

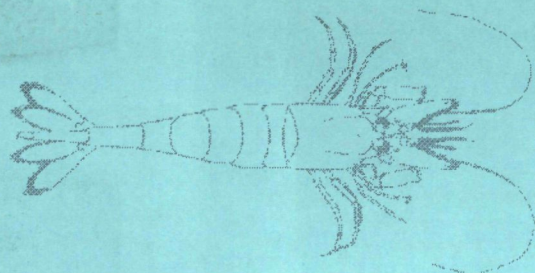
**MINISTERIE van MIDDENSTAND en LANDBOUW**

**Bestuur voor Onderzoek en Ontwikkeling (DG 6)**

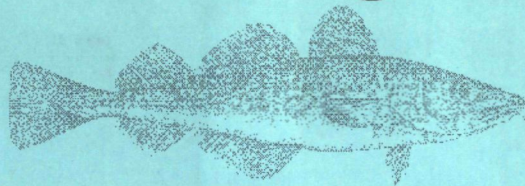
**Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent**

**RIJKSSTATION voor ZEEVISSERIJ - Oostende**

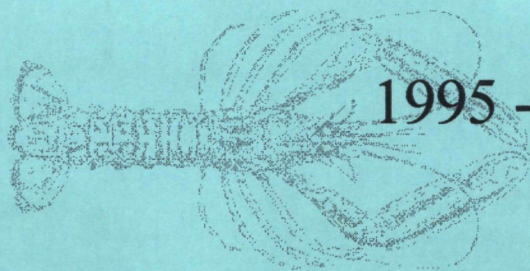
**Directeur a.i. : Dr. ir. W. Vyncke**



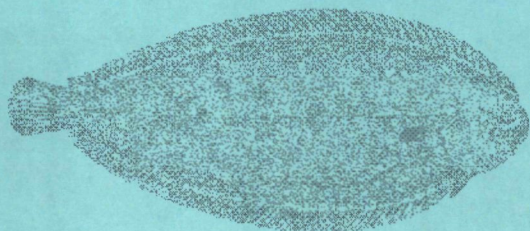
# **Werkgroep Biologie**



**Voorlopig Activiteitsverslag**



**1995 - 1997**



**Oostende, maart 1997**

MINISTERIE VAN ONDERWIJS EN WETENSCHAP  
Rijksuniversiteit Groningen  
Rijksuniversiteit Groningen  
Rijksuniversiteit Groningen  
Rijksuniversiteit Groningen

# Werkgroep Biologie

Ecologische Afdeling

1995 - 1997

1995 - 1997

## Inhoudstabel

<b>Hoofdthema 1 - Pathologie van vis, schaal- en weekdieren</b>	3
Project 1.1. – Studie van de visbestanden	3
Project 1.2. – Studie van de natuurlijke mortaliteit van commerciële vissoorten	46
Project 1.3. – Studie van de biologische conditie van vis	85
Project 1.4. – Hematologisch en immunologisch onderzoek bij zeevis	87
<b>Hoofdthema 2 - Dynamiek en exploitatie van schaaldierstocks</b>	117
Project 2.1. - Studie van de biologie, de dynamiek en het exploitatie-patroon van langoustine	117
Project 2.2. - Studie van de biologie, de dynamiek en het exploitatie-patroon van garnaal	135
<b>Publicaties, lezingen en eindwerken</b>	165
<b>Symposia, workshops en werkgroepsvergaderingen</b>	168
<b>Bijlagen</b>	

## **Project 1.1. - Studie van de visbestanden**

Projectverantwoordelijke: R. De Clerck

### **Project 1.1.1. - Dichtheidsbepaling van de juveniele platvisbestanden binnen de 12-mijlszone (Belgisch Continentaal Plat)**

#### **Doelstelling**

Het doel van dit project is een inzicht krijgen in de biotische en abiotische factoren die de dynamiek van juveniele tong (*Solea solea*), schol (*Pleuronectes platessa*) en schar (*Limanda limanda*)-bestanden beïnvloeden. Hierdoor wordt het mogelijk een schatting te maken van het broedsucces en aldus een betere voorspelling te maken van de evolutie aan de diverse platvisbestanden (sterke, gemiddelde of zwakke broedjaren). De resultaten worden aan de bestaande databank (sinds 1972) toegevoegd en vergeleken. Deze bestandsopnamen van juveniele platvis kaderen eveneens in de *Demersal Young Fish and Brown Shrimp Surveys in the North Sea* (ICES).

#### **Materiaal en methoden**

De bepalingen van de dichtheden van de juveniele platvis gebeurde door middel van een gestratificeerde bemonstering. Hiervoor werd de O.29 'Broodwinner' (Opleidingsvaartuig voor visserijonderwijs; totale lengte 27.20 m; motorvermogen: 221 kW/300 EPK) gebruikt. Dichtheidsopnamen werden genomen op 35 stations (Figuur 1.0.) met een garnaalnet (maaswijdte: 18 mm en een netopening van 6 m) in 1995 en 1996. Totale duur van het vissen werd constant gehouden op 30 minuten en met een snelheid van 3 knopen. De geografische afbakening van de bemonsterde zone kwam overeen met de kraamkamer van de onderzochte platvissoorten.

## Resultaten

Globaal gezien kunnen we stellen dat het juveniel platvisbestand de laatste jaren sterk was afgenomen. Zo was bv. het platvisbestand aan 0-jarigen in 1995 van tong, schol en schar, respectievelijk 16.3%, 3.0% en 27.1% van het geometrisch gemiddelde voor de periode 1972 - 1994 (Tabellen 1.1, 2.1, 2.1, 2.2, 3.1 en 3.2; Figuren 1.1., 2.1. en 3.1.).

Voor tong waren de broedklassen 1993, 1994, 1995 en 1996 de laagste binnen de reeks 1972-1995, ondanks een 7-voudige verhoging in 1995 t.o.v. 1993 (Figuur 1.3). Voor 0-jarige schol waren de dichtheidsschattingen van de laatste vier jaren zeer wisselvallig: de laagste binnen de reeks voor 1993 en 1995, maar boven het gemiddelde voor 1996 (Figuur 2.3.). De broedklassen voor schar waren vanaf 1991 zwak en ruim onder de gemiddelde produktie gelegen (Figuur 3.3).

Een duidelijk dalende trend was zichtbaar bij de éénjarigen van tong, schol en schar (Figuren 1.2., 2.2. en 3.2).

## Discussie

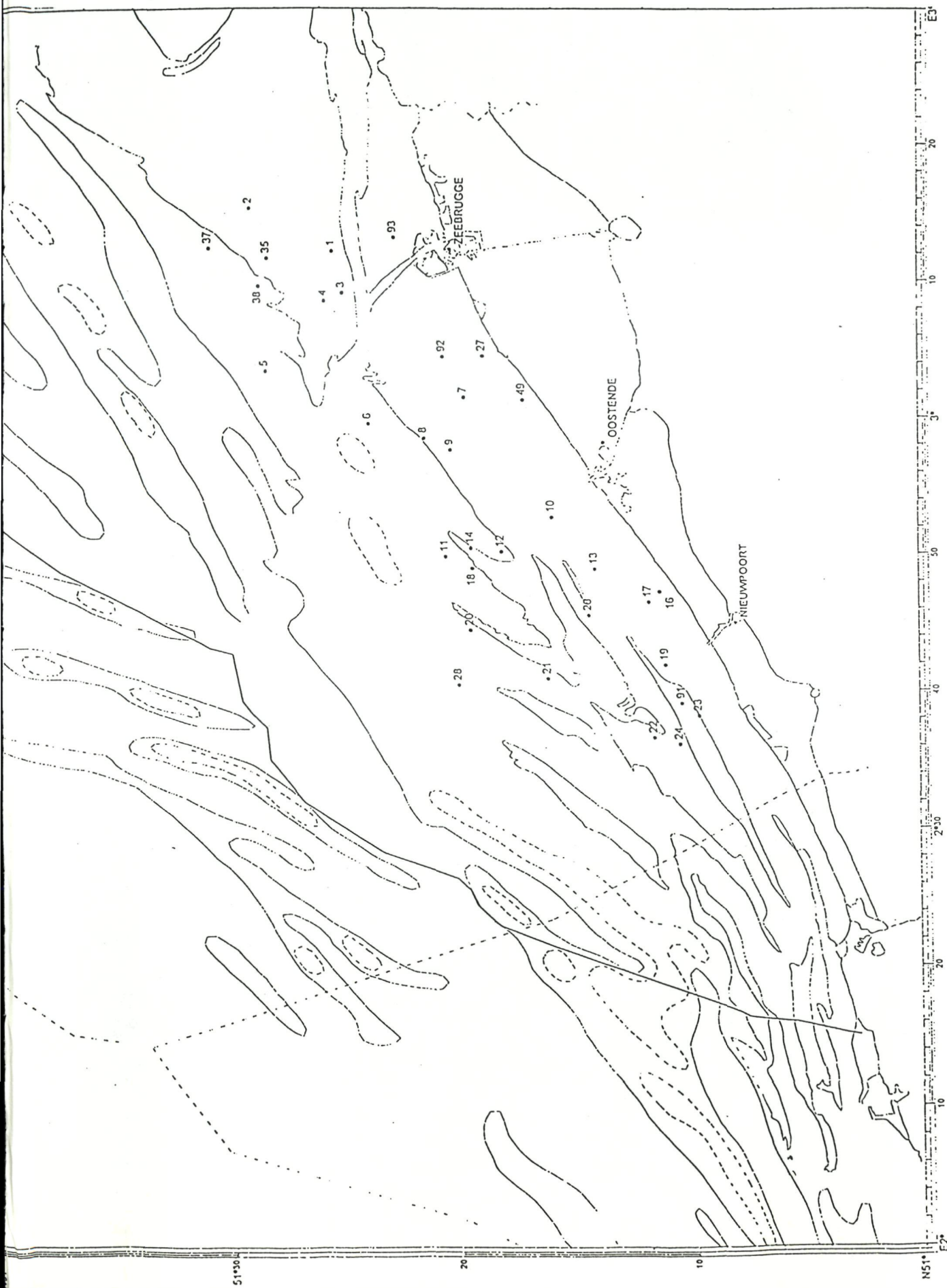
De lage platvisproduktie in het Belgisch kustgebied hoefde niet noodzakelijk gelijklopend te zijn voor de overige kweekgebieden in de Noordzee. De lichte stijging aan 0-jarige en eenjarige schol in 1994 en 1996 ten opzichte van 1993 en 1995 deed trouwens vermoeden dat deze het gevolg was van een migratie aan juveniele schol naar het bemonsteringsgebied. Het effect van de 0-jarigen in 1994 was trouwens niet waar te nemen in het daaropvolgende jaar (Figuur 2.3.).

Overbevissing wordt meestal als de voornaamste oorzaak aangewezen voor de achteruitgang van de visstocks in onze Noordzee. Gezien echter de abundantie aan juveniele vis niet rechtstreeks afhankelijk is van het bestand aan geslachtsrijpe dieren, moet de oorzaak van de sterke achteruitgang aan juveniele platvis elders gezocht worden. Eén van de mogelijke oorzaken is dat de garnaalvisserij een grote onrechtstreeks visserijsterfte veroorzaakt. De geviste juveniele platvissen worden namelijk als zogenaamde 'discards' terug overboord gezet waarbij het overlevingssucces laag is (verdrukt door de geviste biomassa, thermo-shock en predatie door zeevogels). Anderzijds kan de lage platvisproduktie het gevolg zijn van een hoge natuurlijke mortaliteit door een toenemende graad van verontreiniging, die rechtstreeks of onrechtstreeks (via de voedselketen: bioaccumulatie of een tekort aan voedseldieren) het juveniele platvisbestand negatief beïnvloedt.

**Tabel 0.** Lijst met Nederlandse, triviale en Latijnse namen

<u>Nederlandse naam</u>	<u>Triviale naam</u>	<u>Latijnse naam</u>
Bot		<i>Platichthys flesus</i>
Dwergbolk		<i>Trisopterus minutus</i>
Dwergtong		<i>Buglossidium luteum</i>
Engelse poon	Engelse soldaat	<i>Aspitrigla cuculus</i>
Gestreepte tong		<i>Solea variegatus</i>
Grauwe poon	Knorhaan	<i>Eutrigla ganardus</i>
Griet		<i>Scophthalmus rhombus</i>
Harnasmannetje		<i>Agonus cataphractus</i>
Hondshaai		<i>Scyliorhinus caniculus</i>
Horsmakreel		<i>Trachurus trachurus</i>
Kabeljauw		<i>Gadus morrhua</i>
Kleine pieterman		<i>Trachinus vipera</i>
Lange schar		<i>Hippoglossoides platssoides</i>
Mul	Zeebarbeel	<i>Mullus surmuletus</i>
Pitvis	Politievent	<i>Callionymus lyra</i>
Rode poon	Roodbaard	<i>Trigla lucerna</i>
Rog		Rajidae
Schar		<i>Limanda limanda</i>
Schelvis		<i>Melanogrammus aeglefinus</i>
Schol	Pladijs	<i>Pleuronectes platessa</i>
Steenbolk		<i>Trisopterus luscus</i>
Tarbot		<i>Scophthalmus maximus</i>
Tong		<i>Solea solea</i>
Tongschar	Steenschol	<i>Microstomus kitt</i>
Vervloekte tong	Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>
Wijting		<i>Melanogrammus merlangus</i>
Zandspiering		<i>Ammodytes tobianus</i>
Zeeduivel	Lotte, Staartvis	<i>Lophius piscatorius</i>
Zonnevis	St. Pietersvis	<i>Zeus faber</i>

Figuur 1. Posities van de stations aangedaan door de O.29 Broodwinner



Tabel 1.1.

Resultaten van de bestandsopname op juveniele tong  
(*Solea solea*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: September 1995

Aantal per 1000 m<sup>2</sup>

Klasse	< 13 cm	13 - 19 cm	20 - 23 cm	> 23 cm
Station				
1	0,35	0,12	0,06	0,00
2	0,13	0,00	0,00	0,00
3	0,75	0,20	0,05	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,04	0,00	0,00
7	0,14	0,00	0,00	0,00
8	0,59	0,11	0,00	0,00
9	0,00	0,06	0,00	0,06
10	0,35	0,06	0,00	0,00
11	1,60	0,77	0,06	0,26
12	1,46	0,49	0,11	0,05
13	0,49	0,34	0,00	0,00
14	0,07	0,00	0,00	0,00
16	0,07	0,04	0,00	0,04
17	6,29	0,59	0,06	0,00
18	1,39	0,77	0,00	0,08
19	5,49	0,31	0,19	0,25
20	0,07	0,29	0,00	0,00
21	0,52	0,33	0,10	0,10
22	0,80	0,80	0,00	0,04
23	12,36	0,06	0,23	0,11
24	0,69	0,63	0,23	0,12
26	1,12	0,00	0,00	0,04
27	0,06	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,05	0,00	0,00	0,00
38	0,69	0,06	0,06	0,00
49	0,00	0,00	0,00	0,00
91	1,98	0,16	0,27	0,00
92	0,25	0,05	0,00	0,00
93	0,13	0,00	0,00	0,00
Totaal	37,89	6,28	1,42	1,15
Rek.gem.	1,15	0,19	0,04	0,03
Geom.gem.	0,13	0,03	0,01	0,01

**Tabel 1.2.**

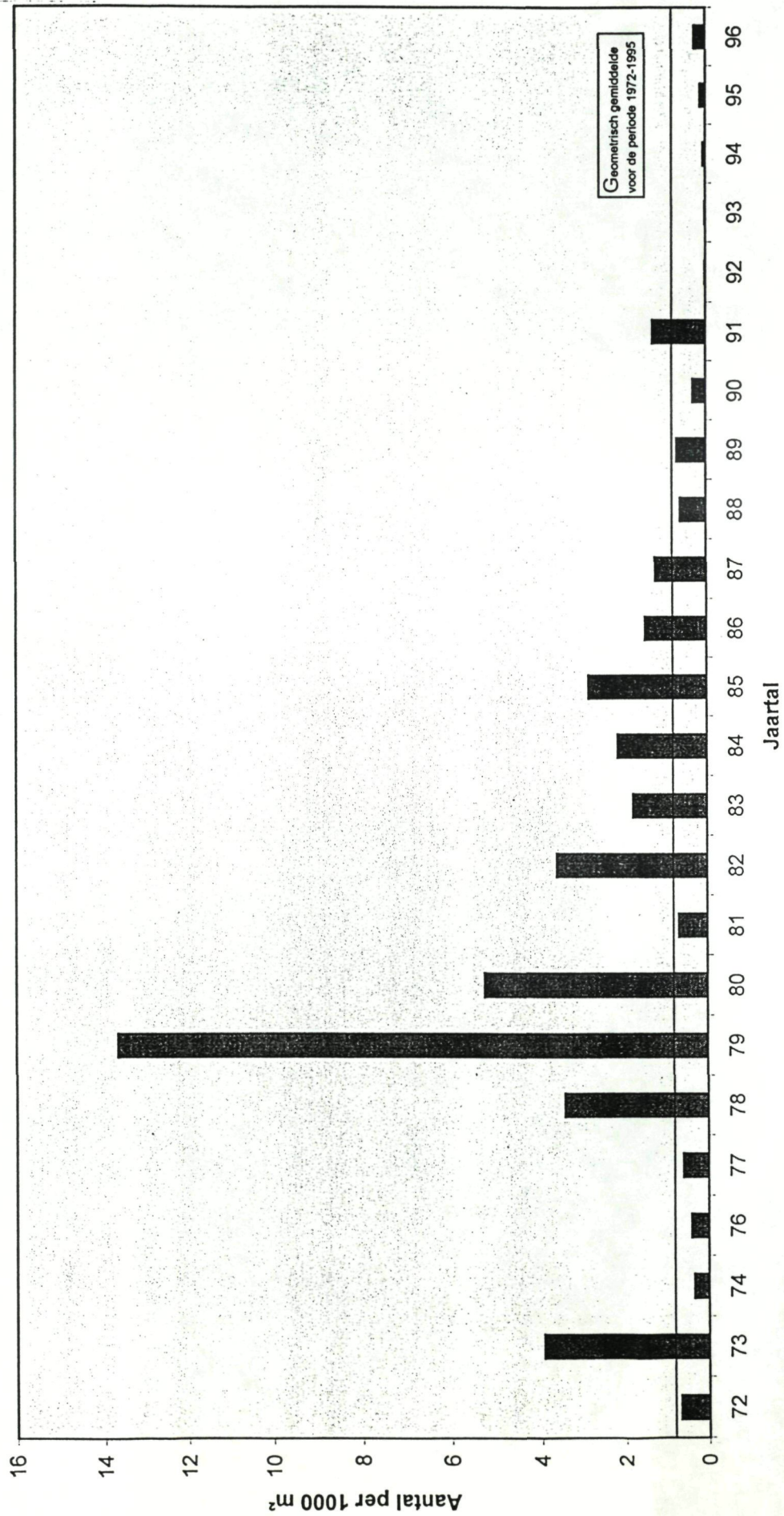
Resultaten van de bestandsopname op juveniele tong  
(*Solea solea*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: September 1996

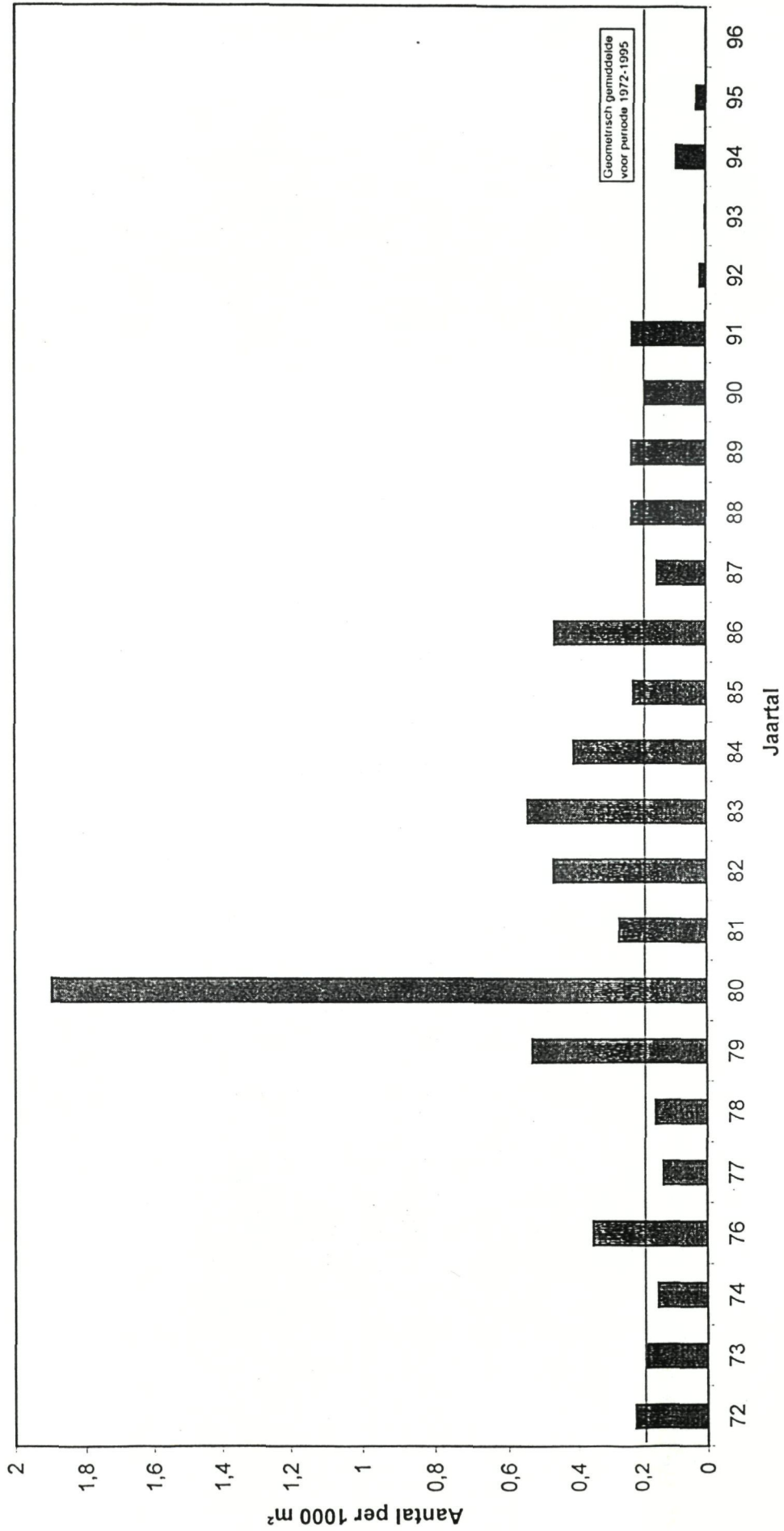
Aantal per 1000 m<sup>2</sup>

Category	< 13 cm	13 - 19 cm	20 - 23 cm	> 23 cm
Station				
1	0,06	0,00	0,00	0,06
2	0,31	0,00	0,08	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,06
4	0,04	0,00	0,00	0,00
5	0,07	0,14	0,07	0,00
6	0,20	0,00	0,00	0,00
7	0,38	0,17	0,13	0,00
8	0,10	0,00	0,10	0,00
9	0,47	0,21	1,45	0,00
10	0,28	0,00	0,05	0,00
11	0,00	0,05	0,05	0,00
12	9,61	0,18	0,24	0,00
13	1,86	0,00	0,00	0,05
14	1,67	0,00	0,06	0,00
16	0,20	0,00	0,00	0,00
17	0,05	0,00	0,00	0,00
18	24,19	0,95	1,91	0,21
19	1,65	0,00	0,00	0,00
20	1,19	0,00	0,00	0,06
21	2,37	0,00	0,11	0,00
22	1,28	0,00	0,09	0,04
23	0,00	0,00	0,43	0,06
24	4,56	0,16	0,16	0,00
26	0,41	0,35	2,24	0,47
27	0,47	0,07	0,20	0,00
28	62,22	0,10	0,72	0,10
35	0,10	0,00	0,05	0,00
37	2,63	0,00	0,15	0,00
38	0,69	0,06	0,06	0,00
49	0,00	0,00	0,00	0,00
91	1,98	0,16	0,27	0,00
92	0,25	0,05	0,00	0,00
93	0,13	0,00	0,00	0,00
Totaal	119,41	2,65	8,60	1,12
Rek.gem.	3,62	0,08	0,26	0,03
Geom.gem.	0,258	0,001	0,016	0,001

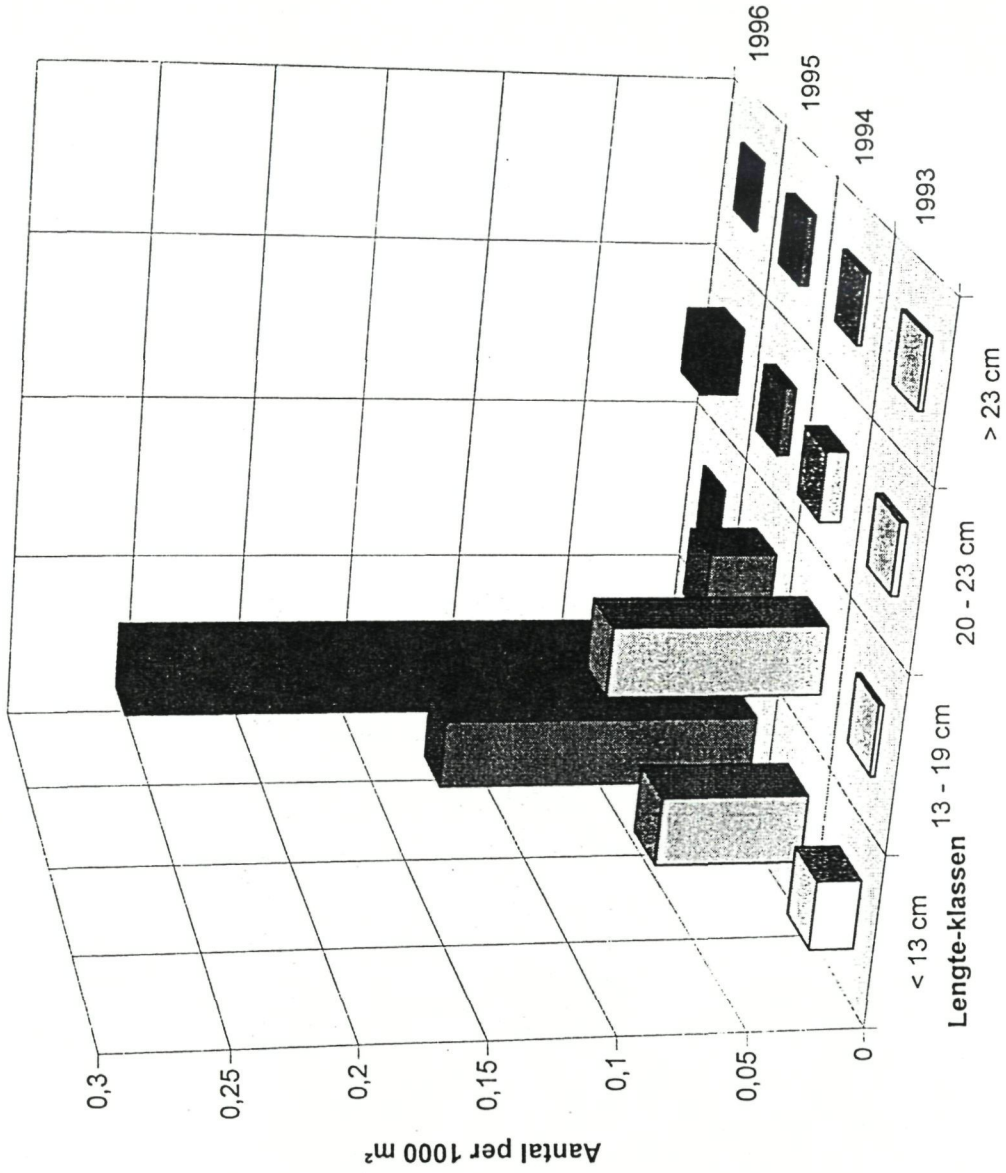
**Figuur 1.1. Evolutie van de dichtheden aan juveniele tong (*Solea solea*) < 13 cm op het Belgisch Continentaal Plat**



**Figuur 1.2. Evolutie van de dichtheden aan juveniele tong (*Solea solea*) 13-19 cm op het Belgisch Continentaal Plat**



Figuur 1.3. Verdeling in lengte-klassen voor tong (*Solea solea*) in periode 1993-1996



Tabel 2.1.

Resultaten van de bestandsopname op juveniele schol  
(*Pleuronectes platessa*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: September 1995

Aantal per 1000 m<sup>2</sup>

Klasse	< 13 cm	13 - 19 cm	20 - 24 cm	> 24 cm
Station				
1	0,00	0,06	0,00	0,00
2	0,00	0,04	0,00	0,04
3	0,30	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,09	0,04	0,09	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,05	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,04	0,00	0,00	0,00
17	0,06	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,06	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,10	0,05	0,19	1,05
22	13,26	6,63	4,86	8,40
23	44,95	7,31	2,70	0,84
24	1,44	0,63	0,29	0,12
26	0,00	0,00	0,04	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,20	0,04	0,00	0,00
37	0,58	1,61	0,76	0,36
38	0,17	0,34	0,12	0,06
49	0,00	0,00	0,00	0,00
91	2,30	0,44	0,77	0,44
92	0,05	0,00	0,00	0,00
93	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	63,54	17,30	10,01	11,31
Rek.gem.	1,93	0,54	0,30	0,34
Geom.gem.	0,010	0,010	0,010	0,010

Tabel 2.2.

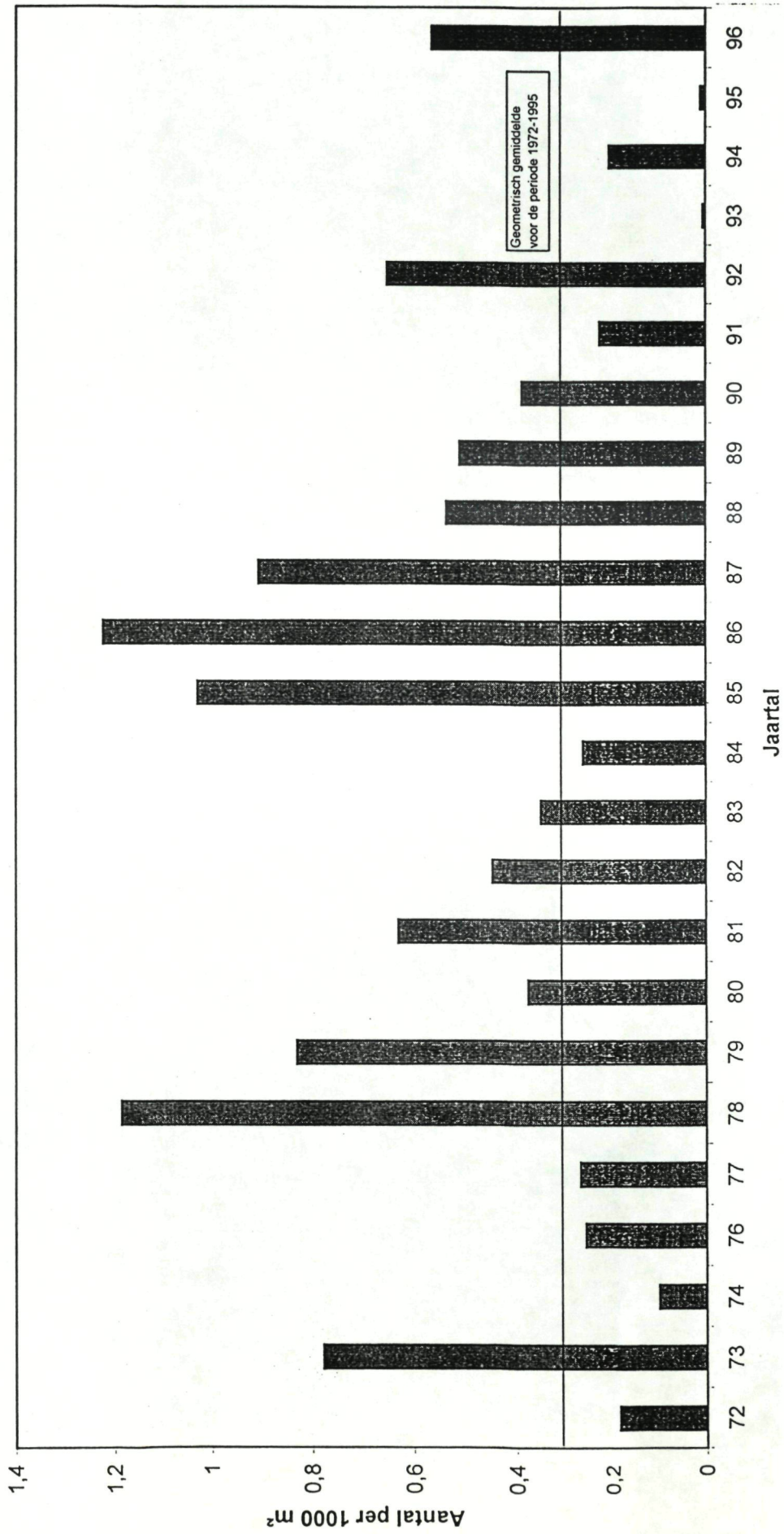
Resultaten van de bestandsopname op juveniele schol  
(*Pleuronectes platessa*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: September 1996

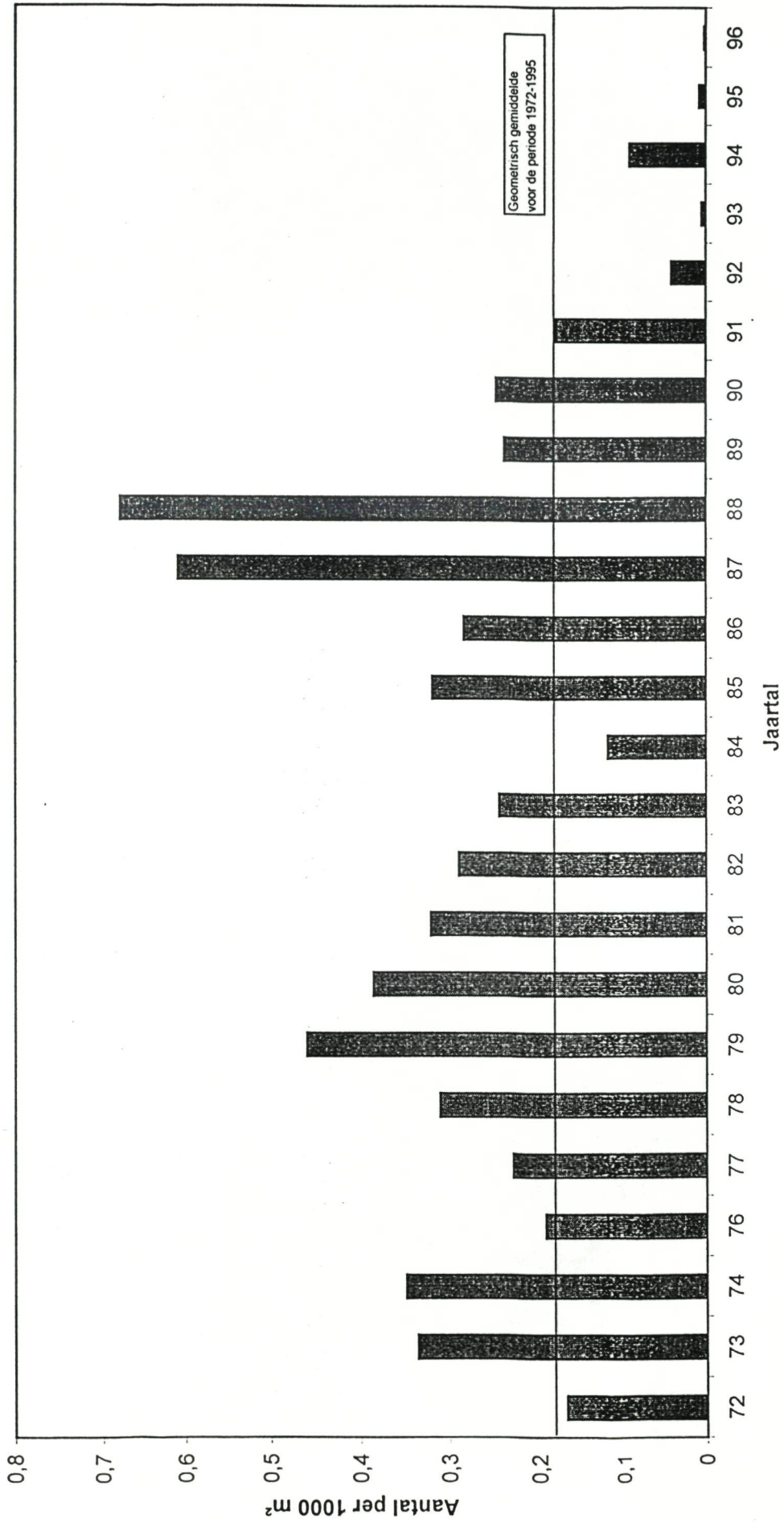
Aantal per 1000 m<sup>2</sup>

Klasse	< 13 cm	13 - 19 cm	20 - 24 cm	> 24 cm
Station				
1	5,31	0,06	0,06	0,00
2	1,85	0,00	0,00	0,06
3	1,22	0,05	0,05	0,00
4	0,98	0,00	0,00	0,00
5	1,22	0,27	0,58	0,27
6	0,31	0,00	0,00	0,00
7	0,14	0,00	0,00	0,00
8	1,30	0,00	0,00	0,00
9	0,75	0,00	0,00	0,00
10	0,25	0,00	0,00	0,00
11	2,05	0,00	0,00	0,09
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,50	0,00	0,00	0,00
14	32,88	0,11	0,06	0,00
16	0,14	0,00	0,00	0,00
17	0,24	0,00	0,00	0,00
18	12,18	0,17	0,17	0,00
19	8,18	0,05	0,05	0,05
20	0,00	0,00	0,06	0,00
21	268,32	0,41	1,35	0,83
22	7,99	0,43	0,61	0,18
23	3,32	0,00	0,00	0,00
24	13,30	0,05	0,05	0,05
26	0,91	0,14	0,05	0,00
27	0,68	0,05	0,00	0,00
28	0,13	0,13	0,00	0,00
35	0,77	0,00	0,00	0,00
37	2,16	0,15	0,25	0,00
38	0,46	0,00	0,00	0,00
49	0,27	0,00	0,00	0,00
91	0,78	0,00	0,05	0,05
92	0,00	0,00	0,00	0,00
93	0,28	0,00	0,00	0,00
Totaal	368,87	2,07	3,39	1,58
Rek.gem.	11,18	0,06	0,10	0,05
Geom.gem.	0,563	0,002	0,002	0,001

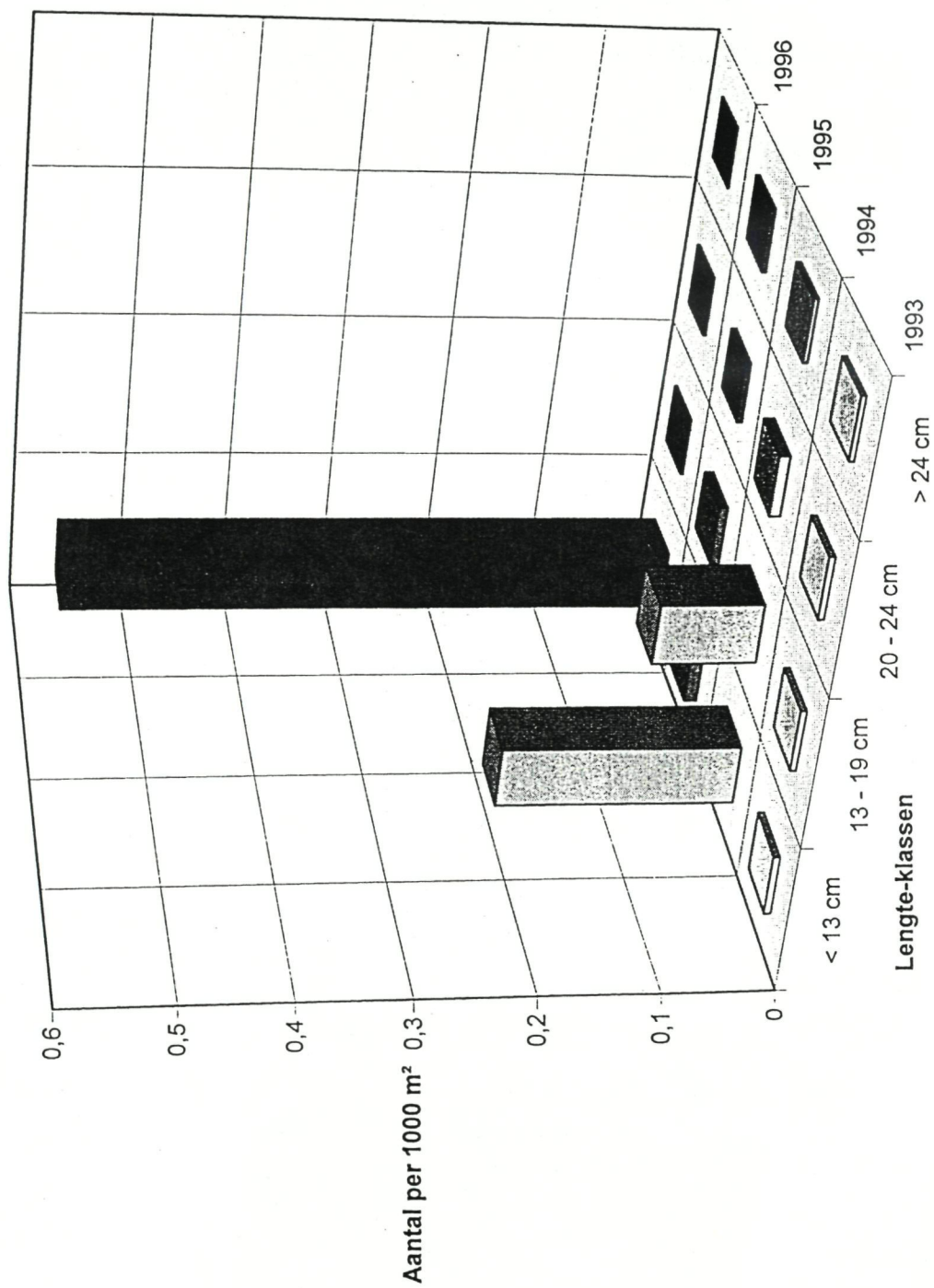
Figuur 2.1. Evolutie van de dichtheden aan juveniele schol (*Pleuronectes platessa*) < 13 cm op het Belgisch Continentaal Plat



Figuur 2.2. Evolutie van de dichtheden aan juveniele schol (*Pleuronectes platessa*) 13-19 cm op het Belgisch Continentaal Plat



Figuur 2.3. Verdeling in lengte-klassen voor schol (*Pleuronectes platessa*) in de periode 1993-1996



**Tabel 3.1.** Resultaten van de bestandsopname op juveniele schar  
(*Limanda limanda*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: september 1995

Aantallen per 1000 m<sup>2</sup>

Klasse	< 11 cm	11 - 14 cm	15 - 19 cm	> 19 cm
Station				
1	0,35	0	0,17	0
2	2,34	0,08	0,54	0
3	0,65	0,1	0,15	0
4	1,45	0,59	0,85	0
5	0	0	0	0
6	1	0,31	0,92	0,13
7	0	0	0	0
8	0,43	0,16	0,37	0
9	0	0,6	0,13	0
10	0,81	0	0,06	0
11	0,9	0,32	0,32	0
12	0,49	0	0,05	0
13	0,15	0	0,05	0
14	1,05	0	0,35	0
16	0,37	0	0,07	0,04
17	5,52	0,53	0	0
18	0,62	0,15	0,08	0,08
19	2,16	0,7	0,37	0
20	4,47	0,51	1,54	0,37
21	2,19	0,24	0,62	0,1
22	1,06	1,33	0,58	0,22
23	21,92	1,69	0	0,11
24	3,16	0,29	0,17	0,06
26	3,97	0,99	0,17	0
27	0,11	0	0,11	0
28	11,34	1,3	3,18	0,94
35	1,72	0,59	0,62	0
37	1,93	0,76	0,76	0
38	1,43	0,23	0,63	0,06
49	0	0	0	0
91	1,75	0,22	0,11	0
92	0,03	0	0	0
93	0	0	0	0
Totaal	73,38	10,83	12,98	2,13
Rek.gem.	2,22	0,33	0,39	0,07
Geom.gem.	0,39	0,04	0,08	0,01

**Tabel 3.2.**

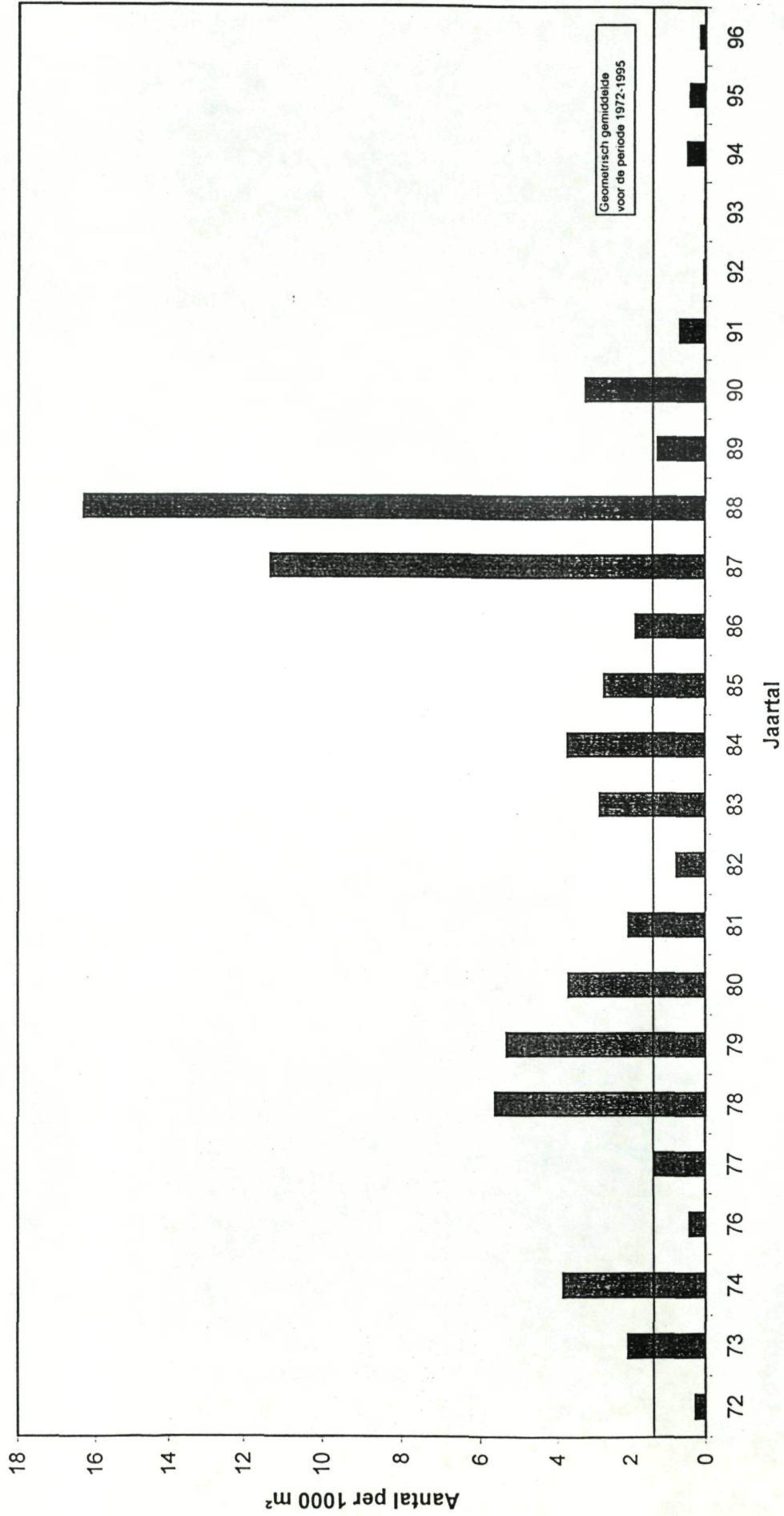
Resultaten van de bestandsopname op juveniele schar  
(*Limanda limanda*) op het Belgisch Continentaal Plat

Tijdstip: September 1996

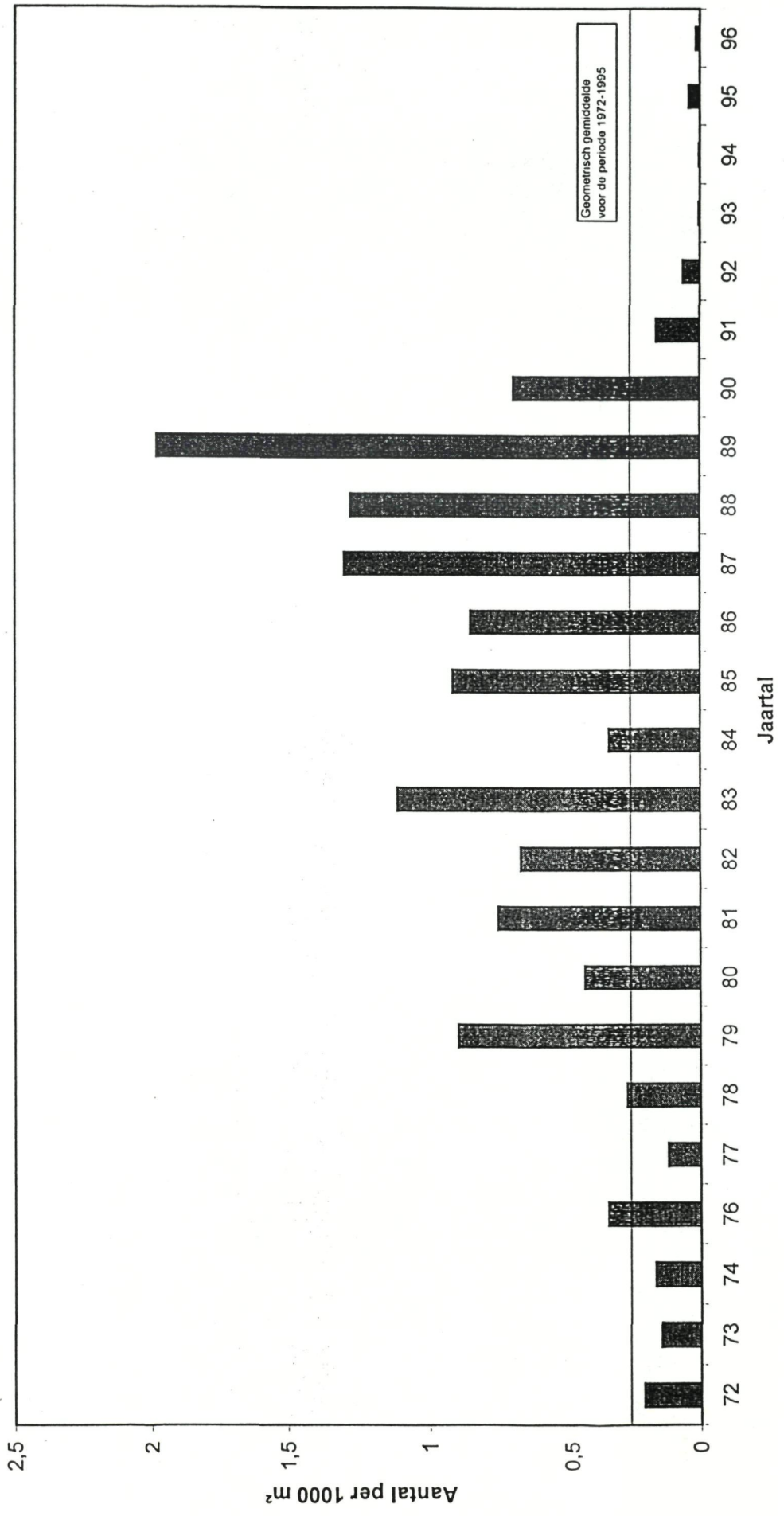
Aantal per 1000 m<sup>2</sup>

Klasse	< 11 cm	11 - 14 cm	15 - 19 cm	> 19 cm
Station				
1	1,77	0,17	0,00	0,00
2	2,09	0,12	0,42	0,06
3	1,27	0,19	0,05	0,00
4	0,49	0,06	0,00	0,00
5	1,59	1,64	0,85	0,21
6	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,17	0,00	0,00	0,00
10	0,20	0,00	0,00	0,00
11	0,47	0,71	0,79	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,35	0,10	0,05	0,05
14	1,74	0,56	0,84	0,06
16	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,19	0,00	0,00	0,00
18	2,47	0,68	0,26	0,09
19	6,68	1,04	0,21	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,06
21	37,06	1,66	0,52	0,10
22	4,27	0,37	0,37	0,00
23	0,92	0,25	0,21	0,00
24	9,59	1,38	1,34	0,00
26	0,96	0,38	0,24	0,10
27	0,74	0,00	0,00	0,00
28	2,08	1,34	1,54	0,20
35	0,27	0,23	0,08	0,04
37	0,25	1,52	0,49	0,10
38	0,10	0,35	0,25	0,00
49	0,27	0,00	0,00	0,00
91	0,54	0,10	0,05	0,00
92	0,00	0,00	0,00	0,00
93	0,34	0,00	0,06	0,06
Totaal	76,87	12,85	8,62	1,13
Rek.gem.	2,33	0,39	0,26	0,03
Geom.gem.	0,131	0,015	0,010	0,001

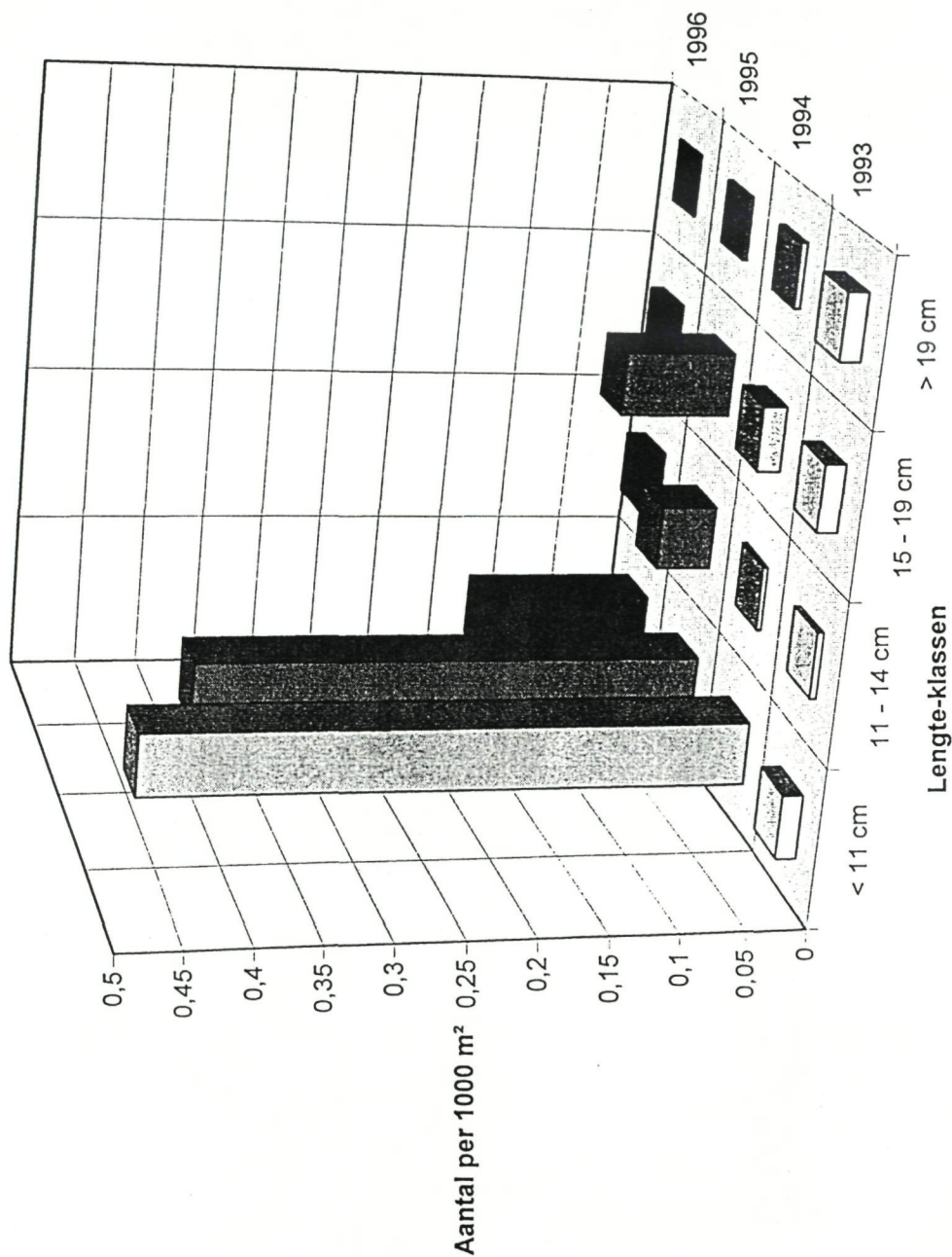
Figuur 3.1. Evolutie van de dichtheden aan juveniele schar (*Limanda limanda*) < 11 cm op het Belgisch Continentaal Plat



**Figuur 3.2. Evolutie van de dichtheden aan juveniele schar (*Limanda limanda*) 11-14 cm op het Belgisch Continentaal Plat**



Figuur 3.3. Verdeling in lengte-klassen voor schar (Limanda limanda) in de periode 1993-1996



## **Project 1.1.2. - Dichtheidsbepaling van adulte platvisbestanden in de zuidelijke Noordzee**

### **Doelstelling**

Het doel van dit project is het verkrijgen van visserij-onafhankelijke schattingen van het adulte platvisbestand, om zo een beter beeld te krijgen in de ruimtelijke verdeling van de diverse stocks en in de jaarlijkse variaties in recrutering en paaibestanden van platvis. Deze resultaten kunnen dan gerelateerd worden aan de dichtheid, de visserijdruk en de natuurlijke sterfte bij de onderzochte adulte platvispopulaties.

### **Materiaal en methoden**

De dichtheidsbepaling van de adulte platvisbestanden gebeurde aan de hand van gestratificeerde bemonstering. Deze werden uitgevoerd door het oceanografisch vaartuig 'RV Belgica' (lengte: 50 m; boomkor lengte: 4m) in het zuidwestelijke deel van de Noordzee in 1995 en 1996. In totaal werden ongeveer 60 stations bemonsterd, waarbij telkens met een standaard-boomkor van 4 m met een steennet werd gevist voor 30 minuten. De 60 stations waren homogeen verdeeld over de belangrijkste Belgische visgronden in dit gebied en overlaptten 3 ICES Subareas (Figuren 4 en 5), namelijk de visvakken 31F1, 31F2, 32F1, 32F2, 33F1, 33F2, 34F1, 34F2, 35F0, 35F1, 35F2, 36F0, 36F1 en 36F2 (Tabel 4.). Het aantal slepen binnen elk visvak varieerde tussen 2 en 6 (Figuur 6).

### **Resultaten**

Tabellen 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 en 5.1.4. tonen de resultaten van de bestandsopname voor het volwassen platvisbestand in het zuidelijke deel van de Noordzee voor elk visvak over de periode 1993 tot 1996. De dichtheid aan adulte tong (van <sup>1996</sup> eenjarige tot drie- en meer jarigen) lag onder het historisch bemonsteringsgemiddelde van de ICES boomkor-bestandsopnamen. Dezelfde trend was zichtbaar voor schol, behalve voor het visvak 36F0, waar de dichtheid aan twee-jarige tong ongeveer 70% boven het gemiddelde zat.

1.32

De dichtheidsbepalingen voor één- en twee-jarige schar toonden aan dat het Subarea 4 rond de gemiddelde dichtheid zaten, terwijl deze voor Subarea 2 en 3 ver onder het gemiddelde zaten. Deze voor drie- en meer jarigen zaten eveneens ver onder het gemiddelde.

Bij schol was er een lichte stijging te bemerken voor elke jaarklasse in elk Subarea. Enkel voor schar was er een stijging te bemerken voor elk Subarea. Het effect van de sterkere broedklassen vanaf 1994 was voor Subarea's 3 en 4 te zien in 1995 en 1996 terwijl deze reeds in Subarea 2 reeds zichtbaar was vanaf 1994. De figuren 7.1.1. tot 7.3.3. illustreren de jaarlijkse schommelingen over de periode 1993 tot 1996.

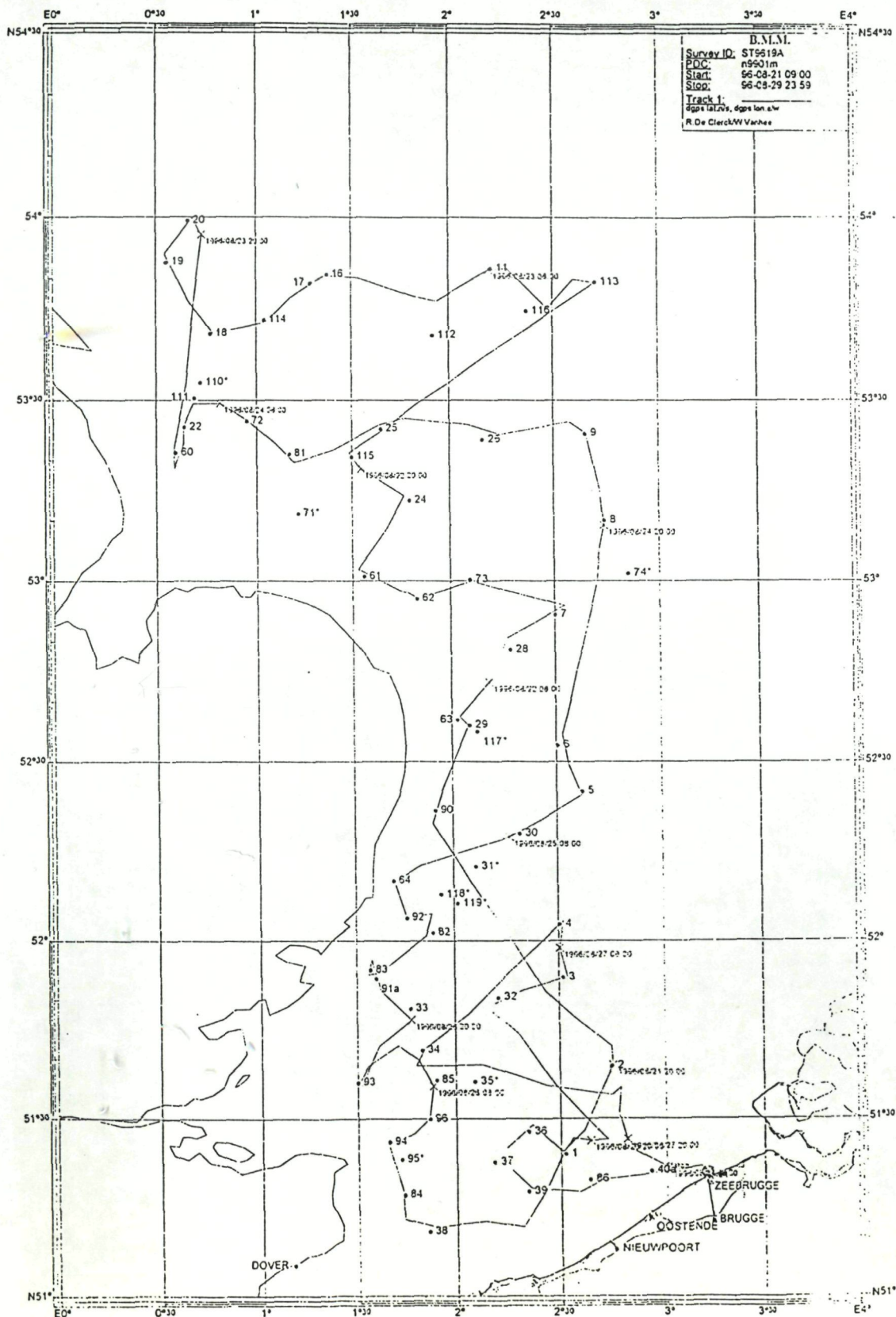
Tabel 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3 en 5.2.4 geven de resultaten weer van de bestandsopname aan andere volwassen platvissen. Tarbot kende een zeer lage densiteit en was niet homogeen verdeeld binnen het bemonsteringsgebied, maar de densiteit lag rond het gemiddelde. Griet was daarentegen wel homogeen verdeeld en vertoonde verder een densiteit die rond het gemiddelde lag. Voor vervloekte tong en dwergtong lagen de densiteiten boven de gemiddelden. Terwijl deze van tongschar sterk was afgenomen in de laatste twee jaren en beneden het gemiddelde lag. Lange schar en bot kwamen in zeer kleine densiteiten voor in het zuidelijke deel van de Noordzee.

## Discussie

De verdeling van jaarklassen voor tong per Subarea toonde aan dat de adulte tong niet sedentair was aan één bepaald gebied, maar gedurende zijn ontwikkeling aan migratie deed. Zo werden deze gebieden voornamelijk gekoloniseerd door tong van 3 jaar of meer, en is het mogelijk dat er een migratie van adulte tong was gebeurd vanuit Subarea 3 in 1995 (Figuren 7.1.1., 7.1.2. en 7.1.3).

Globaal gezien was er verdere daling te zien aan het volwassen bestand voor de diverse platvissoorten, de welke het gevolg kan zijn van overbevissing of een geringe rekrutering vanuit de kinderkamers (zie boven).

Figuur 4. Route en stations van bestandsopnamen door de Belgica in 1996.



