

RIVO

ZE 84-05

DE SAMENSTELLING VAN HET VOEDSEL VAN  
JONGE GARNALEN (*CRANGON CRANGON* L.)  
LANGS DE NOORDZEEKUST

W. Doesburg

ZE 84-05

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK  
IJMUIDEN

# RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 31614

Afdeling: BIOLOGISCH ONDERZOEK ZOUTWATERVISSERIJ

Rapport: ZE 84-05  
DE SAMENSTELLING VAN HET VOEDSEL VAN  
JONGE GARNALEN (*CRANGON CRANGON* L.)  
LANGS DE NOORDZEEKUST

Auteur: W. Doesburg

Project: 1 - 7079

Projectleider: Dr. R. Boddeke

Datum van verschijnen:

Inhoud: Voorwoord  
Samenvatting  
I. Inleiding  
II. Materiaal en methoden  
III. Resultaten  
IV. Discussie  
V. Groei van de garnaal in een aquarium-  
opstelling  
1. Inleiding  
2. Materiaal en methoden  
3. Resultaten  
4. Discussie  
VI. Literatuur

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE  
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

/FvdV

229 3613

## VOORWOORD

Dit is een verslag van een stage bij de "zeeafdeling" van het RIVO te IJmuiden van april tot november 1983. Deze stage is een onderdeel van het Hoofdvak Aquatische Oecologie voor mijn doctoraalstudie Biologie aan de Universiteit van Amsterdam.

Hierbij wil ik Dr. Boddeke bedanken voor zijn goede begeleiding gedurende deze stage. Verder wil ik nog de medewerkers van de zeeafdeling en de bemanning van de "Schollevaar" en de "Sterf" bedanken voor hun onmisbare hulp bij het praktische deel van dit onderzoek.

DE SAMENSTELLING VAN HET VOEDSEL VAN JONGE GARNALEN (*CRANGON CRANGON L.*)  
LANGS DE NOORDZEEKUST.

SAMENVATTING

Van eind mei tot begin augustus 1983 is onderzoek gedaan naar de samenstelling van het voedsel van jonge garnalen (*Crangon crangon L.*) die zich juist langs de Noordzeekust hadden gevestigd.

Gekeken werd naar de maaginhoud van de garnalen met een lengte tussen 10 en 20 mm. Het voedsel bleek voor een belangrijk deel te bestaan uit meiofauna organismen, en in meiofauna stadium verkerende juvenielen van macrofauna.

De belangrijkste prooidieren waren:

- Copepoden (tot 45% van de maaginhoud) van begin juni tot half juli.
- Foraminiferen (tot 60% van de maaginhoud) van half juli tot half augustus.
- Soms werden veel Polychaeten in de magen aangetroffen.

Vaak bestond een groot deel van de maaginhoud uit onherkenbare organische materie (tot 60%).

Naast het maagonderzoek werden ook bodemonsters genomen om te onderzoeken welk voedsel mogelijk aanwezig was. Er waren vooral grote aantallen Nematoden in deze monsters aanwezig, hoewel deze vrijwel niet in de magen aangetroffen zijn.

In de Waddenzee en de Oosterschelde werd ook gemonsterd, om deze monsters te kunnen vergelijken met de monsters van de Noordzeekust.

In het laatste deel van dit verslag zijn nog de resultaten van een groeiexperiment met jonge garnalen in het aquarium van het RIVO weergegeven.



## I. INLEIDING

De ondiepe en voedselrijke gebieden, de Waddenzee en het Zeeuws estuarium, langs de Nederlandse kust, hebben al jaren een kinderkamerfunctie voor de garnaal *Crangon crangon* (L.) (BODDEKE, 1976). De in deze gebieden in de zomerperiode volwassen geworden garnalen trekken in de herfst, onder invloed van veranderingen in de zeewatertemperatuur, naar de Noordzee (BODDEKE, 1975). De gedurende de winterperiode in de Noordzee geboren larven trekken in het vroege voorjaar weer naar de Waddenzee en de Zeeuwse wateren (BODDEKE, 1982). Echter in de voorzomer van 1982 werd een sterke toename geconstateerd van juveniele garnalen (6-25 mm lengte) in de kustzone (DRIESSEN, 1982). Dit had, in het najaar van 1982, een sterke toename in de aantallen consumptiegarnalen langs de Nederlandse kust ten zuiden van Den Helder tot gevolg. Deze stijging ging gepaard met lagere aantallen consumptiegarnalen in de Waddenzee en het Zeeuwse estuarium in vergelijking tot voorgaande jaren. De Noordzeekust was dus in 1982 beter geschikt voor garnalenlarven om zich te ontwikkelen tot volwassen exemplaren dan in voorgaande jaren.

Twee oorzaken kunnen worden aangewezen waardoor de kuststrook belangrijker is geworden als kinderkamergebied voor garnalen, namelijk de invloed van de kabeljauwstand en van waterstaatkundige werken:

### 1. Verminderde predatie.

In dit verband kan worden gewezen op de afname van de stand van jonge kabeljauw. De jonge kabeljauwen eten veel jonge garnalen, en aangezien de jaarklassen van kabeljauw van 1980, 1981 en 1982 zwak waren, is de invloed van kabeljauw op de garnalenstand langs de Noordzeekust, die sinds 1969 vrijwel permanent aanzienlijk was, in de afgelopen jaren geringer geworden.

### 2. Toegenomen voedselaanbod.

De loop van het Rijnwater is veranderd; vóór 1969 stroomde een aanzienlijk deel van het Rijnwater via het Haringvliet naar zee. Na de sluiting van het Haringvliet gaat dit via Hoek van Holland. Het slib in het rivierwater kan nu bezinken in de benedenrivieren en in het Haringvliet, het water is daardoor helderder geworden, maar nog wel zwaar beladen met nutriënten. Door de toegenomen snelheid van lozing van het Rijnwater en ook door de verlenging van de pieren en uitdiepen van de Nieuwe Waterweg, kan dit heldere en nutriëntrijke water tientallen kilometers in zee doordringen. Een dergelijke verandering is gunstig voor de primaire produktie in het kustgebied waardoor indirect de garnalenproduktie kan toenemen (BODDEKE, 1978, 1983)

Het voedsel dat de garnaal gebruikt, kan belangrijk zijn bij het verklaren van het veranderde verspreidingspatroon in de Nederlandse wateren. Aangezien ook een toename van jonge garnalen in het voorjaar van 1983 in de kustzone te verwachten was, is getracht voedselonderzoek te doen aan jonge garnalen in dit gebied, in de periode mei tot augustus 1983.

Naast het maaginhouden-onderzoek is ook onderzocht wat voor mogelijk voedsel zich in de bodem van de kustzone bevond, door

het nemen van bodemonsters.

Dit is gedaan omdat de verwachting was dat een groot deel van de gevonden voedselresten in de magen, niet meer als prooi herkenbaar zou zijn. In de monsterperiode zijn ook monsters genomen in de Oosterschelde en de Waddenzee. Deze kunnen dan vergeleken worden met de monsters die in het kustgebied genomen zijn.

## II. MATERIAAL EN METHODEN

### 1. Bemonstering

#### a. De garnalenbemonstering

Op 4 verschillende plaatsen langs de Noordzeekust werden, in de periode mei - augustus 1983, monsters garnalen genomen. De monsterpunten, van nu af aan stations genoemd, lagen bij Egmond (aan Zee), Wijk aan Zee, IJmuiden en Noordwijk (zie fig. 1). De dieptes waarop gemonsterd werd, waren 0,5, 1, 2 en 3 meter. Een enkele keer werd ook op 5 en 7 meter gevist als op de ondiepere plaatsen te weinig garnalen waren gevangen. Het was de bedoeling dat de bemonsteringen zoveel mogelijk elke maand op alle stations en alle diepten uitgevoerd werden. Echter door slechte weersomstandigheden, materiaalpech en tekort aan mankracht (in verband met de vakantieperiode) is dit niet altijd mogelijk gebleken.

Tabel I geeft een overzicht van de dagen waarop is gemonsterd.

TABEL I - Overzicht van de dagen waarop de bemonsteringen langs de kust zijn uitgevoerd (\* = alleen 0,5 m gemonsterd met behulp van een schepnet).

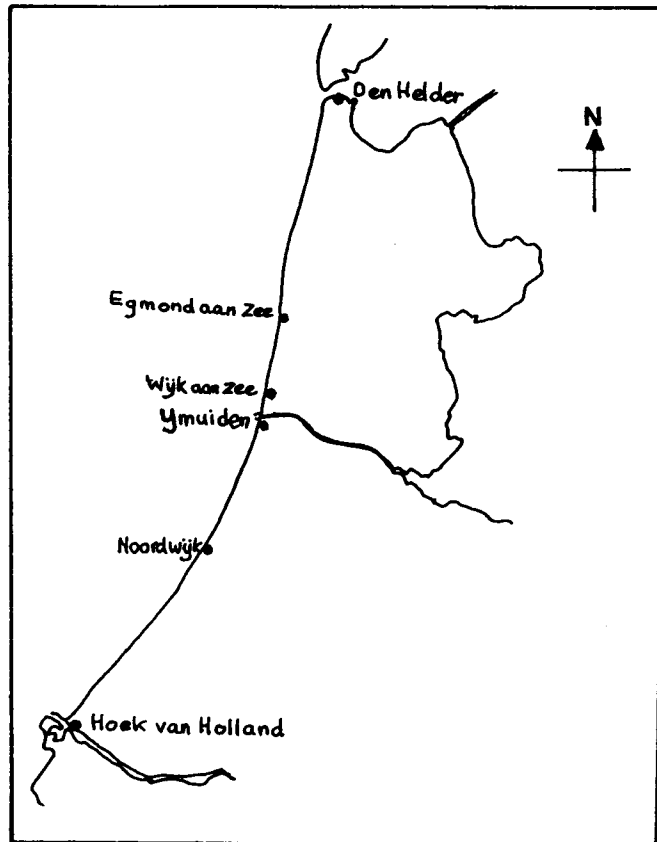
Station	Mei	Juni	Juli		Aug.	
Egmond	-	1/6	-	13/7*	-	9/8
Wijk aan Zee	-	1/6	-	13/7*	-	10/8
IJmuiden	31/5	-	6/7	19/7*	27/7	-
Noordwijk	31/5	-	-	19/7*	27/7	-

Bij het bemonsteren hebben we gebruik gemaakt van verschillende typen vistuig, afhankelijk van de diepte waarop werd gevist. Hieronder volgt een overzicht:

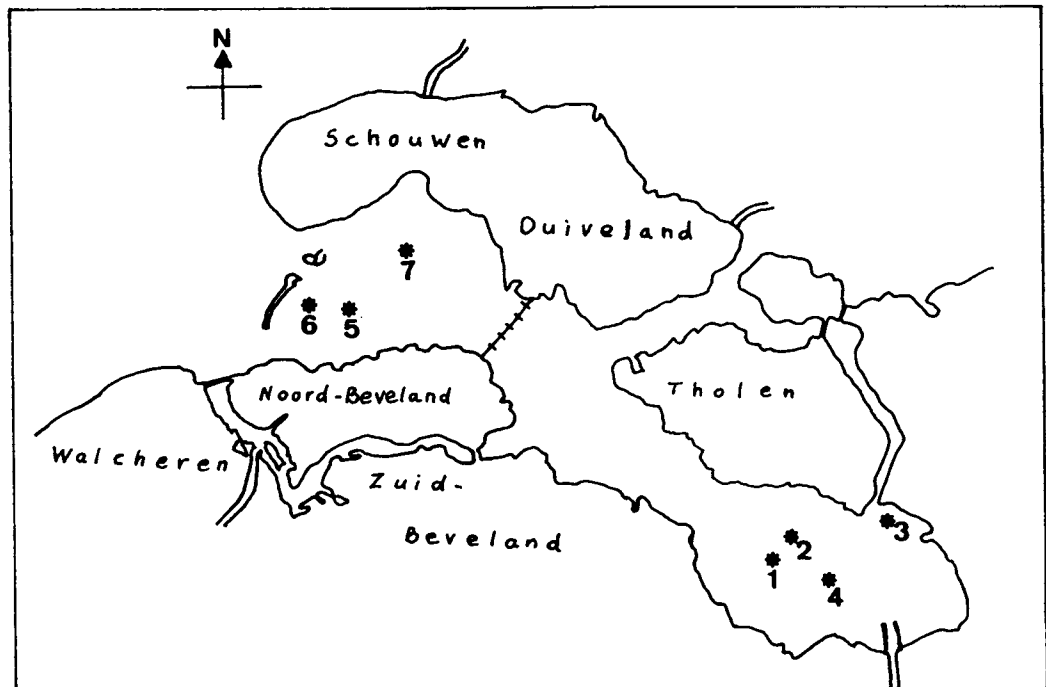
#### - De garnalen boomkor:

Voor het vangen van garnalen op diepten van 1 tot 7 meter werd gebruik gemaakt van een 2 meter brede boomkor, waarvan de maaswijdte van de buitenkuil 7 mm bedroeg. In deze kuil was een binnenkuil met een maaswijdte van 1,5 mm bevestigd, zodat ook kleine garnalen (van 10-20 mm lengte) gevangen konden worden.

