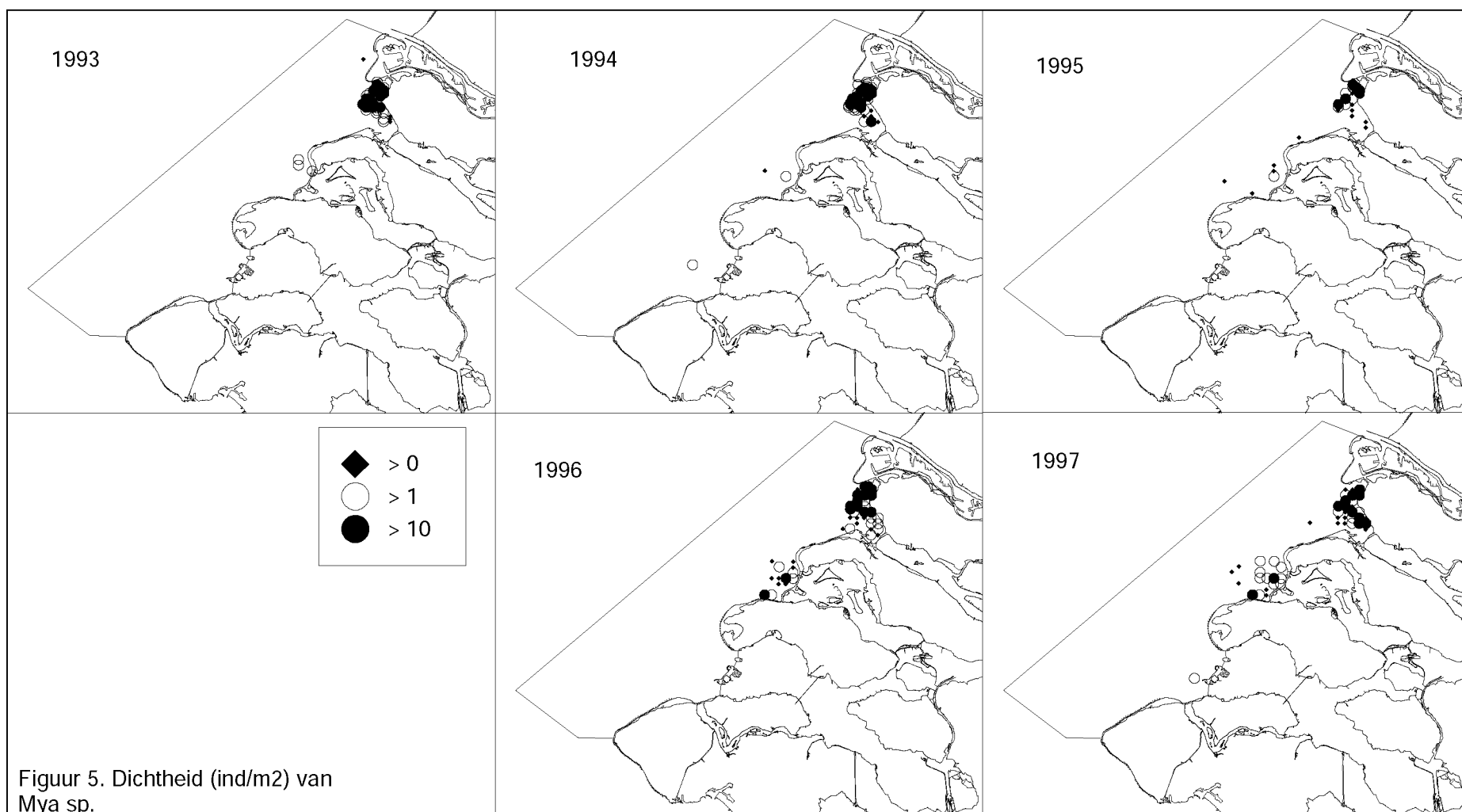
Naast schelpdieren zijn de meest voorkomende op en in de bodemlevende soorten die tijdens deze surveys gevonden zijn: zeeanemonen (Actiniaria; niet nader gedetermineerd), de strandkrab (*Carcinus maenas*), de gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*) en slangsterren (*Ophiura* sp.). Hun verspreiding is gegeven in figuren 14, 15, 16 en 17. Andere soorten die regelmatig gevonden werden, zijn: de gewone zeester (*Asterias rubens*), garnalen (*Crangon* sp.), zeeklit (*Echinocardium cordatum*), de gewimperde zwemkrab (*Liocarcinus arcuatus*), de heremietkreeft (*Pagurus bernhardus*), de breedpootzwemkrab (*Portunus latipes*) en de nagelkrab (*Thia scutellata*) (tabel 2). Sporadisch werden ook de Noordzeekrab (*Cancer pagurus*), de helmkrab (*Corystes cassivelaunus*), de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*), de gemarmerde zwemkrab (*Liocarcinus marmoreus*), de hooiwagenkrab (*Macropodia* sp.) en de brokkelster (*Ophiotrix fragilis*) gevonden (tabel 2).

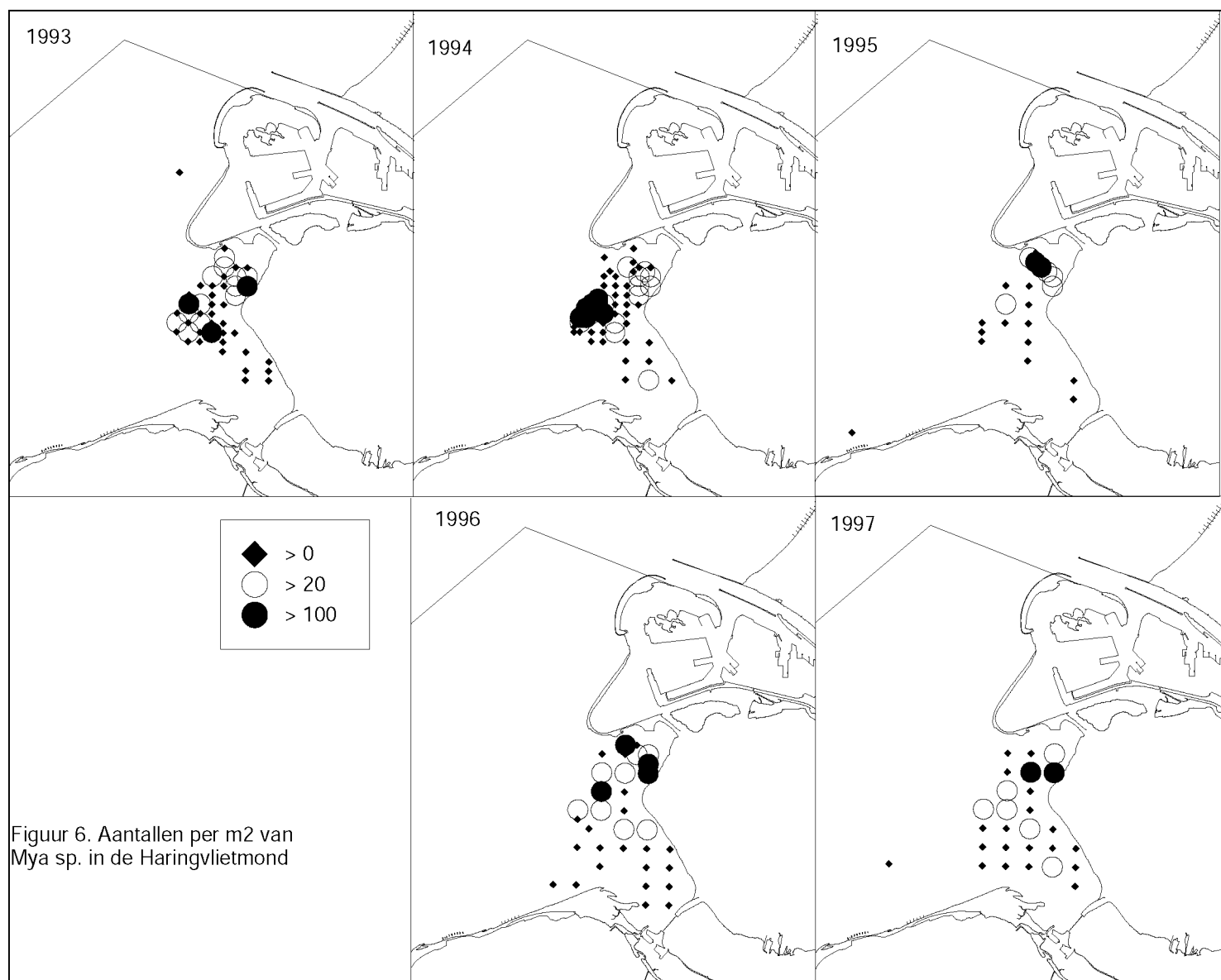
De strandkrab komt vooral in de beschutte gebieden van de buitendelta's van de Grevelingen en het Haringvliet voor (figuur 14). De gewone zwemkrab wordt praktisch in het hele IBV-plangebied gevonden. Enkel in het oostelijk deel van het Haringvliet werd de soort bijna nooit voor (figuur 15). Zeeanemonen hebben in grote lijnen eenzelfde verspreidingspatroon, met de hoogste dichtheden in de buitendelta's van de Grevelingen en de Oosterschelde (figuur 16). Ook slangsterren worden praktisch over het hele gebied met uitzondering van het oostelijk deel van de Haringvlietmond gevonden (figuur 17). Ook zeesterren (*Asterias rubens*) worden daar zelden aangetroffen (figuur 18).

