

RIVO

RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

ZE 82-04

DE NOORDZEEKUST ALS KINDERKAMER VOOR
DE GARNAAL CRANGON CRANGON (L.)

Gerard Driessen

ZE 82-04

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
IJMUIDEN

028

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: Biologisch Onderzoek Zoutwatervisserij.

Ysn 100741

Rapport: ZE 82-04

DE NOORDZEEKUST ALS KINDERKAMER VOOR
DE GARNAAL CRANGON CRANGON (L.)

Auteur: Gerard Driessen

Project: 1-7079

Projectleider: Dr. R. Boddeke

Datum van verschijnen: oktober 1982.

Inhoud:

I	-	Voorwoord
II	-	Samenvatting
III	-	Inleiding
IV	-	Werkwijze
V	-	Resultaten
VI	-	Discussie
VII	-	Referenties
VIII	-	Appendix:
	<u>a</u>	Inleiding
	<u>b</u>	Werkwijze
	<u>c</u>	Resultaten
	<u>d</u>	Discussie
	<u>e</u>	Referenties

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

2292898

I. VOORWOORD.

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van een negen maands doctoraal onderwerp biologie aan de Rijks Universiteit te Leiden onder supervisie van prof. dr. P. Dullemeijer.

Het onderzoek vond plaats tijdens een stageperiode van 1 november 1981 tot 30 september 1982 aan de afdeling Biologisch Onderzoek Zoutwatervisserij van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) te IJmuiden onder leiding van dr. R. Boddeke.

Veel dank ben ik eveneens verschuldigd aan de assistenten van de afdeling Biologisch Onderzoek Zoutwatervisserij zonder wiens hulp het uitvoeren van het bemonsteringsprogramma onmogelijk geweest zou zijn.

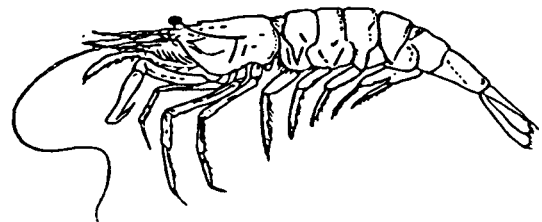
II. SAMENVATTING.

Over het voorkomen van juveniele garnaal, dat wil zeggen dieren kleiner dan 26 mm, langs de Nederlandse kust is weinig bekend. Dit onderzoek is opgezet om verspreiding en dichtheden vast te stellen van juveniele garnaal in de Nederlandse kustzone in het voorjaar. Tevens is gekeken of het voorkomen van juveniele garnaal een bepaald ruimtelijk patroon heeft en in verband gebracht kan worden met een aantal bodemkarakteristieken. Hiertoe werden in het voorjaar van 1982 regelmatig bemonsteringen uitgevoerd langs de Nederlandse kust.

De resultaten wijzen uit dat vanaf eind juni garnalen van alle lengteklassen opgroeien. Er zijn aanwijzingen dat in de periode daarvoor de larven doortrekken naar Waddenzee en Zeeuwse wateren. Een specifiek ruimtelijk patroon in de verspreiding van juveniele garnaal werd niet gevonden evenals een verband met korrelgrootte en slijkgehalte van de bodem.

De resultaten doen concluderen dat de Noordzeekust wel degelijk tot kinderkamer kan dienen voor garnaal. De betekenis hiervan voor de toepassing van het begrip "kinderkamer" op de Wadden en Zeeuwse wateren wordt besproken.

Een appendix is toegevoegd waarin de resultaten van een histologisch onderzoek naar de fertiliteit van jonge mannelijke garnalen in het voorjaar zijn opgenomen.



III. INLEIDING.

De garnaal *Crangon crangon* (L.) is de enige crangonsoort waarop in Europese wateren commerciële visserij bedreven wordt. Het verspreidingsgebied van de garnaal strekt zich uit over zand- en slikrijke kustzones en estuaria van de Noordzee, de Oostzee, de Middellandse Zee en de atlantische kusten van Europa. Vooral ondiepe kusten en wadden zijn belangrijk voor de larvale en juveniele stadia van de garnaal. *Crangon crangon* paait bijna het gehele jaar. Vrouwtjes met eieren worden dan ook in alle maanden van het jaar aangetroffen, maar hun aantallen variëren sterk. In de periode van mei tot en met september is dit aantal het hoogst en tevens dragen de vrouwtjes in die maanden individueel meer eieren bij zich dan in de periode oktober-april. (Boddeke, 1981). In de maanden september en oktober vindt in de Nederlandse wateren de zogenaamde herfstmigratie plaats; geïnduceerd door temperatuurfluctuaties van het zeewater trekken groepen garnalen van afnemende seksuele rijpheid uit de ondiepere kustzones en estuaria zeewaarts tot zo'n 8-18 mijl uit de kust (Boddeke, 1975). De eieren die in deze trek meegevoerd worden komen in volle zee uit en de larven trekken, passief, gebruik makend van de zeestromen weer naar de ondiepe, voedselrijke kustzone, Waddenzee en Zeeuws estuarium (Power, 1974). Hier groeien zij op. De verdeling van de jonge garnalenpopulatie, de dieren kleiner dan 54 mm, over deze drie gebieden was in de periode 1969-1973; in het voorjaar: Waddenzee 51,3%, Zeeuws estuarium 5,2% en de kuststrook 43,4% en in het najaar: Waddenzee 48,8%, Zeeuws estuarium 9,7% en kuststrook 41,5% (Becker en Postuma, 1974). Voor een belangrijk deel wordt de hoogte van deze percentages bepaald door de oppervlakten van deze gebieden, respectievelijk 1437, 520 en 6866 km². De hoogste dichtheden van jonge garnaal komen dus voor in de Waddenzee. De ondermaatse garnaal waar deze schattingen voor berekend zijn vormt echter een nog grote groep. De bestandsopnamen die ten grondslag liggen aan deze schattingen zijn uitgevoerd met netten van 20 mm maaswijdte. In deze trekken worden dan ook zelden dieren kleiner dan 20 mm aangetroffen. Van de zeer jonge, juveniele garnalen (6-25 mm) is bekend dat zij veelvuldig voorkomen in plassen, prielen en ondiepe gedeelten van de Waddenzee en het Zeeuws estuarium (Boddeke, 1976). Weinig is echter bekend over de aanwezigheid van juveniele garnaal in de kustzone.

Dit onderzoek is opgezet om verspreiding en dichtheden vast te stellen van juveniele garnaal in de Nederlandse kuststrook in het voorjaar. Daarnaast zal gekeken worden of het voorkomen van juveniele garnaal in verband gebracht kan worden met plaats, diepte en bodemkarakteristieken als korrelgrootte en slikgehalte.