De trekduur op alle stations was 5-10 minuten. Er werd dan een strook van 250-500 m lengte en 2 m breed, evenwijdig aan de kust afgevist, met behulp van een rubberboot met buitenboordmotor.



Figuur 1 : De ligging van de stations langs de Noordzeekust.



Figuur 2 : De monsterplaatsen in de Oosterschelde.  
1: Mosselkreek PK 10, 2: Noordergaatje,  
3: Tholense Gat TG 13, 4: Rijn of Boomkil,  
5: Middelplaat, 6: Neeltje Jans, 7: Roggenplaat.

- Het duwnet:

Op een diepte van 0,5 m werd gebruik gemaakt van een 1,5 meter breed duwnet. Dit net had, evenals de boomkor, een binnenkuil van planktongaas van 1,5 mm. Voor het net bevonden zich kettingen die over de bodem sleepten zodat de garnalen zouden opspringen. We visten met het duwnet een strook af van 100 meter lengte evenwijdig aan het strand. De afstand werd van tevoren op het strand uitgezet.

- Het schepnet:

Het schepnet werd gebruikt om kleine garnalen te vangen op een halve meter diepte als het niet mogelijk was de gewone bemonstering, dus met boomkor en duwnet, uit te voeren (op 13/7 en 19/7). Dit net werd ook gebruikt bij het monstereen in de Oosterschelde en de Waddenzee. (zie hieronder). Het schepnet bestond uit een driehoekig raam; elke zijde ongeveer 75 cm, met daarin planktongaas van 2 mm.

De garnalen werden gevangen door het net over de bodem te duwen of te trekken. De afgelegde afstand werd bij het gebruik van het schepnet niet bepaald. Met dit net werd namelijk alleen gevist op plaatsen waar veel kleine garnalen voorkomen tijdens laagwater, zoals in poeltjes en langs de randen van platen. Een juiste indruk van de verdeling van kleine garnalen kan dan niet verkregen worden, ook al omdat er niet op andere diepten werd gevist.

Naast de garnalenbemonstering van een deel van de Noordzeekust werden ook bemonsteringen uitgevoerd in de Oosterschelde (6/6 - 9/6) en de Waddenzee (van 1/8 - 5/8). De garnalen werden gevangen, met het schepnet, langs de randen van zand- en slibplaten en in poeltjes op drooggevallen platen. De monsterplaatsen zijn in de figuren 2 en 3 aangegeven. De maaginhouden van deze garnalen kunnen worden vergeleken met die van de garnalen die in dezelfde periode langs de Noordzeekust zijn gevangen.

b. De bodemmonsters

Op alle stations werden, naast de garnalenmonsters, ook bodemmonsters genomen. Op een diepte van 0,5 m werd een steekbuis met een diameter van 5,5 cm gebruikt (zie fig. 4). Er werden dan 3 monsters genomen van de bovenste 5 cm van de bodem. Voor de andere dieptes werd gebruik gemaakt van een bodemhapper. Een ongeveer evengroot monster, als bij de bemonstering met de steekbuis, werd meegenomen.

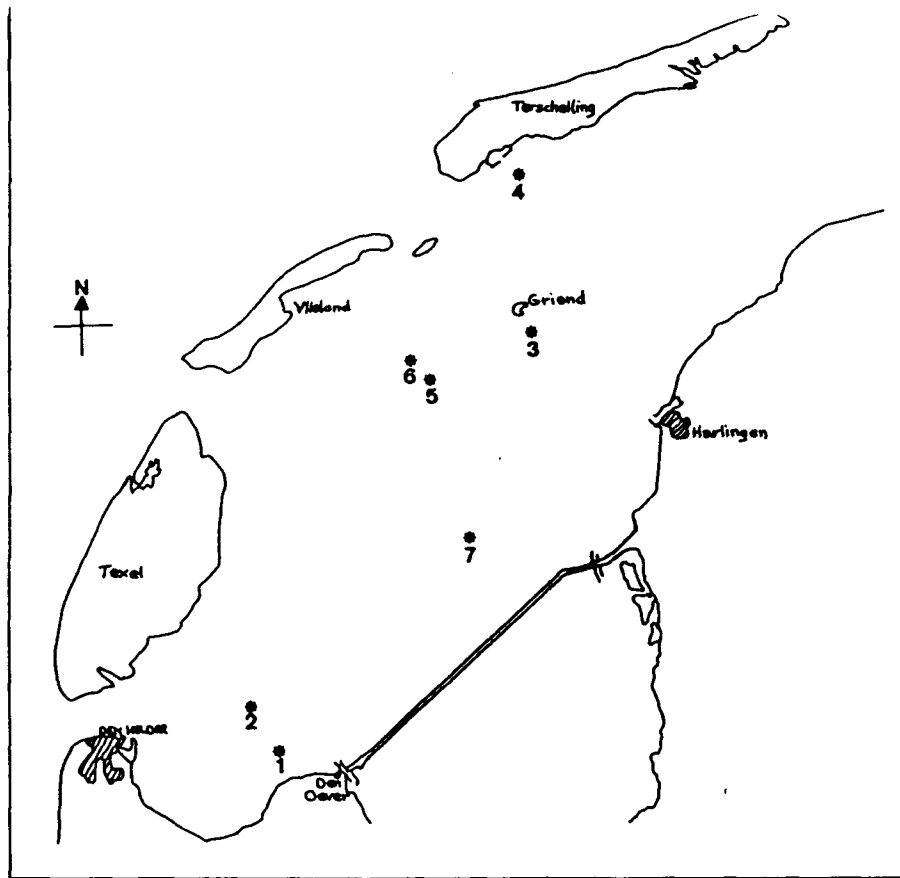
Zowel de netvangsten als de bodemmonsters werden ter plekke geconserveerd in 4-6% formaline.

2. De bewerking van de monsters

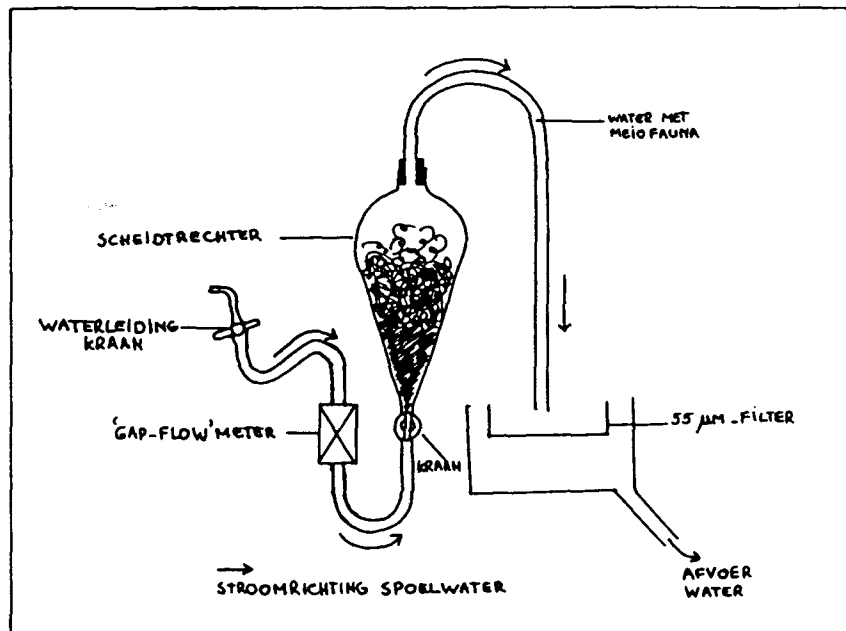
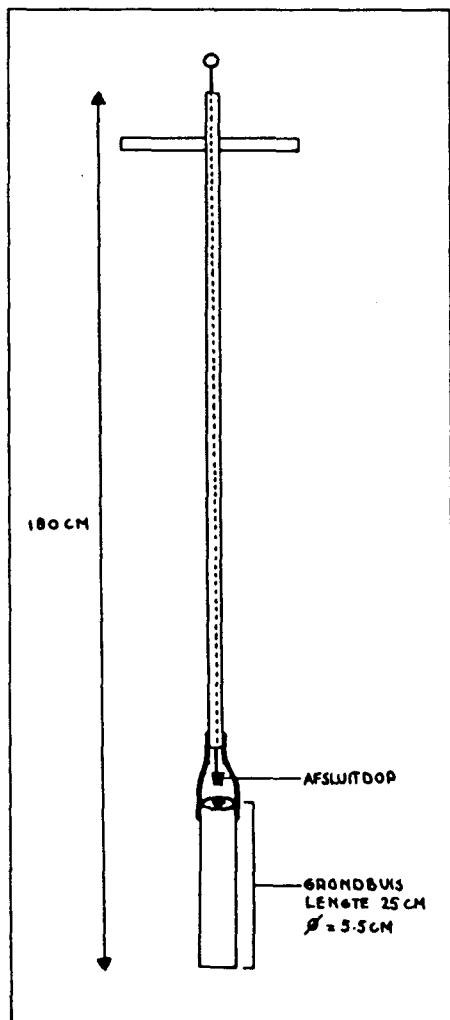
a. De garnalenmonsters

De garnalen tussen 10 en 20 mm werden gebruikt voor het maaginhoud-onderzoek. De lengte van de garnaal is hier gedefinieerd als de afstand tussen de voorste punt van de scaphoceriet en de achterrand van het telson. Voor het





Figuur 3 : De monsterplaatsen in de waddenzee.  
 1:Wierbalg W 15, 2:Wierbalg W 5,  
 3:Blauwe Slenk BS 20, 4:Oosterom O 3,  
 5:Inschot IN 9, 6:Inschot IN 7 - IN 9,  
 7:Scheurak Omdraai SO 30.



Figuur 5 : De opstelling voor de verwerking van de bodemonsters.

Figuur 4 : De steekbuis voor de bodembemonstering.

maaginhoud-onderzoek werden, indien mogelijk, per vangst 25 garnalen (maximaal 30) met een gevulde maag gebruikt. Een garnaal met een volle maag was herkenbaar aan een donkere vlek onder het rugschild. Op verschillende plaatsen waren te weinig kleine garnalen gevangen of hadden veel garnalen een lege maag, zodat deze monsters niet gebruikt zijn (zie hiervoor bij de resultaten).

Nadat de volle magen uit de garnalen waren verwijderd, werden de maagwanden van de magen verwijderd. Onder een binoculair werden nu met behulp van naalden en pincetten de verschillende voedselsoorten gescheiden. Het materiaal bleef steeds ondergedompeld in water. De verschillende soorten prooien werden, zover dat mogelijk was, geteld. Daarna werden de verhoudingen geschat tussen de verschillende voedselsoorten in de magen. Dit werd uitgedrukt in percentages, die de prooien uitmaakten van de totale maaginhoud.

Een andere manier is de voedselsoorten te wegen maar dit werd achterwege gelaten omdat de (droog)gewichten te gering waren om nauwkeurig te kunnen bepalen (zie v.d. ARK, 1981).

#### b. De bodemmonsters

De volgende methode werd gebruikt (volgens UHLIG e.a., 1973) bij de verwerking van de bodemmonsters:

Het monster werd over een 1 mm-filter gespoeld om de grote delen, vooral schelpen, te verwijderen. Hierna werd het monster overgebracht in een scheidtrechter en de organismen (meiofauna en microfauna) uitgespoeld en opgevangen op een 55  $\mu\text{m}$ -filter (zie fig. 5). Op dit filter bevond zich, na deze bewerking, dan de meiofauna (grootte 55  $\mu\text{m}$  - 1 mm, microfauna < 55  $\mu\text{m}$ ).