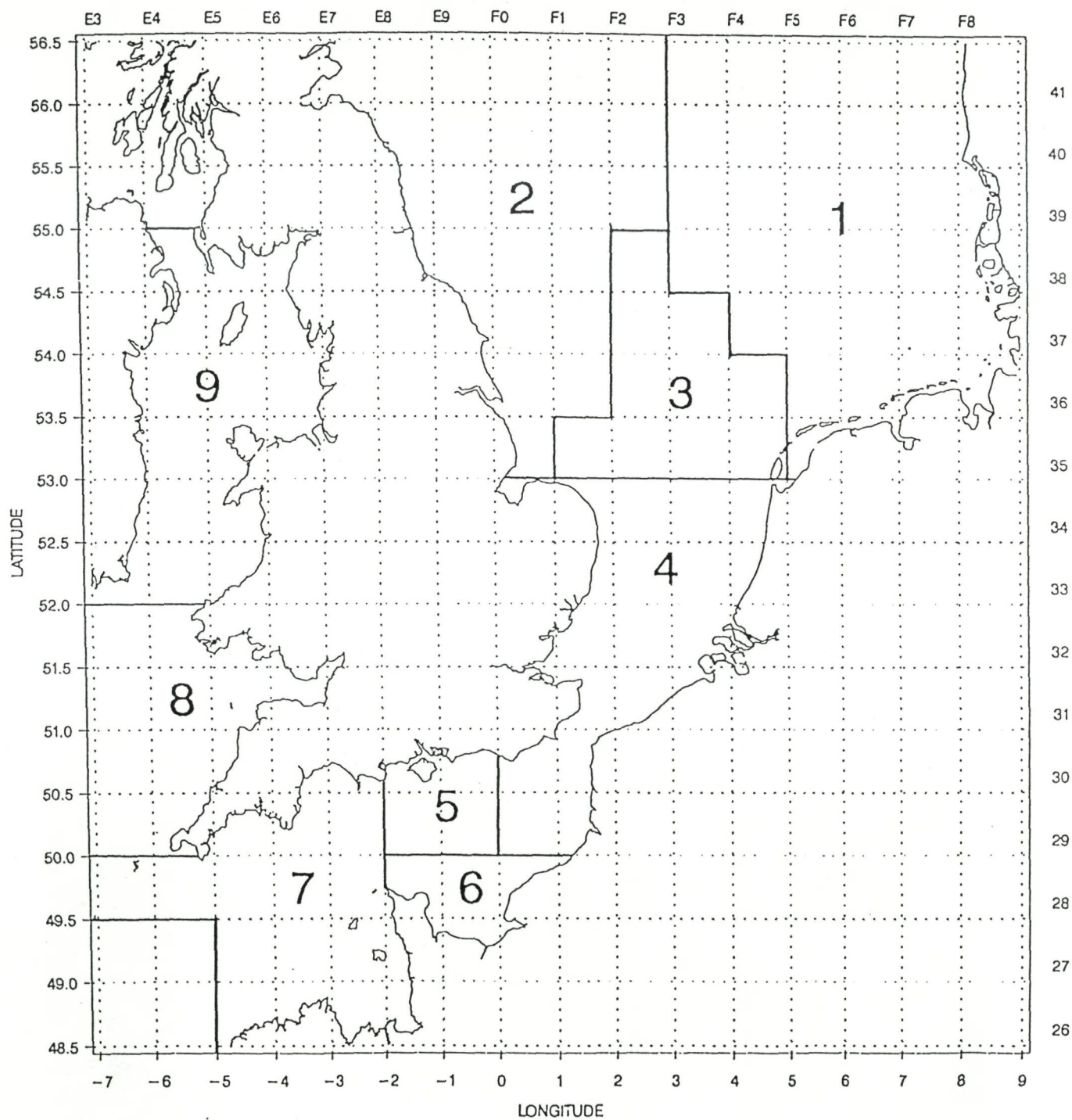
Tabel 4. Posities van de bestandsopnamen gemaakt door de Belgica

Station	Startpositie	Eindpositie	Diepte	1992	1993	1994	1995	1996
1	N51° 24' 07	E2° 31' 37	N51° 25' 47	E2° 33' 11	25 - 30m	*	*	*
2	N51° 38' 73	E2° 44' 78	N51° 40' 00	E2° 47' 35	30m	*	*	*
3	N51° 53' 75	E2° 31' 22	N51° 54' 70	E2° 33' 81	35 - 40m	*	*	*
4	N52° 02' 69	E2° 30' 43	N52° 01' 27	E2° 28' 35	42 - 45m	*	*	*
5	N52° 25' 02	E2° 37' 35	N52° 27' 03	E2° 37' 42	45m	*	*	*
6	N52° 32' 73	E2° 30' 43	N52° 34' 59	E2° 31' 85	42m	*	*	*
7	N52° 54' 39	E2° 30' 05	N52° 55' 24	E2° 31' 84	35m	*	*	*
8	N53° 10' 02	E2° 44' 38	N53° 11' 95	E2° 44' 56	30m	*	*	*
9	N53° 24' 42	E2° 39' 07	N53° 26' 94	E2° 41' 38	25m	*	*	*
11	N53° 51' 64	E2° 12' 17	N53° 53' 57	E2° 14' 21	31m	*	*	*
16	N53° 50' 62	E1° 22' 57	N53° 51' 20	E1° 25' 70	30m	*	*	*
17	N53° 49' 27	E1° 17' 06	N53° 49' 25	E1° 13' 21	30m	*	*	*
18	N53° 40' 95	E0° 45' 93	N53° 40' 90	E0° 47' 46	24m	*	*	*
19	N53° 52' 60	E0° 32' 92	N53° 56' 40	E0° 32' 33	42m	*	*	*
20	N53° 59' 43	E0° 39' 38	N54° 00' 50	E0° 42' 68	45m	*	*	*
22	N53° 25' 50	E0° 38' 00	N53° 24' 10	E0° 40' 73	60m	*	*	*
24	N53° 13' 32	E1° 47' 82	N53° 14' 64	E1° 44' 88	34m	*	*	*
25	N53° 25' 24	E1° 38' 99	N53° 27' 21	E1° 37' 71	21m	*	*	*
26	N53° 23' 40	E2° 09' 60	N53° 25' 80	E2° 05' 50	24m	*	*	*
28	N52° 48' 56	E2° 17' 04	N52° 50' 47	E2° 16' 23	43m	*	*	*
29	N52° 36' 04	E2° 05' 24	N52° 35' 28	E2° 02' 77	27 - 30m	*	*	*
30	N52° 17' 90	E2° 19' 09	N52° 17' 21	E2° 15' 46	50m	*	*	*
31*	N52° 12' 40	E2° 06' 58	N52° 10' 26	E2° 06' 10	38m	*	*	*
32	N51° 50' 37	E2° 12' 45	N51° 48' 20	E2° 10' 83	45m	*	*	*
33	N51° 48' 54	E1° 46' 60	N51° 46' 56	E1° 46' 86	75m	*	*	*
34	N51° 41' 51	E1° 50' 04	N51° 39' 57	E1° 48' 77	40m	*	*	*
35*	N51° 36' 18	E2° 05' 54	N51° 34' 08	E2° 03' 22	45m	*	*	*
36	N51° 27' 78	E2° 20' 66	N51° 28' 55	E2° 21' 27	28 - 30m	*	*	*
37	N51° 22' 70	E2° 10' 93	N51° 26' 05	E2° 15' 35	31m	*	*	*
38	N51° 10' 99	E1° 51' 67	N51° 11' 60	E1° 53' 30	35m	*	*	*
39	N51° 17' 80	E2° 20' 49	N51° 19' 65	E2° 23' 74	24 - 26m	*	*	*

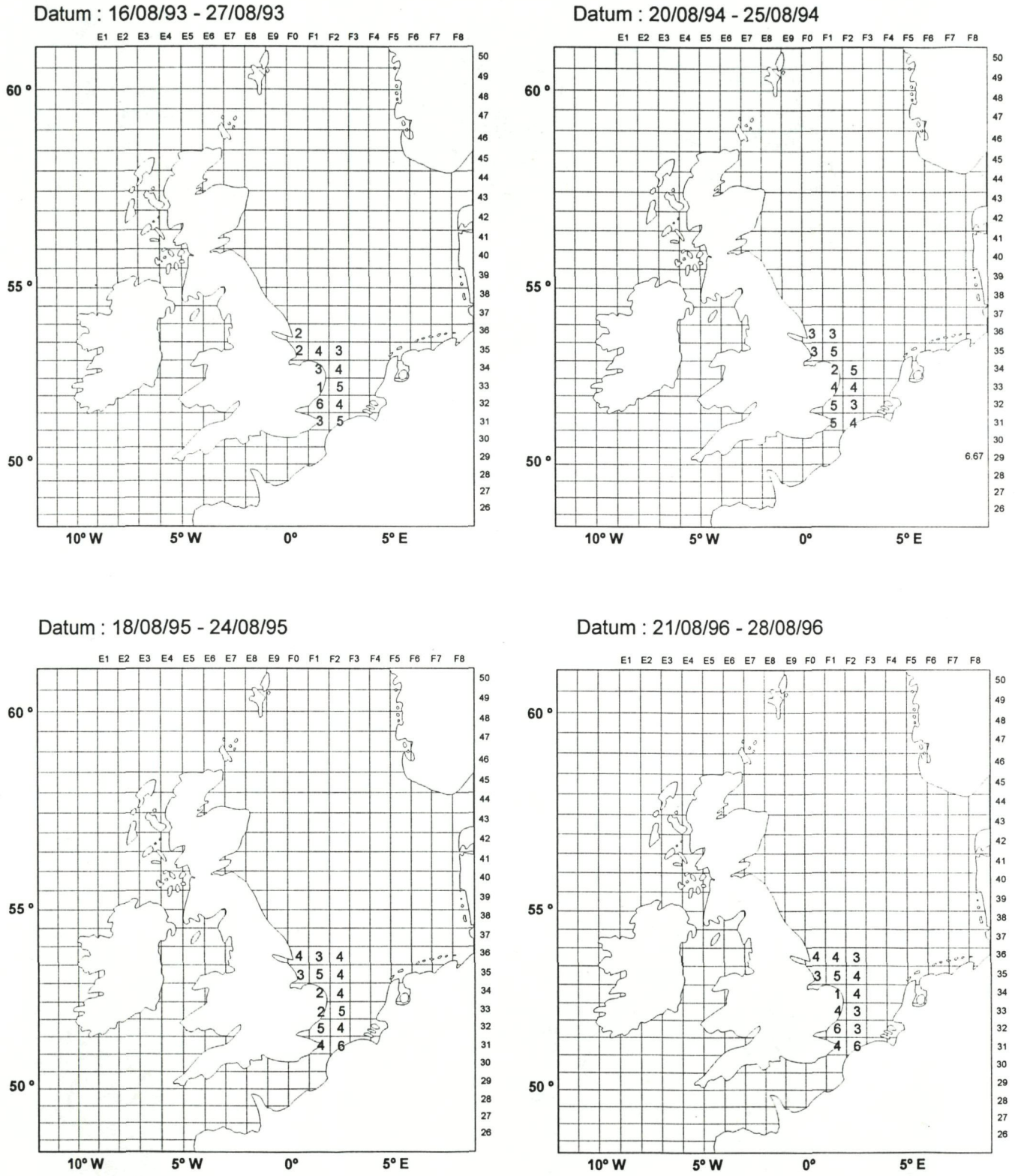
Tabel 4. Vervolg Posities van de bestandsopnamen gemaakt door de Belgica

Station	Startpositie	Eindpositie	Diepte	1992	1993	1994	1995	1996
40a	N51° 21' 14	E2° 55' 45	11m	*	*	*	*	*
60	N53° 21' 20	E0° 35' 53	16m		*	*	*	*
61	N53° 00' 70	E1° 33' 62	23m		*	*	*	*
62	N52° 00' 70	E1° 50' 02	28m		*	*	*	*
63	N52° 36' 90	E2° 01' 70	30m		*	*	*	*
64	N52° 10' 00	E1° 41' 80	20m		*	*	*	*
71*	N53° 11' 14	E1° 13' 10	22-32m			*		
72	N53° 26' 50	E0° 56' 90	15m			*	*	*
73	N53° 00' 19	E2° 05' 76	40m		*		*	*
74*	N53° 01' 23	E2° 51' 00	25m		*			
81	N53° 21' 08	E1° 10' 38	20m			*	*	*
82	N52° 01' 36	E1° 53' 60	20m			*	*	*
83	N51° 55' 04	E1° 34' 32	20m	*	*	*	*	*
84	N51° 17' 20	E1° 44' 20	11m	*	*	*	*	*
85	N51° 36' 50	E1° 54' 18	45m	*	*	*	*	*
86	N51° 19' 78	E2° 38' 23	22m	*	*	*	*	*
90	N52° 21' 80	E1° 54' 80	30m			*	*	*
91a	N51° 53' 60	E1° 35' 95	18m			*	*	*
92	N52° 03' 80	E1° 45' 80	25m			*	*	*
93	N51° 36' 04	E1° 30' 04	15m			*	*	*
94	N51° 26' 14	E1° 39' 66	25m			*	*	*
95*	N51° 23' 20	E1° 43' 40	42m			*	*	*
96	N51° 29' 95	E1° 52' 12	39m			*	*	*
110*	N53° 32' 91	E0° 42' 88	60m			*	*	*
111	N53° 30' 36	E0° 41' 12	85m			*	*	*
112	N53° 40' 71	E1° 55' 14	35m			*	*	*
113	N53° 49' 46	E2° 42' 20	30m			*	*	*
114	N53° 43' 22	E1° 02' 49	23m			*	*	*
115	N53° 20' 55	E1° 29' 95	20m			*	*	*
116	N53° 44' 75	E2° 22' 45	30m			*	*	*
117*	N52° 35' 00	E2° 07' 45	32m			*	*	*
118*	N52° 07' 73	E1° 56' 20	30-40m			*	*	*
119*	N52° 06' 20	E2° 01' 10	35m			*	*	*

Figuur 5. Opdeling van het bemosteringsgebied in Subareas volgens ICES



Figuur 6 : Aantal slepen per onderzocht visvak verricht door de Belgica.



Tabel 5.1.1.1. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee - 1993.

Aantal per uur vissen

Sub-area	4						3			2				
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F2	35F0	36F0	36F1
Tong														
Nr. hauls	3	5	6	4	1	5	3	4	4	3		2	2	
Klasse														
1j.	41	9	128	0	2	3	8	4	0	0		0	0	
2j.	65	43	56	10	8	20	34	9	15	3		5	0	
3j.	9	6	6	2	2	3	5	2	8	3		13	4	
3+j.	12	2	15	4	0	6	5	4	20	5		31	22	
Schol														
1j.	1	3	6	2	0	1	1	1	0	0		3	13	
2j.	1	22	3	22	4	23	2	3	8	3		0	12	
3j.	0	2	0	5	0	7	0	1	7	5		0	27	
3+j.	0	3	0	5	0	3	0	2	7	1		0	6	
Schar														
1j.	0	1	6	2	0	1	4	4	2	46		2	9	
2j.	0	8	3	13	0	4	27	12	23	45		5	123	
3j.	0	7	0	7	0	2	43	8	15	7		1	59	
3+j.	0	6	0	4	0	1	57	5	9	5		1	39	



Tabel 5.1.3. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee - 1995.

Aantal per uur vissen

Sub-area	4								3			2		
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F2	35F0	36F0	36F1
Tong														
Nr. hauls	4	6	5	4	2	5	2	4	5	4	4	3	4	3
Klasse														
1j.	2	3	6	2	14	2	2	3	1	0	0	0	0	0
2j.	24	12	47	5	71	8	38	16	4	1	1	0	0	0
3j.	3	1	6	1	7	1	3	3	8	4	2	100	34	175
3+j.	6	3	18	5	21	7	15	8	12	6	6	67	34	64
Schol														
1j.	2	0	5	1	4	0	5	1	2	0	0	5	5	7
2j.	4	1	5	3	9	1	2	1	7	2	5	8	56	25
3j.	5	4	1	6	7	4	3	2	4	2	11	0	36	14
3+j.	13	14	2	13	7	14	0	8	15	13	36	0	34	33
Schar														
1j.	21	3	3	1	82	3	20	7	36	30	337	2	44	131
2j.	6	10	3	6	74	7	26	16	56	34	194	19	53	152
3j.	3	3	1	4	35	6	13	11	24	16	42	10	22	48
3+j.	2	4	1	8	38	12	15	18	29	25	27	15	28	57



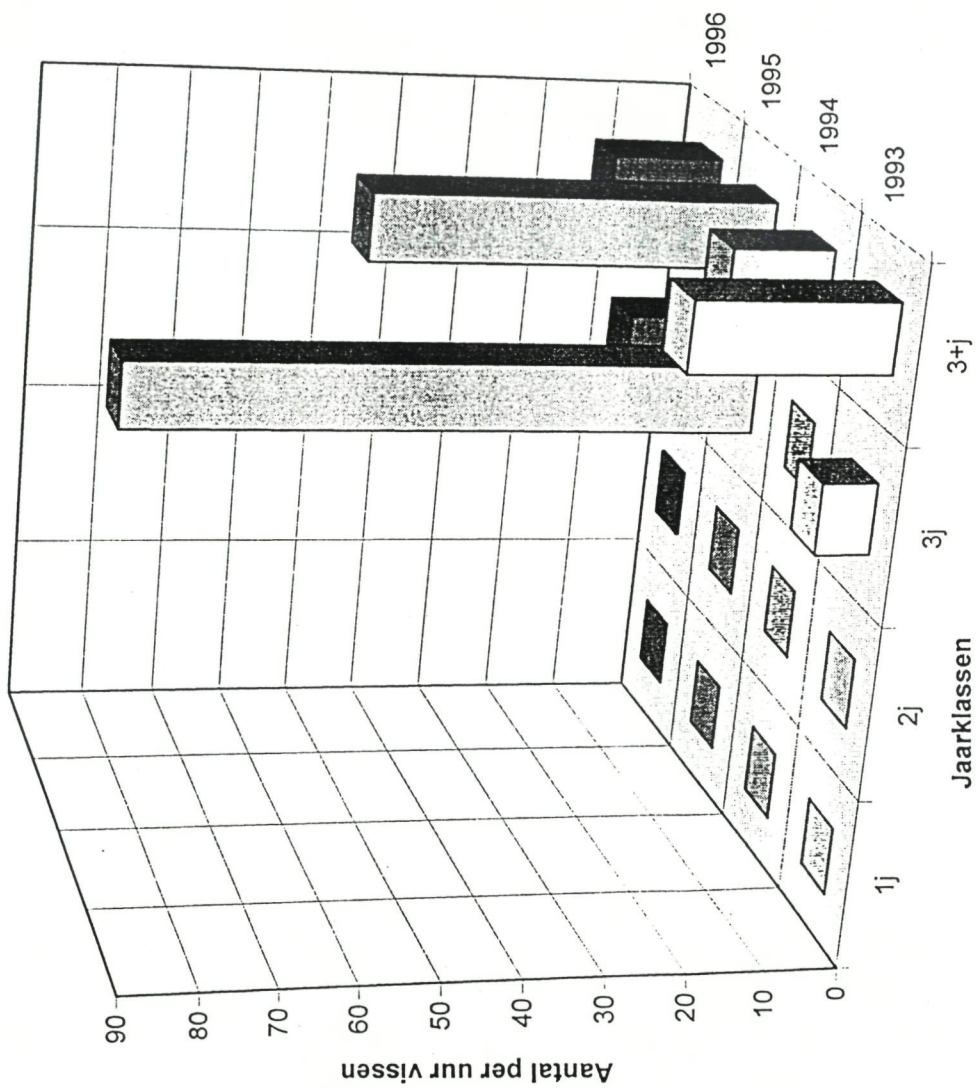
Figuur 7.1.1. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor tong in Subarea 4



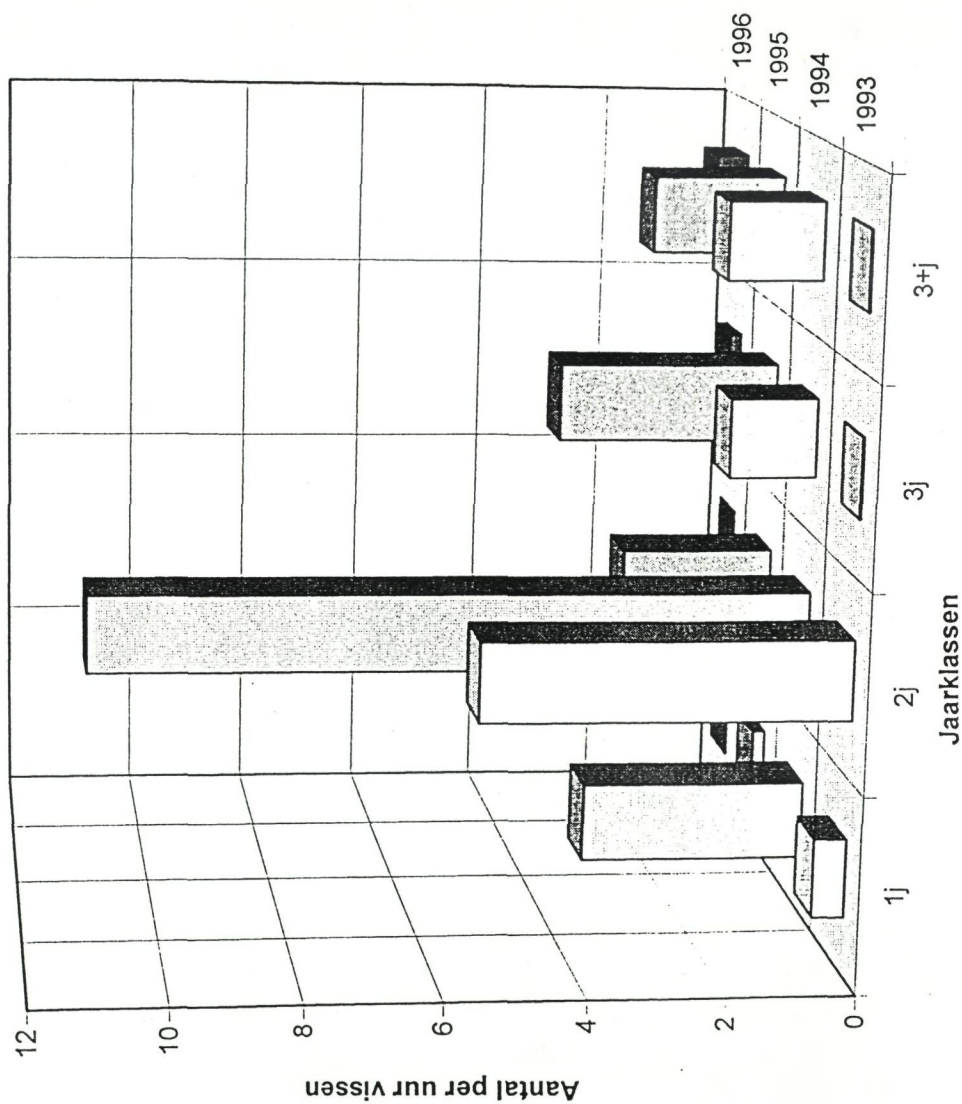
Figuur 7.1.2. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor tong in Subarea 3



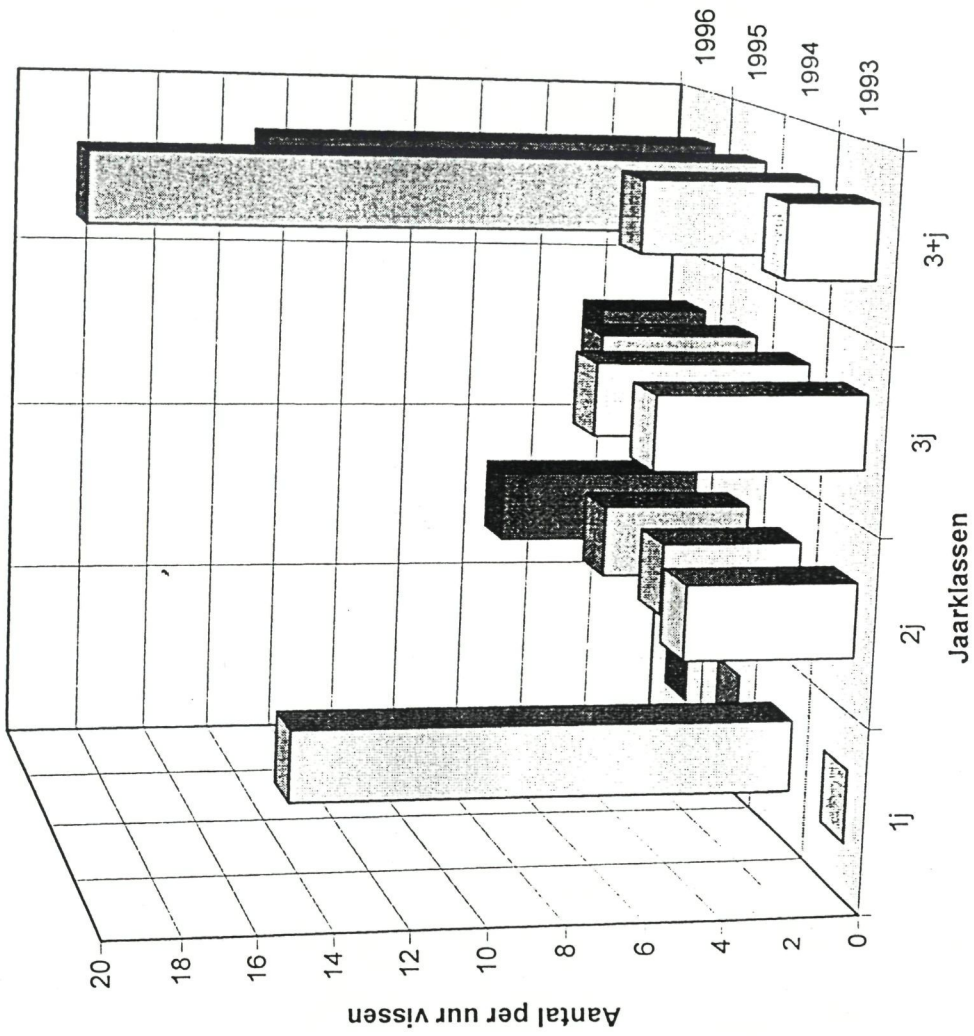
**Figuur 7.1.3. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor tong in Subarea 2**



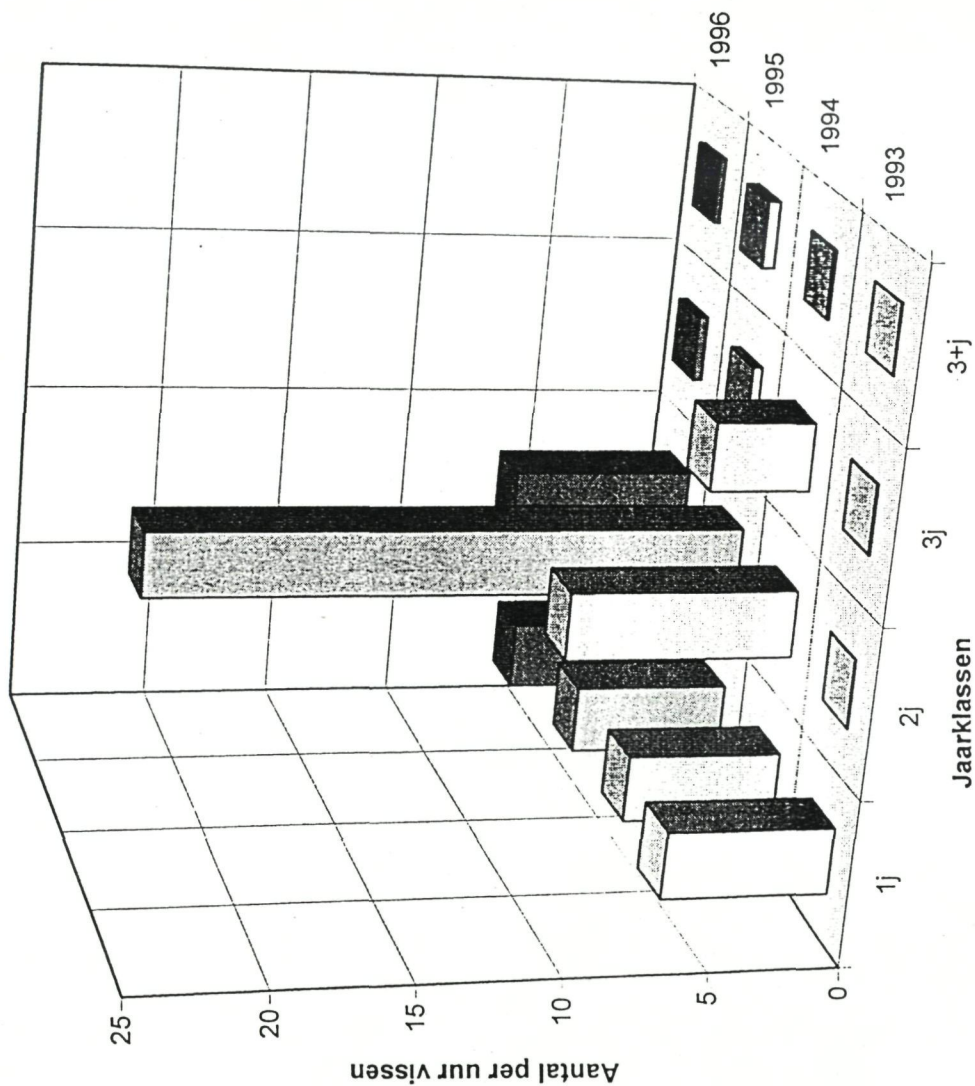
Figuur 7.2.1. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor schol in Subarea 4



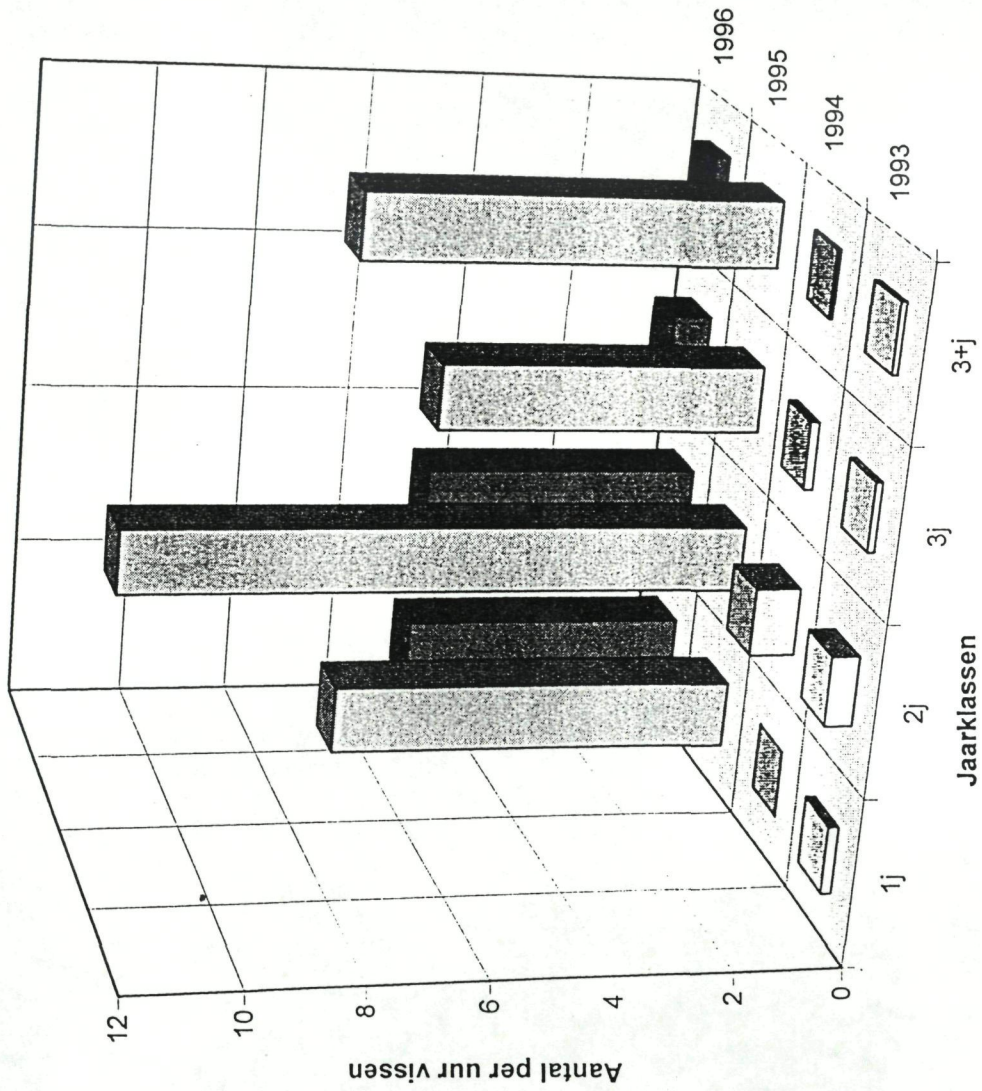
Figuur 7.2.2. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor schol in Subarea 3



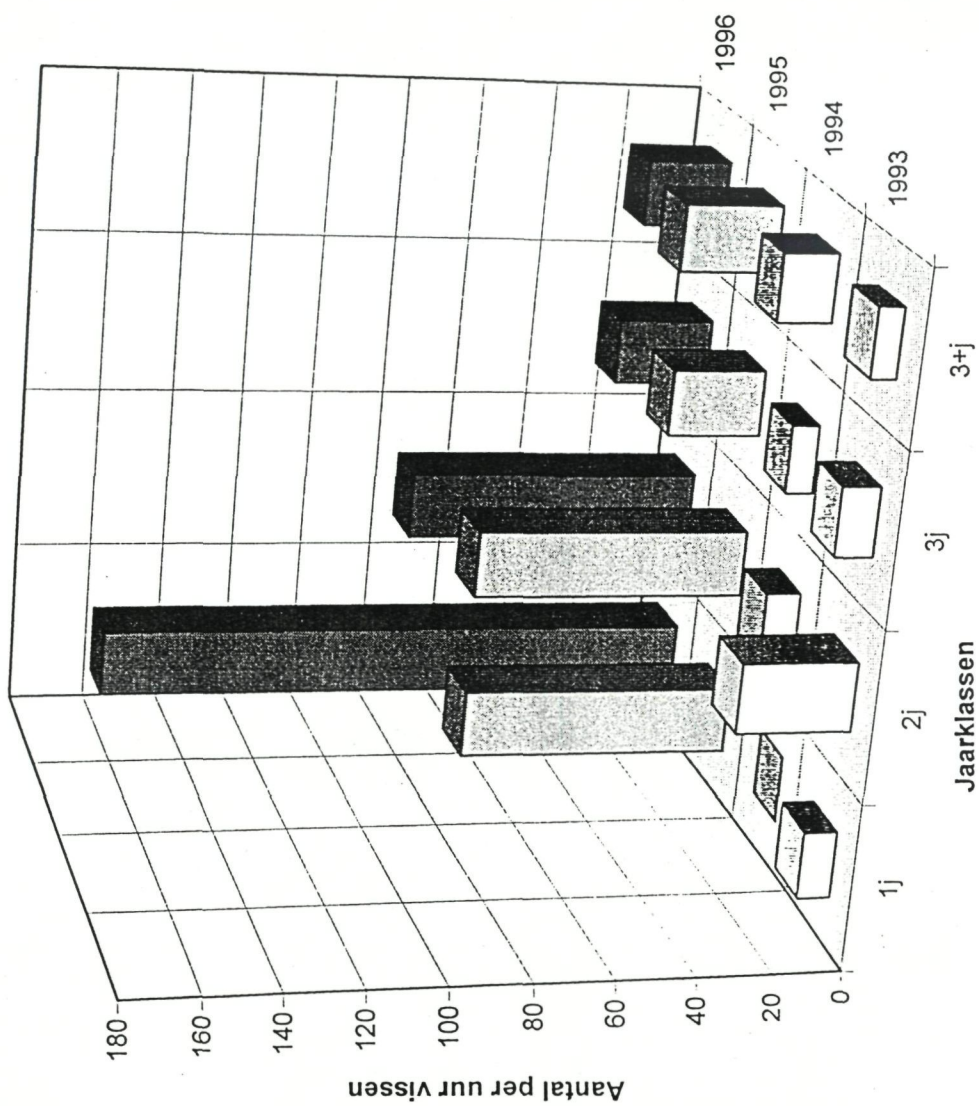
Figuur 7.2.3. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996.  
voor schol in Subarea 2



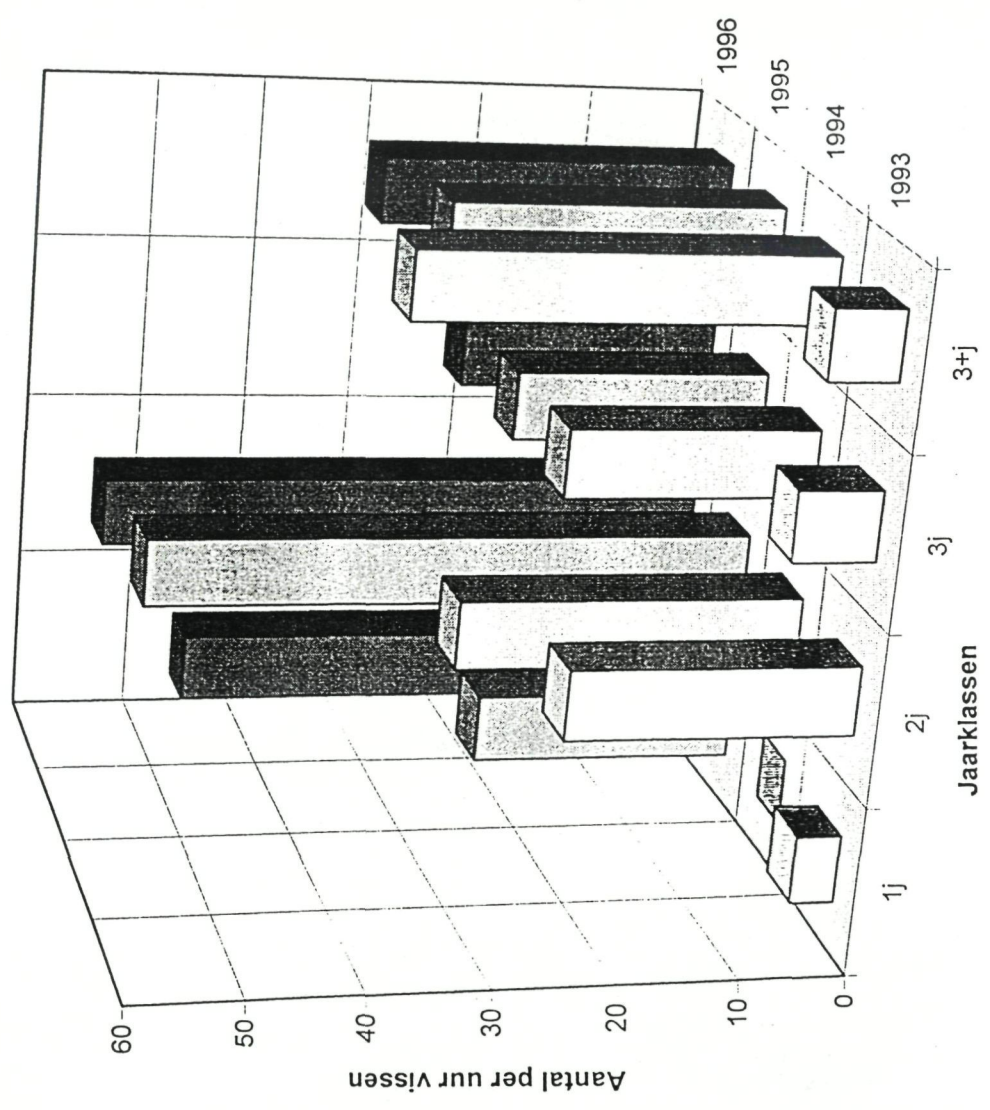
Figuur 7.3.1. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor schaar in Subarea 4



Figuur 7.3.2. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor schar in Subarea 3



Figuur 7.3.3. Verdeling van jaarklassen in de periode 1993-1996 voor schaar in Subarea 2



Tabel 5.2.1. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee (16/08/93 - 27/08/95)

Aantal per uur vissen

Sub-area	4						3			2				
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F2	35F0	36F0	36F1
Visvak	3	5	6	4	1	5	3	4	4	3		2	2	
Nr. hauls														
Tarbot	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0		0	0	
Griet	0	1	0	2	0	1	0	0	2	1		1	4	
Schurftvis	0	10	0	8	0	7	3	24	25	104		0	0	
Tongschar	1	3	4	11	2	1	31	2	56	0		5	17	
Lange schar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
Bot	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
Dwergtong / Gestreepte tong	1	4	1	3	0	1	0	12	9	57		1	0	

Tabel 5.2.2. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee (20/08/94 - 25/08/94)

Aantal per uur vissen

Sub-area	4										3			2		
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F2	35F0	36F0	36F1		
Visvak	5	4	5	3	4	4	2	5	5			3	3	3		
Nr. hauls																
Tarbot	0	2	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0		
Griet	4	0	0	0	0	0	0	2	2			10	2	0		
Schurftvis	3	11	2	14	0	16	0	7	12			41	0	0		
Tongschar	32	0	13	50	58	29	54	18	61			20	50	20		
Lange schar	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0		
Bot	0	2	0	0	52	0	0	0	0			0	0	0		
Dwergtong / Gestreepte tong	0	8	4	0	0	2	0	16	5			0	0	101		

Tabel 5.2.3. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee (18/08/95 - 24/08/95)

Aantal per uur vissen

Sub-area	4										3			2		
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F2	35F0	36F0	36F1		
Visvak	4	6	5	4	2	5	2	4	5	4	4	3	4	3		
Nr. hauls																
Tarbot	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
Griet	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0		
Schurftvis	5	7	96	8	0	40	5	24	46	250	57	0	8	35		
Tongschar	3	3	18	8	19	8	10	7	18	8	1	31	44	26		
Lange schar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bot	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0		
Dwergtong / Gestreepte tong	2	6	34	4	0	3	33	95	40	325	104	0	20	29		

Tabel 5.2.4. Resultaten van de bestandsopname op de volwassen stock in de Zuidelijke Noordzee (21/08/96 - 28/08/96)

Aantal per uur vissen

Sub-area	4						3			2		
	31F1	31F2	32F1	32F2	33F1	33F2	34F1	34F2	35F1	35F2	36F0	36F1
Visvak	4	6	6	3	4	3	1	4	5	4	3	4
Nr. hauls												
Tarbot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Griet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schurftvis	1	12	0	15	0	9	0	8	27	63	209	71
Tongschar	32	1	15	17	220	6	0	1	58	6	11	14
Lange schar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bot	0	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Dwergtong / Gestreepte tong	5	10	6	17	0	16	0	47	122	359	81	124

## **Hoofdthema 1 - Pathologie van vis, schaal- en weekdieren**

### **Project 1.2. - Studie van de natuurlijke mortaliteit van commerciële vissoorten**

Projectverantwoordelijke : D. Declerck

#### **Project 1.2.1. - Registratie van ziekten en parasieten bij commerciële vissoorten in het Belgisch continentaal plat**

#### **INLEIDING, MATERIAAL EN METHODEN**

De registratie van ziekten en parasieten bij commerciële vissoorten uit het Belgisch continentaal plat werd in het voor- en najaar van 1995 en 1996 verder gezet. De bemonsteringen gebeurden met de 0.29 'Broodwinner' en omvatten drie platvissoorten, nl. schol (*Pleuronectes platessa*), schar (*Limanda limanda*) en bot (*Platichthys flesus*), en twee rondvissoorten, nl. kabeljauw (*Gadus morhua*) en wijting (*Merlangus merlangus*).

Het in- en uitwendig onderzoek bij plat- en rondvis werd uitgevoerd met een methode die door de Ices WGPDMO-werkgroep werd uitgewerkt voor monitoring programma's (ICES 1989). De verwerking van de gegevens gebeurt door middel van het 'ICES Fish Disease Data Entry Program' (Ices CM1996\F4).

De registratie van de ziekten gebeurde in de periode waarin ook de bestandsopnamen in het Belgisch continentaal plat werden uitgevoerd. Hierdoor kunnen de resultaten aan andere populatie-parameters worden verbonden (EGIDIUS, 1983; van BANNING, 1987; BUCKE en STONES, 1988).

*Gandwinde.*

Er werd tevens een overzicht gegeven van het voorkomen van de ziekten, waarbij drie perioden vanaf 1985 werden betrokken. Met de Chi-kwadraat test werd nagegaan of de onderzoeksperiode, het seizoen en het soort vis een significante rol speelt in het voorkomen van de ziekten bij plat- en rondvis.

## RESULTATEN EN BESPREKINGEN

De resultaten van het ziektenonderzoek in het Belgisch continentaal plat voor 1995 en 1996 zijn in de tabellen 1.2.1.1a tot 1.2.1.4 opgenomen. In de tabellen 1.2.1.5a en 1.2.1.5b werd het voorkomen van *Lernaecera branchialis* en *Cryptocotyle lingua* opgenomen. In tabel 1.2.1.6 zijn drie verschillende perioden van het ziektenonderzoek op platvis namelijk 1985-1988; 1989-1992 en 1993-1995 samengebracht en in tabel 1.2.1.8 statistisch verwerkt. Tabel 1.2.1.7 geeft het voorkomen van ziekten en parasieten weer gedurende het voor- en najaar bij platvis in het Belgisch continentaal plat (1985 - 1995).

Wanneer 1994 als referentie voor het Belgisch continentaal plat wordt genomen werden in het najaar van 1995 nog steeds hoge voorkomens voor skeletafwijkingen vastgesteld namelijk : 1,9% bij schol; 1,3% bij bot en 1,7% bij kabeljauw. Deze trend werd verdergezet in 1996 waarbij voor schar eveneens bij 1,7% van de populatie skeletafwijkingen werden waargenomen.

Het voorkomen van pigmentafwijkingen daalde in 1995 lichtjes bij bot (7,9%) en schol (3,1%) doch steeg voor schar (1,6%). Deze laatste vaststelling is een algemene trend in de zuidelijke Noordzee; namelijk een significante stijging van de pigmentafwijkingen bij schar. In 1996 steeg het procentueel voorkomen van pigmentafwijkingen opnieuw aanzienlijk. Voor bot, schol en schar werden respectievelijk 11%; 3,7% en 4,7% opgetekend.

In het najaar van 1995 steeg het voorkomen van vinerosie eveneens voor schar (0,5%), schol (1,1%) en bot (1,3%). De aanwezigheid van zweren bij schol (0,1%) en bot (0,5%) bleef laag. Vinerosie daalde in 1996 bij alle bestudeerde platvissoorten en huidzweren werden in het najaar enkel bij schar (0,8%) en bot (1,4%) opgemerkt.

*Epidermale papilloma* gewoonlijk bij lage procenten voorkomend werd in 1995 en 1996 niet meer opgemerkt. De virale aandoening *Lymphocystis* was aanwezig bij schar (0,1%) en bot (2%). Het voorkomen van *Lymphocystis* bij platvis was de laagste die in tien jaar observatie werd opgetekend. Deze dalende trend zette zich door in 1996. *Epitheliocystis* werd enkel bij schar (0,2%) gevonden. De protozoaire aandoening *Glugea stephani* verhoogde in 1995 lichtjes bij schar (10%) doch daalde in 1996 tot 6,1% (tabel 1.2.1.4).

Het procentueel voorkomen van de kieuwparasiet *Lerneaocera branchialis* bij wijting bleef in het voorjaar 1995 onveranderd (10,4%), doch steeg in het najaar tot 12,5%. Een algemene daling van *Lerneaocera b.* werd in 1996 vastgesteld. De aanwezigheid van *Cryptocotyle lingua* (7,4%) daalde significant in het voorjaar 1995 doch bereikte terug normale percentages (14,4%) in het voorjaar van 1996. Andere afwijkingen werden in 1995 bij wijting niet opgemerkt. Dit is in tegenstelling met 1996 waar eenmalige opnamen werden geregistreerd voor levernodulen, bacteriële nierziekten, staartvervormingen en staarterosie (tabellen 1.2.1.5a en 1.2.1.5b)

Kabeljauw werd slechts in januari 1997 bemonsterd in een heel klein aantal (25ex). De vissen werden gevangen in het Belgisch continentaal plat. Hiervan vertoonden 4ex een miltziekte van bacteriële oorsprong; een exemplaar vertoonde de ontwikkeling van een parasiet in de erythrocyten, die behoorde tot de genus *Haemogregarina* en een exemplaar was drager van *Ichthyophonus*.

Voor wat de statistische verwerking van de gegevens betreft werden voornamelijk twee perioden 1985-88 en 1989-1992 vergeleken (tabel 1.2.1.8). Er werden per platvissoort circa 6000 exemplaren betrokken. Omwille van het groot aantal exemplaren werd de Chi-kwadraattest uitgevoerd.

Het voorkomen van de diverse onderzochte aandoeningen wordt door het voor- en najaar niet beïnvloed. Er is een uitzondering voor *Lerneaocera branchialis* waar een relatie met de temperatuur werd gevonden (DECLERCK, 1992). In periode 1 (1985-1988) werden significant meer verwondingen bij bot vastgesteld. Vinerosie en lymphocystis lagen in de eerste periode voor de drie platvissoorten eveneens significant hoger. Voor wat het voorkomen van de protozoaire aandoening *Glugea stephani* bij schaar betreft werden in de tweede periode significant hogere procenten geregistreerd. Tabel 1.2.1.8 geeft eveneens het procenteel voorkomen weer van de ziekten en parasieten gedurende de gehele periode 1985-1992. Bot vertoonde veruit de meeste ziekten. De significante verschillen tussen de vissoorten onderling werden eveneens berekend.

Voor wat het voorkomen van *Cryptocotyle lingua* en *Lerneaocera branchialis* bij kabeljauw en wijting betreft werd een significant verschil gevonden tussen de kustzone en open zee.

## BESLUIT

Het voorkomen van ziekten en parasieten bij platvis vertoont in 1995 en 1996 zoals in 1994 een dalende trend voor *lymphocystis*. Ook het voorkomen van levernodulen was zeldzaam. Deze aandoeningen staan bekend voor hun directe relatie met het milieu. Bij de bestudeerde platvissen stijgen de pigmetaandoeningen aanzienlijk.

Het voorkomen van ziekten en parasieten bij kabeljauw baart zorgen en dient op grote schaal onderzocht.

## REFERENTIES

BANNING, P. van (1987) : Long-term recording of some fish diseases using general fishery research surveys in the southeast part of the North Sea. Dis. Aquat. Org., 1-11.

BUCKE, D. en STONES, K. (1988) : Fish diseases monitoring on the 1987 North Sea Groundfish survey. Dis. Aquatic. Org. , 3, 1-11.

DECLERCK, D. (1992) : Voorkomen van de kieuwparasiet *Lernaeocera branchialis* bij wijting (*Merlangius merlangus*) op het Belgisch continentaal plat en de Zuidelijke Noordzee. Landbouwtijdschrift 1992 Vol. 45, n° 6.

EGIDIUS, E. (1983) : Registration of diseases during traditional biological surveys. ICES , Mar. Envir. Qual. Comm., CM 1983 / E : 8.

ICES (1989) : Methodology of fish disease surveys. Coop. Res. Rep. Int. Council Exploration Sea. , 166, 1 - 43.

ICES (1996) : Report of the sub-group on statistical analysis of fish disease data in marine fish stocks. Ices, Mar. Comm. , CM 1996 \ F : 4.

Aandoening Voorjaar 1995	LENGTEKLASSEN						TOTAAL AANTAL BESMET		PROCENTUEEL AANTAL (%)						
	15-19cm			20-24cm			≥25cm		Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal				
	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk				Totaal			
Glugea stephani	6	3	9	10	23	33	2	10	12	18	36	54	13,6	9,8	10,8
Skeletvervorming	1	1	2	-	-	-	-	-	-	1	1	2	0,7	2,3	0,4
Lymphocystis	-	-	-	-	2	2	-	1	1	-	3	3	-	0,8	0,6
Pigmentafwijking	1	1	2	-	-	-	-	1	1	1	2	3	0,7	0,5	0,6
Vinerosie	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	0,3	0,2
Verwondingen	1	-	1	1	2	3	-	-	-	2	2	4	1,5	0,5	0,8
Zweren	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephelocystis	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	0,3	0,2
Levernodulen	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	0,2
Aantal onderzocht	40	65	105	82	191	271	10	114	124	132	368	500	132	368	500
<b>Najaar 1995</b>															
Glugea stephani	14	6	20	3	2	5	14	-	14	31	8	39	10,1	6,3	9
Skeletvervorming	-	-	-	1	-	1	1	-	1	2	-	2	0,6	-	0,5
Lymphocystis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pigmentafwijking	9	-	9	2	1	3	2	-	2	13	1	14	4,2	0,8	3,2
Vinerosie	-	1	1	1	-	1	-	-	-	1	1	2	0,3	0,8	0,5
Verwondingen	-	-	-	1	-	1	2	1	3	3	1	4	1	0,8	0,9
Wormen op lever	-	-	-	-	-	-	3	-	3	4	-	4	1,3	-	-
Inkeping	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	0,3	-	0,2
Stephanostomum b.	2	-	2	-	-	-	1	-	1	3	-	3	1	-	0,7
Lidtekenvorming	-	-	-	1	1	2	1	-	1	2	1	3	0,6	0,8	0,7
Aantal onderzocht	104	60	164	101	54	155	101	13	114	306	127	433	306	127	433

Tabel 1.2.1.1a : Voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in het Belgisch continentaal plat (voor- en najaar 1995)

Aandoening	LENGTEKLASSEN						TOTAAL AANTAL BESMET			PROCENTUEEL AANTAL(%)					
	15-19cm		20-24cm		>=25cm		Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal			
	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal							Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal
<b>Voorjaar 1996</b>															
Glugea stephani	-	2	2	3	17	20	1	9	10	4	28	32	4	6,3	5,8
Skeletvervorming	-	-	-	1	3	4	1	1	2	2	4	6	2	0,9	1,1
Lymphocystis	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	0,2	0,2
Pigmentafwijking	3	2	5	3	7	10	2	6	8	8	15	23	8	3,4	4,2
Epitheliocystis	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	0,2	0,2
Levernodulen	-	-	-	1	-	1	1	-	1	2	-	2	2	-	0,4
Wormen lever	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	2	-	0,4	0,4
Lidteknervorming	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	3	3	-	0,7	0,6
Aantal onderzocht	59	233	292	40	32	72	8	173	181	99	446	545			
<b>Najaar 1996</b>															
Glugea stephani	1	7	8	-	2	2	-	5	5	1	14	15	1,7	8,2	6,6
Skeletvervorming	2	2	4	2	-	2	-	1	1	4	3	7	7	1,75	3,1
Pigmentafwijking	1	9	10	1	1	2	-	2	2	2	12	14	3,5	7	6,1
Levernodulen	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	0,6	0,4
Zweren	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	2	2	-	1,2	0,8
Aantal onderzocht	47	100	147	9	34	43	1	37	38	57	171	228			

Tabel 1.2.1.1b : Voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in het Belgisch continentaal plat (voor-en najaar 1996)

Aandoening	LENGTEKLASSEN												Totaal aantal		Procentueel aantal (%)			
	15-24cm				25-29cm				>30cm				Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal
	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal						
<b>Voorjaar 1995</b>																		
Pigmentafwijking	1	-	1	4	1	5	2	3	5	7	4	11	3,6	1,5	2,4			
Vin- en staarterosie	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	1	0,5	-	0,2			
Levernodulen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Glugea stephani	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	0,5	-	0,2			
Inkeping	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,5	-	0,2			
Aantal onderzocht	123	149	272	51	71	122	18	39	57	192	259	451	192	259	451			
<b>Najaar 1995</b>																		
Pigmentafwijking	5	3	8	-	6	6	-	6	6	5	15	20	2,5	4,7	3,8			
Genezende wonde	-	-	-	-	2	2	-	2	2	-	4	4	-	1,3	0,8			
Zweren	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,5	-	0,2			
Vin- en staarterosie	1	1	2	2	2	4	-	-	-	3	3	6	1,4	0,9	1,1			
Skeletvervorming	2	1	3	2	-	2	4	1	5	8	2	10	3,8	0,6	1,9			
Levernodulen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Glugea stephani	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	2	2	-	0,6	0,4			
Inkeping	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,5	-	0,2			
Aantal onderzocht	101	87	188	95	153	248	12	76	88	208	316	524	208	316	524			

Tabel 1.2.1.2a : Voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in het Belgisch continentaal plat (voor- en najaar 1995)

Aandoening	LENGTEKLASSEN												Totaal aantal		Procentueel aantal (%)						
	15-24cm			25-29cm			>30cm			Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal						
	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal	Mannelijk	Vrouwelijk	Totaal												
<b>Voorjaar 1996</b>																					
Pigmentafwijking	1	3	4				2	6	8							3	17	20	2,6	8,3	6,3
Skeletvervorming	-	-	-	-	1	1	-	1	1	1	-	1	1	1	2	1	1	2	0,9	0,5	0,6
Leveraandoening	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
Lever (wormen)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	0,6
Glugea stephani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	0,5	0,3
Aantal onderzocht	44	35	79	39	80	119	30	90	120	113	205	318									
<b>Najaar 1996</b>																					
Pigmentafwijking	-	1	1	3	3	6	-	1	1	1	1	1	3	5	8	3	5	8	1,5	2	1,8
Skeletvervorming	1	2	3	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	3	4	1	3	4	0,5	1,2	0,9
Leveraandoening	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	1	1	-	1	0,5	-	0,4
Lever (wormen)	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	-	2	2	-	2	1	-	0,4
Glugea stephani	-	1	1	-	1	1	-	1	2	2	2	4	-	4	4	-	4	4	-	1,6	0,9
Wonden	-	-	-	1	-	1	1	-	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0,5	0,4	0,4
Aantal onderzocht	128	166	294	56	66	122	10	19	29	194	251	445									

Tabel 1.2.1.2.b : Voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in het Belgisch continentaal plat (voor-en najaar 1996)





Soort	Aantal onderzocht	Pigment	Skeletafwijking	Erosie	Zweren	Wonden	Glugea stephani	Lymphoc	LNOD	Epitheliocystis
<b>1995</b>										
<b>SCHAR</b>										
Voorjaar '95	500	0,6	0,4	0,2	-	0,8	10,8	0,6	0,2	0,2
Najaar '95	433	3,2	0,5	0,5	-	0,9	9	-	-	-
Totaal '95	933	1,6	0,4	0,4		0,8	10	0,3	0,1	0,1
<b>SCHOL</b>										
Voorjaar '95	451	2,4	-	0,2	-	-	0,2	-	-	-
Najaar '95	524	3,8	1,9	1,1	0,2	0,8	0,4	-	-	-
Totaal '95	975	3,1	1	0,7	0,1	0,4	0,3	-	-	-
<b>BOT</b>										
Voorjaar '95	348	7,2	0,3	1,1	0,9	-	0,6	2	0,6	-
Najaar '95	446	8,2	1,3	1,3	0,2	0,5	1,1	2	1,8	-
Totaal '95	794	7,9	0,9	1,2	0,5	0,25	0,9	2	1,2	-
<b>1996</b>										
<b>SCHAR</b>										
Voorjaar '96	545	4,2	1,1	-	-	-	5,8	0,2	0,4	0,2
Najaar '96	228	6,1	3,1	-	0,8	-	6,6	-	0,4	-
Totaal '96	773	4,8	1,7	-	0,25	-	6,1	0,1	0,4	0,13
<b>SCHOL</b>										
Voorjaar '96	318	6,3	0,6	-	-	-	0,3	-	0,3	-
Najaar '96	445	1,8	0,9	-	-	0,45	0,9	-	0,45	-
Totaal '96	763	3,7	0,8	-	-	0,25	0,65	-	0,4	-
<b>BOT</b>										
Voorjaar '96	477	8,6	0,8	0,2	-	1,2	0,6	0,8	0,8	-
Najaar '96	500	13,5	1,2	1,2	1,4	0,6	1,2	1,4	0,4	-
Totaal '96	977	11	1	0,7	0,7	0,9	0,9	1,1	0,6	-

Tabel 1.2.1.4 : Procentueel voorkomen van in- en uitwendige aandoeningen bij commerciële platvis op het Belgisch continentaal plat (voor-en najaar 1995 en 1996)

LENGTEKLASSE	AANTAL EXEMPLAREN ONDERZOCHE			LERNAEOCERA BRANCHIALIS						CRYPTOCOTYLE LINGUA									
	Vrouwelijk	Mannelijk	Totaal	Vrouwelijk			Mannelijk			Tot	%	Vrouwelijk			Mannelijk			Tot	%
				1*	2	3	1*	2	3			1**	2	3	1**	2	3		
Voorjaar 1995																			
<= 21cm	52	69	121	5	-	-	9	-	-	14	11,5	2	1	-	7	2	-	12	9,9
22-30 cm	205	110	315	12	3	1	7	2	1	26	8,2	10	-	3	7	-	-	20	6,3
>= 30cm	11	1	12	3	1	1	1	1	-	7	58	1	-	-	-	-	-	1	8,3
Totaal aantal	268	180	448	20	4	2	17	2	2	47	10,5	13	1	3	14	2	-	33	7,4
Najaar 1995																			
<=21cm	2	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-30cm	112	86	198	15	3	-	9	2	-	29	14,6	5	2	3	2	1	1	14	7,1
>30cm	56	16	72	2	3	-	1	-	-	6	8,3	3	1	1	-	1	-	6	8,3
Totaal aantal	170	110	280	17	6	-	10	2	-	35	12,5	8	3	4	2	2	1	20	7,1

\* = Aantal parasieten op de kieuwen geteld

\*\* = Graad van besmetting

Tabel 1.2.1.5a : Procentueel voorkomen van in- en uitwendige aandoeningen bij wijting in het Belgisch continentaal plat (voor- en najaar 1995)

LENGTEKLASSE	AANTAL EXEMPLAREN ONDERZOCHT			LERNAEOCERA BRANCHIALIS						CRYPTOCOTYLE LINGUA									
	Vrouwelijk	Mannelijk	Totaal	Vrouwelijk			Mannelijk			Tot	%	Vrouwelijk			Mannelijk			Tot	%
				1*	2	3	1*	2	3			1**	2	3	1**	2	3		
Voorjaar 1996																			
<= 21cm	77	88	165	3	-	-	3	-	-	6	3,6	10	1	2	11	3	5	32	20,6
22-30 cm	155	129	284	12	1	-	9	3	-	25	8,7	7	4	6	9	3	3	32	11,3
>= 30cm	47	4	51	11	2	-	1	1	-	15	29,4	3	2	-	1	-	-	6	11,7
Totaal aantal	279	221	500	26	3	-	13	4	-	46	9,2	20	7	8	21	6	8	72	14,4
Najaar 1996																			
<= 21cm	124	89	213	2	-	-	2	-	-	4	1,9	4	1	2	5	-	1	13	6,1
22-30cm	139	88	229	11	3	-	14	3	1	32	14	5	2	1	4	-	2	14	6,1
>=30cm	49	9	58	2	1	-	2	1	-	6	10,3	2	1	-	-	-	-	3	5,1
Totaal aantal	312	186	500	15	4	-	18	4	1	42	8,4	11	4	3	9	-	3	30	6

\* = Aantal parasieten op de kieuwen geteld

\*\* = Graad van besmetting

Tabel 1.2.1.5b : Procentueel voorkomen van in- en uitwendige aandoeningen bij wijting in het Belgisch continentaal plat (voor- en najaar 1996)

Voorjaar 96 : LNOD 0,2%  
Bacteriële nierziekte 0,2%

Najaar 96 : Staartvervorming 0,2%  
Staarterosie 0,2%

Vissoort	Datum bemonstering	Aantal exempl.	Pigment afwijking	Skelet afwijking	Vinerosie	Zweren	Glugea stephani	Lympho-cystis	Lever aan-doeningen	Net-schade	Epidermale papilloma	Epithelio-cystis	Wonden
Schol	1985-1988	2667	4,0	0,5	1,1	0,0	1,2	0,5	NG	0,0	NG	NG	0,0
	1989-1992	3224	5,8	0,5	0,3	<0,1	0,7	0,2	2,9**	0,1	NG	NG	0,1
	1993-1995	2761	4,6	0,6	0,7	<0,1	0,5	<0,1	0,2	0,2	-	<0,1	0,4
Schar	1985-1988	2604	NG*	0,1	0,8	0,1	6,5	0,5	NG	0,0	NG	NG	0,0
	1989-1992	3471	2,0	0,6	0,1	0,5	8,5	<0,1	2,4**	<0,1	0,1	0,1	0,2
	1993-1995	3105	1,8	0,6	0,5	<0,1	8,2	0,3	0,2	0,1	-	0,2	0,6
Bot	1985-1988	3623	11,0	1,2	1,8	0,7	1,6	10,0	NG	0,0	NG	NG	0,5
	1989-1992	2581	10,0	0,4	0,9	0,8	2,2	3,8	7,6**	0,0	NG	NG	0,1
	1993-1995	2465	8,6	0,7	1,0	0,5	1,1	3,0	1,5	<0,1	-	<0,1	0,3

Tabel 1.2.1.6. - Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij platvis in het Belgisch continentaal plat.

\* NG = Niet Geregistreerd

\*\* Gemiddelde 1990-1992

Vissoort	Datum bemonstering	Aantal exempl.	Pigment afwijking	Skelet afwijking	Vinerosie	Zweren	Glugea stephani	Lympho-cystis	Lever aan-doeningen	Net-schade	Epidermale papilloma	Epithelio-cystis	Wonden
<b>Schol</b>	1985 - 1992 V	2661	6,6	0,5	1,0	<0,1	1,1	0,4	2,3*	0,1	NG	NG	-
	N	2809	3,4	0,4	0,4	-	0,6	0,3	3,3*	<0,1	NG	NG	0,1
	1993 - 1995 V	1476	3,8	0,2	0,6	-	0,75	<0,1	0,3	0,1	-	0,1	0,3
	N	1285	2,8	0,8	0,8	0,15	0,4	-	0,15	0,2	-	-	0,5
<b>Schar</b>	1985 - 1992 V	3162	2,1	0,2	0,5	0,4	7,8	0,5	2,7*	-	0,1	NG	0,1
	N	2761	1,9	0,4	0,3	0,4	7,4	0,0	2,0*	<0,1	<0,1	NG	0,1
	1993 - 1995 V	1771	1,5	0,7	0,1	0,15	7,7	0,4	0,4	-	-	0,4	0,45
	N	1274	2,3	0,8	0,2	<0,1	8,8	0,2	<0,1	0,15	-	-	0,8
<b>Bot</b>	1985 - 1992 V	2647	9,6	0,4	1,1	0,8	2,3	6,6	7,6*	-	NG	NG	0,5
	N	1880	8,8	0,5	2,2	0,6	1,0	8,8	7,5*	0,2	0,2	-	-
	1993 - 1995 V	1324	8,7	0,15	0,8	0,8	1,4	2,4	1,5	-	-	<0,1	-
	N	1141	8,7	1,30	0,9	0,17	0,90	3,8	1,4	<0,1	-	-	1,2

Tabel 1.2.1.7: Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten gedurende het voor- en najaar bij platvis in het Belgisch continentaal plat (1985 -1995).

V = voorjaar (mei)

N = najaar (oktober)

NG = Niet Geregistreerd

\*Gemiddelde 1990-1992

Aandoening	Significantie p < 0,01(**) p < 0,05(*)	Procentueel voorkomen (1985 -1992)	Aantal onderzochte exemplaren
<b>VERWONDINGEN</b>			
Seizoen (voor- en najaar)	-		Schar : 6075 Schol : 5891
Bot	(*)		Bot :6204
Periode 1 - periode 2	-		
Bot	(*)		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 0,1%	
Bot - Schar	(*)	Schol : 0,1%	
Schar - Schol	-	Bot : 0,3%	
<b>ZWEREN</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - periode 2	-		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 0,4%	
Bot - Schar	(*)	Schol : <0,1%	
Schar - Schol	(**)	Bot : 0,7%	
<b>VINEROSIE</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - Periode 2	(**)		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 0,4%	
Bot - Schar	(**)	Schol : 0,7%	
Schar - Schol	-	Bot : 1,5%	
<b>SKELETAFWIJKING</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - Periode 2	-		
Vissoort			
Bot - Schol	-	Schar : 0,3%	
Bot - Schar	(**)	Schol : 0,5%	
Schar - Schol		Bot : 0,7%	
<b>PIGMENTAFWIJKING</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - Periode 2			
Schol	(**)		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 2%	
Bot - Schar	(**)	Schol : 5%	
Schar - Schol	(**)	Bot : 10,7%	
<b>LYMPHOCYSTIS</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - Periode 2	(**)		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 0,3%	
Bot - Schar	(**)	Schol : 0,4%	
Schar - Schol	-	Bot : 7,6%	
<b>GLUGEA STEPHANI</b>			
Seizoen	-		
Periode 1 - Periode 2	-		
Schar	(**)		
Vissoort			
Bot - Schol	(**)	Schar : 7,6%	
Bot - Schar	(**)	Schol : 0,9%	
Schar - Schol	(**)	Bot : 1,9%	

Tabel 1.2.1.8 : Relatie tussen de onderzoeksperiode, het seizoen en de vissoort op het voorkomen van ziekten en parasieten bij plat- en rondvis in B.c.p

Periode 1 : 1985 - 1988  
Periode 2 : 1989 - 1992

Aandoening	Significantie	Procentueel voorkomen	Aantal onderzochte exemplaren
	$p < 0,01^{**}$	(1985 - 1992)	
	$p < 0,05^{*}$		
<b>LEVERAANDOENINGEN</b>			
Vissoort			
Bot - Schol	<b>(**)</b>	Schar : 2,9%	Schar : 6075
Bot - Schar	<b>(**)</b>	Schol : 0,9%	Schol : 5891
Schar - Schol	-	Bot : 7,6%	Bot : 6204
<b>LERNAEOCERA BRANCHIALIS</b>			
Seizoen (relatie met temperatuur)			
	<b>(**)</b>		Wijting : 4577
Plaats (kustzone - volle zee)			
	<b>(**)</b>		Kabeljauw : 901
Periode 1* - periode 2**			
	-		
Vissoort			
Kabeljauw - Wijting	-		
<b>CRYPTOCOTYLE LINGUA</b>			
Seizoen			
	-		
Plaats (kustzone - volle zee)			
	<b>(**)</b>		
O-jarigen - 1-jarigen			
	-		
Vissoort			
Kabeljauw - Wijting	<b>(**)</b>		

Tabel 1.2.1.8 : Vervolg

## **Project 1.2.2. - Impact van ziekten en parasieten op commerciële visbestanden**

### **INLEIDING, MATERIAAL EN METHODEN**

Het onderzoek naar de incidentie van de ziekten en parasieten op schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*), bot (*Platichthys flesus*), tong (*Solea vulgaris*), kabeljauw (*Gadus morhua*) en wijting (*Merlangus merlangus*) werd in augustus 1995 en 1996 ter gelegenheid van de jaarlijkse bestandsopnamen in de zuidwestelijke Noordzee uitgevoerd.

