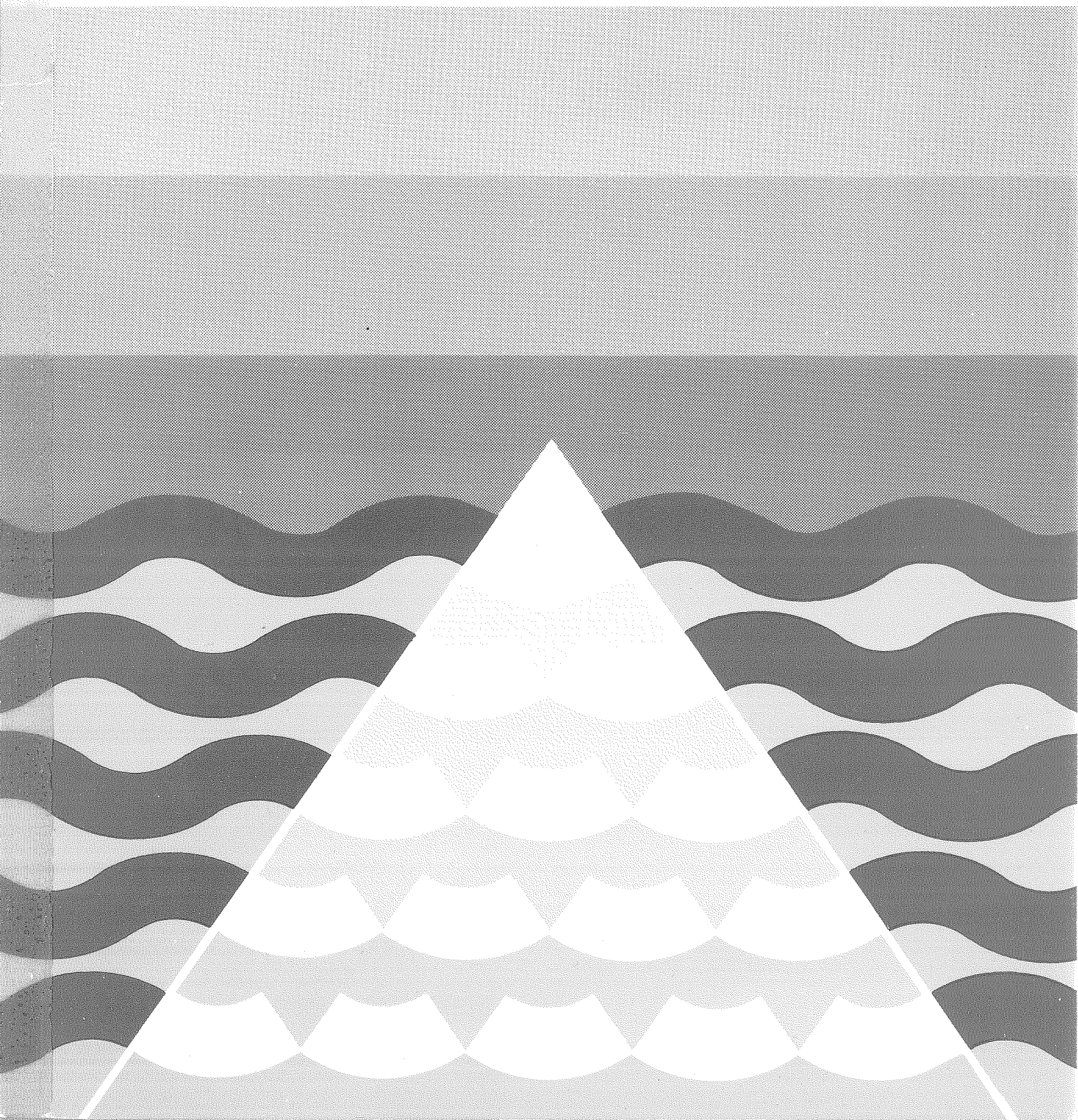


SERIE B
1977 Nr: 10

FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1977 Nr. 10

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

VEKST OG UTVIKLING AV LARVER OG POSTLARVER AV DYPVANNSSREKE
(Pandalus borealis KRØYER) VED EKSPERIMENTELLE FORHOLD

Av

Bjørn Bøhle
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 Arendal

Redaktør

Erling Bratberg

Desember 1977

INNLEDNING

Kjennskapet til biologien til de pelagiske larvestadier av dypvannsreker i familien Pandaliidae er beskjedent. De beskrivelser som foreligger, og da spesielt de eldste, er til dels mangelfulle og feilaktige. De pelagiske larver til dypvannsreken har vært beskrevet av bl.a. BERKELEY (1930) som klekket eggene i laboratoriet. Hun beskrev ialt 6 pelagiske stadier. Etter den tid foreligger ingen arbeider over rekelarvene før WIENBERG (1975) beskrev utviklingen til laboratorieklekkede larver - ialt 11 skallskifter fra egg til første juvenile (voksne) bunnstadium. Han undersøkte også larvenes utvikling i relasjon til lys, temperatur, saltholdighet og fôrtilgang. WIENBERG beskrev larvestadiene morfologisk meget detaljert, men spesielt de siste stadier er vanskelig å skille etter hans beskrivelse.

Utbredelsen i sjøen er lite kjent, og det skyldes antagelig at larvene har en størrelse og bevegelighet som gjør dem lite fangbare i de vanlige planktonredskaper. Muligens finnes de også i så små konsentrasjoner at det med "vanlig" prøvetagingintensitet - rettet mot zooplankton generelt - er liten sjanse til å få fange noen larver i håvene. Dertil kommer at de pelagiske stadiene bare opptrer en kort tid av året. En igangværende undersøkelse utenfor Arendal (ELLINGSEN 1977) tar sikte på å undersøke forekomst av pelagiske larver over et rekefelt.

I våre farvann er arter av slekten Pandalus den vanligst forekommende. Foruten P. borealis som er den alt overveiende forekommende art, og som det norske rekefisket er basert på (1976 25000 tonn, verdi 174 mill. kr.), finnes også artene P. montagui, P. bonnierii, P. jordani, P. platyceros.

Dypvannsrekens vekst og forplantningsbiologi i ulike områder langs norskekysten er beskrevet av RASMUSSEN (1953). Rekeeggnes utvikling og klekking i ulike temperaturer i laboratoriet er delvis beskrevet av BØHLE (1976).

Ved innføring av økonomiske soner kan det forventes et øket fiskerimessig press på rekebestanden langs våre egne kyster. Dette kan få negativ virkning på rekruttering og overleving av dypvannsreke. Vi vet ennå for lite om de pelagiske stadier og de juvenile bunnstadier til fullt å kunne vurdere deres betydning for rekrutteringen til bestanden. De mangelfulle kunnskaper gjelder f.eks. klekketidsrom, vertikalutbredelse og overlevingsevne til de pelagiske larvene.

De foreliggende studier ble satt igang for å få supplerende data til WIENBERG's resultater over dødelighet og vekst til de pelagiske larvestadier, foruten å erverve egen eksperimentell erfaring med tanke på senere biotester. Spesielt hvis larvene er epipelagiske (i det minste periodevis), vil det også være av interesse å kjenne letale og subletale effekter av forurensningsstoffer på larvene.

Eksperimentene ble utført ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen for midler stillet til rådighet bl.a. over Prosjekt Termisk Kraftverk (PTK) og prosjekt "Flødevigen Olje Biologi" (FOB).

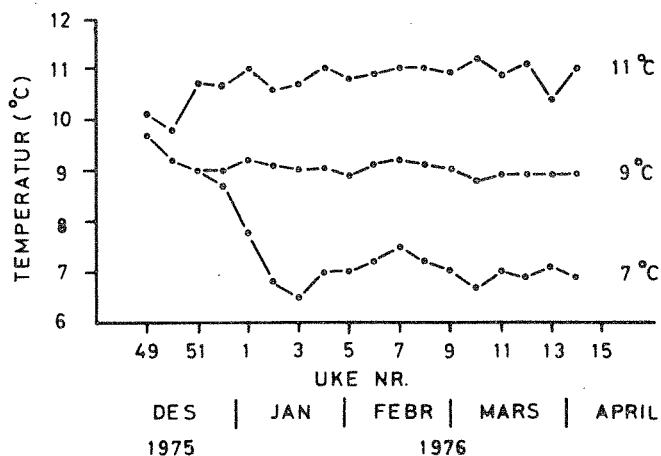


Fig. 1. Temperaturforløp (ukemiddel) for rognreker i klekketidsforsøk 1975-1976 for de tre eksperimentgrupper.

MATERIALE OG METODER

Reker med utrogn ble fisket med reketrål den 19. november 1975 i Gråholmdypet (SV for Torungen) på 150 m dyp. Etter ca. en halv time var de overlevende reker plassert i akvarier i Flødevigen. I perioden 15.-22. desember 1975, da dødeligheten til rognrekene nærmest var opphørt, ble de overført til "klekkedekasser" av Flødevigentype, én reke i hver.

Fig. 1 viser temperaturen i klekkedekassene etter at den ble gradvis regulert til tre forskjellige nivåer. Eggene ble klekket mens de var festet til hunnrekenes bakkropsføtter og klekkingen begynte 2. februar 1976.

I perioden 4. februar - 7. april ble ialt 94 nyklekkede larver overført til runde glasskåler (Ø 80 mm) med vannhøyde ca. 30 mm som ga et vannvolum på ca. 150 ml. Skålene stod i vannbad. Sjøvannet ble tatt fra Flødevigens sjøvannssystem, pumpet opp fra 75 m dyp og hadde 31-33% saltholdighet. Sjøvannet i glasskålene ble skiftet hver 2. dag. Temperaturen ble målt hver dag og var 7-8°C. Hver 2. dag ble larvene føret med 20-50 Artemianauplier, avhengig av størrelsen til larvene.