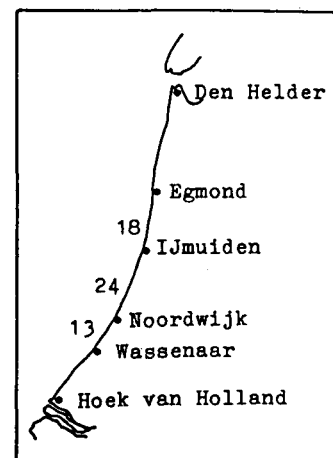
Gegevens van deze aard zijn noodzakelijk om het belang van de kustzone voor de Nederlandse garnalenpopulatie af te schatten in verhouding tot de Waddenzee en het Zeeuws estuarium. Deze laatste gebieden worden tot op heden min of meer vanzelfsprekend verantwoordelijk gesteld voor het opgroeien van het overgrote deel van juveniele garnaal.

Om een antwoord op deze vragen te kunnen geven zijn gedurende het voorjaar en een gedeelte van de zomer van 1982 op vier plaatsen langs de Nederlandse kust op verschillende diepten herhaalde malen monsters genomen van de garnalenpopulaties en de bodem. Tevens is gebruik gemaakt van gegevens verzameld in het kader van het "Waddenzeeproject" uitgevoerd door het RIVO over de jaren 1976 tot en met 1980.

IV. WERKWIJZE.

De bemonstering.

De plaatsen waar de bemonsteringen werden uitgevoerd, in het vervolg stations genoemd, waren van noord naar zuid Egmond, IJmuiden, Noordwijk en Wassenaar (fig. 1). De afstand tussen de uiterste stations bedroeg 55 km, zodat dus een belangrijk gedeelte van de gehele Nederlandse kuststrook van Den Helder tot Hoek van Holland (118 km) door deze stations bestreken werd. Op al de stations werd bemonsterd op 0,5, 1, 2, 3, 5 en 7 meter diepte. Deze laatste diepte ligt gemiddeld zo'n 1,5 tot 2 km uit de kust. Een enkele maal kon vanwege de branding niet op 0,5 of 1 meter gevist worden.



Figuur 1, Ligging van de stations langs de kust en hun onderlinge afstanden in kilometers.

De dagen waarop de bemonsteringen plaats vonden staan voor de verschillende stations in tabel I. Het lag aanvankelijk in de bedoeling alle stations één maal per maand op alle diepten te bevissen, maar weersomstandigheden en personele bezetting lieten dat niet altijd toe.

Het vistuig.

Afhankelijk van de diepte waarop gevist werd, gebeurde dit met drie verschillende typen vistuig;

1. Garnalenkor. Op diepten van 1 tot en met 7 meter werd gevist met behulp van een twee meter brede boomkor, waarvan de maaswijdte van de buitenkuil 7 mm bedroeg. Hierin was van planktongaas een binnenkuil ingenaaid met een maaswijdte van 1,5 mm. Aan de boomkor was een afstandsmeter bevestigd, zodat het afgeviste oppervlak berekend kon worden. Op ieder station werden op alle diepten trekken van 5 tot 10 minuten gedaan, waarbij de gemiddelde vaarsnelheid 2,8 km/uur bedroeg. Op deze wijze werd dus een strook van 250 tot 450 m lengte en 2 m breedte, evenwijdig aan de kust afgevist.

Gevist werd vanuit een rubberboot met buitenboordmotor.

Egmond	22/3	22/4	-	2/6	14/7
IJmuiden	19/3	23/4	26/5	-	8/7
Noordwijk	9/3	21/4	-	1/6	9/7
Wassenaar	26/3	-	-	25/6	30/7

Tabel 1, De dagen waarop de bemonsteringen met garnalenkor en duwnet werden uitgevoerd.

2. Duwnet. Op een halve meter diepte werd gevist met een duwnet van 1,5 meter breedte. Ook hierin was een binnenkuil bevestigd van 1,5 mm planktongaas. Met dit duwnet werd een strook van 70 tot 100 m lengte evenwijdig aan de kustlijn afgevist, waarbij de afstand op het strand werd afgepaald. De snelheid waarmee het duwnet door het water werd bewogen was sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en de bodem. Op ongeveer 30 cm voor de ingang van het net sleepte een ketting over de bodem om de garnalen op te doen laten springen.

3. Aquariumnetje. Op 30/6 is op het strand bij IJmuiden in een aantal poeltjes bemonsterd met behulp van een aquariumnetje van 17,5 cm breedte. Met dit netje werden op zo'n 20 cm diepte stroken van 8 m lengte bevist.

De bodemonsters.

In de maand juli werden op alle stations direct na een trek bodemonsters genomen met een zogenaamde "Petersengrijper". Een bodemlaag van ongeveer 1 cm werd met een buisje afgeschept. Van deze monsters werden twee karakteristieken bepaald. De korrelgrootte van ten minste 100 korrels werd bij een vergroting van 100 maal door een microscoop op 0,015 mm nauwkeurig gemeten. Het volumepercentage slijk werd bepaald door het monster in een glazen cuvet na enig schudden een dag te laten bezinken en vervolgens de lengte van de slikkolom ten opzichte van de totale kolom te meten. Deze methode is weinig bewerkelijk en nauwkeurig tot op zo'n 5%. Onder slijk wordt hier verstaan de in suspensie zijnde, ge-coaguleerde fijnere delen.

Garnalen werden gedood en geconserveerd in 4-6% formaline. De lengte van de garnaal is hier gedefinieerd als de afstand tussen de voorste punt van de scaphocerite en de achterrand van het telson.

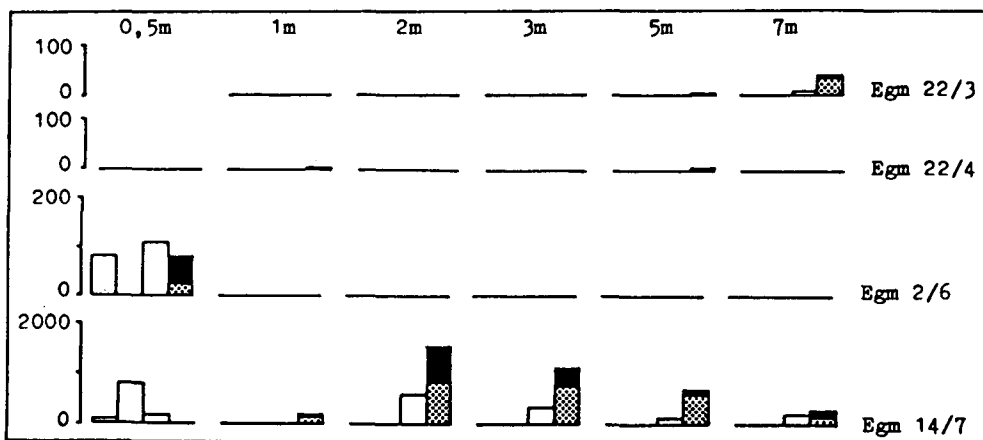
Als juveniel werden beschouwd; garnalen kleiner dan 26 mm. Tiews (1954) vermeldt dat in de literatuur door verscheidene auteurs zeer verschillende lengten opgegeven worden waarop het wijfje geslachtsrijp is; van 30 tot 54 mm. Het kleinste vrouwtje met eieren dat in dit onderzoek gevonden is was 41 mm lang. De resultaten van een histologisch onderzoek bij mannetjes, dat als appendix aan dit verslag is toegevoegd, wijzen uit dat mannetjes vanaf 27 mm geslachtsrijp kunnen zijn. Voor alle dieren van 25 mm of kleiner geldt dus dat zij beslist nog niet geslachtsrijp zijn.