Het onderzoek had o. m. tot doel de gezondheidstoestand van plat- en rondvis in de drie visserijgronden Flamborough, Oysterground en Deepwaterchannel voor de Belgische visserij en ICES te bepalen. De bemonsterde staalname-stations zijn in figuur 1.2.2.1 uitgetekend. In ieder visvak werden meerdere slepen uitgevoerd om voldoende materiaal te kunnen verzamelen. De methoden voor het visziekten onderzoek werden beschreven door het ICES (1989). De graad van de ziekten werd genoteerd overeenkomstig de aanbevelingen in de ICES 'Training Guide' voor de identificatie van ziekten en parasieten bij zeevis in de Noord-Atlantische Oceaan (BUCKE et al., 1994; MAFF, 1994).

Er werd eveneens bloedonderzoek uitgevoerd op schar, schol en enkele kabeljauw exemplaren. Schar besmet met *Epitheliocystis* (groen, zwart verkleuring van de huid) werd bemonsterd voor verder bacteriologisch en histologisch onderzoek.

### **RESULTATEN en BESPREKINGEN**

Het procentueel voorkomen van ziekten en parasieten in de verschillende subpopulaties voor schar en schol zijn in de tabellen 1.2.2.3 en 1.2.2.4 weergegeven. De gegevens voor 1995 en 1996 werden tevens in relatie met de visvakken opgenomen (tabellen 1.2.2.1a,b en 1.2.2.2a,b) en grafisch uitgezet (figuren 1.2.2.2 en 1.2.2.3)

Het bemonsteringsjaar 1994 als referentie nemend werd in 1995 een gevoelige daling voor *lymphocystis* bij de drie subpopulaties van schar (0,1%) genoteerd. Het voorkomen van *epidermale papilloma* nam lichtjes toe in de Flamborough en de Oysterground visgronden, doch werd in 1996 bijna niet meer opgemerkt.

Levertumoren bij schar waren zoals in 1994 eerder zeldzaam doch steeg in 1996 opmerkelijk in sommige stations van gebied 2 en gebied 3. Het histologisch onderzoek van de levers wordt in project 1.2.3 behandeld. De protozoaire aandoening *Glugea stephani* en de trematode *Stephanostomum baccatum* daalde zowel in 1995 als 1996 aanzienlijk.

De incidentie van Epitheliocystis viel in 1995 op de helft in de zuidwestelijke Noordzee, doch was nog goed aanwezig bij de Flamborough populatie (17,4%). Deze dalende trend zette zich door in 1996. Bloedanalyses op besmette vissen vertoonden in de meeste gevallen een afwijkende bloedformule (Project 1.4.1 tabellen 1.4.15a,b). Bacteriologische bepalingen gaven echter geen reïncultuur.

Skeletafwijkingen bleven bij schar in 1995 en 1996 eerder zeldzaam. Het voorkomen van zweren die in verband wordt gebracht met epitheliocystis daalde sterk. Voor wat de pigmentafwijkingen betreft, werd zoals in 1994 een stijgende trend waargenomen. Uiteindelijk werden bij 10,6% van de scharren uit de Flamborough populatie wormen op de lever gevonden. Deze vaststelling werd in 1996 bevestigd.

Alhoewel het voorkomen van de ziekten en parasieten bij schar uit de zuidwestelijke Noordzee ( Visvakken 36F0, 36F1, 36F2, 35F0, 35F1) in vergelijking met het Belgisch continentaal plat nog vrij hoog is, werd voor de meeste aandoeningen de laatste twee jaar een daling genoteerd.

Zoals bij schar werd bij schol een stijgende trend voor de leverwormen en pigmentafwijkingen vastgesteld. Uit de resultaten komt naar voor dat schar meer ziekten vertoont en veel gevoeliger is dan schol voor afwijkende milieu omstandigheden. Schol vertoonde de laatste twee jaar relatief weinig aandoeningen. Station 19 (36F0) vormde hierop een uitzondering. De conditie was slechter dan in andere stations. Schar en schol waren in goede conditie in de visvakken (31,32,33,34) F1 en F2.

*Mycobacterium marinum* en de daarbij optredende zweervorming werd bij 3% van de kabeljauw populatie gedetecteerd. Bij wijting bedroeg in aug 1995 het procentueel voorkomen in de zuidwestelijke Noordzee voor *Lerneaocera branchialis* : 11,7% ; *Cryptocotyle lingua* : 0,7% ; staarterosie : 0,3% en voor neoplasia : 0,3%. In 1996 was er een lichte daling voor *Lerneaocera branchialis* : 7,1% en een lichte stijging voor *Cryptocotyle lingua* : 1,3% vastgesteld. Geen andere afwijkingen werden genoteerd.

Er werden in 1995 zoals in het verleden eveneens weinig aandoeningen bij tong gevonden. In de gebieden 2, 3 en 4 (figuur 1.2.2.1) werd voor de pigmentafwijkingen respectievelijk 0,6% ; 1,2% en 0,5% geregistreerd. Skeletafwijkingen werden opgetekend in de gebieden 3 (1,2%) en 4 (0,3%) en Epitheliocystis werd enkel in het visvak 35F1 (1,2%) in de stations 115 en 61 genoteerd.

In 1996 werden bij tong 0,3% met skeletafwijkingen; 0,6% met pigmentafwijkingen en 0,1% met Lymphocystis waargenomen.

Tenslotte werd in station 64 (33F1) ter hoogte van Aldenburgh waar een kerncentrale werkzaam is, zowel in 1995 als in 1996 verschillende bot exemplaren gevonden met lever neoplasia en *lymphocystis*.

## BESLUIT

Het procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in de zuidwestelijke Noordzee blijft hoog. In 1995 en in 1996 werd er evenwel een lichte daling van de belangrijkste pollutie gebonden ziekten in de nabijheid van de visvakken van het Humber estuarium opgetekend. Deze vaststelling volgt dezelfde trend als in het Belgisch continentaal plat. Deze trends werden door DETLEFSON (1996) en door ICES (1996) ook in andere gebieden van de Noordzee gevonden.

## REFERENTIES

BUCKE, D., and co-authors (1994) : Training Guide for the identification of Common Diseases of fish in the North Atlantic.

DETLEFSON, V. (1996) : Bericht über die 167. Reise FFS 'Walter Herwig III' von 02.01. bis 15.01.1996. Bundesforschungsanstalt für Fisherei, Cuxhaven.

ICES (1996) : Report of the working group on pathology and diseases of marine organisms. C.M. 1996/F : 4

ICES. (1989) : Methodology of fish disease surveys. Coop. Res. Rep. ICES, 166, 1-43.

MAFF (1994) : Monitoring for diseases in marine and freshwater fish. Aquat. Environ. Monit. Rep. , MAFF Direct. Fisheries Research, Lowestoft, 41, 21 pp.

Visvak	36F0	36F1	36F2	35F0	35F1	35F2	34F1	34F2	33F2	31F2	31F2-3V*	31F2-3N*
Code station	18,19,20	16,17,112,114	11,116,113,115	72,22	25,81,24,61	8,9,26,73	62,63	6,7,28,29	5,30,32	36,37,39,86	B.c.p	B.c.p
Aantal exemplaren	398	599	728	69	149	143	32	132	81	63	500	433
Lymphocystis	0,25		0,13								0,60	
Epidermale papiloma	2,50	1,50	2,30									
Levertumoren	1,25	0,16			0,67						0,20	
Glugea stephani		0,80		1,45		1,40		1,50		1,60	10,80	9,00
Stephanostomum	2,00	1,30		2,90		1,40						
Epithelocystis	22,90	13,30	0,90	21,70	8,70	1,40	3,10	1,50			0,20	
Skeletafwijking			0,27			2,80		0,75	1,20		0,40	0,50
Zweren	1,00			1,45							0,8**	0,9*
Wormen lever	21,30	4,50	0,27	1,45	2,00	1,40						
Pigmentafwijking	9,80	2,30	2,70	5,80	3,35	2,10	6,20	6,80	2,40	4,80	0,60	3,20
Erosie		0,60									0,20	0,50

Tabel 1.2.2.1a : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in de diverse visvakken (Belgica campagne aug 1995)

\* = B.c.p. (voorjaar 1995)

\*\* = Wonden

Visvak	36F0	36F1	35F0	36F2	35F1	35F2	34F2	31F2	31F2-3V*	31F2-3N*
Code station	18,19,20,111	16,17,112,114	22,60,72	11,116,113	24,25,81,61,115	8,9,26,73	6,7,28,29	36,37,39,86	B.c.p	B.c.p
Aantal exemplaren	255	151	35	176	314	157	61	74	545	228
Lymphocystis	0,40	0,70	2,80	-	0,60	0,60	-	-	0,20	-
Epidermale papiloma	-	-	-	-	-	0,60	-	-	-	-
Levertumoren	4,30	-	-	1,20	0,90	0,60	-	-	-	0,40
Glugea stephani	0,80	0,70	-	0,60	0,30	-	-	-	5,80	6,60
Stephanostomum	2,00	-	-	4,50	1,00	-	-	2,70	-	-
Epitheliocystis	16,80	3,90	20,00	0,60	3,50	1,30	-	-	0,20	-
Skeletafwijking	-	0,70	-	-	1,30	-	-	-	1,10	3,10
Zweren	3,90	3,30	2,80	3,40	0,60	1,90	-	-	0,6**	0,80
Wormen lever	14,10	-	5,60	-	-	-	-	-	0,40	-
Pigmentafwijking	-	2,60	-	1,70	4,50	7,60	11,40	14,80	4,20	6,10
Erosie	-	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 1.2.2.1b : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in de diverse visvakken (Belgica campagne aug 1996)

\* = B.c.p. (voor-najaar 1996)

\*\* = Wonden

Visvak	36F0	36F1	36F2	35F1	35F2	34F2	33F2	32F1	31F2	31F2-3V*	31F2-3N*
Code station	19,20	16,17,112,114	11,116,113,115	25,81,24	8,9,26,73	6,7,29	5,30	83,84,85,91,96	37,39,40,86		
Aantal exemplaren	101	178	102	43	28	20	37	96	32	451	524
Pigmentafwijking	2	2,8	10,8	2,3	21,4	5	10,8	2,1	3,1	2,4	3,8
Skeletvervorming		0,6								0,2	1,9
Wormen lever	7,9	3,4		2,3							
Levernodulen	1		1		7,1(2ex)				3,1(1ex)		
Glugea stephani										0,2	0,4
Vin- en staarterosie										0,2	1,1
Verwondingen											0,8
Zweren											0,2

Tabel 1.2.2.2a : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in de diverse visvakken (Belgica campagne aug 1995)

\* = B.c.p. (voorjaar 1995)

Visvak	36F0	36F1	36F2	35F1	35F2	34F2	33F2	32F1	31F2	31F2-3V*	31F2-3N*
Code station	19,20	16,17,112,114	11,116,113,	25,81,24,115	8,9,26,73	6,7,29	4,5,30	85,93	1,36,37,39,40,86		
Aantal exemplaren	48	242	64	63	24	29	19	30	67	318	445
Pigmentafwijking		2,5	7,8		16,6	6,9	5,2		8,9	6,3	1,8
Skeletvervorming									1,4	0,6	0,9
Wormen lever	12,5	0,4		6,3						0,3	0,4
Levermodulen				3,1						0,6	0,4
Glugea stephani										0,3	0,9
Vin- en staarterosie		0,4	1,6								
Verwondingen											0,4
Zweren											

Tabel 1.2.2.2b : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in de diverse visvakken (Belgica campagne aug 1996)

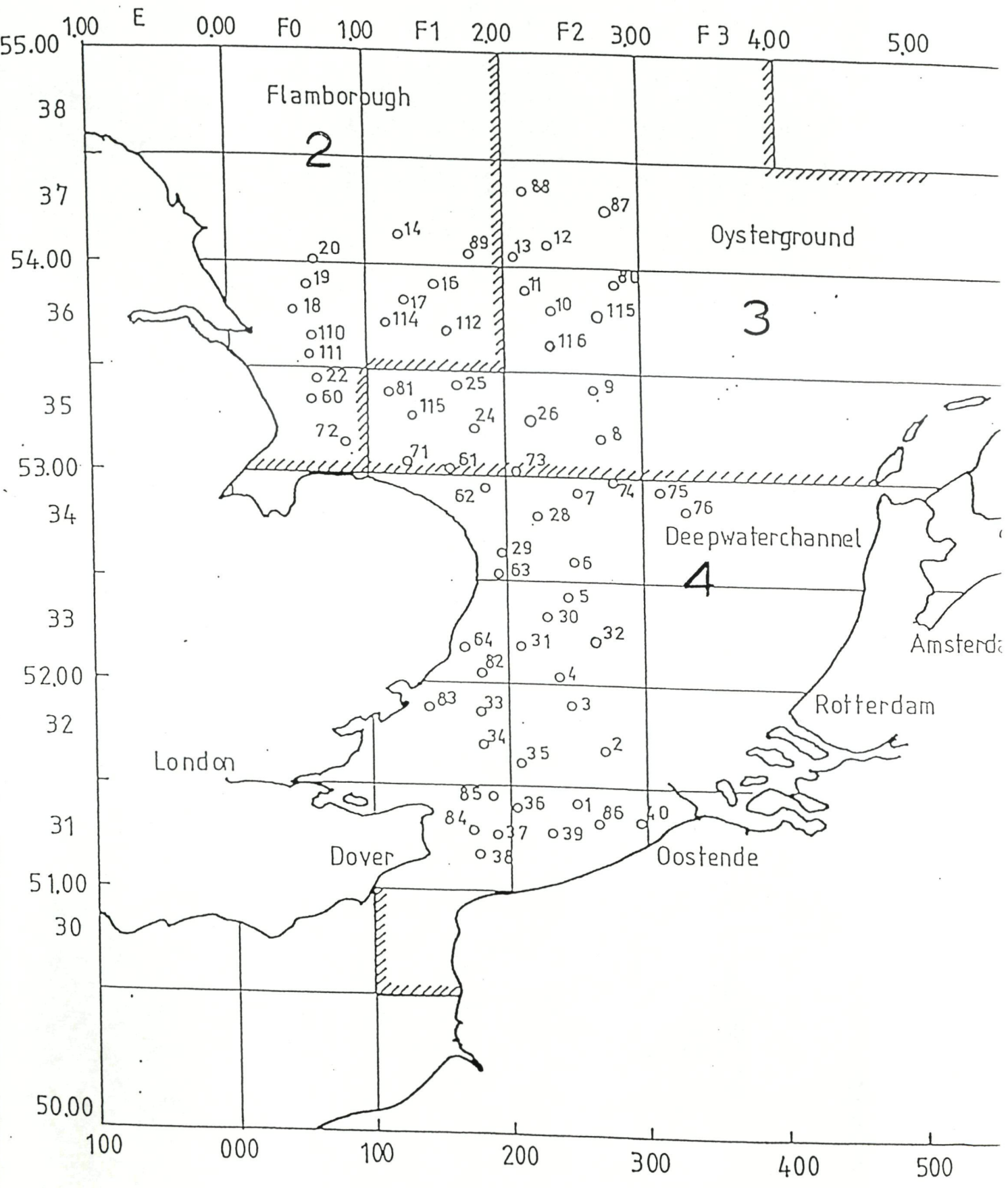
\* = B.c.p. (voorjaar 1995)

Ziekten	Flamborough (Gebied 2)		Oysterground (Gebied 3)		Diepwaterchannel (Gebied 4)		Zw Noordzee (Gebieden 2,3,4)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Aantal onderzocht	1066	441	1020	647	308	224	2394	1312
Vistijd in minuten	270		360		390		1020	
Lymphocystis	0,1	0,7	0,1	0,4	-	-	0,08	0,45
Epidermale papiloma	1,8	-	1,7	0,1	-	-	1,5	0,1
Levertumoren	0,6	2,5	0,1	0,9	-	-	0,3	1,1
Glugea stephani	0,6	0,7	0,2	0,3	1	-	0,5	0,4
Stephanostomum	1,7	1,1	0,2	1,7	-	0,9	0,8	1,4
Epitheliocystis	17,4	12,7	2,1	2,1	1	0,4	8,8	5,4
Skeletafwijking		0,2	0,6	0,6	0,6	0,9	0,3	0,5
Zweren	0,5	3,6	-	1,7	-	-	0,2	2
Wormen lever	10,6	8,6	0,7	-	-	-	5	2,9
Pigmentafwijking	5,3	0,7	2,7	4,5	5,2	9,8	4,1	3
Erosie	0,1	0,4	-	-	-	-	0,04	0,15

Tabel 1.2.2.3 : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schar in de Zuidwestelijke Noordzee (aug 1995 - 1996)

Ziekten	Flamborough (gebied 2)		Oysterground (gebied 3)		Diepwaterchannel (gebied 4)		Zw Noordzee (Gebied 2,3,4)	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
Aantal onderzocht	279	290	173	151	185	213	637	654
Vistijd in minuten	180		330		420		930	
Pigmentafwijking	2,5	2,1	10,4	5,9	4,3	6,6	5	4,4
Skeletafwijking	0,35	-	-	-	-	0,5	0,1	0,1
Worm lever	5	2,4	0,57	2,6	-	0,5	1,6	1,8
Levernodulen	0,35	-	1,7	1,3	0,54	-	0,5	0,3
Epitheliocystis	-	0,3	-	-	-	-	-	0,1

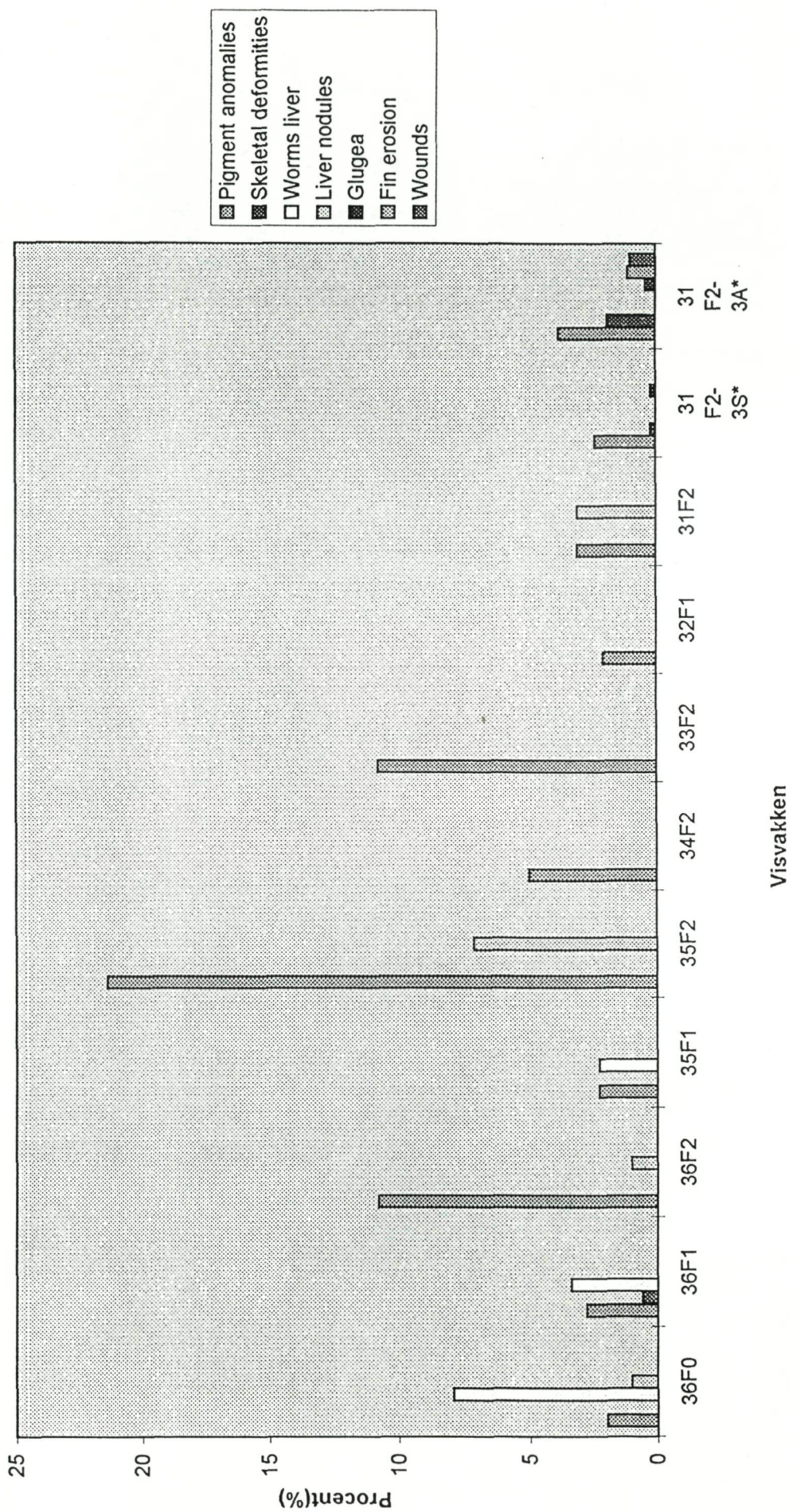
Tabel 1.2.2.4 : Procentueel voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in de Zuidwestelijke Noordzee (aug 1995 - 1996)



Figuur 1.2.2.1 - Visgronden voor schol en schar.



Figuur 1.2.2.3 : Voorkomen van ziekten en parasieten bij schol in relatie met de visvakken (Belgica campagne aug. 1995)



### **Project 1.2.3 - Histologisch onderzoek op levernodulen bij platvis afkomstig van de zuidelijke Noordzee**

#### **INLEIDING, MATERIAAL en METHODEN**

Histologische en histochemische biomerkttekens van letsels, het slecht functioneren en het ontstaan van tumoren als gevolg van chronische blootstelling aan levertoxinen en levercarcinogenen worden tegenwoordig voorgesteld als de beste indicatoren om de verzwakking van vis door anthropogenetische activiteiten ( COUCH, 1993; HINTON, 1990; JONHSON en medewerkers, 1993) aan te wijzen.

Zoals bij andere dieren is de lever van vis betrokken bij de omzetting van het voedsel en de biotransformatie van voor de vis vreemde biotica.

Voorals platvis die het meest geaffecteerd is, leeft in nauw contact met het sediment die levertoxines en carcinogene componenten accumuleerd (MEYERS en medewerkers, 1990; VETHAAK en RHEINHALLTS, 1992) .

Levercellen reageren zeer gevoelig op veranderingen in het natuurlijk milieu van de vis. Hoge concentraties aan schadelijke stoffen en contaminanten veroorzaken op lange termijn een zodanige 'stress' dat vis vatbaar wordt voor ziekten (YEVICH en BARSZCZ, 1976).

De opname via de huid en via het voedsel hangt af van het soort componenten en hun biobeschikbaarheid (COUCH en HARSHBERGER, 1985). Indicaties van het oorzakelijk verband tussen de accumulaties van de anthropogene componenten in het sediment en de ontwikkeling van levernodulen en kwaadaardige neoplasia zijn geleverd door experimenten waarbij de vis werd bloedgesteld aan het sediment en aan extracten van het sediment (STEIN en medewerkers, 1990) evenals in veldstudies in de Noordzee (KÖHLER en medewerker, 1992).

Een gedetailleerde histopathologische diagnose van het carcinogenetisch proces in platvis levers van de wilde populaties van de Noordzee reveleerde een treffende gelijkenis tussen zoogdieren (PITOT et al, 1989) en zeevis (COUCH en medewerker, 1987).

Het histopathologisch celmateriaal was in 1995 en 1996 afkomstig van de levers van schol, schar en bot. In het voor- en najaar werden in het Belgisch continentaal plat circa 1000 exemplaren van elke vissoort onderzocht op de aanwezigheid van levernodulen.

Ook ter gelegenheid van de Belgica campagne in augustus 1995 en 1996, werden in de zuidwestelijke Noordzee, eveneens histopathologisch levermateriaal verzameld. De platvis werd gevangen door middel van korte trekken van 30 minuten. De vis werd zo snel mogelijk geopend en op macroscopisch zichtbare focussen en nodulen ( > 2mm diameter ) overeenkomstig de minimum vereisten voor internationale rapportering (ICES,1988) onderzocht. Stukjes van de lever worden bewaard in gebufferde formol en dan overgeplaatst in 70% alcohol voor langdurige bewaring.

De histologische doorsneden van de levers werden verkregen met een rotary microtoom en gekleurd met Harris hematoxiline en eosine kleuring.

## RESULTATEN en BESPREKINGEN

De resultaten van de registratie van levernodulen bij schar (tabel 1.2.3.1) en schol (tabel 1.2.3.2) in de zuidwestelijke Noordzee zijn in de maand augustus, gedurende de periode 1990-1996, met behulp van het oceanografisch schip 'de Belgica' opgenomen. Er werd een onderscheid gemaakt tussen drie verschillende populaties . Sinds 1993 wordt voor schar en schol een significante daling van het voorkomen van de levernodulen vastgesteld. In de visstations 114,18,19 en 20 van het visvak 36F0 en de visstations 25,81 en 115 van het visvak 35f1 werden zoals in het verleden in 1996 de meeste vissen met levernodulen opgetekend (figuur 1.2.3.1). Deze visstations liggen in de onmiddellijke nabijheid van boortorens voor oliewinning.

De resultaten van het histologisch onderzoek van de levernodulen ( 1995 - 1996 ) zijn in de tabellen 1.2.3.4a en 1.2.3.4b opgenomen. In deze tabellen zijn eveneens de histologische resultaten van de levernodulen afkomstig uit het Belgisch continentaal plat vermeld. Levertumoren bij bot komen sinds 1993 minder frequent voor dan in het verleden. De vindplaatsen zijn het estuarium van de Wester Schelde en het station 64 in de nabijheid van de kerncentrale van Aldenburgh.

Een overzicht van het histologisch onderzoek van levernodulen bij platvis in de zuidwestelijke Noordzee (1993 - 1996) wordt door tabel 1.2.3.5 weergegeven.

Levers die kleine nodulen ( < 1mm ) vertonen kunnen soms in de histologische preparaten niet teruggevonden worden. Het leverparenchym lijkt verder volledig normaal.

Glugea infecties worden ook als ronde nodulen in de lever van de drie bestudeerde platvissen waargenomen. Er is heel wat ervaring nodig om die gevallen uit de groep van tumoren in ontwikkeling en echte tumoren (adenoma's en sarcoma's) uit te sorteren.

In figuur 1.2.3.2 wordt een verzameling van levernodulen bij platvis getoond die in augustus 1996 werden verzameld. Adenoma's worden het meest waargenomen. Carcinoma's of kwaadaardige tumoren eerder zelden. De vissen die drager zijn van carcinoma's worden waarschijnlijk snel uit de populatie geëlimineerd.

Belangrijk is de vroege stappen in de tumorontwikkeling te kunnen vaststellen. Hieronder valt de necrose van enkelvoudige hepatocyten, haarden van necrose, uitbreiding van deze haarden en vacuolisatie. Oplossen van de parenchym structuur en het voorkomen van 'Clear cells' of glasheldere cellen in eosinofiele (granulocyten die kleuren met een zure kleuring) en basofiele (granulocyten die kleuren met basische aniline kleurstoffen) haarden van de lever.

## BESLUIT

Uit het histologisch onderzoek van de levernodulen blijkt dat speciale aandacht voor de vroege stappen in de tumorontwikkeling noodzakelijk is. In vele gevallen is het onmogelijk deze vroege stappen met het oog vast te stellen. Om een beter inzicht bij de ontwikkeling van tumoren te verkrijgen moet er gedacht worden aan een observatie op lange termijn, waarbij per vissoort en per gebied een vijftigtal histologische analyses op de lever worden uitgevoerd.

## REFERENTIES

COUCH, J.A. and HARSBARGER, J.C., 1985, Effects of carcinogenic agents on aquatic animals : an environmental and experimental overview, *Environ. Carcinogenesis Revs.*, 3(1), 63\*

COUCH, J.A. and COURTNEY, L. A., 1987; N-Nitrosodiethylamine-induced hepatocarcinogenesis in estuarine sheepshead minnow (*Cyprinodon variegatus*) : Neoplasms and related lesions compared with mammalian lesions, *J. Natl. Cancer Inst.*, 79, 297

COUCH, J.A., 1993, Observations on the state of marine disease studies, in *Pathobiology of Marine and Estuarine Organisms*, Eds., CRC Press, 511

HINTON, D.E., and LAUREN, D.L., 1990; Integrative histopathological approaches to detecting effects of environment stressors on fishes, *Am. Fish Soc. Symp.*, 8, 51

ICES cooperatives reseach report no 166. Methodolog of fish disease surveys, 1988

JOHNSON, L.L., et all, 1993, Chemical contaminants and hepatic lesions in winter flounder (*Pleuronectes americanus*) from the northeast coast of the United States, *Environ. Sci. Technol.*, 27,2759

KÖHLER, A., DIESEMANN, H., LAURITZEN, B., 1992. Histopathological and cytochemical indices of toxic injury in the liver of dab *Limanda limanda* L. *Mar. Ecol. Prog. ser.* vol. 92, 141

KÖHLER, A. PLUTA. H.J., 1992. Liver pathology and central detoxification and biotransforming systems in flounder (*Platichthys flesus* L.) in the German Wadden sea. ICES\CM 1992\E28

MYERS, M.S., LANDAHL, J.T., KRAHN, M.M., JOHNSON,L.L, and McCAIN, B.B., 1990, Overview of studies on liver carcinogenesis in English sole from Puget Sound; evidence for a xenobiotic chemical etiology,1, *Pathology and epizootiology, Sci. Total Environ.*,94,33

PITOT, H.C., CAMBELL, H.A., MARONPOT, R., BAWA, N., RIZVI, T.A., SARGENT, L., DRAGON, Y., and PYRON,M., 1989, Critical parameters in the quantification of the stages of initiation, promotion, and progression in one model of hepatocarcinogenesis in the rat, *Toxicol. Pathol.*, 17, 594

PAPANICOLAOU, G.N. (1954) : Atlas of Exfoliative Cytology. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

STEIN, J.E., REICHERT. W.L., NISHIMOTO, M., and VARANASI, U., 1990, Overview of studies on liver carcinogenesis in English sole from Puget Sound; evidence for a Xenobiotic chemical etiology, 2, *Biochemical studies, Sci. Total Environ.*, 94, 51

VETHAAK, A.D, ap RHEINALLT, 1992 : Fish diseases as monitor for marine pollution : the case North Sea. *Rev. Fish Biol. Fish*, 2,1.

YEVICH, P. en BARSZCZ, C. (1976) : Histopathology as a monitor for marine pollution - results of the histopathology as a monitor for marine pollution - results of the histopathologic examination of the animals collected for the U.S. 1976 Mussel Watch program, 56.

Populatie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Flamborough (Area 2)	2.4	1.9	2.7	0.8	0.6	0.6	2.5
Oysterground (Area 3)	1.9	3.7	1.9	1	1.1	0.1	0.4
Deepwaterchannel (Area 4)	3.6	1.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel 1.2.3.1: Evolutie van het voorkomen (%) van levernodulen bij schar in de Zw Noordzee  
( aug 1990 - aug 1996 )

Populatie	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Flamborough (Area 2)	1.8	2.3	4.4	1.7	0.8	0.35	0.0
Oysterground (Area 3)	1.8	3.8	3.6	1.2	0.0	1.7	1.3
Deepwaterchannel (Area 4)	3.1	3.1	2.5	0.0	0.0	0.5	0.0

Tabel 1.2.3.2 : Evolutie van het voorkomen van levernodulen (%) bij schol in de Zw Noordzee  
( aug 1990 - aug 1996 )

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Westerschelde estuarium	4.2	8.1	8.5	1.7	1.7	1.2	0.78

Tabel 1.2.3.3 : Evolutie van het voorkomen van levernodulen (%) bij bot in het B.c.p.(1990-1996)

No	Datum	Ices visvakken	Station	Soort	Diagnose	Histologische diagnose
1	9/05/95	31F2/3	B.c.p.*	Bot	LNOD	Zeer verwarde leverlob met veel vacuolen in cytoplasma
2	9/05/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	Oude granuloma met kalkvorming.
3	22/08/95	33F1	64	Bot	LNOD	Hepatocyten gehypertrofeerd en sterk gevacuoliseerd. Neoplasia
4	22/08/95	33F1	64	Bot	LNOD	Adenoma omringd met een dunne capsule van bindweefsel.
5	21/0/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	Adenoma met verwarde structuur en basofiele haarden van celverandering(CA)
6	21/0/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	GAV (Geen Abnormaliteiten Vastgesteld)
7	21/0/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	Vermeerdering van basofiele haarden in Melano Macrofage Centers (MMC)
8	5/10/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	GAV
9	9/10/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	Grote cyste van Glugea infectio
10	9/10/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	Grote cyste van Glugea infectio
11	11/10/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	GAV
12	11/10/95	31F2/3	B.c.p	Bot	LNOD	GAV (grote hoeveelheid pancreatisch weefsel aanwezig)
13	18/08/95	36F2	1	Schol	LNOD	Kleine MMC's .grote volle cysten bevattend Lymphocyten en bloedcellen
14	19/08/95	35F2	26	Schol	LNOD	Groot adenoma . Heapatocyten met stijgende vacuolisatie.
15	20/08/95	36F2	113	Schol	LNOD	Basofiele haarden van celverandering
16	20/08/95	36F0	19	Schol	LNOD	GAV
17	21/08/95	35F1	73	Schol	LNOD	Vette lever met basofiele haarden van celverandering en MMCs in geaffecteerd parenchym
18	24/04/95	31F2/3	B.c.p	Schar	LNOD	GAV
19	19/08/95	35F1	81	Schar	LNOD	Basofiel adenoma, haard van macrophagen,die waarschijnlijk een granuloom uitmaken
20	20/08/95	36F1	114	Schar	LNOD	Grote haard van basofiele hepatocieten
21	20/08/95	36F0	18	Schar	LNOD	Vershillende haarden van verwarde adenomas met minimale compressie
22	23/08/95	36F0	19	Schar	LNOD	GAV
23	19/08/95	35F1	81	Schar	Epitheliocystis**	Drie scharblokjes met huid en spieren: a) Een onderlaag met in het oog springende vervelling van de epitheliale cellen.b) Een bovenlaag met hyper melanisatie en erosie, en het lossen van het epidermis. c) Een derde doorsnede met normale plaats, alhoewel epitheliale hyperplasia mogelijk is.
24	19/08/95	35F0	72	Schar	Huid anomalie	Epithelium vervelt en sterke toename van schubben vormende cellen
25	23/08/95	32F1	93	Kabeljauw	Milt (granulatie)	Weefsel is bijna onherkenbaar. Bevat granulatieachtige letsels,de grootste met necrotische centra

Tabel 1.2.3.4a : Histologisch onderzoek van levernodulen bij platvis uit de zuidwestelijke Noordzee (1995)

\* Belgisch continentaal plat

\*\*Huidaandoening bij schar

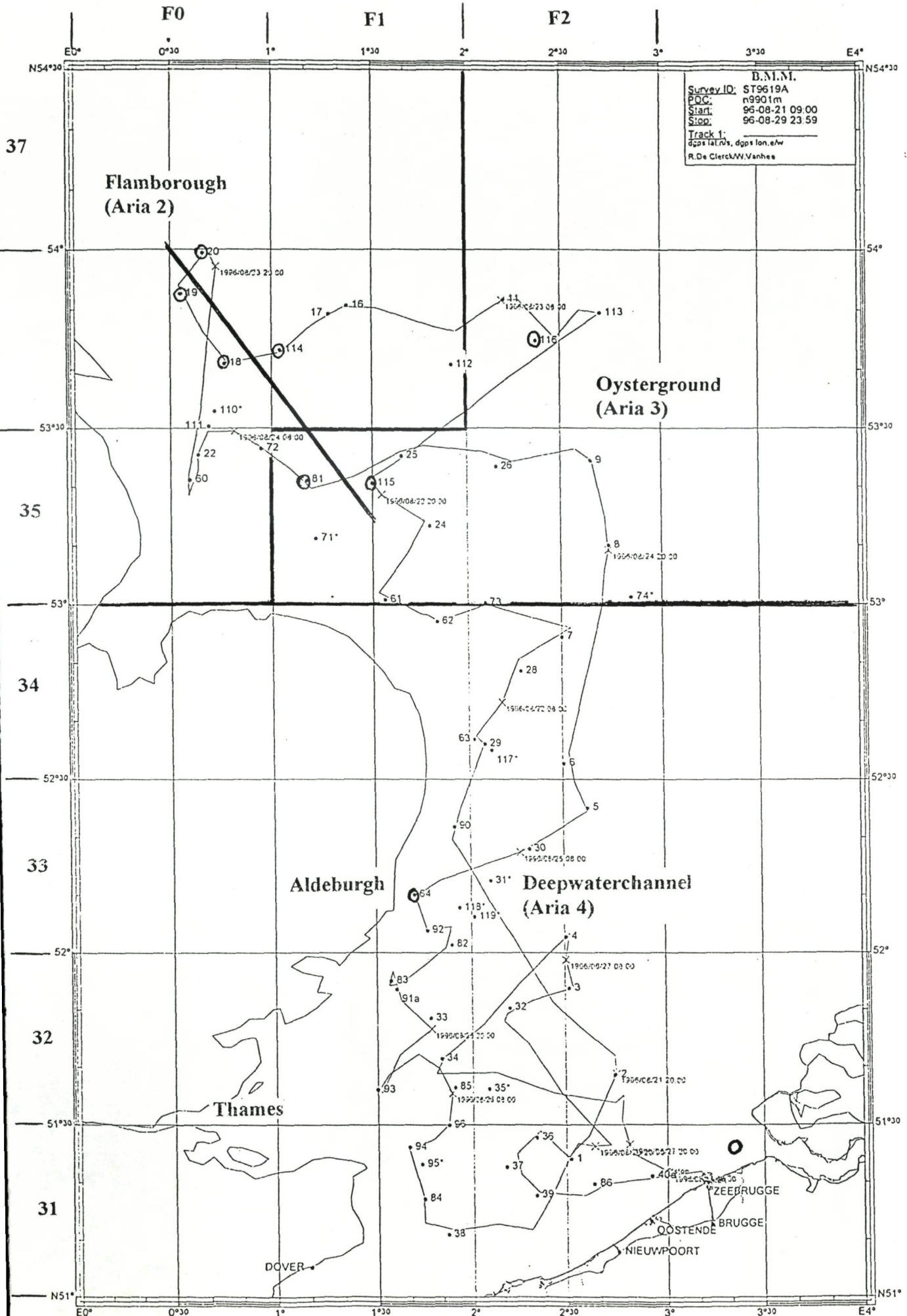
No	Datum	Soort	Lengte	Visvakken	Station	Diagnose	Histologische diagnose
1	13/05/96	Bot	28	31F2/3	B.c.p	LNOD	Adenoma
2	20/05/96	Bot	36	31F2/3	B.c.p	LNOD	Adenoma
3	20/05/96	Bot	38	31F2/3	B.c.p	LNOD	Adenoma
4	25/08/96	Bot	38	33F1	64	LNOD	Adenoma
5	22/08/96	Schar	30	35F2	73	LNOD	Adenoma
6	22/08/96	Schar	30	35F1	115	LNOD	Adenoma, verschillende macrofage centrum
7	23/08/96	Schar	22	36F2	116	LNOD	Adenoma
8	23/08/96	Schar	20	36F1	114	LNOD	Grote focussen van celverandering Onderscheiden macrofage centrum
9	23/08/96	Schar	31	36F0	18	LNOD	Grote focussen van celverandering met mogelijk adenoma, lokale inflammatie geassocieerd met melanomacrofage centrum
10	23/08/96	Schar	24	36F0	18	LNOD	Adenoma aanwezig met verschillende focussen van celverandering
11	23/08/96	Schar	27	36F0	19	LNOD	Adenoma
12	23/08/96	Schar	16	36F0	20	LNOD	Adenoma
13	24/08/96	Schar	25	36F0	81	LNOD	Adenoma
14	22/08/96	Schol	58	36F1	115	LNOD	Adenoma, basofiele plaatsen van celverandering
15	24/08/96	Schol	57	35F1	25	LNOD	Oppervlakkige leverlob, adenoma niet bevestigd Extreme vacuolisatie van het epithelium van de galwegen. Enige regeneratie.

Tabel 1.2.3.4b : Histologische onderzoek van levernodulen bij platvis uit de zuidwestelijke Noordzee (1996)

Jaar	Aantal onderzocht	LNOD gedetermineerd	Diagnose					Adenoma	Carcinoma
			NAD*	Lever ziekte	Gluea infectie	Vroege stappen in tumor ontwikkeling			
<b>1993</b>									
Bot	860	11	3	8	1	6	1	-	
Schol	1362	3	2	1	1	-	-	-	
Schar	1801	6	2	4	1	3	-	-	
<b>1994</b>									
Bot	970	12	1	11	-	3	7	1	
Schol	1340	3	1	2	-	2			
Schar	1832	3	1	2	-	-	2	-	
<b>1995</b>									
Bot	850	12	4	8	3	-	4	1	
Schol	1612	5	1	4	-	3	1	-	
Schar	3327	5	2	3	-	1	2	-	
<b>1996</b>									
Bot	1113	4	0	4	-	-	4	-	
Schol	1417	2	0	2	-	1	1	-	
Schar	2085	9	0	9	-	2	7	-	

Tabel 1.2.3.5 : Histologische diagnose van levernodulen bij platvis in de zw Noordzee (1993-1996)

NAD\* = No Abnormalities Detected

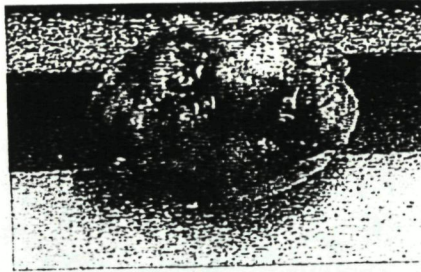


Figur 1.2.3.1 :Fishing stations (o) in relation to liver nodules in flatfish in the south-western North Sea (aug 1996)

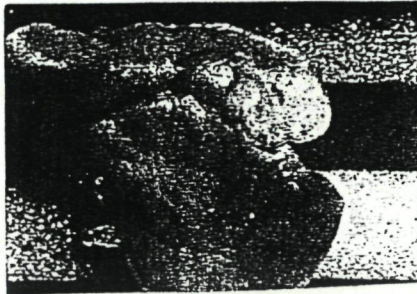
Fishing area : 35F1  
Station : 115  
Species : dab  
Incidence : 1\85



Fishing area : 36F0  
Station : 20  
Species : dab  
Incidence : 8\124



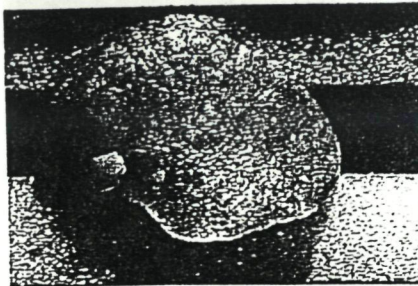
Fishing area : 36F2  
Station : 116  
Species : dab  
Incidence : 2\144



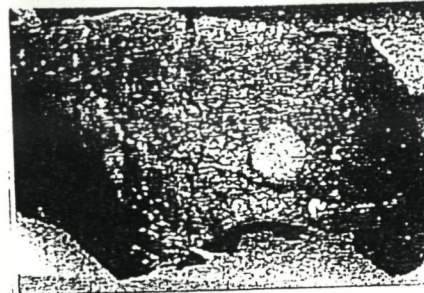
Fishing area : 35F1  
Station : 81  
Species : dab  
Incidence : 2\78



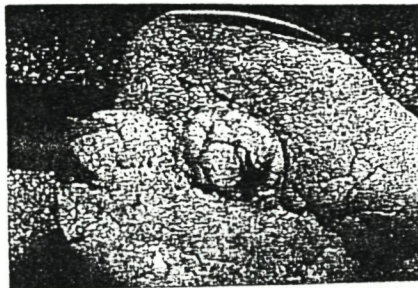
Fishing area : 36F1  
Station : 114  
Species : dab  
Incidence : 1\26



Fishing area : 36F1  
Station : 25  
Species : plaice  
Incidence : 1\20



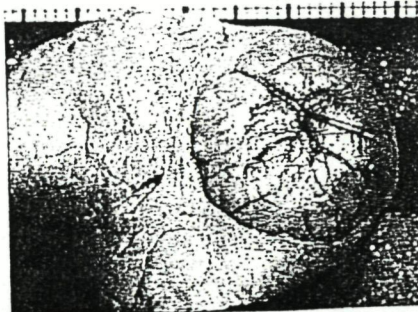
Fishing area : 36F0  
Station : 18  
Species : dab  
Incidence : 2\64



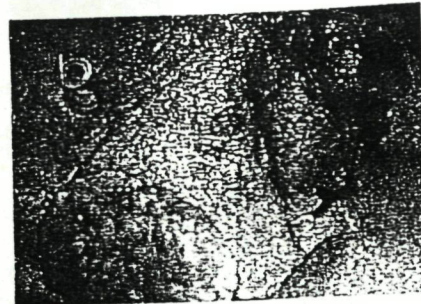
Fishing area : 35F1  
Station : 115  
Species : plaice  
Incidence : 1\19



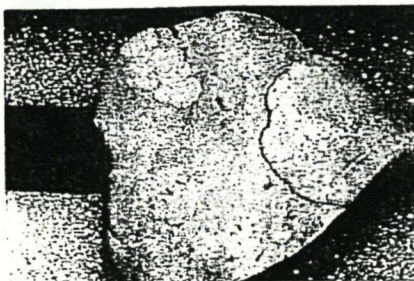
Fishing area : 36F0  
Station : 18  
Species : dab  
Incidence : 2\64



Fishing area : 33F1  
Station : 64  
Species : Flounder  
Incidence : 1\25



Fishing area : 36F0  
Station : 19  
Species : dab  
Incidence : 1\55



**Figur 1.2.3.2 : Occurrence of liver nodules in flatfish ( sw North Sea, Aug 1996)**

## **Project 1.3 - Studie van de biologische conditie van vis**

Projectverantwoordelijke : D. Declerck

### **INLEIDING, MATERIAAL en METHODEN**

De motivering voor het onderzoek naar de biologische conditie van zeevis vindt zijn oorsprong in de steeds weerkerende vraag van de consument naar de kwaliteit van Noordzee vis.

De biologische conditie en de samenstelling van zeevis wordt beïnvloed door een aantal endogene en exogene factoren, waaronder voedselaanbod, paaiperiode, milieucondities en de aanwezigheid van ziekten en parasieten, die allen in min of meerdere mate seizoensafhankelijk zijn.

De bemonsteringen werden in augustus 1995 en 1996 uitgevoerd, met het onderzoekingsvaartuig 'Belgica'. De scharren en schollen werden uit verschillende visvakken uit de zuidelijke Noordzee, het Belgisch continentaal plat inclusief, bemonsterd (figuur 1.2.2.1). In het laboratorium werd het vetgehalte (AOAC, 1990), het eiwitgehalte (DYER, 1950) en het drogestofgehalte bepaald. De chemische bepalingen op schar werden op de lengteklasse 20 - 24cm; en bij schol op de lengteklasse 24 - 29cm bepaald.

### **RESULTATEN en BESPREKINGEN**

Bij schar bedroeg het gemiddeld eiwitgehalte in de zuidwestelijke Noordzee  $18,4 \pm 1,1\%$  en was van dezelfde grootte orde als in augustus 1994. Het eiwitgehalte stijgt naar het Belgisch continentaal plat (19,9%) toe. Het laagste eiwitgehalte werd in de visvakken 36F0 en 35F1 bepaald.

Voor wat het vetgehalte betreft werd gemiddeld  $1,42 \pm 0,13\%$  bekomen.

Het laagste vetgehalte werd eveneens in visvak 35F1 (1,17%) opgetekend; het hoogste in het Belgisch continentaal plat (1,8%). Het asgehalte varieerde van 1,24% tot 1,41% met een gemiddelde van  $1,29 \pm 0,05\%$ . Deze bevindingen bevestigen de resultaten die in 1994 op schar werden bekomen.

Voor wat het droge stof- en asgehalte van schol betreft werd in de zuidwestelijke Noordzee geen significant verschil gevonden met schar. Daarentegen bedroeg het gemiddeld vetgehalte bij schol  $0,88 \pm 0,12\%$  en was significant lager dan bij schar. Het gemiddeld eiwitgehalte bij schol bedroeg  $18,75 \pm 0,57\%$  en was lichtjes hoger.

Met betrekking tot de biologische conditie en het voorkomen van ziekten en parasieten bij schol werden in de beviste visvakken geen opmerkelijke verschillen gevonden. Dit is in tegenstelling met schar waar een verminderde conditie in verband kan gebracht worden met een verhoogde aanwezigheid van ziekten en parasieten in de visvakken rond het Humber gebied.

## BESLUIT

De resultaten van de onderzoeken omtrent de biologische conditie van schar die in 1994 in de zuidwestelijke Noordzee werden bekomen worden in 1995 bevestigd. De gemiddelde procentuele waarden voor het vet-, eiwit-, as-, en droge stofgehalte veranderden in de twee onderzoeksperiodes weinig van elkaar. De laagste procentuele gehalten werden zoals in 1994 (IWONL, aktiviteitsverslag 1993-94) in de visvakken rond het Humber estuarium gevonden. Het is ook de plaats waar het procentueel voorkomen van ziekten bij schar het hoogst is. Voor wat schol betreft werden geen opvallende verschillen tussen de visvakken vastgesteld.

## REFERENTIES

AOAC (1990) : Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists. Vol. 2 Fifteenth edition.

COTMAN, D. (1993) : Hematologisch en immunologisch onderzoek bij vissen. Eindwerk H.T.I., Brugge (onder leiding van D. Declerck)

DEYER, W.J. et al. (1950) : Proteins in fish muscle. Extraction of proteins in fresh fish. J. Fish. Res. Bd. Can., 585-593.

IWONL (1993-1995) : Biologisch onderzoek in de zeevisserij. Aktiviteitsverslag

## **Project 1.4 - Hematologisch en immunologisch onderzoek bij zeevis**

Projectverantwoordelijke : D. Declerck

### **Project 1.4.1 - Bloedonderzoek op bot en schar uit het Belgisch continentaal plat en de zuidwestelijke Noordzee.**

#### **INLEIDING**

Hematologisch en immunologisch onderzoek spelen een belangrijke rol in de diagnose van ziekten bij vissen. In dit domein is er nog niet veel onderzoek gebeurd bij zeevis in vitro omdat de milieu omstandigheden zoals seizoen en getij die een directe invloed hebben op het stressniveau bij vis, moeilijk na te bootsen zijn in laboratoria. Ook op wild levende populaties van Noordzeevis is er in verband met hematologisch en immunologisch onderzoek weinig bekend.

De immuunsystemen van gewervelde en ongewervelde zeedieren, zoals dat van hogere levensvormen bestaat, zijn in staat om stressverhogende factoren, in het bijzonder chemische contaminanten, te toetsen. Langdurige blootstelling aan toxische stoffen kan leiden tot een daling van de weerstand tegen virale, bacteriële en parasitaire ziekten (MATHEWS, 1990). Van daar dat immunologische technieken zoals de meting van de chemotaxis (gerichte celmigratie) en de microscopische meting van fagocytose (opname van microorganismen ) nuttig kunnen zijn bij de evaluatie van de gezondheidstoestand van vissen. PETERS en SCHWARZER (1985) hebben aangetoond dat stress de gevoeligheid voor ziekten doet toenemen. Dit effect gaat gepaard met veranderingen in de witte bloedcellen, concreet een daling van het aantal lymfocyten en te gelijktijd een stijging van het aantal granulocyten.

Zij hebben eveneens onderzocht in hoeverre stress aan de basis kan liggen van veranderingen in hematopoiëtische organen, in het bijzonder de milt en nieren van de regenboogforel (*Salmo gairdneri*). De meest op de voorgrond tredende effecten zijn de verhoging van het aantal makrofaagachtige cellen, een daling van het aantal hemoblasten en lymfocyten en een verhoogde bloedcellenafbraak. PEARSON et al (1978) bestudeerde forel onder stress omstandigheden en kwam tot het besluit dat het bloedbeeld gekenmerkt was door een verhoogd aantal neutrofiele granulocyten en een verlaagd aantal lymfocyten. De resultaten tonen aan dat deze methoden gebruikt kunnen worden als bio - indicators van de gezondheidstoestand van de vis en van de effecten van blootstelling aan stress van de omgeving.

De morfologie, de functie en de oorsprong van de rode bloedcellen worden ondermeer door PETERS en medewerker (1985) beschreven en door de 'Atlas of fish histology' (1982) in beeld gebracht. De morfologie, de functie en de oorsprong van de lymfocyten, de plasmacellen, de monocytten, de macrofagen, de granulocyten (neutrofiele, basofiele en eosinofiele) en de trombocyten bij vis worden vooral door ELLIS (1977) omschreven.

## **MATERIAAL en METHODEN**

Het bloedonderzoek op vissoorten afkomstig van het Belgisch continentaal plat en van de zuidelijke Noordzee werd verdergezet. De hematologische referentiewaarden voor schar en bot werden met nieuwe gegevens aangevuld. De resultaten van deze studie vond zijn toepassing bij het onderzoek naar de fagocytose capaciteit bij schar en bot (project 1.4.2.)

Als hematologische parameters werden de erythrocyten en de leucocyten bepaald. Bij de leucocyten werd een onderscheid gemaakt tussen de lymphocyten, de monocytten en de granulocyten. Verder werden ook het hematocrietgetal, de sedimentatiesnelheid van de rode bloedcellen en de hemoglobineconcentratie bepaald. De gebruikte methoden werden omschreven door COTMAN en DECLERCK (1993)

## **RESULTATEN EN BESPREKINGEN**

De resultaten van het bloedonderzoek bij bot zijn opgenomen in de tabellen 1.4.1.1; 1.4.1.2a en 1.4.1.2b. Er werden zowel vrouwelijke als mannelijke exemplaren bemonsterd. Naast de vangstdatum werd ook de temperatuur en de diepte van het zeewater opgetekend.

Tot hier toe werd weinig verschil gevonden tussen de bloedformule van gezonde mannelijke en vrouwelijke botten. Er werd tevens vastgesteld dat 7% van de gezond bevonden vissen annemie vertoonden. Het haematocriet getal was bij deze vissen aan de lage kant. Het gemiddeld aantal rode bloedcellen per  $\mu\text{l}$  lag bij de gezonde bot significant hoger dan bij gezonde schar. Eind 1995 bedroeg het gemiddeld aantal erythrocyten bij bot en schar respectievelijk  $2850000\mu\text{l} \pm 444000$  en  $1928000\mu\text{l} \pm 302840$ .

Tabel 1.4.1.3 geeft het individueel bloedonderzoek weer bij schar, terwijl in tabel 1.4.1.4 en de figuren 1.4.1.1 tot 1.4.1.4 de gemiddelde waarden van de bloedparameters bij gezonde vrouwelijke schar gedurende de periode december 1995 en juni 1996 weergeven.

In de maand april tot vlak voor het paaien (eind april), werd een daling van het aantal erythrocyten vastgesteld. Na het paaien begin mei, bleef het aantal erythrocyten laag doch herstelde zich in de maand juni tot het normale aantal nl  $2200000 \mu\text{l}$ . Eind juni werden de hoogste waarden voor het haematocriet (40,3%) en het haemoglobine (7,75g/dl) genoteerd.

Voor wat het aantal leucocyten betreft werd na het paaien een verdubbeling van het aantal : namelijk veertien tot zestien duizend per  $\mu\text{l}$  geteld. Dit gegeven heeft waarschijnlijk te maken met paaistress. De procentuele verhouding van de lymfocyten, granulocyten en monoccyten veranderde gedurende de paaiperiode nauwelijks. Eveneens rond de paaiperiode (april - mei) werd een verlaging van de conditiefactor ( $<1$ ) vastgesteld.

Er werd eveneens vastgesteld dat schar zich van de overbrenging van zee naar het aquarium moeilijk herstelde en leidde tot meer stress bij de vis. Tien dagen na de vangst van de schar werd t.o.v. uit zee onmiddellijk bemonsterde vis nog een aanzienlijke stijging van de monoccyten en granulocyten en een daling van de lymfocyten vastgesteld. Het is bekend dat stresserende factoren bijdragen tot een vermindering van het aantal lymfocyten en een vermeerdering van het aantal monoccyten en granulocyten (PETERS en SCHWARTSER, 1985 ; KLINGER, 1983)

Uiteindelijk werd het bloedonderzoek op schar, schol en kabeljauw in augustus 1995 en 1996 in diverse visvakken van de zuidwestelijke Noordzee verdergezet. Ten opzichte van de bestudeerde platvissoorten werd een significante wijziging bij de procentuele verhouding van de leucocyten bij kabeljauw vastgesteld. Het procentueel aantal monoccyten ligt beduidend hoger en het procentueel aantal lymfocyten lager dan bij schar en schol (tabellen 1.4.1.5a. en 1.4.1.5b)

## BESLUIT

Bij het onderzoek van vrouwelijk en mannelijke bot werd tot nu toe weinig verschil in de bloedformule gevonden. Het aantal erythrocyten  $\mu\text{l}$  ligt bij bot aanzienlijk hoger dan bij schar. Ongeveer 7% van de onderzochte bot lijdt aan anemie. De paaiperiode bij schar beïnvloedt het aantal erythrocyten en het aantal leucocyten in aanzienlijke mate. Het aantal leucocyten verdubbelt doch de procentuele verhouding van de granulocyten, lymfocyten en monoccyten blijft ongewijzigd. Bij proefnemingen in aquarium omstandigheden met in het wild gevangen vis lijkt een aanpassingsperiode noodzakelijk. De verhouding van het procentueel voorkomen van de leucocyten bij kabeljauw verschilt aanzienlijk van de andere bestudeerde platvissoorten.

## REFERENTIES

An atlas of fish histology, 1982. Normal and pathological features. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

COTMAN D., 1993. Hematologisch en immunologisch onderzoek bij vissen. Eindverhandeling o.l.v. D. Declerck (onuitgegeven). Brugge, H.T.I.

ELLIS, A.E., 1977. The Leucocytes of fish: A review. J. Fish Biol. 11, pp. 453 - 491.

KLINGER, R.C., et al., 1983. Effects of dietary lipid on hematological parameters in Channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Submitted: Fish physiology and biochemistry.

MATHEWS ELAINE S., et al., 1990. Assays of immune function in fish macrophages. Techniques used as indicators of environmental stress. Techniques in Fish Immunology. Fish Immunology Technical Communications 1. Edited by Stolen J.S et al.

PETERS G. and R. SCHWARZER, 1985. Changes in hemopoietic tissue of rainbow trout under influence of stress. Diseases of aquatic organisms. Vol. 1 : pp. 1 - 10.