Den 11. mai ble larvene overført til større kar (11,5 x 11,5 x 6 cm) av plast, én larve i hvertinntil forsøket ble avsluttet 22. oktober 1976. I disse kar, som stod i vannbad, var det sand på bunnen. Det var gjennomstrømmende vann (70 ml/min.), men grunnet manglende mulighet for kjøling av vannet måtte temperaturen følge den naturlige stigning i sjøtemperaturen, og den ble 10-12°C etterhvert. Fra mai fikk rekene finhakket blåskjell som fôr.

Hver dag ble larvene undersøkt for skallskifte. Tomme skall ble i endel tilfelle tatt vare på. I rommene hvor larvene ble holdt, var belysningen dempet med nesten mørke om natten.

Den neste seson (1976-1977) ble hunnreker fisket på samme sted den 8. november 1976. Rekene ble behandlet i laboratoriet på samme måte som i 1975, bortsett fra at hunnrekene (m/utrogn) ble satt i grunne plastikrenner (12 cm dyp) og larvene samlet i egne kammer (BØHLE 1976).

I 1977 ble de første nyklekkede larver notert den 15. februar. Den 7. mars ble 56 nyklekkede larver overført til små glass-skåler. Larvene ble foret på samme måte som tidligere, dvs. med Artemianauplier, men ble ikke overført til større kar slik som i 1976. Belysningen var også noe sterkere i 1977. Dette året ble forsøket avsluttet 16. juni. De fleste av larvene hadde da skiftet skall 6 ganger (var i 7. stadium).

I fremstillingen vil i det følgende tidsrommet mellom hvert skallskifte bli betegnet som et stadium.

Med larver menes de pelagiske larver, med postlarver menes de første bunnslette larver (senere juvenile reker).

Det er blitt tatt vare på tomme skall (exuviae) av larver fra de ulike utviklingstrinn for eventuell senere studium. Det er i denne fremstilling ikke gjort forsøk på å karakterisere larvene til stadier i henhold til WIENBERG's (1975) inndeling. Dog er hans beskrivelser brukt som hjelpemiddel ved kontroll av de første stadier.

På Fig. 10 (s. 22-24) er gjengitt foto av larver i de 7 første stadier. Tabell I-V finnes på sidene 28-32.

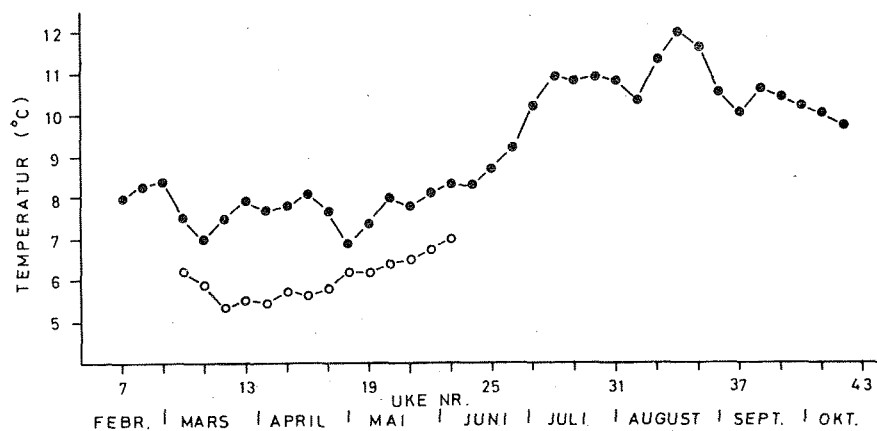


Fig. 2. Temperaturforløp i vannet hvor larver og postlarver ble holdt i eksperimentene i 1976 (●—●) og i 1977 (○—○).

RESULTATER

Klekkeforløp og larveantall

Temperaturforløpet for klekkesesongen desember 1975 - april 1976 er vist på Fig. 1 og for larvesesongen på Fig. 2. Grunnet for høy temperatur i sjøvannsinntaket kunne den laveste temperaturen ikke settes til 7°C-nivået før i midten av januar.

I løpet av eggens inkubasjonsperiode (oktober-november 1975 til februar 1976) ble embryonalutviklingen målt. De gjennomsnittlige verdier av øyeindeks - som er et uttrykk for eggens utviklingsgrad (BØHLE, 1976) - viste ikke statistisk forskjell mellom utviklingen i 7, 9 og 11°C. Således var embryonalutviklingen målt ved denne parameter ikke avhengig av temperaturen, bortsett fra eggene i 11°C som henimot klekking var kommet lengre i utvikling (Tabell I).

Fig. 3 viser klekkeforløp til eggene og larveantall fra de enkelte reker ved de tre temperaturer. Variasjonen mellom de enkelte reker ved samme temperatur er betydelig idet f.eks. hos noen reker har klekkingen av eggene startet mer enn én måned senere enn de første. Den periode da klekking hos den enkelte rognreke foregikk varierte fra 13 til 20 døgn. Det syntes ikke å være sammenheng mellom tidspunkt for begynnende klekking og klekkeperiodens lengde. Ifølge de foreliggende data hadde temperaturen heller ikke målbar effekt på utstrekningen av klekkeperioden. De egg i 9 og 11°C som klekket tidligst, gjorde dette samtidig, men 18 døgn tidligere enn i 7°C (Tabell 1).

Den perioden som gikk med til at alle rekene hadde klekket sine egg, var lengst i 11 og 9°C og kortest i 7°C (men for de enkelte reker var tiden noenlunde den samme).

Tabell 1 viser også at tidspunktet da halvparten av eggene var klekket, ble fremskyndet med økende temperatur, f.eks. fra 16.-4. mars. Ellers ble det registrert at klekketidsrommet var ens ved 11 og 9°C, mens klekkingen ved 9°C startet ca. 10 døgn tidligere enn ved 7°C. Ved 7 og 9°C var

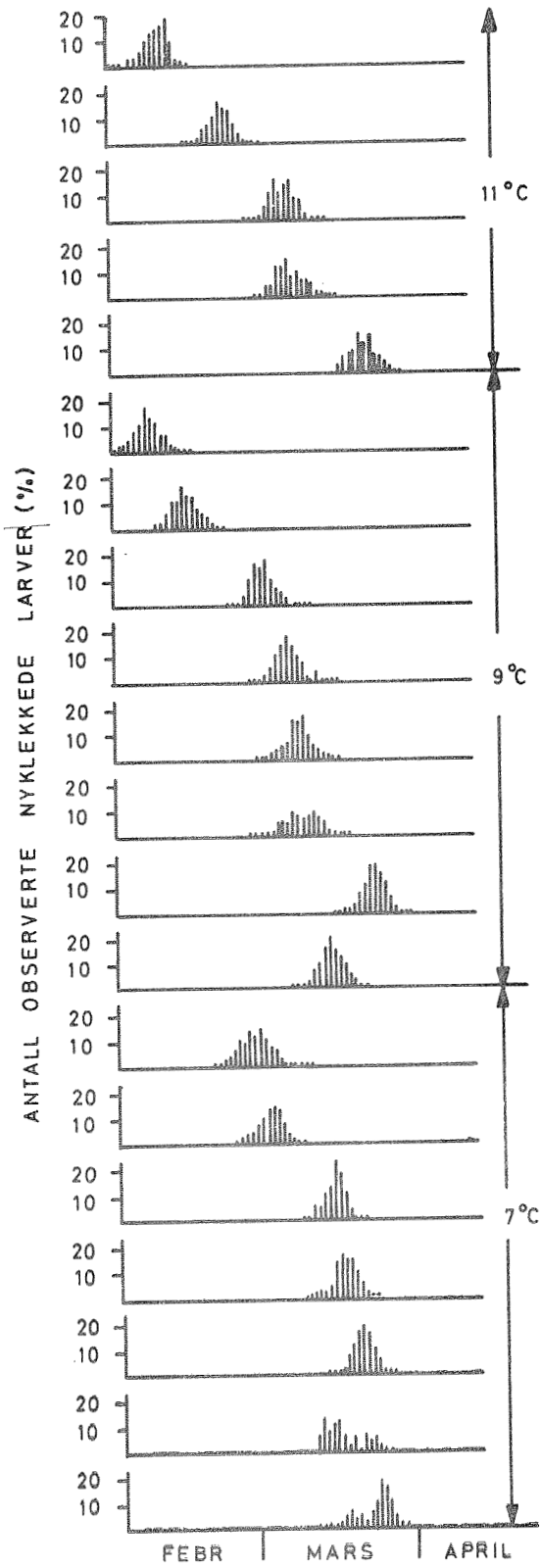


Fig. 3. Fordeling i tid av klekking av larver fra de enkelte rognreker i 1976 ved henholdsvis 7, 9 og 11°C.

Tabell 1. Sammendrag av data for klekking av larver i eksperimentperioden 1975-1976 ved forskjellig temperatur.

	TEMPERATUR °C		
	7	9	11
Antall rognreker	7	8	5
Total antall klekkede larver	6935	5954	3911
Antall larver pr. reke	990	774	782
Perioden da larver ble klekket	20.2-28.3	2.2-2.4	2.2-29.3
Antall døgn i klekkeperioden	36	59	55
Dato da halvparten av larvene var klekket	16. mars	10. mars	4. mars

klekkingen ferdig noenlunde samtidig.

Tabell III viser beregnet antall egg på de enkelte reker og observert antall nyklekkede larver. Det beregnede antall er basert på relasjonen beskrevet ved ligningen:

$$Y = 55,48 X^2 - 792,74 X + 3421$$

hvor Y er antall egg og X er rekens totallengde. Dette er et korrigert uttrykk i forhold til det som ble presentert av BØHLE (1976) idet senere tellinger av egg fra flere forholdsvis små rognreker er tatt med i beregningen.

Det fremgår bl.a. at det gjennomsnittlige antall larver ved hver temperatur uttrykt som prosent av det beregnede antall egg på rekene, var noe større ved 7°C enn ved 9 og 11°C. På den annen side var variasjonen fra reke til reke stor. Rekene i 9 og 11°C var litt større (2-3 mm) enn de i 7°C. En temperatur på 7°C er den som er nærmest den hyppigst forekommende på rekefeltene i klekketiden om vinteren, og som det kunne tenkes at rekene og deres egg var best tilpasset.