Tijdens het schoonspelen werd de stroomsnelheid geregeld door een "GAP-flowmeter". Bij een zandmonster kon een snelheid van 2-3 liter water/minuut, gedurende 10 minuten, aangehouden worden. Bij slibmonsters moest de pompsnelheid lager zijn, namelijk 1-2 l./min., gedurende 20 minuten, omdat anders te veel slib op het 55  $\mu\text{m}$ -filter terecht zou komen.

Dit filter werd na het uitspoelen van de meiofauna in een bakje met 1% bengaalrose-oplossing\* gebracht. De organismen kleurden in ongeveer 15 minuten rose en konden daarna vrij eenvoudig op een petrischaal met mm-verdeling worden geteld.

Het tellen van het monster ging als volgt:

Het monster werd aangevuld met water tot 30 ml in een maatcylinder en daarna goed gemengd. Van deze oplossing werd drie maal 1 ml monster met een 1 ml Finn pipet op de (tel)petrischaal gebracht. Het monster kon nu geteld worden, en de gevonden aantallen konden teruggerekend worden naar aantallen organismen/m<sup>2</sup>. De gevonden organismen werden verdeeld in de volgende groepen: Nematoden, Polychaeten larven/juveniel, Copepoden, Naupliën, overige Crustacea, Foraminiferen, Diatomeeën, slakjes, schelpbroed en overige organismen.

Het restant bodemmonster in de scheidtrechter moest ook enige malen gekleurd worden ter controle op achtergebleven

organismen. Het bleek dat na kleuring van het restant, geen organismen meer werden aangetroffen.

Om de meiofaunamonsters langere tijd te kunnen bewaren, werden enige druppels (geconcentreerde) formol aan de buisjes met de monsters toegevoegd.

\* Bengaalrose-kleuroplossing : -100 ml aquadest  
+ 2 ml rose bengaal (1% oplossing)  
+ 5 ml fenol (5% oplossing)

### III RESULTATEN

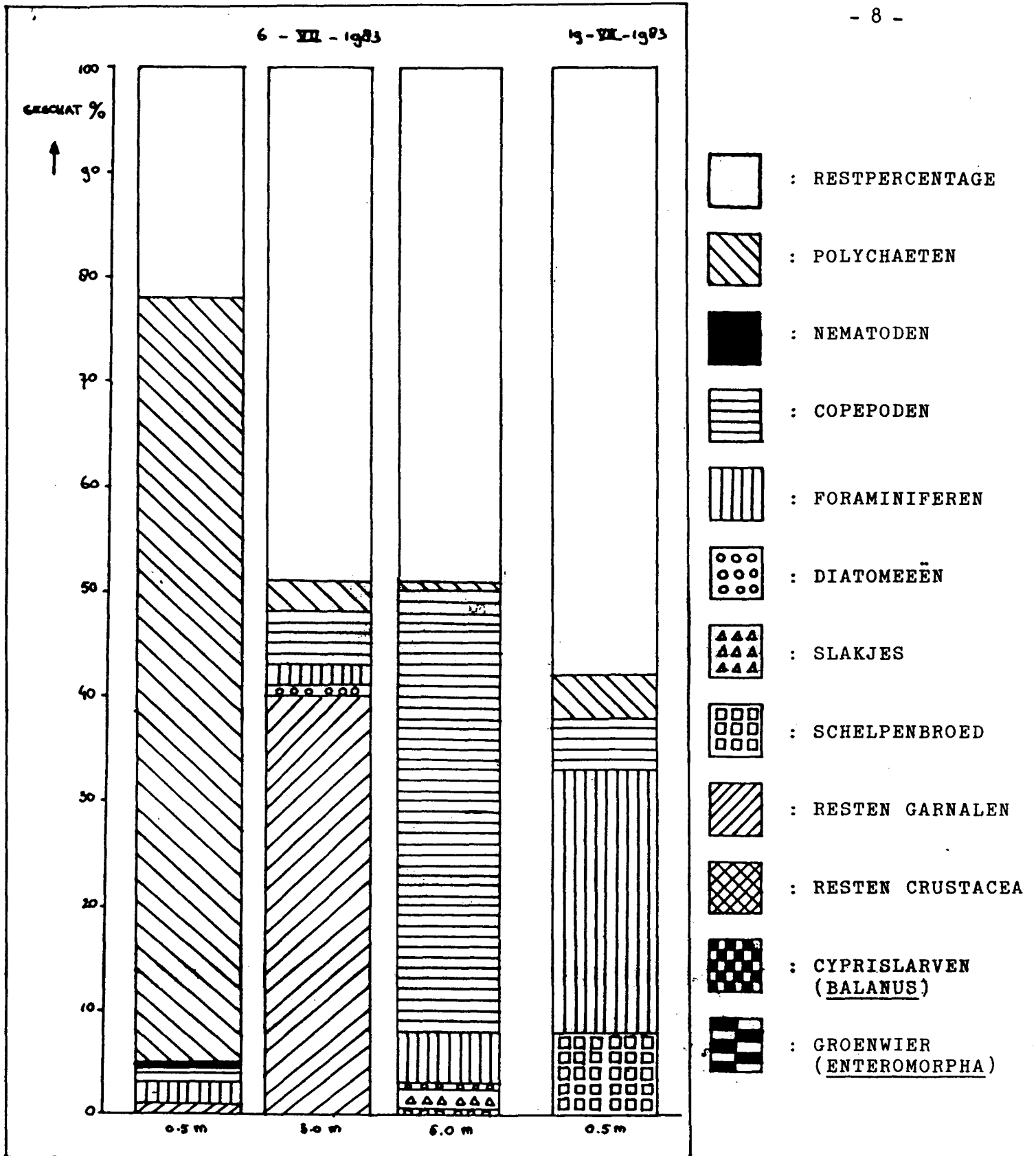
#### 1. De maaginhoud van de garnalen

De maaginhoud is onderverdeeld in verschillende voedselcategorieën. Zo zijn alle soorten Polychaeten samengebracht in één groep. De gevonden Polychaetenborstels zijn ook bij deze groep opgeteld. De andere groepen zijn: Nematalen, Copepoden (=Copepoden en resten van Copepoden), Foraminiferen, Diatomeeën, slakjes, schelpenbroed (o.a. kokkel en mosel), Cyprislarven (van Balanus), Groenwieren (voornamelijk Enteromorpha), resten van jonge garnalen, resten van overige Crustacea en een restfractie. De restfractie bestond uit onherkenbare delen en zandkorrels.

In de figuren 6 tot en met 11 zijn de verschillende voedselcategorieën in de magen in percentages weergegeven. Voor zover dat mogelijk was, zijn de resultaten per station in één figuur weergegeven. De resultaten van de maaginhoudonderzoeken van de garnalen uit de Oosterschelde en de Waddenzee zijn ook ieder in een figuur weergegeven. Uit de figuren 6 tot en met 9 blijkt dat niet op ieder station evenveel monsters zijn onderzocht. Dit komt ten eerste doordat op sommige monstertijdstippen of monsterdieptes te weinig of geen kleine garnalen zijn gevangen. Ook bleek dat bij een grote vangst van juveniele garnalen soms het grootste deel (>90%) halfvolle of lege magen had zodat dan geen maagonderzoek kon volgen. In halfvolle magen bleken namelijk vrijwel geen herkenbare organismen aanwezig te zijn. Op station Egmond op 13 juli 1983 bleek dat van 99% van de gevangen juveniele garnalen de magen leeg waren.

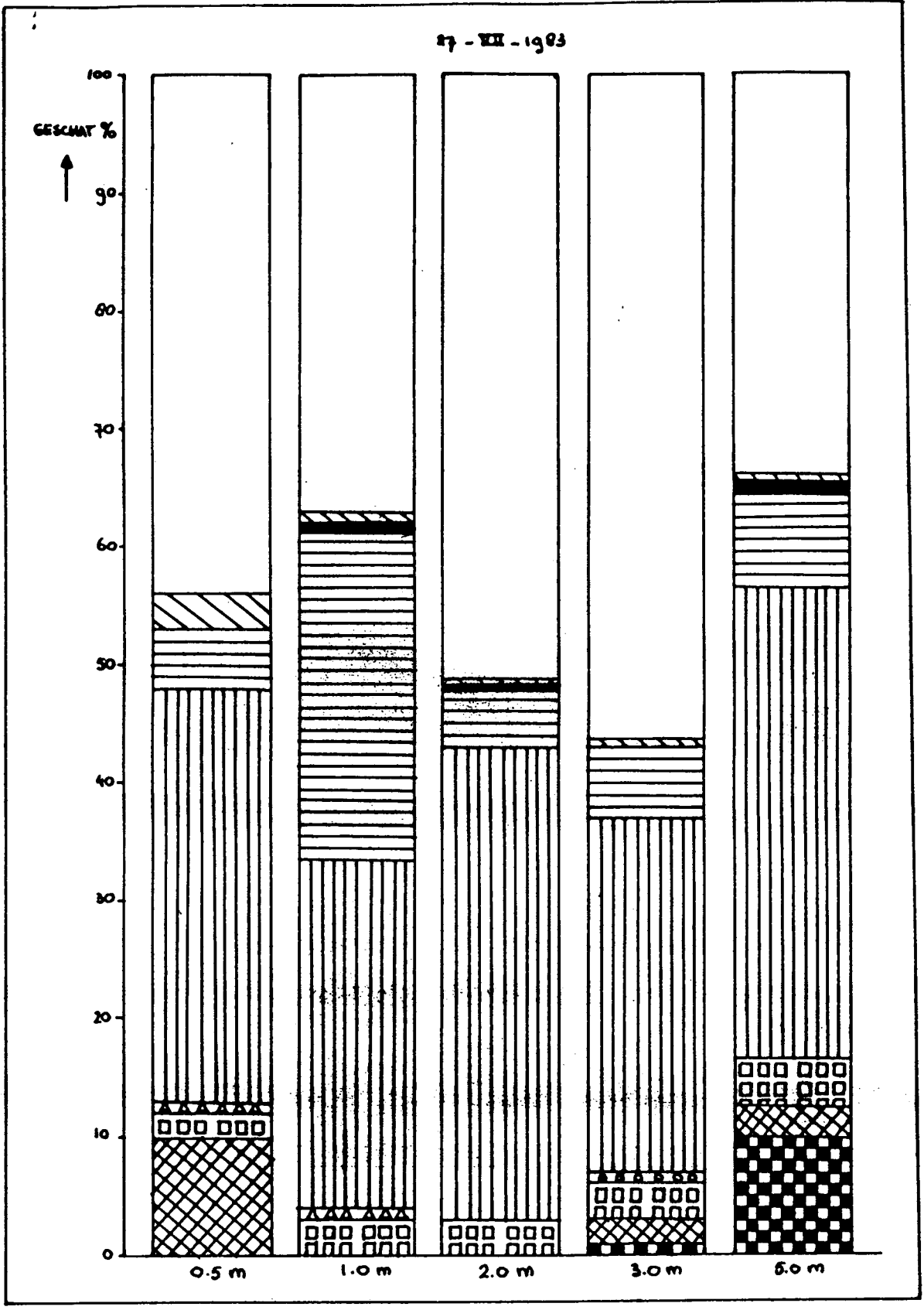
In verband met het bovenstaande zijn alleen de volgende monsters gebruikt voor het voedselonderzoek:

- Station IJmuiden: datum: 6-VII -1983; diepte: 0,5, 3,0 en 5,0 m.  
datum: 19-VII- 1983; diepte: 0,5 m  
datum: 27-VII -1983; diepte: 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 en 5,0 m.
- Station Noordijk datum: 27-VII -1983; diepte: 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 en 5,0 m.
- Station Wijk aan Zee datum: 1-VI -1983; diepte: 0,5, 2,0, en 3,0 m.  
datum: 13-VII -1983; diepte: 0,5 m.
- Station Egmond datum: 9-VIII-1983; diepte: alleen 5,0 m.



