

SERIE B  
1977 Nr. 3

# FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER  
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B  
1977 Nr. 3

Begrenset distribusjon  
varierende etter innhold  
(Restricted distribution)

FORHØYETE TEMPERATURERS INNVIRKNING PÅ EGG OG LARVER AV TORSK  
(Gadus morhua L.) OG RØDSPETTE (Pleuronectes platessa L.) OG  
LARVER AV VÅRGYTENDE SILD (Clupea harengus L.)

AV

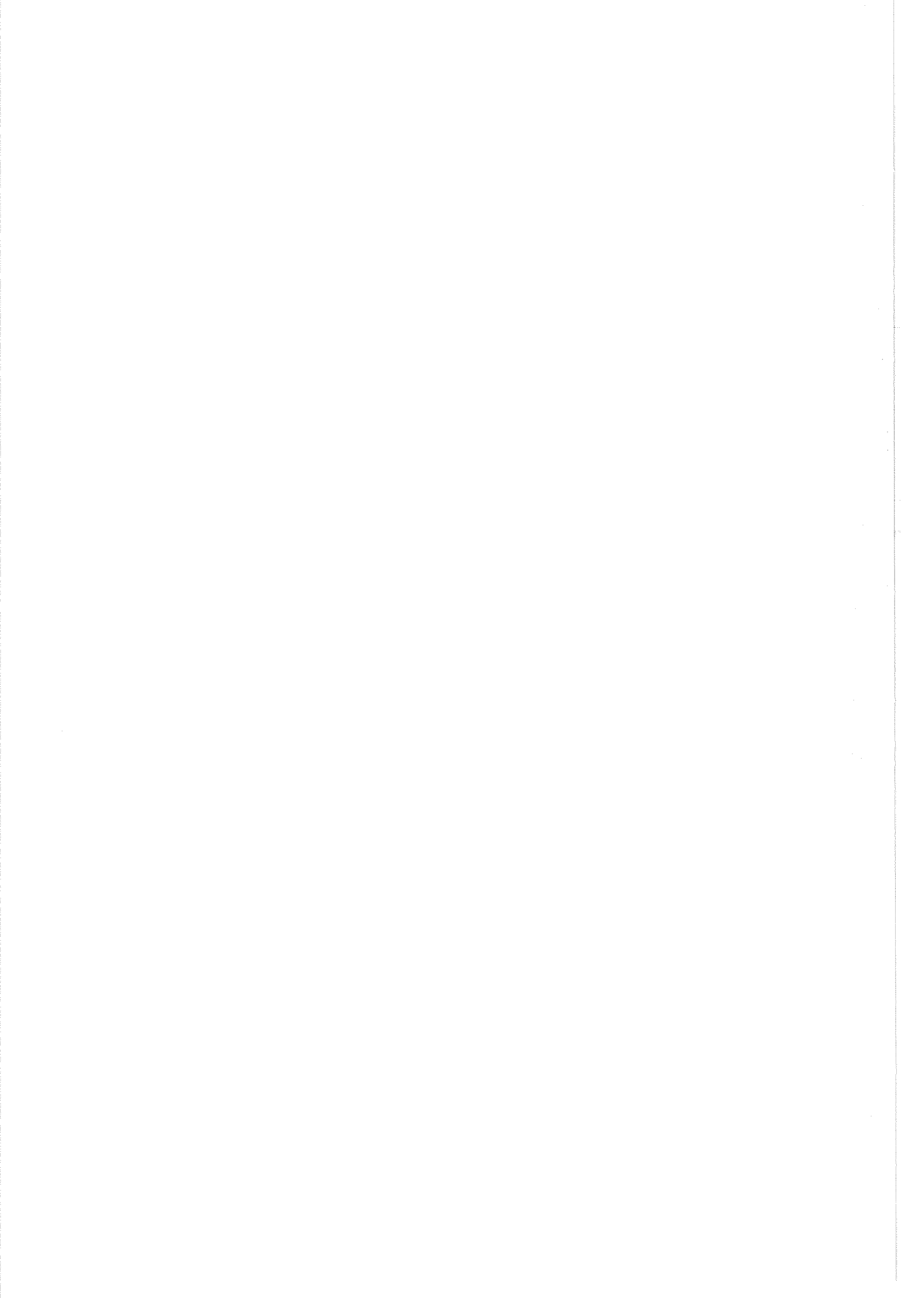
Svein Arnholt Iversen  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Postboks 1870-72, 5011 Bergen-Nordnes

og

Didrik S. Danielssen  
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt  
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 Arendal