Het geslacht van de garnalen werd bepaald aan de hand van vorm en afmeting van de endopodiet van de 1e pleopode of het al dan niet voorkomen van het appendix masculina op de endopodiet van de 2e pleopode. (Zie voor een overzicht van de secundaire geslachtskenmerken van Crangon crangon; Goudswaard, 1981). Dieren kleiner dan 21 mm zijn sexueel niet onderscheidbaar.

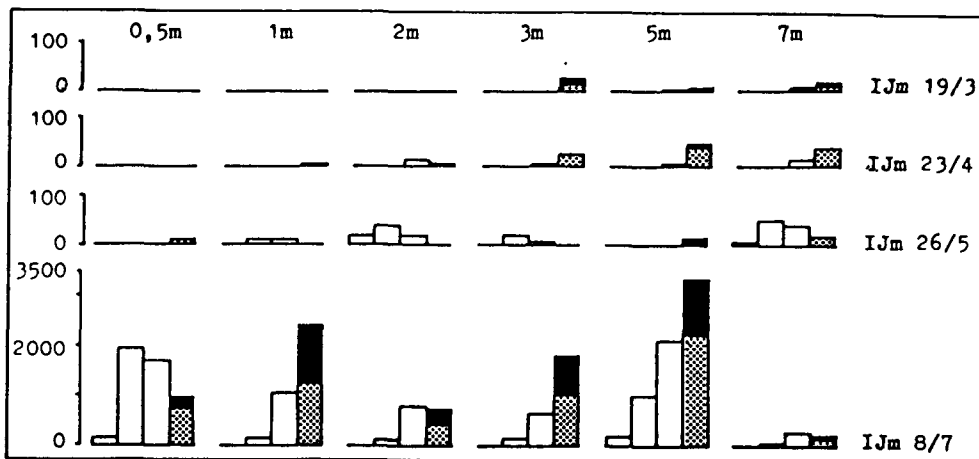
V. RESULTATEN.

De resultaten van de bemonsteringen op de diepten 0,5 tot en met 7 meter staan voor ieder van de stations samengevat in de figuren 2 tot en met 5. De aantallen juveniele garnaal in de trekken zijn in vier lengteklassen ondergebracht en omgerekend naar dichtheden per 1000 m² om de monsters onderling vergelijkbaar te maken. De schaal langs de ordinaat in de maand juli is telkens een factor 10 groter dan die in de eerste maanden. De frequentiediagrammen zijn zodanig gerangschikt dat zij in horizontale richting een dieptegradient tonen en in verticale richting een tijdreeks ontstaat. De volgorde van de figuren komt overeen met de noord-zuid richting.

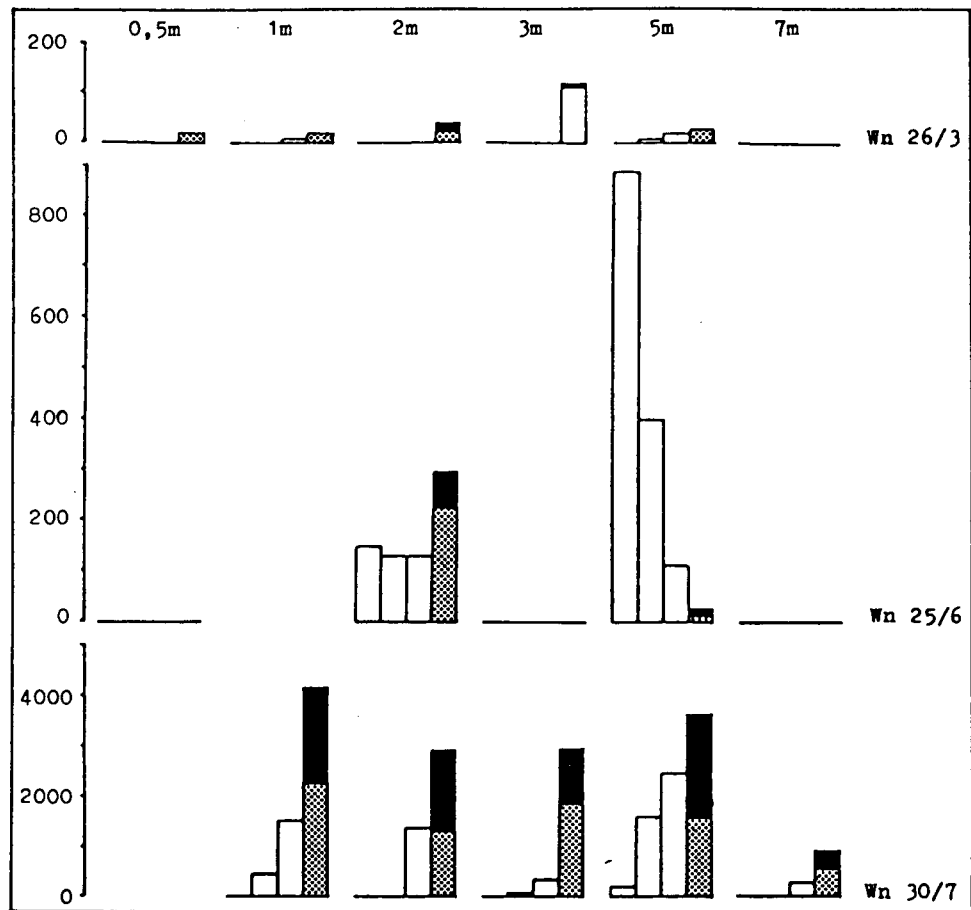
Wanneer de juveniele garnalen als groep bekeken worden, dan valt daarin geen duidelijk ruimtelijk patroon te ontdekken, niet met betrekking tot de diepte, noch met betrekking tot de noord-zuid richting. Het voorkomen van garnaal kleiner dan 26 mm is in de periode tot en met juni "patchy" te noemen. Het duidelijkst laat zich dat illustreren door de bemonstering bij Wassenaar op