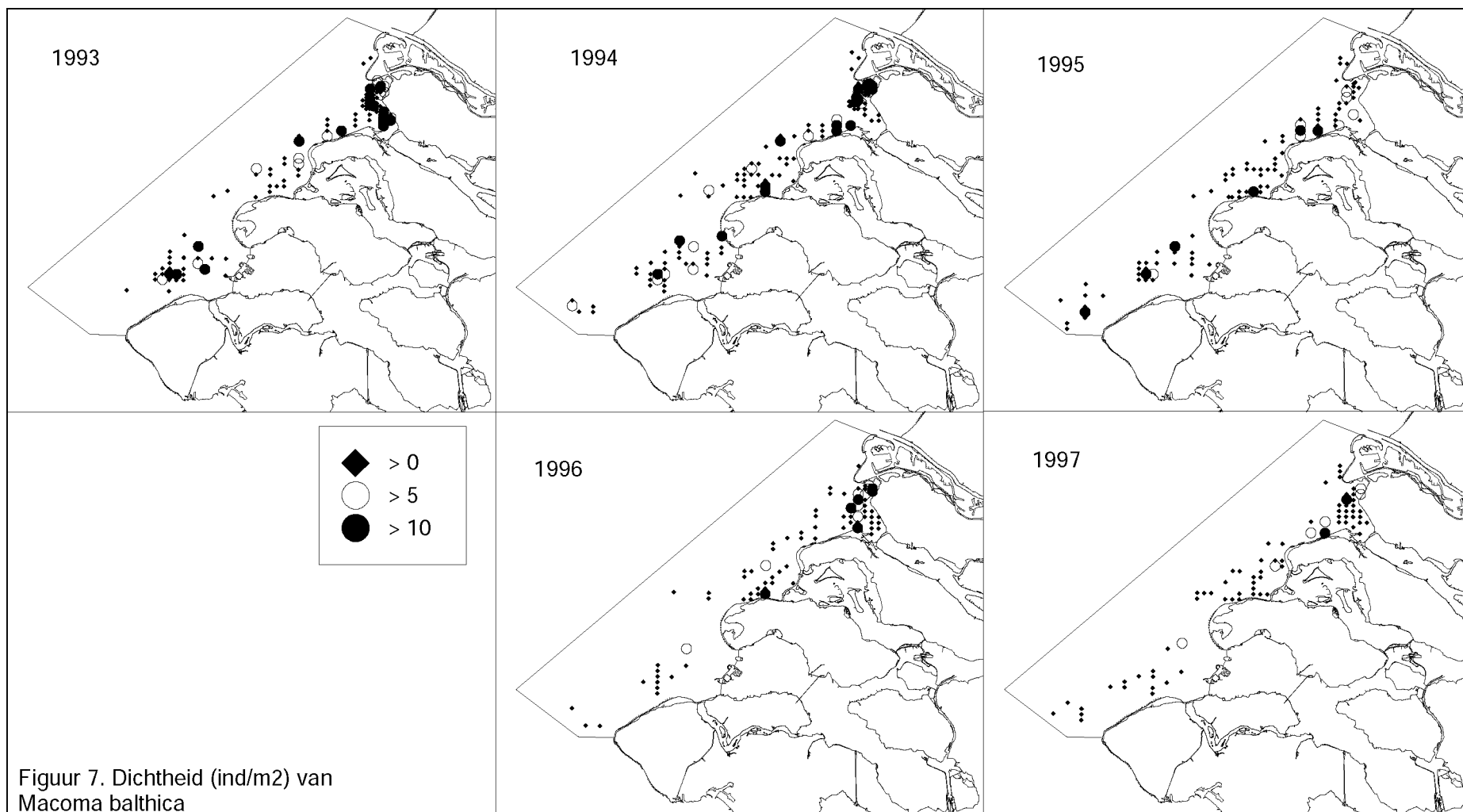


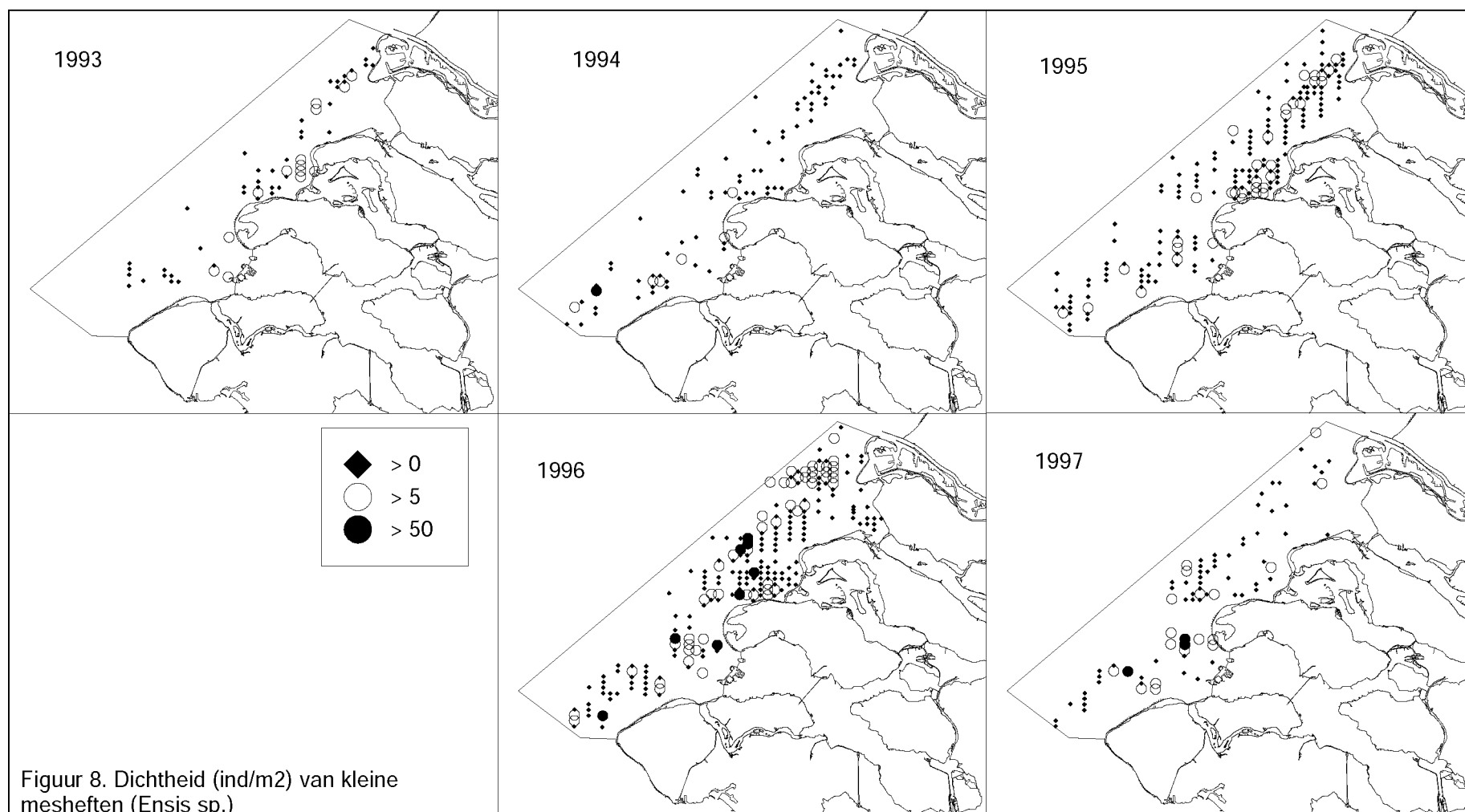


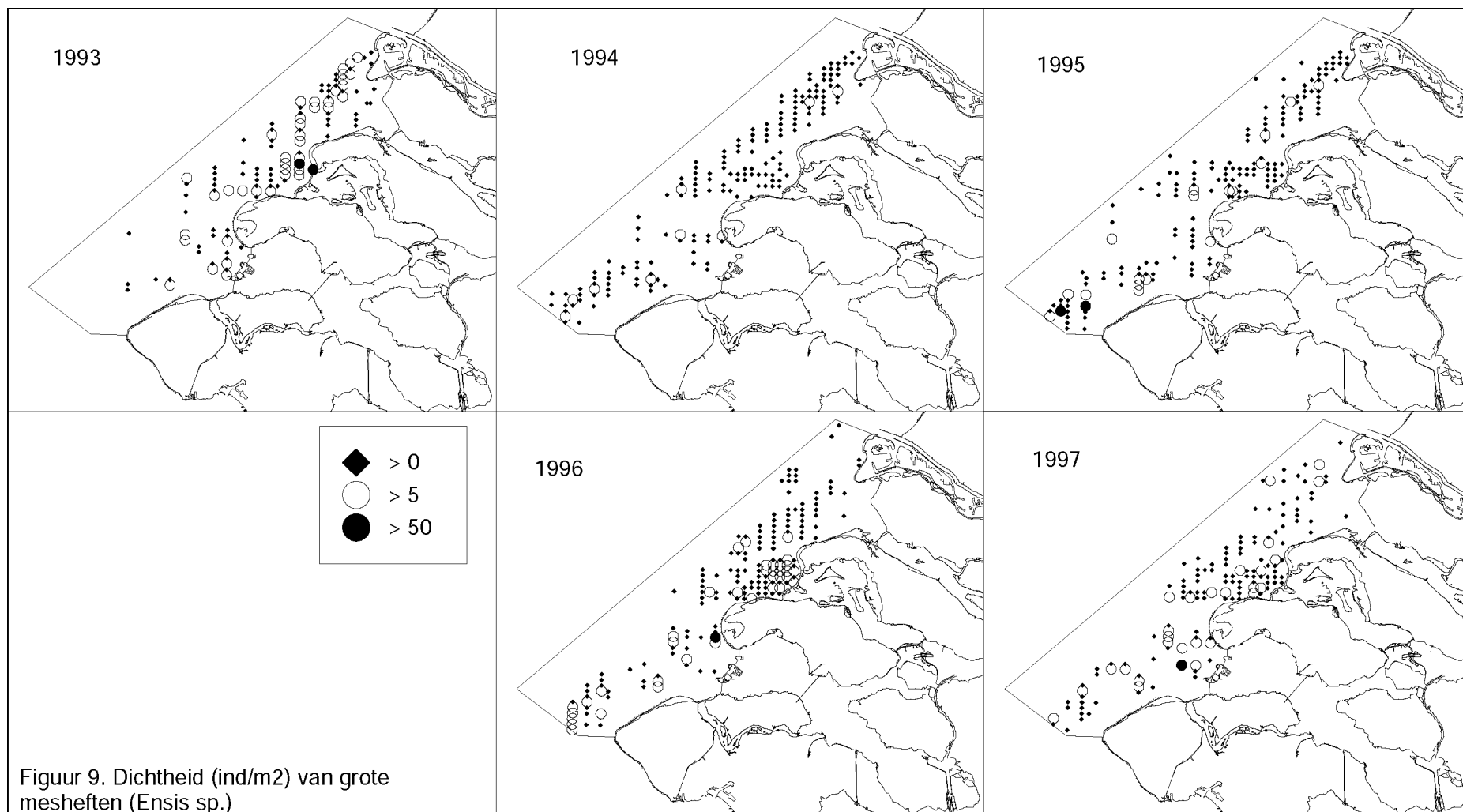
Figuur 4. Aantallen per m² van *Cerastoderma edule* in de Haringvlietmond