Tabel 1.4.1.1 : Bloedonderzoek op bot in het Belgisch continentaal plat in functie van de vangperiode (1995 - 1997)

Bot Datum Temp zeew	Lengte	Gewicht	Conditiefact.	Geslacht	Haematocriet	R.B.C./ $\mu$ l	W.B.C./ $\mu$ l	Monocyt(%)	Lymfocyt(%)	Granulocyt(%)	Haemoglobine g/dl
22/11/95											
11°C											
1	39	750	1,26	m	33	2288000	5312	7	91	2	8,88
2	35	470	1,09	m	35	2720000	7968	17	75	8	11,61
3	41	850	1,23	m	32	2496000	5625	11	87	2	12,02
4	35	480	1,19	m	46	3296000	5312	13	80	7	12,21
5	35	500	1,16	m	51	3424000	2500	13	81	6	18,68
6	37	570	1,12	vr	50	3040000	3593	9	87	4	13,95
7	36	670	1,43	vr	44	2576000	8750	17	74	9	13,8
8	41	965	1,4	vr	46	2880000	8750	15	77	8	11,68
9	32	420	1,28	vr	44	3040000	5312	13	85	2	11,12
10	42	930	1,25	vr	36	3040000	6875	20	74	6	11,65
11	45	1195	1,31	vr	44	2800000	4375	26	71	3	15,54
12	41	1030	1,49	vr	39	2864000	7031	16	80	4	12,71
13	39	875	1,47	vr	39	2704000	9687	4	94	2	11,23
14	31	425	1,42	vr	34	2256000	14375	19	75	6	14,97
15	34	555	1,4	vr	36	2720000	6406	11	81	7	13,76
16	40	1015	1,58	vr	26	1440000	2812	3	95	2	10,21
13/12/95											
7,5°C											
17	32	335	1,02	m	46	3264000	3750	8	90	2	7,98
18	35	475	1,11	m	36	2192000	1563	9	84	7	9,22
19	34	500	1,27	m	50	3168000	2812	6	93	1	6,73
20	35	435	1,01	m	46	3488000	2656	7	90	3	5,11
21	35	475	1,11	m	49	3200000	1875	4	94	2	9,34
22	39	820	1,38	vr	37	2496000	2812	6	87	7	5,67
23	37	735	1,45	vr	35	2512000	11875	11	80	9	2,5
24	38	820	1,49	vr	39	3456000	2500	1	91	8	2,61
1/2/96											
5°C											
25	30	290	1,07	m	46	2688000	7233	3	96	1	10,3
26	39	570	0,96	vr	24	1888000	5312	10	89	1	4,92
27	29	230	0,94	vr	35	2240000	2031	7	91	2	12,1
25/6/96											
16°C											
28	31	360	1,2	vr	23	1280000	14062	17	78	5	6,16
29	34	500	1,27	vr	49	2736000	13125	9	90	1	8,66
30	38	620	1,13	vr	36	2144000	11875	6	92	1	8,17
9/10/96											
14°C											
31	30	320	1,19	m	49	2080000	13437	10	82	8	7,85
32	38	580	1,06	vr	27	3056000	7031	9	77	14	3,65

33	40	675	1,05	vr	23	2240000	3281	6	90	4	3,42
34	41	980	1,42	vr	37	3872000	2813	5	92	3	6,9
35	33	415	1,15	vr	32	3440000	5781	8	86	6	5,47
36	29	250	1,03	vr	32	3328000	13438	8	75	17	6,72
16\10\96											
14°C											
37	32	390	1,19	m	52	3568000	8906	14	79	7	7,93
38	29	280	1,15	m	45	3632000	11719	14	75	11	6,68
39	39	790	1,33	vr	28	2640000	2187	1	96	3	4,79
40	37	660	1,3	vr	47	3360000	18125	7	83	10	6,41
23\10\96											
14°C											
41	29	242	1	m	35	3488000	10313	3	88	9	6,07
42	28	287	1,31	m	44	2240000	18438	8	85	7	6,03
43	30	288	1,07	m	37	3152000	22031	8	86	6	5,77
44	39	625	1,05	vr	24	1712000	8281	13	80	7	2,48
12\11\96											
10°C											
45	28	257	1,17	m	23	2016000	10939	13	76	11	1,72
46	32	408	1,25	m	36	3056000	12813	12	81	7	6,64
47	34	427	1,09	m	44	5168000	6250	10	78	12	8,38
48	34	483	1,23	vr	44	3328000	4688	4	84	12	8,64
27\11\96											
9,5°C											
49	37	650	1,28	m	44	4032000	6563	4	94	2	9,57
50	35	542	1,26	m	43	2800000	12813	8	81	11	7,91
51	34	425	1,08	m	34	2928000	5156	3	92	5	8,85
52	29	285	1,17	m	45	3760000	7500	4	90	6	9,68
11\12\96											
9,5°C											
53	34	397	1,01	m	37	3552000	6875	6	83	11	6,88
54	33	486	1,35	m	38	4768000	7188	5	80	15	8,06
55	35	467	1,08	m	39	7552000	12188	14	82	4	7,07
56	48	1199	1,08	vr	klontering	3232000	7813	8	88	4	4,08
18\12\96											
9,5°C											
57	31	335	1,12	m	47	4000000	6406	6	86	8	9,34
58	36	380	0,8	m	13	784000	2031	17	60	23	1,1
59	35	360	0,83	m	45	3632000	3750	7	85	8	9,46
60	41	855	1,24	vr	37	3440000	9375	6	84	10	5,98
15\01\97											
3,7°C											
61	28	265	1,21	m	52	4624000	5937	5	88	7	9,87
62	33	470	1,31	vr	45	7456000	12343	17	66	17	6,92
63	41	850	1,23	vr	28	2080000	6250	11	85	4	5,07
64	47	930	0,89	vr	33	4032000	9062	25	60	15	6,58

Datum		L (cm)	G (g)	CF g.cm <sup>3</sup>	HC (%)	R.B.C/µl	W.B.C/µl	Monoc(%)	Lymfoc(%)	Granul(%)	HgGldl
22/11/95 11°C	n	5									
	X	37	610	1,19	39,4	2844800	5343	12,2	82,8	5	12,68
	SD	2,5	158,6	0,06	7,7	444143	1735	3,2	5,6	2,5	3,23
13/12/95 7,5°C	n	5									
	X	34,2	444	1,1	45,4	3062400	2531	6,8	90,2	3	7,68
	SD	1,2	58,3	0,09	5	449324	768	1,7	3,5	2,1	1,6
1/12/96 5°C	n	1									
	X	30	290	1,07	46	2688000	7233	3	86	1	10,3
	SD										
9/10/96 14°C	n	1									
	X	30	320	1,19	49	2080000	13437	10	82	8	7,85
	SD										
16/10/96 14°C	n	2									
	X	30,5	335	1,38	48,5	3600000	10312	14	77	9	7,31
	SD	1,5	55	0,19	3,5	32000	1407	0	2	2	0,63
23/10/96 14°C	n	3									
	X	29	272,3	1,12	38,7	2960000	16927	6,3	86,3	7,3	5,96
	SD	0,8	21,5	0,14	3,9	527272	4902	2,4	1,3	1,3	0,13
12/11/96 10°C	n	3									
	X	31,3	364	1,17	34,3	3413333	10000	11,7	78,3	10	5,58
	SD	2,5	76,1	0,07	8,7	1311371	2760	1,3	2,1	2,2	2,8
27/11/96 9,5	n	4									
	X	33,8	475,5	1,2	41,5	3380000	8008	4,8	89,6	6	9
	SD	3	135,8	0,08	4,4	526832	2897	1,9	5	3,2	0,71
11/12/96	n	3									
	X	34	450	1,15	38	5290668	8760	8,3	81,7	10	7,34
	SD	0,8	38,3	0,15	0,8	1674293	2434	4	1,2	4,5	0,52
9,5°C 18/12/96	n	2									
	X	33	347,5	0,98	46	3816000	5078	6,5	85,5	8	9,4
	SD	2									
15/11/97 3,7°C	n	1									
	X	28	265	1,21	52	4624000	5938	5	88	7	9,87
	SD										

Tabel 1.4.1.2a : Gemiddelde waarden van de bloedparameters bij mannelijke gezonde bot in het B.c.p (dec 1995 - jan.97)

Datum		L (cm)	G (g)	CF g.cm <sup>3</sup>	HC (%)	R.B.C/μl	W.B.C/μl	Monoc (%)	Lymfoc (%)	Granul (%)	HGg/dl
22/11/95	n	11									
11°C	X	38,0	786,4	1,38	39,8	2669091	7088	13,9	81,2	4,8	12,8
	SD	4,2	255,4	0,12	6,4	447835	3118	6,6	7,8	2,4	1,7
13/12/95	n	3									
7,5°C	X	38	791,7	1,44	37	2821333	5729	6	86	8	3,59
	SD	0,8	40,1	0,05	1,6	448825	4348	4,1	4,5	0,8	1,47
1/2/96	n	2									
5°C	X	34	400	0,95	29,5	2064000	3672	8,5	90	1,5	8,51
	SD	5	170	0,01	5,5	1760000	1641	1,5	1	0,5	3,59
25/6/96	n	3									
	X	34,3	493,3	1,2	36	2053333	13021	10,7	86,7	2,3	7,7
	SD	2,9	106,2	0,06	10,6	597857	896	4,6	6,2	1,9	1,1
9/10/96	n	5									
14°C	X	36,2	580	1,14	30,2	3187200	6469	7,2	84	8,8	5,23
	SD	4,5	247	0,15	4,8	541680	3818	1,5	6,8	5,6	1,47
16/10/96	n	2									
14°C	X	38	725	1,32	37,5	3000000	10156	4	89,5	6,5	5,6
	SD	1	65	0,02	9,5	3600000	7969	3	6,5	3,5	0,81
23/10/96	n	1									
14°C	X	39	625	1,05	24	1712000	8281	13	80	7	2,48
	SD										
12/11/96	n	1									
10°C	X	34	483	1,23	44	3328000	4688	4	84	12	8,64
	SD										
18/12/96	n	1									
9,5°C	X	41	855	1,24	37	3440000	9375	6	84	10	5,98
	SD	5,7									
15/1/97	n	3									
3,7°C	X	40,3	750	1,15	35,3	4522667	9167	4,7	85	10,3	6,19
	SD	5,7	200,7	0,18	7,1	2221998	2553	1,2	5,1	4,1	0,8

Tabel 1.4.1.2b : Gemiddelde waarden van de bloedparameters bij vrouwelijke gezonde bot in het B.c.p (dec 1995 - jan.97)

Tabel 1.4.1.3 : Bloedonderzoek op vrouwelijke schaar afkomstig van het Belgisch continentaal plat (1995 - 1996)

Schar Datum Temp zeew.	Lengte	Gewicht	Cond.fact	Haematocriet	R.B.Cijl	W.B.Cijl	Monocyt(%)	Lymfocyt(%)	Granulocyt(%)	Haemoglobine g/dl
13/12/95										
7,5°C										
1	32	480	1,46	35	2160000	3281	5	72	14	4,8
2	34	510	1,29	36	2272000	2812	2	92	6	3,3
3	33	485	1,35	34	1760000	3281	4	88	8	1,8
4	28	250	1,13	35	1520000	3281	5	93	2	4,2
5	35	440	1,02	47	3040000	1718	6	90	4	7
20/12/96										
7°C										
6	26	560	1,2	32	2240000	2656	13	82	5	7,1
7	34	400	1,01	28	1872000	5000	7	90	3	1,1
8	30	315	1,16	32	2112000	6093	9	87	4	2,7
11/2/96										
5°C										
9	31	380	1,27	35	1760000	10468	6	86	8	5,7
10	29	290	1,19	37	1184000	3125	4	94	2	4,9
11	28	260	1,18	40	1280000	9687	5	90	5	9
12	29	330	1,35	35	1120000	4687	5	92	3	6,7
13	28	260	1,18	40	1280000	17812	6	93	1	5,6
8/2/96										
3°C										
14	33	315	0,87	23	1488000	9375	4	92	4	6,6
15	29	300	1,23	38	2688000	5781	5	90	5	10,7
16	29	305	1,23	38	2400000	4687	4	90	6	6,1
17	34	365	1,43	31	1824000	11562	4	94	2	9,8
18	29	300	1,23	32	1984000	3593	5	92	3	9,2
19	27	220	1,11	30	1952000	4843	3	93	4	4,3
20*	35	510	1,18	22	1600000	12500	23	72	5	7,7
21	30	320	1,18	31	2080000	7187	3	95	2	6,7
29/2/96										
4,5°C										
22	32	355	1,08	37	2256000	2969	2	95	3	3,54
23	25	210	1,34	35	1728000	15469	3	95	2	6,64
24	24	155	1,12	32	1584000	10625	4	95	1	0,7
25	27	300	1,52	36	1888000	9844	5	90	5	5,05
20/3/96										
6°C										
26	27	230	1,17	35	2576000	5938	4	85	11	5,96
27	31	345	1,16	37	1984000	5000	7	90	3	4,75
28	26	220	1,25	18	1408000	2969	9	83	8	1,65
29	27	220	1,12	22	1792000	8906	10	86	4	1,91
30	30	330	1,22	33	2000000	5000	10	82	8	1,08
31	29	285	1,17	35	2160000	3906	5	90	5	0,89

28/3/96	32	30	275	1,02	34	2448000	4531	4	89	7	3,01
7°C											
33	28	255	1,16	32	2240000	5156	20	61	19	1,53	
34	27	205	1,04	34	2864000	5625	15	69	16	2,55	
35	26	200	1,14	28	2016000	4844	11	65	24	5,16	
36	30	345	1,28	29	2016000	20313	12	64	24	0,78	
37	29	260	1,07	28	2480000	6719	6	88	6	5,16	
38	30	340	1,26	36	2256000	5313	8	81	11	6,26	
39	33	390	1,08	40	2416000	5938	7	87	6	2,02	
40	31	305	1,02	30	1888000	18438	10	81	9	2,74	
17/4/96											
7,5°C											
41	32	290	0,89	32	1584000	7188	6	91	3	6	
42	27	220	1,12	34	1856000	15938	5	89	6	0,25	
43	28	200	0,91	45	2688000	3750	4	93	3	6	
44	27	200	1,02	32	1728000	6250	10	85	5	4,56	
45	28	205	0,93	37	1936000	4375	9	90	1	1,65	
22/4/96											
8°C											
46	22	210	1,07	34	2112000	10312	5	92	3	5,13	
47	28	175	0,8	37	2112000	4219	4	91	5	4,33	
48	30	205	0,76	30	1488000	6250	5	90	5	3,08	
49	33	360	1	33	2416000	10625	4	92	2	4,26	
50	28	235	1,07	20	1168000	4063	6	92	2	1,91	
51	32	385	1,17	22	1280000	5625	5	91	4	0,85	
6/5/96											
8°C											
52	26	160	0,91	30	1504000	>100000	5	91	4	6,56	
53	32	320	0,98	32	1664000	19218	4	92	4	4,29	
54	25	140	0,9	18	1184000	4687	7	89	4	1,34	
55	29	210	0,86	42	2144000	20000	3	95	2	10,3	
56	24	104	0,75	14	1072000	>100000	5	93	2	5,69	
57	27	170	0,86	22	1632000	14218	5	92	3	2,71	
25/6/96											
16°C											
58	21	130	1,4	48	2144000	14062	16	79	5	10,8	
59	23	185	1,52	28	2080000	13906	7	89	4	8,35	
60	26	210	1,2	42	2112000	11250	8	91	1	8,17	
61	24	170	1,23	36	2400000	23281	6	91	3	6,05	
62	28	255	1,16	38	2400000	22187	16	83	1	-	
63	27	290	1,47	51	2560000	10937	7	88	5	8,2	
64	24	175	1,26	42	1952000	10000	3	94	3	5,14	
65	24	205	1,48	42	1792000	9375	1	97	2	13,6	
66	32	370	1,13	26	1472000	10625	18	81	1	5,03	
67	25	175	1,12	42	2240000	42187	18	68	14	4,38	
68	25	190	1,21	35	2144000	14287	7	89	4	9,94	
69	26	220	1,25	48	2496000	14375	11	86	3	5,78	
70	25	220	1,4	46	2816000	15000	4	93	3	7,64	

Datum	L (cm)	G (g)	CF g.cm <sup>3</sup>	HC (%)	R.B.C./ $\mu$ l	W.B.C./ $\mu$ l	Monoc(%)	Lymfoc(%)	Granul(%)	HGg/dl
13-dec-95	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	X	31,80	431,3	1,31	35	1928000	3163	4	86,3	7,5
	SD	2,30	105,3	0,12	0,7	302840	203	1,2	8,4	1,1
20-dec-95	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	X	30,30	425	1,12	30,7	2074667	4583	9,3	86,3	4
	SD	3,30	101,6	0,08	1,9	152537	1433	2,5	3,3	0,8
1-feb-96	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	X	29,00	304	1,23	31,4	1324800	9155	5,2	91	3,8
	SD	1,10	45,9	0,07	13,3	225912	5162	0,8	2,8	2,5
8-feb-96	n	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	X	30,1	303,6	1,18	31,9	2059429	6718	4	92,3	3,1
	SD	2,3	40	0,16	4,8	360694	2646	0,8	1,8	1,1
29-feb-96	n	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	X	27	255	1,3	35	1864000	9727	3,5	93,8	2,8
	SD	3,1	89,5	0,18	1,9	250567	4457	1,1	2,2	1,5
20-maa-96	n	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	X	28,6	272,1	1,16	30,6	2052571	5178	7,3	86,4	6,6
	SD	1,8	47,9	0,06	6,9	365028	1750	2,2	3,1	2,6
28-maa-96	n	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	X	29,3	287,5	1,13	32,1	2272000	9043	11,1	74,5	14,4
	SD	2,1	64,4	0,1	4	294591	6006	4,3	10,2	6,9
17-apr-96	n	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	X	28,4	223	0,97	36	1958400	7500	6,8	89,6	3,6
	SD	1,9	38,3	0,09	4,9	383813	4397	2,3	2,7	1,7
22-apr-96	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	X	29,7	262	0,98	29,3	1762666	6849	4,8	91,3	3,5
	SD	2,2	81	0,15	6,3	471336	2670	0,7	0,7	1,3
6-mei-96	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	X	27,2	184	0,87	26,3	1533333	43020	4,8	92	3,2
	SD	2,7	68,6	0,07	9,4	350106	40597	1,2	1,8	0,9
25-jun-96	n	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	X	25,4	215	1,29	40,3	2200615	16265	9,38	86,84	3,7
	SD	2,5	59,1	13	7,25	365654	8538	5,6	7,35	3,2

Tabel 1.4.1.4 : Gemiddelde waarden van de bloedparameters bij vrouwelijke gezonde schaar in het B.c.p (dec 1995 - juni 96)

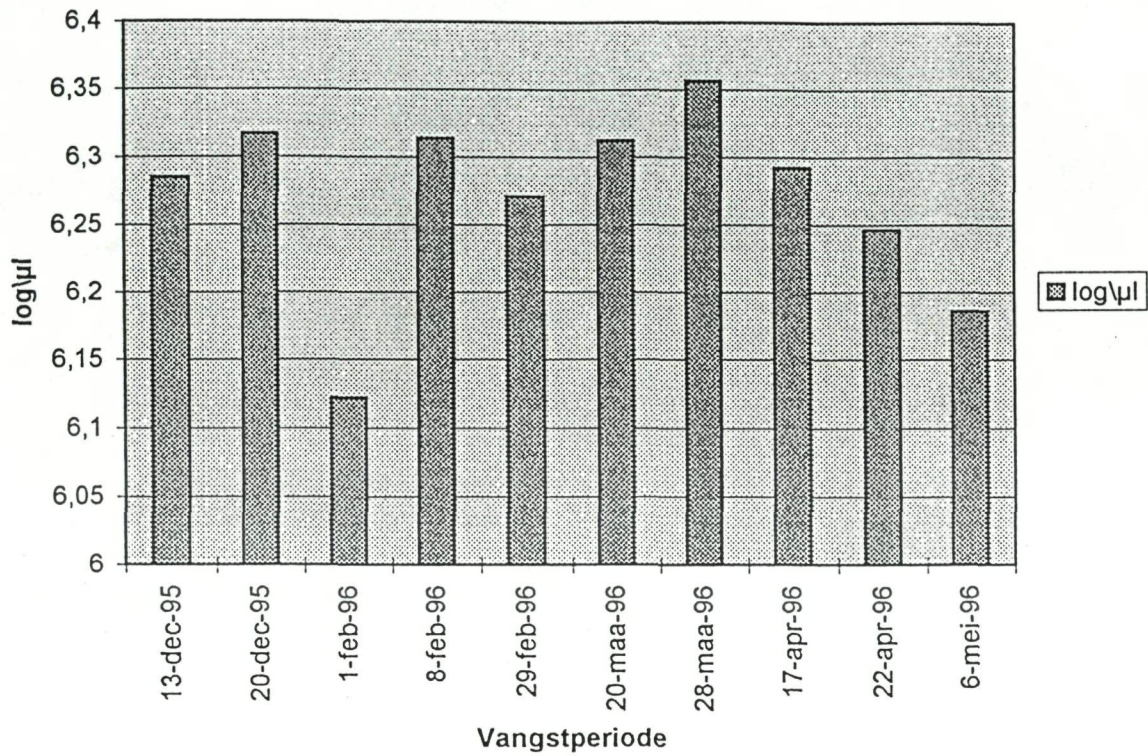
Vissoort	Visvak	Station	Lengte(cm)	Geslacht	Ziekte	Haematocriet waarde (%)	R.B.C\µl	Monocyt(%)	Lymfocyt(%)	Granulocyt(%)	Heamoglobine g/dl
Schar	35F2	8	33	vr	worm lever	36	2112000	2	98	0	5,2
	35F2	9	31	vr		48	2464000	7	93	0	3,8
	35F1	81	25	vr	Epithelioc.1*	30	1536000	7	91	2	2,9
	36F0	19	26	vr	Epithelioc.2	44	2240000	2	94	4	3,1
	36F0	19	30	vr	Epithelioc.1	34	1856000	3	94	3	3,4
	36F0	19	28	vr		17	1152000	5	92	3	2,3
	36F0	18	28	vr	Epithelioc.3	35	2144000	4	94	2	3,5
	36F0	18	25	vr		28	2112000	18	79	3	3,5
	36F0	18	25	vr		30	2112000	17	80	3	2,3
Schol	35F2	26	38	vr		38	2368000	3	95	2	7,4
	35F2	26	41	vr		34	1824000	4	95	1	4,4
	35F2	26	32	m		42	2112000	4	95	1	5,2
	35F1	25	52	vr		30	1440000	2	97	1	5,3
	35F1	25	53	vr	Pigmentafw.	33	1792000	6	92	2	3,5
Kabeljauw	36F0	19	28	m		44	1664000	19	68	13	4
	34F2	6	41	vr		43	1664000	25	64	11	4
	34F2	6	37	m		38	1152000	28	66	6	4
	34F2	6	37	m		35	1792000	8	89	3	5,7
	34F2	6	37	m		38	832000	18	80	2	6,1
	34F2	6	37	vr		37	1696000	33	55	12	5,1
	34F2	6	37	m		43	1856000	23	75	2	4

Tabel 1.4.1.5a: Bloedonderzoek op schar, schol en kabeljauw in de zuidwestelijke Noordzee (Belgica campagne aug. 1995)

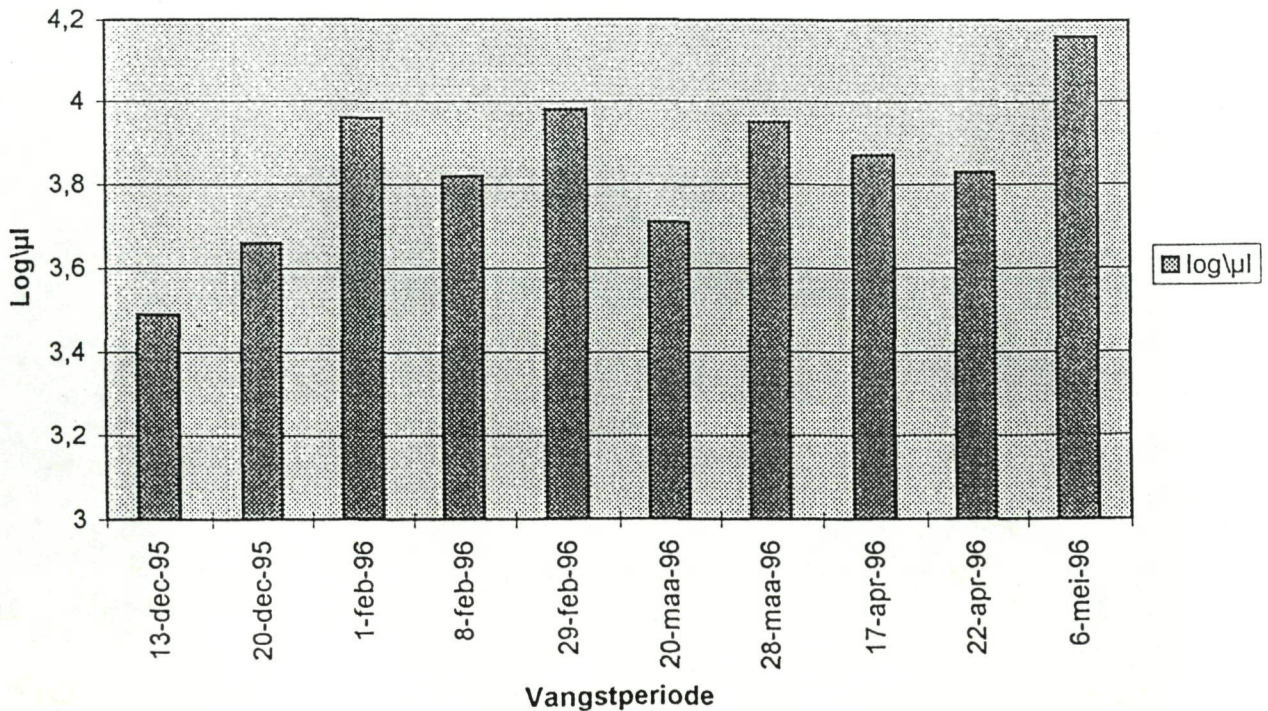
\* = Graad van infectie



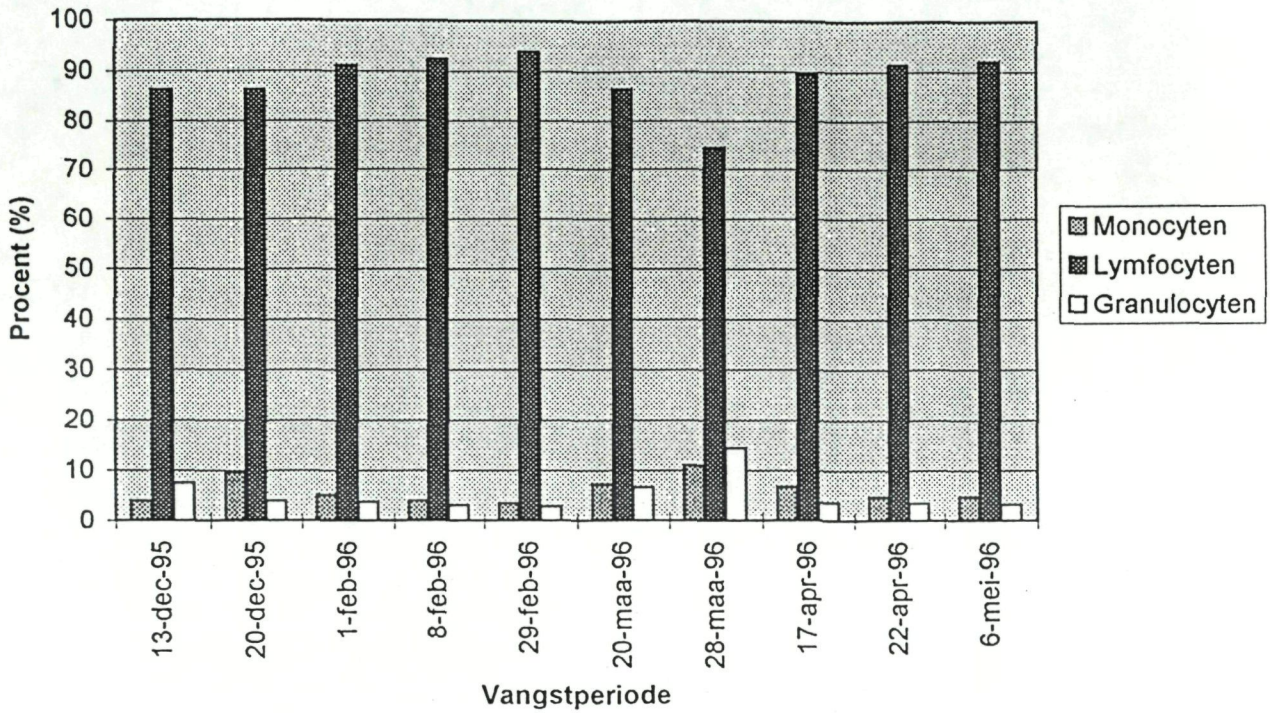
Figuur 1.4.1.1 : Gemiddeld aantal erythrocyten\µl bij schar in relatie met de vangstperiode.



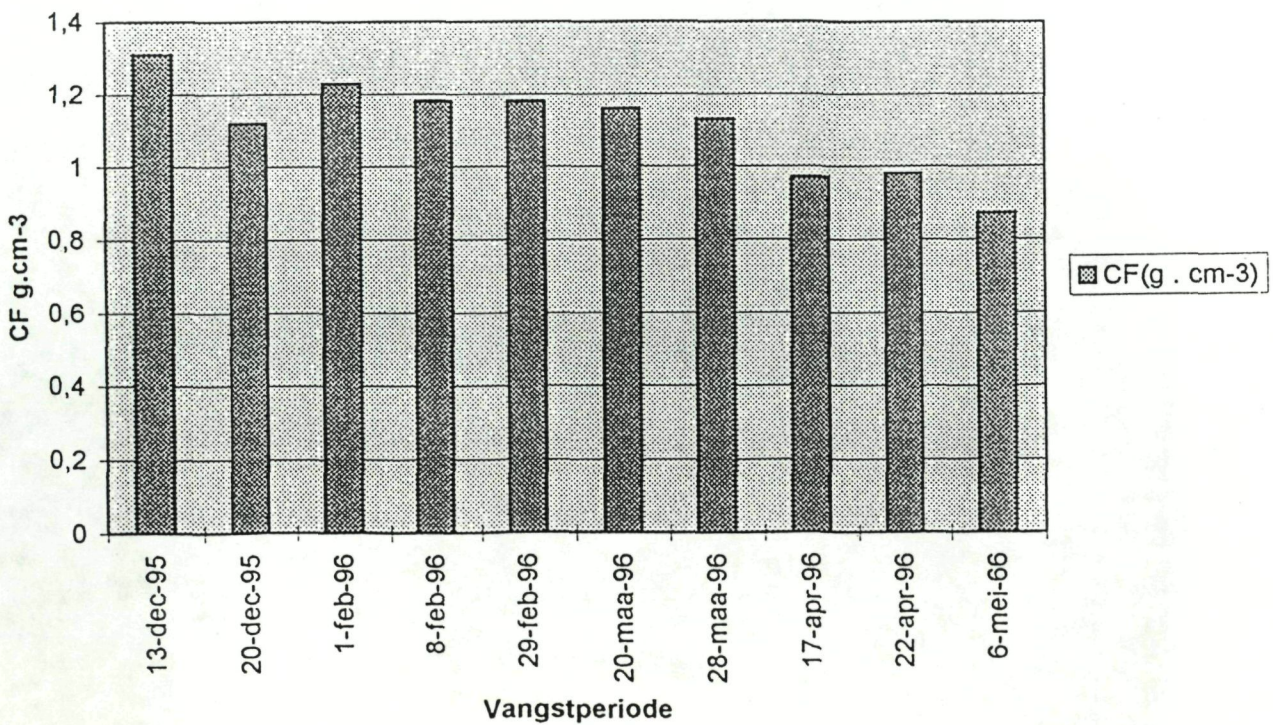
Figuur 1.4.1.2 : Gemiddeld aantal leucocyten bij schar in relatie met de vangstperiode.



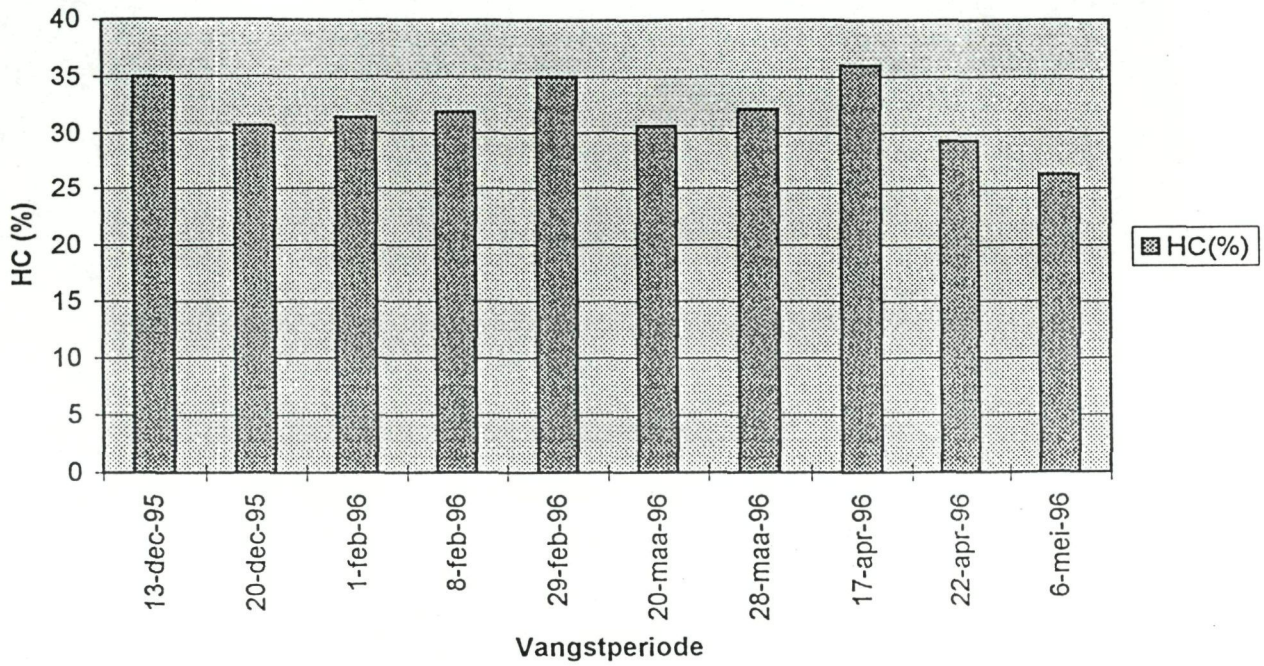
Figuur 1.4.1.3 : Procentuele verhouding van de leucocyten bij schar in functie van de vangstperiode



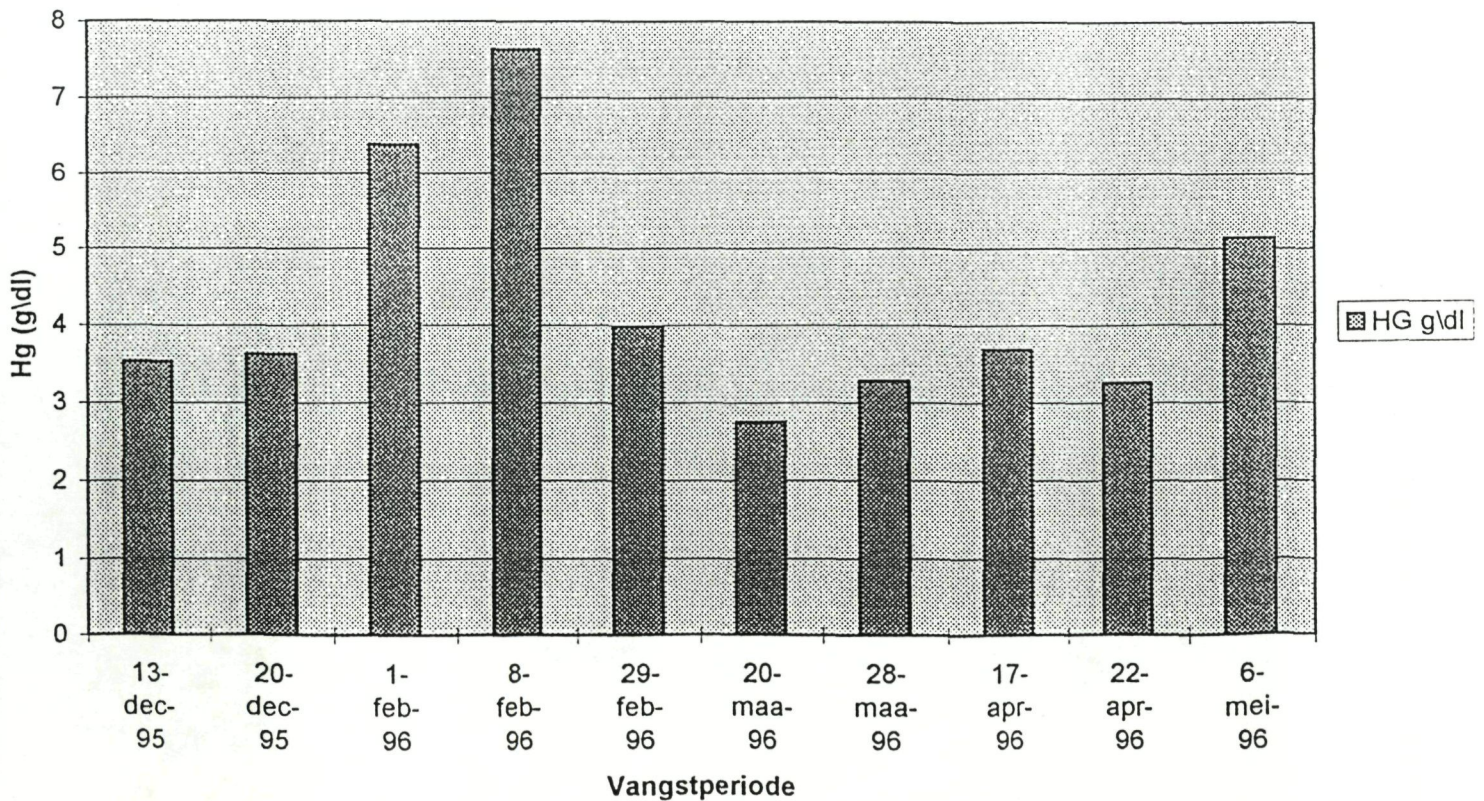
Figuur 1.4.1.4 : Evolutie van de gemiddelde conditiefactor bij schar in functie van de vangstperiode.



Figuur 1.4.1.5 : Gemiddeld hematocriegal bij schar in functie van de vangstperiode (1995 - 1996)



Figuur 1.4.1.6 : Gemiddelde hemoglobineconc. (g/dl) bij schar in functie van de vangstperiode.



## Project 1.4.2 - Fagocytose onderzoek bij platvis

### INLEIDING

Fagocytose is een van de technieken die gebruikt kan worden als indicator voor stressbepaling bij vis (MATHEWS, 1990). Fagocytose, de verslinding van cellen en partikels, biedt vele mogelijkheden in het planten- en dierenrijk, namelijk de opname van partikels van enkele micrometers groot zoals bacteriën of in experimentele situaties zelfs dunne plastieken pareltjes (GREENBERG, 1993)

Fagocyterende cellen hebben een belangrijke functie bij het tot stand komen van de immuunrespons. Tot de fagocyterende cellen behoren zowel de granulocyten, waarvan de neutrofielen in dit kader de belangrijkste zijn als de monocytën/macrofagen. GREENBERG en SILVERSTEIN (1993) noemen de granulocyten polymorfnucleaire leucocyten en de monocytën en macrofagen mononucleaire leucocyten. Monocytën behoren tot het mononucleair - fagocytensysteem. De monocytën zijn de macrofagen van het bloed. Als monocytën het bloed verlaten naar de weefsels worden ze

macrofagen genoemd. Monocytën migreren naar weefselplaatsen van infecties of ontstekingen, waar ze differentiëren in macrofagen die gebroken cellen, dode microorganismen en andere partikels vernietigen (DARNELL et al., 1990).

De verschillende fasen waarbij de fagocytose plaatsgrijpt werden door ROITT en medewerkers (1990) en den OTTOLANDER (1989) beschreven.

Voor de analyses worden voor vis de macrofagen en granulocyten uit de kopnier (pronephros) geïsoleerd. MATHEWS en medewerkers (1990) gaan ervan uit dat de lichtmicroscopische meting van de fagocytose een nauwkeurige en betrouwbare techniek is. Het enige probleem is om opgenomen partikels te onderscheiden van deze die adheren aan het oppervlak van de cel, maar dit kan overwonnen worden door ervaring.

PLASMAN en VRAY (1994) hebben een methode beschreven om de fagocytose activiteit na te gaan door gebruik te maken van fluoreserende partikels zoals bacteriën, gisten of parels. In een ander experiment hebben PLASMAN en VRAY (1993) peritoniale cellen van muizen gescheiden op 12 fracties van Percoll-gradiënten met een eigen densiteit. SANTAREM en FIGUERAS (1994) hebben de effecten bestudeerd van intraperitoneale injecties van *Pasteurella piscicida* o antigen bij tarbot (*Scophthalmus maximus* L.)

LERNOUT en OLLEVIER(1992) hebben de invloed van de voedingslipiden op de fagocytosecapaciteit bij de Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus*) onderzocht. Er werd een verband vastgesteld tussen het percentage fagocytose en de fagocytoseindex. De optimale incubatieduur waarbij de fagocytosetest bij Africaanse meerval dient uitgevoerd werd eveneens bestudeerd.

#### 1.4.2.1 - Fagocytose onderzoek bij schar

##### MATERIAAL en METHODEN

De methode beschreven door LERNOUT (1992) voor Afrikaanse meerval (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) werd als leidraad gebruikt voor de bepaling van de fagocytosecapaciteit op zeevis. Voor wat de proefdieren betreft werd beroep gedaan op vrouwelijke schar (*Limanda limanda*) > 24cm die afkomstig waren van het Belgisch continentaal plat. Vooreerst werden een aantal experimenten uitgevoerd om de percoll-gradiënten voor de scheiding van de macrofagen en granulocyten te optimaliseren. Met behulp van de gewijzigde methode werd de fagocytosecapaciteit op scharren uitgetest die reeds een tiendal dagen in aquarium in leven werden gehouden.

De mogelijkheid werd eveneens onderzocht om de fagocytosecapaciteit te bepalen bij op zee gedode vissen en op vissen die levend naar het labo worden gebracht. Het doel van het experiment was de invloed van de overbrenging uit zee van de kopnier in een aangepast medium en van levende vis op de fagocytosecapaciteit van schar vast te leggen. Hiervoor werd beroep gedaan op het schoolschip 'Broodwinner 029'. De duur van de overbrenging naar het lab bedroeg 4 uur.

Uiteindelijk werd de invloed van het paaien op de fagocytosecapaciteit bij schar nagegaan. De overleving van de geïsoleerde cellen werd met trypaanblauwoplossing getest. Het percentage cellen die fagocyteren en de fagocytoseindex werden na 13 uur, 18 uur en 30 uur bepaald. De fagocytosetest werd met behulp van gistcellen uitgevoerd. De temperatuur gedurende de incubatieperiode werd 2°C boven de temperatuur van het zeewater ingesteld. Voor de bepaling van de bloedparameters bij schar werd beroep gedaan op de methode die door COTMAN en DECLERCK (1993) voor zeevis werd ontwikkeld. Dit experiment werd vlak voor en kort na het paaien verricht. De resultaten van deze dubbelproef zijn opgenomen in de tabellen 1.4.2.1 en 1.4.2.2 en de figuren 1.4.2.1 tot 1.4.2.4

## RESULTATEN en BESPREKINGEN

Uit de experimenten waarbij de percoll - gradienten voor de scheiding van de leucocyten bij schar werd onderzocht gaf de combinatie :  $d = 1,02$ ;  $d = 1,05$  en  $d = 1,06$  de beste resultaten. Bij de percoll-gradiënt  $d = 1,02$  is duidelijk een witte band te vinden die voornamelijk uit lymfocyten bestaat. Bij de percoll-gradient  $d = 1,05$  vindt men een laag cellen die voornamelijk granulocyten en macrofagen omvat. Deze bevinding staat in contrast met de dichtheden die LERNOUT (1992) bij meerval heeft gebruikt.

De bekomen resultaten van de fagocytosecapaciteit bij schar die een tiendal dagen in aquarium werden gehouden waren moeilijk te interpreteren. Bij de ene vis treedt fagocytose op en bij de andere niet. Er werd eveneens vastgesteld dat de fagocyten snel afstierven gedurende het experiment. Bij het bloedonderzoek van de aquariumvis werd naast een gevoelige stijging van het aantal leucocyten ook een procentuele stijging van de monoccyten (23%) en de granulocyten (17,5%) vastgesteld.

Deze gegevens wijzen op een hoge mate van stress waarin de bemonsterde aquariumvissen zich bevonden. De aanpassingsperiode (10 dagen) van de vis in het aquarium was blijkbaar te kort om experimenten in verband met de fagocytose capaciteit te kunnen uitvoeren.

Daar bij de gestresseerde aquariumvis moeilijkheden ontstaan om de fagocytose capaciteit te onderzoeken en te interpreteren werd overgegaan tot een nieuw experiment waarbij de scharren rechtstreeks uit zee werden getest.

Aan boord van het vaartuig worden de kopnieren van de scharren met steriel dissectiemateriaal verwijderd en zonder verdere behandeling bewaard in gekoelde ( $4^{\circ}\text{C}$ ) proefbuisjes die gevuld zijn met 5 ml RPMI - HEP - 90%-medium. De proefbuisjes worden daarna in een met ijs gekoelde thermosfles gebracht. Pas in het laboratorium worden de cellen van de kopnieren met een gecoatte stamper verticaal doorheen een draadnetje geduwd. Deze laatste behandeling werd ook aan boord van het vaartuig uitgevoerd, doch diende achterwege gelaten te worden. Er werd namelijk vastgesteld dat de fagocyterende cellen van de scharren reeds na enkele uren afsterven.

Uiteindelijk werd een protocol voor de bepaling van de fagocytosecapaciteit bij zeevis opgesteld (CORNETTE en DECLERCK (1996)). Het eerste deel van het protocol behandelt het onmiddellijk starten van het experiment aan boord van een commerciële kustvaartuig en het tweede deel de testen die in het laboratorium worden verricht.

De maximum toegelaten tijd tussen de behandeling van de kopnier aan boord van het vaartuig en het starten van de fagocytosetest in het labo is 4 uur. Er werd tevens vastgesteld dat de fagocytosecapaciteit lichtjes hoger lag bij de vissen die pas in het laboratorium worden gedood (tabel 1.4.2.1).

De gemiddelde waarden voor de fagocytosecapaciteit bij schar lagen aanzienlijk lager vlak voor het paaien (stadium 6,7) dan vlak na het paaien. Het is bekend dat het paaien zelf gepaard gaat met een verhoging van 'stress' bij schar. Dit gegeven leidt tot een significante stijging van de fagocytosecapaciteit van de macrofagen (figuren 1.4.2.1 tot 1.4.2.4). Na het paaiproces werd een significante verhoging van het totaal aantal leucocyten per  $\mu$ l vastgesteld. Hierdoor zijn heel wat jonge actieve macrofagen voorhanden om de fagocytose uit te voeren. De verhouding van de monocytten, lymfocyten en granulocyten bleef na het paaien echter ongewijzigd (tabel 1.4.2.2).

Er werd tevens vastgesteld dat er een verband bestaat tussen de fagocytosepercentage en de fagocytoseindex, namelijk als de fagocytosepercentage stijgt, stijgt ook de fagocytose index bij schar. Tevens werd uit de evolutie van de fagocytosecapaciteit bij schar afgeleid, de incubatieduur na 24 uur te beëindigen.

## BESLUIT

Uit het onderzoek van de percoll-gradienten voor de scheiding van de leucocyten bij schar, gaf de combinatie  $d=1,02$ ;  $d=1,05$  en  $d=1,06$  de beste resultaten.

De bepaling van de fagocytosecapaciteit op wilde schar, die een tiental dagen in aquarium verbleef, bleek onbetrouwbaar. Een langere aanpassingsperiode is noodzakelijk om zinvolle proefnemingen in verband met stressbepalingen op vis te kunnen uitvoeren.

Het inzetten van de bepaling van de fagocytosecapaciteit van de macrofagen van de kopnier van de op zee gedode, of naar het laboratorium overgebrachte levende schar is mogelijk op voorwaarde dat de incubatietest niet langer dan 8 uur na de vangst wordt uitgesteld.

Het paaien van schar bleek de fagocytosecapaciteit van de macrofagen bij schar positief te beïnvloeden. Er werd tevens een aanzienlijke verhoging van de leucocyten vastgesteld. De procentuele verhouding van de lymfocyten, granulocyten en monocytten bleef ongewijzigd.

### 1.4.2.2 - Fagocytose onderzoek bij bot.

#### MATERIAAL en METHODEN

De methode beschreven door LERNOUT (1992) voor Afrikaanse meerval en DECLERCK (1996) voor schar (*Limanda limanda*) werd als uitgangspunt gebruikt voor de bepaling van de fagocytosecapaciteit bij bot. De proefdieren > 30cm waren afkomstig uit het Belgisch continentaal plat en aangevoerd door het schoolschip 'Broodwinner'. De kopnier wordt met steriel dissectiemateriaal weggenomen en in een plastic potje met 5ml RPMI medium bij 4°C bewaard. De overbrenging naar het lab bedraagt circa 4 uur.

Het ijzeren gaasdraad dat bij schar voor de behandeling van de kopnier werd gebruikt, werd bij bot vervangen door een polyester draadnetje. Hierbij werd de invloed van de maaswijdte van een polyester draadnetje (53µm en 105µm) op de scheiding van de bloedcellen en de zuiverheid van de bekomen lagen onderzocht. Het draadnetje zit opgespannen tussen een plastic trechter met een oppervlakte van 2,5cm<sup>2</sup> en een plastic proefbuis. De cellen van de zachte kopnier worden met een gecoatte stamper verticaal, zonder rollen of wrijven, doorheen een draadnetje geduwd.

De scheiding van de cellen werd enerzijds uitgevoerd met behulp van de Sigma producten histopaque-1119 en histopaque-1077, en anderzijds met het Sigma product histopaque-1077. Indien na het wassen de witte granulocyten band nog onvoldoende zuiver is wordt er een bijkomende scheiding met histopaque-1077 en 3ml sucrose (10%) uitgevoerd.

Voor de bepaling van de fagocytosecapaciteit werden twee cultuurmedia getest, namelijk RPMI - HEP - 90% medium en het L-15 AIMV medium. De optimale incubatie temperatuur (10°C, 14°C en 18°C) voor fagocytose werd eveneens onderzocht. Tijdens de incubatieperiode werd het medium elke dag verversd. De incubatie werd uitgevoerd in een ondoorlaatbare plastic zak gevuld met 5 vol % CO<sub>2</sub> in synthetische lucht (Air liquide F10 voor bloedanalyses).

De overleving van de geïsoleerde cellen werd met trypaanblauwoplossing getest. Het percentage cellen die fagocyteren en de fagocytoseindex werden in functie van de tijd bepaald. De fagocytosetest werd met behulp van gistcellen uitgevoerd.

## RESULTATEN EN BESPREKINGEN

De stevigheid van de kopnier bij bot is veel minder vast dan bij schar. Dit gegeven leidt tot moeilijkheden bij de scheiding en het zuiveren van de witte bloedcellen. Het polyester draadnetje met 53µm als maaswijdte gaf de beste resultaten en was reeds voldoende om heel wat niermateriaal tegen te houden.

Bij de scheiding van de bloedcellen met histopaque-1077 en 1119 bevindt zich boven de histopaque-1077 een enkele witte band met witte bloedcellen en kopnieronzuiverheden. In de onderliggende histopaque-1119 vindt men naast een neerslag bijna uitsluitend rode bloedcellen. Hieruit volgt dat voor de kopnier het gebruik van histopaque-1119 weinig nut heeft. Vandaar dat voor de zuivering overgegaan werd tot gebruik van enkel histopaque-1077 gevolgd door een bijkomende zuivering met sucrose (10%).

Het zuiveren en het wassen van de leucocyten werd bij 4°C en bij kamertemperatuur uitgevoerd. De klustervorming van de granulocyten en macrofagen werd hierdoor niet beïnvloed. Klustervorming werd bij schar niet waargenomen.

Voor wat het medium betreft werd meer fagocytose en meer opgenomen gistcellen met het L-15 AIMV medium vastgesteld. Voor wat de incubatietemperatuur gedurende de fagocytose betreft werd zoals bij schar opnieuw 2°C boven de temperatuur van het zeewater als de beste ervaren. De incubatieduur kan in de winter 3 à 4 dagen en in de zomer 2 à 3 dagen aangehouden worden (meer kans op besmetting van gisten en bacteriën bij hogere incubatie temperaturen).

Uiteindelijk werd een beter contrast te bekomen tussen de gefagocyteerde gistcellen en de geaddeerde gistcellen na een vitaalkleuring met trypaan. De geel gekleurde (congo rood) dode gistcellen nemen de blauwe kleur op, terwijl de gefagocyteerde cellen hun kleur behouden.

## BESLUIT

Het onderzoek van de methode om de fagocytosecapaciteit bij bot te bepalen ligt door de samenstelling van het nierweefsel moeilijker dan bij schar. Voor de scheiding van de bloedcellen werd histopaque-1077 gebruikt. Er dienen nog bijkomende testen te worden uitgevoerd. Een definitief protocol moet nog worden opgesteld.

## REFERENTIES

CORNETTE C., 1996. Onderzoek van een methode voor meten van de fagocytose capaciteit bij schar (*Limanda limanda*). Eindverhandeling (onuitgegeven) o.l.v. D. Declerck. Brugge H.T.I.

COTMAN D., 1993. Hematologisch en immunologisch onderzoek bij vissen. Eindverhandeling (onuitgegeven) o.l.v. D. Declerck. Brugge H.T.I.

DARNELL et al., 1990. Molecular cell biology. Second edition. New York. Freeman and company. pp. 555 - 560.

DECLERCK D., 1996. Onderzoek van de fagocytosecapaciteit en paaistress bij schar (*Limanda limanda*). Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (CLO Gent). Publikatie nr 240.

den OTTOLANDER G.J.H., 1989. Interne geneeskunde. Negende herziene druk. Utrecht. Bohn, Scheltema en Holkema. 8 - 10 en pp. 46 - 49.

GREENSBERGS S. and SILVERSTEIN, 1993. Phagocytosis. Fundamental immunology. Third edition edited by William E. Paul. New York. Raven Press. Lid. chapter 27, pp. 941 - 949.

LERNOUT M., 1992. Invloed van voedingslipiden op de gewichtstoename en de fagocytosecapaciteit bij de Afrikaanse Meerval (*Clarias gaiepinus* Burchell 1822). Eindverhandeling (onuitgegeven) o.l.v. prof F. Ollevier. Leuven, K.U.L.

MATHEWS ELAINE S., et al., 1990. Assays of immune function in fish macrophages. Techniques used as indicators of environmental stress. Techniques in Fish Immunology. Fish Immunology Technical Communications 1. Edition by Stolen J.S et al.

PLASMAN N. and B. VRAY, 1993. Mouse peritoneal macrophages: characterization of functional subsets following Percoll density gradiënts. Res. Immunol. 144, pp. 151 - 163.

PLASMAN N. and B. VRAY, 1994. Quantification of bacterial phagocytosis by flow cytometry and spectrofluorimetry. Journal of Immunology Methods. 174, pp. 195 - 202.

RIOTT I. et al., 1989. Immunology. Second edition. London. New York. Churchill livingstone. Gower Medical Publishing. pp. 1.1 -1.5, and pp. 15.2 - 15.9.

SANTAREM M. and A. FIGUERAS, 1994. Kinetics of phagocytic activity, plaque - forming cells and specific agglutines of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) immunised with O antigen of *Vibrio damsela* and *Pasteurella piscicida*. *Fish and Shellfish Immunology*. 4, pp. 527 - 537.

Identificatie vissen		HC (%)	R.B.C\µl	Leucoc.\µl	Monoc.(%)	Lymfoc.(%)	Granuloc.(%)	HG g/dl
<b>Experiment 1</b>								
Datum	22-apr-96							
Aantal scharren	6							
Geslacht	vr							
Lengteklasse	>24cm							
Stadium gonade	6a7							
Conditiefactor	0,98±0,15							
Vis 1		34	2112000	10312	5	92	3	5,13
Vis 2		37	2112000	4219	4	91	5	4,33
Vis 3		30	1488000	6250	5	90	5	3,08
Vis 4		33	2416000	10625	4	92	2	4,26
Vis 5		20	1168000	4063	6	92	2	1,91
Vis 6		22	1280000	5625	5	91	4	0,85
<b>Gemiddeld</b>		<b>29,3</b>	<b>1762666</b>	<b>6849</b>	<b>4,8</b>	<b>91,3</b>	<b>3,5</b>	<b>3,26</b>
SD		6,3	471336	2670	0,7	0,7	1,3	1,49
<b>Experiment 2</b>								
Datum	6-mei-96							
Aantal scharren	6							
Geslacht	vr							
Lengteklasse	>24cm							
Stadium gonade	leeg							
Conditiefactor	0,87±0,07							
Vis 7		30	1504000	>100000	5	91	4	6,56
Vis 8		32	1664000	19218	4	92	4	4,29
Vis 9		18	1184000	4687	7	89	4	1,34
Vis 10		42	2144000	20000	3	95	2	10,3
Vis 11		14	1072000	>100000	5	93	2	5,69
Vis 12		22	1632000	14218	5	92	3	2,71
<b>Gemiddeld</b>		<b>26,3</b>	<b>1533333</b>	<b>43020</b>	<b>4,8</b>	<b>92</b>	<b>3,2</b>	<b>5,14</b>
SD		9,4	350106	40597	1,2	1,8	0,9	2,88

Tabel 1.4.2.1 : Invloed van het paaien op de bloedparameters bij schar

HC : Hematocrietwaarde

RBC : Erytrocyten\µl

HG : Hemoglobineconcentratie

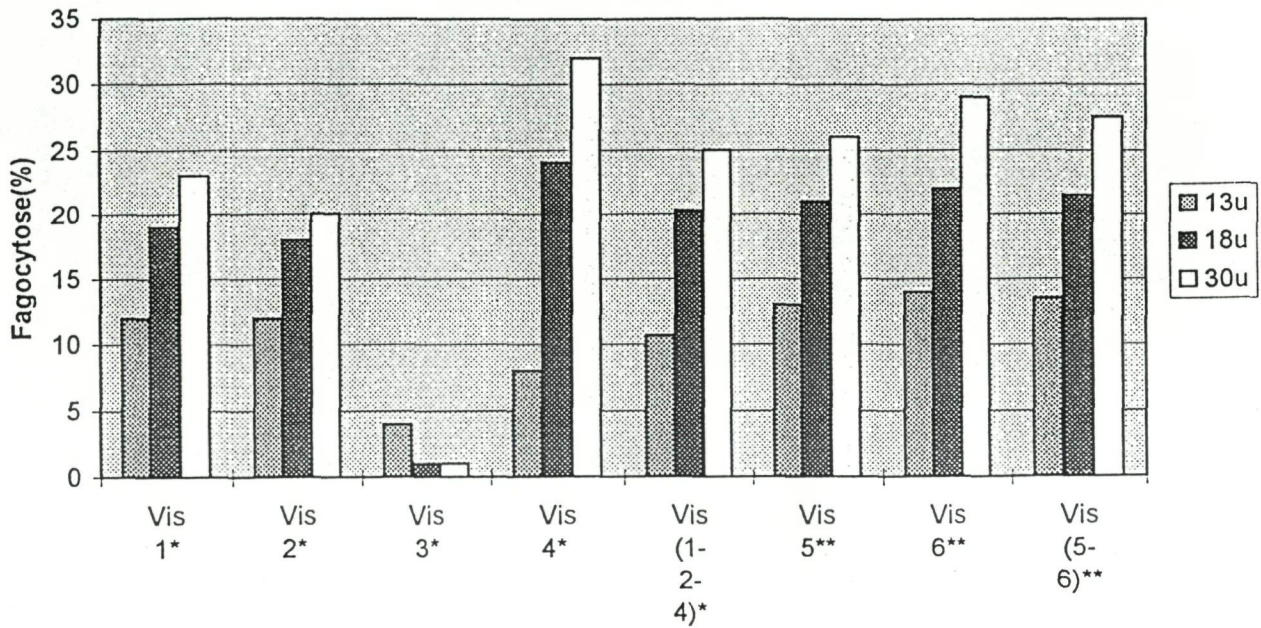
Identificatie vissen		Fagocytose (%)			Fagocytose index		
		13 uur	18 uur	30 uur	13 uur	18 uur	30 uur
<b>Experiment 1</b>							
Datum	22-apr-96						
Geslacht	vr						
Lengteklasse	>24cm						
Temperatuur zeewater	8°C						
Stadium gonade	6à7						
Diepte	15m						
Vis 1*		12	19	23	0,31	0,45	0,58
Vis 2*		12	18	20	0,33	0,51	0,57
Vis 3*		4	1	1	0,12	0,01	0,01
Vis 4*		8	24	32	0,16	0,68	0,88
<b>Gemiddeld (1,2,4)</b>		<b>10,7</b>	<b>20,3</b>	<b>25</b>	<b>0,27</b>	<b>0,55</b>	<b>0,68</b>
SD		1,9	2,6	5	0,07	0,09	0,14
Vis 5**		13	21	26	0,24	0,58	0,74
Vis 6**		14	22	29	0,3	0,53	0,74
<b>Gemiddeld (5,6)</b>		<b>13,5</b>	<b>21,5</b>	<b>27,5</b>	<b>0,27</b>	<b>0,56</b>	<b>0,74</b>
SD		0,5	0,5	1,5	0,03	0,03	0
<b>Experiment 2</b>							
Datum	6-mei-96						
Geslacht	vr						
Lengteklasse	>24cm						
Temperatuur zeewater	8°C						
Stadium gonade	leeg						
Diepte	15m						
Vis 7*		28	29	47	0,66	0,68	1,31
Vis 8*		32	35	37	0,75	0,82	1,72
Vis 9*		32	34	38	0,69	0,78	1,1
Vis 10*		27	38	32	0,64	0,84	0,84
<b>Gemiddeld (7,8,9,10)</b>		<b>29,8</b>	<b>34</b>	<b>38,5</b>	<b>0,69</b>	<b>0,78</b>	<b>1,24</b>
SD		2,3	3,2	5,4	0,04	0,06	0,32
Vis 11**		24	37	34	0,5	0,77	0,93
Vis 12**		39	43	56	0,94	0,96	1,7
<b>Gemiddeld (11,12)</b>		<b>31,5</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>0,72</b>	<b>0,87</b>	<b>1,32</b>
SD		7,5	3	11	0,22	0,1	0,39

Tabel 1.4.2.2 : Fagocytose (%) en fagocytose index bij schar (voor en na paaien) in functie van de incubatietijd

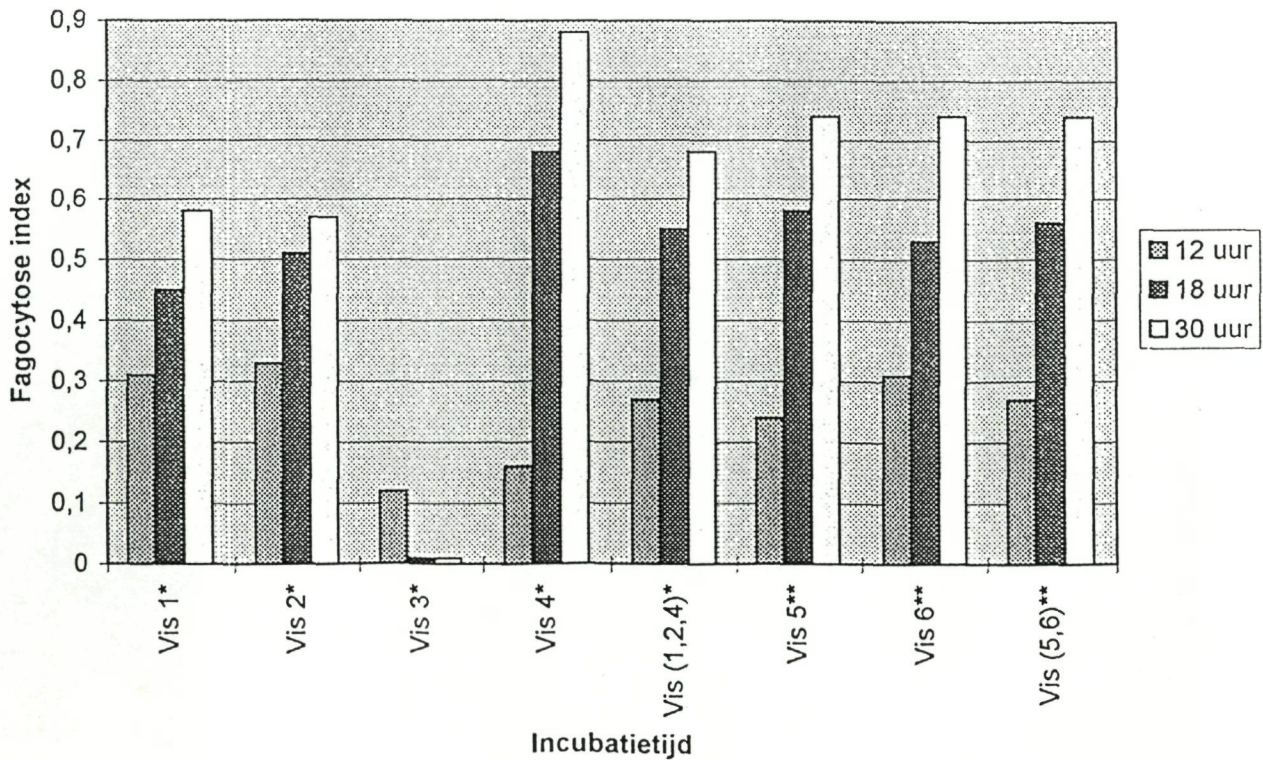
\* = Vissen waarvan de kopnier reeds aan boord werd behandeld

\*\* = Vissen levend meegenomen, waarvan de kopnier in het labo werd behandeld

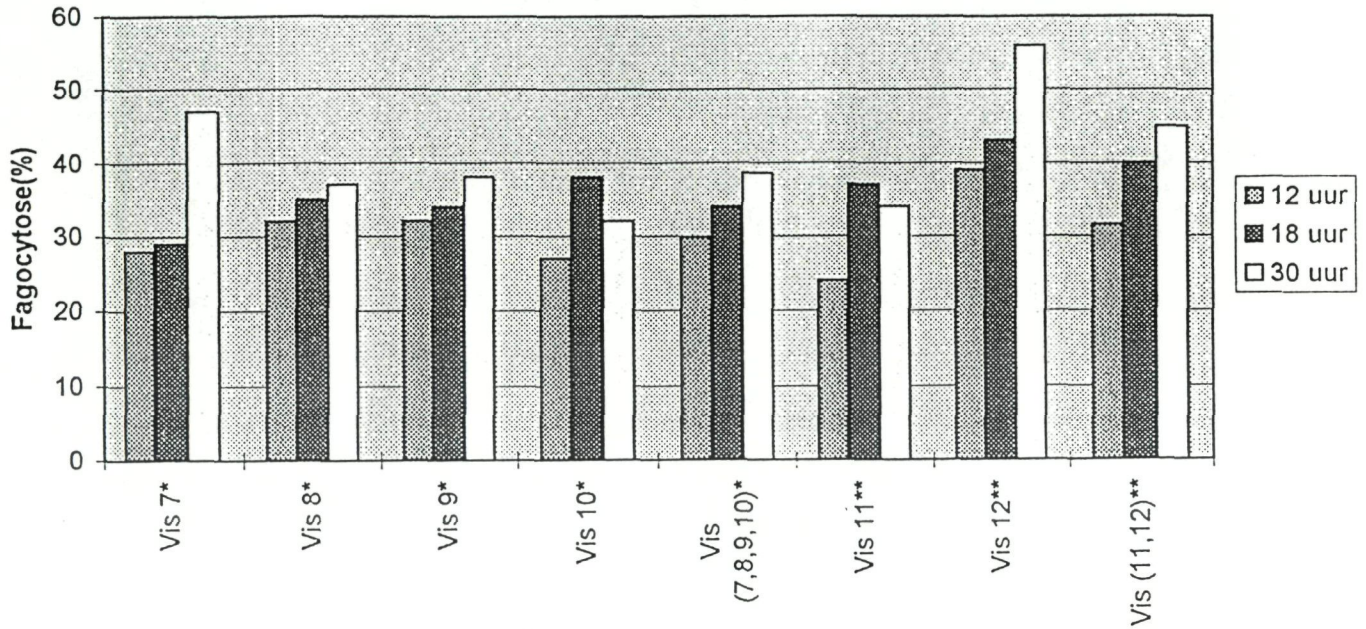
Figuur 1.4.2.1 : Evolutie van het fagocytose percentage bij schar in functie van de incubatietijd



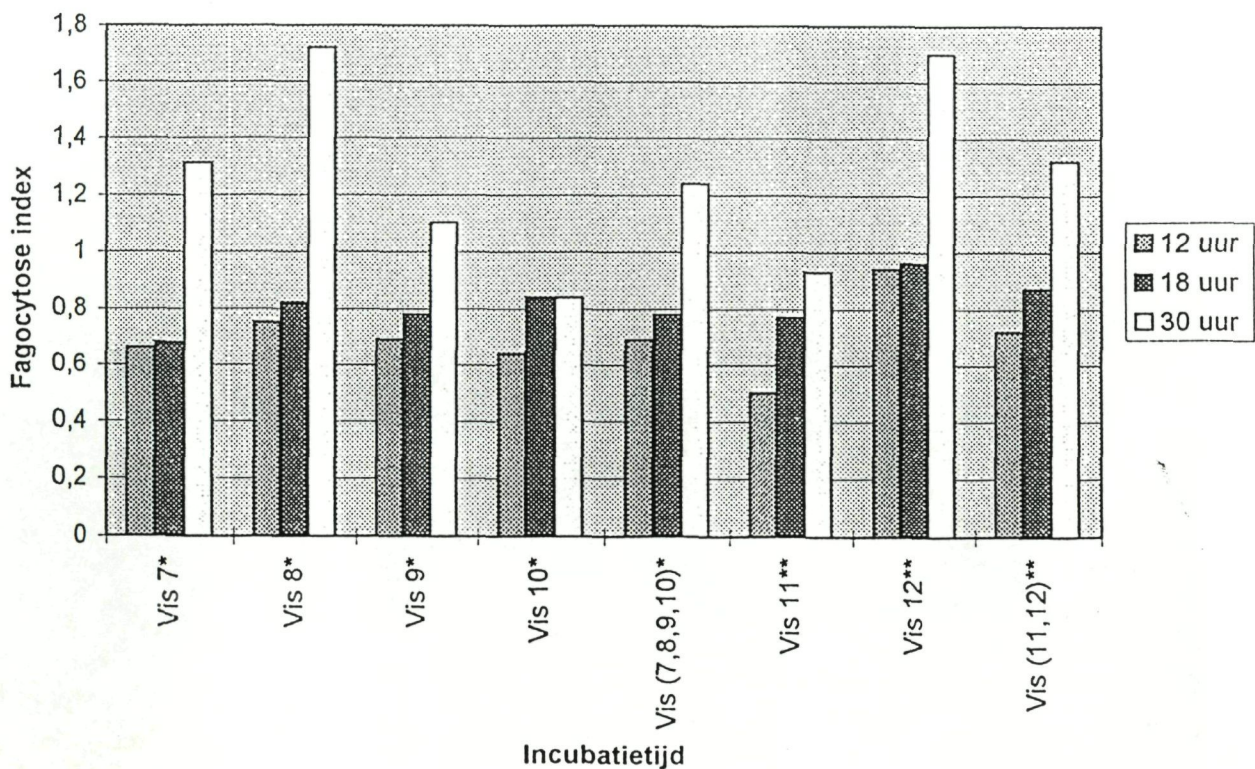
Figuur 1.4.2.2 : Evolutie van de fagocytose index bij schar in functie van de incubatietijd



Figuur 1.4.2.3 : Evolutie van het fagocytose percentage bij schar in functie van de incubatietijd



Figuur 1.4.2.4 : Evolutie van de fagocytose index bij schar in functie van de incubatietijd



## **Project 1.5 - Studie van de natuurlijke mortaliteit van schaal- en weekdieren**

Projectverantwoordelijke : D. Declerck

### **INLEIDING, MATERIAAL en METHODEN**

De laatste jaren is het probleem van de overdracht van resistente pathogene bacteriën via de aquicultuur op wilde vispopulaties in ernst toegenomen. De schaalziekte bij langoestines (*Nephrops norvegicus*) uit de centrale Noordzee is hier mogelijks een voorbeeld van.

De studie van de pathologie van schaal- en weekdieren geven indicaties omtrent de ziekte-incidentie, het verloop van het ziektebeeld, de verantwoordelijke pathogenen, de impact van het milieu en de geografische verspreiding van de ziekten. De schaalziekte en de protozoaire aandoening *Haematodinium* bij langoestine afkomstig van de Botney Gut - Silver Pit gebied werden in de voorbije activiteitsperiode met behulp van steekproeven gevolgd.

### **RESULTATEN EN BESPREKINGEN**

Een tweetal steekproeven werden half januari en begin februari 1996 op Noorse kreeft uitgevoerd. De schaalziekte kwam bij 5 à 7% voor. Voor wat voorkomen van *Haematodinium* betreft steeg de incidentie bij de klasse 'groot' van 5 tot 10%. De categorie 'klein' was eveneens voor 10% aangetast. Deze cijfers werden bekomen op monsters afkomstig van de vismijn en liggen in werkelijkheid hoger. Sterk aangetaste individuen worden verwijderd of ontkopt.

In mei 96 werd via een kreeftevisser een aantal dood opgeviste kreeftjes voor onderzoek binnengebracht. Deze bevinding was niet eenmalig en de dood opgeviste kreeftjes (ca 50%) waren in de periode april-mei volgens de informatiebron vrij aanzienlijk.

De protozoaire aandoening *Haematodinium* kon nog bij een aantal onderzochte individuen worden vastgesteld, doch zuurstof deficiëntie in deze periode van het jaar is heel waarschijnlijk de voornaamste doodsoorzaak.

Voor wat het onderzoek van de invloed van de Belgische zeehavens op de gezondheid van mosselen (*Mytilus edulis*) betreft, werd aan een nieuwe methode gewerkt. Hier wordt het effect van neutraal rood op de lysosomes van de granulocyten van diverse locaties (havens) getest.

## **Hoofdthema 2 - Dynamiek en exploitatie van schaaldierstocks**

### **Project 2.1. - Studie van de biologie, de dynamiek en het exploitatie-patroon van langoestine**

Projectverantwoordelijke : F. Redant

#### **Studie van het exploitatie-patroon**

##### **Marktbemonsteringen**

In 1995, 1996 en 1997 werden de marktbemonsteringen op langoestine (*Nephrops norvegicus*) in de vismijnen van Zeebrugge en Oostende voortgezet. In vergelijking met de vorige jaren, evenwel, werd het aantal metingen binnen de marktcategoryën klein, midden en staartjes in het derde en vierde kwartaal van 200 tot 300 stuks opgetrokken, en dit om volgende redenen :

- Gedurende het derde en het begin van het vierde kwartaal bestaan de marktcategoryën klein, midden en staartjes in plus-minus gelijke delen uit mannetjes en wijfjes. Als gevolg daarvan bevat een monster van 200 stuks slechts 80-120 exemplaren van ieder geslacht, wat onvoldoende is om betrouwbare lengte-frequentie-distributies (LFD's) te berekenen. Om deze reden werd dan ook beslist het aantal metingen tot 300 per marktcategory op te voeren, met uitzondering evenwel van de marktcategory groot, waarin de mannetjes het ganse jaar door domineren.

Grotere aantallen metingen (bvb. 400 of 500 per marktcategory) zouden ontegensprekelijk nog betere resultaten opleveren, maar vermits de tijd voor het uitvoeren van de metingen beperkt is tot de tijdspanne tussen het lossen van de vaartuigen en de eigenlijke veiling (doorgaans een periode van 2 à 3 uur), is deze optie slechts zeer zelden haalbaar.