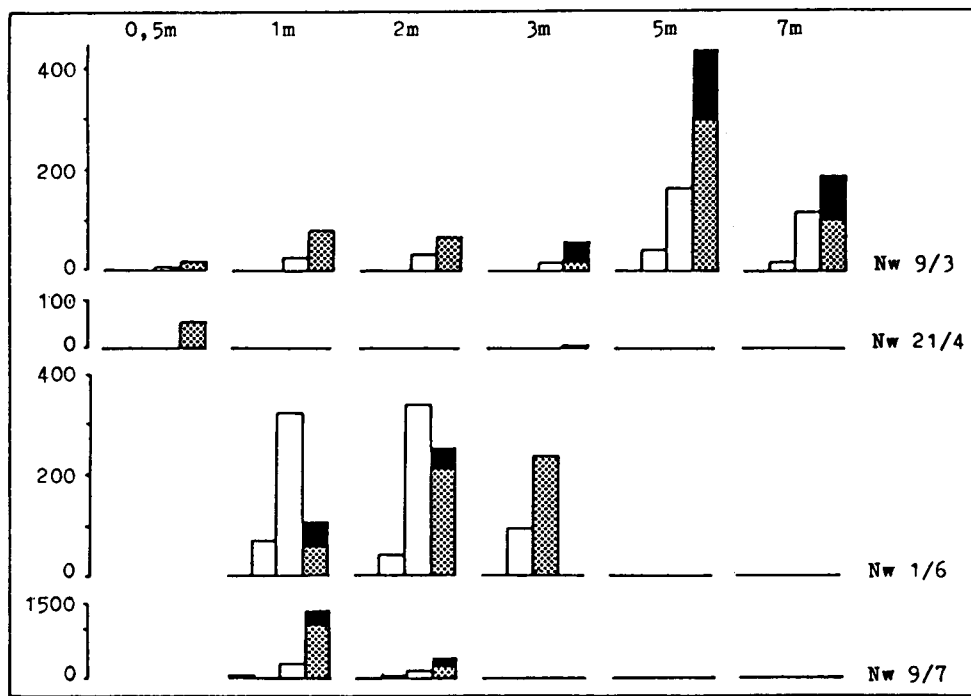
Figuur 2, De dichtheid per 1000 m² van garnaal kleiner dan 26 mm verdeeld over vier lengteklassen; 6-10, 11-15, 16-20 en 21-25 mm, bij het station Egmond op verschillende diepten in de periode maart tot en met juli 1982. De klasse 21-25 mm is nog onderverdeeld in mannetjes ■ en vrouwtjes ▨.



Figuur 3, Als fig. 2, maar van het station IJmuiden.



Figuur 5, Als fig. 2, maar van het station Wassenaar.



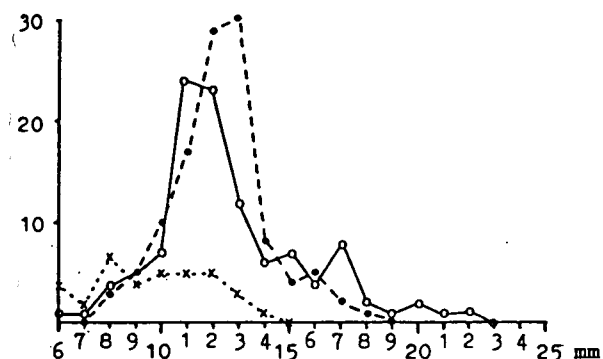
Figuur 4, Als fig. 2, maar van het station Noordwijk.

25/6 (fig. 5). Behalve bij het station Noordwijk liggen de dichtheden in de maand juli op de andere stations v er boven die van de voorafgaande maanden. Deze grote aantallen juveniele garnalen zijn min of meer gelijkmatig verdeeld tot op 5 meter diepte.

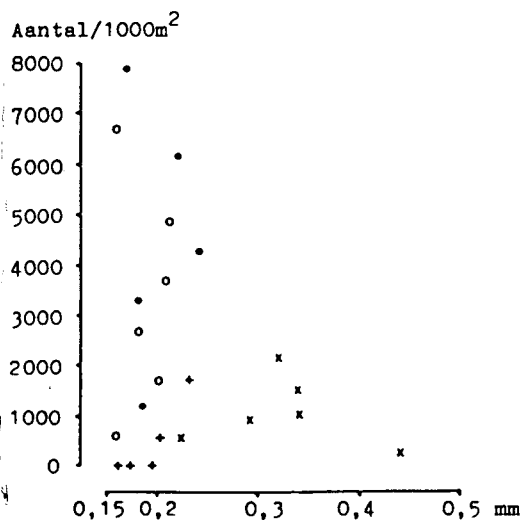
In de figuren 2 tot en met 5 valt voorts op dat over het algemeen garnalen uit de kleinste lengteklassen; 6-10 en 11-15 mm heel weinig voorkomen. Met uitzondering van de trekken Egmond, 0,5 m (fig. 2) en Wassenaar, 2 m en 5 m (fig. 5) is de klasse 6-10 mm in de meeste gevallen zelfs leeg en in de overige gevallen zeer klein ten opzichte van de hogere klassen.

Het is van Crangon crangon niet bekend of erfelijke dan wel omgevingsfactoren het geslacht bepalen. De mannetjes uit de lengteklasse 21-25 mm zijn nog te jong om te paaien, maar zij zijn al oud genoeg om ze te onderscheiden van de vrouwtjes (zie appendix), zodat de hier gevonden sexeverhouding, de "geboorteverhouding" weerspiegelt. In de periode tot en met juni blijken er vaak meer vrouwtjes te zijn, in de maand juli lijkt de verhouding meer naar één op één te verschuiven.