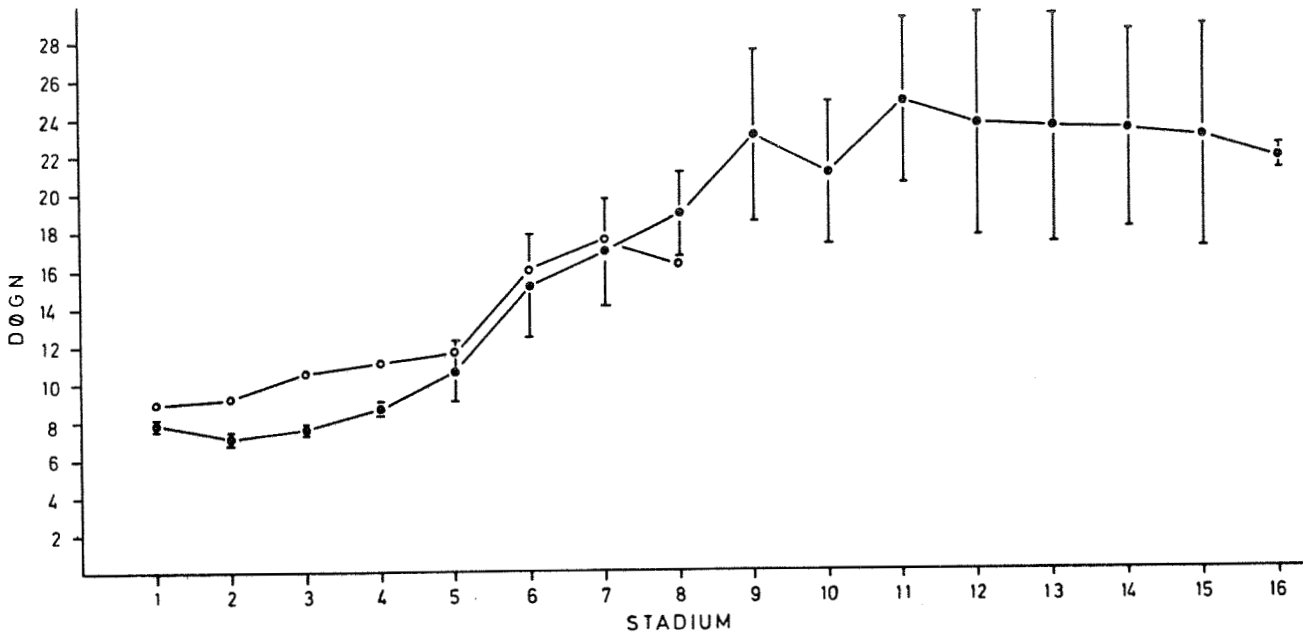


Fig. 4. Antall døgn i hvert stadium (dvs. mellom hvert skallskifte) for larver og postlarver av dypvannsreke, ved 7-8°C i 1976 (●—●) og i 6°C i 1977 (○—○). Konfidensintervall for 95% sannsynlighet.

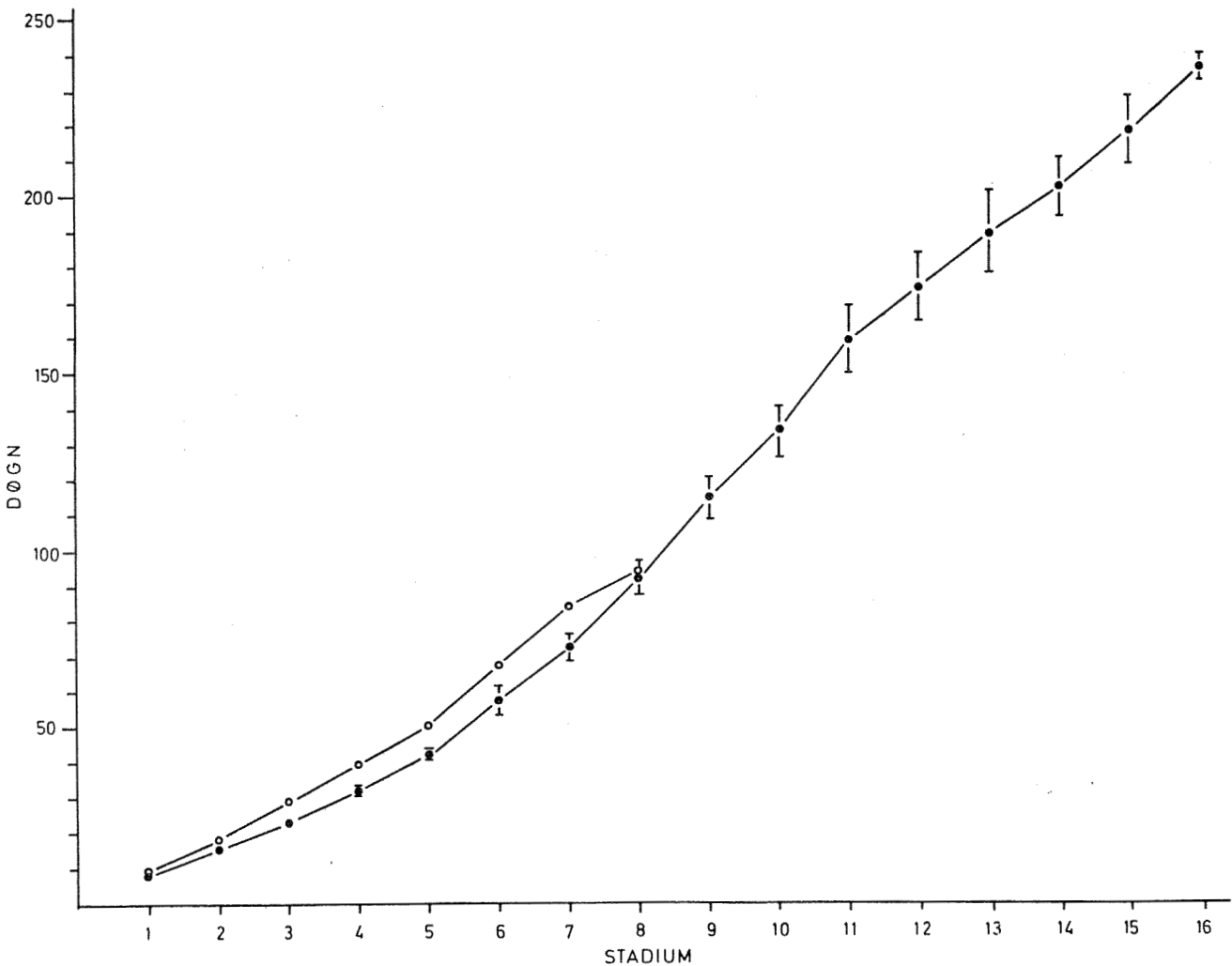


Fig. 5. Gjennomsnittlig antall døgn til å gjennomføre utviklingen til og med de forskjellige stadier ved 7-8°C i 1976 (●—●) og 6°C i 1977 (○—○). Konfidensintervall for 95% sannsynlighet.

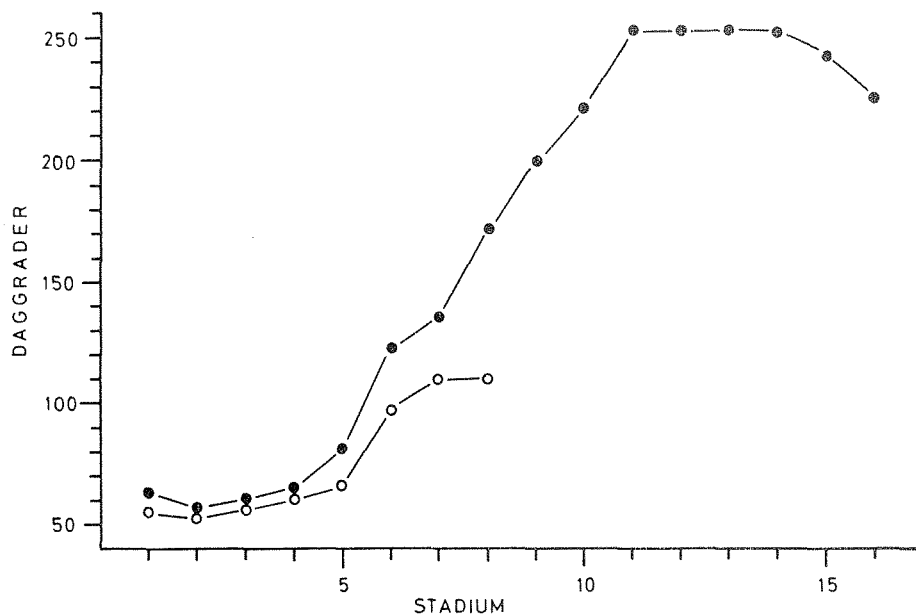


Fig. 6. Gjennomsnittlig antall daggrader til å gjennomføre utviklingen til de enkelte stadier ved 7-8°C i 1976 (●—●) og 6°C i 1977 (○—○).

Ved klekkeforsøkene i 1975 var det svært mange av eggene som ikke resulterte i larver, og som man ikke kunne fastlegge skjebnen til (BØHLE 1976). For noen av rekerne (i Tab. III merket x) ble derfor i 1976 akvariene bygget slik at larvene resulterte i larver og som man ikke kunne fastlegge skjebnen til (BØHLE, 1976). For noen av rekerne (i Tab. III merket x) ble derfor i 1976 akvariene bygget slik at larvene umiddelbart etter klekking ble samlet opp i et adskilt rom slik at de eventuelt ikke kunne bli spist av hunnreken. Antall larver som ble tallet fra disse reker var ikke høyere enn fra de øvrige, ved 7 og 9°C var prosenten av observerte larver fra disse reker endog mindre enn gjennomsnittet. Det viser at rekerne (ihvertfall i dette forsøk) ikke kunne ha spist sine egne larver i nevneverdig grad.