Redaktør  
Erling Bratberg

Februar 1977



## INNHOOLD

	Side
1. INNLEDNING	5
2. MATERIALE OG METODER	5
2.1 Utvikling og dødelighet	5
2.2 Larvedeformitet	5
2.3 Temperatursjokk	6
2.4 Fôringsforsøk	7
3. RESULTATER	8
3.1 Utvikling og dødelighet	8
3.1.1 Torsk	8
3.1.1.1 Eggutvikling	8
3.1.1.2 Dødelighet i relasjon til tid	8
3.1.1.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier	11
3.1.2 Sild	11
3.1.2.1 Dødelighet i relasjon til tid	11
3.2 Deformitet	12
3.2.1 Rødspette	12
3.2.2 Torsk	13
3.3 Temperatursjokk	14
3.3.1 Rødspette	14
3.3.2 Torsk	16
3.3.3 Sild	17
3.4 Fôring	18
3.4.1 Rødspette	18
4. DISKUSJON OG KONKLUSJON	22
5. SAMMENDRAG	26
6. REFERANSER	27

## 1. INNLEDNING

Disse undersøkelsene er en fortsettelse av undersøkelsene som startet i 1974 (DANIELSSEN og IVERSEN 1974) i forbindelse med prosjekt termisk kraftverk. Målsettingen med undersøkelsene har vært å finne forhøyete temperaturers innvirkning på utvikling, dødelighet og deformitet av fiskeegg og larver. Denne rapporten omhandler forsøk som er gjort både med kortvarig (sjokk) og langvarig (under hele forsøksperioden) eksponering av fiskeegg og larver til forhøyete temperaturer. Forsøkene er utført med artene torsk, rødspette og sild.

## 2. MATERIALE OG METODER

Forsøkene er utført etter samme opplegg som beskrevet i DANIELSSEN og IVERSEN (1974). Eggene ble kunstig befruktet, og for å bestemme eggens utvikling er stadiene til WESTERNHAGEN (1970) brukt.

### 2.1 Utvikling og dødelighet

Torskeegg i stadium 3 $\beta$  og larver av torsk og sild ble overført fra 6°C til eksperimenttemperaturene 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16° og 18°C (DANIELSSEN og IVERSEN 1974). Utviklingen og dødeligheten ble kontrollert en gang pr. dag. Larvene ble ikke føret og forsøkene gikk frem til 100% dødelighet, med unntak av forsøkene med torskeegg i 14° og 16°C som måtte stoppes tidligere p.g.a. tekniske vanskeligheter.

### 2.2 Larvedeformitet

Nybefruktede egg, egg i 1b $\beta$  og egg i 3 $\beta$  av torsk og rødspette ble overført fra 6°C til eksperimenttemperaturene 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16° og 18°C. Eksperimentene ble avsluttet en dag etter at alle eggene var klekket. Larvene ble så tatt ut og undersøkt og klassifisert henholdsvis som deformerte og normale. Alle larver som hadde unormal hale eller på annen måte avvek fra den normale larve, ble klassifisert som deformert. Disse larvene skilte seg klart ut fra de andre ved unaturlige svømmebevegelser. Døde egg og larver ble tatt ut en gang pr. dag samtidig som utviklingen ble kontrollert.