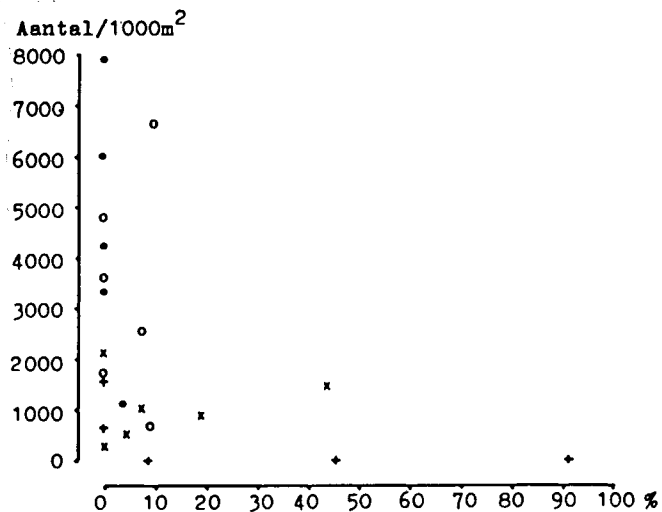
Op 30/6 zijn op het strand van IJmuiden een drietal monsters genomen met een aquariumnetje. Twee monsters uit plassen, waarvan één met een kale zandbodem en één met veel detritus op de bodem en één monster in een zwin met een slikkige bodem. De lengteverdelingen van de garnalen die hierin werden gevangen staan in fig. 6 afgebeeld. In deze monsters werden zeer veel juveniele garnalen aangetroffen, omgerekend naar dichtheden per 1000 m² respectievelijk 22.000, 76.000 en 82.000! Dit is vele malen meer dan in volle zee, vanaf 0,5 m diepte, ooit werd gevonden. Gedurende de maand juli is voor andere bemonsteringen nog enige malen het strand bezocht. Ook bij de stations Noordwijk en Egmond werden in plassen en prielen grote concentraties juveniele garnalen waargenomen.



Figuur 6. De lengteverdelingen van garnalen uit drie trekjes met een aquariumnetje aan het strand bij IJmuiden op 30/6; plas met zandige bodem (x-x), zwin met slijk op zand (o-o), plas met detritus (•-•).



Figuur 7. De dichtheid van juveniele garnaal per 1000 vierkante meter tegen de gemiddelde korrelgrootte van het bodemzand (in mm) bij Egmond (x), IJmuiden (o), Noordwijk (+) en Wassenaar (•).



Figuur 8. De dichtheid van juveniele garnaal per 1000 vierkante meter tegen het volumepercentage slijk in de bodem bij Egmond (x), IJmuiden (o), Noordwijk (+) en Wassenaar (•).

In de figuren 7 en 8 is gepoogd de dichtheid van juveniele garnaal in verband te brengen met de gemiddelde korrelgrootte van het zand en met het volumepercentage slik in de bovenste, 1 cm dikke, bodemlaag. Juveniele garnalen worden in fijn zand in zeer hoge als wel in extreem lage concentraties aangetroffen. Naarmate het zand grover wordt neemt de range van dichtheden af. In heel grof zand worden nauwelijks nog juveniele garnalen gevonden. Eenzelfde trend toont de relatie tussen het voorkomen van juveniele garnaal en het volumepercentage slik; in puur zand een brede range van dichtheden, in de slikrijkere bodems alleen nog lage dichtheden.

VI. DISCUSSIE.

In het onderzochte gebied komen overal juveniele garnalen voor. De dichtheden variëren echter sterk in plaats en tijd. Tot en met juni is de verspreiding op 0,5 m en dieper "patchy" te noemen. In juli is de verdeling van de juveniele garnalen over de verschillende diepten homogener. De toename van juveniele garnalen in de maand juli is explosief te noemen. Dit algehele beeld wordt voornamelijk bepaald door garnalen uit de lengteklassen 16-20 en 21-25 mm. De allerkleinste garnaaltjes van 6-10 en 11-15 zijn op een enkele uitzondering na afwezig in de monsters op 0,5 m of dieper, echter als ze gevonden worden dan is dat in relatief hoge dichtheden. In plassen en prielen kunnen ze vanaf eind juni in ongekend hoge concentraties aangetroffen worden.

Boddeke en Becker (1979) hebben laten zien dat de ontwikkeling van ei naar consumptiegarnaal van 54 mm ruim vier maanden in beslag neemt. Tiewes (1954) vond dat de lengtegroei van Crangon crangon tot 30 mm in de tijd min of meer lineair is, zodat grofweg gesteld kan worden dat de garnalen uit de lengteklassen 16-20 en 21-25 mm één tot twee maanden oud zijn. Behalve in het voorjaar bij het station Wassenaar bedroeg de periode tussen twee op elkaar volgende bemonsteringen 1 tot 1½ maand. Dit houdt dus in dat de grote aantallen garnalen tussen 16 en 25 mm in van de maand juli terug te vinden zouden moeten zijn als garnalen van 6 tot 15 mm in de bemonstering daaraan voorafgaand. Dit gaat alleen in enige mate op voor het station Wassenaar (fig. 5). Op de andere stations zou het niet terugvinden van deze grotere juvenielen van juli als kleine juvenielen in de voorafgaande bemonstering op twee wijzen kunnen zijn veroorzaakt. Ten eerste kan het zijn dat kleine juvenielen zodanig geclusterd voorkomen dat de kans dat zij bij de gevolgde bemonsteringsmethode gevangen worden zo gering is dat daardoor een onderschatting van het aantal kleine juvenielen ontstaat. Ten tweede kan er migratie opgetreden zijn van garnalen vanaf 15 mm lengte vanuit niet bemonsterde gebieden naar diepten tussen 0,5 en 0,7 m, alwaar zij in de monsters teruggevonden worden. Voor beide verklaringen bestaan aanwijzingen. Kleine juveniele garnalen kunnen zéér geclusterd voorkomen, zie bijvoorbeeld fig. 5; Wn 25/6 en uit fig. 6 blijkt dat vlak buiten het bemonsteringsgebied enorme hoeveelheden zeer jonge garnalen voorkomen. Voorts laat de lengteverdeling van deze dieren een scherpe daling zien vanaf 13 - 14 mm, terwijl deze dieren vanaf 15 mm volop in zee vanaf 0,5 m diepte worden gevonden.

In tegenstelling tot de maanden juni en juli zijn in de monsters uit de voorafgaande periode met uitzondering van Nw 9/3 (fig. 2) over het geheel genomen maar weinig juveniele garnalen gevonden. Ook de grotere lengteklassen waren vaak 'dun bevolkt'. Gegevens over garnaleneieren in het voorjaar 1982 zijn nog niet bekend, zodat teruggegrepen moet worden op oudere gegevens.