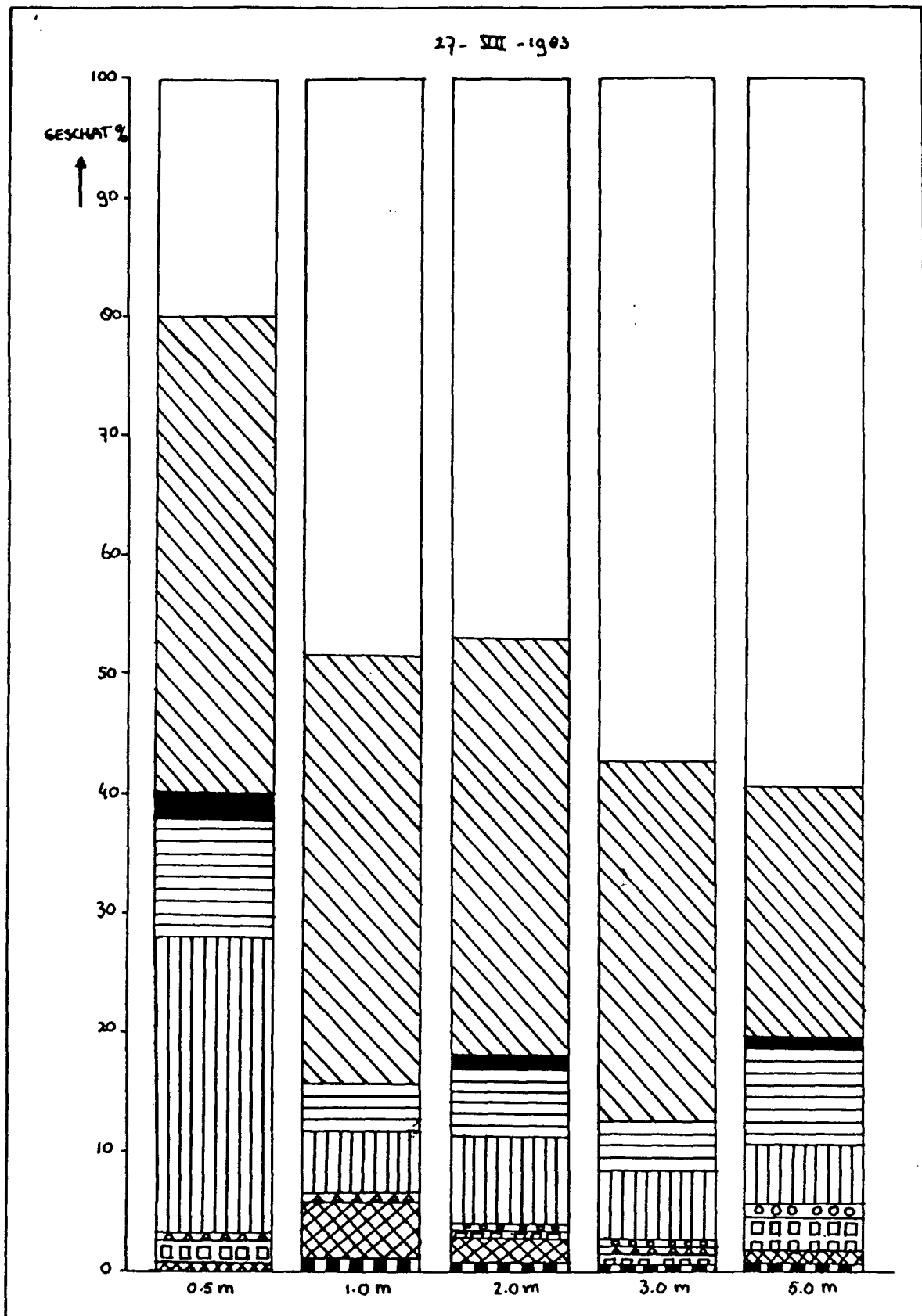
Figuur 6a : Maaginhouden op station IJmuiden.

27 - VII - 1903



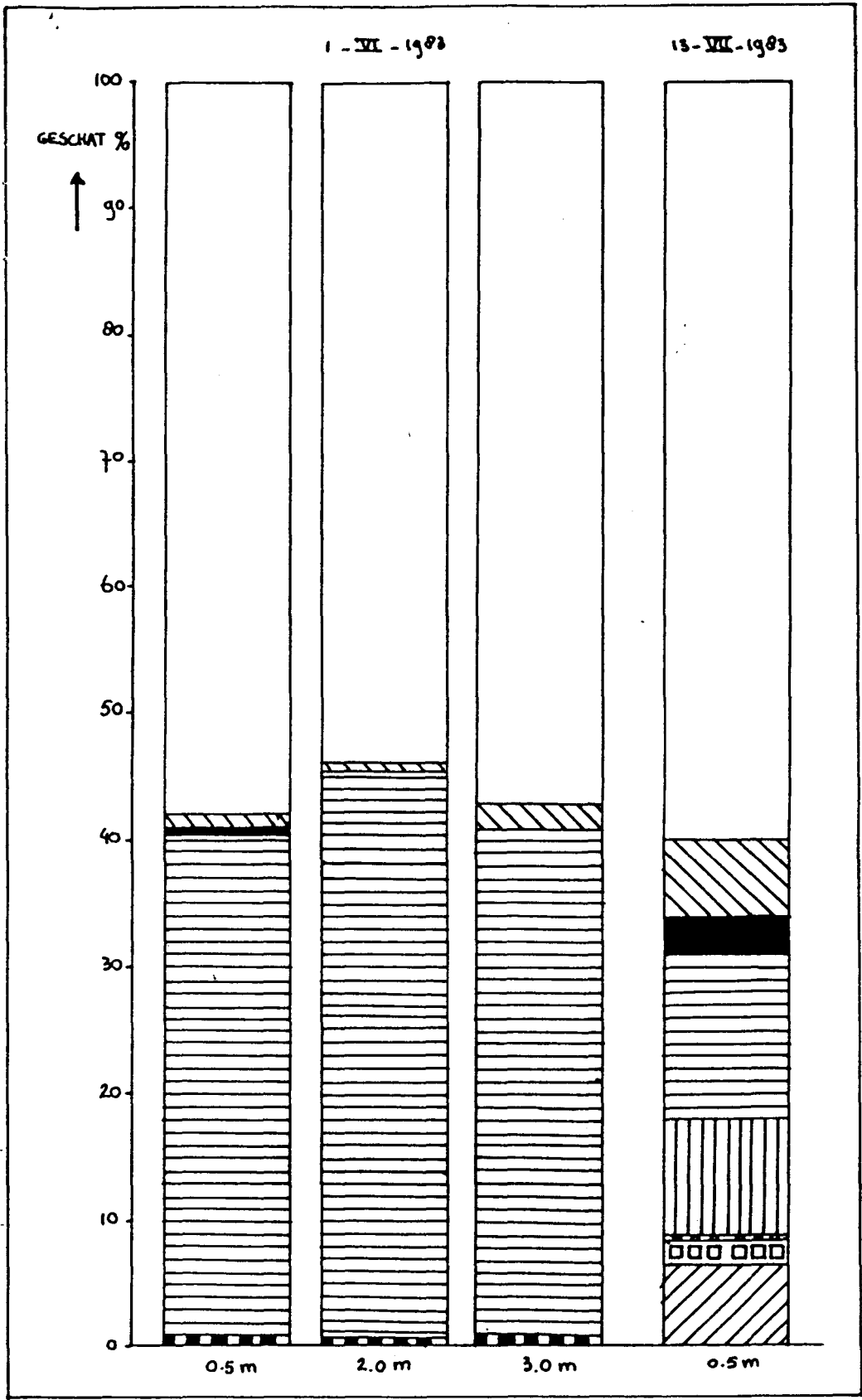
Figuur 6b : Maaginhouden op station IJmuiden.

27- VIII - 1903

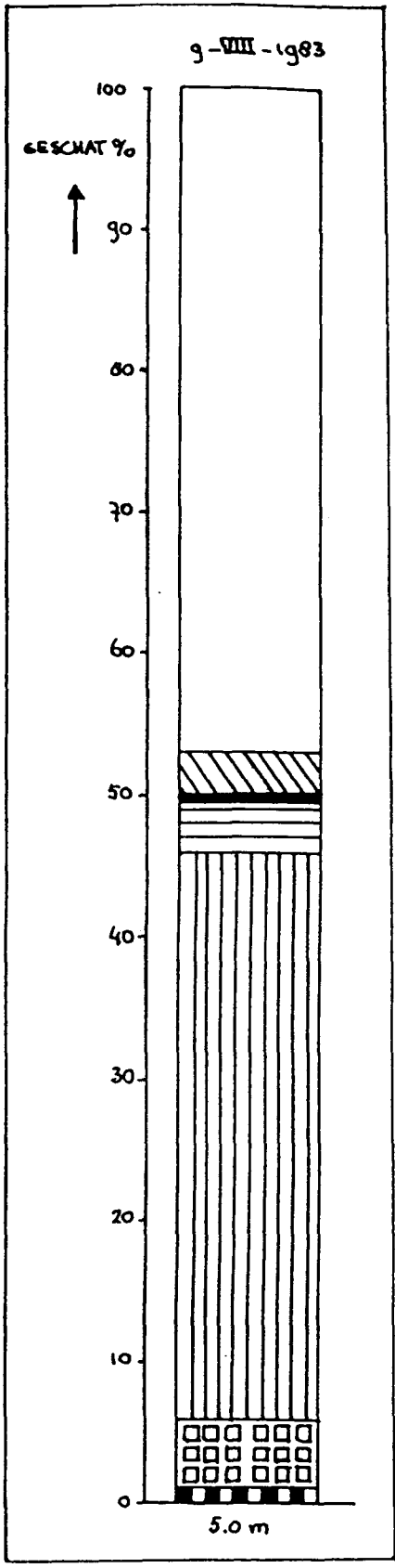


Figuur 7 : Maaginhouden op station Noordwijk.