Stadieutvikling

Fig. 4 viser det gjennomsnittlige antall døgn som medgikk til å gjennomføre de enkelte stadier. I de fire første stadier ved 7-8°C trengtes ca. 8 døgn. Fra det 5. stadium øket antall døgn,

fra 10-11 til 23 døgn i 9. stadium. Varigheten av hvert stadium holdt seg på dette nivå ut forsøket, dvs. til og med det 16. stadium. Fra 9. stadium var det betydelig variasjon.

Fig. 4 viser også at for rekelarver i 6°C (1977) var tiden mellom hvert skallskifte 1-3 døgn lengre. I 1977 var temperaturen 2-3°C lavere enn det foregående år.

Av Fig. 5 fremgår at for å gjennomføre de 6 første stadier tok det ved 7-8°C i gjennomsnitt 57 døgn, mens ved 6°C 67 døgn, dvs. henholdsvis 8 og 10 uker. Materialet er for lite til å slutte noe særlig om varigheten av de 3 siste stadier ved 6°C og 7-8°C (stad. 14-16). Til å gjennomføre de 10 første stadier i 7-8°C, medgikk i gjennomsnitt 133 døgn, dvs. 4,5 måneder. Materialet viser at ved lave temperaturer krever utviklingen lengre tid.

Materialet synes å vise at rekelarver trenger betydelig lengre tid til hvert av de siste stadiene enn til de første. Det antas at det skyldes at vekst og morfologisk utvikling er mer omfattende og energikrevende for de største larver (og de juvenile reker).

"Daggrader" er summen av de observerte temperaturer (én pr. dag) innen en viss periode. Det er et uttrykk for varmesum, eller gjennomsnittlig temperatur når en sammenligner ulike varmesummer innen samme tidsperiode.

I forsøket ved 7-8°C i 1976 varierte temperaturen endel gjennom eksperimentperioden (Fig. 2), dessuten ble nyklekkede larver satt inn i eksperimentet til forskjellig tid. I 1977 ble larvene satt inn i eksperimentet samme dag.

Basert på hvilket tidsrom hver enkelt larve (ialt 133 stk.) gjennomførte de enkelte stadier og de daglige temperatur-observasjoner i akvariene, er det regnet ut antall daggrader som "medgikk" mellom skallskiftene for hver enkelt larve. I denne fremstilling er gjengitt bl.a. de gjennomsnittlige verdier (Tabell V). På Fig. 6 er dette vist grafisk, og det fremgår at

antall daggrader pr. stadium ikke var konstant, men økte (øket varme-"krav") fra 4. til 11. stadium. Deretter avflates kurven. Verdiene for stadiene 14-16 er usikre fordi antall larver som gjennomførte skallskiftene før forsøket ble avsluttet, var meget lav.

I 1977 ved 6°C ble larvene studert i et kortere tidsrom, men Fig. 6 viser likevel at antall daggrader pr. stadium var lavere, og det var en antydning til avflatning av kurven allerede i 7.-8. stadium.

Larveutviklingen gikk raskere i 7-8°C enn ved 6°C (Tabell 5). Daggradverdiene viser at utviklingen er temperaturavhengig, men ikke direkte proporsjonal. (Da måtte antall daggrader vært likt frem til hvert skallskifte, uavhengig av temperaturnivået). Det er også andre faktorer som bestemmer utviklingshastigheten, f.eks. næringstilgangen som kan ha vært begrensende faktor (ihvertfall ved 7-8°C). På den annen side ble det tilført rikelig med Artemianauplier som det nesten alltid var noen igjen av den ved neste fôring. Ved vurderingen av resultatene må det tas hensyn til at temperaturen ikke var konstant i 1976-eksperimentet. Den øket fra 8 til 10-11°C etter 70-80 døgn, dvs. da de fleste larvene var i 6.-7. stadium (Fig. 2).

Stadiefordeling til de ulike tidspunkt

Tabell 2 viser stadiefordelingen til rekelarvene forskjellig antall døgn etter klekking. Etter 28 døgn var så godt som alle larvene i 7-8°C i 4. stadium. Av larvene som i 1977 ble holdt i 6°C hadde etter samme tid bare 1/3 nådd 4. stadium. Etter 56 døgn hadde mer enn halvparten av larvene nådd 7. stadium i 7-8°C, mens i 6°C hadde ingen larver nådd dette stadium. Tabellen viser altså at det etterhvert blir betydelig spredning i utviklingsgrad. Denne spredning er regnet tilbake som om larvene hadde samme klekketidspunkt. I sjøen kommer jo i tillegg at klekkingen skjer til høyst forskjellig tidspunkt (Tabell II).

Tabell 2. Stadiefordeling av larver og postlarver ved forskjellig tidspunkt etter klekking.

ANTALL DØGN	STADIUM														SUM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<i>7 - 8 °C, 1976</i>															
7	78														78
14		68	2												70
21			61	3											64
28			1	60	2										63
35				4	51										55
42					19	32									51
49					3	37	4								44
56					3	11	27								41
63					2	5	28	3							38
70					1	4	12	19							36
77						3	6	23	2						34
84						1	6	18	7						32
91						1	5	5	20						31
98						1	1	9	17	3					31
105						1	1	5	15	9					31
112						1	0	3	15	10	2				31
119						1	0	3	6	14	7				31
126						1	0	3	1	14	11	1			31
133							1	1	4	10	11	4			31
140							1	0	5	8	10	5			29
147							1	0	4	4	11	7			27
154							1	0	4	4	11	7			27
161							1	0	0	4	9	9	4		27
168								1	0	4	8	6	4	3	27

6 °C, 1977

7	54														54
14		53													53
21		3	49												52
28			32	16											48
35				47											47
42				16	26										42
49					33	7									40
56					2	37									39
63						36	1								37
70						12	15	1							28
77							19	2							21

Overleving av rekelarver

Fig. 7 viser at dødeligheten ved 7-8°C i 1976 var forholdsvis konstant ut gjennom stadiene bortsett fra i 10. stadium hvor døde postlarver ikke ble registrert. Dødeligheten ble prosentvis betydelig større fra 12. stadium. I 6°C var dødeligheten i de første stadier liten, men øket betydelig i det 7. og 8. stadium. (Denne økning skyldtes muligens at endel av larvene ved uhell ble utsatt for meget lav saltholdighet).

Fig. 8 viser at antall overlevende larver i 7-8°C gikk noenlunde jevnt ned. Det var bare ca. 3% av larvene som innen eksperimenttiden (197-260 døgn i 1976) gjennomførte 16 stadier hvilket antyder at en vesentlig del av dødeligheten inntreffer i de første 6 måneder av rekes levetid.

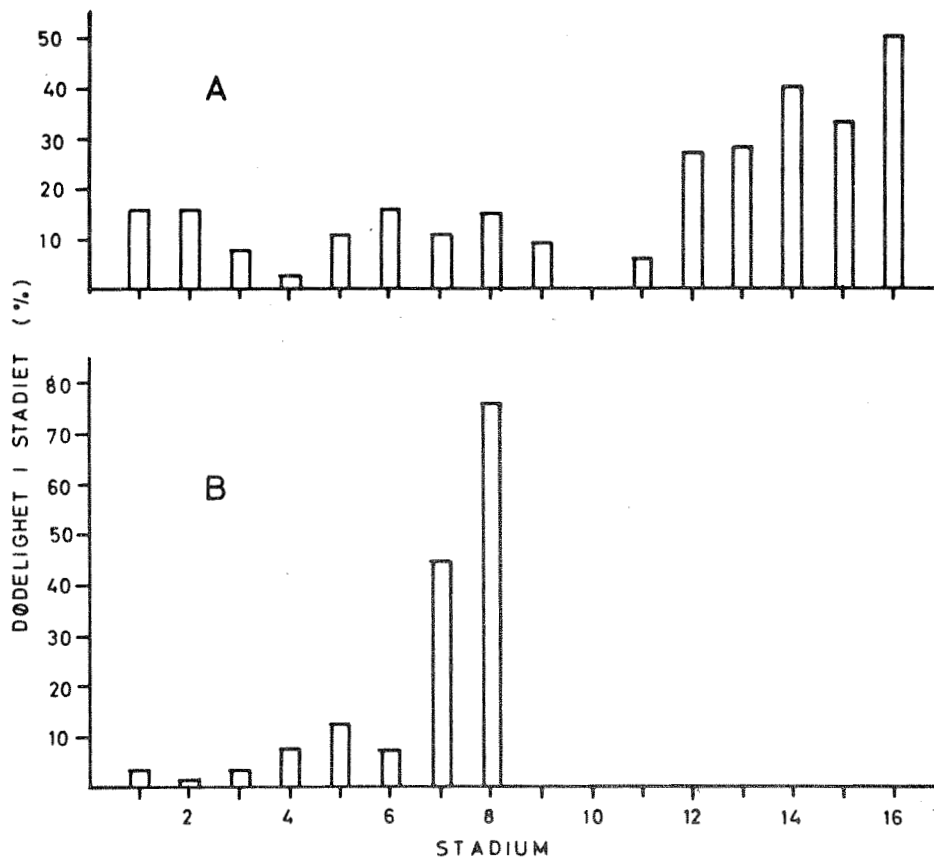


Fig. 7. Dødelighet hos larver av dypvannsreke i hvert stadium (dvs. mellom hvert skallskifte), som prosent av det antall som gikk inn i stadiet. A: ved 7-8°C i 1976, B. ved 6°C i 1977.