In de jaren '78 tot en met '80 was er in de Noordzee telkens vanaf maart al een sterke stijging van het aantal rijpe garnaleneieren sprake (Boddeke, 1981). Evenals het voorjaar van 1982 waren de voorafgaande winters niet extreem streng of zacht geweest, zodat er dus weinig redenen zijn de periode van toenemende eiafzetting vroeger of later dan in de jaren '78 tot en met '80 te veronder-

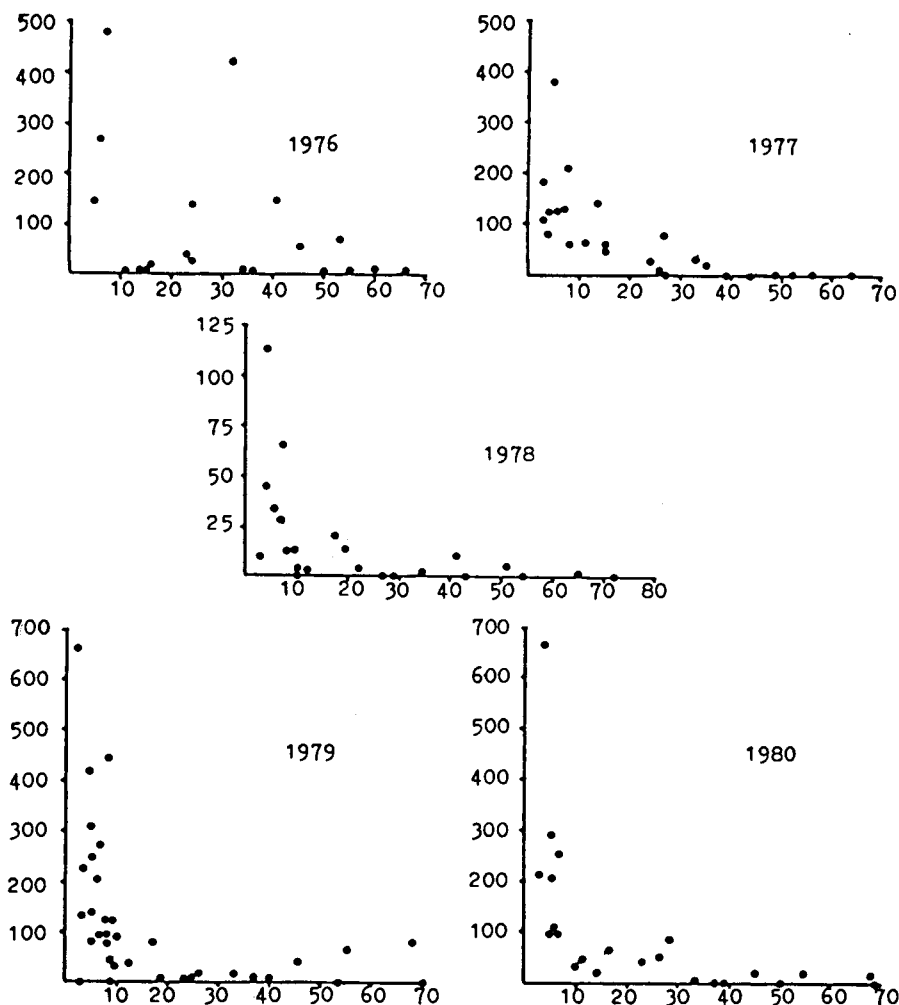
stellen. In dat geval echter zouden de voorjaarsmonsters toch aanzienlijke hoeveelheden vooral kleine en in april/mei ook grotere juveniele garnalen moeten bevatten. Met zekerheid kan het pas gezegd worden na het beschikbaar komen van de gegevens van 1982, maar vooralsnog lijkt het er op dat de dieren in het voorjaar zich niet langs de kust vestigen, maar wellicht doortrekken naar de Waddenzee of de Zeeuwse wateren. Deze veronderstelling zou getoetst moeten worden met behulp van intrekgegevens van juveniele garnaal in de Waddenzee en Zeeuwse wateren en onderzoek naar de voedselsituatie voor kleine garnaltjes langs de Noordzeekust. Intrekgegevens van garnaal in de Waddenzee waren in 1982 te summier om in dit verband te worden gebruikt. Het menu van Crangon crangon is zeer gevarieerd. Plagman (1939) noemt voor garnalen tot 26 mm lengte op grond van maaginhoudonderzoek; foraminiferen, nematoden, harpacticiden en andere copepoden, het wadslakje *Hydrobia ulvae*, mossellarven, larven van de zeepok *Balanus balanoides* en *Corophium volutator*.

Van penaeïde garnaal is bekend, dat juveniele stadia van soorten als *Penaeus aztecus* en *Penaeus satiferus*, voorkeur vertonen voor fijnkorrelig substraat, in samenhang met temperatuur en zoutgehalte (Rulifson, 1981). In dit onderzoek werden in het grovere zand geen hoge dichtheden van juveniele garnaal gevonden. Daar de grovere bodemonsters allemaal van één en hetzelfde station komen, namelijk Egmond (zie fig. 7), moet niet uitgesloten worden geacht dat een andere, lokale factor dit gebied minder geschikt maakt. Dichtheden van garnalen groter dan 25 mm waren in de trekken bij Egmond ook relatief laag in juli.

De lage dichtheden van juveniele garnaal in de trekken op slikrijke bodems vanaf 0,5 m zijn zeer merkwaardig. Juist deze slikrijke bodems worden in het algemeen geassocieerd met het voorkomen van *Crangon crangon* en in het bijzonder met de juveniele stadia. De resultaten van de bemonsteringen in de plassen op het strand bij IJmuiden (zie fig. 6) zijn hier wel mee in overeenstemming. Op de bodems met detritus en slik werden bijna vier maal zo hoge concentraties aangetroffen dan op de zandbodem.

De relatie tussen bodemkenmerken en het voorkomen van juveniele garnalen ligt vermoedelijk veel gecompliceerder dan de simpele vorm die hier is onderzocht. Eventuele voorkeuren van juveniele garnaal voor bepaalde substraattypen zouden wellicht in een meer experimentele opzet onderzocht moeten worden.

Resumerend kan gesteld worden, dat de resultaten van dit onderzoek aantonen dat langs de Noordzeekust garnalen opgroeien van ei tot volwassen consumptiegarnaal. Dat hierdoor de Noordzeekust een belangrijke bijdrage kan leveren aan de totale Nederlandse garnalenpopulatie komt niet in de laatste plaats door de oppervlakte van het gebied. In figuur 9 zijn de dichtheden per 1000 m² van garnaal in de voorjaren van 1976 tot en met 1980 op verschillende afstanden van de Nederlandse kust tussen Hoek van Holland en Den Helder weergegeven. Deze gegevens werden verzameld in het kader van het 'Waddenzee'-project. Alhoewel door het gebruik van grofmazige netten de fraktie juveniele



Figuur 9. De dichtheid van garnaal, per 1000m², op verschillende afstanden van de nederlandse kust, in kilometers. Resultaten van het "Waddenzee-project" in 1976 tot en met 1980.

dieren ondervertegenwoordigd is, geven deze resultaten enig idee van de grootte van het gebied. Ondanks een aanzienlijke variatie tussen de jaren liggen tot zo'n 10 - 15 km uit de kust meestal de hoogste dichtheden. Gerekend van Hoek van Holland tot Den Helder komt dit neer op ten minste 1200 km², hetgeen in dezelfde orde van grootte ligt als de Waddenzee.