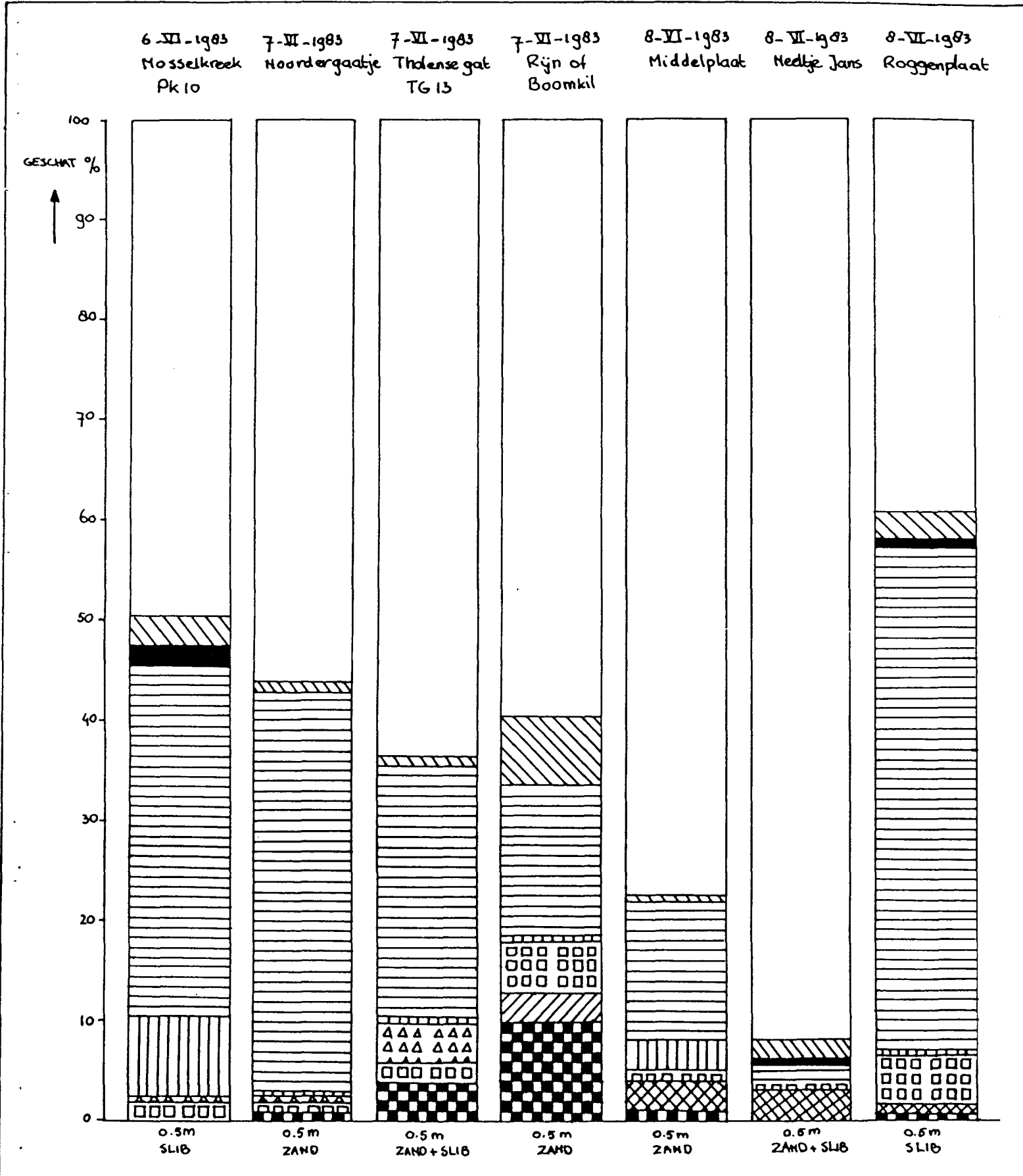




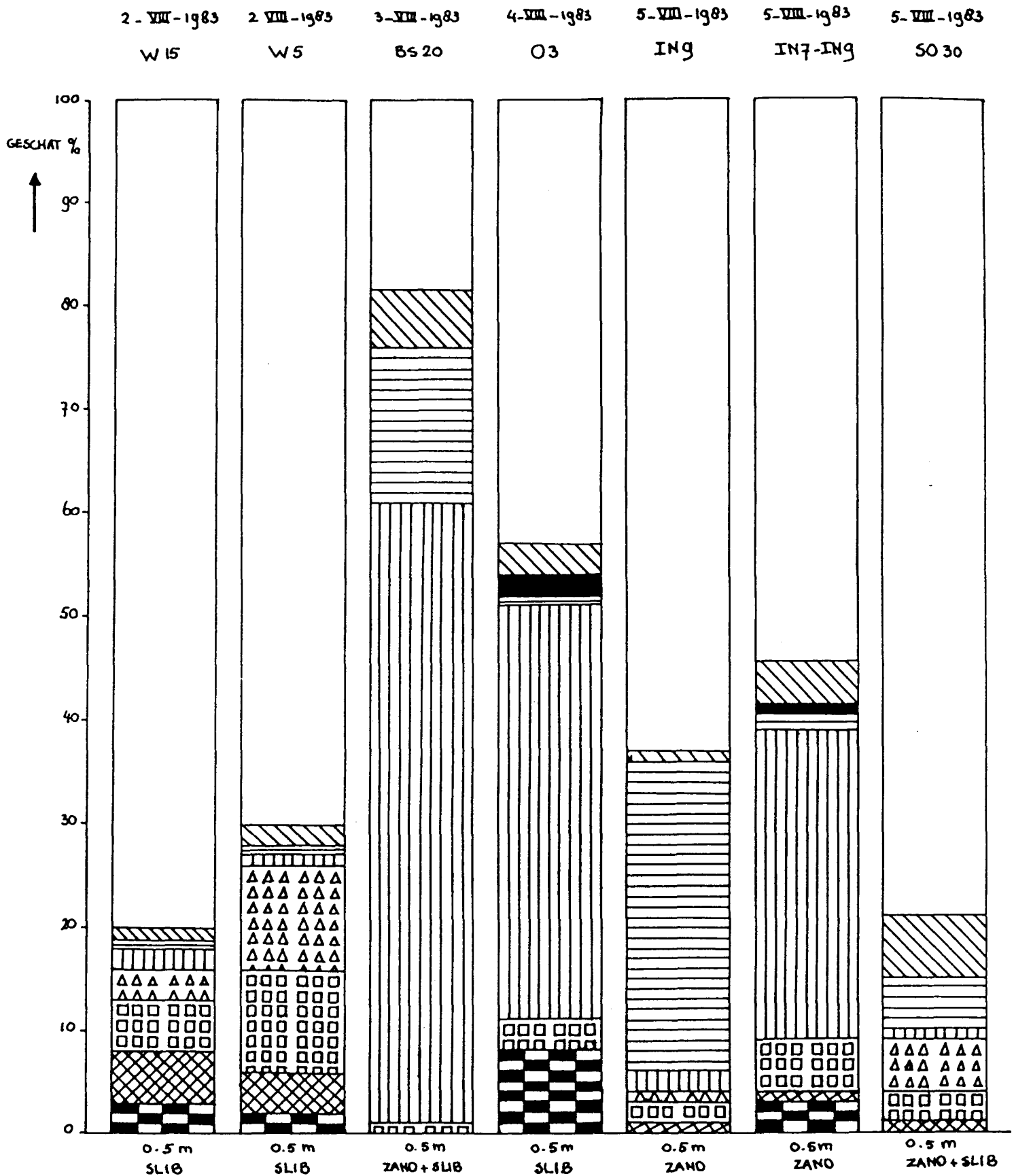
Figuur 8 : Maaginhouden op station Wijk aan Zee.



Figuur 9 :  
Maaginhouden op  
station Egmond.



Figuur 10 : Maaginhouden op de monsterplaatsen in de Oosterschelde.



Figuur 11 : Maaginhouden op de monsterplaatsen in de Waddenzee.

In de figuren 10 en 11 zijn de volgende monsterpunten niet weergegeven in verband met te weinig of geen juveniele garnalen in de monsters:

- Oosterschelde monsters: Mosselkreek PK 7 en Mosselkreek PK 7-PK 12 op 6-VI-1983
- Waddenzee monsters: Blauwe Slenk BS 19 op 3-VIII-1983 en Dodemanshoek 0 3 op 4-VIII-1983

In de verschillende figuren vallen enkele punten op:

- De restfractie is, op een enkele uitzondering na,  $\geq 40\%$  van de totale maaginhoud. Als het percentage zandkorrels hiervan afgetrokken wordt (gemiddeld 2-10%), bestaat ongeveer 30-40% van de totale maaginhoud uit onherkenbare resten.
  - Er treedt een verschuiving op in de verhoudingen van de prooi-soorten in de magen:
    - In het begin van de monsterperiode (juni 1983) bestaat het grootste deel van de herkenbare prooien in de magen uit Copepoden. Dit was zowel langs de Noordzeekust als in de Oosterschelde het geval.
    - Halverwege juli verandert dit en worden steeds meer Foraminiferen in de magen aangetroffen.
- Tot het eind van de monsterperiode (half augustus) trad hierin geen verandering meer op. Een uitzondering vormde station Noordwijk (fig. 7), waar eind juli veel Polychaeten en Polychaeten-resten in de magen gevonden werden. Het is mogelijk dat ook eerder in het seizoen op dit station het voedsel hoofdzakelijk uit Polychaeten heeft bestaan, maar monsters van eerdere data waren niet bruikbaar voor het voedselonderzoek omdat ze onvoldoende garnalen bevatten.
- Nematoden werden bij het maagonderzoek vrijwel niet aangetroffen. De gevonden percentages lopen van 0-3% voor deze groep, ondanks het feit dat deze organismen wel veel in de bodemonsters worden aangetroffen (zie fig. 4.2).
  - De resultaten van voedselonderzoek in de Oosterschelde vertonen voor de verschillende monsterpunten geen grote verschillen. Alleen bij de Middelplaat en Neeltje-Jans was het restpercentage zeer hoog. Dit kan veroorzaakt zijn doordat de garnalen niet direkt gefixeerd zijn met formaline, maar pas nadat het monster was uitgezocht. Hierdoor was waarschijnlijk al een groot deel van het voedsel verteerd.
  - De Waddenzee vertoonde voor de verschillende monsterpunten grotere verschillen. Opmerkelijk zijn de volgende punten:
    - Op station IN 9: 30% Copepoden en 2% Foraminiferen.
    - Op station IN 7-IN 9: 15% Copepoden en 30% Foraminiferen. Dit kan verklaard worden doordat aan twee kanten van een zandplaat is gemonsterd. De beschutte zijde van de zandplaat lag bij IN 9 en de onbeschutte kant tussen IN 7 en IN 9. Het is mogelijk dat daarom bij IN 9 meer Copepoden en tussen IN 7 en IN 9 meer Foraminiferen aanwezig zullen zijn. De Foraminiferen kunnen onder invloed van de wind geconcentreerd zijn langs de onbeschutte kant van de zandplaat.

- In het westelijke deel van de Waddenzee worden vooral slakjes, waarschijnlijk *Hydrobia ulvae*, schelpenbroed en resten van Crustacea in de magen aangetroffen.

## 2. De bodemmonsters

In de tabellen 2 tot en met 6 zijn de resultaten van de bodemmonsters weergegeven.

Hierbij valt het volgende op te merken:

- De aantallen aangetroffen Nematoden in de monsters variëren sterk per station. Er zijn grote verschillen per diepte en in de tijd op dezelfde diepte.
- Station Noordwijk is het enige station waar veel Polychaeten larven zijn gevonden, vooral op 27-VII-1983. Op de andere monsterdata werden hier veel minder Polychaetenlarven aangetroffen.
- Langs de Noordzeekust en in de Oosterschelde werd een Crustacea-soort gevonden, die eerst niet te determineren was. Later bleek dit, zeer waarschijnlijk, een soort te zijn van de onderklasse Cephalocarida. Deze soort kwam soms in grote aantallen in de bodemmonsters voor.
- Copepoden en Foraminiferen werden vaak weinig in de monsters gevonden. Dit was wel te verwachten daar deze organismen niet in de bodem, maar erop of erboven leven.

## IV. DISCUSSIE

Uit het onderzoek van DRIESSEN (1982) en mijn resultaten blijkt dat pas in juni-juli de jonge garnalen zich blijvend in het kustgebied vestigen. In april-mei worden ze vrijwel nog niet aangetroffen. Het lijkt aannemelijk dat een lagere produktie van geschikt voedsel in het kustgebied in het vroege voorjaar de oorzaak is van het doortrekken, in die periode, van de larven uit de Noordzee naar voedselrijke plaatsen in de Waddenzee en de Zeeuwse wateren. BODDEKE (1978) trof in maar 1975 in een belangrijk kinderkamergebied in de Oosterschelde een dichte stand aan van kleine Calanoide Copepoden, vlak voor de juveniele garnalen daar massaal arriveerden.

De resultaten van het maagonderzoek laten zien dat de juveniele garnalen langs de Noordzeekust zich ook hoofdzakelijk voeden met Copepoden, en later in het seizoen met Foraminiferen. Polychaeten kunnen ook een groot deel van het voedsel uitmaken zoals het geval was op station Noordwijk. Het voedsel wordt soms aangevuld met o.a. schelpbroed, garnalen en andere Crustacea en Cyprislarven van *Balanus*. PLAGMANN (1939) heeft, in het Duitse Waddenzeegebied, een uitgebreid voedselonderzoek aan *C. crangon* verricht. Hij vond dat de grootte van de garnaal een belangrijke rol speelt in de samenstelling van het voedsel. Voor garnalen tot 26 mm bestond het voedsel uit: *Corophium volutator*, Copepoden, Foraminiferen, Polychaeten, Nematoden, Cyprislarven, Mossellarven, slik en detritus. *Corophium* bleek het belangrijkste voedsel te zijn voor deze kleine garnalen. Ook HAVINGA (1930) stelde vast dat in de Nederlandse wateren kleine garnalen zich hoofdzakelijk met *Corophium* voedden; door grotere exemplaren

TABEL II - Organismen in de bodemonsters op station IJmuiden.