### 2.3 Temperatursjokk

For å simulere temperaturbetingelsene i kjølevannet til et varmekraftverk, ble egg og larver satt direkte over fra ca. 6°C til akvarier med en temperatur som var ca. 10°C høyere. De ble holdt i denne temperaturen i 15-20 min. og deretter ble temperaturen regulert tilbake til ca. 6°C så fort som mulig, vanligvis i løpet av 15-20 min (Fig. 1 og 2). I disse forsøkene ble det benyttet egg av torsk og rødspette i stadiene  $1a\alpha$ ,  $1b\beta$ ,  $3\beta$  og nyklekte larver av torsk, rødspette og sild. Samtidig ble kontrollforsøk satt i gang ved 6°C. Forsøkene med egg ble avsluttet en dag etter at alle var klekket og antall deformerte larver bestemt. Larvene i larveforsøkene ble ikke fôret og gikk frem til 100% dødelighet. Utvikling og dødelighet ble sjekket en gang pr. dag. I forsøkene med rødspette ble egg og larver fra samme foreldrepar benyttet, mens eggforsøkene med torsk ble utført med egg fra et foreldrepar og larveforsøket fra et annet foreldrepar.

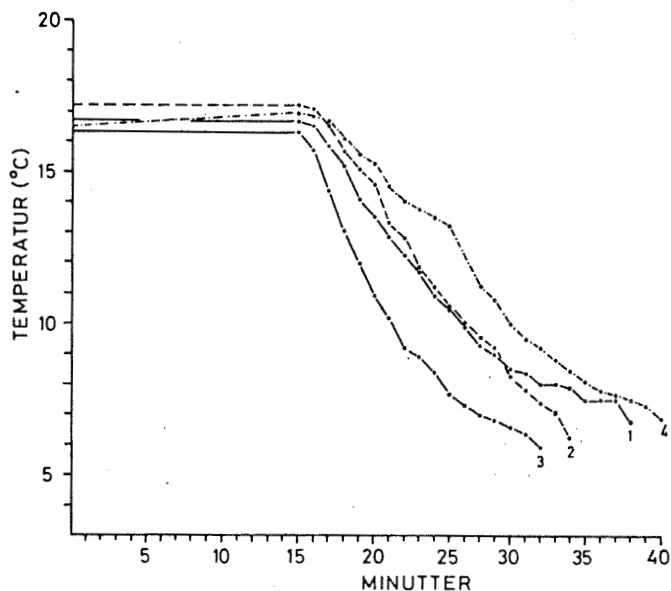


Fig. 1. Temperaturforløpet i forsøkene med temperatursjokk på egg og larver av rødspette. 1) Forsøk med egg i stadium  $1a\alpha$ . 2) Forsøk med egg i stadium  $1b\beta$ . 3) Forsøk med egg i stadium  $3\beta$ . 4) Forsøk med nyklekte larver.

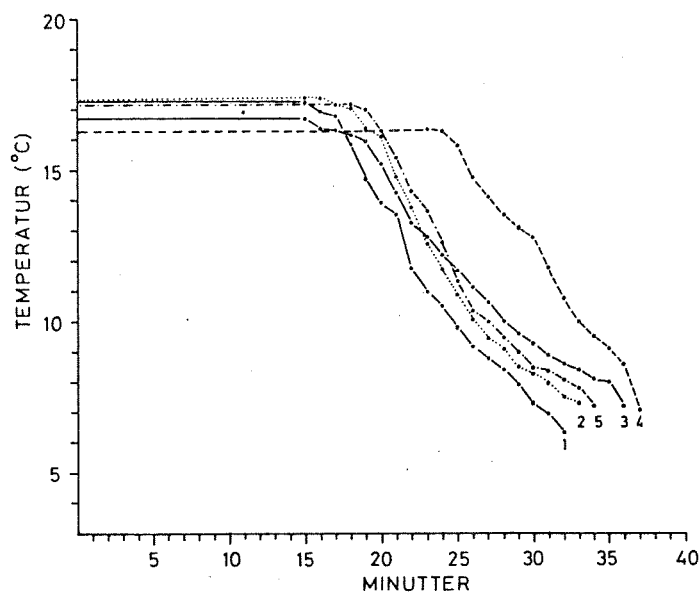


Fig. 2. Temperaturforløpet i forsøkene med temperatursjokk på egg og larver av torsk og sildelarver. 1) Forsøk med egg i stadium  $1a\alpha$  . 2) Forsøk med egg i stadium  $1b\beta$  . 3) Forsøk med egg i stadium  $3\beta$  . 4) Forsøk med nyklekte torskelarver. 5) Forsøk med nyklekte sildelarver.