De aanwijzingen die dit onderzoek hebben opgeleverd voor het verschijnsel dat kleine juvenielen in het voorjaar doortrekken tot in de Waddenzee en het Zeeuwse estuarium en zich vanaf eind juni ook langs de kust vestigen werpen een ander licht op het begrip 'kinderkamer'. Dat de Wadden en Zeeuwse wateren zo veel juveniele garnaal herbergen hoeft niet het resultaat te zijn van een gerichte trek, maar kan het gevolg zijn van een in eerste instantie óngeschikt zijn van de Noordzeekust. Larven, in volle zee geboren, trekken door totdat zij een geschikt plekje vinden om zich te vestigen. In het voorjaar betekent dat, dat zij daarvoor helemaal tot in de Waddenzee en Zeeuwse wateren moeten reizen. Later in het jaar, wanneer de omstandigheden voor de kust gunstiger zijn, vestigen zij zich reeds daar. Verder onderzoek zou zich op deze hypothese kunnen richten.

VII. REFERENTIES.

- Becker, H.B. en
K.H. Postuma - Enige voorlopige resultaten van 5
jaar Waddenzee-project.
Visserij, 1974, 27(2), pp 69-79.
- Boddeke, R. - Autumn migration and vertical
distribution of the brown shrimp
Crangon crangon, in relation to
environmental conditions.
Proc. Europ. mar. biol. Symp.,
1975, pp 483-494.
- Boddeke, R. - The seasonal migration of the brown
shrimp Crangon crangon.
Netherlands Journal of Sea Research,
1976, 10(1), pp 103-130.
- Boddeke, R. - The occurrence of "winter" and "summer"
eggs in the brown shrimp (Crangon
crangon) and the impact on recruitment.
ICES. C.M. 1981/K:27.
- Boddeke, R., and
H.B. Becker. - A quantitative study of the fluctuations
of the stock of brown shrimp (Crangon
crangon) along the coast of the
Netherlands.
Rapp. P.-v. Réun. const. Explor. Mer,
1979, 175, pp 253-258.
- Plagman, J. - Ernährungsbiologie der Garnele (Crangon
vulgaris, Fabr.).
Helgoländer wissenschaftliche Meeres-
untersuchungen. 1939, 2(1), pp 113-162.
- Power, R.H. - Onderzoek met betrekking tot een mogelijk
karakteristiek verspreidingspatroon van
garnalenlarven (Crangon crangon) in zee.
Doctoraal verslag, 1974, RIVO, IJmuiden.
- Rulifson, R.A. - Substrate preferences of juvenile penaeid
shrimps in estuarine habitats.
Contributions in marine Science, 1981,
13, pp 35-52.
- Tiewe, K. - Die biologischen Grundlagen der Büsemer
Garnelenfischerei.
Ber. Dt. wiss. Komm. Meeresforsch.,
1954, 13, pp 235-269.

VIII - APPENDIX

ONDERZOEK NAAR DE FERTILITEIT VAN MANNELIJKE GARNAAL,
CRANGON CRANGON (L.).

a. Inleiding

In visserijbiologisch onderzoek zijn nauwkeurige gegevens over fertiliteit van dieren onontbeerlijk. De fertiliteit van vrouwelijke garnalen is door Boddeke (1981) uitvoerig onderzocht. Dit onderzoek richt zich op de fertiliteit van mannelijke garnaal.

Van vrouwelijke garnaal is bekend, dat zij aan het sperma van een enkele copulatie voldoende heeft om meerdere malen een hoeveelheid eieren te kunnen bevruchten, terwijl het mannetje bij een copulatie in een keer zijn gehele voorraad sperma overdraagt (Bosschieter, 1979). Het is duidelijk, dat het mannetje daartoe een zeer grote hoeveelheid spermacellen moet produceren en dat de populatiefertiliteit bepaald wordt door eiproduktie van de vrouwtjes.

Mannelijke garnalen paaien in het algemeen slechts éénmaal in hun leven, waarna het vas deferens degenerereert en het in aanleg reeds aanwezige ovarium en de uteri zich ontwikkelen. Het fertiele deel van de mannelijke populatie wordt dus enerzijds afgegrensd door dieren waarvan de gonadenontwikkeling nog niet voltooid is en die nog geen sperma bezitten en anderzijds door dieren die reeds uitgepaaid zijn.

Dit onderzoek diende om vast te stellen bij welke lengte mannelijke garnalen fertiel worden en welk gedeelte van de mannelijke voorjaarspopulatie in de Nederlandse kustzone reeds is afgepaaid.

b. Werkwijze

Alle voor dit onderzoek gebruikte garnalen werden voor de Nederlandse kust gevangen tussen Noordwijk en Egmond aan Zee op diepten variërend van 0,5 tot 7 meter met behulp van een kleine boomkor met een fijnmazige (1,5 mm) binnenkuil. Garnalen bestemd voor het onderzoek naar het reeds ontwikkeld hebben van spermacellen werden in december 1981 gevangen. Garnalen bestemd voor het onderzoek naar het al dan niet afgepaaid zijn werden in mei en juni 1982 gevangen. Mannetjes werden geselecteerd op grond van de aanwezigheid van het appendix masculina op het tweede paar pleopoden en geconserveerd op 4 - 6% formaline. Dieren kleiner dan 21 mm zijn sexueel niet onderscheidbaar.

De volgende procedure werd gevolgd voor het uitprepareren van de spermatophoren. Vanaf de ventrale zijde, juist voor de inplanting van het eerste paar pleopoden, wordt het abdomen van de cephalothorax gesneden. Met een pincet kunnen de resten van de beide ventrolaterale staartspierbundels in de cephalothorax verwijderd worden. De vasa deferentes liggen nu vrij tegen de laterale delen van de sterniet van de cephalothorax. Bij de grotere exemplaren kunnen deze direct met een pincet of prepareernaald losgeprepareerd worden, voor kleinere exemplaren kan dit beter onder een binoculair

geschieden. De spermatophoor is eenvoudig uit het vas deferens te verwijderen. Vervolgens wordt de spermatophoor gekleurd in methyleen blauw (0,5 gram op 100 ml A.D.) gedurende een of twee minuten en daarna onder een dekglasje gekneusd. Tenslotte wordt de resterende kleurstof met een stukje filtreerpapier uit het preparaat verwijderd.

De preparaten werden onder een 400-voudige vergroting doorzocht op het voorkomen van spermacellen. Voor een beschrijving van de morfologie van de spermacellen van Crangon crangon wordt verwezen naar Ehrenbaum (1890) en Bosschieter (1979). Van elke garnaal werden beide spermatophoren onderzocht en indien in beide spermacellen werden aangetroffen werd het exemplaar 'fertiel' beschouwd.