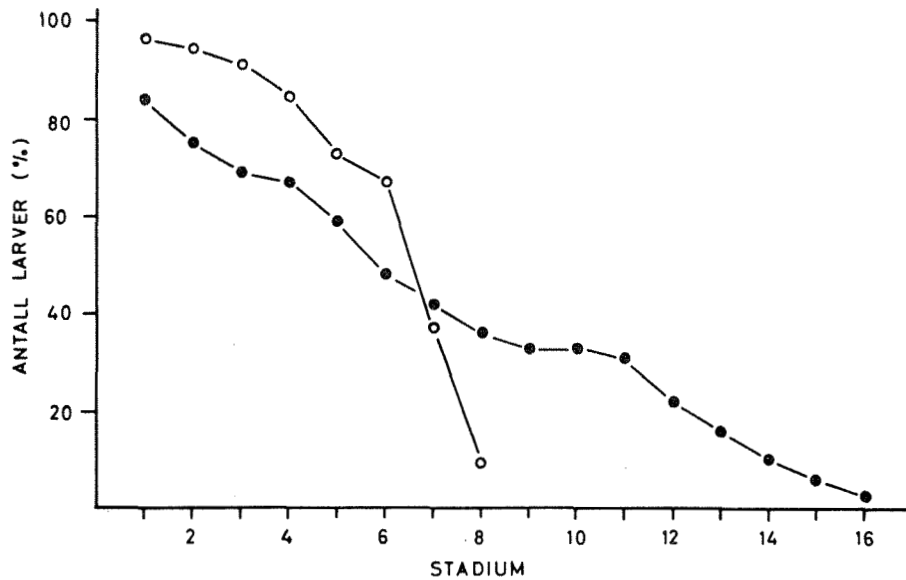


Fig. 8. Antall larver og postlarver som har gjennomført de forskjellige stadier ved slutten av eksperimentene, i 1976 ved 7-8°C etter 197-260 døgn (●—●), i 1977 ved 6°C etter 101 døgn (○—○).

Ved den lavere temperatur (6°C) var dødeligheten mindre gjennom de første stadiene. Hvis det ses bort fra den økede dødeligheten fra 5. til 8. stadium, vil man med ekstrapolering av overlevingskurven på Fig. 8 kunne anslå overlevingsprosenten ved 16. stadium til 15-20, dvs. en fem-dobling i forhold til den ved 7-8°C. Det understrekes at dette innebærer stor usikkerhet.

Fig. 9 viser at ved 7-8°C i 1976 skjedde den største dødeligheten innen de første 40 døgn. Svært mange larver døde i det første stadiet.

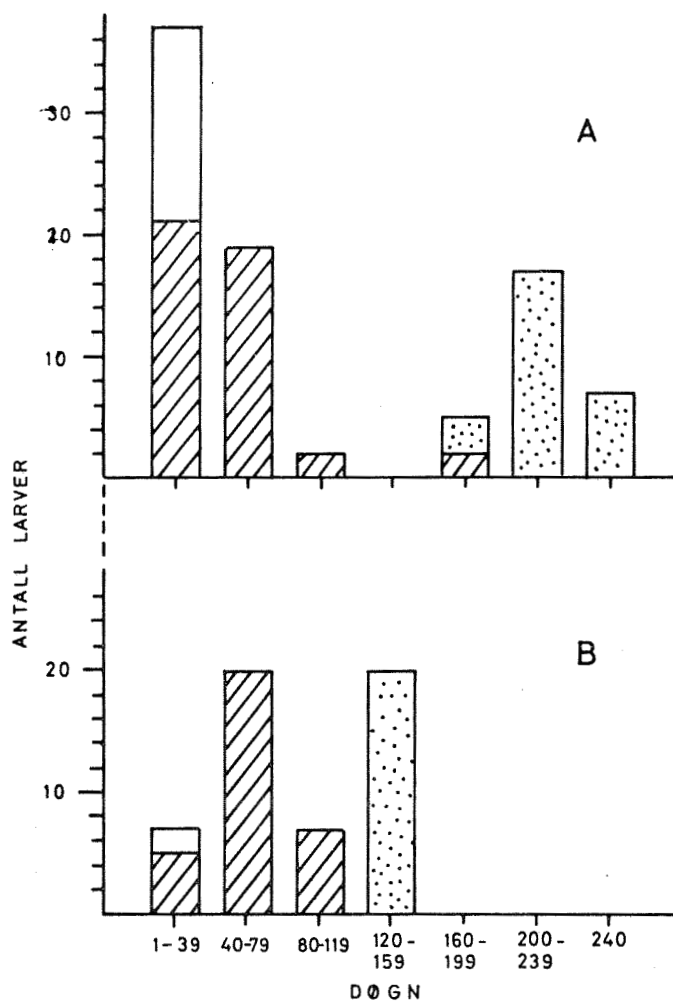


Fig. 9. Fordeling av larver etter overlevingstid ved 7-8°C (A) og 6°C (B). Åpen søyle: Larver døde i 1. stadium, skravert søyle: larver døde innen eksperimenttiden, prikket søyle: larver som var levende ved eksperimentets slutt.

DISKUSJON

Generelt (utvikling)

I dette arbeidet er det ikke gått nøyere inn på de morfologiske karakterer. Utviklingshastigheten er beskrevet i relasjon til skallskiftene. Det som i fremstillingen er kalt stadium, er tilstanden mellom to skallskifter. WIENBERG (1975) har beskrevet at noen larve kunne "hoppe over" enkelte utviklingstrinn.

I behandlingen av materialet er det gått ut fra at hvert stadium innebærer like stor utvikling. Det kan være misvisende idet hvert skallskifte ikke nødvendigvis medfører like omfattende morfologiske forandringer og vekst. Det som her er kalt stadiet utvikling innebærer egentlig skallskiftefrekvens. Det regnes imidlertid at i de fleste tilfelle vil et skallskifte (på larvestadiet ihvertfall) innebære morfologiske forandringer som rettferdiggjør karakteriseringen "overgang til et annet stadium".

Som nevnt under MATERIALE OG METODER, ble de enkelte larver og deres akvarier kontrollert hver dag. Hvis et tomt skall ikke ble funnet (de minste var vanskelig å se), og larver etter WIENBERG's larvebeskrivelse åpenbart måtte ha gjennomgått et skallskifte, ble skallskifte notert.

Det var vanskelig å få larvene til å ligge rolig under mikroskopet. Heller ikke var forsøk på midlertidig bedøvelse av larvene særlig vellykket. Disse forhold reduserte den morfologiske identifikasjonsmulighet vesentlig.

I 1976 ble det ikke satt meget inn på å holde temperaturen absolutt konstant gjennom hele forsøket. Det vesentligste utgangspunkt var i det hele tatt å få til klekkingen. Det ufiltrerte sjøvannet fra 75 m dyp utenfor Flødevigen viste seg å ha god nok kvalitet til å oppnå tilstrekkelig overleving til å få larver frem til bunnstadiet.

I sjøen svømmer eller svever de pelagiske larver fritt i vannmassene, men vi vet ennå ikke nok om hvilke dyp de befinner seg i. I

glasskålene i våre forsøk stod larvene for det meste på bunnen hvilket må være unaturlig for dem. Imidlertid kunne vi ikke notere noe som skulle tyde på at dette har hemmet utviklingen i nevneverdig grad.

I forsøk som dette er det avgjørende at det holdes fortløpende kontroll med skallskifte, fôrkonsentrasjon, osv. Dette vanskelig-gjøres i store akvarier med mange larver sammen. Metoden med små akvarier er forsåvidt mer arbeidskrevende, men synes nødvendig for å kunne følge den enkelte larve.

Klekkeperioden

De rognreker som ble fisket og tatt inn i laboratoriet om høsten hadde høyst sannsynlig gytt eggene ved ulike tidspunkt, og eggene var også befruktet til forskjellig tidspunkt. Hvor stor en slik variasjon kunne være, er ukjent, men den vil muligens kunne bidra til den variasjon i klekketidspunkt som er vist bl.a. på Fig. 3. Det er ikke kjent over hvor langtidsrom eggene gytes og befruktes, men det antas at en slik variasjon har betydning trass i lang inkubasjonstid (4-5 måneder).

Når det ikke kunne påvises forskjell i embryonalutvikling på eggene, så henger det ihvertfall delvis sammen med at det ikke lot seg gjøre å etablere temperaturforskjell mellom "7" og "9"°C-gruppene før henimot klekkingen, bortsett fra 11°C hvor også embryoene var kommet noe lenger i utvikling (Tabell 1). Disse egg ble jo også tidligst utsatt for en avvikende temperatur.

Det beregnede antall egg på hver reke er usikkert, og antallet må brukes med forsiktighet ved beregning av hvor stor del av eggene som resulterte i larver i 1. stadium. Eggteiling ble utført i begynnelsen av desember og endel egg faller antagelig av rekene. Dette bidrar til lav "klekkeprosent" (BØHLE 1976).

Det noe lavere larveutbytte ved 9 og 11°C kan ha sin forklaring i at rekene og eggene er mer tilpasset den laveste temperatur som jo stort sett også er mest vanlig på rekefeltene. Den høyere temperatur kan virke "stressende" på rekene og kan

forårsake at rekene mister eggene eller de skades. Det understrekes at forskjellene er relativt små samtidig med usikkerheten med hensyn til beregnet antall egg.

Stadieutvikling

Forsøkene har vist at antall døgn som medgår til hvert stadium (skallskifte) øker etterhvert, i motsetning til WIENBERG (1975) som ikke fant noen særlig forskjell. Derimot fant han at fôr-mengden var meget avgjørende for tiden mellom skallskiftene, størrelsesvekst og dødelighet. Den mengde Artemianauplier som ble gitt til rekelarvene i vårt forsøk, ble ikke kontrollert svært nøye, men det ble forsøkt gitt en mengde på minimum 20-30 nauplier pr. rekelarver pr. dag. Dette antall ble øket etter hvert som larvene vokste - og som oftest var det nauplier til overs ved neste fôring.