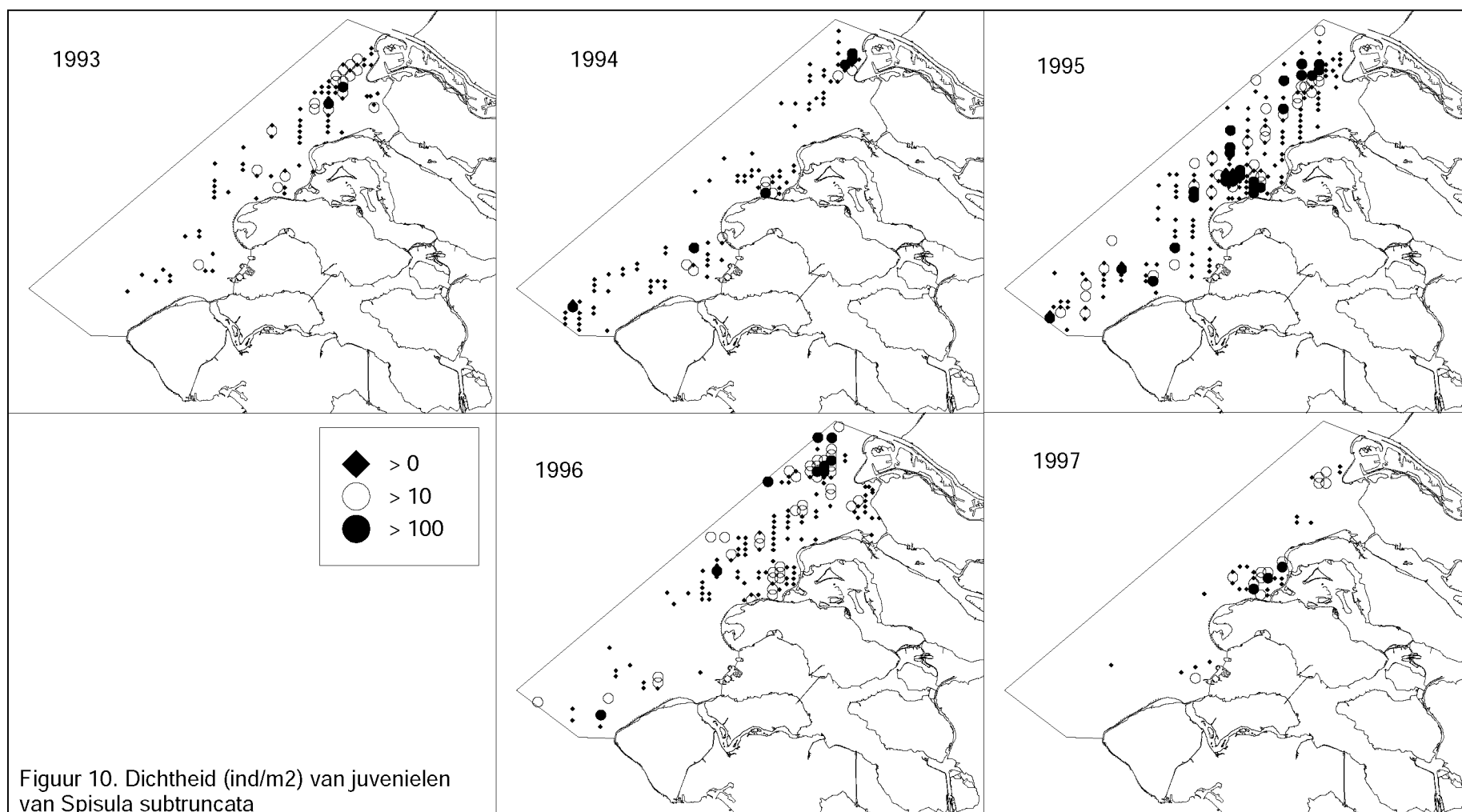


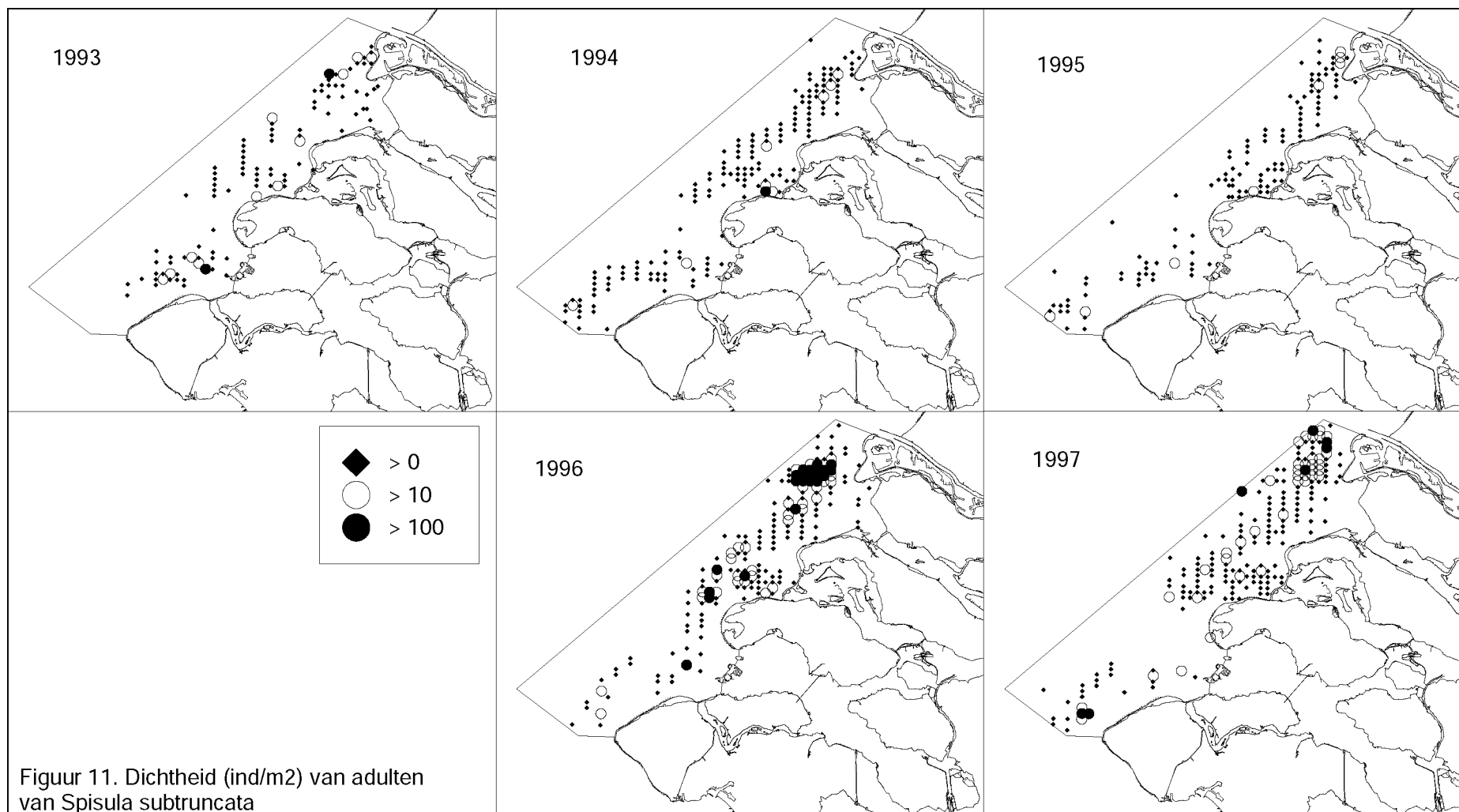


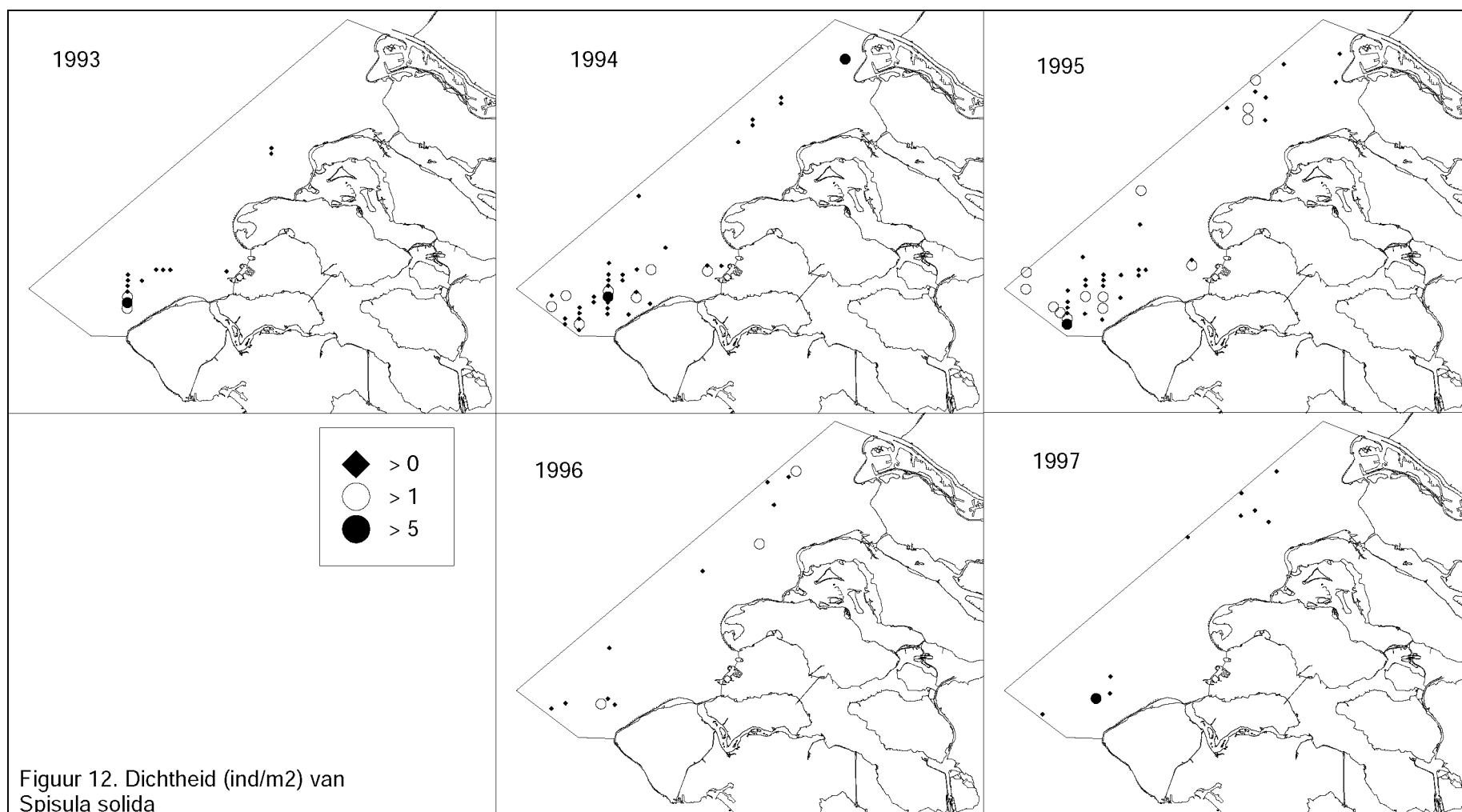