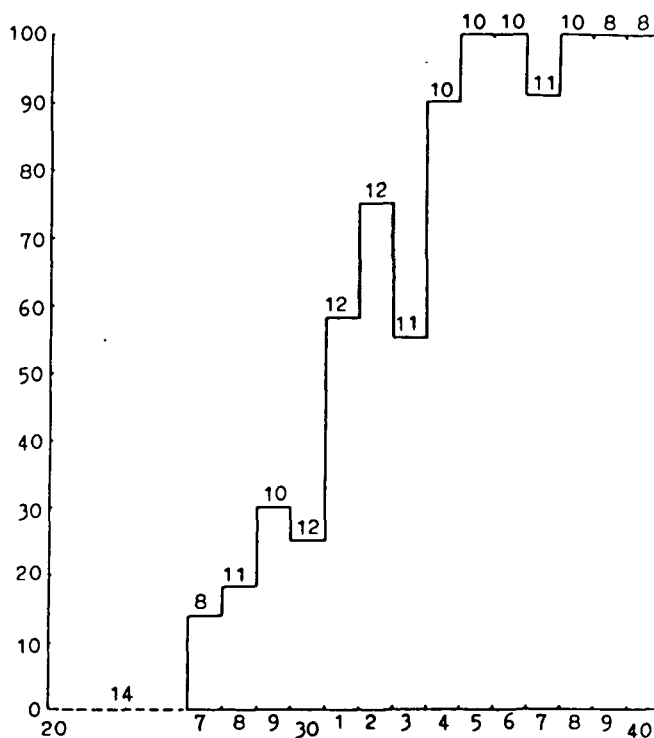
c. Resultaten

1. Ontwikkeling spermacellen bij jonge garnaal.

In fig. 10 staan de resultaten samengevat van het onderzoek aan garnalen tussen 20 en 40 mm lengte. Per lengteklasse (klassebreedte 1 mm) staat het percentage fertiele mannelijke garnalen uitgezet. De lengteklassen 20 tot en met 26 mm werden samen genomen, omdat hier per klasse erg weinig dieren beschikbaar waren. Vanaf een lengte van 27 mm werden fertiele mannetjes gevonden, dat wil zeggen, met geslachtscellen in beide spermatophoren. Het percentage fertiele mannetjes neemt met toenemende lengte geleidelijk aan toe tot 100% bij een lengte van 35 mm. Van de mannetjes tussen 35 en 40 mm is 97,9% fertiel. In geen van de lengteklassen werden reeds uitgepaaide dieren aangetroffen, herkenbaar aan het voorkomen van zogenaamde 'stekels' in de spermatophoor (Bosschieter, 1979). In 4 van de 121 onderzochte exemplaren werd in slechts één van de spermatophoren enig sperma aangetroffen en in de andere geheel niets.

2. Reeds uitgepaaide mannetjes in de voorjaarspopulatie.

Tabel II geeft een indruk van het gedeelte van de populatie mannelijke garnaal in de maanden mei en juni dat reeds is uitgepaaid. Omdat vooral de grotere exemplaren weinig voorkomen zijn percentages berekend van lengteklassen van 5 mm breedte. Het weinig opzienbarende feit doet zich voor, dat het percentage uitgepaaide mannetjes toeneemt met de lengte van de mannetjes. Van alle onderzochte dieren samen was 24,4% reeds uitgepaaid.



Figuur 10, Percentage fertiele mannetjes van verschillende lengte.

Boven de kolommen is het aantal garnalen aangegeven waarvan de fertiliteit is onderzocht. Garnalen van 20 tot en met 26 mm zijn in één klasse samen genomen, de overige lengteklassen zijn 1 mm breed.

d. Discussie

De resultaten van dit onderzoek doen concluderen, dat mannelijke garnalen vanaf 35 mm lengte in beide spermatophoren geslachtscellen bezitten. Dat al deze mannetjes tot paring in staat zijn is nog een vraag. Het aantal geslachtscellen dat in de preparaten werd aangetroffen varieerde sterk, ook bij mannetjes van 35 mm lengte. Wellicht zijn echte paringsrijpe mannetjes dan ook wel in het algemeen iets groter. Tiëws (1954) zag in aquariumproeven geslaagde paringen door mannetjes vanaf 38 mm lengte. Daar echter ook kleinere mannetjes (vanaf 27 mm lengte) gevonden zijn met in beide spermatophoren geslachtscellen en de lengte van het mannetje ten opzichte van het vrouwtje bij de paring geen rol speelt (Tiëws, 1954) blijft het mogelijk, dat ook mannetjes kleiner dan 35 mm in staat zijn een geslaagde paring te ondernemen.

Lengteklasse	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Aantal onderzocht	10	10	7	7	8	11	7	5	3	4	3	3	-	8	-
Aantal uitgepaaid	2	1	1	2	2	4	1	2	-	-	-	2	-	4	-
Percentage uitgepaaid	19,0					23,3					42,9				

Tabel II, Het gedeelte van de voorjaarspopulatie van mannelijke garnaal dat reeds is uitgepaaid.

Goudswaard (1981) haalt ongepubliceerde gegevens van Boddeke aan waaruit blijkt dat 55% van de mannetjes tussen 34 en 50 mm lengte in de maanden april, mei en juni reeds zijn uitgepaaid. Dit getal ligt flink boven het in dit onderzoek gevonden percentage van 24,4 ondanks het feit dat de onderzochte lengtegroepen en de tijdstippen van bemonstering elkaar voor een zeer groot deel overlappen. De gevonden verschillen zouden wellicht meer te maken hebben met de bemonsteringsplaatsen; Waddenzee en kustzone. Daarnaast moeten de hier in tabel II gepresenteerde percentages met enig voorbehoud worden gezien vanwege het lage aantal onderzochte dieren.

e. Referenties

Boddeke, R. The occurrence of "winter" and "summer" eggs in the brown shrimp (*Crangon crangon*) and the impact on recruitment. ICES C.M. 1981/K : 27.

Bosschieter, J.R. Onderzoek naar de copulatie bij de garnaal (*Crangon crangon*). RIVO-rapport Ze 79-02, IJmuiden.

Ehrenbaum, H. Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr. Deutscher Seefischerei-Verein, Mitt. d. Sekt. F. Küsten- und Hochseef., Berlin, 1890.

Goudswaard, P.C. Onderzoek naar de ♂ - ♀ verhouding bij de garnaal *Crangon crangon* (L.). RIVO-rapport Ze 81-01, IJmuiden.

Tiëws, K. Die Biologischen Grundlagen der Büsumer Garnelen fischerei. Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch., 1954, 13, pp 235 - 269.