Station IJmuiden	Aantallen organismen per m <sup>2</sup> = N/m <sup>2</sup>								
	Datum	31-V-1983				6-VII-1983			
	Diepte (m)	0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	1.0	2.0	3.0
Nematoden		89.792	255.346	91.195	303.048	168.360	318.481	331.108	88.389
Polychaeten (juv)		4.290	2.806	-	2.806	-	8.418	4.209	2.806
Diatomeeën		4.209	11.224	4.209	18.239	16.836	16.836	4.209	9.821
Foraminiferen		9.821	-	1.403	-	-	1.403	-	9.821
Copepoden		2.806	4.209	1.403	7.015	-	1.403	-	-
Naupliën		-	-	-	-	1.406	-	-	-
Cephalocarida		21.045	9.821	5.612	4.209	25.254	2.806	2.806	1.403
Schelpbroed		-	-	-	-	-	-	-	1.403

Datum	19-VII-1983				17-VII-1983				
	Diepte (m)	0.5	-	-	-	0.5	1.0	2.0	3.0
Nematoden		123.464	-	-	-	182.390	252.540	554.185	-
Polychaeten (juv)		2.806	-	-	-	-	9.821	1.403	veel
Diatomeeën		25.254	-	-	-	9.821	7.015	35.075	slib
Foraminiferen		14.030	-	-	-	145.912	26.657	106.628	en
Copepoden		2.806	-	-	-	4.209	8.418	2.806	géen
Naupliën		-	-	-	-	9.821	12.627	5.612	orga-
Cephalocarida		8.418	-	-	-	1.403	-	-	nismen
Schelpbroed		3	-	-	-	2.806	-	2.806	-
Tardigrada		-	-	-	-	28.060	5.612	1.403	-



TABEL III - Organismen in de bodemonsters op station Noordwijk

Station Noordwijk	N/m <sup>2</sup>				N/m <sup>2</sup>	
	Datum				Datum	
	31-V-1983				19-VII-1983	
Diepte (m)	0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	
Nematoden	42.090	752.008	244.122	54.717	179.584	
Polychaeten (juv)	8.418	7.015	-	8.418	12.627	
Diatomeeën	18.239	35.075	19.642	7.015	5.612	
Foraminiferen	5.612	2.806	4.209	-	23.851	
Copepoden	-	-	-	-	-	
Naupliën	-	-	-	-	-	
Cephalocarida	-	-	2.806	-	4.209	
Schelpbroed	-	-	4.209	-	4.209	

Datum	27-VII-1983			
	0.5	1.0	2.0	3.0
Nematoden	251.137	224.480	391.437	858.636
Polychaeten (juv)	12.627	19.642	120.658	223.077
Diatomeeën	-	8.418	-	11.224
Foraminiferen	-	2.806	29.526	36.478
Copepoden	-	25.254	9.821	8.418
Naupliën	-	11.224	-	1.403
Cephalocardia	21.045	-	-	-
Schelpbroed	-	-	1.403	15.433
Cyprislarven van Balanus	-	-	-	1.403
Slakjes	-	-	1.403	2.806

TABEL IV - Organismen in de bodemonsters op station Wijk aan Zee

Station Wijk aan Zee	N/m <sup>2</sup>				N/m <sup>2</sup>	
	Datum				13-VII-1983	
	1-VI-1983					
Diepte (m)	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	
Nematoden	94.001	68.747	88.389	64.538	196.420	
Polychaeten (juv)	9.821	1.403	-	19.642	11.224	
Diatomeeën	43.493	12.627	9.821	2.806	-	
Foraminiferen	7.015	-	2.806	-	-	
Copepoden	-	-	-	-	1.403	
Naupliën	-	1.403	19.642	-	5.612	
Cephalocarida	99.613	144.509	235.704	12.627	-	
Schelpbroed	1.403	2.806	4.209	-	-	
Tardigrada	7.015	5.612	-	1.403	-	

Datum	10.VIII-1983				
	Diepte (m)	0.5	1.0	2.0	3.0
Nematoden	133.285	175.375	166.957	84.180	
Polychaeten (juv)	1.403	12.627	4.209	1.403	
Diatomeeën	2.806	12.627	7.015	15.433	
Foraminiferen	-	-	-	-	
Copepoden	-	21.045	-	8.418	
Naupliën	-	573.827	81.374	99.613	
Cephalocarida	49.105	56.120	356.362	183.793	
Schelpbroed	-	1.403	-	1.403	
Tardigrada	-	9.821	1.403	1.403	
Amphipoda	-	-	1.403	4.209	

TABEL V - Organismen in de bodemonsters op station Egmond

Station	Egmond	N/m <sup>2</sup>				N/m <sup>2</sup>	
		Datum				13-VII-1983	
		1-VI-1983				0.5	
	Diepte (m)	0.5	1.0	2.0	3.0		
Nematoden		119.255	49.105	78.568	108.031	89.792	
Polychaeten (juv)		9.821	-	2.806	-	-	
Diatomeeën		8.418	9.821	11.224	12.627	-	
Foraminiferen		-	-	-	-	-	
Copepoden		5.612	-	-	-	1.403	
Naupliën		1.403	-	-	70.150	-	
Cephalocarida		88.389	14.030	296.033	875.472	513.498	
Cyprislarven van							
Balanus		-	-	-	2.806	-	
Tardigrada		-	-	4.209	-	-	

Datum	9-VIII-1983			
	0.5	2.0	3.0	5.0
Diepte (m)				
Nematoden	60.329	244.122	460.184	57.523
Polychaeten (juv)	-	4.209	25.254	-
Diatomeeën	-	-	-	-
Foraminiferen	-	-	5.612	108.031
Copepoden	1.403	9.821	30.866	7.015
Naupliën	4.209	-	-	4.209
Cephalacarida	35.075	148.718	4.209	1.403
Schelpbroed	-	-	-	8.418
Amphipoda	1.403	-	-	-

*Stukhuis 5,5 cm Ø R = 2,75 cm*  
 $\pi \cdot r^2 = 23,746 \text{ cm}^2$  1 ex  
 per m<sup>2</sup> = 421.119 ←  
 3 monsters 71.238 cm<sup>2</sup> 1 ex  
 betekent per m<sup>2</sup> 140.375

TABEL VI - Organismen in de bodemonsters van de Waddenzee en de Oosterschelde.

° 10

Aantallen organismen per m <sup>2</sup> in bodemonsters van de Waddenzee							
Station	W 15	W 5	BS 20	0 3	IN 9	IN 9- IN 7	SO 30
Datum	2-VIII-1983		3-VIII- 1983	4-VIII- 1983	5-VIII-1983		
Diepte (m) gem	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Nematoden 597.626	883.890	109.434	528.931	737.978	211.853	980.697	604.693
Polychaeten (juv) 17.237	1.403	29.463	12.627	12.627	2.806	44.896	16.836
Diatomeeën 393.040	46.299	25.254	1.753.750	237.107	26.657	632.753	29.463
Foraminiferen 17.638	-	1.403	15.433	2.806	16.836	82.777	4.209
Copepoden 14030	4.209	-	8.418	22.448	35.075	23.851	4.209
Naupliën 5011	2.806	-	2.806	9.821	14.030	2.806	2.806
Cephalocarida 200	-	-	-	-	1.403	-	-
Schelpbroed	1.403	7.015	2.806	4.209	5.612	11.224	2.806
Slakjes	-	12.627	-	2.806	5.612	2.806	1.403
Tardigrada	-	-	-	-	-	11.403	-

° 10

Aantal organismen per m <sup>2</sup> in bodemonsters van de Oosterschelde							
Station	PK 10	Noorder gaatje	TG 13	Rijn- of Boomkil	Middel- plaat	Neeltje Jans	Roggen- plaat
Datum	6-VI-83	7-VI-1983			8-VI-1983		
Diepte (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Nematoden 37961,2	492.453	363.377	91.195	276.391	127.673	433.527	872.666
Polychaeten (juv.) 300,6	-	8.418	-	9.821	-	-	2.806
Diatomeeën 3467,4	99.613	25.254	29.463	19.642	16.836	35.075	16.836
Foraminiferen 4435	1.403	8.418	22.448	1.403	4.209	36.478	40.687
Copepoden 1884,0	47.702	30.866	19.642	1.403	12.627	2.806	16.836
Naupliën 1022,2	43.493	16.836	4.209	1.403	4.209	1.403	-
Cephalocarida 3206,9	2.806	9.821	-	7.015	202.032	-	2.806
Schelpbroed 340,7	-	1.403	7.015	1.403	2.806	8.418	2.806
Slakjes 60,3	-	1.403	1.403	-	-	1.403	-
Tardigrada 140,3	2.806	-	-	1.403	1.403	-	4.209
Cyprislarven van Balanus 60,1	-	-	-	1.403	-	2.806	-

werden vooral wormen (Polychaeten) gegeten. Voor een deel bestond het voedsel ook nog uit detritus.

Het is niet bekend of *Corophium* langs de Noordzeekust voorkomt, maar in de bodemmonsters is dit organisme geen enkele keer aangetroffen. Het is dus te verwachten dat de jonge garnalen daar andere organismen als voedsel gebruiken, hetgeen ook is gebleken uit de resultaten. In de Waddenzee komt *Corophium* wel veel voor, maar was in de monsterperiode niet in de magen van de garnalen aanwezig. Uit maagonderzoek (PLAGMANN, 1939; v.d. ARK, 1981) bleek dat *Corophium* alleen in mei en begin juli in de Waddenzee als voedsel werd gebruikt. In augustus, de periode waarin in 1983 in dit gebied gemonsterd is, werd *Corophium* in de onderzochte magen niet aangetroffen.

Als de resultaten van de Waddenzee en de Oosterschelde vergeleken worden met die van de kustzone zien we duidelijke overeenkomsten:

- In de Oosterschelde bestond het voedsel, begin juni, voornamelijk uit Copepoden. Dit werd ook in de periode juni-begin juli in de kustzone gevonden. Het enige verschil is het vrij hoge percentage Cyprislarven op enkele monsterplaatsen in de Oosterschelde, maar eind juli is dit toch ook op station IJmuiden gevonden.
- In de Waddenzee was het percentage Foraminiferen in de magen op enkele stations (BS 20, O3 en IN 7-IN 9) hoog evenals dat langs de Noordzeekust in dezelfde periode (eind juli-half augustus) het geval was. Daarnaast zijn er drie stations (SO 30, W 5 en W 15) waar de variatie in soorten organismen in de magen vrij groot was, maar de restfractie tot boven de 70% kwam. Het is mogelijk dat op deze stations de garnalen detritus hebben gegeten, waardoor het restpercentage zo hoog is geworden.

Uit de resultaten van de bodemmonsters blijkt dat op de meeste stations veel Nematoden in de bodem aanwezig zijn. Een uitzondering vormt het station Noordwijk met juist veel Polychaetenlarven in de bodem, die ook in de magen van de garnalen op dit station zijn teruggevonden. Te verwachten is dat de Nematoden in de bodem ook door de garnalen gegeten worden. Het probleem is echter dat deze organismen erg teer zijn, en als ze gegeten zijn meestal niet meer in de magen zijn terug te vinden. Op een enkel station waren nog wel hele Nematoden in de magen aanwezig. Op station Wijk aan Zee (op 10-VIII-1983) zijn ook enkele garnalen gevangen, te weinig exemplaren voor een betrouwbaar maagonderzoek, met vele Nematoden tussen de voorste poten. Dit kan er op wijzen dat Nematoden wel als voedsel kunnen dienen ondanks dat ze vrijwel niet in de magen worden teruggevonden. Een hoog percentage onherkenbaar materiaal in de magen kan dus voor een deel het gevolg zijn van het eten van Nematoden. Door de correlatiecoëfficiënt te berekenen tussen het aantal Nematoden in de bodem en het restpercentage in de magen van de garnalen op de verschillende stations kan dit worden aangetoond (fig. 12). De correlatiecoëfficiënt is berekend voor de volgende punten:

1. Monsterplaatsen in de Oosterschelde en Waddenzee.

$N = 14$ , corr. coëf.:  $r = -0.253$

en 5% overschrijdingskans:  $r_{0.05} = -0.458$





## V. GROEI VAN DE GARNAAL *CRANGON CRANGON* IN EEN AQUARIUMOPSTELLING

### 1. Inleiding

De garnaal *Crangon crangon* (L.) is één van de best onderzochte soorten van de orde der Decapoda, vooral ook omdat deze soort belangrijk is voor de visserij langs de Noordzeekust. Toch verschillen de resultaten, van de verschillende onderzoeken vaak sterk. Dit geldt o.a. voor gegevens met betrekking tot de groeisnelheid.

Verschillende onderzoekers hebben schattingen gegeven van de lengte van de garnaal en de leeftijd (EHRENBAUM, 1890; HAVINGA, 1930; TIEWS, 1954). De bereikte lengte op een bepaalde leeftijd was vooral afhankelijk van de periode van het jaar waarin de garnalen geboren waren. Door MEIXNER (1969) is in laboratoriumexperimenten getracht de lengtetoename in de tijd van *C. crangon* te bepalen in verband met het vervellen van de garnaal.

Volgens BODDEKE & BECKER (1979) bedraagt de ontwikkeling van ei naar consumptiegarnaal (+ 54 mm) langs de Nederlandse kust (in de voorjaar-zomer periode) ongeveer 4 maanden, hetgeen werd berekend met behulp van een kruiscorrelatie tussen aantallen rijpe eieren en consumptiegarnalen.