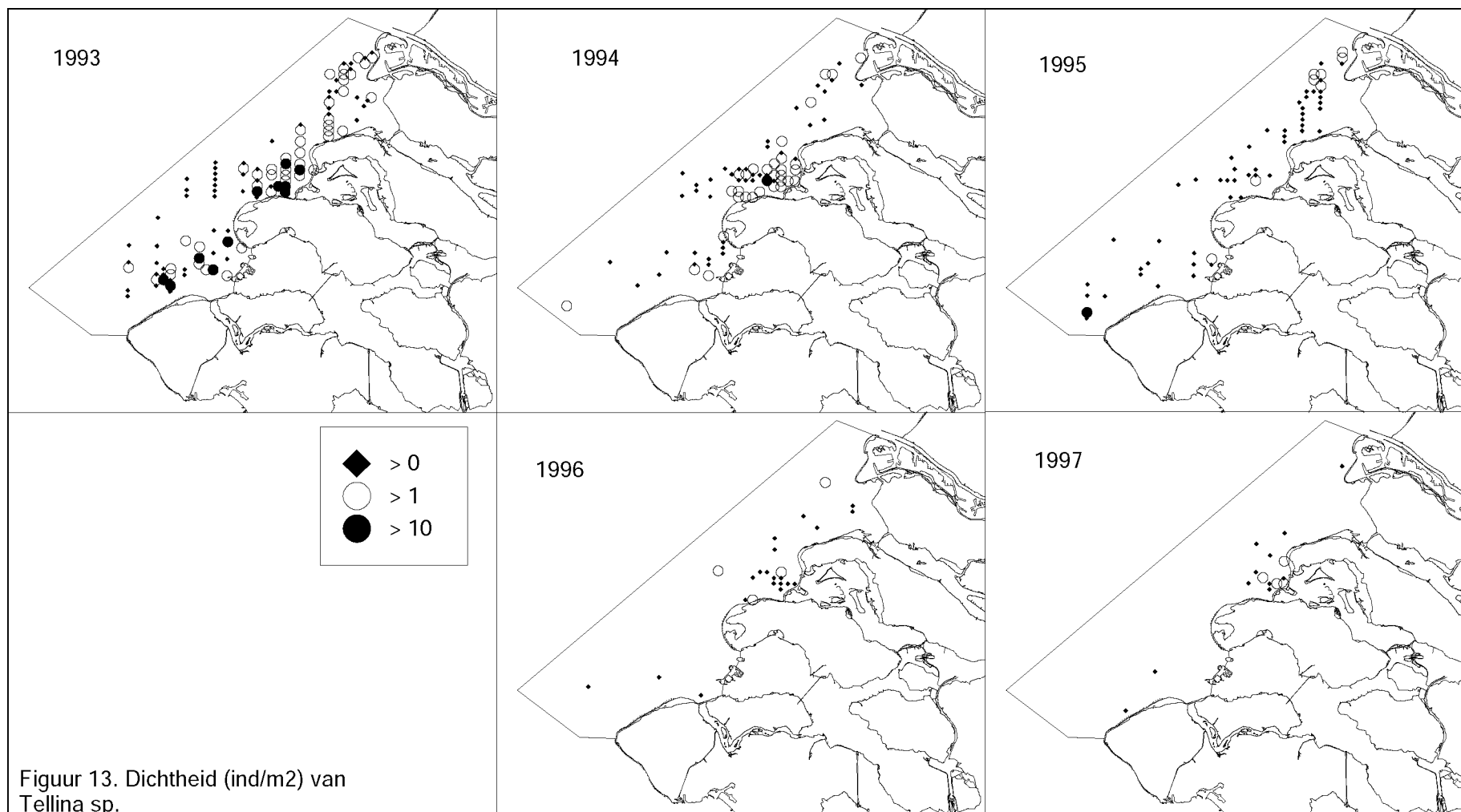




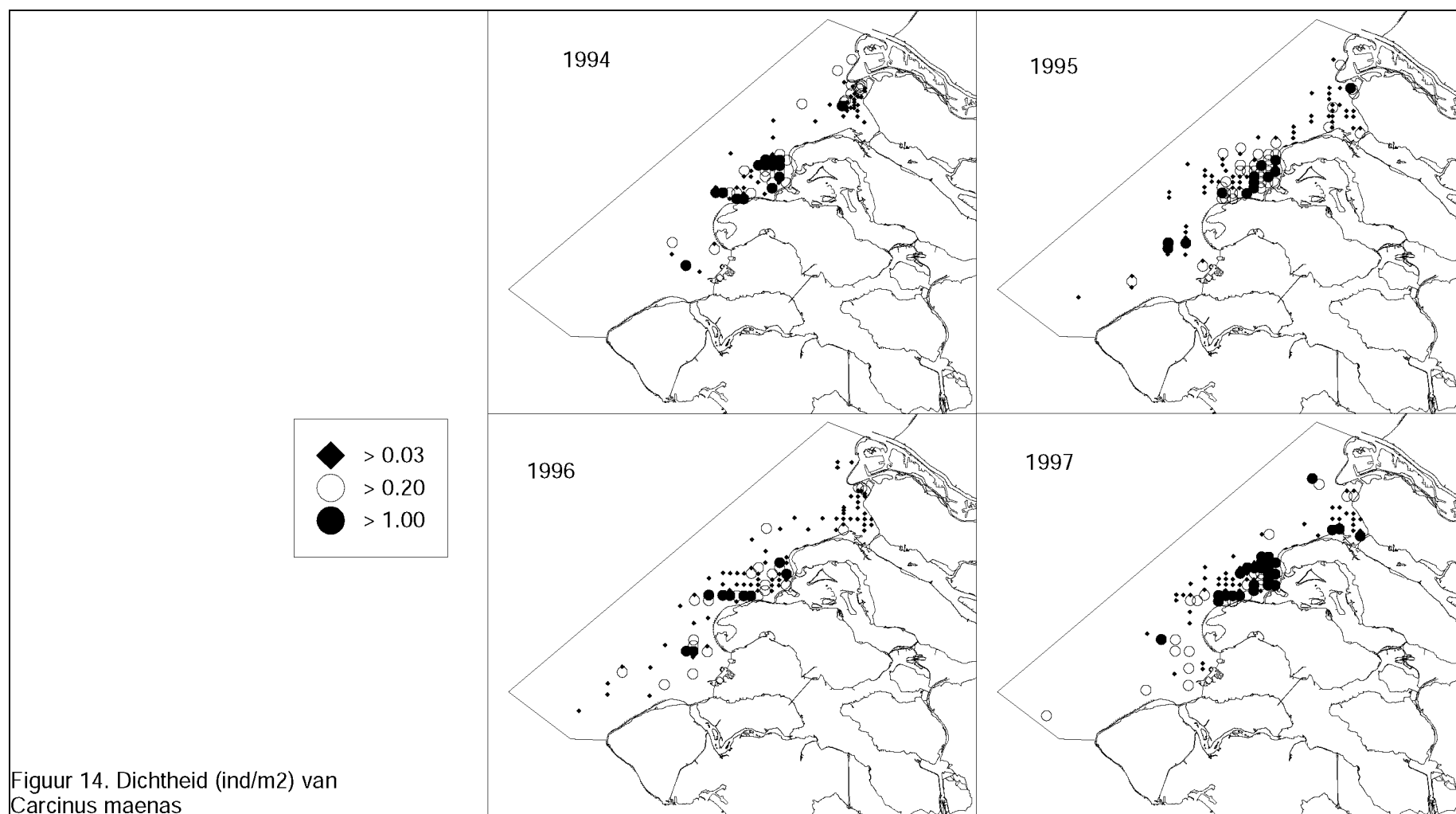




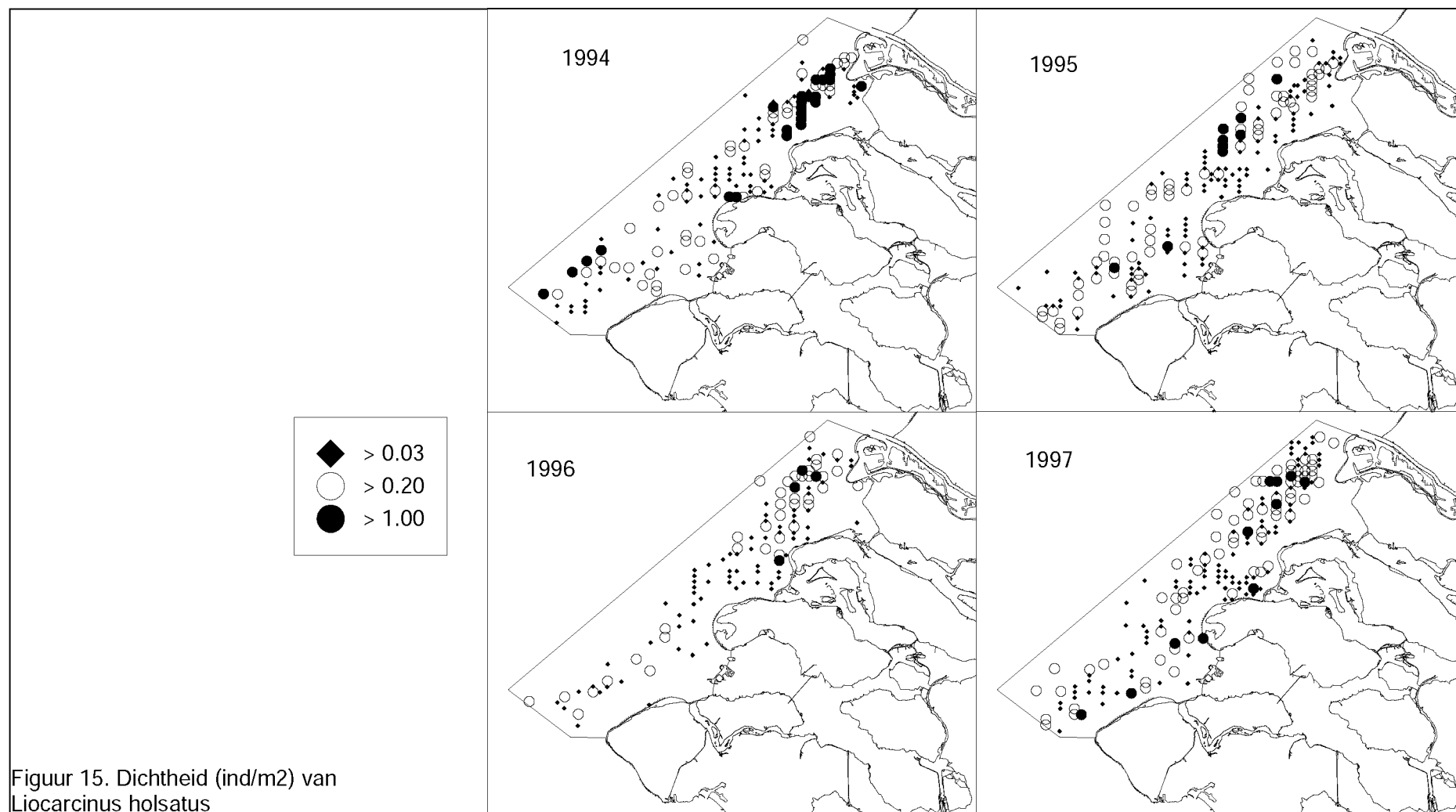