Når vi fikk som resultat at larvene trengte mer tid pr. skallskifte i de seneste stadier (Tabell 3), kan det likevel skyldes at larvene ikke fikk tilstrekkelig mengde av fôr - dvs. at forbeholet økte med larvestørrelsen. Dette gjelder spesielt til og med 10.-11. stadium mens larvene for hvert skallskifte nærmer seg de voksne dyrs morfologiske karakterer. Fra det 11.-12. stadium, som er de første juvenile stadier, var tiden som gikk med til hvert skallskifte noenlunde konstant. Da ble rekene fôret med blåskjell som temmelig sikkert ble gitt i overskudd. Materialet synes å vise at store morfologiske forandringer krever flere fôrorganismer i økende tetthet.

Det ligger også en klar forskjell i at WIENBERG's larver nådde de ulike stadier etter færre døgn enn våre (Tabell 3). Hans larver i 9°C brukte ca. 90 døgn til og med 10. stadium - mens våre larver trengte 133 døgn. Disse tall kan ikke sammenlignes direkte fordi våre larver, ihvertfall de 6-7 første stadier, hadde det i gjennomsnitt 1-1,5°C kaldere. Også ved "6°C" var gjennomsnitt-temperaturen ved våre forsøk lavere (ca. 0,5°C) enn hos WIENBERG. I dette tilfelle kan dette forklare forskjellene i utviklingstid. Ved 9°C i WIENBERG's forsøk i 1975 syntes larveutviklingen i

Tabell 3. Sammenligning mellom WIENBERG's og det foreliggende materiale vedrørende antall døgn og daggrader som medgikk til larveutviklingen til og med 6. henholdsvis 10. stadium. Antall døgn i WIENBERG's materiale er tatt fra hans Fig. 5. Det beregnede antall daggrader er fremkommet ved å multiplisere antall døgn med den angitte temperatur.

		6. stadium		10. stadium	
		W.	B.	W.	B.
7-8°C	Antall døgn	48	57	92	133
	Antall daggrader	432	448	828	1181
6°C	Antall døgn	73	67	-	-
	Antall daggrader	438	338	-	-

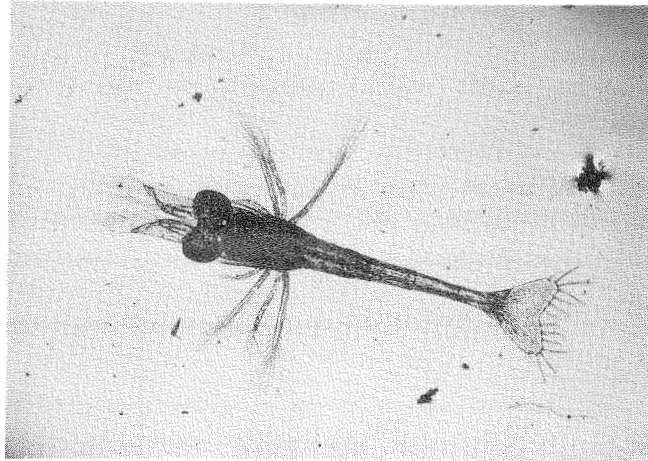
henhold til hans Fig. 6 å gå enda raskere. Det forsøket ble gjennomført med et mer avansert akvariesystem, bl.a. sirkulerende sjøvann.

Økningen i antall daggrader pr. skallskifte antyder også at man i temperaturnivå ligger over larvenes optimale temperatur for utviklingshastighet (ved antatt tilstrekkelig næringskonsentrasjon). Selv en temperatur på 8°C vil etter dette være over det optimale.

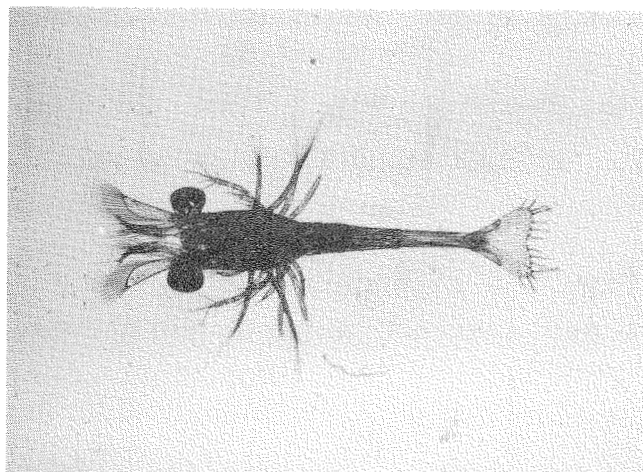
Det skulle således fremgå at det er mange faktorer som har betydning for utviklingshastigheten som resulterer i stor forskjell i utviklingstrinn mellom de enkelte larver.

Overleving av rekelarvene

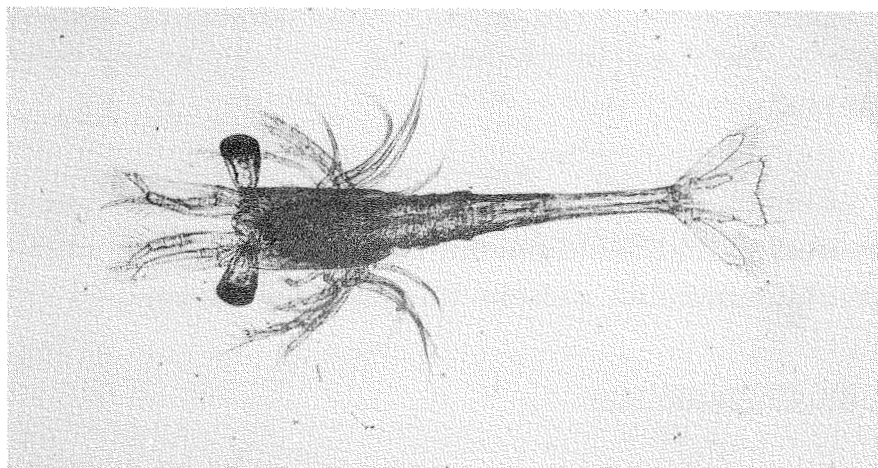
Dette materialet synes å vise at det er en markert dødelighet på larvene gjennom det pelagiske stadiet. I sjøen vil flere dødsfaktorer komme i tillegg, f.eks. beiting av større dyr, for lite næring, fysiske skader. I motsatt retning drar eliminasjon av mulige skader ved behandlingen i laboratoriene. I sjøen vil muligens lyset ha innvirkning på i hvilket dyp de pelagiske larvene vil befinne seg. Således vil de kunne bli utsatt for svært forskjellig næringsssituasjon.



1. STADIUM
21. Januar 1975



2. STADIUM
14. Februar 1975



3. STADIUM
26. Mars 1976

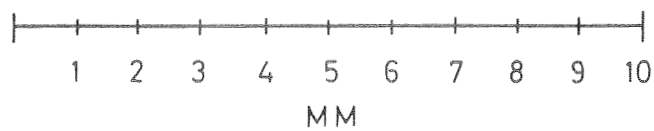
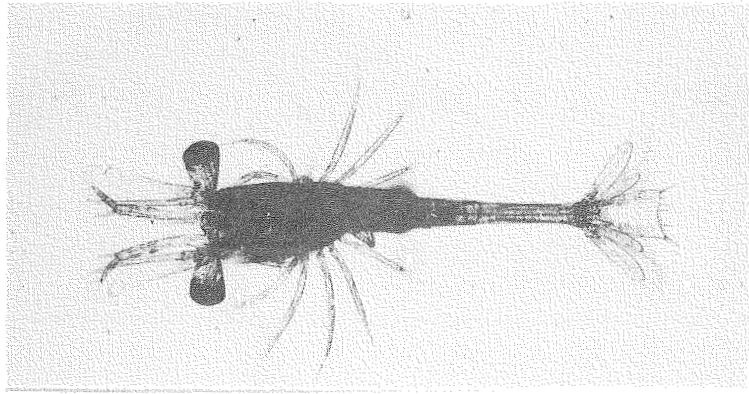
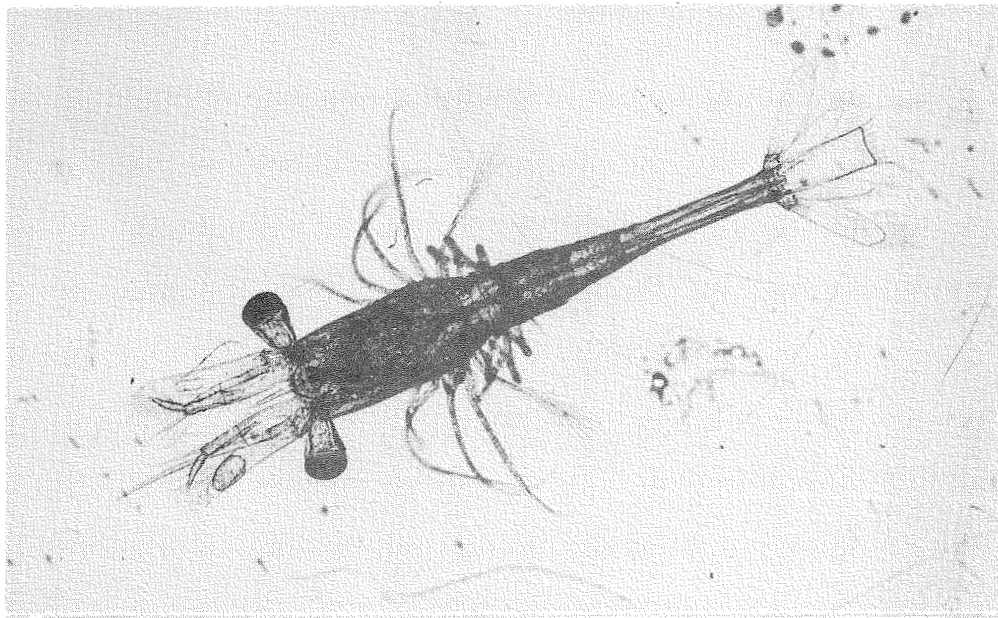


Fig. 10. Larver av dypvannsreke (Pandalus borealis) klekket i laboratoriet 1975 - 1976, i de 7 første stadier. Dato angir fotograferingstidspunkt.