- Gedurende het eerste en het tweede kwartaal, bestaan de vangsten in hoofdzaak uit mannetjes, en volstaan monsters van 200 stuks per marktcategory om tot aanvaardbare schattingen van de LFD's te komen, tenminste voor wat de mannetjes betreft. Voor de wijfjes voldoen monsters van een dergelijke omvang niet. Vooral gedurende het eerste kwartaal komt het zeer vaak voor dat een monster van 200 stuks nauwelijks een 10-tal wijfjes bevat, en dit is duidelijk te weinig om betrouwbare LFD's op te leveren. Als gevolg daarvan kunnen aanzienlijke onder- of overschattingen in de LFD's van de wijfjes voor individuele zeereizen optreden. Gezien het relatief geringe aandeel van de vangsten in het eerste halfjaar ten opzichte van het tweede halfjaar, blijft de invloed van deze fouten op de schattingen van de LFD's op jaarbasis echter binnen redelijke grenzen.

Een probleem dat zich de voorbije jaren in toenemende mate manifesteerde is het tekort aan technisch personeel om de marktmonitoringen op schema te kunnen uitvoeren. Door de toegenomen werkdruk (met name als gevolg van de deelname van het Rijksstation voor Zeevisserij aan tal van EU-projecten), zijn de technici vaak niet beschikbaar op de dagen waarop de bemonsteringen gepland zijn (in principe rond de 15e en de 25e van iedere maand). Als gevolg daarvan diende herhaaldelijk van het vooropgestelde bemonsteringsschema te worden afgeweken. Op zich heeft dit weinig invloed op de kwaliteit van de LFD's op kwartaal- of jaarbasis, maar het heeft wel gevolgen voor de studie van bvb. de seizoensaliteit in de sex-ratio van de *Nephrops*-populatie, of de evolutie van de voortplantingscyclus.

In het kader van de activiteiten van de ICES *Study Group on the Life History and Assessment of Nephrops Stocks* werd een gedetailleerd overzicht gemaakt van de marktmonitoringsprogramma's die in de diverse Europese landen van toepassing zijn. Uit dit overzicht is ondermeer gebleken dat België zeer goed scoort voor wat het aantal metingen per ton aangevoerde langoestines betreft, maar minder voor wat het aantal bemonsteringen per tijdseenheid (maand of kwartaal) betreft (ICES, 1996). Dit laatste heeft te maken met het feit dat de Belgische *Nephrops*-trawlers, in vergelijking met de meeste andere vloten, gemiddeld langere zeereizen maken. Daardoor is het aantal veilingen per vaartuig (doorgaans twee per maand), en dus ook het aantal maal dat het technisch mogelijk is om een vaartuig te bemonsteren, veel kleiner dan in landen zoals het Verenigd Koninkrijk, Ierland, Frankrijk of Portugal, waar de afstanden tot de visgronden, en bijgevolg ook de gemiddelde duur van de zeereizen, veel korter zijn.

## Sensitiviteitsanalyses

Het onderzoek naar de impact van diverse staalname-strategieën enerzijds, en de omvang van de monsters anderzijds, op de betrouwbaarheid en de statistische robuustheid van de LFD's werd voortgezet. Dit onderzoek omvatte twee luiken :

- Vergelijkende tests op monsters van toenemende omvang, met name 100, 200 en 400 per marktcategory.
- Vergelijkende tests op replica's van telkens 200 metingen uit eenzelfde marktcategory.

De resultaten van deze deelstudie kunnen als volgt samengevat worden :

- In principe volstaan 200 metingen per marktcategory om statistisch aanvaardbare LFD's te bekomen, op voorwaarde evenwel dat de aanvoer in hoofdzaak uit één sexe bestaat. Zoals reeds vermeld in vorige sectie is dit enkel het geval in het eerste en, in iets mindere mate, het tweede kwartaal, wanneer de mannetjes het merendeel van de aanvoer uitmaken.

Wanneer de aanvoer duidelijk gemengd is (met sex-ratios gaande van 1:3 tot 1:1), zijn monsters van grotere omvang (bvb. 300, 400 of 500 metingen per marktcategory) verkieslijk.

- Replica's van telkens 200 metingen uit eenzelfde marktcategory leveren niet zelden significant verschillende LFD's op (zie Figuren 2.1.1. en 2.1.2. voor representatieve voorbeelden voor de marktcategoryën midden en groot). De redenen hiervoor zijn echter onduidelijk :

Ofwel zijn de verschillen te wijten aan achtergrondruis in de schattingen van de aantallen per lengteklasse, als gevolg van de relatief geringe omvang van de monsters.

Ofwel is er sprake van een aanzienlijke graad van heterogeniteit binnen de aanvoer van eenzelfde vaartuig, mogelijks als gevolg van de heterogeniteit binnen de *Nephrops*-populatie, of als gevolg van verschuivingen in het 'discard'-patroon in de loop van eenzelfde zeereis.

Ofwel zijn de waargenomen verschillen te wijten aan verschillen in de precisie waarmee de vangsten in marktcategoryën opgedeeld worden. In de vismijn worden de vangsten immers door meerdere sorteerdere getriëerd. Dit gebeurt 'op het zicht', en wanneer daarbij niet dezelfde criteria gehanteerd worden, kunnen aanzienlijke verschillen in de lengteverdeling van de diverse marktcategoryën optreden.

- Pogingen om dit probleem op te lossen door middel van zgn. mengmonsters (bestaande uit telkens 50, 75 of 100 metingen uit vier verschillende kisten, in plaats van 200, 300 of 400 uit eenzelfde kist), leverden niet de verhoopte verbetering van de LFD's op. Zelfs tussen de mengmonsters bleken er significante verschillen op te treden (zie Figuren 2.1.3. - 2.1.5. voor een representatief voorbeeld voor mengmonsters van 4 x 50, 4 x 75 en 4 x 100 metingen).

Daarbij komt dat het nemen van mengmonsters in praktijk nauwelijks een haalbaar alternatief is. De meeste reders en schippers houden er aan om de kisten met de vangsten van bvb. de eerste en de laatste slepen strikt gescheiden te houden (omwille van de soms aanzienlijke verschillen in marktprijs), en zien dan ook niet graag dat er te veel met hun vangsten 'gerommeld' wordt. In theorie zou dit ondervangen kunnen worden door de verschillende fracties van de mengmonsters afzonderlijk te wegen en te meten, maar het idee alleen al dat er bij het terugleggen van de sub-stalen vergissingen zouden kunnen gebeuren, leidt tot nogal wat verzet vanwege de eigenaars en de schippers van de betrokken vaartuigen.

Het grootste probleem bij deze studie was evenwel het gebrek aan consistentie tussen de resultaten van de verschillende experimenten. Een belangrijk nadeel van een dergelijke, empirische benadering is dat te veel factoren tegelijk aan niet- of nauwelijks controleerbare schommelingen onderhevig zijn. Als gevolg daarvan is het quasi-onmogelijk om precies na te gaan welke factoren in welke mate voor de waargenomen verschillen in de LFD's verantwoordelijk zijn.

Eén van de mogelijkheden om dit probleem op te lossen is via een nog groter aantal herhalingen van dezelfde proefnemingen. Dit is echter een zeer tijdrovende onderneming (het meten van bvb. vier replica's van telkens 200 *Nephrops* vraagt minstens 2 uur), en zelfs indien het mogelijk zou blijken om binnen een redelijke tijdsperiode een voldoende groot aantal herhalingen uit te voeren, is er nog geen garantie dat de resultaten van alle proefnemingen onderling vergelijkbaar zullen zijn.

Om deze reden werd beslist de sensitiviteitsanalyse op een andere, beter controleerbare manier aan te pakken, met name via een systeem van computer-simulaties op theoretische populaties met gekende LFD's (zie ook Project 2.2., partim RESCUE-programma, sectie Simulatie-studies, voor meer achtergrond-informatie over de toegepaste techniek). Eerste tests met behulp van een eigen-geschreven programma in dBase III + onder DOS leverden zeer hoopgevende resultaten op, maar uiteindelijk bleek deze methode te traag om grote aantallen simulaties te draaien (ca. vier uur voor nauwelijks 100 simulaties).

Uit de ervaringen die inmiddels werden opgedaan met gelijkaardige simulatie-studies op garnaal (*Crangon crangon*) (zie Project 2.2., partim RESCUE-programma, sectie Simulatie-studies) is gebleken dat de 'running time' tot nauwelijks 10 à 15 minuten kan teruggebracht worden (eveneens voor 100 simulaties) door gebruik te maken van een systeem met 'gelinkte' elektronische rekenbladen. Een bijkomend voordeel van deze methode is dat de 'output' nagenoeg moeiteloos naar een statistisch software-pakket (Statistica onder Windows) getransfereerd kan worden, waardoor de verdere verwerking van de resultaten aanzienlijk vergemakkelijkt wordt.

In vergelijking met de simulatie-studies op *Crangon* evenwel, stellen de simulaties op *Nephrops* enkele bijkomende programma-technische problemen. Zo werd bij *Crangon* gestart van een zgn. 'gereconstrueerde' populatie, geïnspireerd op in situ waarnemingen. Bij *Nephrops* evenwel, is het de bedoeling te vertrekken van een theoretische populatie, gebaseerd op gesimuleerde leeftijdscohorten. Bovendien was er bij *Crangon* geen noodzaak om een onderscheid te maken tussen mannetjes en wijfjes, wat duidelijk wel het geval is bij *Nephrops* (o.m. omdat bij de stockramingen en analytische populatie-studies beide sexen strikt gescheiden worden behandeld).

De oplossing van deze problemen werd inmiddels ter hand genomen, maar is om technische redenen veel moeilijker gebleken dan verwacht. Het elektronisch rekenblad dat met succes gebruikt werd voor de simulaties op *Crangon* (nl. Lotus 1-2-3 onder DOS), bleek niet voldoende krachtig om de complexe berekeningen voor *Nephrops* aan te kunnen, en dus moest het programma-technisch gedeelte van voor af aan hernomen worden, met een systeem dat via een efficiënter beheer van het PC-geheugen, het gebruik van omvangrijke en complexe elektronische rekenbladen toelaat (nl. Excel onder Windows). Deze aanpassingen zijn momenteel aan de gang, maar gezien het tijdverlies dat inmiddels is opgetreden, zag de 'Werkgroep Biologie' zich genoodzaakt de eigenlijke simulaties tot de volgende conventie-periode (1997-99) uit te stellen.

### Analyse van de aanvoerstatistieken

In 1995 werd een aanvang gemaakt met de analyse van de gegevens betreffende de aanvoer, de visserij-inspanning en de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (*Landings per Unit Effort*, LPUE) van individuele *Nephrops*-trawlers. De belangrijkste doelstelling van dit onderzoek was na te gaan :

- Hoezeer de LPUE's voor de verschillende vaartuigen onderling verschillen.
- In hoeverre, op basis van deze cijfers, een onderscheid kan gemaakt worden tussen de zgn. gespecialiseerde en de occasionele *Nephrops*-trawlers.
- In welke mate hiermee rekening moet gehouden worden bij de studie van de trends op lange termijn in de LPUE's op kwartaal- of jaarbasis.

De basisgegevens voor deze deelstudie werden betrokken uit de data-bank van de Dienst voor Zeevisserij (Ministerie van Middenstand en Landbouw), waarin de aanvoercijfers en het aantal gepresteerde visuren per vaartuig en per zeereis zijn opgeslagen.

Uit een voorlopige analyse van de cijfers sinds 1987 blijkt dat er inderdaad aanzienlijke verschillen bestaan tussen de LPUE's van de diverse vaartuigen, en dat er weldegelijk een onderscheid kan gemaakt worden tussen gespecialiseerde en occasionele *Nephrops*-trawlers (zie Figuren 2.1.6. en 2.1.7. voor enkele representatieve voorbeelden). De verschillen zijn echter niet altijd consistent : zo presteren sommige 'specialisten' in bepaalde jaren nauwelijks beter dan de 'occasionelen', en zijn er merkelijke verschillen tussen de 'specialisten' onderling.

Volgens de schippers en de eigenaars van de betrokken vaartuigen, hebben deze verschillen o.m. te maken met de vakkennis en de ervaring van de schippers die in de deze visserij actief zijn (de zgn. *skills factor*). Pogingen om deze factor in de analyses op te nemen dienden echter, bij gebrek aan traceerbare gegevens omtrent de samenstelling van de scheepsbemanningen, vroegtijdig gestaakt te worden. In de loop van de voorbije 10 jaar zijn immers nogal wat schippers van vaartuig veranderd, en met name voor de *Nephrops*-trawlers die ondertussen uit de vaart zijn genomen, bleek het reconstrueren van de bemanningslijsten onbegonnen werk.

Momenteel wordt nagegaan in hoeverre de verschillen tussen 'specialisten' en 'occasionelen' een invloed hebben op de gemiddelde LPUE's op kwartaal- en jaarbasis. Men kan immers niet uitsluiten dat het opnemen van schepen met sterk uiteenlopende rendementen in de berekening van bvb. de jaargemiddelden, tot een onderschatting van de index van relatieve abundantie zou kunnen leiden, vooral dan in jaren waarin een groot aantal 'occasionelen' aan de visserij deelneemt.

De eindresultaten van deze deelstudie mogen tegen midden 1997 verwacht worden, en zullen op de eerstvolgende vergadering van de ICES *Study Group on the Life History and Assessment of Nephrops Stocks* voorgesteld worden.

### **Analytische populatie-studies**

Sinds 1995 gebeurt het beheer van de Europese *Nephrops*-stocks volgens een systeem van tweejaarlijkse vangstquota. Dit heeft voor gevolg dat slechts om de twee jaar beheersadviezen van de ICES *Working Group on the Assessment of Nephrops Stocks* verwacht worden. De laatste adviesronde dateert van maart 1995 (quota voor 1995 en 1996) (ICES, 1995); de eerstvolgende is gepland voor maart 1997 (quota voor 1997 en 1998) (ICES, 1997).

### **Recente evolutie van de Belgische *Nephrops*-visserij**

De voorbije 10 jaar is de Belgische *Nephrops*-visserij onderhevig geweest aan ingrijpende veranderingen, die een onmiskenbare invloed hebben gehad op het exploitatiepatroon van de *Nephrops*-stock in de Zuidelijke Noordzee (Botney Gut - Silver Pit gebied).

Tot het begin van de jaren '90 werd de *Nephrops*-visserij op min of meer regelmatige basis bedreven door een 25-tal schepen, die jaarlijks tussen 500 en 700 ton *Nephrops* aanvoerden. Analytische populatie-studies uitgevoerd in die periode, toonden duidelijk aan dat de stock rond het punt van optimale bevissing schommelde, en dat er weinig ruimte was voor een uitbreiding van de visserij (ICES, 1994).

Jaar	Aanvoer (ton)	Visuren	LPUE (kg/uur)
87	507	52280	9.7
88	579	57850	10.0
89	670	63630	10.5
90	699	72940	9.6
91	653	85350	7.7
92	560	82500	6.8
93	676	59570	11.4
94	463	37000	12.5
95	570	33260	17.1
96	258	30860	8.4

De exploitatiedruk bereikte een hoogtepunt in de jaren 1991 en 1992, toen de totale visserij-inspanning boven de 80 000 visuren per jaar uitsteeg. Dit leidde tot een forse daling in de vangsten per eenheid van visserij-inspanning (*Landings per Unit Effort*, LPUE), die in 1992 met nauwelijks 6.8 kg/uur vissen tot een absoluut dieptepunt terugvielen.

In de loop van 1993 en 1994 werden, in het kader van het door de Europese Unie opgelegde Meerjarig Oriëntatieplan (dat een algemene reductie van de vangstcapaciteit van de Europese visserijvloeden nastreeft), een 15-tal *Nephrops*-trawlers uit de vaart genomen. Als gevolg daarvan daalde de visserij-inspanning van 82 500 visuren in 1992 tot 37 000 visuren in 1994 (-55 % in twee jaar tijd). Deze trend zette zich verder door in 1995 en 1996, zij het dan in veel mindere mate dan in de jaren daarvoor.

Opmerkelijk was evenwel, dat de daling in visserij-inspanning zich nauwelijks manifesteerde in de aanvoer. Dit was in hoofdzaak te danken aan een forse stijging in de LPUE's, die van 1992 tot 1995 met nagenoeg 150 % stegen. Deze vaststelling gaf reden tot optimisme over de toestand van de *Nephrops*-stock in de Zuidelijke Noordzee. De LPUE's worden immers, samen met andere parameters, gebruikt als index voor de exploitatie-graad van een stock, en een forse stijging van de LPUE's wordt dan ook aanzien als een aanwijzing dat de stock tekenen van herstel of zelfs van onderbevissing vertoont. Dit vermoeden werd bevestigd door de resultaten van de analytische populatie-studies uitgevoerd in 1995, die duidelijk aantoonde dat de stock zich opnieuw onder het punt van optimale bevissing bevond.

In tegenstelling tot de verwachtingen, was 1996 een teleurstellend opbrengstjaar voor de Belgische *Nephrops*-visserij. Hoewel de visserij-inspanning nauwelijks daalde in vergelijking met 1995 (-8 %), zakte de aanvoer terug tot amper 258 ton (-55 %). Dit was in hoofdzaak te wijten aan twee factoren:

- Gedurende het voorjaar van 1996 bleven de vangsten per eenheid van visserij-inspanning ver beneden het normale peil (Figuur 2.1.8.).
- Het piekseizoen van de *Nephrops*-visserij kwam in 1996 merkkelijk later op gang en bovendien was het van kortere duur dan in de voorgaande jaren (Figuur 2.1.8.).

Op het eerste gezicht is men geneigd deze opmerkelijke daling in de aanvoer toe te schrijven aan een overbevissing van de stock, maar dit wordt door twee vaststellingen tegengesproken:

- De totale visserij-inspanning van de Belgische *Nephrops*-vloot is nooit zo laag geweest als in de jaren 1995 en 1996.
- Uit de berekeningen betreffende de lengte-samenstelling van de *Nephrops*-aanvoer blijkt dat het aandeel van de categorie > 50 mm carapax-lengte geleidelijk aan het toenemen is. Dit wijst erop dat de stock voor het eerst sinds het begin van de jaren '90 opnieuw tekenen van 'veroudering' vertoont, en dit stemt duidelijk niet overeen met het klassieke beeld van een overbeviste stock.

Volgens de schippers van de betrokken vaartuigen zijn de lage vangsten te wijten aan de weersomstandigheden, die, volgens hen althans, in 1996 veel ongunstiger waren dan in de voorbije jaren. Met name in periodes met aanhoudende NO-wind (die doorgaans gepaard gaat met zware zeegang) zouden de vangsten per uur vissen tot een zeer laag peil terugvallen. Het verband tussen zeegang en efficiëntie van het vistuig werd reeds eerder aangetoond (POLET en REDANT, 1994), maar tot nu toe werd nauwelijks aandacht besteed aan de invloed van de weersomstandigheden 'op langere termijn' op de vangsten van de *Nephrops*-visserij.

Of het effect van zeegang op de LPUE's te maken heeft met de efficiëntie van het net, dan wel met de zgn. 'catchability' van *Nephrops* zelf (bvb. omdat ze meer tijd in hun onderaards gangensysteem doorbrengen dan bij kalm weer, en daardoor niet of minder toegankelijk zijn voor bevissing) is niet duidelijk. Zulks neemt niet weg dat, indien de bewering omtrent de invloed van NO-winden op de *Nephrops*-vangsten klopt, de weersomstandigheden een extra factor vormen bij de interpretatie van de 'klassieke' indexen van relatieve abundantie, waaronder de vangsten per eenheid van visserij-inspanning.

In afwachting dat hierover uitsluitsel kan verkregen worden, lijkt het op zijn minst voorbarig om nu reeds alarmerende conclusies te verbinden aan de recente daling in de aanvoer van de *Nephrops*-vloot. Temeer daar er duidelijke aanwijzingen zijn die de these van overbevissing tegenspreken.

Teneinde meer inzicht te verwerven in de mogelijke effecten van de weersomstandigheden op de vangsten van de *Nephrops*-visserij, wordt voorgesteld om in de zeer nabije toekomst een specifieke deelstudie aan dit onderwerp te wijden. Een voorstel in die zin werd in het Activiteitsprogramma van de 'Werkgroep Biologie' voor de periode 1997-99 opgenomen.

### **Studie van de recruiteringsmechanismen en de 'larval drift'**

Zoals vermeld in het onderzoeksprogramma van de 'Werkgroep Biologie' voor 1995-97, werden begin 1995, op initiatief van het Marine Laboratory te Aderdeen, verkennende gesprekken aangevat om de haalbaarheid van een internationaal onderzoeksproject naar de zgn. *larval drift* van *Nephrops* na te gaan. Uiteindelijk evenwel, kreeg de 'Werkgroep Biologie' nauwelijks 2 weken vóór het verstrijken van de 'deadline' voor het indienen van projectvoorstellen bij de Europese Commissie (midden februari 1996), een ontwerp tekst voor het project toegestuurd. Gezien de omvang van het voorgestelde programma (zowel naar tijdsduur, als naar in te zetten technische middelen), was het van Belgische zijde onmogelijk om nog tijdig de nodige sub-contractanten aan te zoeken, en om vóór de gestelde tijdslimiet en degelijk onderbouwd voorstel op papier te zetten.

Omwille van deze redenen zag de 'Werkgroep Biologie' zich dan ook genoodzaakt om af te zien van deelname aan het onderzoeksprogramma naar de larval drift van *Nephrops*. Inmiddels is bekend geraakt dat het project door de Europese Commissie niet weerhouden werd voor financiering, omdat het als te grootschalig, te ambitieus en te duur beoordeeld werd.

## Referenties

ICES (1994) : Report of Working Group on *Nephrops* and *Pandalus* Stocks.

ICES, Assessment Working Group Reports, CM 1994/Assess:12.

ICES (1995) : Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks.

ICES, Assessment Working Group Reports, CM 1995/Assess:12.

ICES (1996) : Report of the Study Group on Life Histories of *Nephrops*.

ICES, Shellfish Committee, CM 1996/K:2.

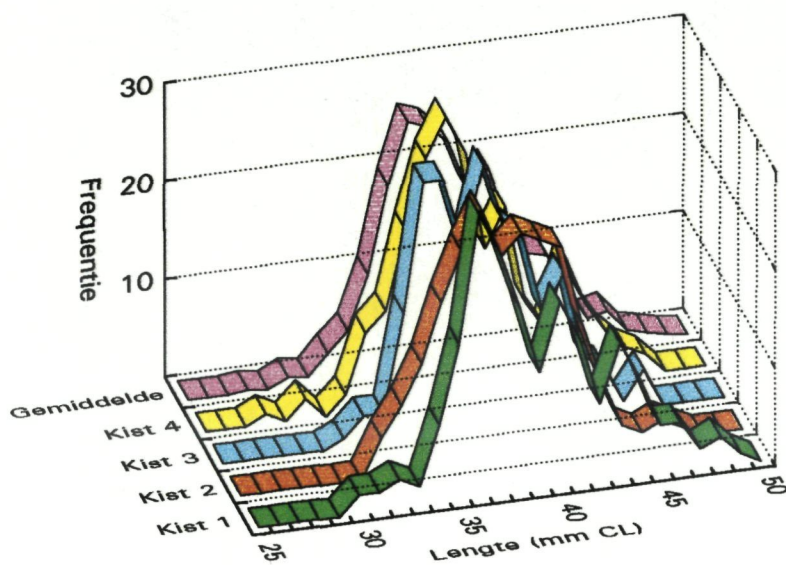
ICES (1997) : Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks.

ICES, Assessment Working Group Reports, CM 1997/Assess : .. (in voorbereiding)

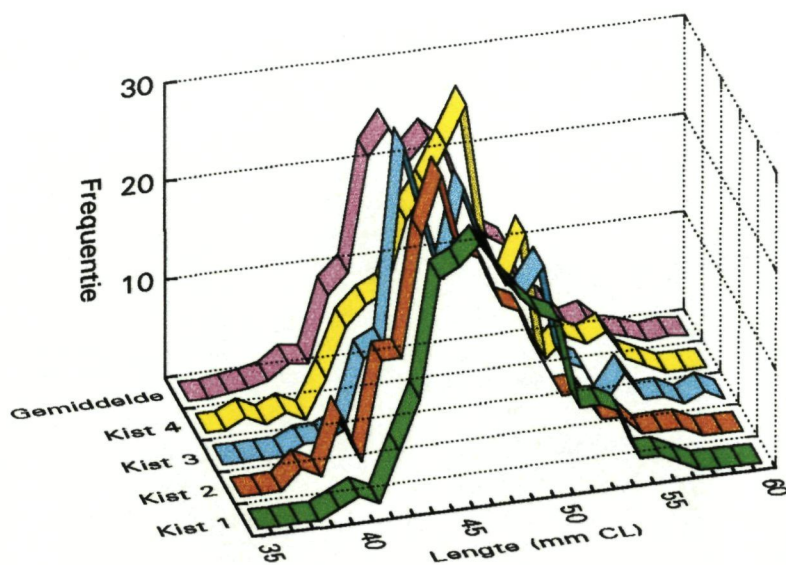
POLET, H. en REDANT, F. (1994): Selectivity experiments in the Belgian Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fishery.

ICES, Fish Capture Comm., CM 1994/B:39.

Figuur 2.1.1. - Lengte-frequentie-verdelingen van replica-monsters van de *Nephrops* aanvoer : Marktkategorie "midden" 200 metingen per monster

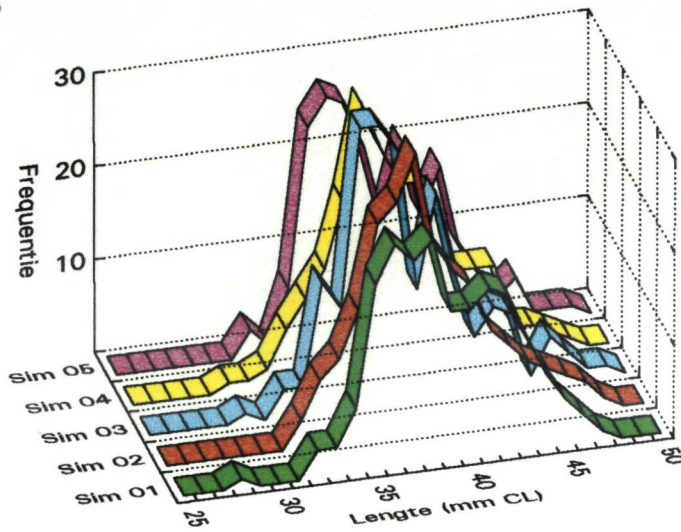


Figuur 2.1.2. - Lengte-frequentie-verdelingen van replica-monsters van de *Nephrops* aanvoer : Marktkategorie "groot" 200 metingen per monster

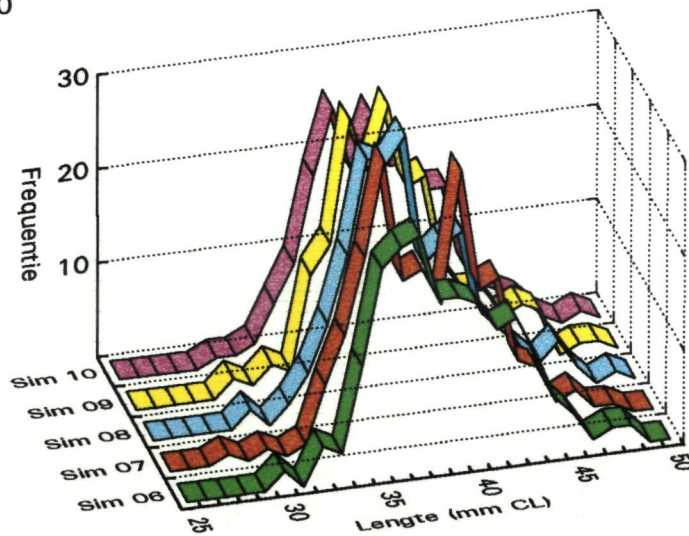


Figuur 2.1.3. - Vergelijking van gesimuleerde "mengmonsters" van 4 x 50 stuks : Marktkategorie "midden"

Simulaties 01-05

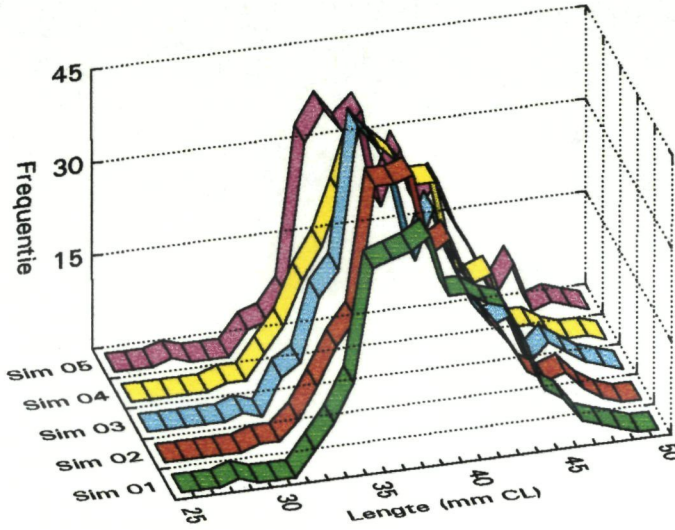


Simulaties 06-10

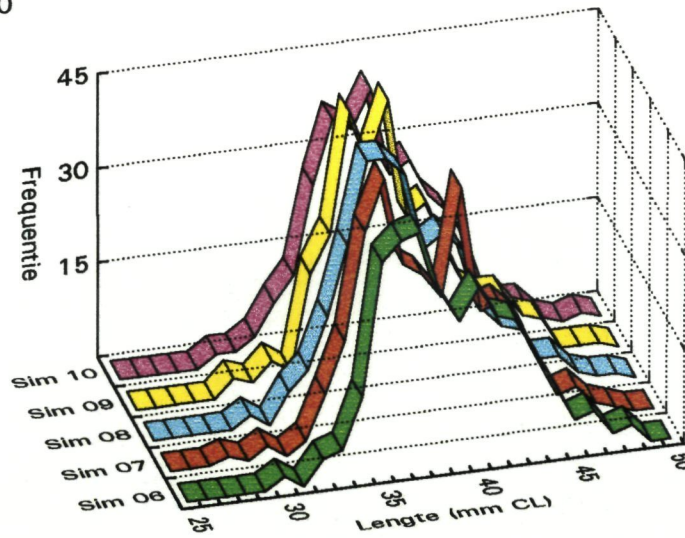


Figuur 2.1.4. - Vergelijking van gesimuleerde "mengmonsters"  
van 4 x 75 stuks : Marktkategorie "midden"

Simulaties 01-05

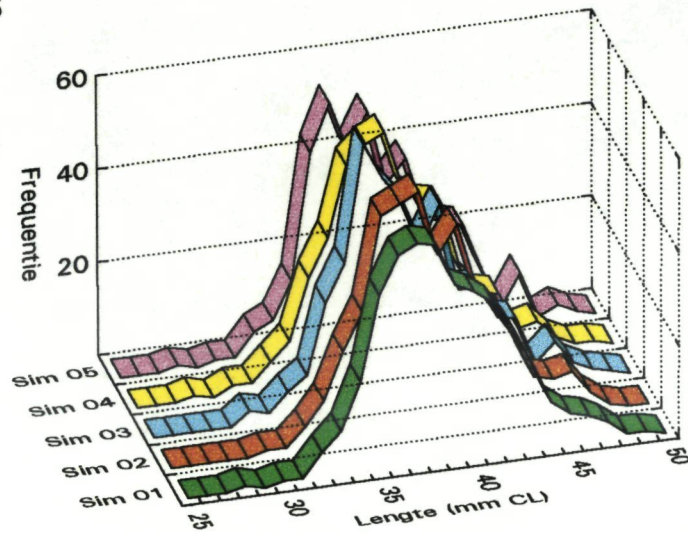


Simulaties 06-10

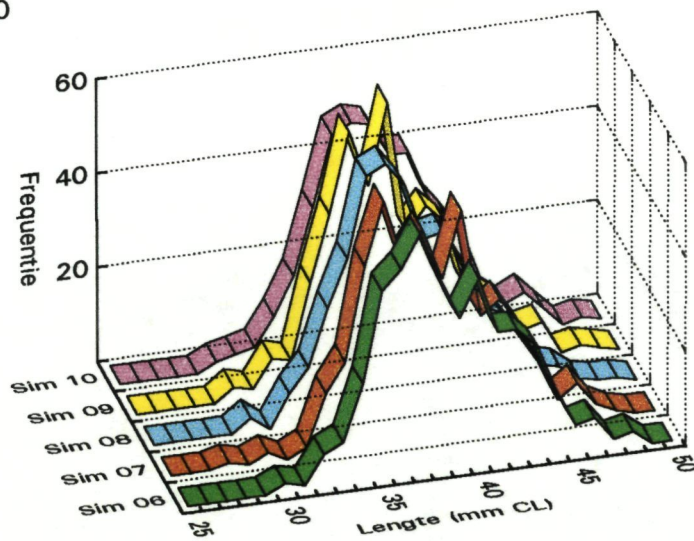


Figuur 2.1.5. - Vergelijking van gesimuleerde "mengmonsters"  
van 4 x 100 stuks : Marktkategorie "midden"

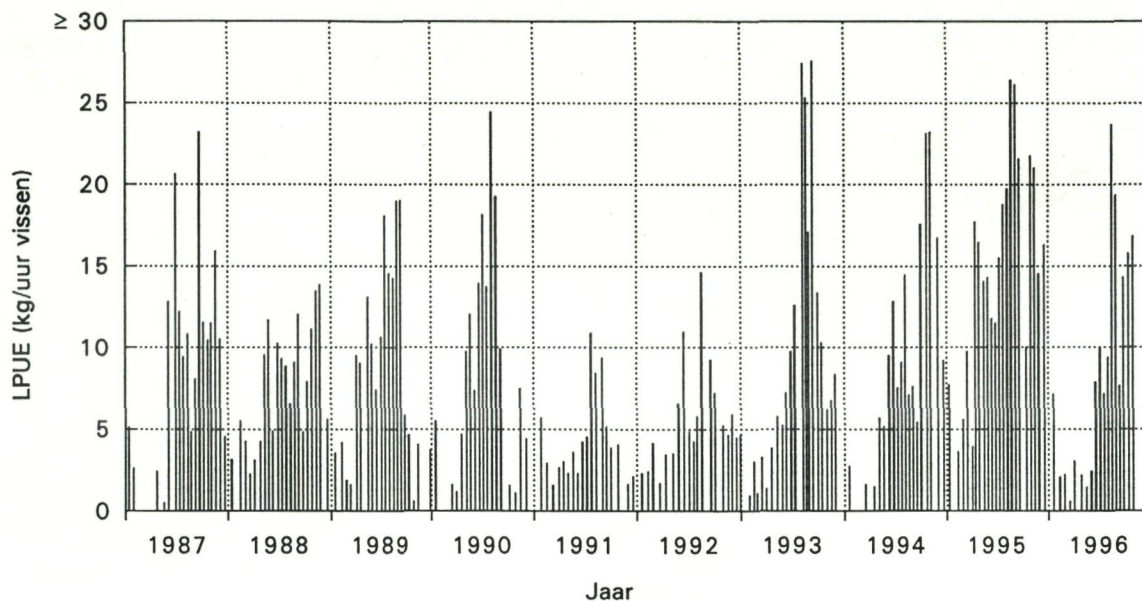
Simulaties 01-05



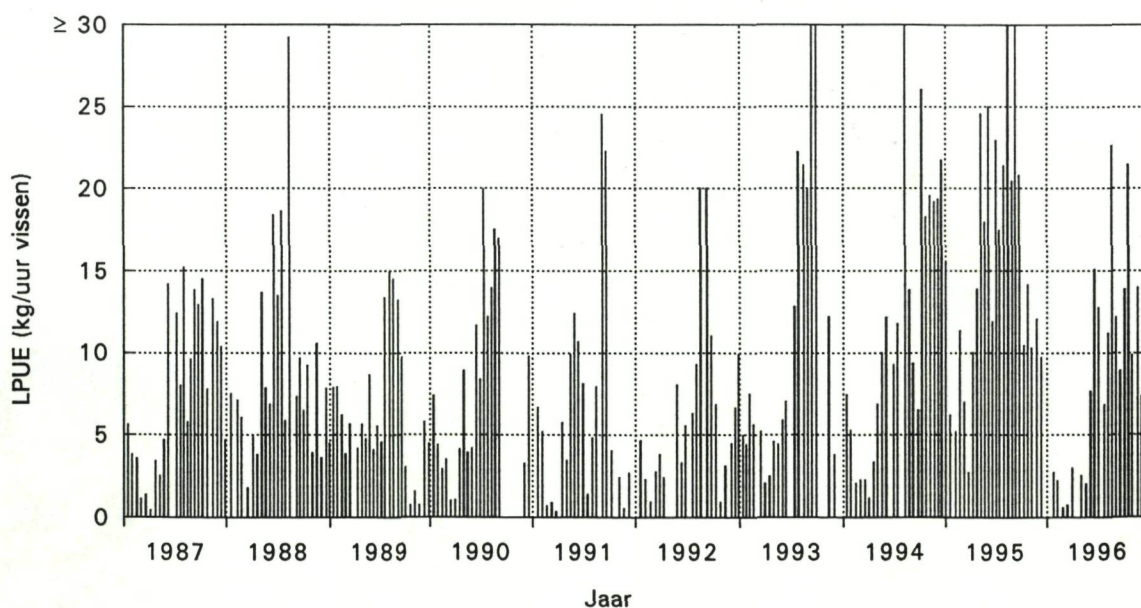
Simulaties 06-10



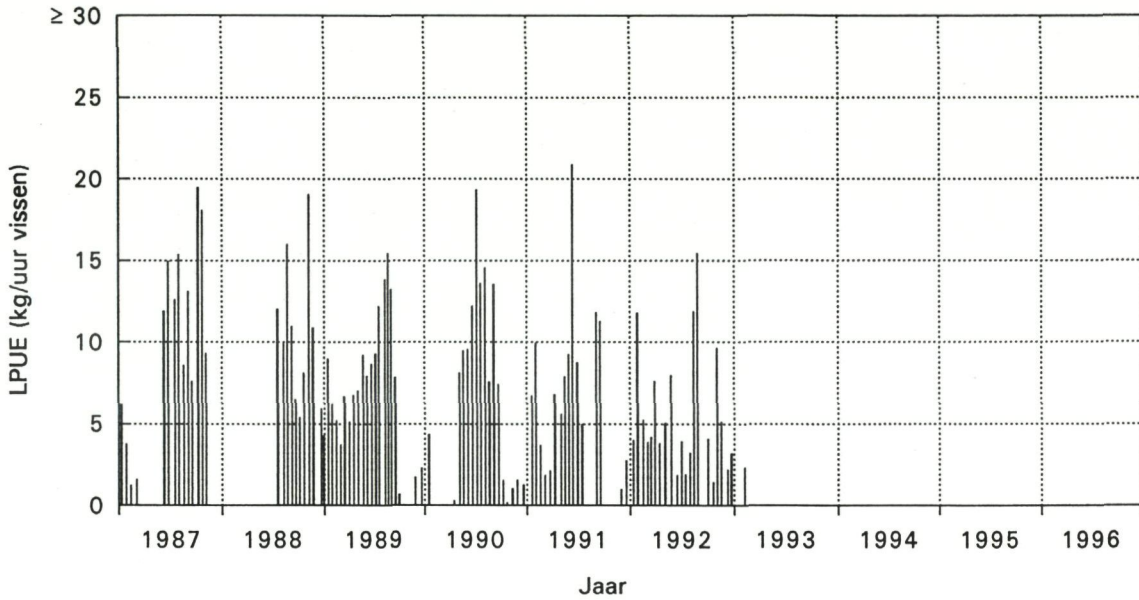
Figuur 2.1.6. (A) - Aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van een gespecialiseerde *Nephrops*-treiler (Z-123)  
Periode : 1987-96



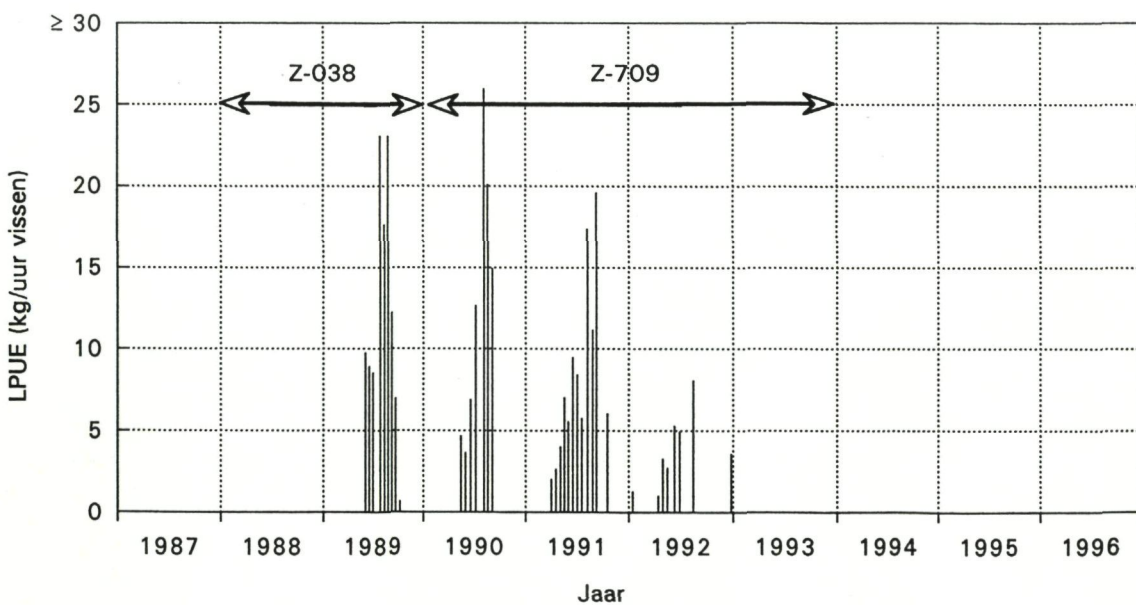
Figuur 2.1.6. (B) : Aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van een gespecialiseerde *Nephrops*-treiler (Z-307)  
Periode : 1987-96



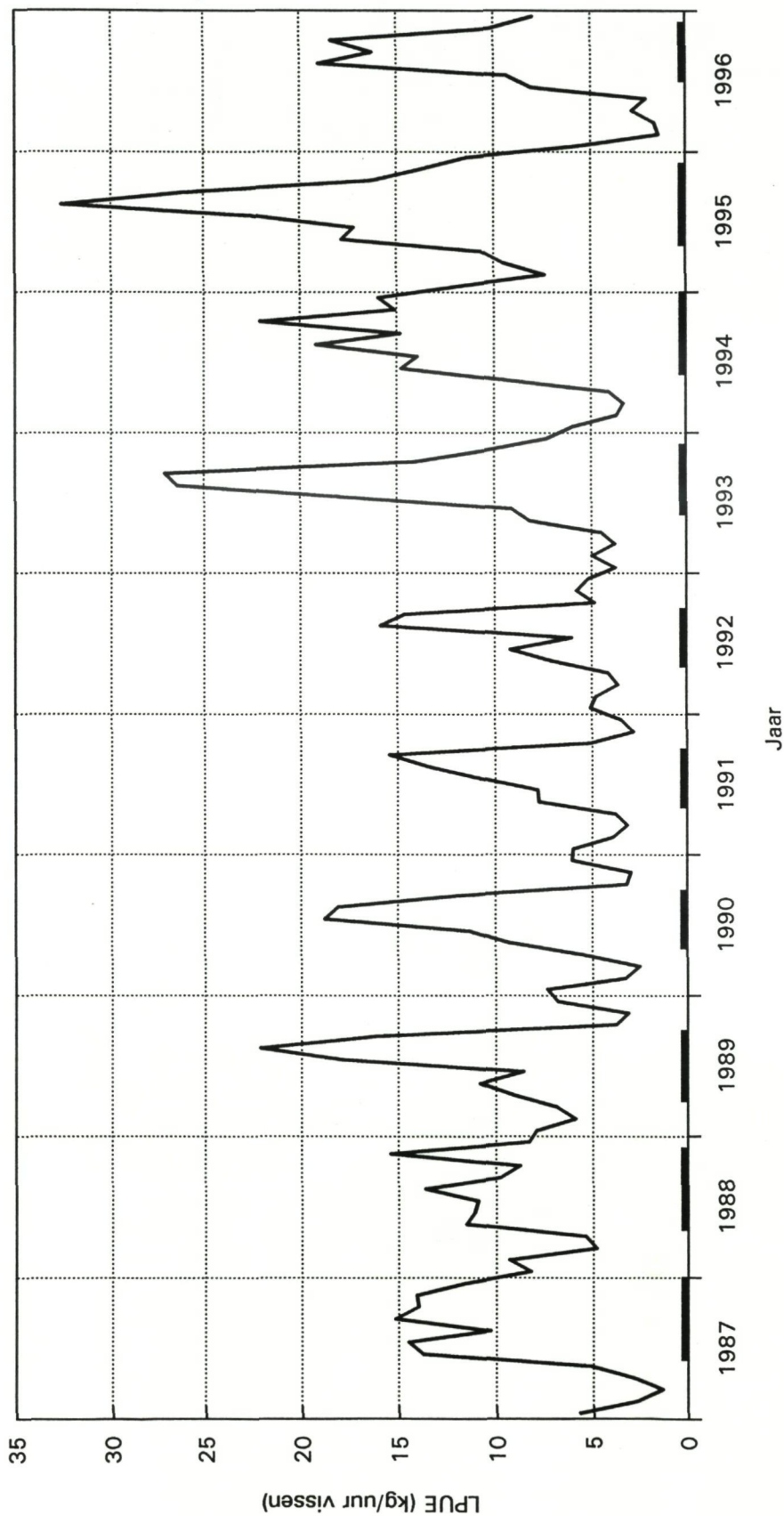
Figuur 2.1.7. (A) - Aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van een occasionele *Nephrops*-treiler (N-141)  
Periode : 1987-96



Figuur 2.1.7. (B) - Aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van twee occasionele *Nephrops*-treilers (Z-038 en Z-709)  
Periode : 1987-96



Figuur 2.1.8. - Gemiddelde aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van de Belgische *Nephrops*-vloot in het Botney Gut - Silver Pit gebied  
Maandelijkse gemiddelden - Periode : 1987-96



Het piekseizoen van de *Nephrops*-visserij is op de X-as aangeduid met een volle lijn

## **Project 2.2. - Studie van de biologie, de dynamiek en het exploitatie-patroon van garnaal**

Projectverantwoordelijke : F. Redant

### **Studie van het exploitatie-patroon**

#### **Evolutie van de Belgische garnaalvisserij**

In het kader van de activiteiten van de ICES *Working Group on the Life History and Assessment of Crangon Stocks* (ICES, 1996) werd aandacht besteed aan de evolutie van de aanvoer, de visserij-inspanning en de aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (*Landings per Unit Effort*, LPUE) van de Belgische garnaalvisserij sinds het begin van de jaren '70. De belangrijkste bevindingen van deze studie zijn hieronder samengevat.

In de loop van de jaren '70 daalde de aanvoer van garnaal in de Belgische havens zeer scherp, van 1250 - 1600 ton per jaar in het midden van de jaren '70 tot ongeveer 900 ton op het einde van de jaren '70 (Figuur 2.2.1.); een trend die grotendeels het gevolg was van een gelijklopende, forse daling in het aantal gepresteerde visuren (van gemiddeld ca. 70 000 tot ca. 35 000 visuren per jaar) (Figuur 2.2.2.). Begin jaren '80 daalde de aanvoer verder tot 450 - 600 ton per jaar, om vervolgens op dit niveau te stabiliseren. 1982 was een uitmuntend jaar voor de Belgische garnaalvisserij, dat met een aanvoercijfer van 1780 ton (Belgische en vreemde havens samen) schril contrasteerde met de neerwaartse trend die tussen het midden van de jaren '70 en het midden van de jaren '80 overheerste.

Sinds 1990 is er een opmerkelijke toename in de aanvoer van garnaal door Belgische kotters in vreemde havens (met name in Nederland). Deze aanlandingen stegen van minder dan 100 ton per jaar op het einde van de jaren '80 tot bijna 750 ton in 1995 (nagenoeg 50 % meer dan de aanvoer in Belgische havens voor dat jaar) (Figuur 2.2.1.). Mede als gevolg hiervan steeg de totale aanvoer van de Belgische garnaalvloot (Belgische en vreemde havens samen) in 1995 tot net boven de 1200 ton, wat meteen het hoogste aanvoercijfer was sinds 1982.

Tussen het einde van de jaren '70 en 1994 fluctueerde het aantal gepresteerde visuren van de vaartuigen die hun vangsten in Belgische havens aanlandden, zonder op- of neerwaartse trend tussen 30 en 40 000 visuren per jaar (Figuur 2.2.2.). In 1995 daalde de visserij-inspanning van deze vaartuigen met ongeveer 25 % ten opzichte van het gemiddelde voor het begin van de jaren '90. In dezelfde periode steeg het aantal gepresteerde visuren van de vaartuigen die hun vangsten in vreemde havens aanlandden met nagenoeg 35 % (van ca. 12 000 visuren in 1993 en 1994 tot iets meer dan 16 000 visuren in 1995).

De voorbije jaren lijken de LPUE's van de garnaaflvoot zich lichtjes hersteld te hebben, na een langdurige periode van nagenoeg ononderbroken verval (Figuur 2.2.3.). In 1990 waren de LPUE's teruggevallen tot het laagste cijfer in de tijdreeks (nauwelijks 0.059 kg/PK-uur). Sindsdien zijn ze geleidelijk opgeklommen tot 0.090 kg/PK-uur. Dit herstel is hoopgevend, al moet opgemerkt worden dat het cijfer van 0.090 kg/PK-uur nog steeds ver beneden het gemiddelde voor het einde van de jaren '70 (0.125 kg/PK-uur) blijft.

Zoals reeds in een vorig rapport van de ICES *Working Group on the Life History and Assessment of Crangon Stocks* (ICES, 1994) werd aangestipt, bestaat er ernstige twijfel over de betrouwbaarheid van de officiële aanvoercijfers voor de Belgische garnaa-visserij. De rapportering van de aanvoer is vaak onvolledig, en controleerbare informatie over de omvang van de zgn. 'grijze' aanvoer is uitermate schaars. Niettegenstaande deze twijfels heerst de overtuiging dat de waargenomen trends, zoals ze uit de officiële cijfers naar voor komen, grosso-modo de werkelijke trends in de aanvoer en de LPUE's van de garnaa-visserij weerspiegelen.

## Studie van de populatie-dynamiek

### Effect van predatie op de garnaa-stock

In het kader van een door de ICES *Working Group on the Life History and Assessment of Crangon Stocks* gecoördineerd onderzoek naar de trends op lange termijn in de predatiedruk op de garnaa-stocks in de Europese wateren, werd een aanvang gemaakt met de her-berekening van de resultaten van de maaganalyses die in de loop van de jaren '70 uitgevoerd werden. Als onderdeel van een veel ruimere studie naar de dynamiek van de garnaa-populatie in de Belgische kustwateren (REDANT, 1978) werden toen ca. 10 000 maaginhouden van potentiële garnaa-predatoren op de aanwezigheid van *Crangon* (en andere Caridea) onderzocht (GABRIELS, 1977 ; REDANT, 1980, 1982a, 1982b ; NIERYNCK en REDANT, 1983).

Aangezien 20 jaar geleden het gebruik van computers voor de verwerking van dergelijke massa's gegevens (in totaal gaat het immers om nagenoeg een kwart miljoen numerieke data) veel minder voor de hand lag dan nu, zijn deze gegevens in het verleden nooit in voldoende detail geanalyseerd om een antwoord te geven op vragen naar bvb. de voedselvoorkeur van de betrokken vissoorten, de seizoensale verschillen in predatiedruk, of het verband tussen de lengte van de predatoren en de lengte van de garnalen waarmee zij zich voeden.

In 1995 werd een aanvang gemaakt met de informatisering van de bestaande gegevens en met hun statistische verwerking. Tot nu toe werd de informatisering voltooid voor drie van de tien bestudeerde vissoorten (nl. kabeljauw, *Gadus morhua* ; vijfdradige meun, *Ciliata mustela* ; en slakdolf, *Liparis liparis*), en werd de statistische analyse afgewerkt voor één van deze soorten (nl. kabeljauw). Dit zijn weliswaar niet de belangrijkste garnaalpredatoren, noch de soorten waarvoor het meest gegevens voorhanden zijn. Toch werd beslist de informatisering met de kleinste gegevensbestanden te beginnen, om vervolgens, op basis hiervan, de methodiek op punt te stellen, en dan pas de analyse aan te vatten voor die soorten waarvoor wél grote aantallen gegevens beschikbaar zijn (met name wijting, *Merlangius merlangus* ; dwerg- en steenbolk, *Trisopterus spp.* ; en schar, *Limanda limanda*).

Figuren 2.2.4. - 2.2.9. geven enkele voorbeelden van het type resultaten dat uit de statistische analyse van de gegevens verkregen wordt :

- Figuur 2.2.4. toont het verband tussen de lengte van de bestudeerde vissen ( $L_f$ ) en het gewichtsaandeel van garnalen (alle soorten samen) in de maaginhouden.
- Figuur 2.2.5. toont het verband tussen  $L_f$  en het aantal garnalen (alle soorten samen) per maaginhoud.
- Figuren 2.2.6. en 2.2.7. tonen het verband tussen  $L_f$  en de lengte van de garnalen (*Crangon crangon*) in de maaginhouden.
- Figuur 2.2.8. toont het relatieve aandeel van verschillende lengteklassen van garnaal (*Crangon crangon*) in verschillende lengteklassen van kabeljauw, opgesplitst volgens kwartaal.
- Figuur 2.2.9. toont het gemiddeld aantal garnalen (*Crangon crangon*) van diverse lengteklassen in de maaginhouden van vissen van verschillende lengte.

De voorlopige resultaten van dit onderzoek werden op de voorbije vergadering van de ICES *Working Group on the Life History and Assessment of Crangon Stocks* (juni 1996) voorgesteld (ICES, 1996). Bij deze gelegenheid werd door de *Working Group* het belang van de onderzoeken onderstreept, en werd overeen gekomen dat de 'Werkgroep Biologie' de resultaten voor de overige predator-soorten op de eerstvolgende vergadering van de '*Working Group*' (medio 1998 of 1999) zal voorstellen.

## RESCUE-programma

### Algemeen kader

RESCUE (*Research on the Shrimp Catching Unerring Effects*) is een door de Europese Commissie gefinancierd internationaal onderzoeksprogramma, dat de inventarisatie van de effecten van de Europese garnaalvisserijen op juveniele rond- en platvis beoogt. Aan het project wordt deelgenomen door instituten uit Denemarken (Danish Institute for Fisheries and Marine Research, DIFMAR), Duitsland (Bundesforschungsanstalt für Fisherei, BFAFi), Nederland (Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek, RIVO), Frankrijk (Institut Français pour l'Exploration de la Mer, IFREMER), Engeland (University of Humberside) en België. Van Belgische zijde wordt de deelname aan het project verzekerd door een samenwerkingsverband tussen de Afdeling Technisch Visserij-Onderzoek van het Rijksstation voor Zeevisserij en de 'Werkgroep Biologie'.

Eind 1995 werd Fase 1 van het RESCUE-programma afgesloten (POLET, 1997). Deze fase, die integraal door de Afdeling Technisch Visserij-Onderzoek van het Rijksstation voor Zeevisserij werd uitgevoerd, beoogde een zo volledig mogelijke inventaris van de Belgische garnaalvloot. Daarbij werd speciale aandacht besteed aan de technische karakteristieken van de vaartuigen (algemene karakteristieken, voortstuwing, navigatie- en communicatie-apparatuur, enz.), het vistuig (technische karakteristieken van boomkorren en netten, enz.) en de verwerkingsinstallaties voor de vangsten (vergaarbakken, spoel- en zeefmachines, kook- en koelinstallaties, enz.).

Fase 2, die in samenwerking tussen de 'Werkgroep Biologie' en de Afdeling Technisch Visserij-Onderzoek verliep, en die de eigenlijke staalnames van de vangsten aan boord van commerciële garnaalvaartuigen omvat, werd in januari 1996 aangevat. De inbreng van de 'Werkgroep Biologie' in deze Fase van het project situeerde zich hoofdzakelijk op het vlak van de

optimisatie van de bemonsteringsprotocols voor de waarnemingen aan boord van de vissersvaartuigen en de metingen in het labo (zie volgende secties), het opmaken van standaard-protocols voor de archivering en de verwerking van de meetresultaten, en de statistische analyse van de eindresultaten. De aanbevelingen die hieruit voortvloeiden, werden door de RESCUE-stuurgroep als richtlijn aanvaard voor alle bemonsteringscampagnes die in het kader van Fase 2 door de diverse deelnemende instituten werden opgezet.

Als voorbereiding op Fase 2 van het RESCUE-programma werden in het najaar van 1995 en het voorjaar van 1996 diverse deelonderzoeken uitgevoerd, met name naar :

- De krimp van garnaal als gevolg van bewaring in formol.
- De betrouwbaarheid van diverse staalname-strategieën voor de vissen in de verschillende vangstfracties.
- De optimale omvang van de garnaalmonsters.

De resultaten hiervan zijn in de volgende secties samengevat.

### **Krimpproeven**

Op voorstel van de Belgische delegatie, werd door de stuurgroep van het RESCUE-programma overeengekomen om, indien mogelijk, de garnaalmonsters op zee in een 4 % formol-oplossing te stockeren voor verdere verwerking in het labo. Het voordeel van deze techniek is dat beschadiging tot een minimum beperkt wordt (ten opzichte van bvb. bewaring in diepgevroren toestand) ; het nadeel dat formol een ernstig gezondheidsrisico inhoudt, en dat de monsters langdurig moeten gespoeld worden vooraleer ze kunnen gemeten worden. Een bijkomend nadeel is dat garnalen in formol gaan krimpen (in hoofdzaak als gevolg van de samentrekking van het spierweefsel in het abdomen). Op zich hoeft dit geen probleem te vormen, op voorwaarde evenwel dat alle deelnemers aan het project dezelfde bewaringstechniek gebruiken.

Met name in Duitsland echter is het gebruik van formol aan dusdanig strenge voorwaarden onderworpen, dat door de Duitse project-partners beslist werd om de monsters in diepgevroren toestand te bewaren. Daardoor stelde zich een probleem met betrekking tot de vergelijkbaarheid van de verschillende data-sets, en werd beslist om vooraf vergelijkende proeven uit te voeren naar de mogelijke invloed van bewaring in formol op de lengte-metingen van garnaal.

Daartoe werd in het najaar 1995 een specifieke proef gestart. Op zee werden van een aantal discrete lengteklassen (30, 35, 40, ..., 75 en 80 mm totale lengte, TL) telkens 40 garnalen in een 4 % formol-oplossing (natuurlijk gebufferd in zeewater) gestockeerd. De dieren werden vervolgens om de twee weken 'her-meten'. Uit de vergelijking van deze meetresultaten (lengte bij  $T_i$ ) met de lengte bij aanvang van de proefnemingen (lengte bij  $T_0$ ), kon dan het verloop van de krimp voor de verschillende lengteklassen afgeleid worden. Na drie maanden was de krimp in alle bestudeerde lengteklassen ruimschoots gestabiliseerd, en werd het experiment afgesloten.

Figuren 2.2.10. toont twee typische voorbeelden van het krimp-proces, voor verschillende lengteklassen van garnaal (nl. 45 en 65 mm totale lengte bij aanvang van de proeven). Het verloop van de krimp was voor alle lengteklassen gelijk : een snelle afname van de gemiddelde lengte in de eerste weken na bewaring, gevolgd door een geleidelijke stabilisatie na ca. 2 maanden. De krimp volgt een omgekeerd asymptotisch verloop, en kon het best beschreven worden door middel van een negatieve asymptotische curve, die door de lengte bij  $T_0$  geforceerd werd.

Gemiddeld is de krimp na stabilisatie zeer gering : slechts 4 % (voor alle lengteklassen). Dit is nauwelijks de moeite om rekening mee te houden bij de vergelijking van data-sets voor garnalen die in formol dan wel in diepgevroren toestand bewaard werden. Men mag er immers van uitgaan dat de impact van de 'klassieke' meetfouten (veroorzaakt door bvb. het minder of meer uitrekken van het abdomen, het niet correct uitlijnen van de garnalen op de meetplank, of als gevolg van het onvermijdelijke concentratieverlies dat optreedt bij het meten van grote aantallen monsters) op de kwaliteit van de data-sets een stuk groter zal zijn dan de 'fout' te wijten aan het krimpen van de garnalen. Maar aangezien het toch in de bedoeling lag om voor de metingen speciale meetplanken te ontwerpen, werd door de RESCUE-stuurgroep beslist om twee aangepaste versies te maken, nl. één voor 'verse' en één voor op formol bewaarde garnaalmonsters. Op deze meetplanken zijn de lijnen die de 5 mm lengteklassen afbakenen zodanig getrokken dat achteraf geen correcties voor de krimp meer nodig zijn.

### **Vergelijkend onderzoek op diverse staalname-strategieën voor de visfractie in de vangsten van de garnaalvisserij**

Op de meeste Europese garnaaltrawlers is het gebruikelijk om de commerciële vis manueel uit de rapen, en vervolgens het resterende gedeelte van de vangsten (garnalen, kleine bijvangst-vis en niet-commerciële bijvangst, zoals krabben, zeesterren, enz.) mechanisch te triëren. Daartoe zijn de meeste schepen uitgerust met een roterende spoel- en zeefmachine (Figuur 2.2.11.). Deze machine scheidt de vangsten in drie fracties : grote bijvangst, commerciële garnaal en

~~ondermaatse garnaal~~. Ook al werken deze spoel- en zeefmachines zeer efficiënt, toch valt niet te vermijden dat kleinere vissen, zoals 0-jarige schol, schar en tong, in één van de garnaalfracties terecht komen. Het gevolg hiervan is dat de vissen over vier verschillende fracties verdeeld (kunnen) zijn : de commerciële visfractie, de bijvangstfractie, de commerciële garnaalfractie en de 'discard' garnaalfractie.

Het onmiskenbare voordeel van staalnames per fractie is dat de diverse lengte- en leeftijds-klassen van vis zeer nauwkeurig bemonsterd kunnen worden. In feite komt deze methode neer op een vorm van 'stratified sampling' (waarbij de stratifiëring gebeurt volgens grootte van de te bemonsteren vissen), en dergelijke bemonsteringstechnieken leveren traditioneel betere resultaten op dan niet-gestratificeerde monsters.

Het bemonsteren van al deze fracties stelt echter aanzienlijke logistieke problemen : voor iedere te analyseren sleep moeten immers drie fracties op de aanwezigheid van vis gecontroleerd worden, en moeten, desgevallend, stalen of sub-stalen van de aanwezige vis voor meting uitgesorteerd worden. Dit kan zeer veel tijd in beslag nemen, en met name wanneer de sleepduur vrij kort is, kan dit problemen geven. Op de meeste garnaalkotters is de werkruimte beperkt, en daarom is het verkieslijk dat de wetenschappelijke 'crew' haar werkzaamheden heeft beëindigd vooraleer de volgende sleep aan dek komt, teneinde te vermijden dat de bemanning in haar activiteiten gehinderd wordt.

Bij het opzetten van staalname-campagnes aan boord van commerciële vaartuigen moet men dus terdege rekening houden met de kans op een conflictsituatie tussen de wetenschappelijke criteria die aan de bemonsteringen gesteld worden enerzijds, en de hinder die hieruit kan voortvloeien voor de bemanning van het bemonsterde vaartuig anderzijds. Binnen de RESCUE-stuurgroep was dan ook de vraag gerezen of staalnames per fractie een absolute noodzaak waren, dan wel of eenzelfde graad van precisie kon bereikt worden door monsters van de niet-gesorteerde vangsten te analyseren.

Teneinde enige richting te geven aan deze discussie werden in november 1995 aan boord van de 'Belgica' vergelijkende proeven op beide staalname-strategieën uitgevoerd (niet-gesorteerde tegenover gesorteerde vangst). Daartoe werden de vangsten van een aantal slepen telkens twee maal bemonsterd en gemeten : een eerste maal vóór en een tweede maal ná sortering met een spoel- en zeefmachine. Aangezien bij iedere proefneming alle aanwezige vissen gemeten werden, waren de werkelijke lengte-frequentie-distributies (LFD's) voor de verschillende soorten gekend, en kon precies nagegaan worden hoe dicht de resultaten van de verschillende staalname-strategieën de realiteit benaderden.

Figuren 2.2.12. en 2.2.13. tonen de LFD's voor wijting en schar bekomen uit monsters van een niet-gesorteerde vangst ; figuren 2.2.14. en 2.2.15. LFD's, eveneens voor wijting en schar, bekomen uit monsters van dezelfde vangst ná sortering met de spoel- en zeefmachine. Behalve op wijting en schar, werden gelijkaardige proeven eveneens uitgevoerd op kabeljauw, steen- en dwergbolk, en schol.

Zoals min of meer verwacht kon worden leverde de tweede techniek veel nauwkeuriger schattingen van de LFD's op. Voor de monsters van de niet-gesorteerde vangst was de overeenkomst met de werkelijke LFD's ronduit slecht (met, op een enkele uitzondering na,  $\text{Chi}^2$  p-waarden  $< 0.05$ ), terwijl voor de monsters van de gesorteerde vangst merkelijk betere overeenkomsten werden genoteerd (met, eveneens op een enkele uitzondering na,  $\text{Chi}^2$  p-waarden  $> 0.70$ ).

Voor de soorten die weinig talrijk in de vangsten voorkwamen, zoals schol en kabeljauw, gaf geen van beide methoden voldoening. Dit hoeft nauwelijks verwondering te wekken, vooral dan gezien het feit dat het aantal vissen voor bedoelde soorten in alle monsters veel te klein was (doorgaans  $< 10$ ) om betrouwbare LFD's op te leveren.

Op basis van deze resultaten besloot de RESCUE-stuurgroep om, waar mogelijk, de methode van monsterneming ná sortering als standaard te hanteren. Tevens werd overeen gekomen om het volume van de monsters uit de diverse fracties op een flexibele manier aan de abundantie van de verschillende vissoorten aan te passen. Daarmee wordt bedoeld dat voor de zeldzamere soorten een groter aantal manden of kisten per fractie uitgesorteerd wordt, dan voor de talrijk voorkomende soorten.

### Simulatie-studies

Eveneens als voorbereiding op het RESCUE-programma werd in 1995-96 een specifieke studie uitgevoerd om na te gaan wat de invloed is van diverse staalname-strategieën enerzijds, en het aantal uitgevoerde metingen per vangstfractie (bvb. teruggooi en commerciële garnaal) anderzijds, op de nauwkeurigheid van de schattingen van de lengte-frequentie-distributies (LFD's) van een garnaalpopulatie (waarbij de term 'populatie' in dit concrete geval synoniem staat voor 'ongesorteerde vangst'). De resultaten van dit onderzoek waren niet alleen van belang voor het RESCUE-programma, maar kunnen tevens dienstig zijn bij de bepaling van de optimale staalname-strategie voor monitoring-studies of voor studies over de dynamiek van garnaalpopulaties.

2.4.3

Voor details over de gevolgde methodiek, en voor een uitgebreide bespreking van de resultaten van deze studie, wordt verwezen naar het rapport dat hierover op de *Annual Science Conference* van de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee werd voorgesteld (REDANT, 1996), en waarvan een copie in bijlage aan het activiteitenverslag werd toegevoegd. Wat hierna volgt is een bondige samenvatting van de methodiek en de belangrijkste resultaten.

Bij deze studie werd gekozen voor een theoretische benadering, uitgaande van een populatie met gekende LFD, die vervolgens met behulp van eveneens gekende selectie-curves voor het vistuig én voor de spoel- en zeefmachine in drie fracties werd opgedeeld. Uit de aldus verkregen fracties werden dan willekeurige stalen genomen, van een vooraf bepaalde omvang. Op basis van de aantallen per lengteklasse in deze gesimuleerde monsters werden vervolgens de LFD's van de verschillende fracties en van de totale vangst her-berekend, waarna de her-berekende LFD's met de oorspronkelijke LFD van de theoretische populatie vergeleken werden.

Deze methode vertoont veel gelijkenis met deze voorgesteld door HAMPTON en MAJKOWSKI (1987), voor theoretische studies naar de impact van staalname-strategie en monstervolume op de schattingen van bvb. groei-parameters, sterftegraden of selectie-curves. Dergelijke benadering heeft het voordeel dat de uitgangssituatie precies gekend is, en dat bijgevolg tot in de kleinste details kan nagegaan worden hoe dicht de her-berekende parameters de uitgangssituatie benaderen, en wat precies de impact is van wijzigingen in bvb. de staalname-strategie of het aantal uitgevoerd metingen op de nauwkeurigheid van de berekeningen.