Figuur 12. Dichtheid (ind/m²) van *Spisula solida*

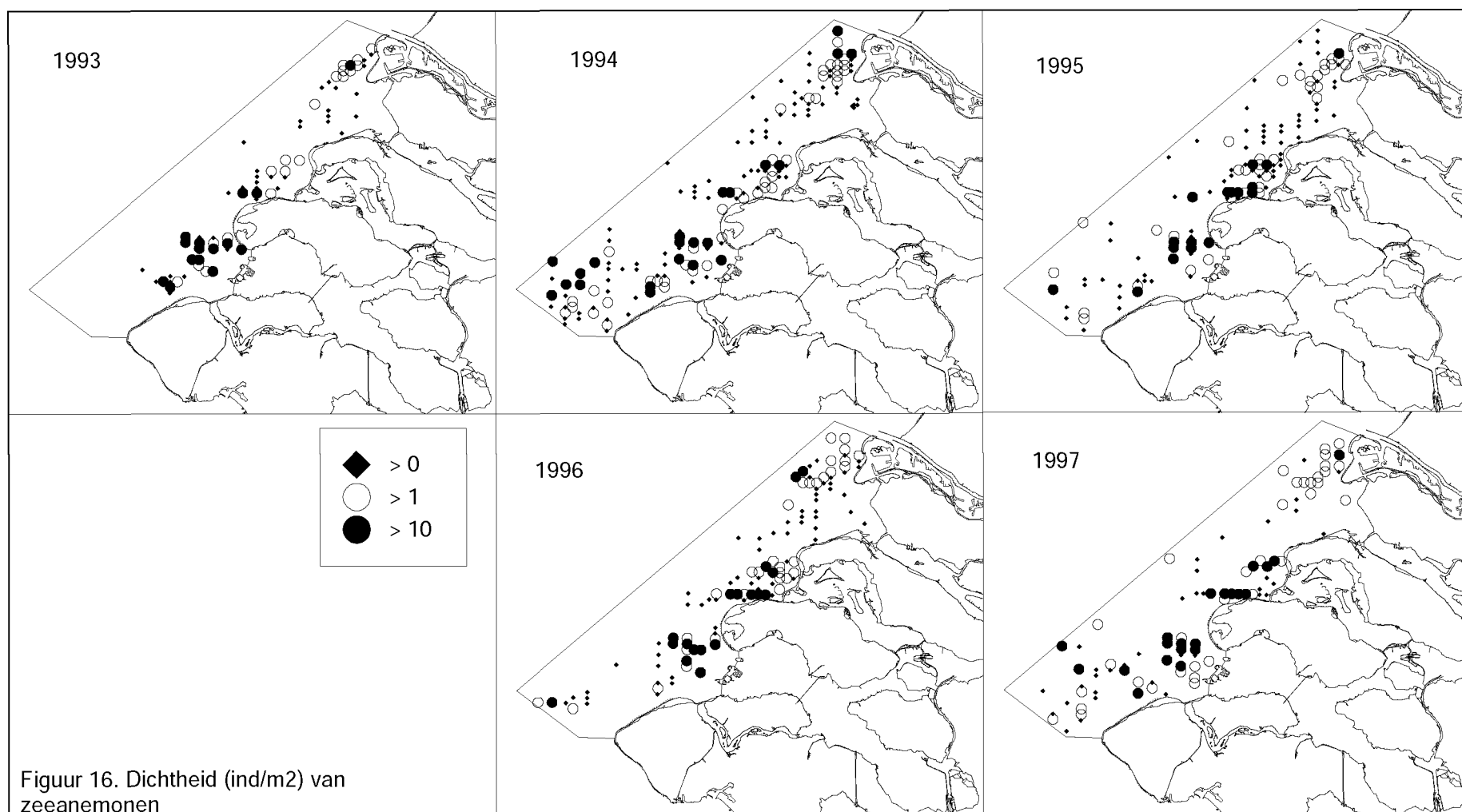


Figuur 13. Dichtheid (ind/m²) van *Tellina* sp.