#### 2.4 Fôringsforsøk

I disse forsøkene ble det bare benyttet nybefruktete rødspetteegg (stadium  $1a\alpha$  ) og rødspettelarver. Larvene var inntil ett døgn gamle ved eksperimentstart.

Egg ble overført fra  $6^{\circ}\text{C}$  til eksperimenttemperaturene  $6^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$  og  $14^{\circ}\text{C}$  ut fra den erfaring at egg i  $16^{\circ}$  og  $18^{\circ}\text{C}$  ville dø etter bare et par dager (DANIELSSEN og IVERSEN 1974). Etter at ca. halvparten av eggene var klekket, ble en del av materialet overført til et parallellforsøk, hvor larvene ble fôret en gang pr. dag og etter et par dager to ganger pr. dag med nyklekte artemianauplier. Larvene i de andre akvariene ble ikke fôret, og disse forsøkene gikk frem til 100% dødelighet. I forsøket ved  $12^{\circ}\text{C}$  var det så få egg som overlevde frem til klekking at det her bare ble utført fôringsforsøk. Ved avslutning etter ca. fire måneder ble de overlevende rødspettene målt til nærmeste hele mm.

Larvene i larveforsøkene ble satt over fra 6°C til eksperiment-temperaturene 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16° og 18°C. Ved hver temperatur ble det tatt ut larver til to akvarier, ett til sulteforsøk og ett til fôringsforsøk. Larvene i fôringsforsøket ble fôret to ganger daglig, første gang etter ett døgn. En prøve på ti larver ble tatt ut og lengdemålt med måleokular til nærmeste 1/10 mm ved forsøksstart og etter en, to og tre uker. Ved avslutningen av forsøket etter ca. tre måneder ble de overlevende lengdemålt til nærmeste mm. Forsøket i 12°C gikk relativt raskt ut p.g.a. et teknisk uhell med tilstopping av reguleringsutstyret. I denne forsøksserien ble utvikling og dødelighet sjekket en gang pr. dag.

### 3. RESULTATER

#### 3.1 Utvikling og dødelighet

##### 3.1.1 Torsk

###### 3.1.1.1 Eggutvikling

Fig. 3 viser stadioutviklingen hos torsk i forskjellige temperaturer. Eggene i dette forsøket utviklet seg i 6°C inntill stadium  $3\beta$ , og ved dette tidspunkt ble de overført til eksperiment-temperaturene. Eggene klekket i alle temperaturene untatt i 18°C hvor alle døde før klekketidspunktet. Selv en temperaturpåvirkning fra et så sent stadium i eggutviklingen som  $3\beta$ , gir en relativt stor tidsforskjell i klekkefasen. Som figuren viser, var det bare tre dagers forskjell fra 6° til 16°C ved begynnende klekking mens det ved samme temperaturer var 8 dagers forskjell ved 100% klekking.

###### 3.1.1.2 Dødelighet i relasjon til tid

Egg- og larvedødeligheten i forsøkene med egg som ble temperaturpåvirket fra og med stadium  $3\beta$  er vist i Fig. 4. På grunn av uhell med eksperimentene i 14° og 16°C ble disse avsluttet før 100% dødelighet. Som det fremgår av figuren er det liten forskjell i dødeligheten i den første tiden i temperaturene 6° til 12°C.



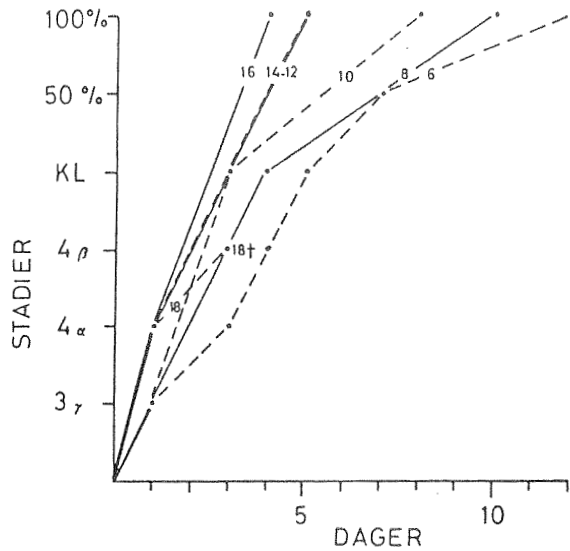


Fig. 3. Torskeeggenes utvikling etter stadium  $3\beta$  i de forskjellige forsøksstemperaturene.