In tegenstelling tot HAMPTON en MAJKOWSKI (1987) evenwel, die voorstellen de theoretische populatie op te bouwen aan de hand van een reeks cohorten, die men vervolgens laat 'groeien' en 'uitdoven' via een stelsel van groei-, mortaliteits- en exploitie-modellen met gekende parameters, werd in deze studie uitgegaan van de effectieve LFD's van een aantal karakteristieke garnaalmonsters die in 1995 verzameld werden.

Deze effectieve LFD's werden eerst ontdaan van de zgn. achtergrondruis en vervolgens gereconstrueerd met behulp van een reeks gesuperposeerde normaalverdelingen. Of deze laatste enige biologische betekenis hebben (in de zin van bvb. leeftijdscohorten) doet weinig terzake ; het belangrijkste is dat via deze methode realistische LFD's bekomen werden, met gekende aantallen per lengteklasse.

De aldus berekende theoretische populatie (zgn. Type 1 populatie) werd dan met behulp van twee verschillende selectie-curves voor het vistuig (zgn. Type A en Type C selectie-curves) en één voor de spoel- en zeefmachine (allen eveneens afgeleid uit de resultaten van proefnemingen

uitgevoerd in 1995) in drie fracties verdeeld : een zgn. overkuil-fractie, een teruggooi-fractie en een commerciële garnaalfractie.

Uit deze fracties werden dan volgens twee verschillende staalname-strategieën willekeurige monsters van een vooraf bepaalde omvang getrokken. De uitgeteste staalname-strategieën kunnen als volgt omschreven worden :

- In de eerste methode (S1) was het aantal metingen voor alle fracties identiek (telkens 125, 250, 500, 750 of 1000).
- In de tweede methode (S5) was het totaal aantal metingen voor alle fracties samen vooraf vastgelegd (met name op 375, 750, 1500, 2250 of 3000), maar varieerde het aantal metingen per fractie in verhouding tot haar aandeel in de populatie.

Voor iedere combinatie van staalname-strategie en gecumuleerd aantal metingen (zie de cijfers tussen haakjes in vorige paragraaf) werden telkens 1000 simulaties uitgevoerd. De 'output' van iedere simulatie afzonderlijk omvatte de her-berekende LFD van de totale vangst (alle fracties samen), de her-berekende LFD's onder een stelsel van glijdende gemiddelden in groepen van 3 en in groepen van 5, de Chi<sup>2</sup>-waarden voor elk van deze LFD's, en de her-berekende gemiddelde lengte van de garnalen in de vangst (alle fracties samen). Deze resultaten werden vervolgens naar een statistisch software-pakket (Statistica 6.0 onder Windows) getransfereerd voor verdere analyse.

Behalve op Type 1 populatie, werden de simulaties tevens uitgevoerd op twee andere populaties (zgn. Type 2 en Type 3 populaties), met een lichtjes gewijzigde structuur. De aangebrachte veranderingen hadden uitsluitend betrekking op de vorm en de sterkte van de linker cohort in de theoretische populatie. In het ene geval (Type 2 populatie) was deze cohort even breed, maar veel zwakker dan de oorspronkelijke ; in het andere geval (Type 3 populatie) was ze even sterk, maar veel smaller en iets meer naar rechts opgeschoven dan de oorspronkelijke.

In totaal werden 40 000 simulaties uitgevoerd, voor 40 verschillende combinaties van type populatie, selectie-curve voor kuil en spoel- en sorteermachine, staalname-strategie en omvang van de stalen.

De belangrijkste resultaten kunnen als volgt samengevat worden :

- Zoals kon verwacht worden, verbetert de nauwkeurigheid van de her-berekende LFD's naarmate het aantal metingen toeneemt. Verrassend is echter wel dat zelfs bij 1000

metingen per fractie (staalname-strategie S1) of 3000 metingen proportioneel (strategie S5), slechts 60-80 % (en in één geval nauwelijks 50 %) van de simulaties een  $\chi^2$  p-waarde  $> 0.90$  oplevert.

- De overeenkomst tussen her-berekende en werkelijke LFD's verbetert aanzienlijk wanneer op de oorspronkelijke gegevens een glijdend gemiddelde wordt toegepast. Deze verbetering is groter voor het glijdend gemiddelde in groepen van 5 dan voor het glijdend gemiddelde in groepen van 3.
- Bij toepassing van het glijdend gemiddelde evenwel, vertonen de her-berekende LFD's een tendens tot onderschatting van de pieken (vooral dan voor de smallere linker cohort in de populatie), en tot overschatting van de dalen en de uiteinden van de LFD's. Deze tendens is sterker voor de glijdende gemiddelden in groepen van 5 dan voor deze in groepen van 3.
- Zelfs bij een gecombineerde staalname-omvang van 3000 metingen (d.i. 1000 per fractie onder staalname-strategie S1, of 3000 proportioneel onder S5) worden geen betrouwbare schattingen van de aantallen per lengteklasse in de uiteinden van de LFD's verkregen.
- Voor gecombineerde monsters  $\geq 1500$  metingen (d.i.  $\geq 500$  per fractie onder staalname-strategie S1, of  $\geq 1500$  proportioneel onder S5) heeft de keuze van de staalname-strategie nauwelijks invloed op de betrouwbaarheid van de her-berekende LFD's. Bij kleinere aantallen daarentegen, wisselt de performantie van de gekozen staalname-strategie, in functie van het aantal metingen in die delen van de LFD's en in die fracties waarin de verwachte aantallen per lengteklasse het laagst zijn.
- Vanaf 250 metingen per fractie wijkt slechts 10 % van de her-berekende gemiddelde lengten meer dan 0.5 mm af van de werkelijke gemiddelde lengte van de populatie, en vanaf 500 metingen per fractie is de overeenkomst quasi-perfect.
- In het algemeen leveren gecombineerde monsters van 750 metingen (d.i. 250 per fractie onder staalname-strategie S1, of 750 proportioneel onder S5) betrouwbare schattingen op van de gemiddelde lengte van de populatie, en redelijke schattingen van de LFD's. Op voorwaarde dat op de oorspronkelijke gegevens een glijdend gemiddelde in groepen van 3 of 5 wordt toegepast.
- Voor statistisch betrouwbare schattingen van de LFD's evenwel, is een minimum van 1500 metingen (d.i. 500 per fractie onder staalname-strategie S1, of 1500 proportioneel onder S5) een absolute vereiste. Eens te meer op voorwaarde dat op de oorspronkelijke

gegevens een glijdend gemiddelde wordt toegepast. In dit geval echter kan een glijdend gemiddelde in groepen van 3 volstaan.

Parallel aan deze studie werd, in samenwerking met de Afdeling Technisch Visserij-Onderzoek, een gelijkaardige simulatie-studie uitgevoerd om de invloed van populatiestructuur, staalname-strategie en omvang van de monsters op de schattingen van de selectie-parameters van het vistuig na te gaan. Ook deze studie werd op de *Annual Science Conference* van de *Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee* voorgesteld (POLET en REDANT, 1996).

### Stand van zaken betreffende RESCUE Fase 2

Zoals reeds vermeld bij de inleiding van het RESCUE-programma (zie sectie Algemeen kader), omvat Fase 2 de eigenlijke studie van de teruggooi in de garnaalvisserij, via waarnemingen aan boord van commerciële garnaaltrawlers. Fase 2 nam een aanvang in januari 1996 en loopt nog tot einde maart 1997.

Bedoeling was om in de loop van deze periode in totaal 24 zeereizen mee te maken, te weten telkens 4 in het eerste en het tweede kwartaal, en telkens 8 in het derde en het vierde kwartaal (de periode waarin de garnaalvisserij traditioneel het actiefst beoefend wordt). Tot op heden werden reeds 20 van de 24 geplande zeereizen uitgevoerd. Bij de planning van deze zeereizen werd een onderscheid gemaakt tussen de zgn. 'vaste' vaartuigen (één uit Oostende en één uit Zeebrugge), die als referentie fungeren, en die ieder kwartaal minstens één keer bezocht werden, en de 'overige' vaartuigen, die, in principe, willekeurig werden aangeduid. De praktische uitvoering van dit luik werd verzorgd door medewerkers van de Afdeling Technisch Visserij-Onderzoek.

Kwartaal	Gepland		Uitgevoerd	
	Vaste schepen	Overige	Vaste schepen	Overige
1e kwartaal 96	2	2	2	0
2e kwartaal 96	2	2	2	1
3e kwartaal 96	4	4	5	3
4e kwartaal 96	4	4	3	2
1e kwartaal 97	2	2	1 (*)	2 (*)
(*) Stand van zaken begin maart 1997				

DR 1.

Met name in het 4e kwartaal 1996 bleef het aantal uitgevoerde zeereizen ver beneden het geplande quorum (slechts 5 op 8). Dit was grotendeels het gevolg van de slechte weersomstandigheden, die gedurende een groot deel van het 4e kwartaal het uitvaren van de garnaalvloot beletten.

Gedurende elk van deze zeereizen werd een zo groot mogelijk aantal slepen geanalyseerd (doorgaans alle, op de laatste na). Bij iedere sleep werden monsters genomen van de garnaalvangst (aanvoer en teruggooi), en werden metingen verricht op de visfractie in zowel de aanlandingen als de teruggooi. Na overleg met de overige deelnemers aan het RESCUE-programma, werd overeen gekomen het onderzoek op volgende vissoorten te concentreren : kabeljauw (*Gadus morhua*), wijting (*Merlangius merlangus*), steen- en dwergbolke (*Trisopterus* spp., zonder verdere differentiatie), ponen (*Trigla* spp., zonder verdere differentiatie), tarbot (*Psetta maxima*), griet (*Scophthalmus rhombus*), schol (*Pleuronectes platessa*), schar (*Limanda limanda*), bot (*Platichthys flesus*) en tong (*Solea solea*).

Bij de metingen op de visfracties werd een flexibele staalname-strategie toegepast, die erop gericht was om voor zoveel mogelijk soorten 'stabiele' LFD's te verkrijgen. In concreto komt deze aanpak hierop neer, dat het aantal metingen per vangstfractie (nl. niet-commerciële bijvangst, 'discard'-garnaal en commerciële garnaal) werd aangepast aan de vorm en de complexiteit van de LFD's (lengte-bereik, aantal en relatieve abundantie van de diverse jaarklassen), tot de vorm van de LFD's niet meer veranderde bij een verdere toename van het aantal metingen. Voorbeelden van dergelijke LFD's zijn weergegeven in Figuren 2.2.16. - 2.2.17.

Een dergelijke aanpak is uiteraard enkel werkbaar voor soorten die in voldoende aantallen in de vangsten voorkomen. Voor de zeldzame(re) soorten (zoals kabeljauw, ponen, bot, tarbot en griet) werden slechts bij uitzondering LFD's bekomen waarin men een suggestie van jaarklassen kan herkennen, en zullen de verdere berekeningen noodgedwongen op een veel ruwere manier moeten gebeuren (bvb. door alle ondermaatse vissen in één groep samen te voegen, in plaats van een opsplitsing te maken volgens jaarklasse, zoals de bedoeling is bij wijting, schol, schar en tong).

Uit zeer voorlopige schattingen, gebaseerd op niet-gewogen gemiddelden van de waargenomen aantallen per zeereis, blijkt dat wijting met ca. 3700 stuks per zeereis de belangrijkste commerciële vissoort is in de teruggooi van de garnaalvisserij, gevolgd door steen- en dwergbolke (samen ca. 1500 per zeereis), schar (ca. 1450 per zeereis), schol (ca. 700 per zeereis),

en tong (ca. 550 per zeereis). Voor de overige soorten (kabeljauw, ponen, bot, tarbot en griet) bedraagt de teruggooi minder dan 50 stuks per zeereis.

Uitgaande van een totale visserij-inspanning van ca. 3600 zeereizen per jaar, komt dit voor 1996 neer op een totale teruggooi van ca. 15 miljoen stuks voor wijting, ca. 5.5 miljoen stuks voor steen- en dwergbolk samen, ca. 5.0 miljoen stuks voor schar, en telkens 2.0 à 2.5 miljoen stuks voor schol en tong.

Deze cijfers mogen aanzienlijk lijken, maar bij hun interpretatie moet met diverse factoren rekening gehouden worden :

- Vooreerst dient opgemerkt dat bovengenoemde cijfers een 'fragmentarisch' beeld geven van de situatie in één bepaald jaar, en dat het onverantwoord zou zijn om deze cijfers te veralgemenen. De aantallen juveniele rond- en platvis in de bijvangsten van de garnaalvisserij worden immers mede bepaald door de broedsterkte van de soorten in kwestie, en die kan aanzienlijk verschillen van jaar tot jaar. Bij lange-termijn studies naar de impact van de garnaalvisserij op de recrutering van rond- en platvis, dringt een zgn. 'tuning' voor broedsterkte zich dan ook op.
- Tot nu toe werd niet ingegaan op de statistische aspecten van de berekeningen, en werd geen rekening gehouden met bvb. de variabiliteit in de waargenomen aantallen per sleep of per gebied, en de impact daarvan op de betrouwbaarheid van de seizoens- en jaargemiddelden.
- Bij de berekening van de voorlopige cijfers werd evenmin rekening gehouden met de seizoenspatronen in, enerzijds het voorkomen van juveniele rond- en platvis in de kustwateren, en anderzijds de visserij-inspanning van de garnaalvloot. Bij de definitieve berekeningen, is het echter wel de bedoeling om een weging voor deze seizoensinvloeden door te voeren.
- Niet alle teruggooi is per definitie dood. Met name tong is een vrij taaie soort, die met redelijk succes de behandeling aan boord van garnaalvaartuigen kan overleven. Dit geldt echter niet voor bvb. wijting, steen- en dwergbolk, waarvan mag aangenomen worden dat de overgrote meerderheid van de 'discards' het vangst- en verwerkingsproces niet overleeft.

Voor soorten als tong (en, tot op zekere hoogte, schar en schol), staat teruggooi dus geenszins synoniem voor sterfte. Behalve door het soort-specifieke weerstandsvermogen,

worden de overlevingskansen van de 'discards' in sterke mate bepaald door de behandeling die zij aan boord van de vissersvaartuigen ondergaan (type garnaalzeef dat gebruikt wordt om de vangsten te triëren, duur van het verblijf buiten water, enz.), en door de weersomstandigheden (temperatuur van water en lucht, luchtvochtigheid, enz.). Deze voorwaarden verschillen van vaartuig tot vaartuig, van seizoen tot seizoen, en zelfs van dag tot dag. Ook dit zijn factoren waarmee rekening moet gehouden worden bij de inschatting van de sterfte onder de 'discards', en bij de berekening van de uiteindelijke impact van de garnaalvisserij op de recrutering van rond- en platvis.

Op de laatste vergadering van de RESCUE-stuurgroep (februari 1997) werden deze aspecten in extenso besproken, en werd een standaard-procedure overeen gekomen voor de berekeningen van de teruggooi per soort, per jaarklasse, per kwartaal en per jaar. De eindresultaten van deze berekeningen zullen op de eerstvolgende vergadering van de stuurgroep (mei 1997) besproken worden. Bij deze gelegenheid zullen ook de cijfers voor de diverse nationale garnaalvisserijen samengevoegd worden tot een schatting van de totale teruggooi aan juveniele rond- en platvis in alle Europese garnaalvisserijen samen.

Het eindrapport van het RESCUE-project moet eind juni 1997 bij de Europese Commissie ingediend worden.

## Referenties

GABRIELS, I. (1977) : Quantitatieve studie van de predatie-mortaliteit van *Crangon crangon* (L.) door *Agonus cataphractus* (L.).

Licentiaatsverhandeling, Vrije Universiteit Brussel, Academiejaar 1976-1977.

HAMPTON, J. en MAJKOWSKI, J. (1987) : A simulation model for generating catch length-frequency data.

In Pauly, D. en Morgan, G.R. (eds.), Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 193-202.

ICES (1994) : Second Report of the Study Group on the Life History, Population Biology and Assessment of *Crangon* Stocks.

ICES, Shellfish Committee, CM 1994/K:3.

NIERYNCK, E. en REDANT, F. (1983) : Caridean shrimps in the food of demersal fish off the Belgian coast. 3. Pleuronectiformes.

ICES, Shellfish Committee, CM 1983/K:20.

POLET, H. (1997) : Technical inventory of the Belgian brown shrimp fishing fleet.

Interim rapport RESCUE-project, Fase 1 (in voorbereiding).

POLET, H. en REDANT, F. (1996) : Effect of population structure, sampling strategy and sample size on the estimates of selectivity parameters for shrimp (*Crangon crangon*) trawls.

ICES, Fish Capture Committee, CM 1996/B:39.

REDANT, F. (1978) : Consumptie en produktie van post-larvale *Crangon crangon* (L.) (Crustacea, Decapoda) in de Belgische kustwateren.

Doctoraatsthesis, Vrije Universiteit Brussel, Academiejaar 1977-78.

REDANT, F. (1980) : Population dynamics of brown shrimp (*Crangon crangon*) in the Belgian coastal waters. 2. Predation mortality.

ICES, Shellfish Committee, CM 1980/K:33.

REDANT, F. (1982a) : Caridean shrimps in the food of demersal fish off the Belgian coast. 1. Gadiformes.

ICES, Shellfish Committee, CM 1982/K:25.

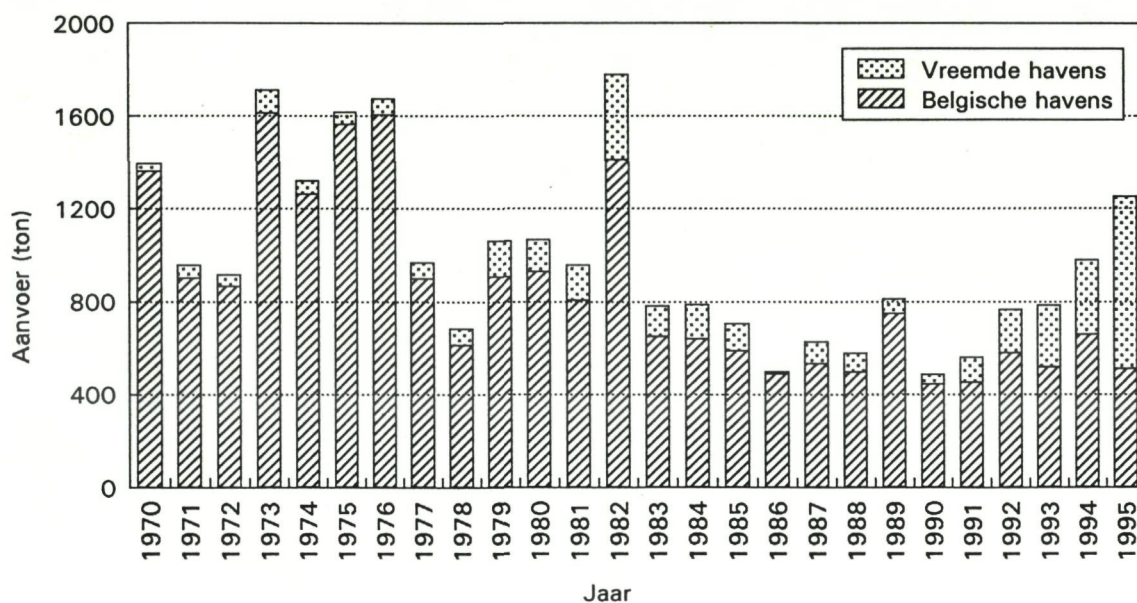
REDANT, F. (1982b) : Caridean shrimps in the food of demersal fish off the Belgian coast. 2. Perciformes.

ICES, Shellfish Committee, CM 1982/K:26.

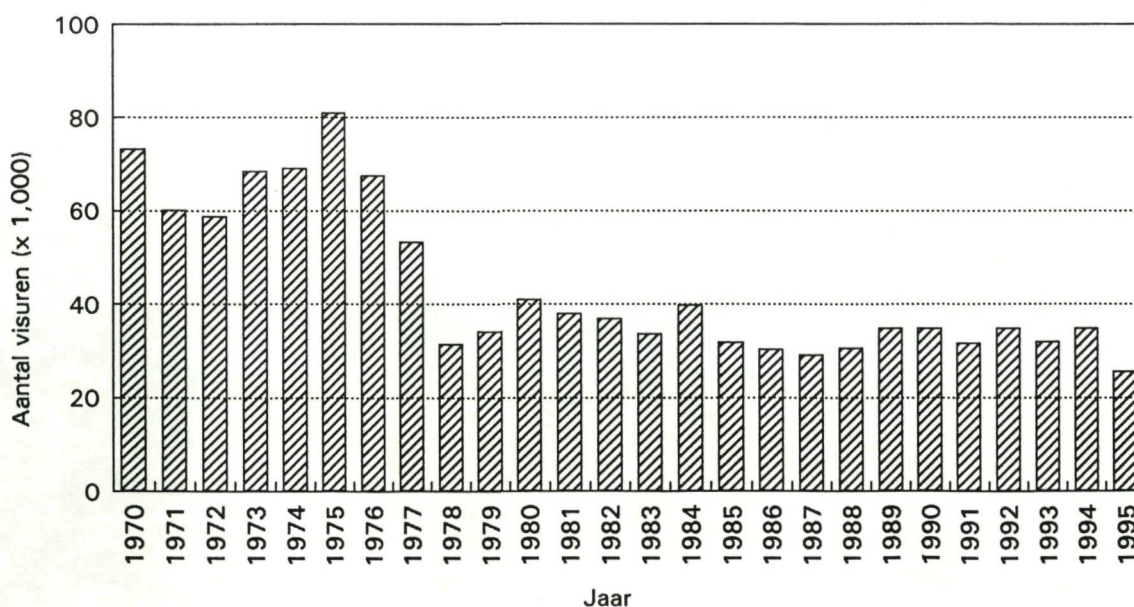
REDANT, F. (1996) : Effect of population structure, sampling strategy and sample size on the estimation of length frequency distributions and population parameters : a case study on brown shrimp (*Crangon crangon*).

ICES, Statistics Committee, CM 1996/D:6.

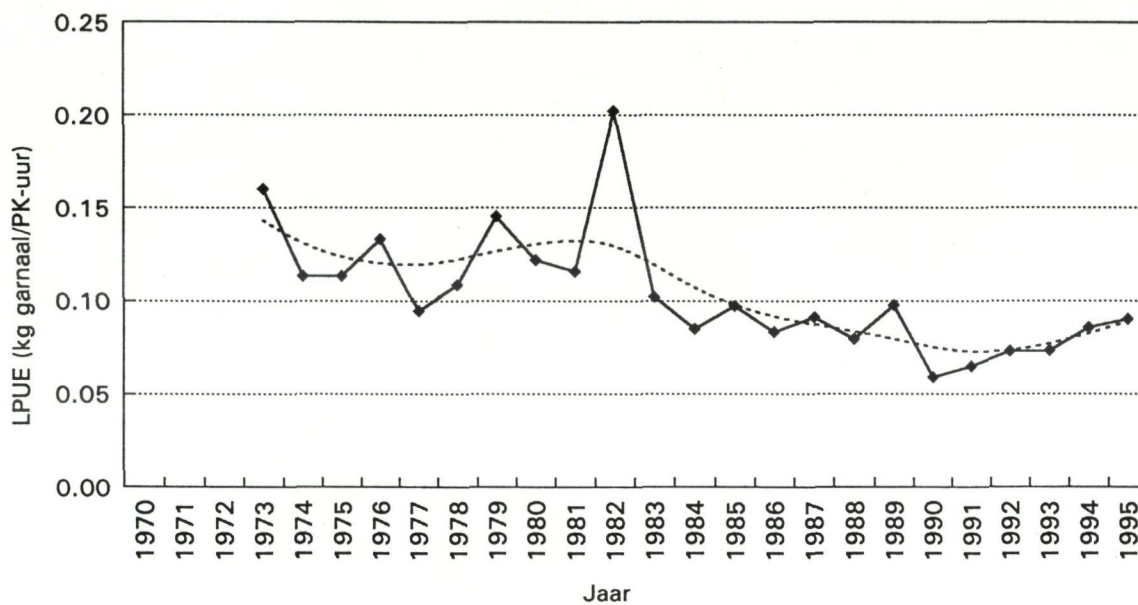
Figuur 2.2.1. - Jaarlijkse aanvoer van garnaal (*Crangon crangon*) door Belgische garnalkotters in Belgische en vreemde havens  
Periode : 1970-95



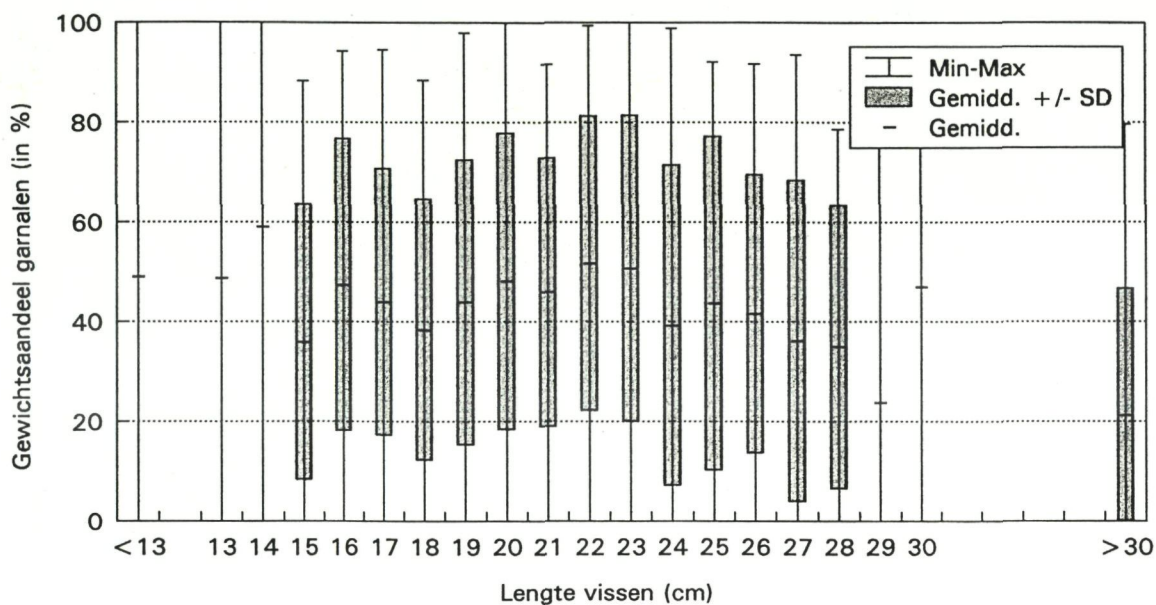
Figuur 2.2.2. - Visserij-inspanning van de garnalkotters die hun vangsten in Belgische havens aanlanden  
Periode : 1970-95



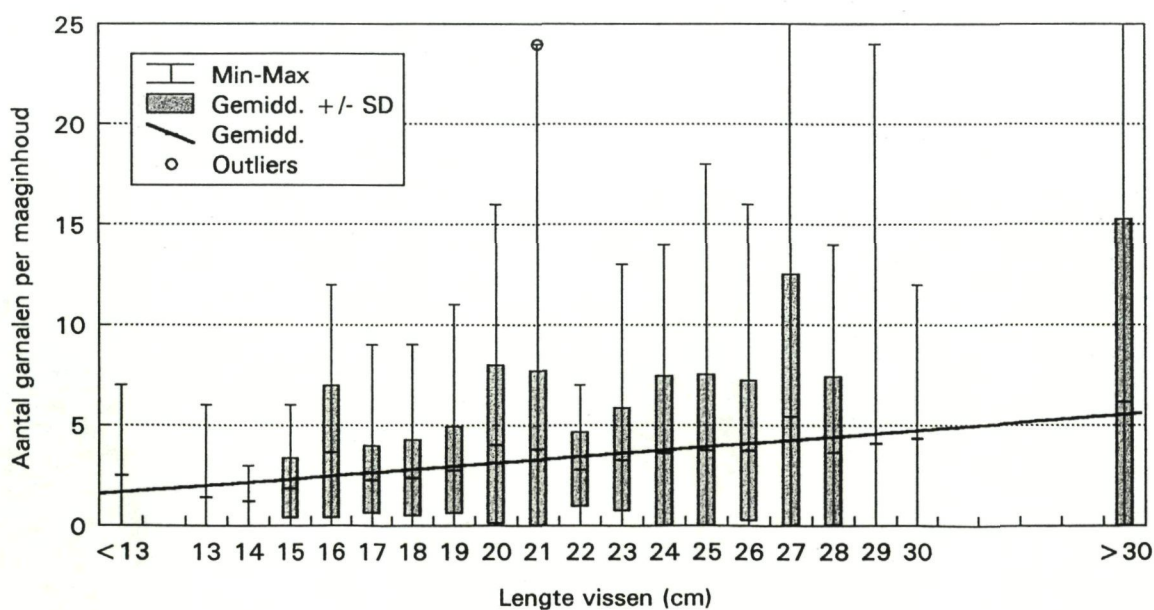
Figuur 2.2.3. - Aanvoer per eenheid van visserij-inspanning (LPUE)  
van de garnalkotters die hun vangsten in Belgische havens aanlanden  
Periode : 1970-95



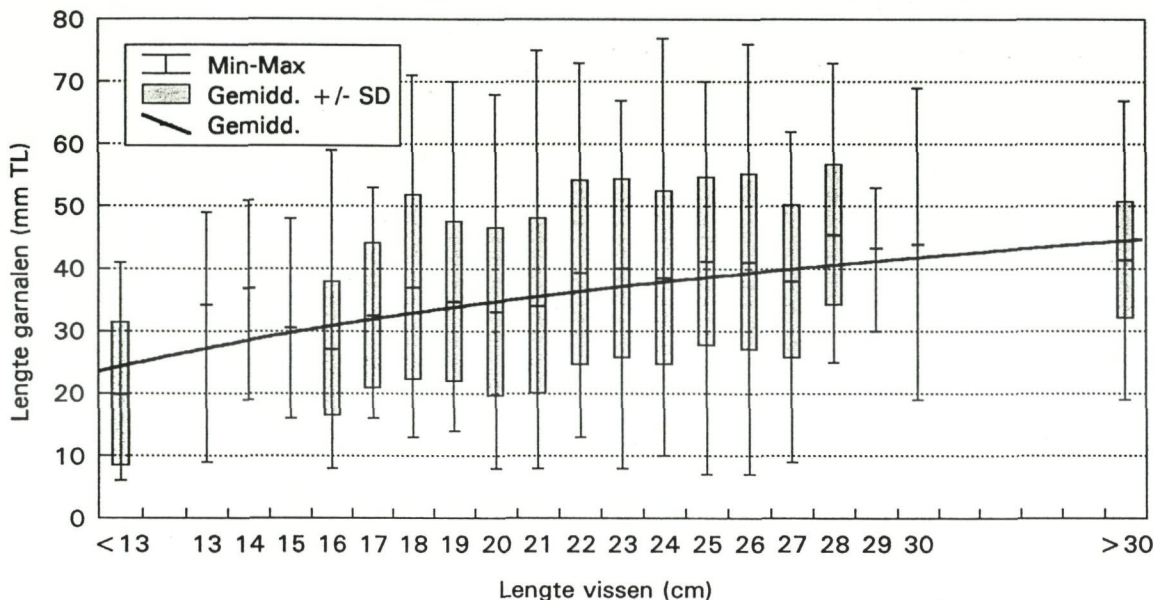
Figuur 2.2.4. - Maaganalyses op kabeljauw (*Gadus morhua*)  
Procentueel gewichtsaandeel van garnalen (alle soorten) in de maaginhouden



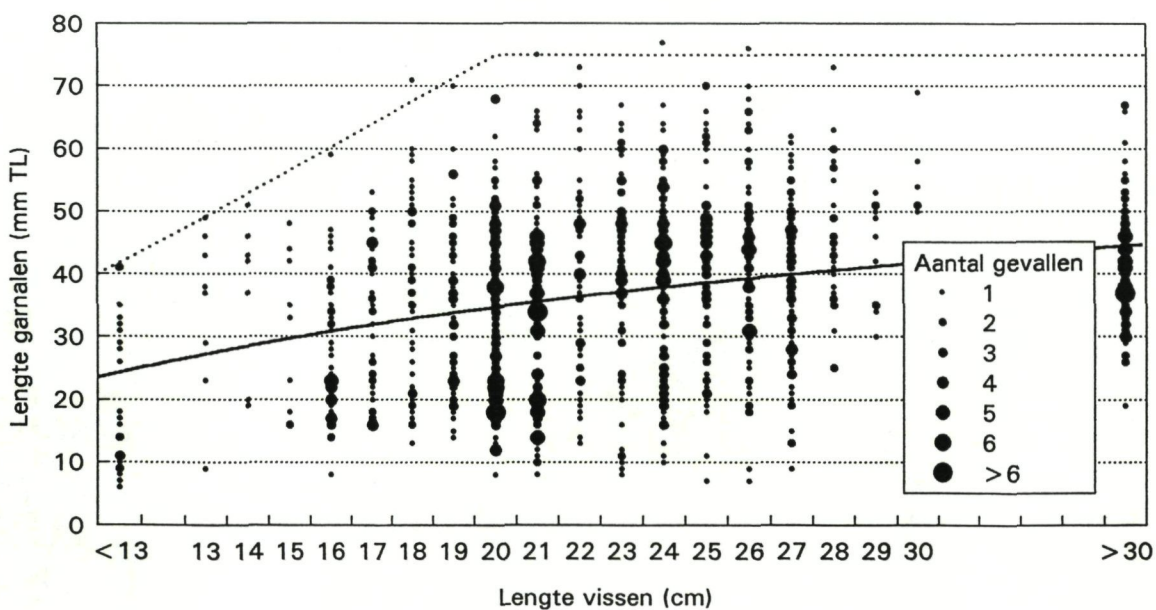
Figuur 2.2.5. - Maaganalyses op kabeljauw (*Gadus morhua*)  
Aantal garnalen (alle soorten) per maaginhoud  
Plot :  $Y = -0.090 + 0.16108 * X$  :  $R = 0.204$



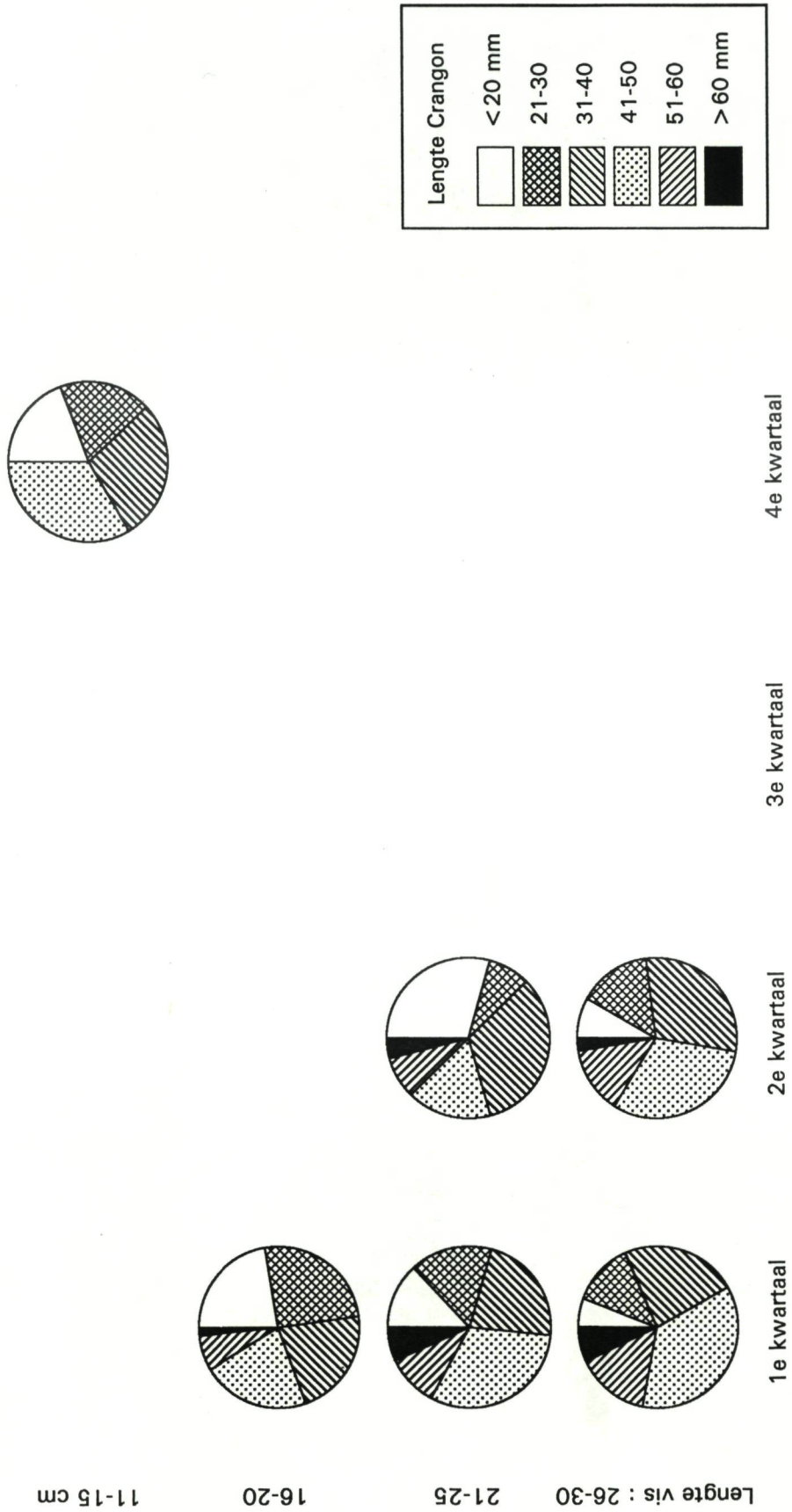
Figuur 2.2.6. - Maaganalyses op kabeljauw (*Gadus morhua*)  
Lengte van de garnalen (*Crangon crangon*) in de maaginhouden  
Plot :  $Y = -17.359 + 17.39662 * \log(X)$  :  $R = 0.293$



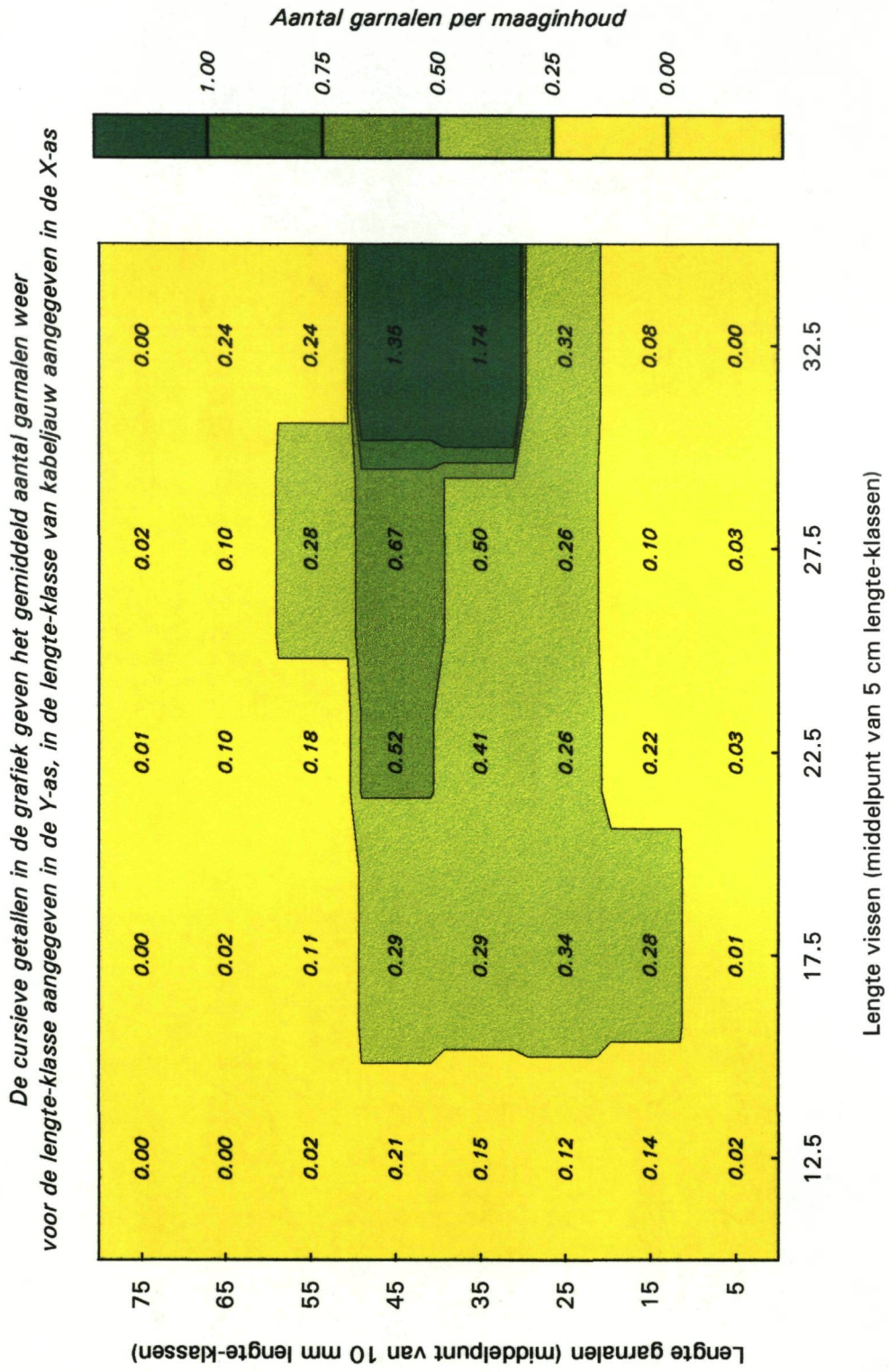
Figuur 2.2.7. - Maaganalyses op kabeljauw (*Gadus morhua*)  
Lengte van de garnalen (*Crangon crangon*) in de maaginhouden  
Plot :  $Y = -17.359 + 17.39662 * \log(X)$  :  $R = 0.293$



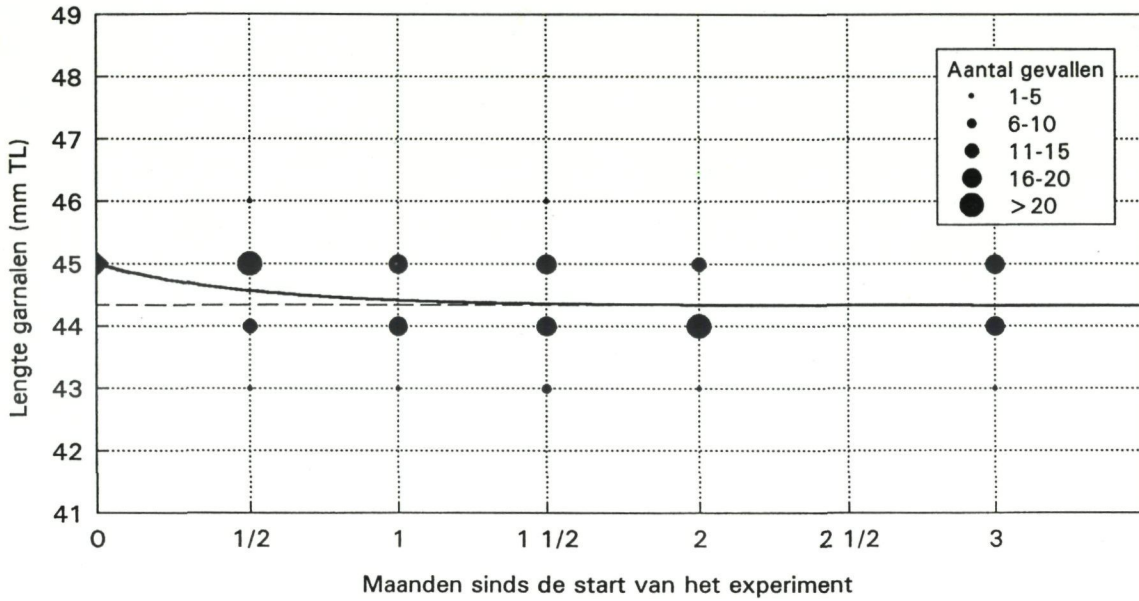
Figuur 2.2.8. - Maaganalyses op kabeljauw (*Gadus morhua*)  
 Relatieve frequenties van verschillende lengte-klassen van Crangon crangon  
 in verschillende lengte-klassen van kabeljauw, per kwartaal



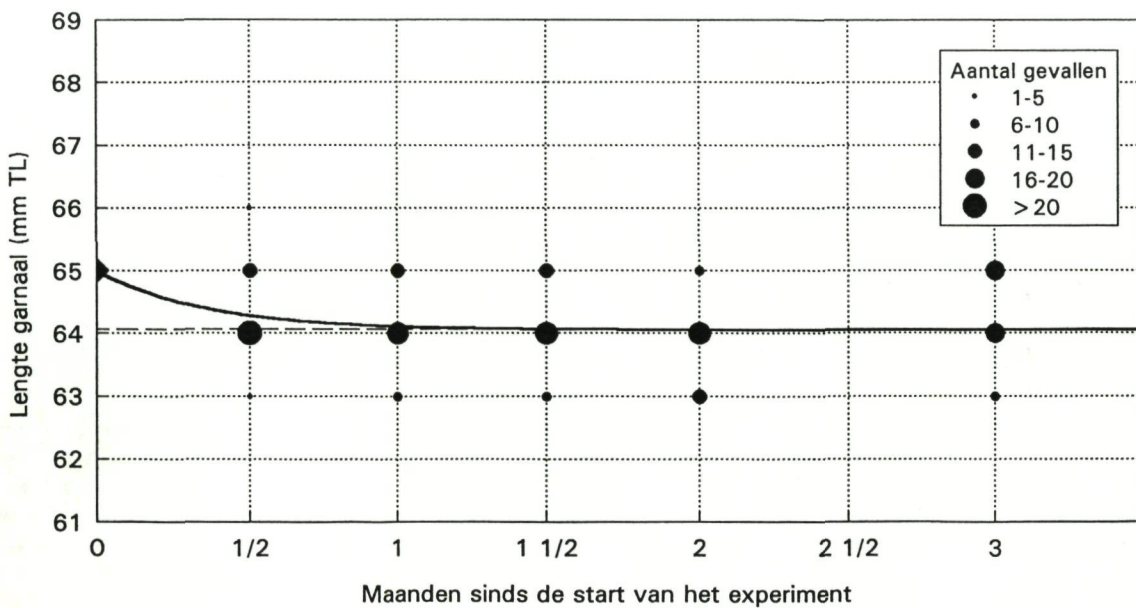
**Figuur 2.2.9. - Maaganalyses op kabeljauw (Gadus morhua)  
Shepards contour plot van het gemiddeld aantal garnalen (Crangon crangon) per lengte-klasse  
in vissen van verschillende lengte**

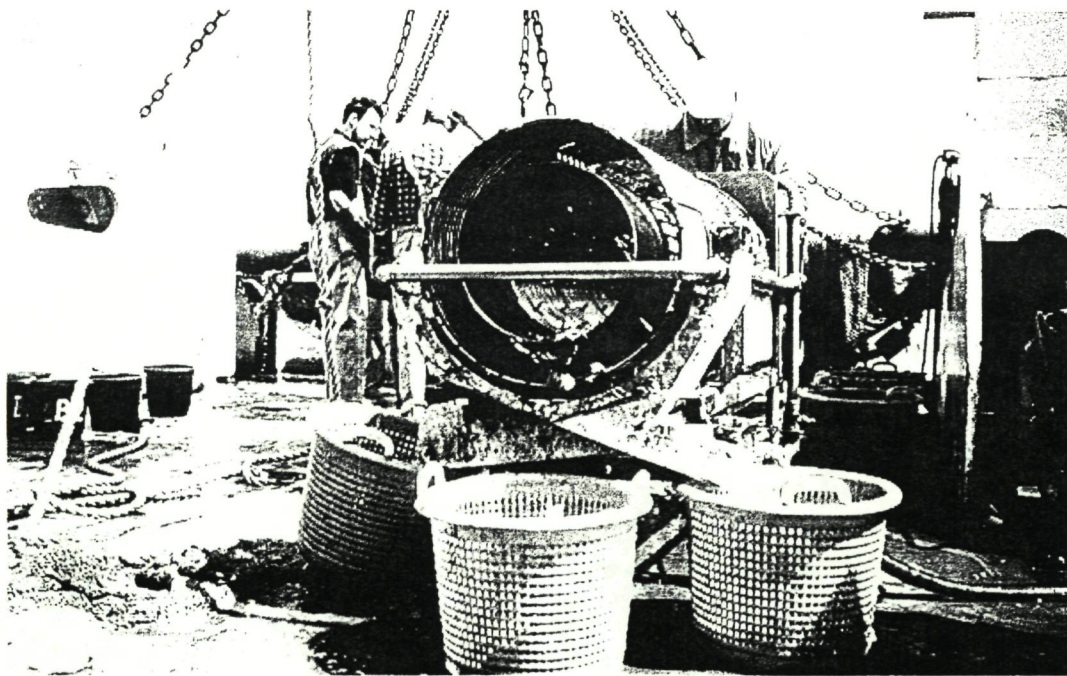
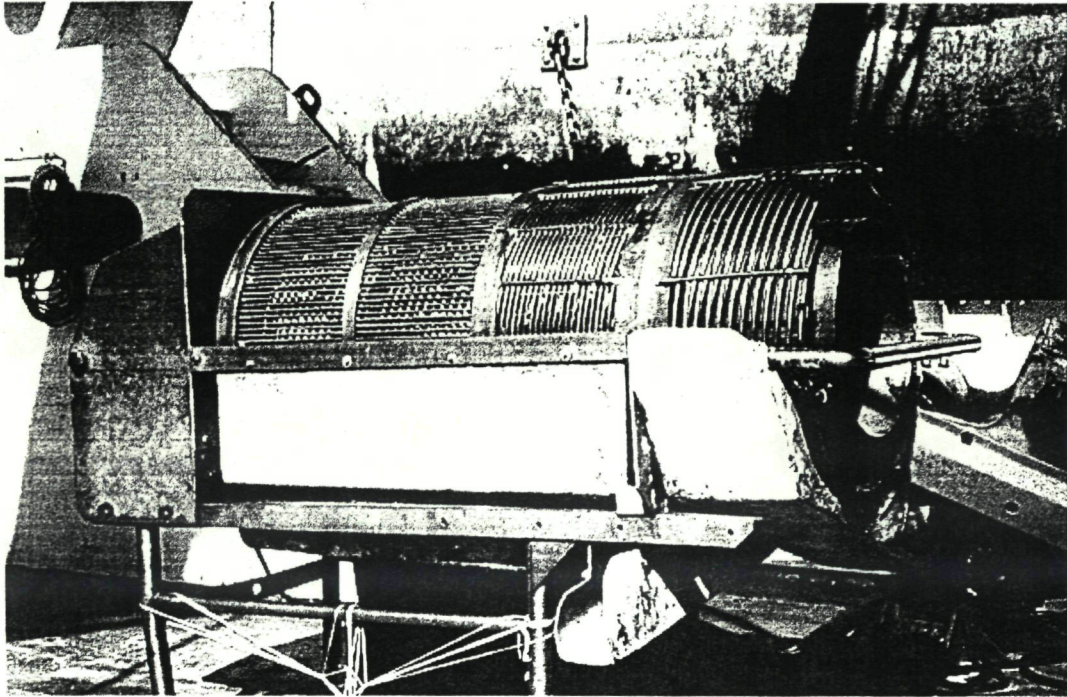


Figuur 2.2.10. (A) - Krimpproeven op garnaal (*Crangon crangon*)  
Krimp-verloop bij garnalen van 45 mm TL bij de start van het experiment  
Plot :  $Y = 45 - 0.67311 * (1 - \exp(-2.08069 * X))$  :  $R = 0.362$



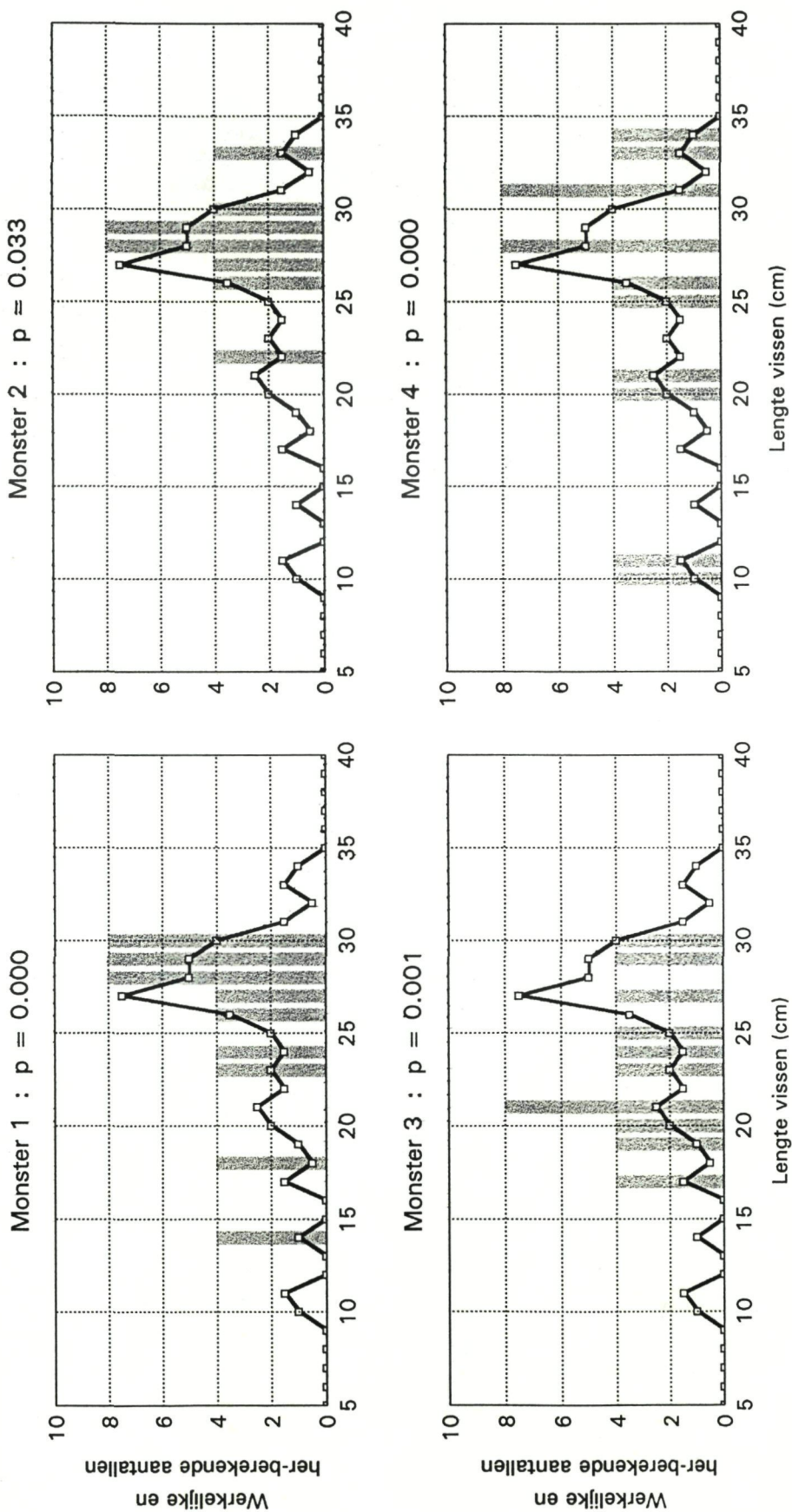
Figuur 2.2.10. (B) - Krimpproeven op garnaal (*Crangon crangon*)  
Krimp-verloop bij garnalen van 65 mm TL bij de start van het experiment  
Plot :  $Y = 65 - 0.94744 * (1 - \exp(-2.81249 * X))$  :  $R = 0.453$



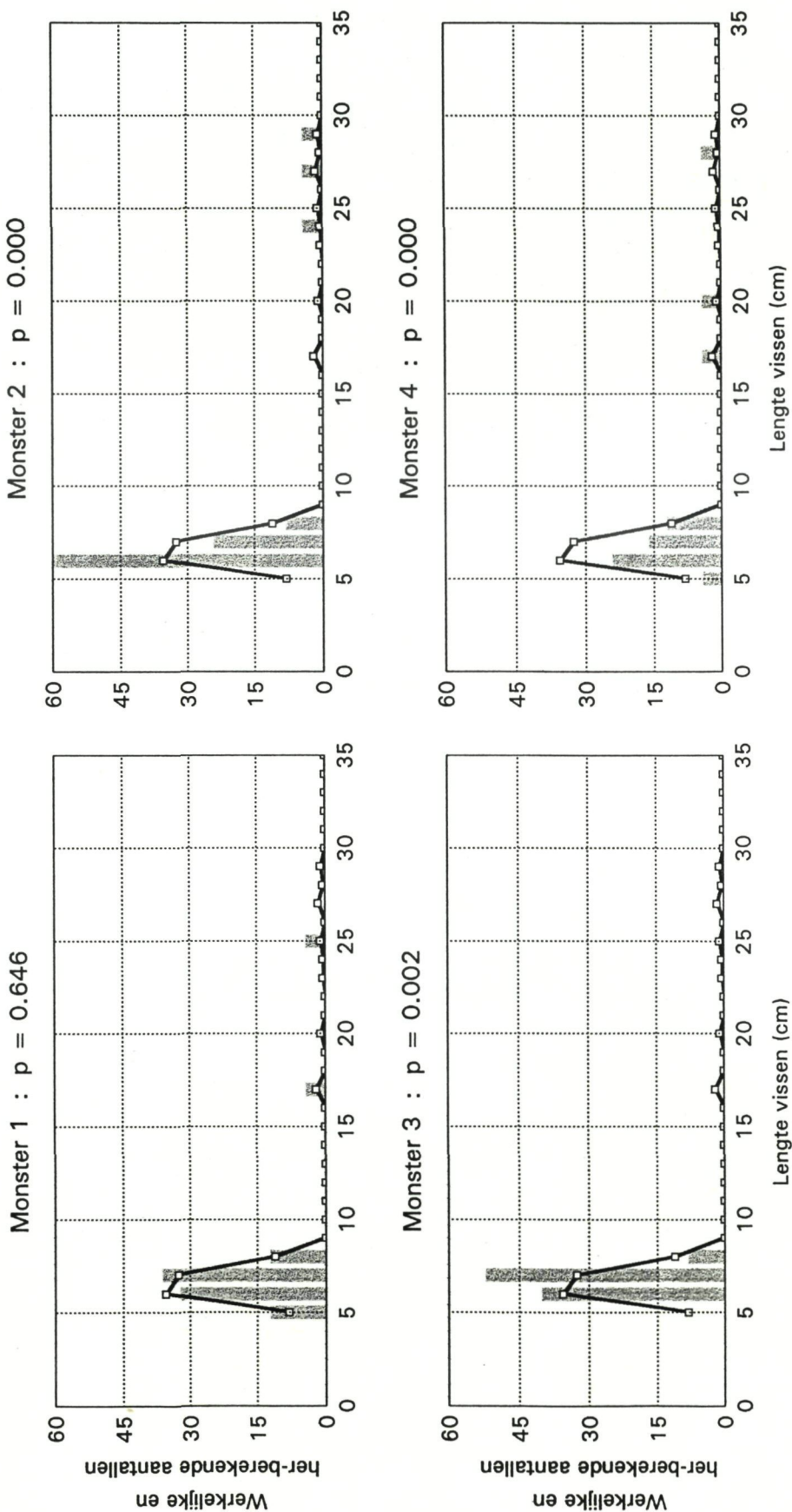


Figuur 2.2.11. - Spoel- en zeefmachine voor het sorteren van de vangsten aan boord van garnaltreilers

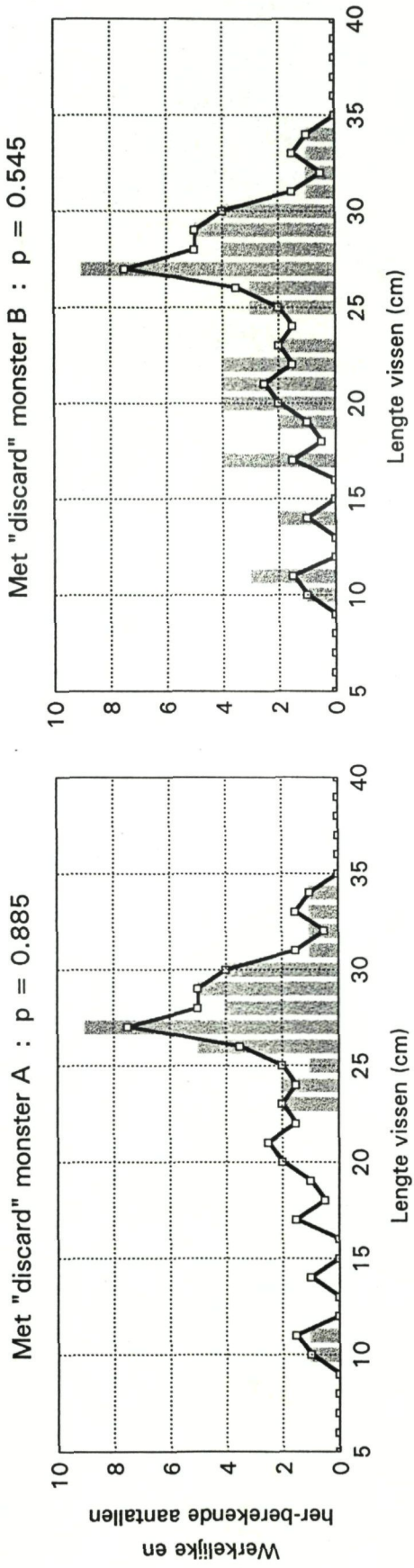
Figuur 2.2.12. - Vergelijking van verschillende staalname-technieken voor de visfractie in garnaalvangsten  
Monsters van de niet-gesorteerde vangst : verwachte en her-berekende aantallen in de vangst  
Resultaten voor wijting (*Merlangius merlangus*)



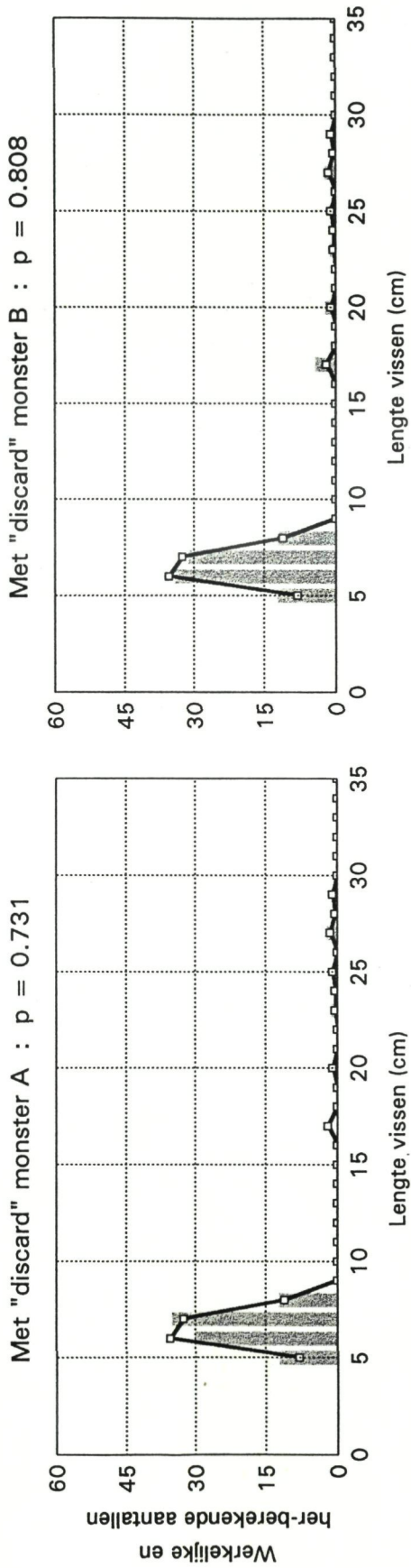
Figuur 2.2.13. - Vergelijking van verschillende staalname-technieken voor de visfractie in garnaaalvangsten  
Monsters van de niet-gesorteerde vangst : verwachte en her-berekende aantallen in de vangst  
Resultaten voor schar (*Limanda limanda*)



Figuur 2.2.14. - Vergelijking van verschillende staalname-technieken voor de visfractie in garnaalvangsten  
Monsters van de gesorteerde vangst : verwachte en her-berekende aantallen in de vangst  
Resultaten voor wijting (*Merlangius merlangus*)



Figuur 2.2.15. - Vergelijking van verschillende staalname-technieken voor de visfractie in garnaalvangsten  
Monsters van de gesorteerde vangst : verwachte en her-berekende aantallen in de vangst  
Resultaten voor schar (*Limanda limanda*)

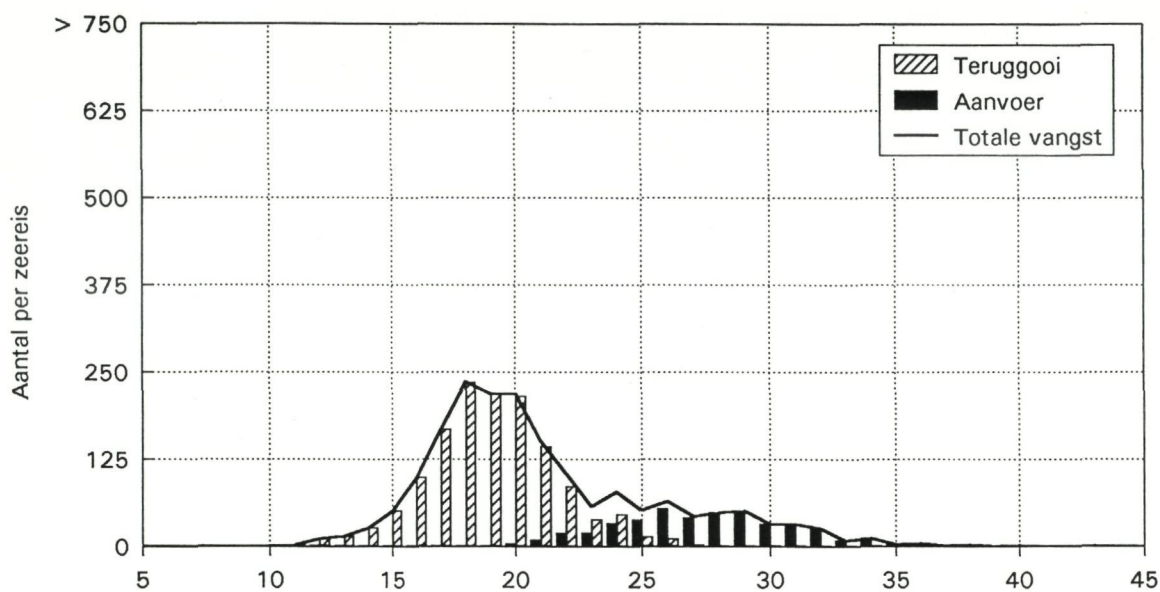


Figuur 2.2.16. - RESCUE-programma : Bijvangst in de garnaalvisserij

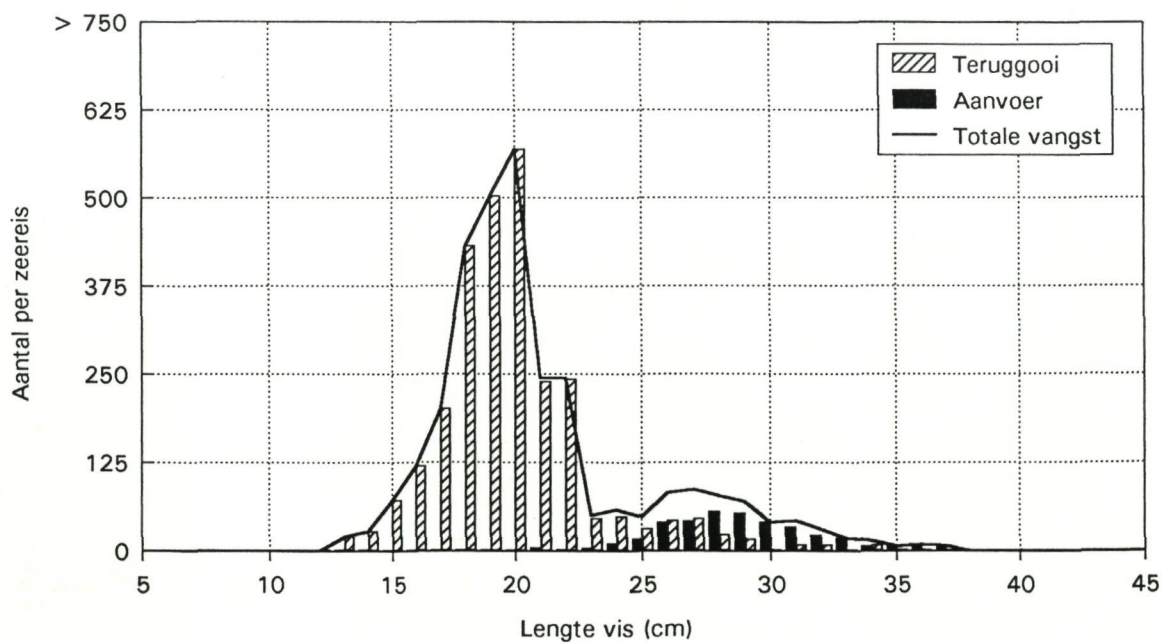
Bijvangsten van wijting (*Merlangius merlangus*)

Aantallen per lengteklasse, per zeereis

Monsters verzameld op 29 mei 1996



Monsters verzameld op 7 oktober 1996

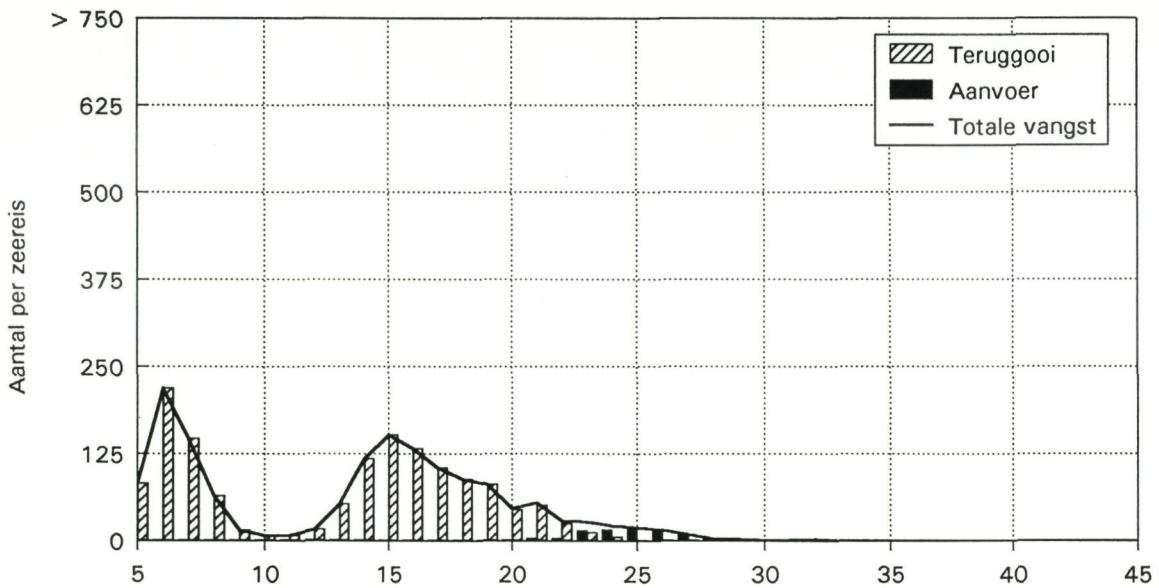


Figuur 2.2.17. - RESCUE-programma : Bijvangst in de garnalvisserij

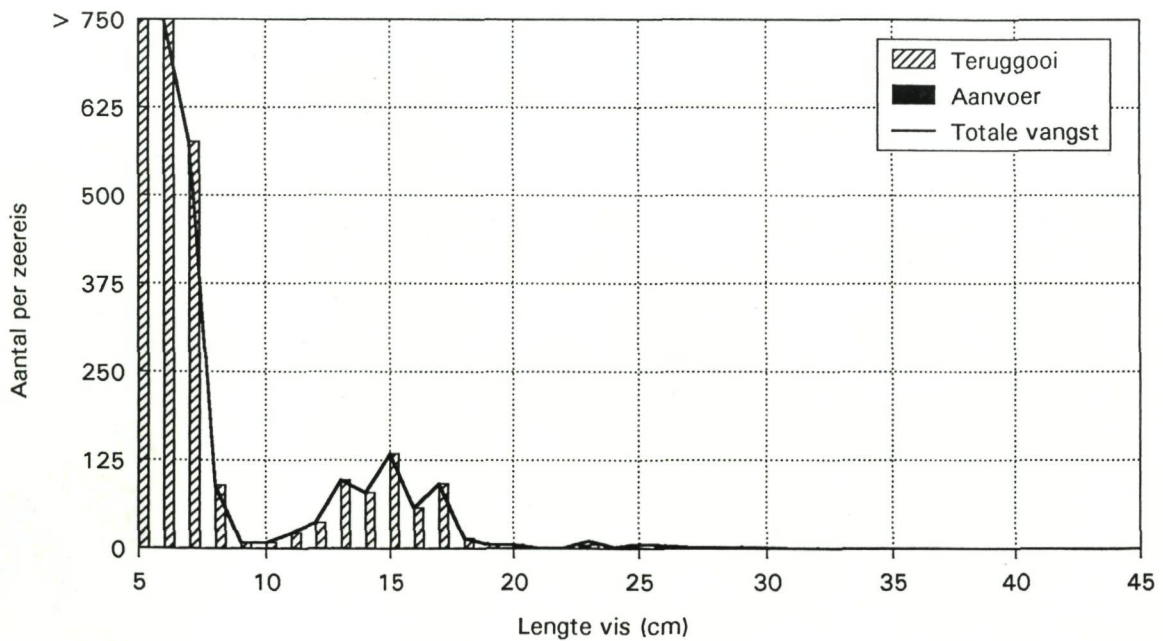
Bijvangst van schar (*Limanda limanda*)

Aantallen per lengteklasse, per zeereis

Monsters verzameld op 29 mei 1996



Monsters verzameld op 7 oktober 1996



## Publicaties, lezingen en eindwerken

### Eigen publicaties

DECLERCK, D. (1996) : Onderzoek van de fagocytosecapaciteit en paaistress bij schar (*Limanda limanda*).

Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (CLO-Gent), no. 240.

DECLERCK, D. (1996) : National report for Belgium - Diseases in wild populations of marine organisms.

Progress report submitted to the ICES Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms, Copenhagen, Denmark.

DECLERCK, D. (1996) : Registration of liver nodules in flatfish and identification of problem areas in the south-western North Sea.

Progress report submitted to the ICES Ad hoc Meeting on the Use of Liver Pathology of Flatfish for Monitoring Biological Effects of Contaminants, Weymouth, UK.

DECLERCK, D. (1997) : National report for Belgium - Diseases in wild populations of marine organisms.

Progress report submitted to the ICES Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms, Rhode Island, USA.

POLET, H. en REDANT, F. (1996) : Effect of population structure, sampling strategy and sample size on the estimates of selectivity parameters for shrimp (*Crangon crangon*) trawls.

ICES, Fish Capture Committee, CM 1996/B:39.

REDANT, F. (1996) : Effect of population structure, sampling strategy and sample size on the estimation of length frequency distributions and population parameters : a case study on brown shrimp (*Crangon crangon*).

ICES, Statistics Committee, CM 1996/D:6.

REDANT, F. (1997) : The Belgian mollusc fisheries.

In : Monograph on the Molluscan Fisheries in North and Central America, and Europe, Ed. C. MacKenzie *et al.*, NOAA Technical Reports Series (in druk).

VYNCKE, W., COOREMAN, K., HILLEWAERT, H., ROOSE, P., VANHEE, W., DECLERCK, D., GUNS, M. en VAN HOEYWEGHEN, P. (1995) : Biologische monitoring van de lossingen van gebaggerd materiaal voor de Belgische kust (1992-1994).  
Rapport BAG/2, Juni 1995.

VYNCKE, W., COOREMAN, K., HILLEWAERT, H., ROOSE, P., VANHEE, W., DECLERCK, D., GUNS, M. en VAN HOEYWEGHEN, P. (1996) : Biologische monitoring van de lossingen van gebaggerd materiaal voor de Belgische kust (1995-1997).  
Tussentijds Rapport BAG/3, December 1996.

### **Werk- en Studiegroepsrapporten**

ICES (1995) : Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks.  
ICES, Assessment Working Group Reports, CM 1995/Assess:12.

ICES (1995) : Report of the Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms.  
ICES, Mariculture Committee, CM 1995/F:3.

ICES (1995) : Report of the Study Group on Beam Trawl Surveys in 1994.  
ICES, Demersal Fish Committee, CM 1995/G:2.

ICES (1995) : Report of the Study Group on Beam Trawl Surveys in 1995.  
ICES, Demersal Fish Committee, CM 1995/G:5.

ICES (1995) : Report of the Working Group on *Crangon* Fisheries and Life History.  
ICES, Shellfish Committee, CM 1995/K:6.

ICES (1996) : Report of the Sub-Group on Statistical Analysis of Fish Disease Data in Marine Fish Stocks.  
ICES, Mariculture Committee, CM 1996/F:3.

ICES (1996) : Report of the Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms.  
ICES, Mariculture Committee, CM 1996/F:4.

ICES (1996) : Report of the Study Group on Beam Trawl Surveys in 1996.  
ICES, Demersal Fish Committee, CM 1996/G:2.

ICES (1996) : Report of the Study Group on Life Histories of *Nephrops*.

ICES, Shellfish Committee, CM 1996/K:2.

ICES (1996) : Report of the Working Group on *Crangon* Fisheries and Life History.

ICES, Shellfish Committee, CM 1996/K:4.

ICES (1997) : Report of the Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms.

ICES, Mariculture Committee, CM 1997/F: .. (in voorbereiding)

ICES (1997) : Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks.

ICES, Assessment Working Group Reports, CM 1997/Assess : .. (in voorbereiding)

### **Begeleiding van eindwerken**

SURMONT, G. (1995) : Studie van de ziekten en de biologische conditie van mosselen (*Mytilus edulis*) in de nabijheid van de Belgische kusthavens.

Eindwerk HTI, Brugge (leiding : D. Declerck).

CORNETTE, C. (1996) : Immunologisch onderzoek bij Noordzeevis - Onderzoek van een methode voor het meten van de fagocytosecapaciteit bij schar (*Limanda limanda*).

Eindwerk KHBO, Brugge (leiding : D. Declerck).

TILLEMANN, B. (1997) : Immunologisch onderzoek bij Noordzeevis - Onderzoek van een methode voor het meten van de fagocytosecapaciteit bij bot (*Platichthys flesus*).

Eindwerk KHBO, Brugge (leiding : D. Declerck).

## Symposia, workshops en werkgroepsvergaderingen

### 1995

F. REDANT : Vergadering van de RESCUE-stuurgroep, Oostende (België), oktober 1995.

### 1996

D. DECLERCK : Vergadering van de ICES *Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms*, Kopenhagen (Denemarken), maart 1996.

D. DECLERCK : Vergadering van de ICES *Sub-Group on Statistical Analysis of Fish Disease Data in Marine Fish Stocks*, Kopenhagen (Denemarken), maart 1996.

D. DECLERCK : Vergadering van de ICES *Ad hoc Meeting on the Use of Liver Pathology of Flatfish for Monitoring Effects of Contaminants*, Weymouth (UK), maart 1996.

F. REDANT : Tweejaarlijkse vergadering van de ICES *Study Group on Life Histories of Nephrops*, Lorient (Frankrijk), maart 1996.

F. REDANT : Vergadering van de ICES *Working Group on Crangon Fisheries and Life History*, Hamburg (Duitsland), juni 1996.

F. REDANT : Vergadering van de RESCUE-stuurgroep, Hamburg (Duitsland), juni 1996.

### 1997

D. DECLERCK : Vergadering van de ICES *Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms*, Rhode Island (USA), maart 1997.

F. REDANT : Vergadering van de RESCUE-stuurgroep, Grimsby (Engeland), februari 1997.

F. REDANT : Tweejaarlijkse vergadering van de ICES *Working Group on Nephrops Stocks*, Lysekil (Zweden), maart 1997.

F. REDANT : Slotvergadering van de RESCUE-stuurgroep, Grimsby (Engeland), mei 1997.

## **Bijlagen**

**Effect of population structure, sampling strategy and sample size on  
the estimation of length-frequency distributions and biological parameters:  
a case study on brown shrimp (*Crangon crangon*)**

Frank REDANT

Fisheries Research Station  
Ankerstraat 1, B-8400 Oostende, Belgium

**Abstract**

In field studies on brown shrimp (*Crangon crangon*), catches containing large numbers of animals are a common feature, and sub-sampling has become a common practice. So far, however, the cost-benefit-ratio of sampling strategies and sample sizes (in terms of workload, on the one hand, and statistical soundness of the estimated population parameters, on the other) has never been thoroughly investigated. The present study tries to solve this problem, by means of simulations on theoretical "populations" (= the combined catches of a shrimp cod-end and its cover) with known size distributions, under various conditions with respect to their size composition, and the way they are subdivided into catch fractions (cod-end cover, discards and landings).

As far as the optimal sample size is concerned, the results of the simulations showed that, in general, samples of 750 animals (all catch fractions combined), will give *sound* estimates of the mean size of the population, and *reasonable* estimates of its length-frequency distribution, provided that the original estimates of the numbers-at-length are smoothed with a moving average of order 5. For *statistically sound* estimates of the size distribution, the total number of measurements has to be increased to at least 1500.

With respect to the type of sampling strategy that is to be preferred (samples of a fixed size or proportional samples, weighted according to the relative share of each catch fraction in the population), the outcome of the simulations was much less conclusive. Because of the differences in adequacy between the two methods that were tested, the choice of the optimal sampling strategy will depend on: the kind of information one expects to obtain from the samples; the levels of precision one is aiming for; the size structure of the population in itself; and the way the population is partitioned over the various catch fractions.

---

This study was subsidised by the Institute for Scientific Research in Industry and Agriculture (ISRIA), Brussels, Belgium.

## 1. Introduction

In field studies on brown shrimp (*Crangon crangon*), catches containing several tens of thousands of animals are a common feature, and sub-sampling of the catches has become customary. Measuring large quantities of shrimps (say 1000 or more per sample) is a time-consuming, demanding and tedious job, particularly if the measurements have to be made by 1 or 2 mm size classes. To find an acceptable balance between workload and statistical soundness, it would be helpful to have an idea on the minimum numbers of animals that need to be measured to obtain reasonable estimates of e.g. the size composition of the catches, or the mean size of a *Crangon* population. Up to now, this question has, however, never been thoroughly addressed.

With the present study, we have tried to solve this problem, by means of computer simulations of various sampling strategies on theoretical populations with different size compositions. Initially, these investigations were started as part of another study, on the effects of population structure and sampling strategy on the estimates of the selection parameters for shrimp trawls (POLET and REDANT, 1996). This explains why the simulations were run on populations subdivided into *three* catch fractions (cover, discards and landings) instead of *two* (discards and landings), which is the kind of subdivision most shrimp biologists are used to. Later on, however, the study was extended, to also answer the questions raised by the Steering Group of RESCUE (an EC-funded research programme on the by-catches and discards in the European brown shrimp fisheries) on the optimal sampling levels for the landings and discards of *Crangon*.

A general description of the Belgian *Crangon* fishery (including an overview of the trends in landings, effort and LPUE's), and background information on the catch handling procedures onboard of the Belgian shrimp trawlers, can be found in ICES (1994 and 1996), and in POLET and REDANT (1996).

## 2. Methods

### 2.1. General background

The basic idea for the simulations was to start from a theoretical "population" with known size composition (in this case the combined catches of a shrimp trawl and its cod-end cover), which was then subdivided into three fractions, by means of equally known selection curves for the cod-end and the shrimp riddle. Next, random samples were taken from each catch fraction, under specific, user-defined conditions with respect to sampling strategy and sample size. The numbers-at-length thus obtained could then be used to recalculate the size distribution and the mean size of the population. By altering each of the elements in the system (population structure, selection parameters, sampling strategy and sample size), we hoped to be able to identify their impact on the reliability of the recalculated length frequencies and mean sizes, and to draw conclusions on the adequacy of the sampling procedures and sample sizes tested.

A similar approach has been proposed by HAMPTON and MAJKOWSKI (1987), to assess the effect of various sampling strategies on the estimates of, amongst others, growth parameters, natural and fishing mortality rates, and gear selection parameters for exploited fish stocks. Contrary to HAMPTON and MAJKOWSKI (1987), who used a complex of mathematical equations to "reconstruct" a theoretical population from a series of consecutive age cohorts, the simulations in our study were based on actual size compositions and selection curves, derived from preliminary field studies. The uncertainty on e.g. the extent of recruitment variability, the growth rates, and the natural and fishing mortality rates of *Crangon* (see ICES, 1993 and 1994, for a state of the art review on these issues), did not allow a strictly mathematical approach of the problem.

The fact that this study was based on *Crangon* populations with specific characteristics, and on specific selection curves to subdivide the populations into catch fractions, may give the impression that its outcome is applicable to this particular species and this particular fishery only. This is not necessarily the case, as will be shown in the results section. The decision to use species-specific and empirical, rather than hypothetical selection curves, mainly arose from the consideration that realistic selection curves could be expected to produce catch fractions which are similar to the ones a scientist is likely to encounter in the field. In principle, we could have used any kind of "selection" curves to subdivide the population into two or more fractions (such as e.g. a general catchability curve, or a strictly hypothetical fishermen's selection curve). Even though this would hardly have affected the conclusions from this study, their choice might have been subject to debate, and it might have cast some doubts on the veracity of the simulations, and on the overall validity of the conclusions.

## 2.2. Conventions on standard length

Contrary to many other commercial shrimp species (such as Penaeids and Pandalids), for which carapace length (measured from the base of the eye-socket to the posterior edge of the carapace) is the standard length measurement, there is no standardised length measurement for *Crangon*. Measuring total length is the most common practice, but depending on the author, the word "total" can have a different meaning. In this study, total length (TL) is defined as the distance between the tip of the scaphocerites and the distal margin of the fans on the stretched uropods (Figure 1). Unless stated otherwise, all size classes referred to are 1 mm TL classes, measured to the nearest mm.

## 2.3. The "population"

The choice of the length-frequency distribution (LFD) of the shrimps entering the cod-end of a commercial shrimp trawl (= the "population") was based on data collected during several selectivity experiments, carried out in March 1995 (POLET, unpubl. data). From these, a representative LFD was chosen, which was then used as a basis to calculate a theoretical population. Note that in this particular case, "population" stands for the combined catch of a shrimp cod-end and its cover, and not for a population in the strictly biological sense of the word.

The observed LFD (Figure 2) was first smoothed, using two consecutive runs of moving averages, to eliminate the background noise from the original numbers-at-length. The result was a typical bimodal size distribution (Figure 3), with each of the modes most likely corresponding to one age cohort (see e.g. TETARD, 1985, for details on the polymodal size structure of *Crangon* populations, and their "de-convolution" into age classes). Next, the smoothed LFD was reconstructed by means of a series of superposed normal distributions (Figure 4). Whether these do have a biological meaning or not, is of little relevance. What really matters is that the technique produced a realistic population with precisely known length frequencies, which could then be subdivided into cod-end and cover catches (Section 2.3.) and, as far as the cod-end is concerned, into discards and landings (Section 2.4.) also with precisely known LFD's.

After some preliminary simulations with this theoretical population (from now on called "Type 1" population) <sup>(1)</sup>, we decided to also run the simulations with two other populations, with slightly modified size compositions (Figure 5). The first one ("Type 2" population) had a much weaker first cohort, set at 1/5 of its original strength; the second one ("Type 3" population) had a much narrower first cohort (of the same numerical strength as the original one), which, in addition, was slightly moved to the right. LFD's similar to the "Type 2" population are frequently observed in certain areas and at certain times of the year, when the smallest size classes of *Crangon* are almost absent from the catches. "Type 3" is not a typical *Crangon* LFD. Nevertheless, it was included in the simulations, to obtain an indication on how the sampling strategies and sample sizes tested would perform for species that do have much narrower age cohorts (such as *Nephrops*).

#### 2.4. Cod-end selection

The cod-end selection curves used to subdivide the populations into cod-end and cover catches were based on the results of selectivity experiments, carried out with the covered cod-end technique, under various conditions with respect to fishing ground, weather type, catch composition, etc. (POLET, unpubl. data). Two selection curves were used (Table 1 and Figure 6):

- Ogive "A": a relatively steep logit curve, with an L50 (length at 50 % retention) of 43.0 mm TL, and a selection range (the range between the lengths at 25 and 75 % retention) of 9.0 mm TL; and
- Ogive "C": a very smooth logit curve, with an L50 of 30.0 mm TL, and a selection range of 22.0 mm TL.

The steepest selection curve is typical for "clean" catches, while the other is typical for catches containing large amounts of seaweed and hydroids, which reduce the selective properties of the cod-end by clogging up the meshes (POLET, 1996).

---

<sup>(1)</sup> For reasons of consistency, the codes used to refer to populations, selection ogives and sampling strategies, are the same as in POLET and REDANT (1996).

## 2.5. Riddle selection

The riddle selection curve used to subdivide the cod-end fractions into discards and landings (Table 1 and Figure 6), was the same as the one used by POLET and REDANT (1996), and had an L50 of 50.0 mm TL and a selection range of 5.0 mm TL. Since riddle selection is much less sensitive to variations in catch composition than cod-end selection, we decided to run all the simulations with the same riddle selection curve.

The different combinations of theoretical population, cod-end selection curve and riddle selection curve are summarised in Table 1. From now on, each of these combinations will be referred to by the two digit code given in the first column of this table. The total numbers of shrimps in each catch fraction, for each combination of theoretical population and cod-end selection curve, are summarised in Table 2, together with their respective size ranges, and the mean size of the population as a whole. The size distributions of all populations and their catch fractions (cover, discards and landings) are shown in Figure 7.

## 2.6. Sampling strategies and sample sizes

Overall sample sizes (i.e. the total number of shrimps measured for all fractions combined) were arbitrarily set at 375, 750, 1500, 2250 and 3000.

In addition to various sample sizes, two different sampling strategies were investigated (Table 3):

- Sampling strategy S1: equal numbers of shrimps are taken from each catch fraction, according to the principles of simple random sampling (KREBS, 1989).
- Sampling strategy S5: the numbers of shrimps taken from each catch fraction are proportional to the relative share of that fraction in the population. Again, the samples taken are simple random samples.

Both sampling strategies are comparable to stratified random sampling (non-weighted in the case of S1; weighted in the case of S5), albeit that the boundaries between the different strata (= the catch fractions) are not as sharp as is required in stratified sampling (KREBS, 1989).

Sampling strategy S5 comes closest to taking samples from an unsorted catch (= a shrimp catch not subdivided into catch fractions). There is, however, an important difference between the two methods. In simple random samples of an unsorted catch, each draw can be chosen anywhere within the full size range of the population. Statistically spoken, this involves a potential risk of "over-" or "under-sampling" parts of the size range, especially when the number of animals measured is small. Fraction sampling does not eliminate this risk completely, but because of its similarity with stratified sampling, it can be expected to strongly reduce the extent of this problem.

Strategy S1 is straightforward and easy to use in the field, whereas S5 requires information on the numerical strength of the different catch fractions. This information can, however,

be obtained fairly easily, by raising the numbers of shrimps in the samples from each catch fraction (usually a fixed volume or weight, rather than a fixed number of animals) to total numbers caught, and by comparing the results of these calculations with the results for the other catch fractions, before starting the measurements.

## 2.7. The simulations

The actual simulations were run in a spreadsheet programme. Basically, they can be subdivided into five major steps:

- Step 1: simple random samples are "taken" from each catch fraction, using the spreadsheet's built-in random number generator, and the length "measurements" are stored in a length-frequency table.
- Step 2: the numbers-at-length thus obtained are raised to the level of the largest sample size tested (either 3 x 1000 for the simulations with sampling strategy S1, or 3000 proportional for those with S5), and the LFD of the population is recalculated by pooling the data for the three catch fractions.
- Step 3: the original recalculated LFD is smoothed by means of two non-weighted moving averages, viz. one of order 3 (MA3), and one of order 5 (MA5).
- Step 4: the mean size of the population is recalculated from the estimated <sup>(2)</sup> numbers-at-length for all catch fractions combined; the recalculated LFD's (the one with the original, non-smoothed numbers-at-length, and the two smoothed ones) are compared with the expected LFD (also raised to the equivalent of the largest sample size tested), using a Chi<sup>2</sup>-test; and the so-called "noise levels" for all size classes in the recalculated LFD's are computed from:

$$(\text{Estimated no.} - \text{Expected no.}) / (\text{Expected no.}) \times 100$$

- Step 5: the results for all runs (1000 for each combination of population structure, cod-end selection ogive, sampling strategy and sample size) are transferred to a statistical software package for further analysis.

Strictly spoken, the technique used to generate the samples was random sampling *with* replacement. In field studies, however, samples are usually taken *without* replacement. In samples with replacement, the possibility of measuring the same animal more than once cannot be excluded. This may introduce a bias in the estimates of the numbers-at-length, depending on how often the event of measuring the same animal more than once is occurring. Basically, there are two solutions to this problem. One is to "filter" the random numbers produced by the random number generator, to make sure that double draws are excluded. The other, and much simpler one, is to make the theoretical population so large

---

<sup>(2)</sup> Throughout the text, "recalculated" and "estimated" are used as synonyms.

that the probability of double draws is reduced to almost zero. This is the option we eventually chose for. By increasing the total number of animals in the original theoretical population (i.e. population "Type 1") to 250 000 (Table 2), the probability of a double draw was reduced to  $\approx 1.5 \times 10^{-9}$  for the smallest catch fraction in the simulations (viz. the cover fraction in 2-C), and to  $\approx 13.5 \times 10^{-9}$  for the largest (viz. the cover fraction in 1-A, and the discards fraction in 3-C).

At first sight, the Chi<sup>2</sup>-test is the most obvious choice to compare "observed" (read: recalculated) with "expected" length frequencies. Because of its high sensitivity (which can easily lead to excessively pessimistic conclusions on the overall degree of similarity between two data sets), it could be argued that the Chi<sup>2</sup> is not exactly the most appropriate test for this kind of investigations, where the similarity in overall shape of the size distributions is more important than the similarity between "observed" and "expected" numbers-at-length for individual size classes. From that point of view, a more rigorous test, such as Kolmogorov-Smirnov, might have been a better choice. The main reason why we decided in favour of the Chi<sup>2</sup>-test was that it can be applied to any kind of grouped data, including raised or smoothed data series with fractional numbers. The Kolmogorov-Smirnov test, on the other hand, requires a data matrix with original length measurements, which was a major bottleneck in the analysis of the type of data produced by the simulations (pooled numbers-at-length, derived from three different "samples", and raised to a common standard).

The use of raised data inevitably has an adverse effect on the results of the Chi<sup>2</sup>-tests. By raising the data, the absolute differences between "observed" and "expected" numbers-at-length are raised too, and, because of the way the Chi<sup>2</sup>-statistic for each pair of data is calculated, this results in higher Chi<sup>2</sup>-values, and hence, in lower p-values. Two arguments, however, speak for the use of raised data. First of all, raising has the advantage that it creates a common basis for the comparison and quality assessment of the results for all sample sizes tested. Secondly, it should be borne in mind that raising is a common practice in fisheries research. Most often, it is not the original but the raised data that are used e.g. in a time series analysis or in comparative studies. When the quality of these data is doubtful, the conclusions derived from them may be dubious. Therefore, the use of raised instead of non-raised data sets to run the Chi<sup>2</sup>-tests, can be considered as a prudent approach.

### 3. Results

#### 3.1. Estimation of the mean size of the population

The estimates of the mean size improve with increasing sample size. Figure 8 (top) gives an example of the distributions of the recalculated mean sizes around the true mean size of the population for simulation 1-A-S1, and sample sizes of 3 x 125, 3 x 250, 3 x 500, 3 x 750 and 3 x 1000 animals each. Note that these charts do not give the actual estimates of the mean size, but their deviations from the true mean size of the population, in intervals of 0.2 mm TL each.

Figure 8 (bottom) also shows the probability-probability plots for the same data series. These clearly demonstrate that the recalculated mean sizes are normally distributed around the true mean size. With respect to these plots, it is worth mentioning that the example given is not the best available, in the sense that the results for the other simulations were at least as good, and often even better than the ones for simulation 1-A-S1.

Table 4 summarises the most important results on the estimations of the mean size. For each combination of population structure, cod-end selection ogive, sampling strategy and sample size tested (columns 1 and 2), the table gives the distribution of the deviations of the estimated mean sizes from their true value, in absolute intervals of 0.5 mm TL each (columns 3 to 6), and the parameters (mean and standard deviation, SD) of the normal distributions fitted to the deviations (columns 7 and 8).

The degree of dispersion of the recalculated mean sizes narrows down considerably when the number of shrimps measured is increased from 375 to 750, and again to 1500 (with over 95 % of the estimates at less than 0.5 mm TL above or below the true mean size, and with SD's < 0.25 mm TL) (Table 4). From then onwards, however, the gain in accuracy decreases quickly, to such a point that it becomes questionable whether it is still worth the extra investment in terms of workload, associated with the measurement of e.g. 2250 or 3000 shrimps per haul.

### 3.2. Estimation of the numbers-at-length for individual size classes

#### *Effect of sample size*

Figure 9 shows the box-and-whisker plots (once more for simulation 1-A-S1) of the noise levels in the non-smoothed estimates of the numbers-at-length, for all size classes with expected numbers-at-length > 1.0, and for all sample sizes tested. The boxes in these plots represent the 2.5-97.5 percentile ranges (from now on called 95 % ranges) and the whiskers the min-max ranges of the noise levels in the recalculated numbers-at-length.

Two major conclusions can be drawn from this example:

- The levels of background noise in the estimates of the numbers-at-length are inversely related to sample size. The gain in accuracy is most substantial when the number of measurements increases from 3 x 125 to 3 x 500, then gradually slows down as sample sizes increase to 3 x 750 and 3 x 1000.
- A close relationship exists between the amplitude of the noise levels and the shape of the size distribution of the population. The lowest noise levels are associated with the peaks in the LFD; the highest with the troughs and the tails, where the expected numbers-at-length are lowest (Figure 7, first page, top).

The findings for the other combinations of population structure, cod-end selection ogive and sampling strategy are very similar to the ones just described for simulation 1-A-S1. There are some differences, of course, but these are limited to the overall appearance of the box-and-whisker plots (all of which can be explained by the differences in the LFD's of the three

populations tested; see below), and to the amplitudes of the 95 % and the min-max ranges of the noise levels, particularly in the tails of the LFD's (which generally were slightly larger for sampling strategy S5 than for S1).

The relationships between the noise levels in the non-smoothed estimates of the numbers-at-length, on the one hand, and the expected numbers-at-length, on the other, are shown in Figure 10 (top). For sample sizes of  $3 \times 500$  and more, these relationships are quasi-asymptotic, with a rapid decrease in the overall levels of background noise in the lower ranges of the expected numbers-at-length, and a very gentle, almost linear decrease in the upper ranges.

Similar negative asymptotic relationships between the expected numbers in a population and the levels of dispersion in their estimated values, have been reported by BECKER (1975) and JOHNSTON *et al.* (1975), in sensitivity studies on the reliability of the estimates of the numbers-at-age in commercial fish stocks, derived from length-stratified market samples.

#### ***Effect of smoothing***

A representative example of the effect of smoothing on the noise levels in the estimates of the numbers-at-length is shown in Figure 11 (the example given is for simulation 1-A-S1 and a sample size of  $3 \times 500$  animals). The noise reducing effect of smoothing is remarkable: from  $\approx 35$  % for the moving average of order 3, to  $\approx 50$  % for the moving average of order 5, and this for all size classes, including the ones in the tails of the size distribution.

The noise reducing effect of smoothing is also apparent from Figure 10, which shows the relationships between the noise levels in the non-smoothed (top) and the smoothed (centre and bottom) estimates of the numbers-at-length, on the one hand, and the expected numbers-at-length, on the other, for all sample sizes tested under 1-A-S1. From these graphs, it is clear that the noise levels fall off much more quickly and to much lower asymptotic values for the smoothed data than for the non-smoothed. The effect is also stronger when a moving average of order 5 is applied to the data than when a moving average of order 3 is used.

A closer look at Figure 11, however, reveals that the use of moving averages has some side effects which may force us to temper the initial enthusiasm on their noise reducing potential. For the non-smoothed estimates (Figure 11, top), the medians of the noise levels are all very close to zero, actually meaning that there is no systematic tendency towards over- or underestimating the numbers-at-length. For the smoothed data, first of order 3 (Figure 11, centre), then of order 5 (Figure 11, bottom), the medians show an increasingly strong tendency to "undulate" around the line of zero percent deviation. This phenomenon is most obvious in the lower half of the size range, i.e. in that part of the size distribution where the relatively narrow left cohort is located (Figure 7, first page).

The undulating effect is clearly demonstrated in Figure 12, which shows the medians of the noise levels in the non-smoothed (top) and in the smoothed (centre and bottom) estimates of the numbers-at-length, for all sample sizes tested under 1-A-S1 (note that the scale of

the y-axis in Figure 12 differs from the one in Figure 11). The most important conclusion that can be drawn from Figure 12 is that the undulating effect is totally independent from sample size.

The explanation of this phenomenon is fairly simple. In size distributions with narrow peaks and troughs, the use of a moving average will result in levelling off the peaks, and in filling up the troughs, by shifting fractions of the original, non-smoothed numbers-at-length down the slopes of the size distribution, on both sides of their inflexion point. The narrower the peaks and/or the troughs, and the higher the order of the moving average, the stronger this "erosive" effect will be.

### *Effect of sampling strategy*

The effect of sampling strategy on the reliability of the recalculated numbers-at-length was examined for two combinations of population structure and cod-end selection curve, viz. 1-A and 1-C (Table 3). The performance of the two sampling strategies was tested by comparing the noise levels in the estimates of the numbers-at-length under one sampling regime (e.g. S1 and a sample size of  $3 \times 125$ ), with the noise levels for the same size class under the other (e.g. S5 and a sample size of 375 proportional). For this purpose, the ratios between the noise levels for all size classes in the population were calculated as:

$$(95 \% \text{ range of the noise levels under S5}) / (95 \% \text{ range of the noise levels under S1})$$

If this ratio is  $\approx 1$ , the noise levels in the two estimates of the numbers-at-length for that particular size class are similar, and we can conclude that, on average, both sampling strategies are performing equally well (or badly). If it is  $> 1$ , the noise levels under sampling strategy S5 are larger than those under S1, and we can conclude that, on average, S1 performs better than S5; etc.

Figure 13 shows the above mentioned ratios for the non-smoothed estimates of the numbers-at-length for 1-A (top) and 1-C (bottom). There is a marked difference between the results for the two combinations of population structure and selection ogive. In the case of 1-A, sampling strategy S5 performs much better than S1 for the size classes between 25 and 35 mm TL, whereas, in general, S1 performs slightly better for the size classes below 20 and between 35 and 60 mm TL (Figure 13, top). For 1-C, however, sampling strategy S5 performs better for the size classes between 30 and 50 mm TL, whereas, in general, S1 performs better for the size classes below 30 and above 50 mm TL (Figure 13, bottom).

The differences in performance between the two sampling strategies are closely related to the shape of the LFD's of the catch fractions (which differ from one combination of population structure and cod-end selection ogive to another), and to the way the measurements are partitioned over the different catch fractions under each sampling regime. In other words, to the relative levels of sampling intensity applied to different parts of the size distribution.

Under sampling strategy S1, all catch fractions are sampled in equal numbers. The consequence being, that the smallest fractions (in terms of numerical strength) will be "over-

sampled" and the biggest ones "under-sampled", as compared to their relative share in the population. This should not pose much of a problem, as long as all catch fractions have a fairly simple (read: unimodal) size structure. If, however, the biggest catch fraction has a bimodal size structure, the "under-sampling" will result in much higher noise levels in the estimates of the numbers-at-length in and around the trough, than would have been the case with S5, and, as a consequence, in a lower level of precision in the estimates for that part of the size range (see Section 3.2., partim *Effect of sample size*, for details on the relationship between noise levels and expected numbers-at-length).

This is clearly what happened in 1-A, where the cover fraction (which represents over 46 % of the unsorted catch; Table 2) has a bimodal size distribution with two marked peaks (Figure 7, first page, top), and where sampling strategy S1 produces less reliable estimates of the numbers-at-length for all size classes in and around the trough. To a certain extent, the same applies to 1-C, where the discards (which represent almost 44 % of the unsorted catch; Table 2) have a bimodal size distribution (Figure 7, first page, bottom), and where, once again, sampling strategy S1 was found to be less performing than S5 for the estimation of the numbers-at-length in and around the trough. In this case, however, the loss in accuracy due to the "under-sampling" of the discards, is partly compensated by the gain in accuracy resulting from the "over-sampling" of the cover fraction, which has a size range similar to that of the discards (Table 2 and Figure 7, first page, bottom).

The same elements also explain why sampling strategy S1 scores better than S5 for estimating the numbers-at-length in the lower ranges of the size distribution in simulation 1-C, and in the upper ranges of the size distribution in simulations 1-A and 1-C. In all cases, the explanation must be sought in the relative degree of "over-sampling" of the catch fractions containing the size classes in question (landings in the case of 1-A; cover and landings in 1-C).

With respect to this problem, it is worth mentioning that the use of a moving average has little or no effect on the differences in performance between the two sampling strategies. In absolute terms, the differences in noise level between the two estimates of the numbers-at-length decrease (as a result of the overall noise reducing effect of the moving average), but their ratios do not.

### 3.3. Estimation of the numbers in selected groupings of size classes

In species for which the application of analytical assessment techniques poses problems, alternative approaches are often used to evaluate the state of exploitation of the stocks. These include a variety of indices, such as mean sizes of catches and landings, seasonal and annual landings-per-unit-effort of the largest size classes in the population, etc. (see e.g. ICES, 1995, for an overview of the indices used for *Nephrops*). Similar approaches have also been proposed for the evaluation of *Crangon* stocks (unpubl. minutes of the 1994 and 1996 meetings of the ICES Study Group on Life History, Population Biology and Assessment of *Crangon* Stocks). It should be clear, however, that the usefulness of such indices for assessment and management purposes strongly depends on their statistical soundness, and that unreliable estimates of e.g. the relative abundance of the oldest

animals in a population may lead to erroneous conclusions on the state of exploitation of the stock in question.

In view of the considerable levels of background noise in the estimates of the numbers-at-length of, amongst others, the largest animals in the theoretical populations (Section 3.2., partim *Effect of sample size*), we decided to "re-run" simulations 1-A-S1 and 1-A-S5, with the specific aim to investigate the reliability of the estimates of the numbers of shrimps in selected groupings of size classes (viz. all shrimps  $\geq 50$  mm,  $\geq 60$  mm and  $\geq 70$  mm TL). The procedure followed to run these simulations was similar to the one used to estimate the numbers-at-length for individual size classes (Section 2.7.).

The results of these simulations (noise levels in the recalculated numbers for each grouping of size classes and each sample size tested) are summarised in Figure 14. The estimates for the size group  $\geq 50$  mm TL are generally good to excellent, with 95 % of the noise levels below 10 %, even for the smallest sample sizes. Those for the size group  $\geq 60$  mm TL are generally acceptable to good, with 95 % of the noise levels below 25 % for the smallest sample sizes, and below 15 % for combined sample sizes of 1500 animals and more. And those for the size group  $\geq 70$  mm TL are generally poor, with considerable proportions of the noise levels exceeding 25 %, except for the very largest sample sizes tested.

The accuracy of the estimates is clearly related to the relative abundance of the different size groups in the population. Shrimps  $\geq 50$  mm TL represent  $\approx 34$  % of the population, those  $\geq 60$  mm TL  $\approx 11$  %, and those  $\geq 70$  mm TL only  $\approx 2$  % (Figure 7, first page). In view of these differences in abundance, the differences in accuracy between the estimated numbers should not come as a complete surprise. Striking, however, are the relatively high levels of dispersion in the estimates for the size group  $\geq 60$  mm TL, which, after all, represents about 1/10 of the population. This puts another light on the general belief that grouping is a powerful means to minimise the background noise in the estimates of numbers-at-length. If the samples are small (say, less than 250 animals per catch fraction), the noise reducing effect of grouping will be small too, even for size groups which are not exactly what might be called "poorly represented" in the catches.

With respect to the general outcome of these simulations, it is also worth mentioning that the differences between the two sampling strategies (S1; Figure 14, top; and S5; Figure 14, bottom) were largely insignificant.

#### **3.4. Similarity between recalculated and "true" size distributions**

The results of the Chi<sup>2</sup>-tests on the overall degrees of similarity between the recalculated and the true size distributions, for each combination of population structure, cod-end selection ogive and sampling strategy, are summarised in Figure 15. The plots in Figure 15 show the percentages of runs giving p-values above several critical threshold values (viz.  $\geq 0.50$ ,  $\geq 0.75$  and  $\geq 0.90$ ), under various conditions with respect to sample size and smoothing technique.

### ***Effect of sample size***

Except for simulation 2-A-S1, which shows a slightly different picture (see below), the overall appearance of the graphs in Figure 15 is very similar. If we take the results for simulation 1-A-S1 (Figure 15, first page, top left corner) as an example, we see that:

- The similarity between the non-smoothed recalculated LFD's and the true LFD of the population is generally poor, even for the largest sample sizes (with only  $\approx 20\%$  of the runs giving a p-value  $\geq 0.90$  for a sample size of  $3 \times 750$ , and only  $\approx 65\%$  giving a p-value  $\geq 0.90$  for a sample size of  $3 \times 1000$ ).
- The similarity between recalculated and true LFD's increases considerably when a moving average is applied to the data. This effect is stronger in the case of the moving average of order 5 than in that of order 3.
- With a sample size of  $3 \times 250$ , almost  $80\%$  of the runs gives a p-value  $\geq 0.90$ , provided that a moving average of order 5 is applied to the data. With a sample size of  $3 \times 500$ , however, over  $90\%$  of the runs gives a p-value  $\geq 0.90$ , provided that a moving average of order 3 is used.
- For sample sizes of  $3 \times 750$  and more, close to  $100\%$  of the runs gives a p-value  $\geq 0.90$ , whichever smoothing technique is used.

These findings are of particular importance when it comes to deciding which combination of sample size and smoothing technique provides the best "cost-benefit ratio" between workload and statistical soundness of the recalculated LFD's.

### ***Effect of sampling strategy***

At first sight, the results concerning the effect of sampling strategy on the accuracy of the recalculated LFD's are far from being consistent. In the case of 1-A, sampling strategy S5 performs slightly better than S1 (Figure 15, first page, top row) but for 1-C, it is exactly the opposite (Figure 15, first page, bottom row).

The differences in overall performance between the two sampling strategies are associated with their differences in performance with regard to the estimation of the numbers-at-length in particular parts of the size range. In 1-A, sampling strategy S1 scored worse than S5 for the estimation of the numbers-at-length in and around the trough between the two cohorts (Section 3.2., partim *Effect of sampling strategy*), i.e. in a critical part of the size distribution where the expected numbers-at-length are low, and where even relatively small differences between "observed" and "expected" numbers will result in higher Chi<sup>2</sup>-statistics (i.e. higher than in the case of S5), and hence in lower p-values. Conversely, in 1-C, sampling strategy S5 scored worse than S1, especially in the upper and lower ranges of the size distribution (Section 3.2., partim *Effect of sampling strategy*). Again, these are the parts of the size range where the expected numbers-at-length are low, and where relatively small deviations will result in higher Chi<sup>2</sup>-statistics (i.e. higher than in the case of S1), and hence in lower p-values.

It is important to notice that the differences in adequacy between the two sampling strategies gradually disappear with increasing sample size, provided that a moving average is applied to the data. For combined sample sizes of 1500 and more, the differences are almost negligible (Figure 15, first page).

#### ***Effect of population structure***

The results for the other simulations (except for 2-A-S1) are very similar to those described earlier in this section for 1-A-S1 (Figure 15). This is an important finding, because it proves that, within certain limits (see below), the size structure of the population in itself hardly affects the reliability of the recalculated length-frequency distributions.

As already mentioned, there is one exception to this rule, viz. simulation 2-A-S1. It should be emphasised, however, that in this simulation, the cover fraction had a very peculiar size composition, with a marked peak at the right, and a low "shoulder" at the left (Figure 7, second page, top). When sample sizes are small, there is a considerable degree of scattering in the estimates of the numbers-at-length for the size classes in the "shoulder". This results in high Chi<sup>2</sup>-statistics and, as a consequence, in low p-values. The adverse effect of the scattering on the p-values largely disappears when the size of the samples is increased, and when, as a result of a better coverage, the estimates of the numbers-at-length in that part of the size distribution improve.

Theoretically, something similar could be expected for simulation 2-C-S1, which starts from the same population, and the same initial size structure, as simulation 2-A-S1. In this case, however, the weak left cohort is partitioned over two catch fractions, viz. cover and discards (Figure 7, second page, bottom). For the discard fraction, the precision of the estimates of the numbers-at-length in the "shoulder" can be expected to be poor, for the same reasons given in the previous paragraph. In the case of 2-C-S1, however, this is largely compensated by the much higher levels of precision in the corresponding estimates of the numbers-at-length derived from the cover fraction, which, under sampling regime S1, is heavily "over-sampled" as compared to the other catch fractions.

#### **4. General discussion**

Similar investigations, to which the results of this study could be compared, are extremely scarce in the scientific literature. Most papers on the adequacy of sampling strategies or sample sizes to estimate population compositions either deal with the subject from a mostly mathematical point of view (see e.g. FOURNIER, 1983; SOLANA-SANSORES and ARREGUIN-SANCHEZ, 1990 and 1991), or they pertain to the estimation of age distributions (see e.g. BECKER, 1975; JOHNSTON *et al.*, 1975), where the number of classes to be estimated is much smaller than in size distributions, and where the overall shape of the distributions usually is much simpler. Both the shape of the distribution and the number of classes to be estimated, however, are important elements in the discussion on optimal sampling strategies and sample sizes (Sections 3.2., 3.3. and 3.4.). The more complex the shape of the distribution, and the larger the number of classes for which estimates of the

numbers-at-age or length are needed, the larger the samples that will be required to achieve a certain level of precision in the estimates.

Next to the actual findings of this study, a number of additional considerations should be taken into account, when it comes to applying the results of this simulation exercise to field studies on *Crangon*, or on other (shrimp) species.

In this, mostly theoretical simulation study, the samples taken from the different catch fractions were *simple random samples*. This means that each draw was independent from the others, and that all animals in a catch fraction had an equal chance of being chosen. In sea or port sampling programmes, however, "batch sampling" is the most common technique. Batch sampling is a typical example of non-probability sampling, where the consecutive draws are not fully independent from one another. Under the right conditions, non-probability sampling may give the same results as simple random sampling (KREBS, 1989). In sea sampling programmes, these conditions *may* be met, provided that the animals in each catch fraction are randomly distributed. Therefore, it is of crucial importance to make sure that the shrimps in each fraction are thoroughly mixed before the samples are collected, and that the sampling devices are not size-selective.

With respect to the comment, made in Section 2.6., that sampling strategy S5 comes closest to taking samples of an unsorted catch, it is important to emphasise that by "unsorted" catch we mean an *unsorted catch of shrimps* (= not subdivided into e.g. discards and landings), and not the unsorted catch as it appears when the cod-end of a shrimp trawl is emptied. Preliminary experiments on the adequacy of various sampling techniques for the fish by-catches of shrimp trawlers (REDANT, unpubl. data), revealed that the quantities of shrimp contained in a single box of unsorted catch, can easily vary by up to 100 %, depending on the amount and the composition of the by-catches, in the broadest sense of the word (fish, invertebrates, lumps of peat and sand, litter, etc.). Whether this has an impact on the size composition of the shrimp samples, remains to be investigated but, if not properly remedied, it will definitely have an impact on the estimates of abundance indices, such as CPUE's, LPUE's, or the numbers of shrimp caught per unit area swept.

This study focused on the estimation of mean sizes and size distributions of the shrimp catches from a *single haul*. In most sampling programmes, however, it is common practice to pool the data from a series of hauls, to obtain an estimate of the average size composition of the shrimp population in a wider area or over a longer period of time. Replicate samples of the same population (i.e. with exactly the same size distribution) are likely to result in different estimates of the numbers-at-length for each size class. Their medians, however, can be expected to give a fair approximation of the true numbers-at-length in the population (Section 3.2., partim *Effect of smoothing*). When pooling data from various locations, we are dealing with a different scale of variability. Unless further information is available on the amplitude of the geographic and temporal variations in the size composition of *Crangon* populations, and on the processes that determine variability, the effect of pooling data from various areas or over longer time periods on the error levels in the averaged estimates is difficult to predict.

So far, no attempts have been made to also include the human factor in the simulations. Preliminary inter-calibration exercises, carried out at the Fisheries Research Station, showed that this factor can be extremely important, particularly in extensive sampling programmes, where several people are involved in measuring the samples. Intuitively, one is inclined to assume that the errors due to misreading follow a random distribution. The results of the inter-calibration exercises made it perfectly clear that this is not the case. Here too, the use of a smoothing technique, such as a moving average, can be helpful to reduce the (extra) noise in the estimated numbers-at-length caused by misreading. It is important to remember, however, that, despite its considerable noise reducing potential, a moving average is not some sort of "magic wand", capable of turning even the most crummy data set into a reliable length-frequency distribution.

## 5. Conclusions

As in most other simulation studies on the adequacy of sampling programmes, the conclusions from this study can be subdivided into "good" and "bad" news.

- The good news is that, *in most cases*, combined samples of 750 animals (i.e. either 250 per catch fraction, or 750 proportional) will give *sound* estimates of the mean size of a population, and *reasonable* estimates of its length-frequency distribution, provided that, for the latter, the observed numbers-at-length are smoothed by means of a non-weighted moving average of order 5. With respect to using a moving average of this order it should, however, be stressed that there is a serious risk of underestimating the numbers-at-length in the peaks, and of overestimating the numbers-at-length in the troughs of the size distribution.
- The bad news is that, for *statistically sound* estimates of the size distribution, the total number of animals to be measured has to be at least 1500 (i.e. either 500 per catch fraction, or 1500 proportional). Again, provided that a moving average is applied to the original estimates of the numbers-at-length. In this case, however, a non-weighted moving average of order 3 can suffice.

This is not the kind of conclusions one might have hoped for, but at least, it has the advantage that we know now with much more certainty what the "cost" of statistical soundness really is.

The results of this study are much less conclusive as to the type of sampling strategy (equal or proportional sample sizes) that is to be preferred. Because of the differences in adequacy between the two methods, under various conditions with respect to the size structure of the population, the optimal sampling strategy will depend on: the kind of information one expects to obtain from the samples; the levels of precision one is aiming for; the size structure of the population in itself; and the way the population is partitioned over the different catch fractions. For combined sample sizes of 1500 animals and more, however, the differences in adequacy between the two sampling strategies are almost negligible. This fact, and the strictly logistic argument that samples of a set size are much

easier to collect than proportional samples, make sampling strategy S1 the better choice for *general* studies on the size composition of *Crangon* populations.

For studies requiring statistically sound estimates on *particular parts of the population*, however, neither of the sampling strategies that were tested may give satisfactory results. In that case, one may have to consider the possibility of "over-sampling" critical parts of the size range, in an attempt to improve the overall quality of the estimates.

### Acknowledgements

The author wishes to thank Dr. ir. E. Jaspers (IZWO, Ostend), ir. H. Polet and Mr. H. Hillewaert (FRS, Ostend) for their constructive comments on the manuscript of this paper, and Dr. N. Bailey (SOAFD, Aberdeen, Scotland) and Dr. G. Conan (NAFC, St. John's, Canada) for their help in "digging up" references from the scientific literature on the subject.

### References

BECKER, H.B. (1975): Evaluation of the fish market sampling program in the Netherlands. ICES, Statistics Comm., C.M. 1975/D:5 (mimeo).

FOURNIER, D.A. (1983): Use of length and age data for estimating the age structure of a collection of fish.

In: Doubleday, W.G. and Rivard, D. (eds.), Sampling commercial catches of marine fish and invertebrates. Can. Spec. Publ. of Fish. Aquat. Sc., **66**, 206-208.

HAMPTON, J. and MAJKOWSKI, J. (1987): A simulation model for generating catch length-frequency data.

In: Pauly, D. and Morgan, G.R. (eds.), Length based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 193-202.

ICES (1993): First report of the Study Group on Life History, Population Biology and Assessment of *Crangon* Stocks.

ICES, Shellfish Comm., C.M. 1993/K:8 (mimeo).

ICES (1994): Second report of the Study Group on Life History, Population Biology and Assessment of *Crangon* Stocks.

ICES, Shellfish Comm., C.M. 1994/K:3 (mimeo).

ICES (1995): Report of the Working Group on *Nephrops* Stocks.

ICES, C.M. 1995/Assess:12 (mimeo).

ICES (1996): Report of the Working Group on *Crangon* Fisheries and Life History.

ICES, Shellfish Comm., C.M. 1996/K:4 (mimeo).

JOHNSTON, C., NICHOLSON, M.D. and POPE, J.A. (1975): The precision of estimated age compositions.

ICES, Demersal Fish Comm., C.M. 1975/F:31 (mimeo).

KREBS, C.J. (1989): Ecological methodology.

Harper Collins Publ., New York, USA, 654 pp.

POLET, H. (1996): Research programme on the reduction of by-catches in the Belgian shrimp fishery. Phase 2: Selectivity of the commercial beam trawl.

Poster presented at the 1996 meeting of the ICES Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group, Woods Hole, USA, April 1996.

POLET, H. and REDANT, F. (1996): Effect of population structure, sampling strategy and sample size on the estimates of selection parameters for shrimp (*Crangon crangon*) trawls.

ICES, Fish Capture Comm., C.M. 1996/B:29 (mimeo).

SOLANA-SANSORES, R. and ARREGUIN-SANCHEZ, F. (1990): Probability sampling design for a beach seine fishery off Celestun, Yucatan, Mexico.

Ciencias Marinas, **16**, 4, 43-60.

SOLANA-SANSORES, R. and ARREGUIN-SANCHEZ, F. (1991): Probability sampling design for the artisanal fishery of the red grouper (*Epinephelus morio*) off Yucatan, Mexico.

Ciencias Marinas, **17**, 1, 51-72.

TETARD, A. (1985): Eléments sur la croissance de la crevette grise, *Crangon crangon* (L.) en Manche-Est et en Sud Mer du Nord.

ICES, Shellfish Comm., C.M. 1985/K:17 (mimeo).

Table 1 - General features of the simulations.			
Code (*)	Theoretical population	Cod-end selection curve (**)	Riddle selection curve (**)
1-A	"Type 1" : standard See Figure 5	Ogive "A" : steep a = - 10.75 ; b = 0.25 See Figure 6	Standard a = - 22.70 ; b = 0.45 See Figure 6
1-C	"Type 1" : standard As in 1-A	Ogive "C" : smooth a = - 3.00 ; b = 0.10 See Figure 6	Standard As in 1-A
2-A	"Type 2" : first cohort reduced to 1/5 of its original strength See Figure 5	Ogive "A" : steep As in 1-A	Standard As in 1-A
2-C	"Type 2" : first cohort reduced to 1/5 of its original strength As in 2-A	Ogive "C" : smooth As in 1-C	Standard As in 1-A
3-A	"Type 3" : narrow first cohort, slightly moved to the right See Figure 5	Ogive "A" : steep As in 1-A	Standard As in 1-A
3-C	"Type 3" : narrow first cohort, slightly moved to the right As in 3-A	Ogive "C" : smooth As in 1-C	Standard As in 1-A
(*)	Codes refer to the combinations of population type (first digit) and cod-end selection curve (second digit), used in the simulations		
(**)	a and b refer to parameters a and b in the logit curve : $RR = 1 / (1 + \exp(-(a + b \cdot TL)))$ in which RR = retention rate, and TL = total length		

Table 2 - Numbers (N, in 1000) and size ranges of Crangon (mm TL) in each catch fraction (as generated from the theoretical populations), and mean size of the theoretical populations used in the simulations.

Code (*)	Cover		Discards		Landings		Total	Mean size population (mm TL)
	N	Size range (**)	N	Size range (**)	N	Size range (**)	Sum of N's	
1-A	115.4	13-57	60.0	33-58	74.6	43-78	250.0	43.56
1-C	66.5	13-62	109.2	16-58	74.3	42-78	250.0	43.56
2-A	72.3	16-58	59.4	32-58	74.6	43-79	206.4	47.70
2-C	38.6	16-63	93.5	19-58	74.3	42-79	206.4	47.70
3-A	113.9	20-57	61.5	28-58	74.6	43-78	250.0	44.65
3-C	60.2	20-62	115.5	21-58	74.3	42-78	250.0	44.65

(\*) Codes refer to the combinations of population type (first digit) and cod-end selection curve (second digit), used in the simulations

(\*\*) Size ranges refer to those size classes, for which the expected numbers-at-length in the largest sample sizes tested were > 1.0

Table 3 - Sampling strategies and sample sizes tested.

Code (*)	Sampling strategy S1					Sampling strategy S5				
	Equal sample sizes (3 x Ns), with sample sizes (Ns) set at :					Proportional sample sizes, with total no. of shrimp measured (Nt) set at :				
	125	250	500	750	1000	375	750	1500	2250	3000
1-A	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1-C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2-A	x	x	x	x	x					
2-C	x	x	x	x	x					
3-A	x	x	x	x	x					
3-C	x	x	x	x	x					

(\*) Codes refer to the combinations of population type (first digit) and cod-end selection curve (second digit), used in the simulations

Table 4 - Percentual distribution of the deviations of the recalculated mean sizes from their "true" values, and parameters of the normal distributions fitted to the actual deviations, for different combinations of population structure, cod-end selection curve, sampling strategy and sample size.															
Simulation & sampling strategy	No. of shrimps measured	Deviation (+ or -) from "true" mean size (mm)				Parameters of normal fit (mm)		Simulation & sampling strategy	No. of shrimps measured	Deviation (+ or -) from "true" mean size (mm)				Parameters of normal fit (mm)	
		≤ 0.5	0.6-1.0	1.1-1.5	> 1.5	Mean	SD			≤ 0.5	0.6-1.0	1.1-1.5	> 1.5	Mean	SD
1-A-S1	375	73.0	24.0	2.9	0.1	0.03	0.45	2-A-S1	375	83.7	15.5	0.8	---	0.02	0.36
	750	88.1	11.6	0.3	---	0.01	0.33		750	95.2	4.8	---	---	-0.01	0.26
	1500	97.3	2.7	---	---	0.00	0.23		1500	99.7	0.3	---	---	0.01	0.18
	2250	98.8	1.2	---	---	0.01	0.20		2250	99.7	0.3	---	---	0.00	0.15
	3000	99.9	0.1	---	---	0.00	0.17		3000	100.0	---	---	---	0.00	0.12
1-A-S5	375	76.4	21.7	1.8	0.1	0.00	0.43	2-C-S1	375	80.5	18.8	0.7	---	0.01	0.39
	750	91.2	8.7	0.1	---	-0.01	0.30		750	94.5	5.5	---	---	-0.01	0.27
	1500	98.5	1.5	---	---	0.00	0.21		1500	98.8	1.2	---	---	0.00	0.20
	2250	99.5	0.5	---	---	0.00	0.17		2250	99.9	0.1	---	---	0.00	0.15
	3000	99.7	0.3	---	---	0.00	0.15		3000	100.0	---	---	---	0.00	0.14
1-C-S1	375	72.0	22.9	4.9	0.2	-0.01	0.49	3-A-S1	375	82.7	16.7	0.6	---	0.02	0.38
	750	88.2	11.6	0.2	---	0.00	0.33		750	94.3	5.7	---	---	0.02	0.25
	1500	96.6	3.4	---	---	-0.01	0.24		1500	99.3	0.7	---	---	0.01	0.19
	2250	99.2	0.8	---	---	0.00	0.19		2250	99.9	0.1	---	---	0.00	0.16
	3000	99.9	0.1	---	---	0.00	0.18		3000	100.0	---	---	---	-0.01	0.14
1-C-S5	375	70.3	26.1	3.6	---	0.01	0.48	3-C-S1	375	75.4	23.1	1.5	---	0.01	0.43
	750	87.4	12.2	0.4	---	0.01	0.34		750	90.8	9.1	0.1	---	0.01	0.30
	1500	97.8	2.2	---	---	0.00	0.23		1500	98.3	1.7	---	---	0.00	0.21
	2250	99.3	0.7	---	---	0.00	0.19		2250	99.8	0.2	---	---	0.00	0.17
	3000	99.8	0.2	---	---	0.00	0.18		3000	100.0	---	---	---	0.01	0.15

Figure 1 - Standard lengths of brown shrimp (*Crangon crangon*).  
 TL = total length ; CL = carapace length

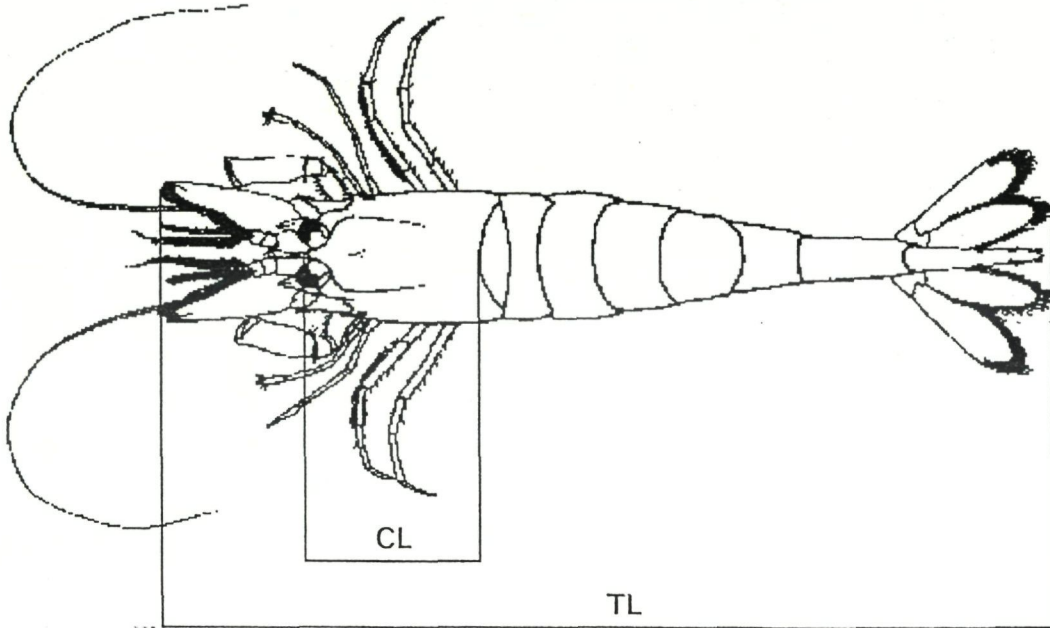


Figure 2 - Original size distribution of the shrimp catches,  
 used as a basis to calculate the theoretical populations.  
 Based on data collected in March 1995.

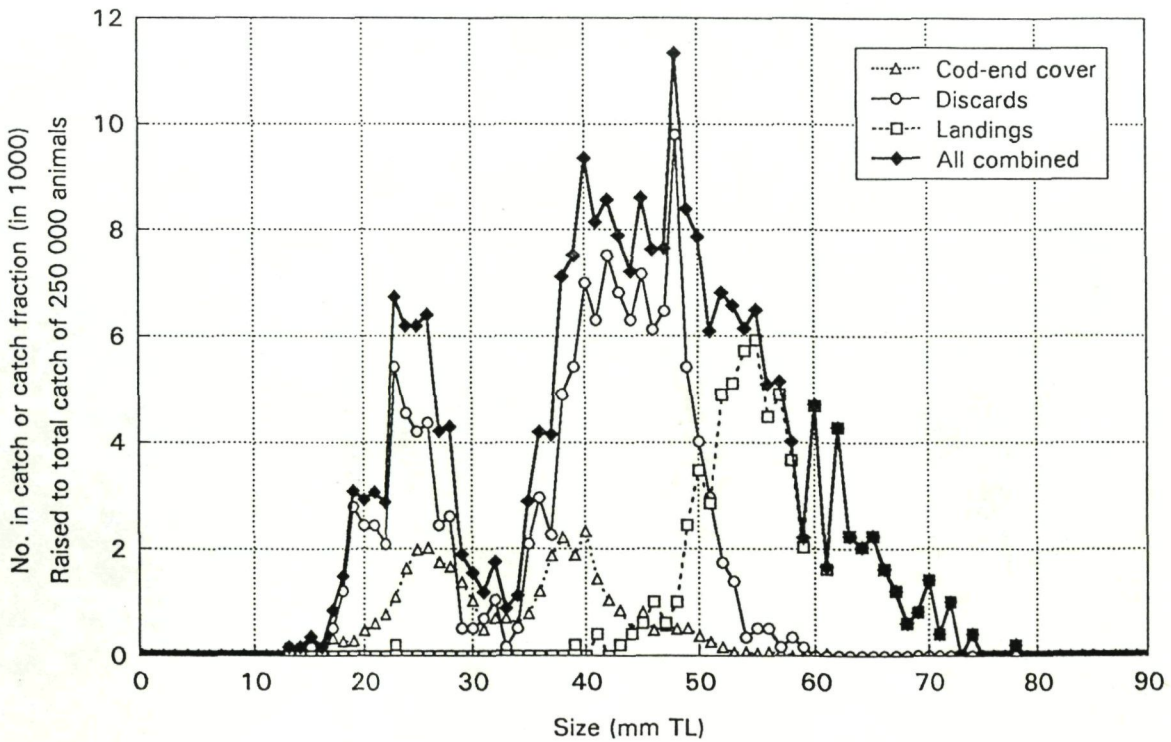


Figure 3 - Smoothed size distribution of the shrimp catches, used as a basis to calculate the theoretical populations.

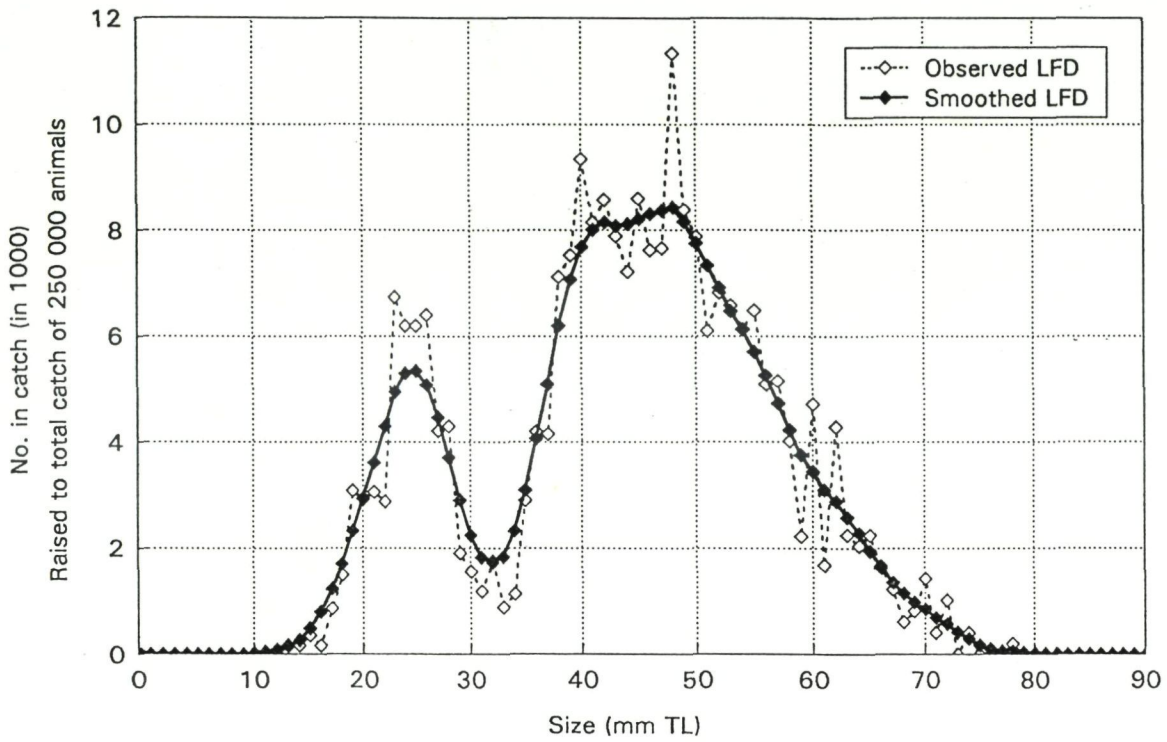


Figure 4 - "Reconstructed" size distribution of the shrimp catches, calculated by means of a series of superposed normal distributions.