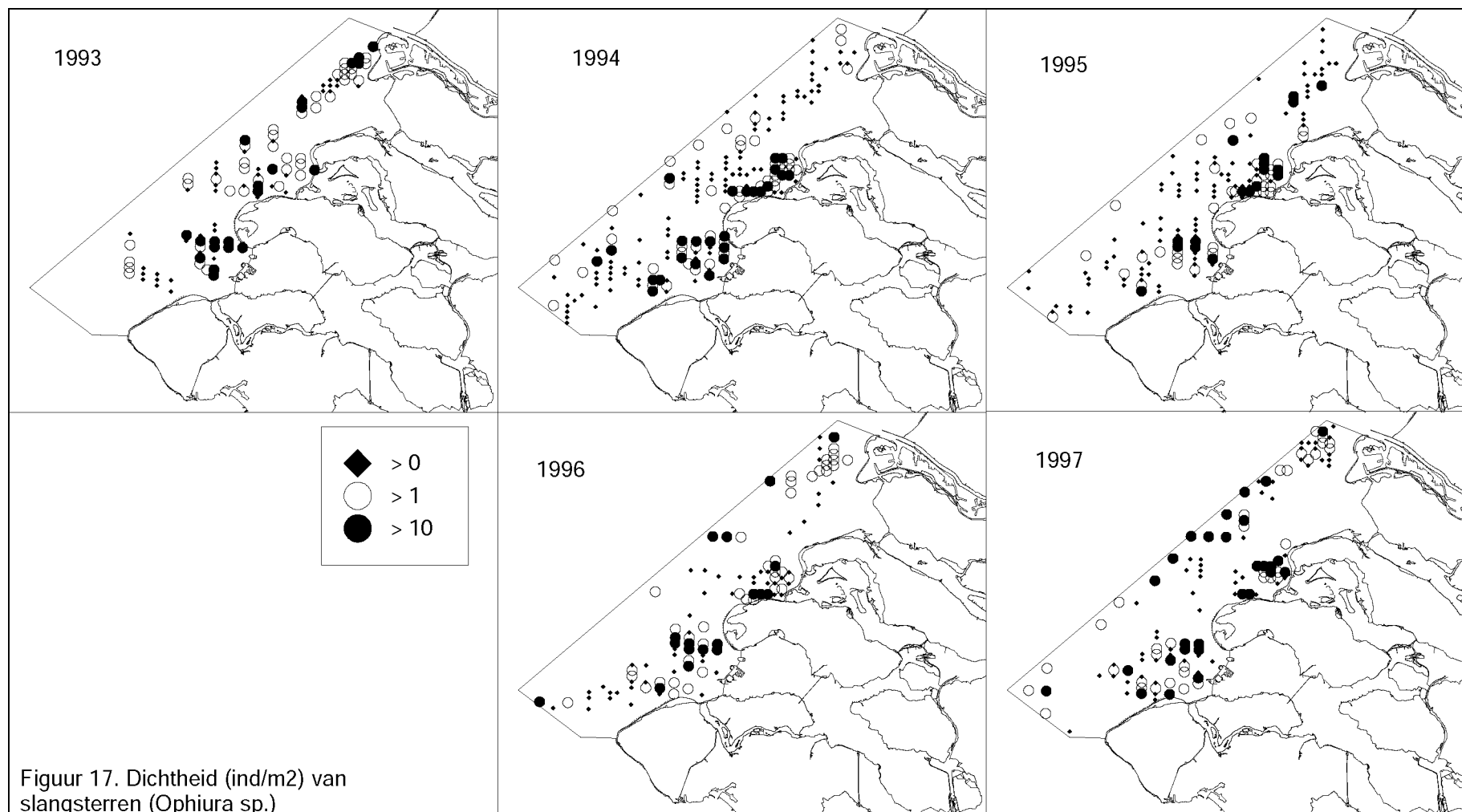


Figuur 14. Dichtheid (ind/m²) van *Carcinus maenas*

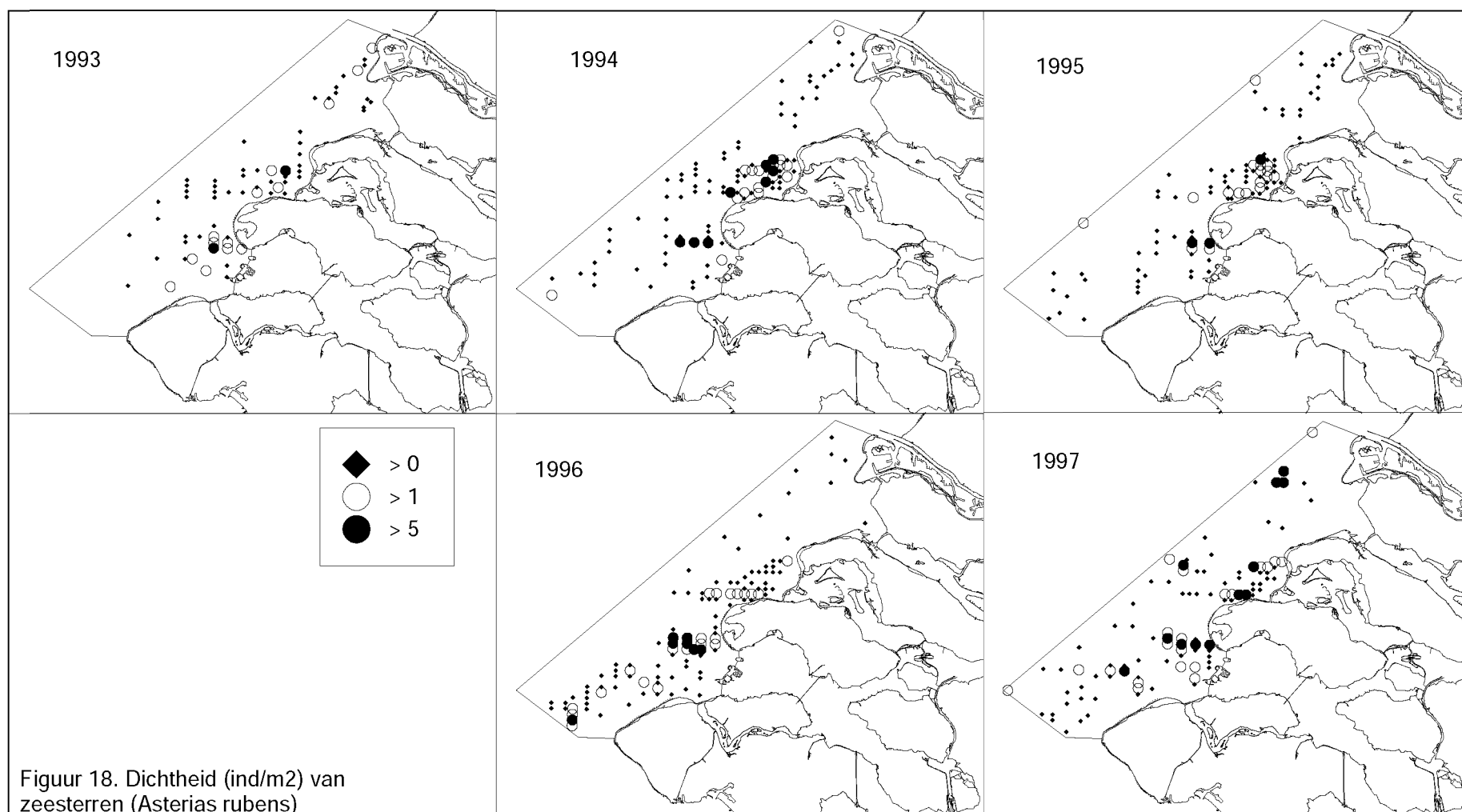




Figuur 16. Dichtheid (ind/m²) van zeeanemonen



Figuur 17. Dichtheid (ind/m2) van slangsterren (*Ophiura* sp.)



4. Diskussie

4.1 Ruimtelijk verschillen

Het gebied tussen de Hinderplaat en de kust van Voorne vormt een uniek gebied in de Voordelta. De Hinderplaat ligt in het verlengde van de gesloten Hollandse kustlijn en vormt de zeewaartse begrenzing van een ondiep gebied voor de kust van Voorne en Goeree. Dit gebied wordt al sinds de afsluiting van het Haringvliet geleidelijk ondieper door bezinken van zand en slib (WES, 1997). De stroomsnelheden en golfwerking zijn hier het laagst (van Alphen & Molendijk, 1993). We vinden er ook de laagste saliniteiten (minima in gebied tot Hinderplaat bijna overal lager dan 16gCl/l) en de grootste saliniteitsfluctuaties, door het spuien bij hoge afvoer van de Rijn (Anoniem, 1984; de Hoog & Steenkamp, 1989). De bodemfauna is aan deze specifieke omstandigheden aangepast, en verschilt van de rest van de Voordelta (Craeymeersch et al., 1990). Enkel typisch estuariene soorten worden hier gevonden. De laatste jaren ontwikkelden kokkelbanken zich enkel hier. De groeiomstandigheden voor kokkels zijn er ook uitstekend (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1993). Ook strandgapers, *Mya arenaria*, worden praktisch uitsluitend in dit gebied gevonden. Meer mariene soorten (bijv. *Spisula subtruncata*, *Ensis* sp.) vestigen zich er niet, al vindt er wel eens broedval plaats.