I disse temperaturene inntraff en høy dødelighet først etter en viss tid avhengig av temperaturen, fra 13 dager i  $12^\circ$  til 23 dager i  $6^\circ\text{C}$ . Dødeligheten i  $14^\circ$ ,  $16^\circ$  og  $18^\circ\text{C}$  skiller seg klart ut fra de andre temperaturene med en meget sterk økning i løpet av de første dagene. I  $18^\circ\text{C}$  var alt dødt etter tre dager mens dødeligheten i  $16^\circ$  og  $14^\circ\text{C}$  var over 70% etter fire og fem dager, ved hvilket tidspunkt de som tidligere nevnt ble avsluttet.

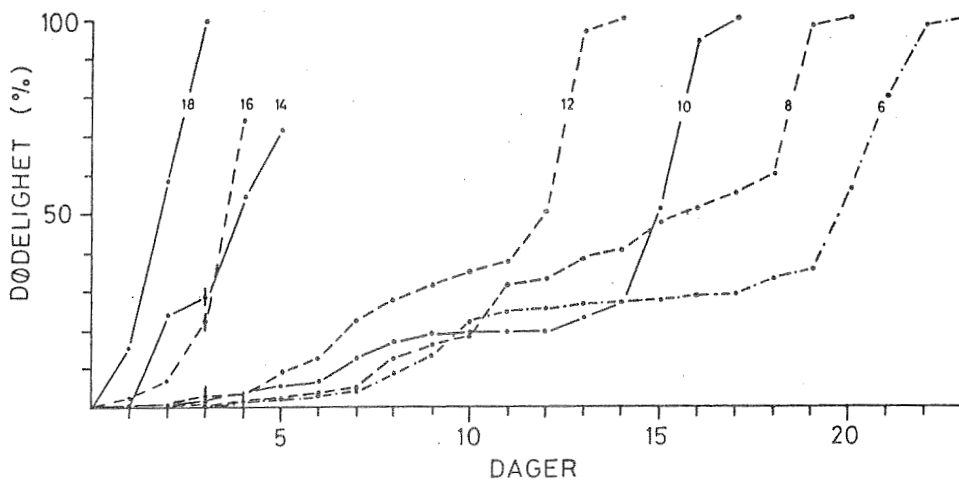


Fig. 4. Dødelighet for egg og larver av torsk etter stadium  $3\beta$  i de forskjellige temperaturene. Vertikale streker på kurvene angir tidspunkt for begynnende klekking.

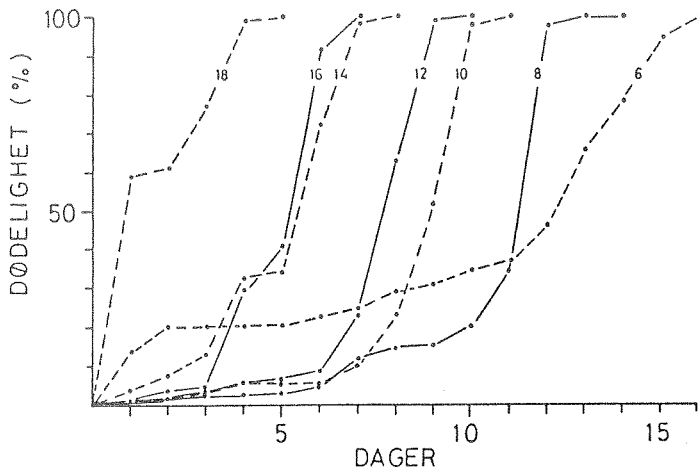


Fig. 5. Torskelarvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene.