Voor verschillende onderzoeken is het van belang garnalen in het laboratorium te bestuderen, zodat een aantal omgevingsfactoren zoveel mogelijk constant gehouden kunnen worden. De onderzochte garnalen moeten, om betrouwbare resultaten te krijgen, daarom even snel groeien als ze in de natuurlijke situatie op dat moment doen. Daarom is een kweekexperiment uitgevoerd om na te gaan of het mogelijk is garnalenlarven (lengte 10-20 mm, leeftijd 1 à 2 maanden), in het voorjaar gevangen, in ongeveer 3 maanden een lengte van + 54 mm te laten bereiken.

### 2. Materiaal en methoden

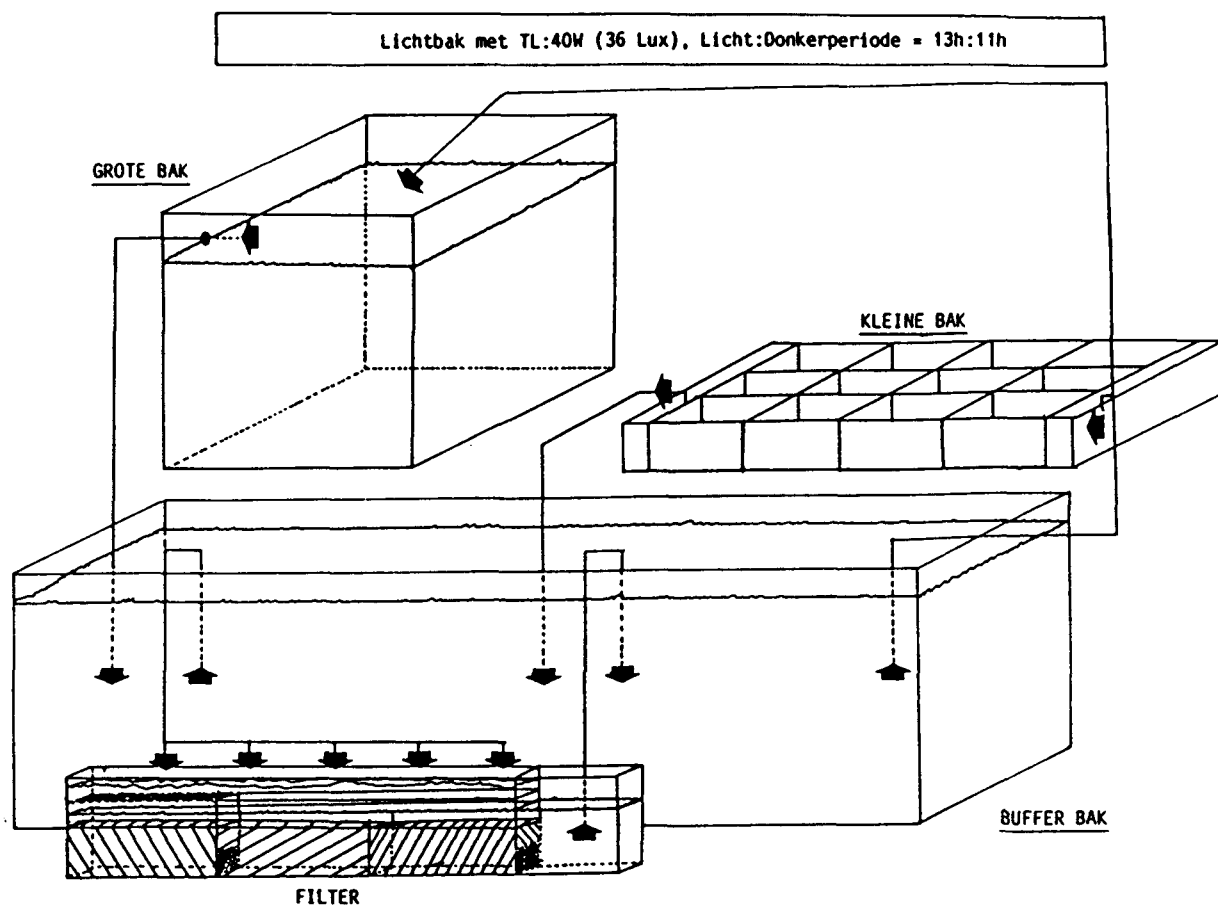
De garnalen voor dit experiment zijn op 9 juni 1983 in de Oosterschelde (Noordergaatje), met behulp van een schepnet, gevangen. Gekoeld en van extra zuurstof voorzien zijn de garnalen naar het laboratorium vervoerd. Tot het begin van de proef, op 13 juni, zijn ze in een aquarium bewaard.

De kweekmethode was als volgt:

De garnalen werden in 2 verschillende bakken gehouden (zie fig. 13):

- a. In een bak, verdeeld in 12 vakken van 19 x 19 cm, werden in 8 van de vakken garnalen (per vak) gebracht. De gemiddelde lengte van de garnalen was aan het begin van de proef 18,5 mm (10-22 mm). De bodem van de bak was bedekt met zand met daarboven ongeveer 10 cm zeewater.
- b. In een aquarium, 40 cm diep en met een inhoud van 160 liter werden ongeveer 50 garnalen gebracht. De gemiddelde lengte van deze garnalen bedroeg aan het begin van de proef 22.1 mm (17 - 25 mm).  
De bodem van het aquarium was ook met zand bedekt. Het aqua-

rium was verder geheel met zeewater gevuld.  
Er zijn 2 bakken genomen omdat de groeisnelheid mogelijk afhankelijk is van de grootte van de bak en de diepte van het water in de bak.



Figuur 13 : De proefopstelling van de garnalenkweek in de aquariumruimte van het RIVO.  
▲ = Stroomrichting van het zeewater.

- Het water in de bakken werd continu gefilterd. De temperatuur van het water was 19-20°C en de saliniteit 30-31‰/oo. Deze temperatuur en saliniteit kwamen ongeveer overeen met die in de natuurlijke situatie. De belichting van de opstelling was 36 Lux en de licht-donker verhouding was 13<sup>h</sup> licht : 11<sup>h</sup> donker.
- De garnalen werden drie keer per dag gevoerd met Tubifex en Pekelkreeftjes (*Artemia salina*). Het voordeel van Artemia was dat deze lange tijd in leven bleef in de kweekbakken. De Tubifex bleef niet langer dan 1 uur in het zoute water in leven, de resten moesten

dan verwijderd worden. Er is ook getracht Copepoden te kweken als voedsel voor de garnalen, maar dit is niet gelukt. Wel zijn enkele keren Copepoden langs de kust gevangen en direkt aan de garnalen gevoerd.

- De groei van de garnalen werd bepaald door om de 10 dagen de garnalen te meten. De lengte werd gemeten tussen de voorste punt van de scaphoceriet en de achterrand van het telson.

Na enige tijd bleek het nodig beide bakken af te dekken met planktongas, omdat de garnalen groot genoeg waren geworden om uit de bakken te kunnen springen.

Doordat het gas niet vanaf het begin van het experiment was aangebracht, waren er al enige garnalen uit de opstelling verdwenen.

- De bedoeling was de groei van de garnalen gedurende 3 maanden te volgen.

### 3. Resultaten

In de figuren 14 en 15 zijn de resultaten van het groeiexperiment weergegeven. De grafieken geven de gemiddelde lengte-toename van de garnalen in de tijd, waarbij ook de standaardafwijkingen zijn aangegeven. Opvallend is dat deze gedurende het experiment steeds groter worden. Dit is te verwachten, aangezien er garnalen zijn die langzamer of sneller groeien dan het gemiddelde.

De groei van de garnalen is gedurende 61 dagen gevolgd, en niet gedurende 3 maanden, dit in verband met de toen nog beperkte resterende tijd van de stage.

Tabel VII geeft een overzicht van de maximale en de gemiddelde groei in de verschillende bakken. De maximale groei die gevonden is, is berekend door het verschil te nemen van de lengte van de grootste garnaal bij het begin van het experiment en de lengte van de grootste garnaal na 61 dagen.

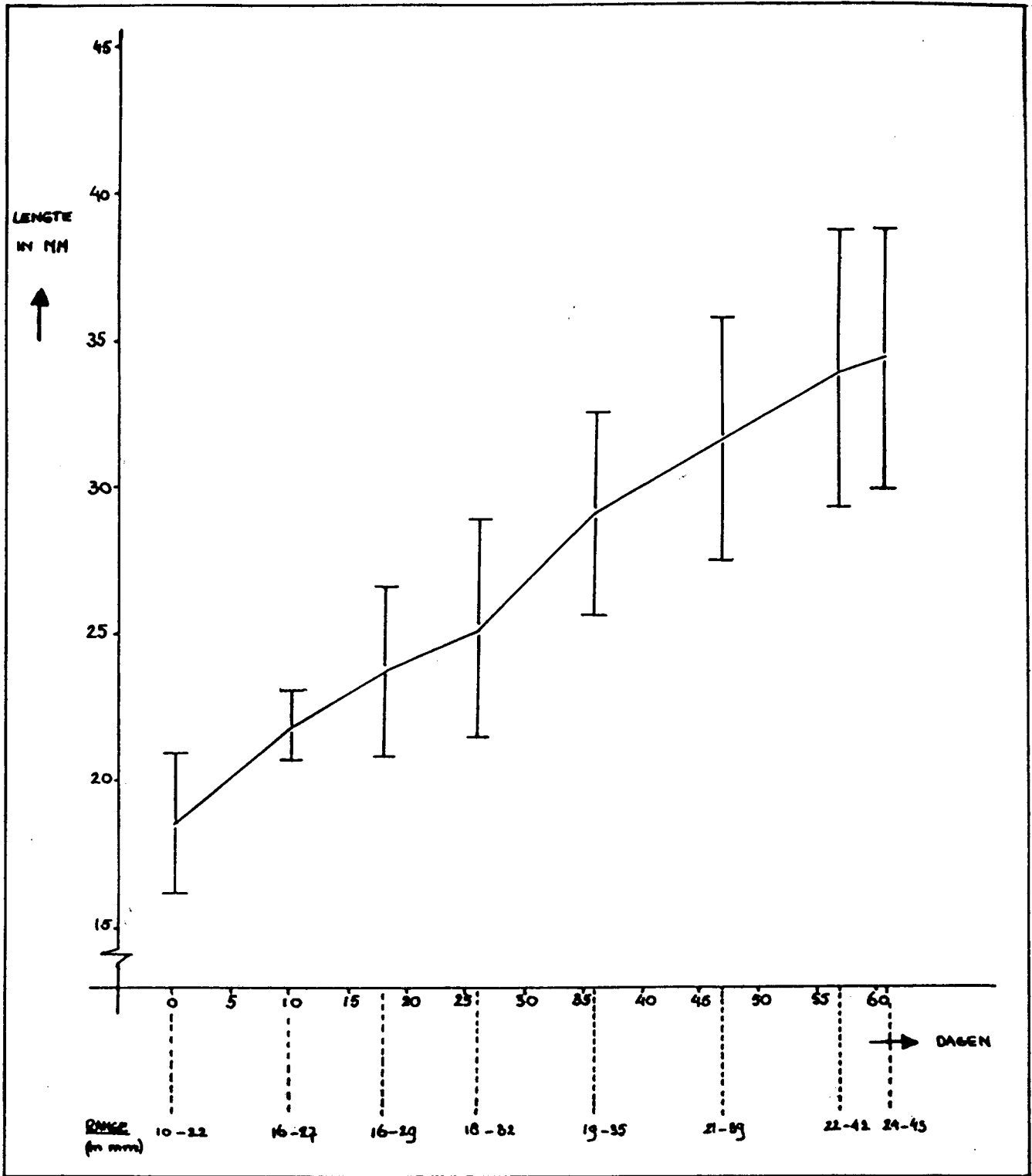
Deze maximale groei kan onderschat zijn, want de grootste garnaal bij het begin hoeft niet dezelfde te zijn als die aan het eind als grootste is gemeten. De gemiddelde groei is berekend door het verschil te nemen van de gemiddelde garnalenlengte bij het begin en de gemiddelde lengte aan het eind van het experiment.