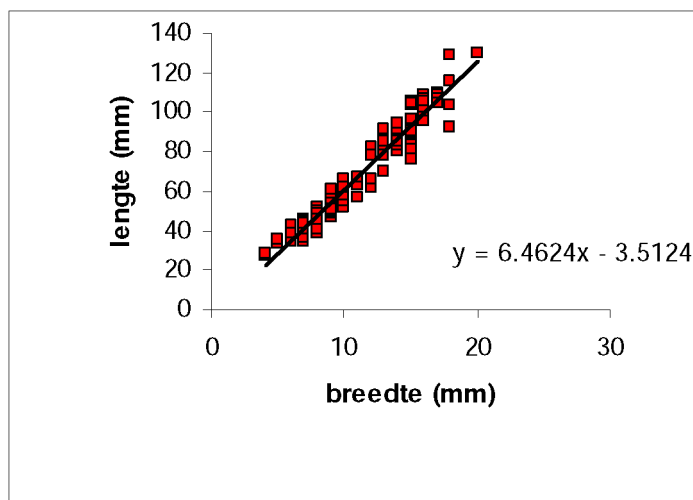
Verder worden voor veel soorten (o.a. mesheften en zeeanemonen) de hoogste dichtheden en biomassa's gevonden op de vooroever, in de geulen in de buitendelta van de Oosterschelde en, in de buitendelta van de Grevelingen, in het gebied landwaarts van de Bollen van de Ooster en in het Brouwerhavense Gat. In dit laatste gebied worden waarschijnlijk veel larven van bodemdieren aangevoerd. Ondermeer door de lage stroomsnelheden vinden ze er een ideale plaats om zich te vestigen (Hamerlynck & Craeymeersch, 1990). Hoge dichtheden adulte strandschelpen *S. subtruncata* werden enkel gevonden op de vooroever van de Haringvliet (1996, 1997) en de Oosterschelde buitendelta (1996) (figuur 11).

4.2. Temporele verschillen

De schelpdierbestanden blijken van jaar tot jaar sterk in omvang te fluctueren. De belangrijkste reden hiervoor dient gezocht in jaarlijkse verschillen in broedval- en overwinteringssucces van de meestal kortlevende schelpdieren, en in predatie. Zo zien we in 1995 en, zij het in mindere mate, in 1996 een groot aantal juvenielen van de halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata* (jaarklassen 1994 en 1995) (figuur 10). In 1996 en 1997 waren er hoge dichtheden van adulte dieren (figuur 11). Ook in het voorgaande decennium waren er periodes met sterke jaarklassen van deze soort (1984-1988; 1991-1992), en relatief arme periodes (1989-1990) (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1993). Ook voor de zwaardschede, *Ensis* sp., geldt dat er grote jaarlijkse verschillen in broedvalsucces kunnen zijn. Vooral in 1996 werden veel kleine kleine mesheften (breedte < 14 mm; of, gebaseerd op figuur 19, lengte < 87 mm) gevonden. Deze dieren zijn van de jaarklassen 1994 en/of 1995 (leeftijdsschatting gebaseerd op fig. 2 in Dörjes, 1992).

De bestands grootte van het nonnetje, *Macoma balthica*, lijkt het meest stabiel. Mogelijks zorgt secundaire broedval (Beukema, 1973) voor een relatief stabiel aantal adulten, zoals ook waargenomen in de Waddenzee (Beukema et al., 1978 in Beukema, 1980; van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1998).

Een aantal van de fluctuaties zijn zeker niet beperkt tot de Voordelta. Zo wijzen Holtmann et al. (1997) op de afname van de rechtsgestreept platschelp, *Tellina fabula*, in de kustzone tussen 1986 en 1996. Sinds 1995 inventariseert het RIVO-DLO ook de hele kustzone. Het zaagje, *Donax vittatus*, en de grote strandschelp, *Mactra corallina*, zijn in 1996 en 1997 nog slechts op enkele lokaties aangetroffen (niet gepubliceerde gegevens).

Figuur 19. *Ensis* sp. : lengte-breedte relatie vastgesteld tijdens de survey 1996

In het gebied tussen de Haringvlietsluizen en de Hinderplaat spelen jaarlijkse verschillen in zoetwatertoevoer een grote rol in de overlevingskansen van de daar voorkomende schelpdieren. Zelfs voor soorten aangepast aan grote fluktuaties kan het zoutgehalte bij hoge rivierafvoeren te lang te laag zijn. Dit was zeker het geval voor de kokkel in de winter 1994-1995. In februari 1995 werden saliniteiten lager dan 4 ‰ gemeten, in april 1995 lag de saliniteit nog beneden de 10 ‰ (Craeymeersch, 1997). Voor de hoge afvoer (januari 1995) werd nog praktisch overal kokkelbroed (jaarklasse 1994) en op vele plaatsen meerjarige kokkels gevonden (kaart 1a en 1b in van der Land, 1996). In februari waren heel wat kokkels net gestorven (eigen waarneming). In april 1995 werd in het gebied bijna geen kokkel meer gevonden (van der Land, 1996).

4.3. Schelpdiervisserij en effecten

4.3.1. Schelpdiervisserij

Tijdens de onderzoeksperiode (1993-1997) is in de Voordelta gevist op kokkels, *Cerastoderma edule*, en halfgeknotte strandschelpen, *Spisula subtruncata*.

Op kokkels is gevist in 1993 en 1994. Nadien waren geen bevisbare hoeveelheden kokkels meer aanwezig. In 1993 is 900 ton kokkelvles (overeenkomend met 4400 ton versgewicht) opgevist, in 1994 266 ton (1301 ton kokkels). Het kokkelbestand ten tijde van de visserij werd geschat op 8500 ton versgewicht in 1993, 2468 ton versgewicht in 1994. Ongeveer de helft van het aanwezige kokkelbestand werd dus weggevisht. In 1994 lag een derde deel in ten behoeve van het effectonderzoek (zie paragrafen 1. en 4.3.1.) voor de visserij gesloten gebied (van Stralen & Kesteloo-Hendrikse, 1993; van der Land, 1996).

Tijdens de onderzoeksjaren vond de kokkelvisserij enkel plaats in de Haringvliet buitendelta, tussen de Hinderplaat en Voorne. Ook in andere jaren vindt kokkelvisserij vooral in dit gebied plaats. Slechts uitzonderlijk werden grote hoeveelheden in de buitendelta's van de Grevelingen of de Oosterschelde opgevisht.

Op *Spisula*'s is in 1996 en 1997 gevist. Telkens was deze visserij al begonnen voor de schelpdierinventarisaties, waardoor we in bepaalde gebieden de voorjaarsbestanden onderschat hebben. Over visserij op *Spisula*'s is weinig bekend. Er is niet bekend hoeveel in verschillende gebieden opgevisht is. Binnen het plangebied IBV bevond de belangrijkste bank zich zowel in 1996 als in 1997 ter hoogte van de zuidpunt van de Maasvlakte (zie figuur 11). Buiten dit gebied is in 1996 ook in de Westerscheldemonding (Vlakte van de Raan) gevist (mond. med. J. Holstein).

4.3.2. Effecten van de schelpdiervisserij

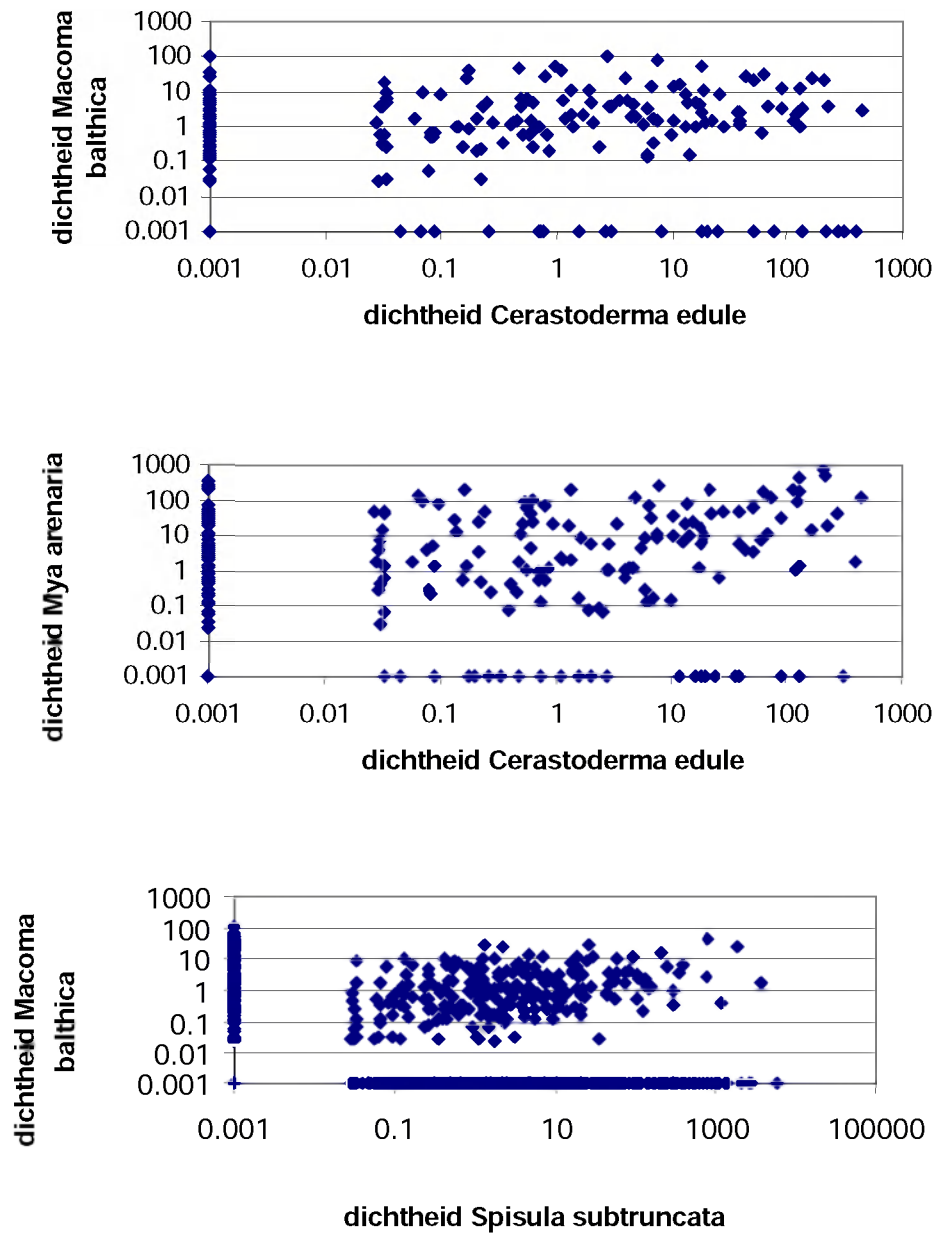
Zoals in de inleiding geschetst, waren de bestandsopnames in de periode 1994-1996 onderdeel van een onderzoek in samenwerking met Rijkswaterstaat (RWS-RIKZ) en het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO-CEMO) naar de directe effecten van schelpdiervisserij op de rest van het bodemleven. In 1994 waren gebieden vastgesteld waar wel en niet gevestigd mocht worden. Hierbij werden twee belangrijke kokkelbanken in de buitendelta van het Haringvliet deels wel en deels niet bevestigd. Na het beëindigen van de visserij-activiteiten is de bodemfauna van beide banken gedurende het daaropvolgende jaar een aantal keer bemonsterd. In 1996 zijn twee proefgebieden (zonder kokkels), gelegen in de buitendelta's van de Grevelingen en het Haringvliet door een commercieel vaartuig bevestigd.