4. STADIUM
24. Februar 1975



5. STADIUM
12. Mars 1976

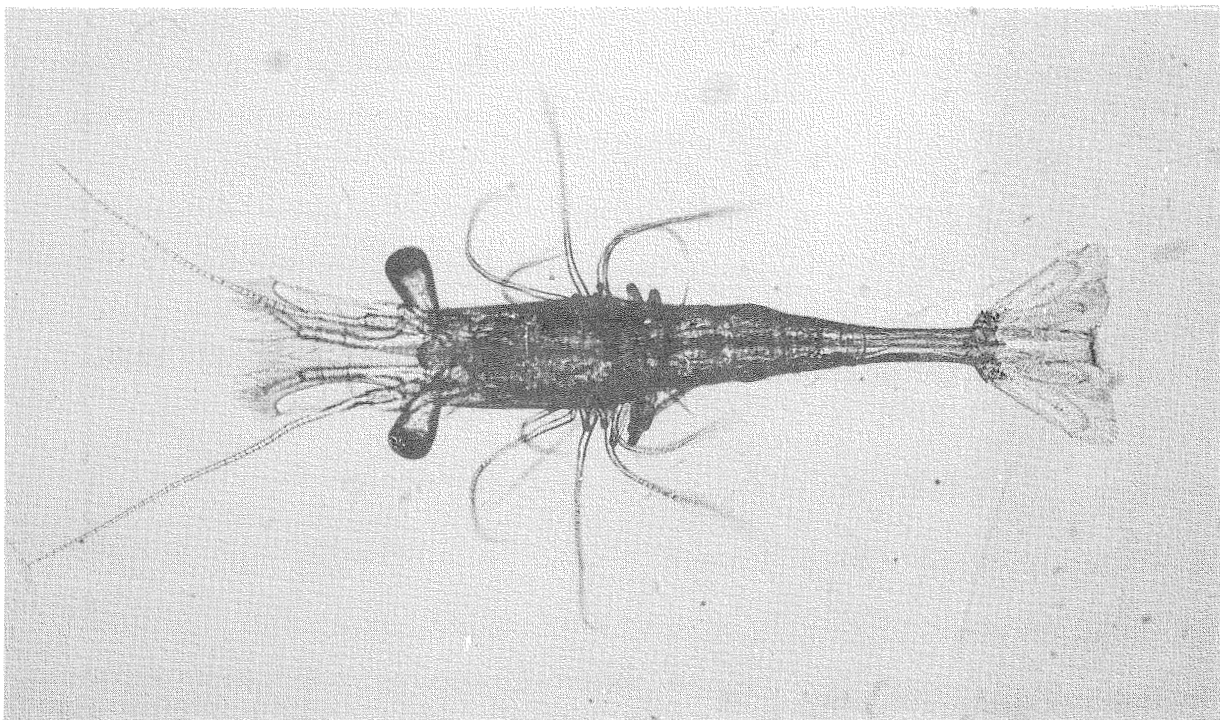


Fig. 10. Fortsettelse

6. STADIUM 26. Mars 1976

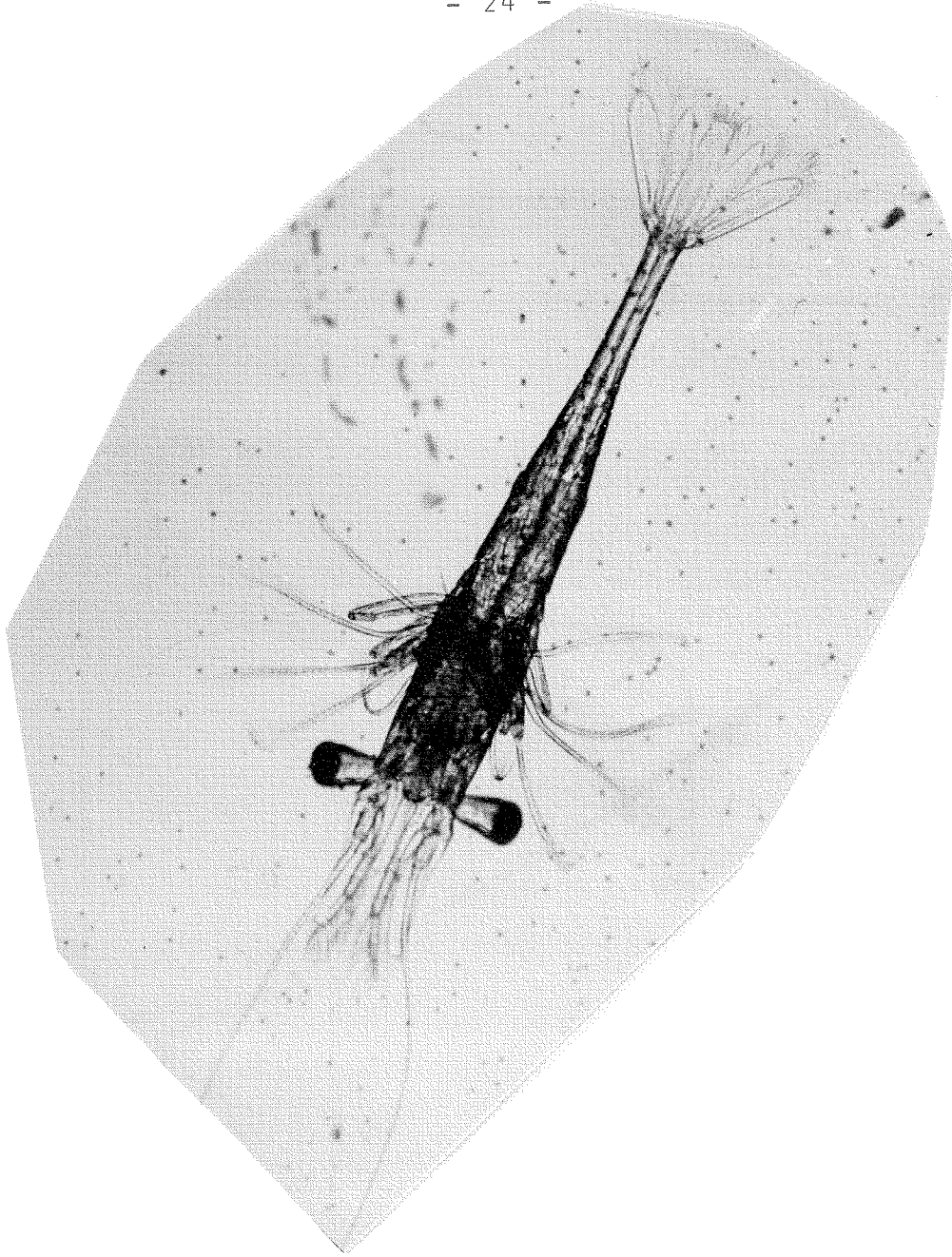


Fig. 10. Fortsettelse

7. STADIUM 7. April 1976

SAMMENDRAG

1. Dypvannsreken er grunnlaget for et av våre mest verdifulle fiskerier. Imidlertid, biologien til dens pelagiske larvestadier er fremdeles lite kjent. Vi vet for lite om hvordan miljøforandringer overfor larvene kan få betydning for f.eks. rekruttering til den fiskbare bestand.

2. Denne undersøkelse ble satt igang for å få supplerende data om eggutvikling, vekst og dødelighet til pelagiske larver foruten å oppnå mer eksperimentell erfaring med rekelarver.

3. Eggene ble klekket på rognrekene. De nyklekkede larver ble holdt enkeltvis i små glasskåler i vannbad. Sjøvannet i skålene ble skiftet hver 2. dag. I annen halvdel av forsøket ble larvene (postlarvene) overført til plastikkar med gjennomstrømmende sjøvann. Larvene ble føret med Artemianauplier, postlarvene med opphakkete blåskjell.

4. Det ble ikke vist forskjell i hastighet i embryonalutvikling av eggene ved 7, 9 og 11°C. På den annen side ble det påvist at klekkingen begynte tidligere i 9 og 11°C enn i 7°C. Den dato da halvparten av eggene var blitt klekket, ble i gjennomsnitt fremskyndet 12 døgn (fra 16. til 4. mars). Klekkeperioden ble mer utstrakt i tid ved 7 enn ved 9 og 11°C. Perioden da egg fra hver enkelt reke ble klekket, syntes ikke å være påvirket av temperaturnivået. Eggene på rekene i 7°C resulterte i noe høyere antall nyklekkede larver i forhold til 9 og 11°C.

5. Ved 7-8°C (1977) i de 5 første stadier medgikk i gjennomsnitt 8 døgn til hvert stadium. Dette øket til 23 døgn i det 9. stadium. Dette kan skyldes at den morfologiske og vekstmessige utvikling blir mer omfattende ved de senere skallskifter. Ved 6°C (1976) varte perioden de første stadiene 1-3 døgn lengre. Ved 7-8°C medgikk 4,5 - 5 måneder for å gjennomføre de 10 første (pelagiske) stadier. Dette er ca. 50% mer enn hva WIENBERG (1975) fant. I 6.-9. stadium kunne det ikke påvises forskjell i utviklingshastighet mellom 6 og 7-8°C.

6. Den varmemengde ("varmesum") som rekelarvene syntes å kreve mellom hvert skallskifte var ikke konstant - men øket med økende stadium. Veksten - uttrykt som skallskifte - var ikke direkte proporsjonal med temperaturen. Andre faktorer, f.eks. næringstilgang, må ha vært begrensende for veksten (skallskiftefrekvens).

7. Ved 7-8°C var dødeligheten av larvene noenlunde jevn utover i stadiene, selv om den prosentvis økte fra 12. stadium. Ved de første stadier var dødeligheten under 10% i hvert stadium. For de 6 første stadier syntes dødeligheten å være noe større ved 7-8°C enn ved 6°C. I 7-8°C var antall overlevende ca. 3% etter det 16. stadium.