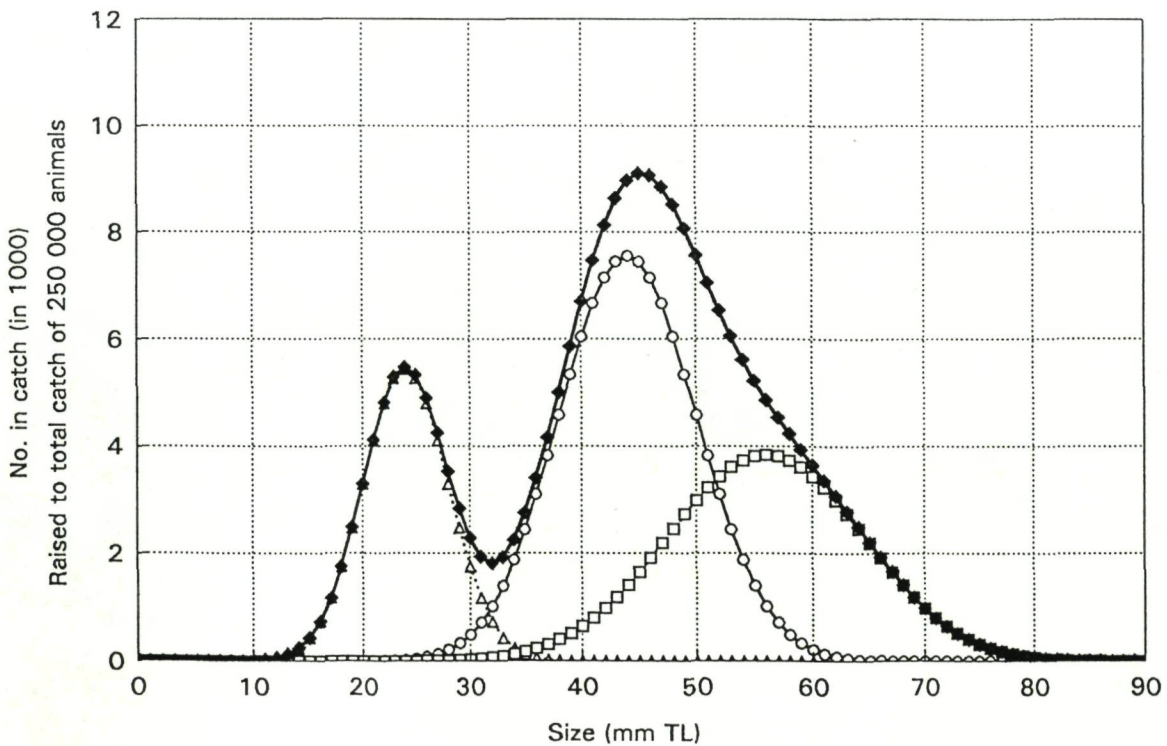


Figure 5 - Theoretical populations, used in the simulations.

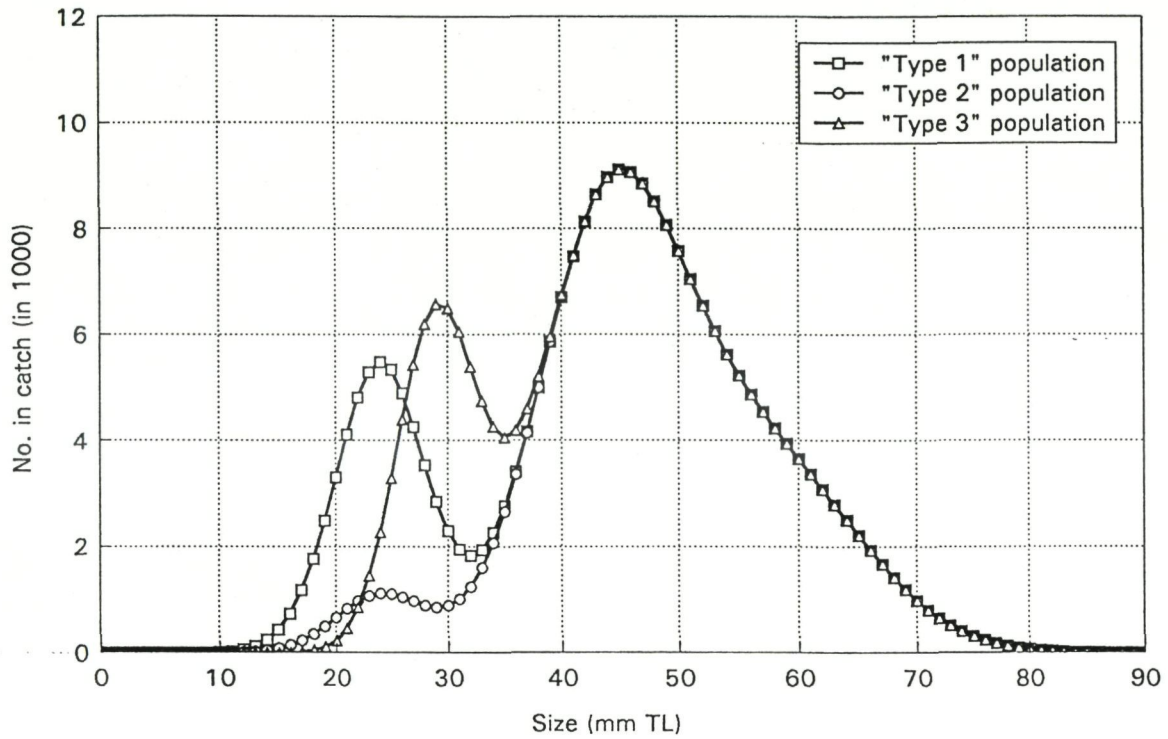


Figure 6 - Cod-end and shrimp riddle selection ogives, used to subdivide the theoretical populations into catch fractions.

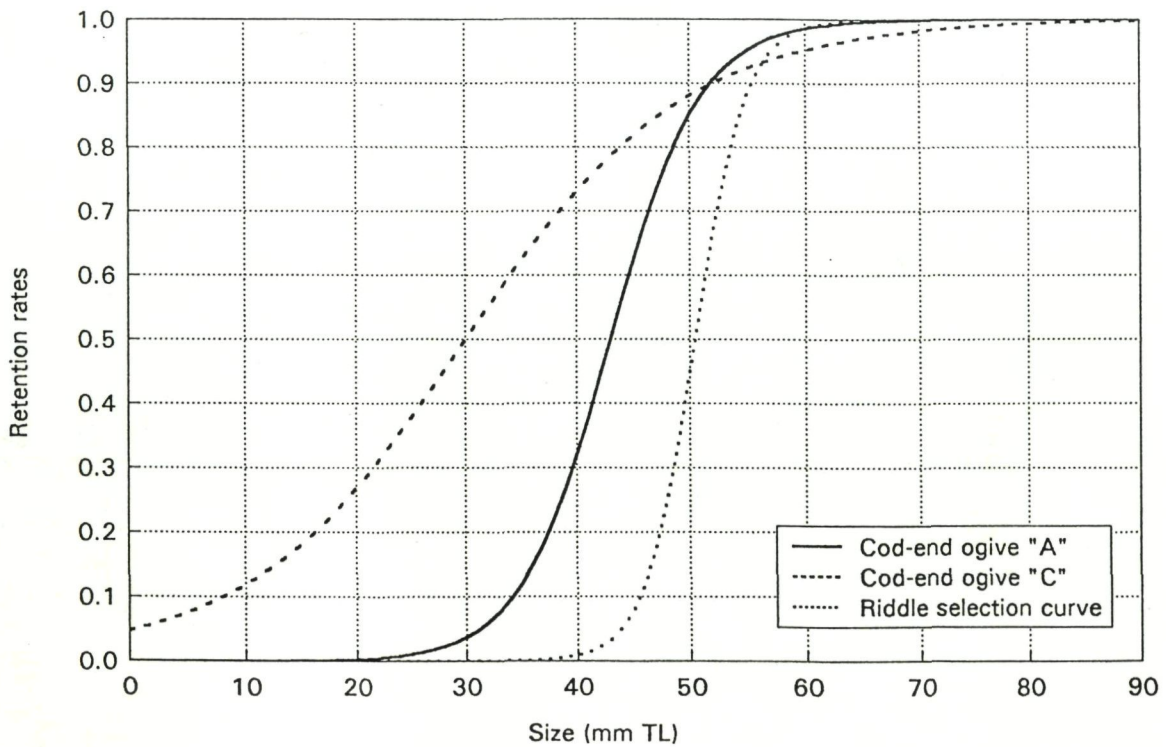
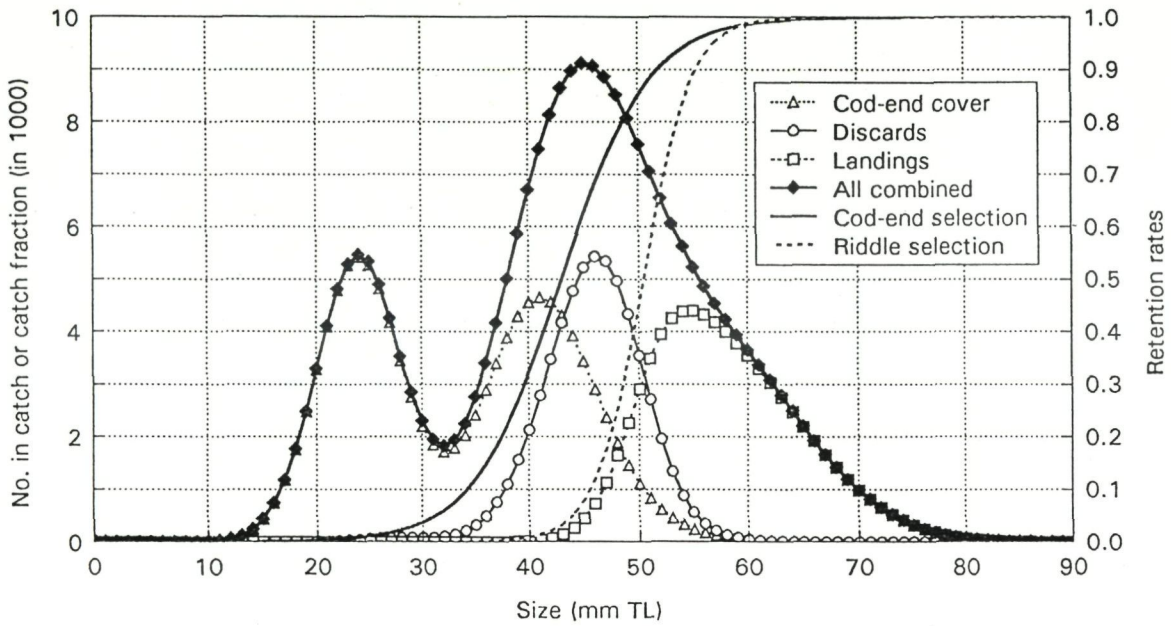


Figure 7 - Size distributions of the theoretical populations, and their subdivision into catch fractions.

**Combination 1-A**

Population "Type 1" and cod-end selection ogive "A"



**Combination 1-C**

Population "Type 1" and cod-end selection ogive "C"

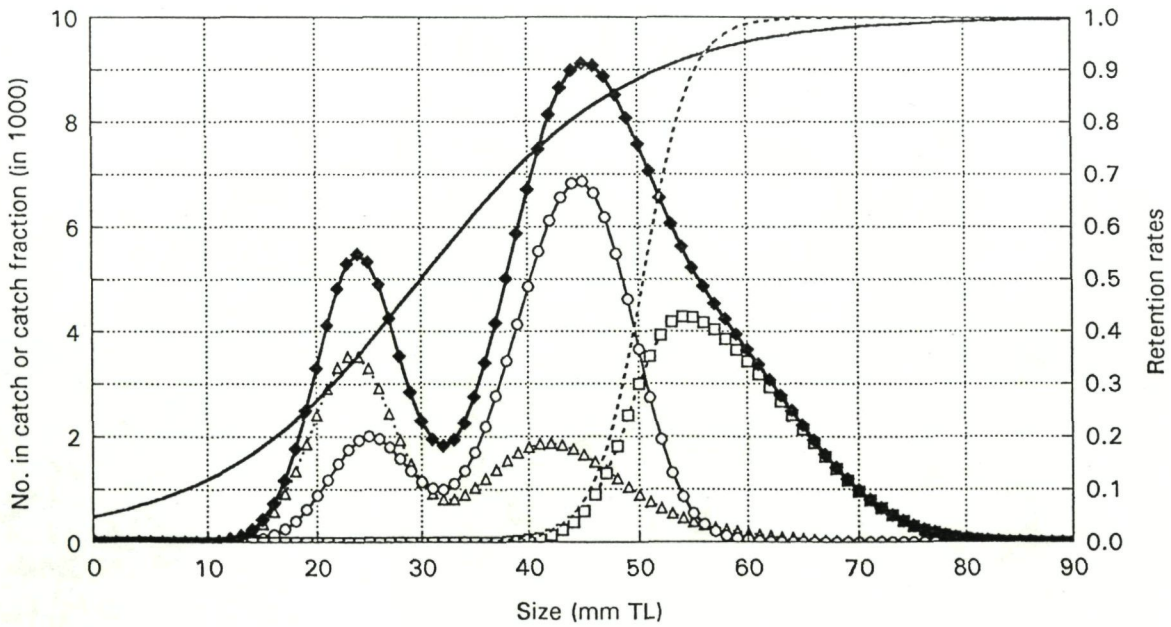


Figure 7 (continued) - Size distributions of the theoretical populations, and their subdivision into catch fractions.

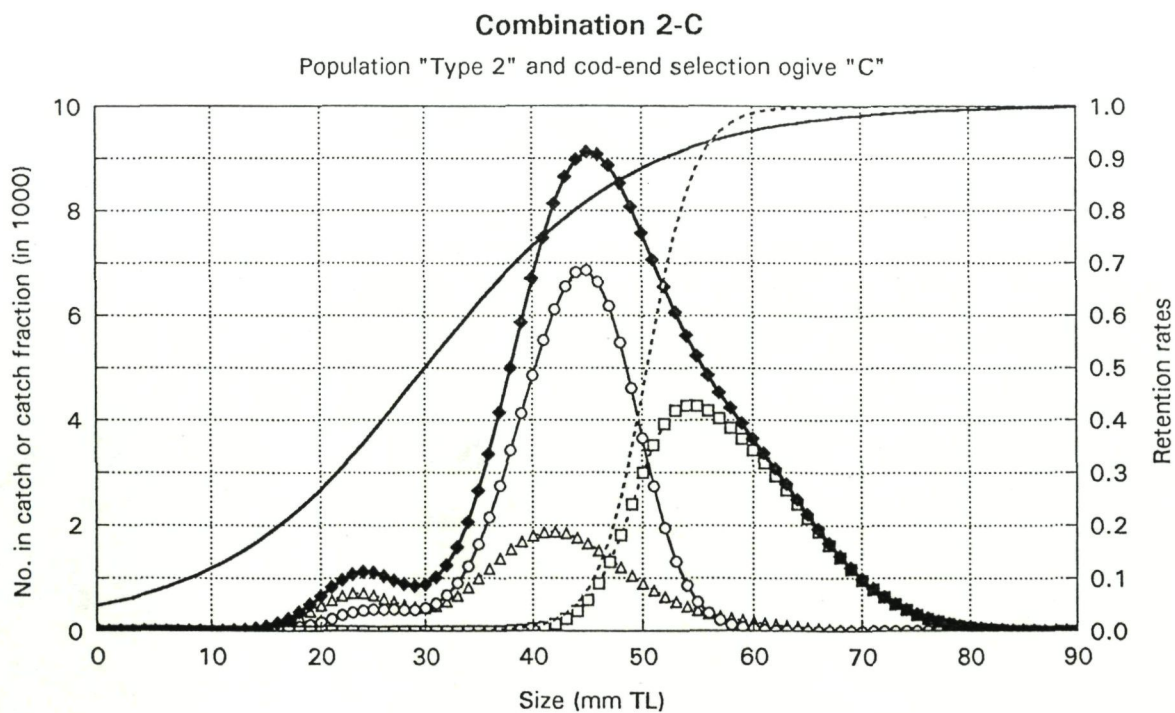
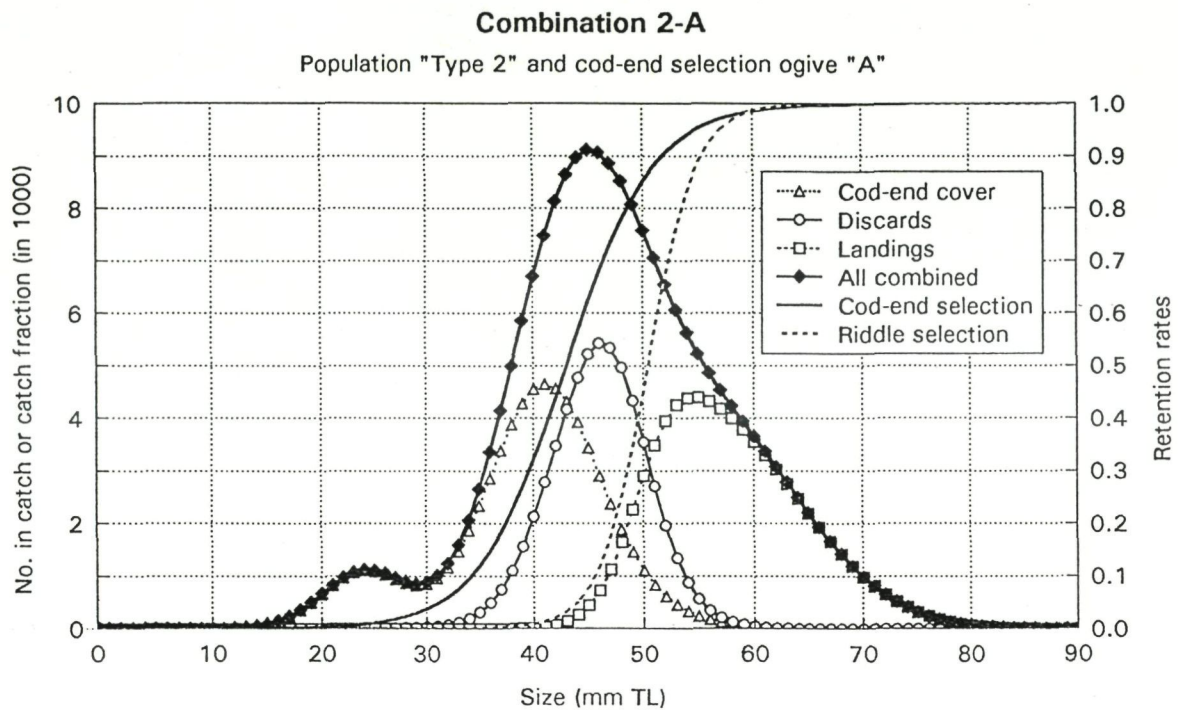


Figure 7 (continued) - Size distributions of the theoretical populations, and their subdivision into catch fractions.

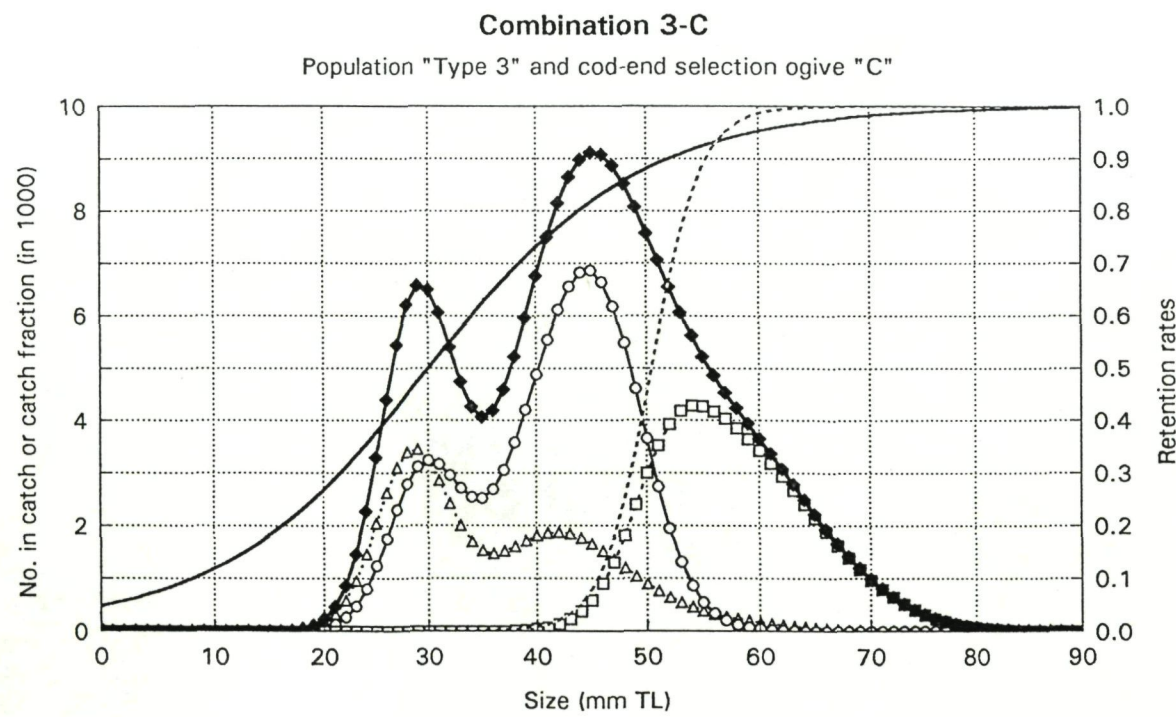
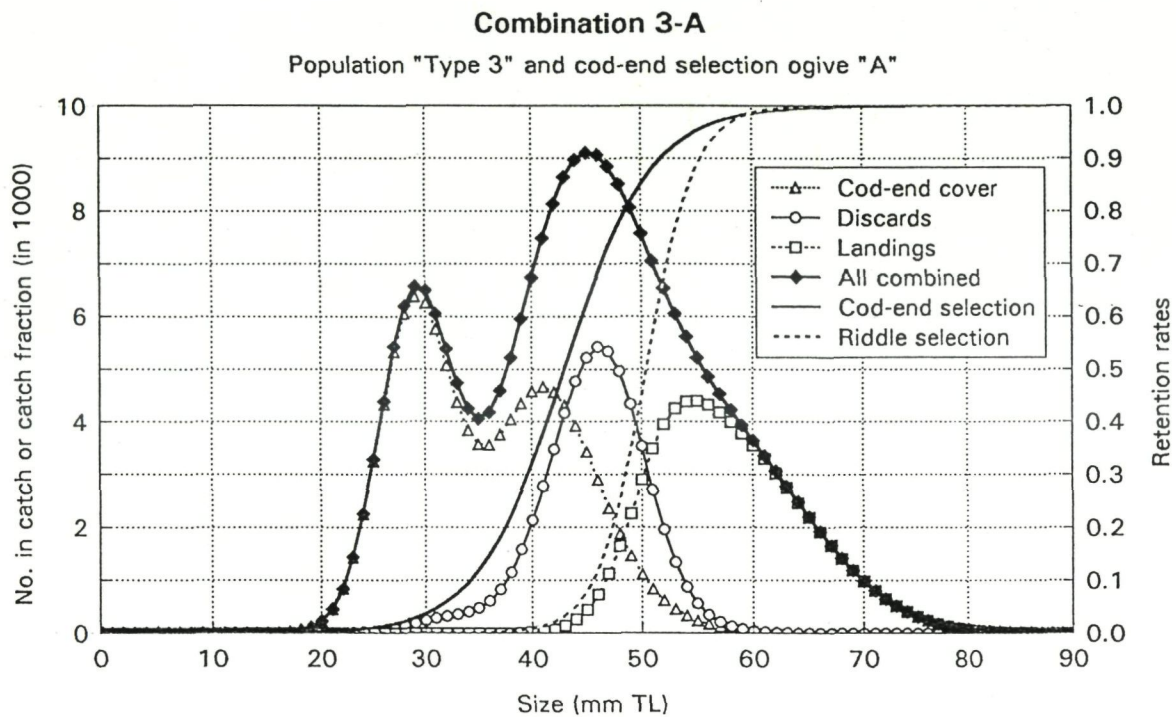


Figure 8 - Effect of sample size (N) on the estimates of the mean size of the population (top), and corresponding probability-probability plots for the recalculated mean sizes (bottom). The example given is for simulation 1-A-S1.

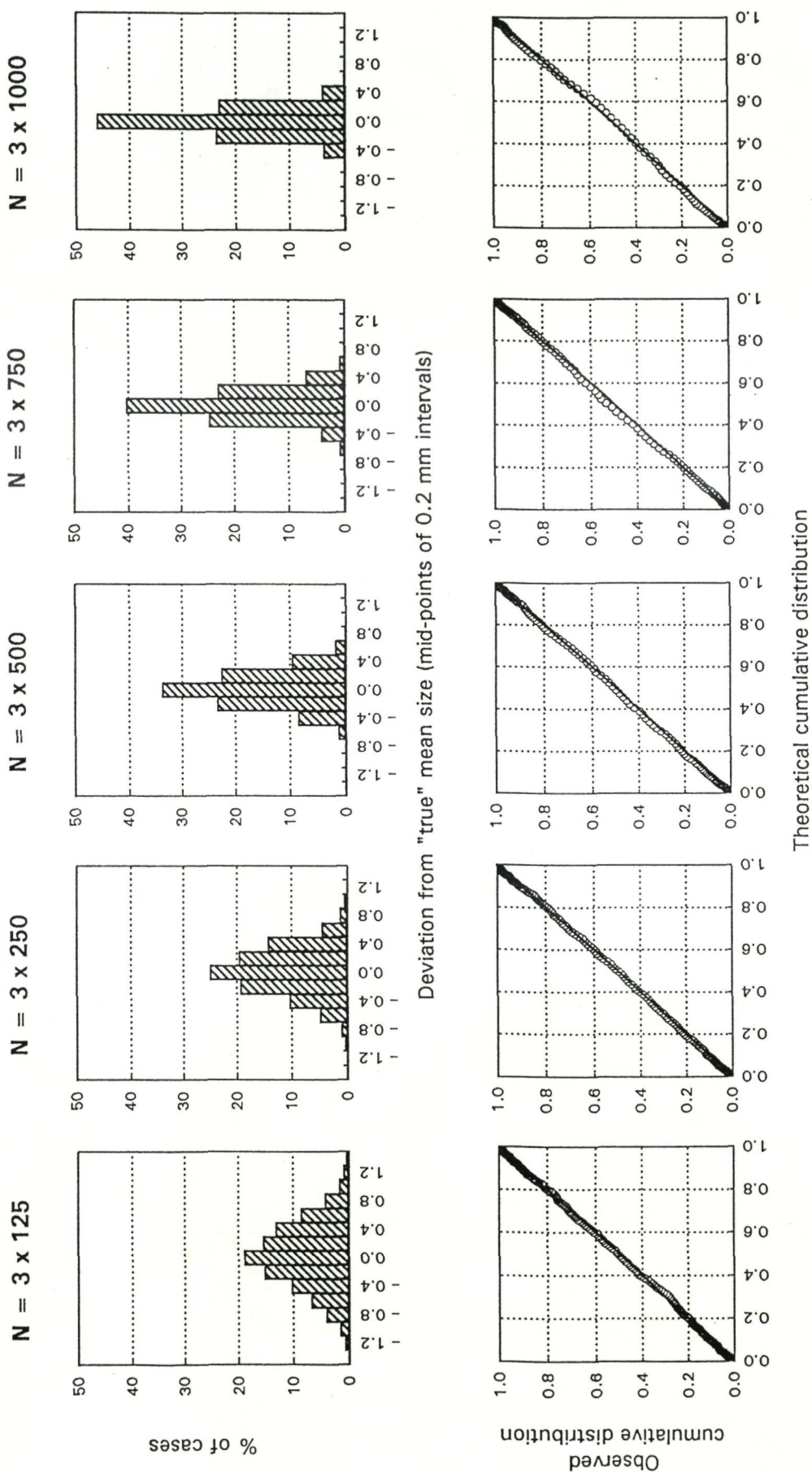


Figure 9 - Effect of sample size (N) on the estimates of the numbers-at-length.

The example given is for simulation 1-A-S1.

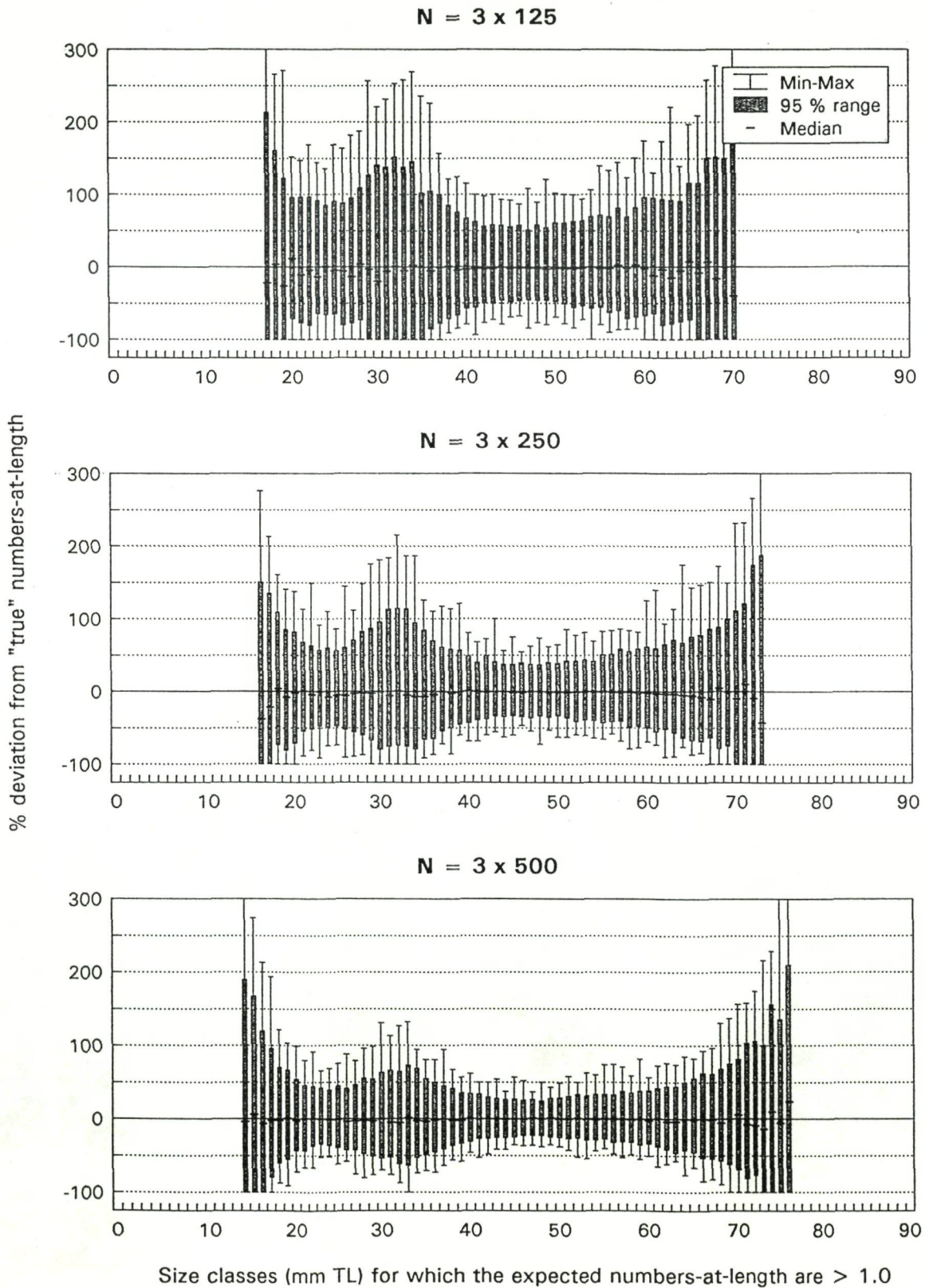


Figure 9 (continued) - Effect of sample size (N) on the estimates of the numbers-at-length.  
The example given is for simulation 1-A-S1.

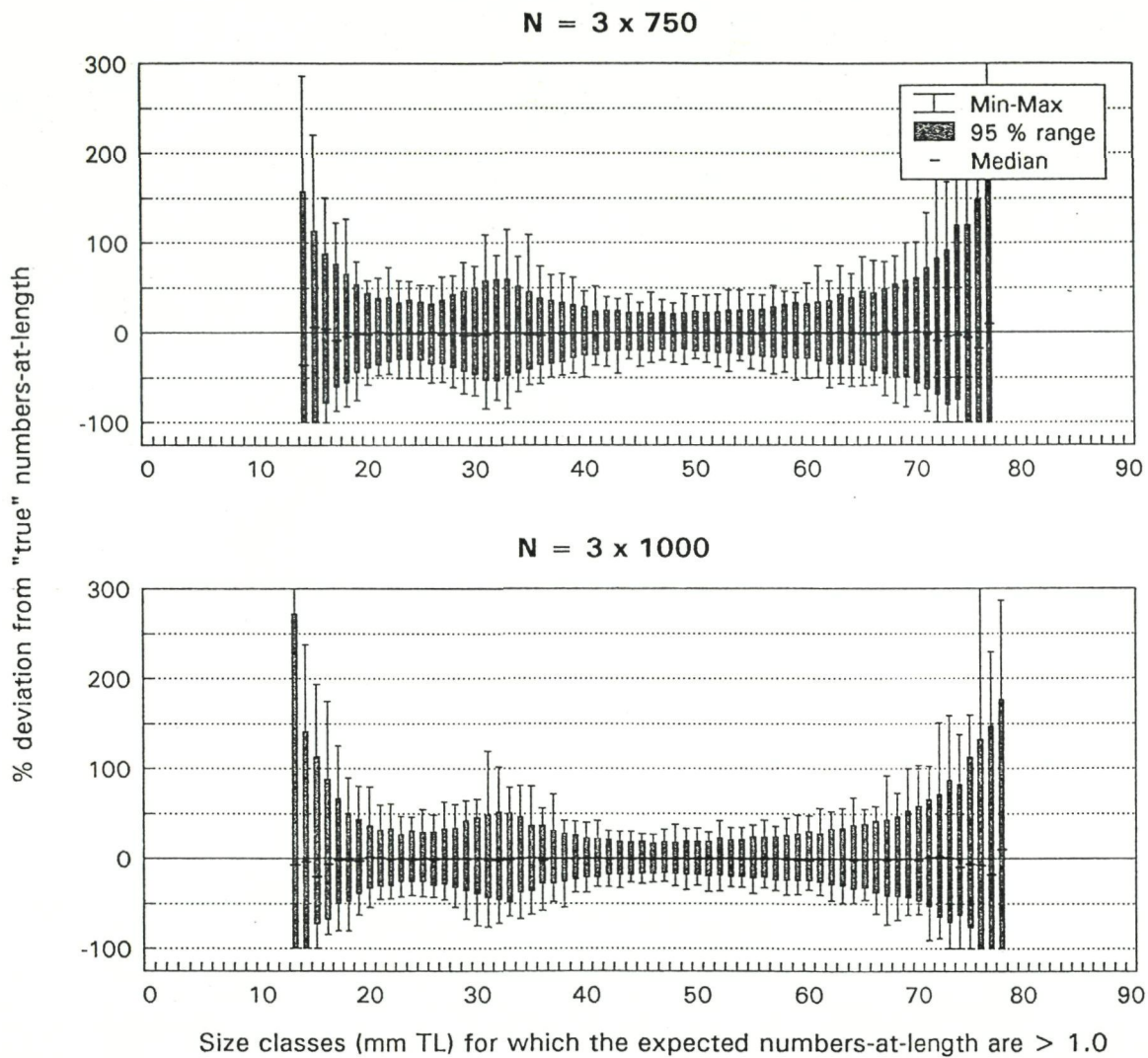


Figure 10 - Relationships between the 95 % ranges of the noise levels in the estimated numbers-at-length and the expected numbers-at-length, for different sample sizes (N) and smoothing regimes.

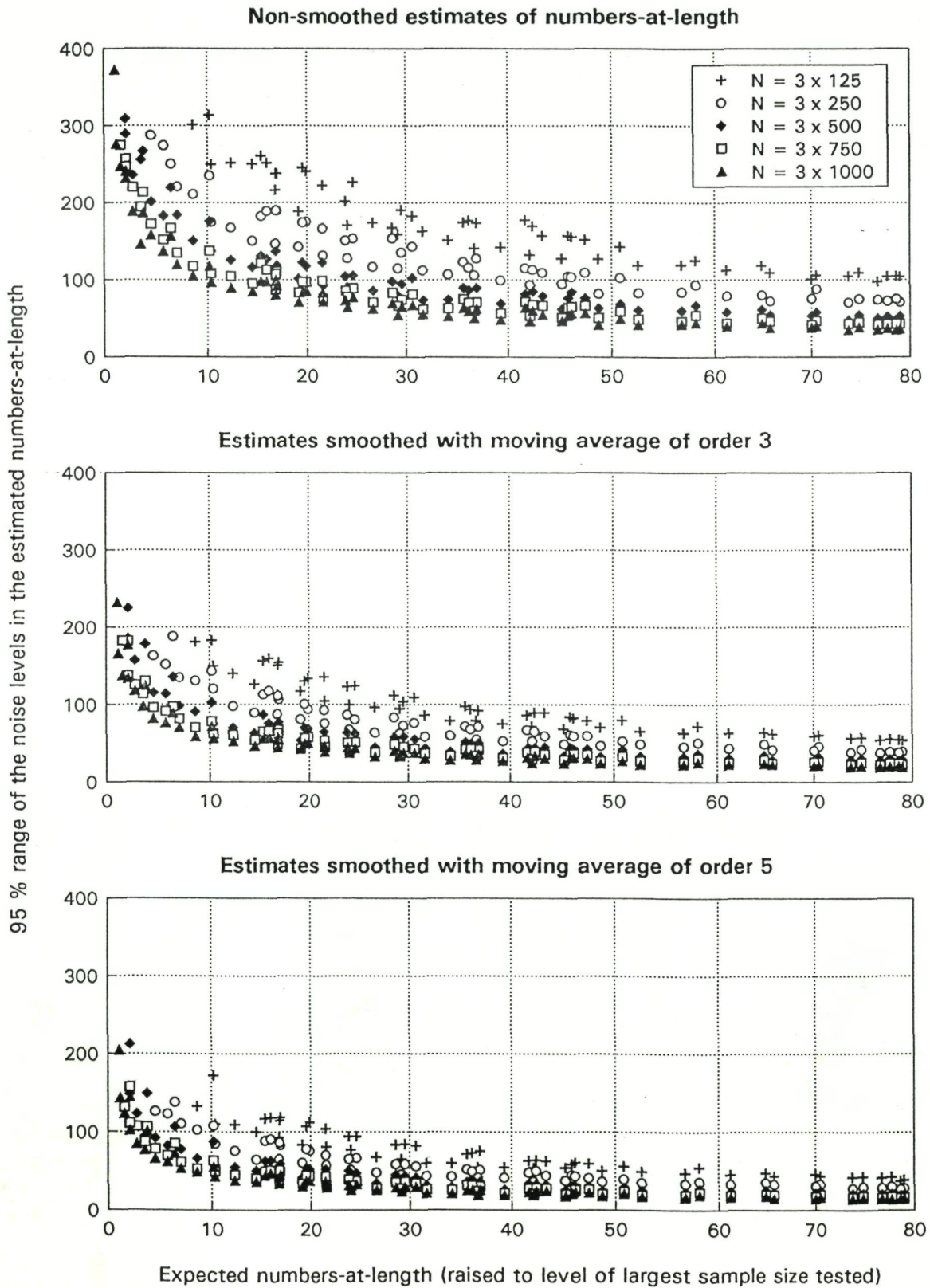
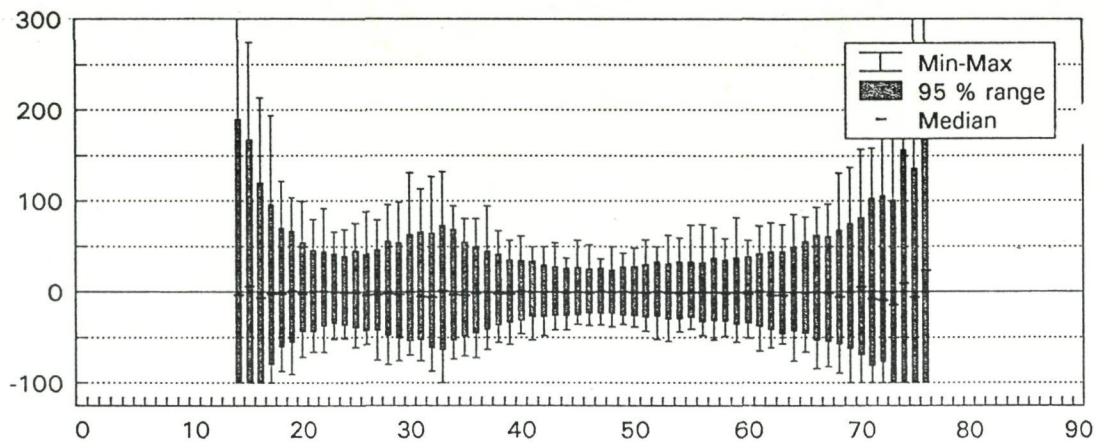


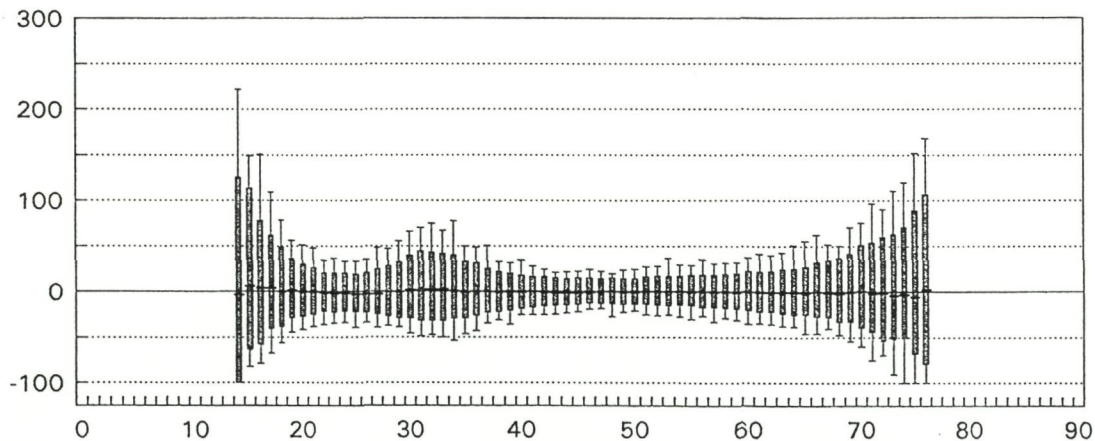
Figure 11 - Effect of smoothing on the estimates of the numbers-at-length.

The example given is for simulation 1-A-S1.

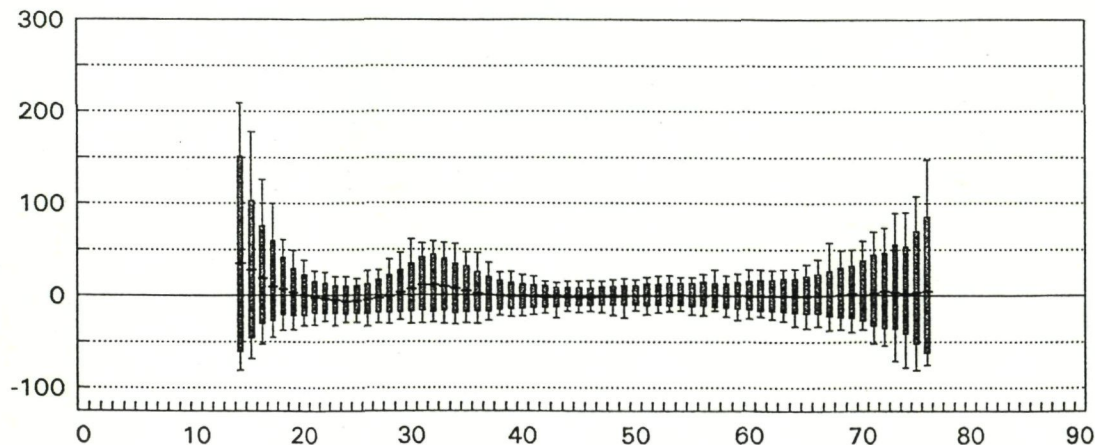
Non-smoothed estimates of numbers-at-length



Estimates smoothed with moving average of order 3



Estimates smoothed with moving average of order 5



% deviation from "true" numbers-at-length

Size classes (mm TL) for which the expected numbers-at-length are > 1.0

Figure 12 - Effect of smoothing on the medians of the noise levels in the estimated numbers-at-length, for different sample sizes (N).  
The example given is for simulation 1-A-S1.

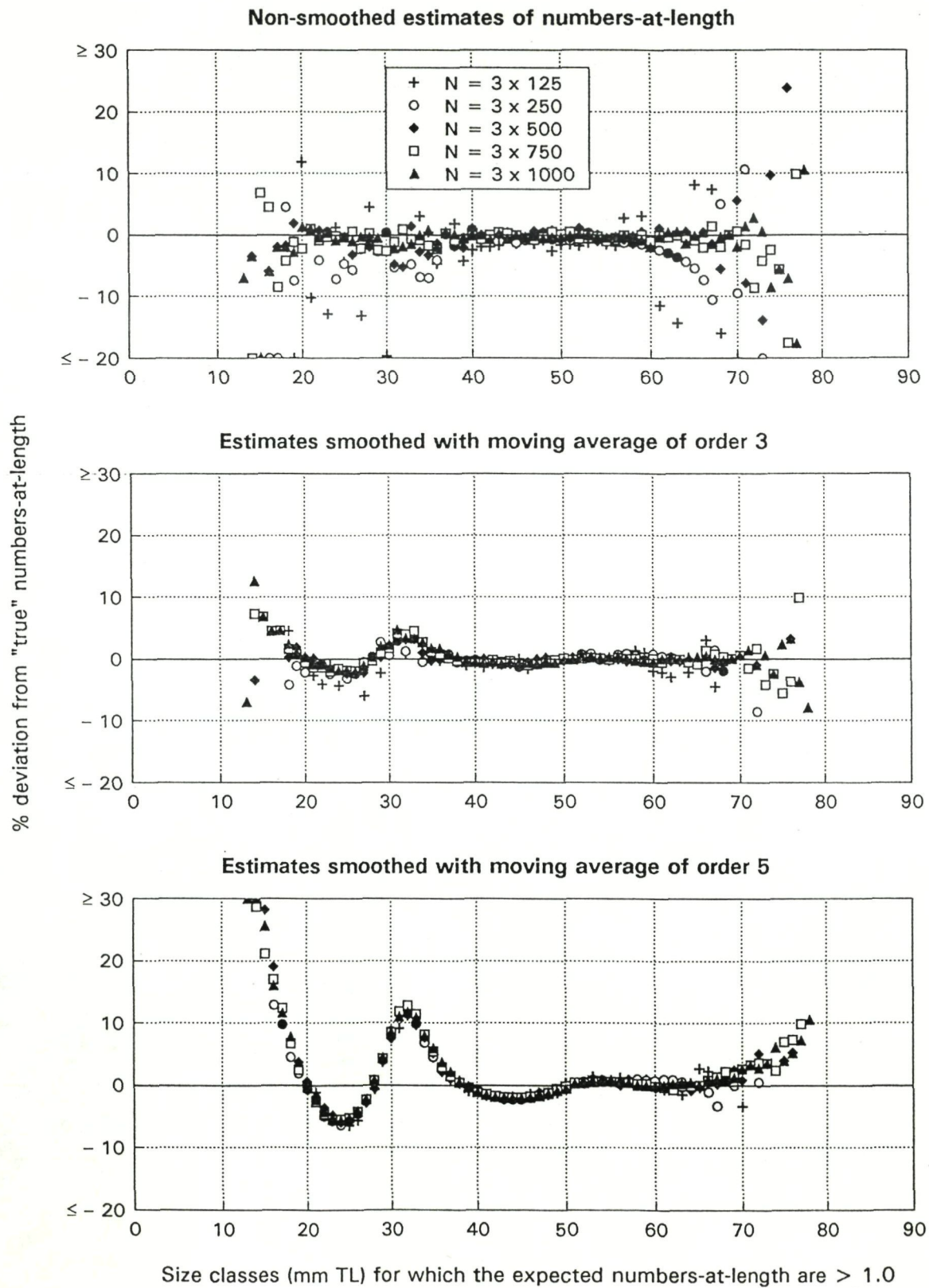
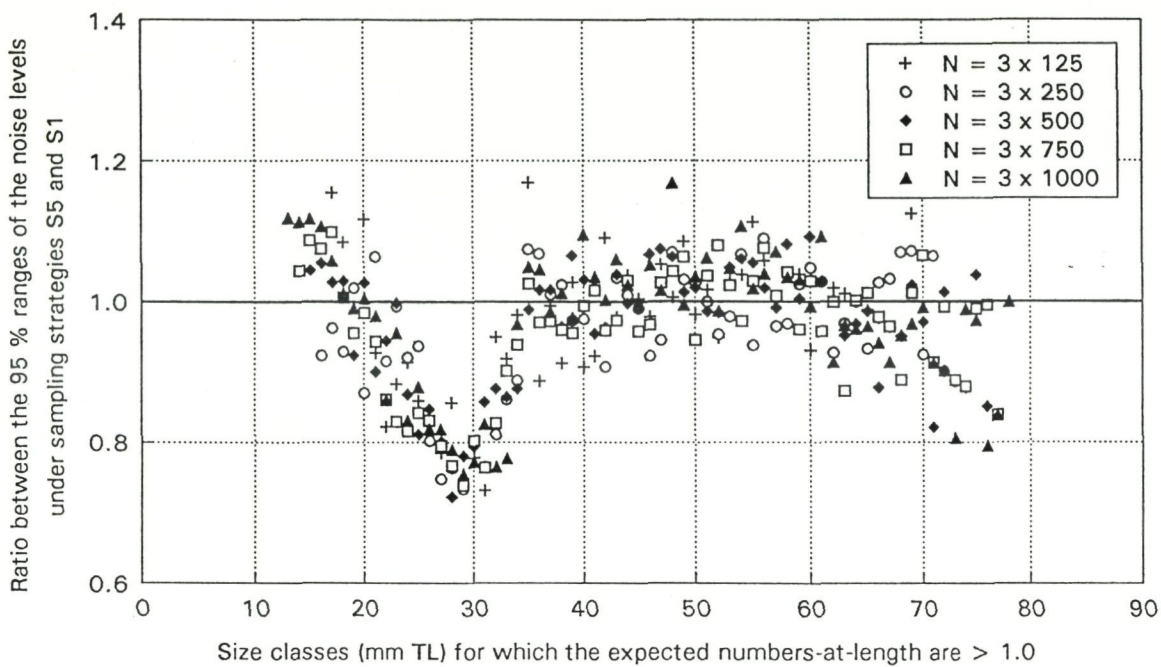


Figure 13 - Ratios between the 95 % ranges of the noise levels under sampling strategies S5 and S1, for different sample sizes (N).

Simulations 1-A-S1 and 1-A-S5



Simulations 1-C-S1 and 1-C-S5

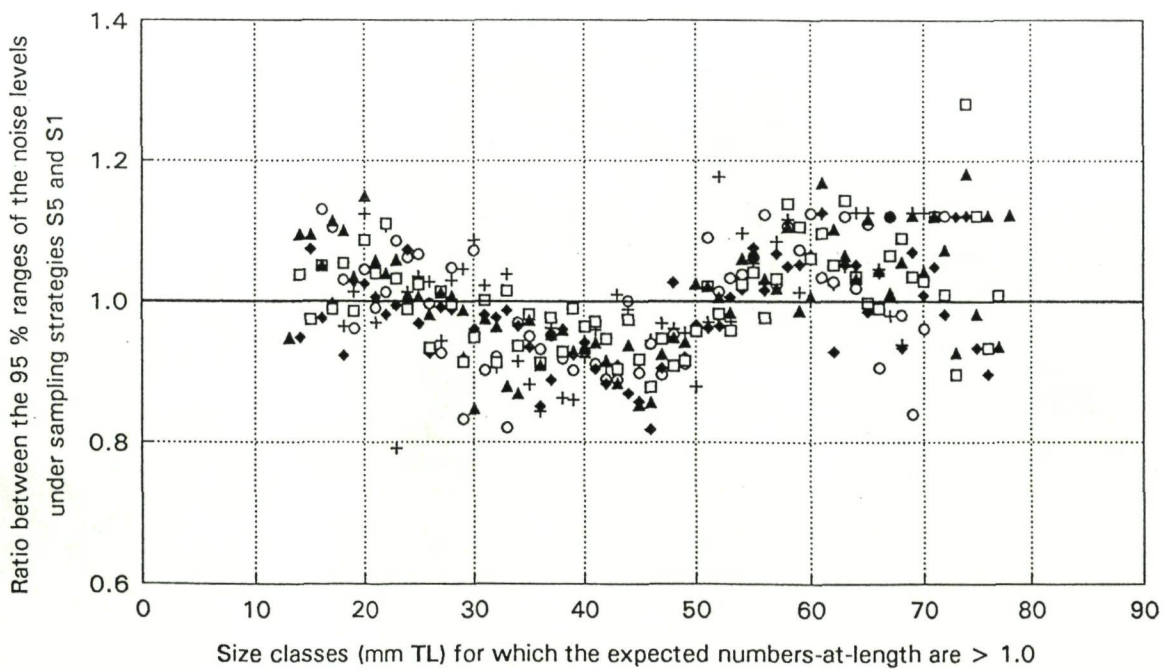


Figure 14 - Effect of sampling strategy and sample size on the estimates of the numbers of shrimps in selected groupings of size classes.

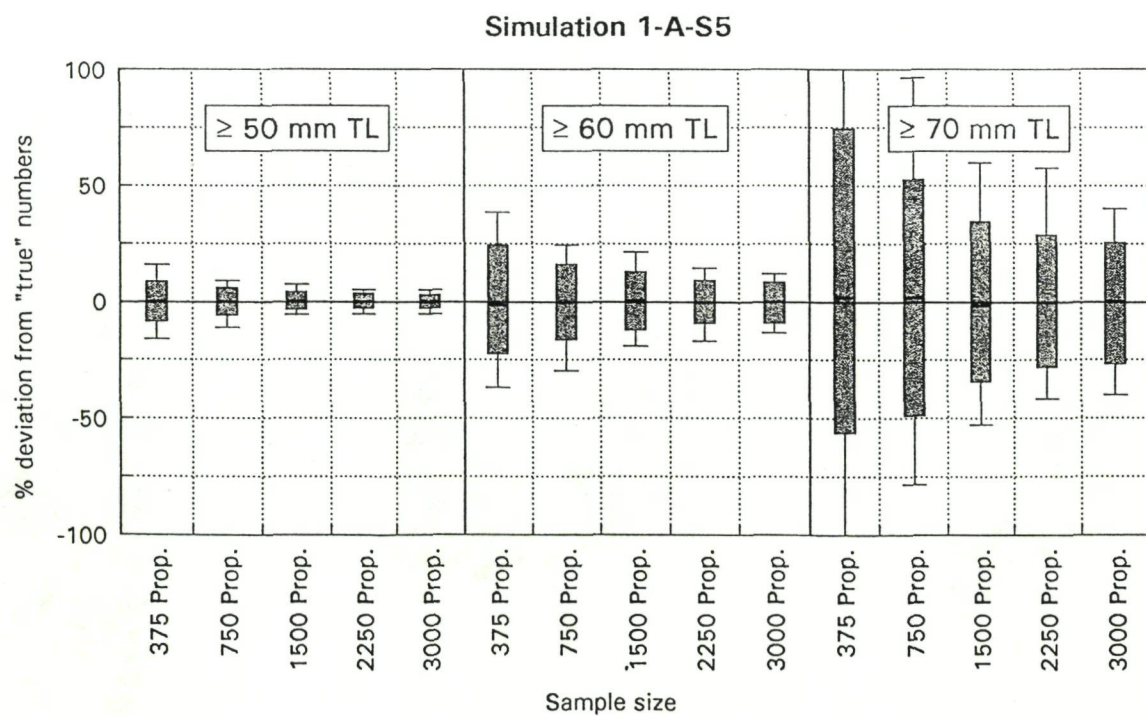
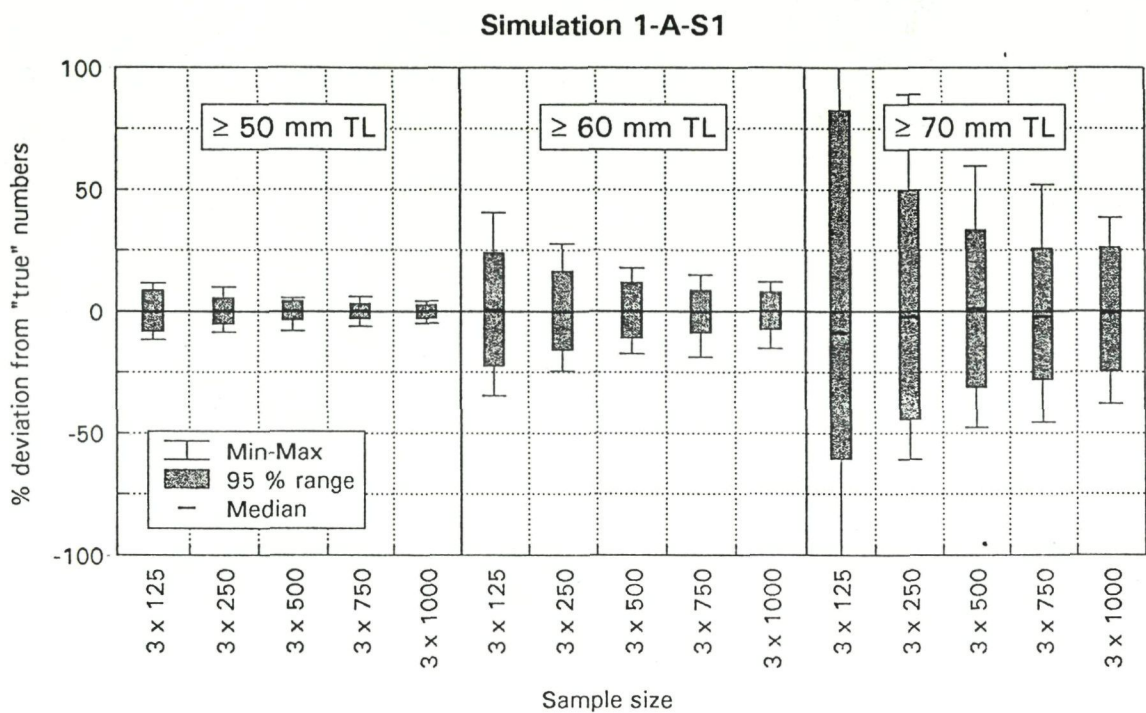
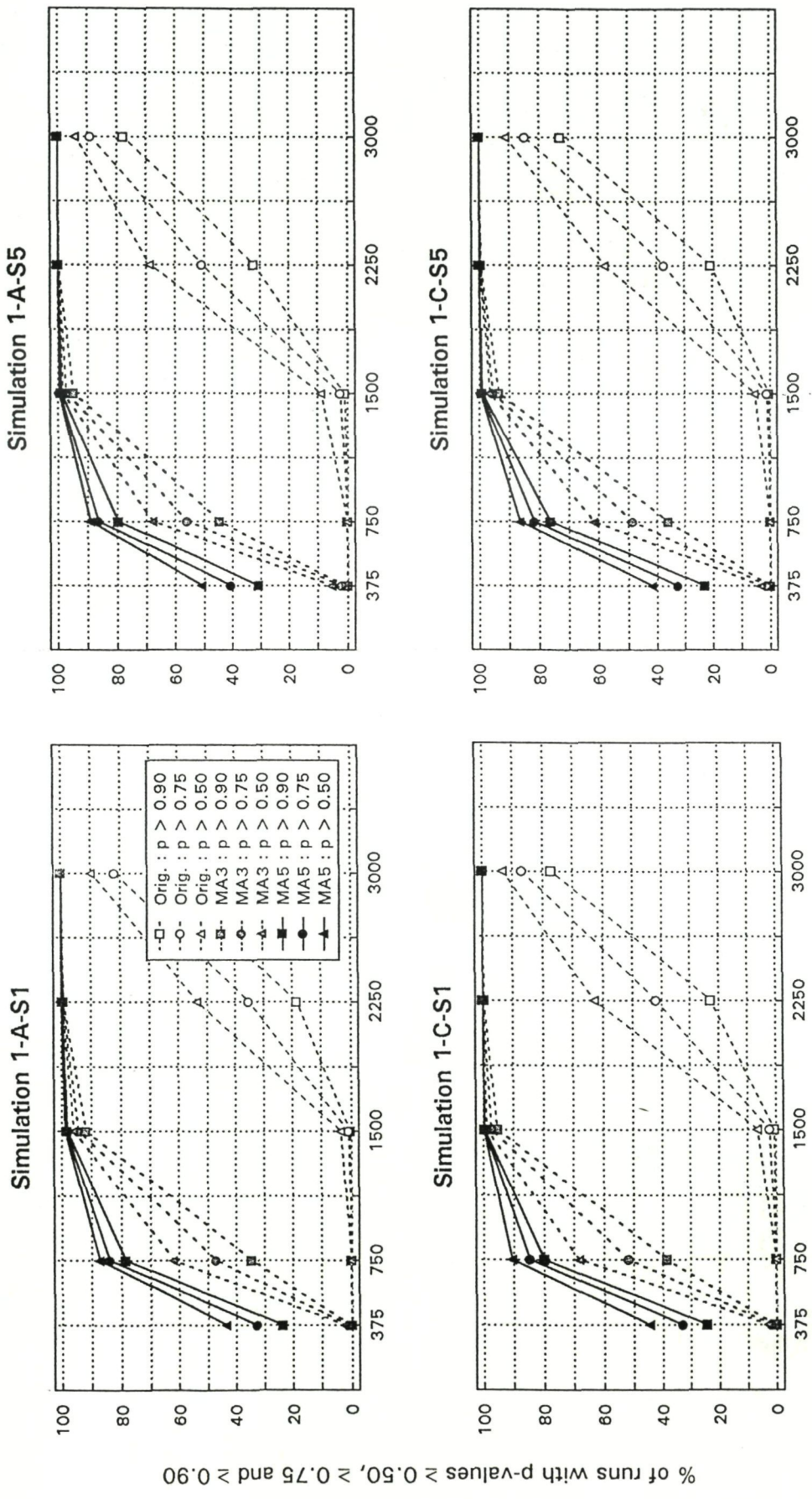
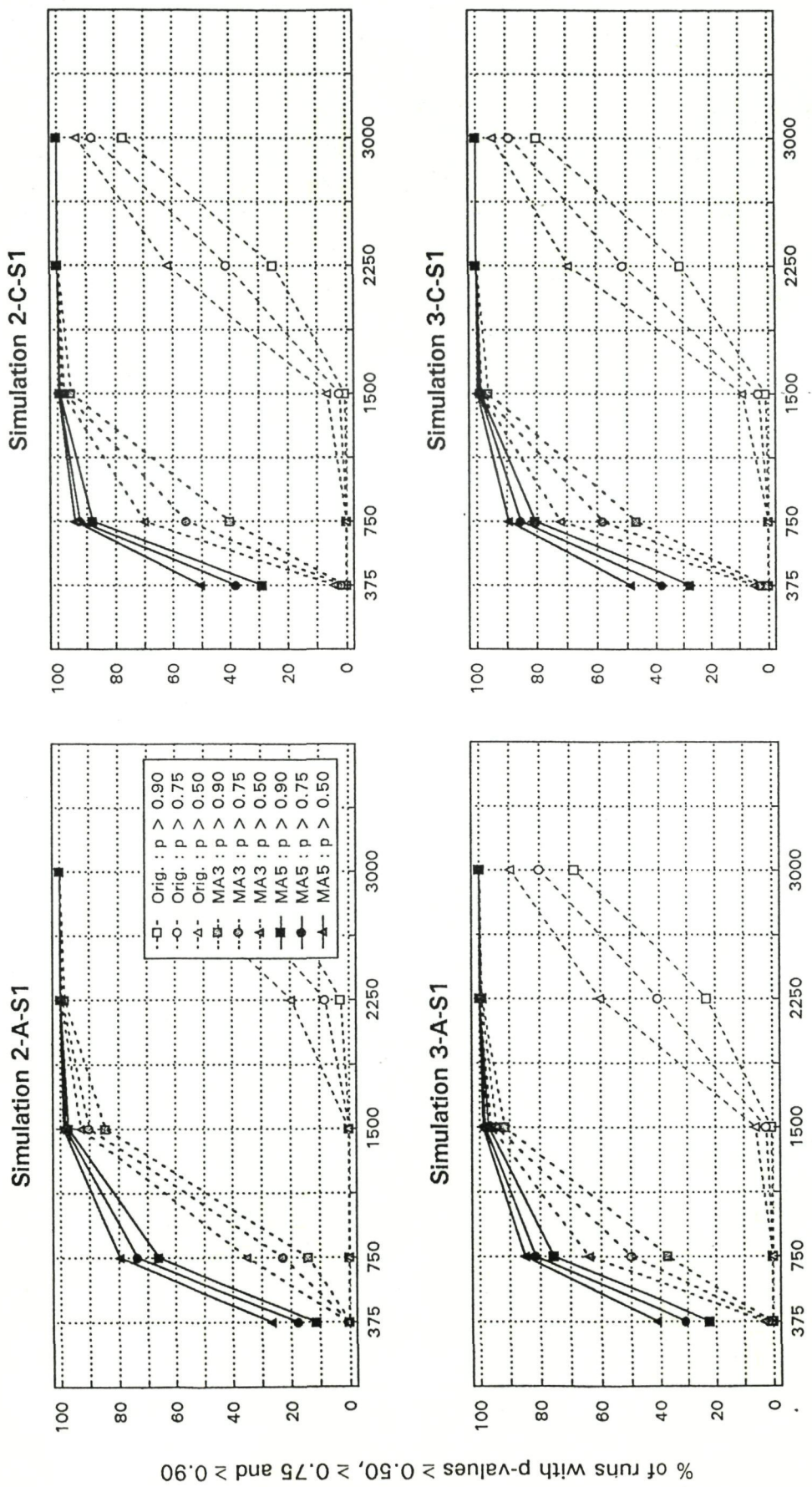


Figure 15 - Percentages of runs giving  $\chi^2$  p-values  $\geq 0.50$ ,  $\geq 0.75$  and  $\geq 0.90$ , under various conditions with respect to size structure of the population, sampling strategy, sample size and smoothing regime.



Total number of shrimps measured (all fractions combined)

Figure 15 (continued) - Percentages of runs giving  $\chi^2$  p-values  $\geq 0.50$ ,  $\geq 0.75$  and  $\geq 0.90$ , under various conditions with respect to size structure of the population, sampling strategy, sample size and smoothing regime.



Total number of shrimps measured (all fractions combined)