	Maximale groei		Gemiddelde groei	
	61 dagen	per maand	61 dagen	per maand
Kleine bak	21	10.5	15.8	7.90
Grote bak	19	9.5	14.3	7.15

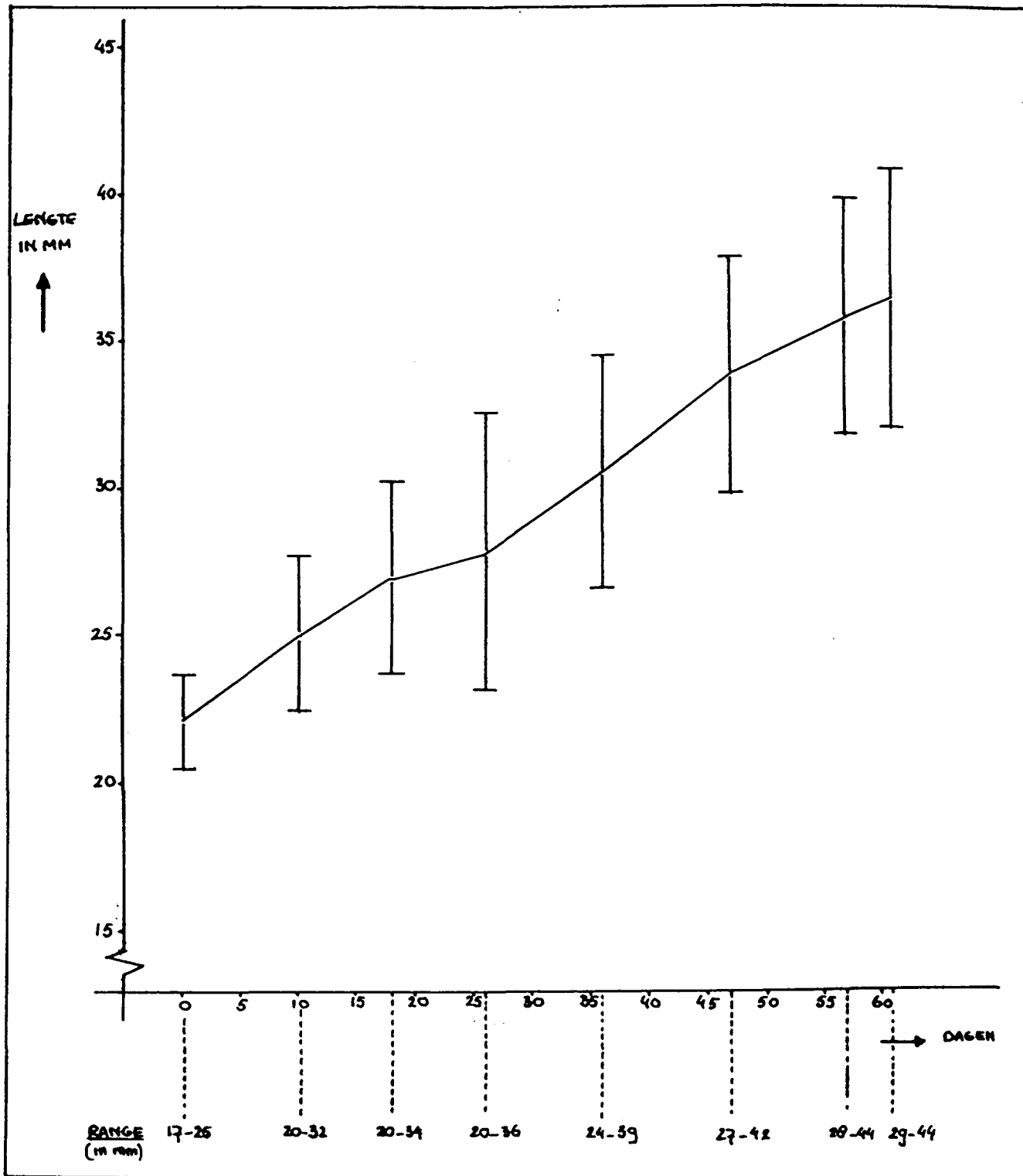
TABEL VII - De maximale en gemiddelde groei (in mm) in de twee kweekbakken.

Tijdens het experiment is er een afname geconstateerd in aantallen garnalen in de opstelling. Dit was een gevolg van:

- a. Sterfte
- b. Het "verdwijnen" van garnalen uit de opstelling.



Figuur 14 : De groei van Crangon crangon in de kleine bak in de aquariumruimte van het RIVO.



Figuur 15 : De groei van Crangon crangon in de grote bak in de aquariumruimte van het RIVO.

In tabel VIII wordt dit in een overzicht weergegeven.

	Afname in aantal garnalen		Afname in %	Sterfte		"Verdwenen"	
				aantal	%	aantal	%
Kleine bak	27	begin 68 eind 41	39.7	10	14.7	17	25.0
Grote bak	25	begin 51 eind 26	49.0	14	27.4	11	21.6

TABEL VIII - Overzicht van de afname in het aantal garnalen in de opstelling.

#### 4. Discussie

Het doel van het groeiexperiment, garnalenlarven in het laboratorium kweken, zodat ze met dezelfde snelheid groeien als ze in de natuurlijke situatie doen, is voor een deel bereikt.

De maximale groei in het 2 maanden durende experiment was + 10 mm per maand, in zowel de grote als de kleine bak. BODDEKE & BECKER (1979) stelden vast dat de ontwikkeling van ei naar consumptiegarnaal (+ 54 mm), in het voorjaar, 4 maanden duurde. In de natuurlijke situatie is de gemiddelde groei dus + 13 mm per maand. De maximale groei die in dit experiment gevonden is, ligt dus iets onder deze waarde, maar de gemiddelde groei ligt duidelijk lager (zie tabel VII).

Dit zou als volgt verklaard kunnen worden:

- Het voedsel dat de jonge garnalen is gevoerd, is niet hun natuurlijke voedsel. De garnalen zouden bij natuurlijk voedsel, dat gevarieerder is, mogelijk sneller hebben kunnen groeien.
- Het voedselaanbod is niet zo constant als in de natuur. Met name voor Tubifex dat slechts één uur in het zoute water in leven blijft is dit punt van belang.
- In de natuurlijke situatie zullen alleen de sterkste, en dit zijn meestal ook de snelst groeiende garnalen, overleven. De zwakkere en langzaam groeiende garnalen zullen al snel ten prooi vallen aan predatoren, zoals grotere garnalen en vissen, of ze zullen grote schommelingen in de abiotische factoren niet overleven. In het groeiexperiment kunnen ook deze langzaam groeiende garnalen in leven blijven, daar het milieu constant is en er geen predatoren aanwezig zijn. De gemiddelde groei zal dan lager worden dan in de natuur het geval is.
- Vooral grotere garnalen zijn tijdens het experiment uit de opstelling "verdwenen" (zie tabel VIII), doordat ze in de eerste maand uit de bakken konden springen. De kleinere garnalen waren toen nog niet in staat over de rand te springen. Nadat geconstateerd was dat er garnalen uit de opstelling waren verdwenen zijn de bakken afgedekt met planktongaas.



Door het verdwijnen van een deel van de grotere garnalen zal de gemiddelde en de maximale groei lager worden.

De gemiddelde groei in de grote bak was iets lager dan in de kleine bak. Dit verschil kan het gevolg zijn van het minder geconcentreerd zijn van het voedsel in de grote (diepe) bak ten opzicht van de kleine (ondiepe) bak.

De sterfte in de bakken (tabel VIII) kan een gevolg zijn van:

- a. beschadegingen van de garnaal als gevolg van het meten.
- b. storingen tijdens het vervellen, waardoor de garnaal niet in leven blijft.

Opmerkelijk is dat de sterfte in de grote bak hoger ligt dan in de kleine bak. Dit kan o.a. veroorzaakt zijn door een verschil in voedselaanbod.

Het percentage verdwenen garnalen ligt vrijwel gelijk in beide bakken, dit was te verwachten want de afstand van het wateroppervlak tot de rand van de bak, was voor beide bakken ongeveer 10 cm.

Tijdens het experiment is geen onderscheid gemaakt tussen de groei van ♂ en ♀. Geslachtsbepalingen bij het begin van het experiment waren nog niet mogelijk, omdat de garnalen te klein waren. Tijdens het experiment zaten meerdere garnalen bij elkaar, zodat de groei niet voor elke garnaal afzonderlijk kon worden bepaald. Bepalingen van het geslacht aan het eind van het experiment hadden daarom geen waarde, omdat de beginlengtes van de afzonderlijke garnalen niet bekend waren. Geslachtsbepalingen zouden dus alleen zinvol zijn geweest als alle garnalen in aparte bakken zouden zijn gekweekt, en de groei van elke garnaal afzonderlijk dan bekend zou zijn.

#### Eindconclusie

Het houden van garnalen in aquaria, over een langere periode, is mogelijk gebleken. In de 2 maanden dat de proef duurde stierf slechts 15-25% van het totale aantal garnalen.

Grote verschillen in de groei zijn niet opgetreden tussen een grote diepe bak en een kleine ondiepe bak, onderverdeeld in kleinere vakken. Het voedsel zal waarschijnlijk beter beschikbaar zijn in de kleine bak in verband met het kleinere volume van deze bak.

Indien garnalen nodig zijn voor andere experimenten, kunnen ze dus het beste in kleine (ondiepe) bakken gehouden worden. Een gevarieerder en/of constanter voedselaanbod zal de groei waarschijnlijk ook ten goede komen.

#### VI. LITERATUUR

Ark, P. van de, 1981 - De samenstelling van het voedsel en de consumptie van jonge garnalen (*Crangon crangon* L.) op een wadplaat in de westelijke Waddenzee, NIOZ- Texel Doctoraalverslag.

Boddeke, R., 1975 - Autumn migration and vertical distribution of the brown shrimp *Crangon crangon* L., in relation to environmental conditions - Proc. Europ. mar. biol. Symp.: 483-494.

- Boddeke, R., 1976 - The seasonal migration of the brown shrimp *Crangon crangon*. Neth. J. Sea. Res., 10 (1): 103-130.
- Boddeke, R., 1978 - Changes in the stock of brouw shrimp (*Crangon crangon* L.) in the coastal zone of the Netherlands. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 172: 239-249.
- Boddeke, R., 1982 - The occurrence of "winter" and "summer" eggs in the brown shrimp (*Crangon crangon*) and the pattern of recruitment. Neth. J. Sea. Res. 16: 151-162.
- Boddeke, R., 1983 - The coastal zone of Holland, a new Waddensea. ICES C.M. 1983/K: 21.
- Boddeke, R., & H.B. Becker, 1979 - A quantitative study of the fluctuations of the stock of brown shrimp (*Crangon crangon*) along the coast of the Netherlands. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 175 253-258.
- Driessen, G., 1982 - De Noordzeekust als kinderkamer voor de garnaal *Crangon crangon* (L.). RIVO-rapport ZE 82-04.
- Ehrenbaum, E., 1890 - Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris*. Fabr. Sonderbeilage der Mitt. der Sektion. f. Küsten und Hochsee fischerei des Deutschen Fischerei Vereins. Moeser. Berlin: 1-124.
- Havinga, B., 1930 - Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den Holländischen Gewässern. J. Cons. perm. int. Explor. Mer. 5: 57-87.
- Meixner, R., 1969 - Wachstum, Häutung und Fortpflanzung von *Crangon crangon* (L.) bei Einzelaufzucht - Ber. dt. wiss. komm. Meeresforsch. 20: 93-111.
- Plagmann, J., 1939 - Ernährungsbiologie der Garnele (*Crangon vulgaris* (L.)). Helgol. wiss. Meeresunters. 2(1): 113-162.
- Tieuws, K., 1954 - Die biologischen Grundlagen der Büsumer Garnelenfischerei. Ber. dt.wiss. komm. Meeresforsch. 12(3): 235-269.
- Tieuws, K., 1970 - Synopsis of biological data on the common shrimp *Crangon crangon* (Linnaeus, 1758) - F.A.O. Fisheries Reports 57(4): 1167-1224.
- Uhlig, G., H. Thiel & J.S. Gray, 1973 - The quantitative separation of meiofauna. A comparison of methods - Helgol. wiss. Meeresunters. 25: 173-195.

#### Determinatie-literatuur

- Campbell, A.C., 1977 - Elseviers gids voor strand en kust, Elsevier Amsterdam.
- Friedrich, H., 1940 - Tierwelt der Nord und Ostsee, teil VIb: Polychaeta. Akademische Verlags gesellschaft, Leipzig.
- Murray, J.W., 1979 - British Foraminifericis - Synopsis of the British Fauna no. 16 Academic Press, London.
- Newell, G.F. & R.C. Newell, 1963 - Marine plankton, a practical guide - Hutchinson, London.

Schuurmans Stekhoven jr., J.H., 1940 - Tierwelt der Nord und Ostsee, teil V: Nematoda - Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.

Smaldon, G., 1979 - British Coastal shrimps and prawn. Synopsis of the British Fauna no. 15. Ac. Press, London.