REFERANSER

- BERKELEY, J.A. 1930. The post embryonic development of the common Pandalids of British Columbia. Contr.Can.Biol.Fish. NS, 1930 (6): 79-163.
- BØHLE, B. 1976. Temperatureffekt på embryonalutvikling og klekking av egg hos dypvannsreke (Pandalus borealis KRØYER). Fisken og Havet Ser. B., 1976 (8): 1-36.
- ELLINGSEN, E. 1977. Preliminary studies on the occurrence of the larvae of deep water prawn (Pandalus borealis KRØYER) in southern Norway. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1977 (K: 32): 1-8. [Mimeo]
- HJORT, J. og J.T. RUUD 1938. Deep-sea prawn fisheries and their problems. Hvalrådets Skrifter, 1938 (17): 1-144.
- RASMUSSEN, B. 1953. On the geographical variation in growth and sexual development of the deep sea prawn (Pandalus borealis Kr.) FiskDir.Skr.Ser.HavUnders., 10 (3): 1-160.
- WIENBERG, R. 1975. Studies on laboratory-reared larvae of Pandalus borealis KRØYER: Larval development, growth and feeding under different temperature, salinity, light and food conditions. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1975 (K: 15): 1-15. [Mimeo]

Tabell I. Øyeindeks til embryoner av dypvannsreke i eksperiment-
perioden 1975-1976 ved forskjellig temperatur. Konfidens-
intervall for 95% sannsynlighet er angitt.

DATO	TEMPERATUR (°C)		
	7	9	11
30.12.75	64 42-86	44 13-75	60 40-77
9. 1.76	91 73-110	81 53-110	85 65-105
21. 1.76	117 96-138	117 85-149	127 94-160
29. 1.76	138 113-163	142 104-181	146 108-184
9. 2.76	170 143-197	172 131-212	169 137-201
18. 2.76	192 158-226	182 145-219	197 153-241
25. 2.76	213 178-247	198 175-221	222 176-268

Tabell II. Klekketidsrom og klekkeperiode for egg av de enkelte reker i eksperimentperioden 1975-1976 ved forskjellig temperatur.

TEMPERATUR °C	FØRSTE KLEKKE-DATO	SISTE KLEKKE-DATO	ANTALL DØGN	ANTALL DØGN FRA ABSOLUTT FØRSTE DATO MED KLEKKING TIL DENNE REKES FØRSTE KLEKKEDATO
11	2.2	17.2	15	0
	16.2	2.3	16	13
	28.2	15.3	17	25
	1.3	17.3	17	27
	17.3	29.3	13	43
9	2.2	17.2	16	0
	10.2	23.2	14	8
	27.2	16.3	19	22
	2.3	19.3	18	25
	3.3	19.3	17	26
	2.3	21.3	20	25
	18.3	2.4	16	41
	12.3	26.3	15	35
7	20.2	10.3	20	18
	24.2	9.3	15	22
	10.3	23.3	14	37
	9.3	21.3	13	36
	12.3	25.3	14	39
	11.3	25.3	15	38
	11.3	28.2	18	38

Tabell III. Antall observerte nyklekkede larver i forhold til beregnet antall egg fra hver rognreke. Tall merket X gjelder larver som ble samlet i rom utilgjengelig for rognreken.

TEMPERATUR °C	TOTAL LENGDE (MM)	BEREGNET ANTALL EGG	OBSERVERTE LARVER	
			ANTALL	PROSENT
11	111	1459	758x	51
	111	1459	948	65
	117	1692	1009	60
	100	1043	543	52
	95	898	659	73
<i>Sum og gjennomsnitt</i>		<i>6551</i>	<i>3917</i>	<i>59</i>
9	106	1253	854	68
	106	1253	549	44
	106	1253	436x	35
	111	1459	1110	76
	100	1043	429x	41
	100	1043	745	71
	117	1692	915	54
	100	1043	916	87
<i>Sum og gjennomsnitt</i>		<i>10039</i>	<i>5954</i>	<i>59</i>
7	121	2009	1237x	61
	111	1459	703	48
	117	1692	1169	69
	111	1459	1061x	72
	111	1459	1271	87
	95	898	317	35
	100	1043	1177	112
<i>Sum og gjennomsnitt</i>		<i>10019</i>	<i>6935</i>	<i>69</i>

Tabell IV. Gjennomsnittlig antall døgn i de ulike stadier og til å gjennomføre utviklingen til og med de forskjellige stadier. Konfidensintervall for 95% sannsynlighet.

STADIUM	ANTALL DØGN I STADIET	KONFIDENS-INTERVALL	ANTALL DØGN TIL Å GJENNOMFØRE STADIET	KONFIDENS-INTERVALL
---------	-----------------------	---------------------	---------------------------------------	---------------------

7 - 8 °C, 1976

1	7,9	7,7- 8,2	7,9	7,7- 8,2
2	7,2	7,0- 7,3	15,2	14,9- 15,5
3	7,5	7,2- 7,9	22,7	22,3- 23,2
4	8,7	8,3- 9,1	31,3	30,8- 31,9
5	10,6	9,0-12,2	41,9	40,2- 43,6
6	15,1	12,4-17,8	57,0	53,0- 61,1
7	16,8	13,9-19,7	72,3	68,4- 76,1
8	18,8	16,6-21,0	92,2	86,9- 97,5
9	22,9	18,4-27,4	114,6	108, -120,8
10	21,0	17,7-24,7	133,1	125, -140,6
11	24,8	20,4-29,1	159,2	149,1-169,4
12	23,5	17,6-29,3	174,2	164,6-183,8
13	23,2	17,2-29,3	189,6	178,0-201,2
14	23,2	17,9-28,4	202,1	193,6-210,5
15	22,8	16,9-28,7	217,8	207,8-227,8
16	21,6	21,0-22,3	235,6	231,9-239,3

6 °C, 1977

1	9,0	8,8- 9,2	8,9	8,7- 9,1
2	9,3	9,1- 9,5	18,1	17,5- 18,7
3	10,5	10,1-11,0	28,6	28,0- 29,3
4	11,0	10,7-11,4	39,7	38,9- 40,5
5	11,6	11,2-12,0	50,1	47,6- 52,6
6	16,0	15,1-16,8	67,2	65,8- 68,6
7	17,0	15,6-18,3	83,9	80,9- 86,9
8	16,2	15,4-16,9	93,8	87,5-100,0

Tabell V. Stadieutvikling til larver og postlarver i forhold til temperatursum.

STADIUM	TEMPERATURSUM I STADIET	TOTAL ANTALL DØGN I STADIET	ANTALL LARVER SOM HAR GJENNOMGÅTT STADIET	GJENNOMSNITTLIG TEMPERATURSUM MEDGÅTT TIL OG MED STADIET	GJENNOMSNITTLIG TEMPERATURSUM FOR Å GJENNOMFØRE DE ENKELTE STADIER
---------	-------------------------	-----------------------------	---	--	--

7 - 8 °C, 1976

1	5007,9	629	79	63,4	63,4
2	4124,7	511	71	122,0	58,0
3	3943,5	493	65	182,1	60,6
4	4146,5	551	63	246,8	65,8
5	4532,4	596	56	326,5	80,9
6	5511,8	680	45	448,8	122,4
7	5455,6	669	40	569,5	136,3
8	5857,7	675	34	750,7	172,2
9	6177,8	673	31	960,2	199,2
10	6869,5	683	31	1181,8	221,5
11	7351,6	714	29	1393,4	253,5
12	5312,5	521	21	1562,0	252,9
13	3802,8	364	15	1716,5	253,5
14	2260,7	209	9	1810,5	251,1
15	1453,3	137	6	1968,4	242,2
16	652,3	65	3	2138,8	224,1

6 °C, 1977

1	2991,6	484	54	55,4	55,4
2	2790,1	497	53	108,0	52,6
3	2859,9	525	50	164,4	57,2
4	2862,1	517	47	225,4	60,9
5	2713,3	478	41	291,8	66,1
6	3697,8	607	38	338,6	97,3
7	2302,0	357	21	496,2	109,6
8	544,2	81	5	563,3	108,8
9	118,1	17	1	607,3	118,1

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

- 1977 Nr. 1 Gunnar Nævdal, Marianne Holm og Sten Knutsson:
Erfaring med bruk av ytre merker på oppdrettsfisk.
- 1977 Nr. 2 Didrik S. Danielssen og Svein Arnholt Iversen:
Temperaturens innvirkning på utviklingen av naturlig
og kunstig befruktete makrellegg (Scomber scombrus L.).
- 1977 Nr. 3 Svein Arnholt Iversen og Didrik S. Danielssen:
Forhøyete temperaturers innvirkning på egg og larver
av torsk (Gadus morhua L.) og rødspette (Pleuronectes
platessa L.) samt larver av vårgytende sild (Clupea
harengus L.).
- 1977 Nr. 4 Svein Sundby og Roald Sætre: Spredning og transport
av oljeforurensning på havet - En litteraturoversikt.
- 1977 Nr. 5 Anon: The Bravo blow out. A report on marine research
activities April 23 to May 5 1977 including some
preliminar results.
- 1977 Nr. 6 Anon: Fiskeressursene og deres miljø i farvannene
utenfor Møre - Helgeland.
- 1977 Nr. 7 Carl Jakob Rørvik: Industritrålfisket i Nordsjøen. En
studie i hvordan utbyttet kan økes ved hjelp av
reguleringer uten at kvotene på torsk, hyse og hvitting
overskrides.
- 1977 Nr. 8 Einar Dahl, Else Ellingsen og Stein Tveite: Fiskeri-
biologiske undersøkelser i Langesundsområdet, februar-
november 1976.
- 1977 Nr. 9 Einar Dahl, Else Ellingsen og Stein Tveite: Fiskeri-
biologiske undersøkelser i Oslofjorden, februar -
november 1976.