De bodemfauna in en rond deze gebieden is direct volgend op deze bevissing en gedurende het volgende halfjaar een aantal keer bemonsterd. Nagegaan is of er verschillen bestonden tussen bevestigde en onbevestigde gebieden in de soortensamenstelling, in de dichtheid en de biomassa van de afzonderlijke soorten, en of gevonden verschillen door visserij veroorzaakt konden zijn. Craeymeersch (1997) concludeert dat de dichtheidsverschillen van oppervlakkig levende tweekleppigen (met name nonnetjes en juveniele strandgapers) mogelijk het gevolg zijn van verschillen in bevestigingsintensiteit (wel of niet bevestigd). Maar de verschillen in aantallen jonge strandgapers, *Mya arenaria*, gevonden nabij de Westplaat (eerste experiment) waren mogelijk ook slechts het gevolg van een natuurlijke gradiënt, zoals tijdens dit experiment ook vastgesteld voor het nonnetje, *Macoma balthica*. Tijdens het tweede effectonderzoek werden in beide gebieden wel minder nonnetjes gevonden in bevestigde dan in onbevestigde gebieden.

Daarom hebben we nagegaan in hoeverre de verspreiding van deze soorten in het gebied van de Voordelta tussen de Nieuwe Waterweg en de kop van Walcheren gecorreleerd is. Figuur 20a en 20b geven de dichtheid van respectievelijk nonnetjes, *Macoma balthica*, en strandgapers, *Mya arenaria*, tegenover de dichtheid aan kokkels, *Cerastoderma edule*, voor het gebied ten oosten en zuiden van de Hinderplaat. Figuur 20c geeft de dichtheid van nonnetjes tegenover de dichtheid aan halfgeknotte strandschelpen, *Spisula subtruncata*, voor het hele gebied. Figuren van dichtheden aan nonnetjes en strandgapers vs. kokkels voor hele gebied zijn op enkele punten na identiek aan figuren 20a en 20b. Bij gebruik van biomassa in plaats van dichtheid zijn de relaties vrijwel gelijk. Figuur 20b suggereert een positieve relatie tussen de aantallen van *C. edule* en *M. arenaria* op plaatsen waar beide voorkomen, maar de relatie is erg zwak ($r^2 = 0.1048$). Voor de overige soorten lijkt er helemaal geen verband tussen de gevonden dichtheden. En hoge dichtheden van de ene soort komen voor op plaatsen waar een andere soort niet voorkomt. Ook uit de verspreidingskaarten (figuren 7, 10 en 11) blijkt dat beide soorten in een deel van de Voordelta samen voorkomen (met name in de Grevelingen buitendelta), maar dat in andere gebieden (meestal) slechts een van beide soorten gevonden wordt (bijv. *S. subtruncata* op de vooroever van de buitendelta van het Haringvliet).

Het lijkt er dus op dat als visserij al een effect had op jonge strandgapers en nonnetjes, dit beperkt bleef tot dat deel van de populaties dat zich op bevestigde plekken bevond.

Figuur 20. a, b: Dichtheid van *M. balthica* en *M. arenaria* vs. dichtheid van *C. edule* in Haringvlietmond; c: dichtheid van *M. balthica* vs. dichtheid van *S. subtruncata* in hele gebied (als dichtheid nul was, is deze op 0.001 gezet)



5. Conclusies

- In de Voordelta zijn er zowel ruimtelijke als temporele verschillen in de verspreiding en de omvang van de schelpdierbestanden, vooral toe te schrijven aan verschillen in het broedval- en overwinteringssucces van de meestal kortlevende schelpdieren.
- Tijdens de onderzoeksperiode (1993-1997) is in de Voordelta in 1993 en 1994 gevist op kokkels, en in 1996 en 1997 op halfgeknotte strandschelpen. Kokkelvisserij beperkte zich tot het gebied landwaarts van de Hinderplaat in de Haringvlietmond, en resulteerde in een halvering van de bestanden. *Spisula*-visserij vond vooral plaats aan de zuidpunt van de Maasvlakte. Over de omvang van deze visserij ontbreekt nadere informatie.
- Als visserij al een effect had op de dichtheden van nonnetjes en jonge strandgapers, dan bleef dit beperkt tot dat deel van de populaties dat zich op de beviste plekken bevond.

6. Referenties

- Anoniem, 1984. Grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie uit het benedenrivierengebied. Projectnota/Milieu-effectrapport. Gemeente Rotterdam/Openbaar lichaam Rijnmond/Rijkswaterstaat, Rotterdam.
- Beukema, J. J. 1973. Migration and secondary spatfall of *Macoma balthica* (L.) in the western part of the Wadden Sea. - *Neth. J. Zool.* 23: 356-357.
- Beukema, J. J. 1980. Calcimass and carbonate production by molluscs on the tidal flats of the dutch Wadden Sea: I. The tellinid bivalve *Macoma balthica*. - *Neth. J. Sea Res.* 14: 323-338.
- Craeymeersch, J. A. 1997. Effekten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta. - Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Centrum voor Estuariene en Mariene Oecologie. 63 pp.
- Craeymeersch, J. A., Hamerlynck, O., Hostens, K., Vanreusel, A. and Vincx, M. 1990. De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1. De huidige ekologische situatie van de Voordelta. - Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek - Rijksuniversiteit Gent, Sectie Mariene Biologie. 92 pp.
- de Hoog, J. E. W. and Steenkamp, B. P. C. 1989. Eutrophication of the fresh waters of the Delta. - In: Hooghart, J. C. and Posthumus, C. W. S. (eds.), *Hydro-ecological relations in the Delta Waters of the South-West Netherlands: Technical Meeting 46*, Rotterdam, The Netherlands, 8 March 1989. TNO Committee on Hydrological Research, The Hague, pp. 27-47.
- Dörjes, J. 1992. Die amerikanische Schwetmuschel *Ensis directus* (Conrad) in der Deutschen Bucht. III. Langzeitentwicklung nach 10 Jahren. - *Senckenb. marit.* 22: 29-35.
- Hamerlynck, O. and Craeymeersch, J. A. 1990. Het bodemleven in de Voordelta. - In: Kuipers, J., Hamerlynck, O., Craeymeersch, J. A., Baptist, H. and van der Laan, D., *De Veranderende Delta*. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, pp. 27-83.
- Holtmann, S. E., Mulder, M. and Daan, R. 1997. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1996 and a comparison with previous data. - Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee. NIOZ-Rapport 1997-8. 100 pp.
- van Alphen, J. and Molendijk, R. 1993. Vorm in Verandering. Integraal Beleidsplan Voordelta. - Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Secretariaat Bestuurlijk Overleg Voordelta. 75 p.
- van der Land, M. A. 1996. Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta: de schelpdierbestanden in de Voordelta in 1995. - BEON Rapport nr. 96-11.
- Van Stralen, M.R. 1992. Het bestand mosselzaad in de Waddenzee in het voorjaar van 1992. RIVO-DLO Rapport AQ 92-610.
- van Stralen, M. R. and Kesteloo-Hendrikse, J. J. 1993. De ontwikkeling van schelpdierbestanden in de Voordelta in de periode 1984-1993 in relatie tot de schelpdiervisserij. - RIVO-DLO Rapport C.026/93.
- van Stralen, M. R. and Kesteloo-Hendrikse, J. J. 1998. De ontwikkeling van het kokkelbestand in de Waddenzee (1971-1997) en Oosterschelde (1980-1997). - RIVO-DLO Rapport C.005/98.
- WES. 1997. Evaluatie milieu effect rapportage 'Slufter' over de periode 1986 tot en met 1996. Gemeente Rotterdam, Rijkswaterstaat. - 64 pp.