Torskelarvene som ble klekket i en temperatur på 6°C, ble overført i eksperimenttemperaturene ved en alder av maksimum en dag. I Fig. 5 er vist dødeligheten i de respektive eksperimenttemperaturene. I begynnelsen var det en relativ lav dødelighet i alle temperaturene bortsett fra i 18°C. I alle forsøkene inntraff det en høy dødelighet etter en tid avhengig av temperaturen. Tabell 1 viser at resorpsjonen av plommesekken gikk betydelig hurtigere ved økende temperatur. Perioden fra plommesekkens resorpsjon til en markant økning i dødeligheten, minker også ved økende temperatur.

Tabell 1. Torskelarvenes overleving i de forskjellige temperaturer i antall dager etter overføring.

Temp. °C	Med plommesekk	Uten plommesekk og med lav dødelighet
6	3	8
8	3	8
10	3	5
12	2	5
14	2	3
16	2	3
18	1	1

### 3.1.1.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

Fig. 6 fremstiller dødeligheten i de forskjellige utviklingsstadier i forsøket med egg som ble eksponert til eksperimenttemperaturerne

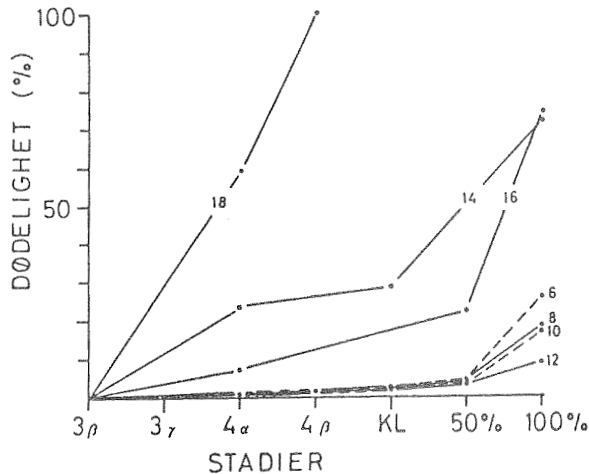


Fig. 6. Torskeeggenes dødelighet i de forskjellige utviklingsstadier etter stadium  $3\beta$ .

fra stadium  $3\beta$ . Forsøkene i  $6^\circ$  til  $12^\circ\text{C}$  gir liten dødelighet i alle stadiene. I  $14^\circ$  og  $16^\circ\text{C}$  derimot opptrer det en stor dødelighet i løpet av klekkefasen, og i  $18^\circ\text{C}$  er dødeligheten så stor allerede i eggstadiene at det ikke finner sted noen klekking.

### 3.1.2 Sild

#### 3.1.2.1 Dødelighet i relasjon til tid

Larver som ble klekket i  $6^\circ\text{C}$  ble etter ca. to dager satt over i eksperimenttemperaturerne. Dødeligheten var lav i alle temperaturerne i begynnelsen, men fikk deretter en sterk økning som først opptrådte i den høyeste temperaturen (Fig. 7). Tabell 2 viser i de respektive temperaturer tidspunktene frem til plommesekken er resorbert samt perioden etter resorbsjonen og frem til massedød inntrer. Som det sees reduseres begge disse periodene hurtig med økende temperatur.

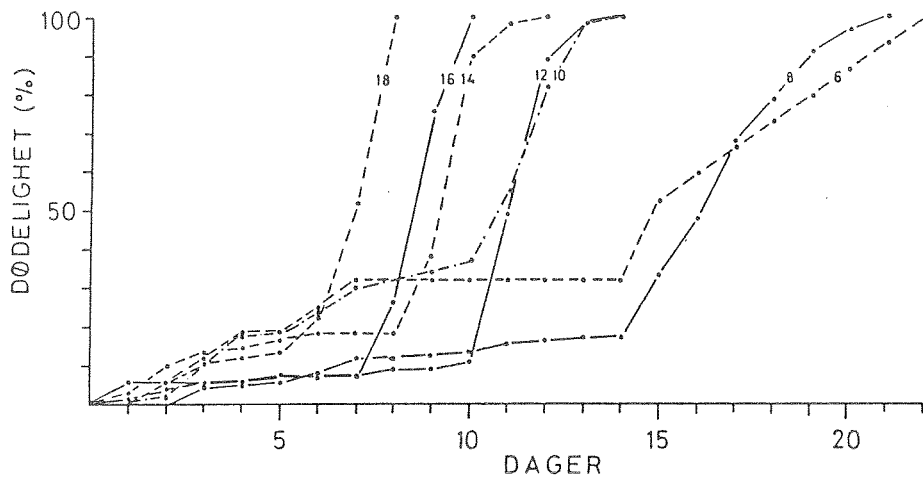


Fig. 7. Sildelarvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene.

Tabell 2. Sildelarvenes overleving i de forskjellige temperaturer i antall dager etter overføring.

Temp. °C	Med plommesekk	Uten plommesekk og med lav dødelighet
6	5	9
8	4	10
10	4	6
12	3	7
14	3	5
16	2	5
18	2	4

### 3.2 Deformitet

#### 3.2.1 Rødspette

I Fig. 8 er vist mengden av deformerte larver samt overlevingsprosenten i de forskjellige temperaturene. Der hvor eggene er satt over i eksperimenttemperaturene allerede i stadium la $\alpha$  er deformiteten lav opp til 12°C, mens i 14°C døde eggene før klekking. Den samme lave deformitet opp til 12°C ble også observert hos egg som ble eksponert til forsøkstemperaturene fra og med stadium lb $\beta$  og 3 $\beta$ . I 14° og 16°C var imidlertid mengden

av deformerte larver meget høy i forsøket med egg som var i  $1b\beta$  ved overføringen. I forsøket med egg som først ble påvirket fra og med stadium  $3\beta$ , var antall deformerte larver forholdsvis lav i  $14^{\circ}\text{C}$ , men økte sterkt i  $16^{\circ}\text{C}$ . Overlevingen var størst i de lavere temperaturene i forsøkene med egg som ble temperaturpåvirket fra stadium  $1a\alpha$  og  $3\beta$ . Overlevingskurven for egg som ble påvirket fra stadium  $1b\beta$  avviker noe i  $6^{\circ}$  og  $8^{\circ}\text{C}$  fra de to andre forsøkene. Eggene stammer fra en annen hunfisk, og en stor del hadde en strukturert "bikakelignende" overflate som virket noe tykkere og mindre gjennomskinnelig enn det som er vanlig. Larvene hadde problemer med å komme ut av slike egg og mange døde i klekkefasen. I de tre forskjellige eggforsøkene avtok overlevingen sterkt i temperaturene over  $12^{\circ} - 14^{\circ}\text{C}$ .

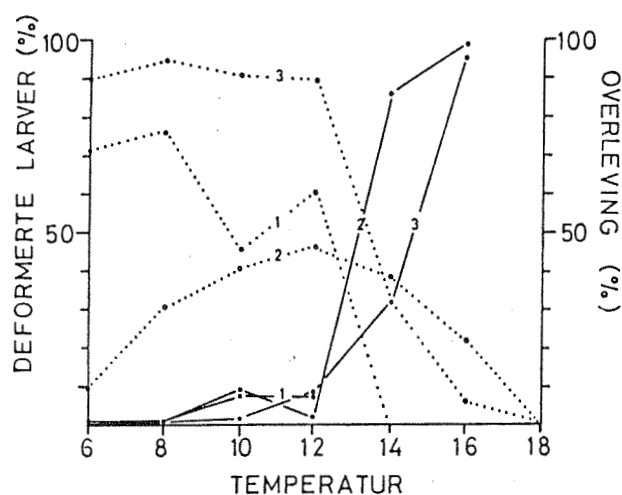


Fig. 8. Prosentvis innslag av deformerte rødspettelarver (heltrukket linje) og overleving (prikket linje) i de forskjellige temperaturene. 1) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $1a\alpha$ . 2) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $1b\beta$ . 3) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $3\beta$ .

### 3.2.2 Torsk

Fig. 9 viser i likhet med Fig. 8 at fra egg som ble satt over i forsøkestemperaturene fra og med stadium  $1a\alpha$  ble ingen larver klekket i  $14^{\circ}\text{C}$ . I  $12^{\circ}\text{C}$  var det imidlertid en stor mengde deformerte larver

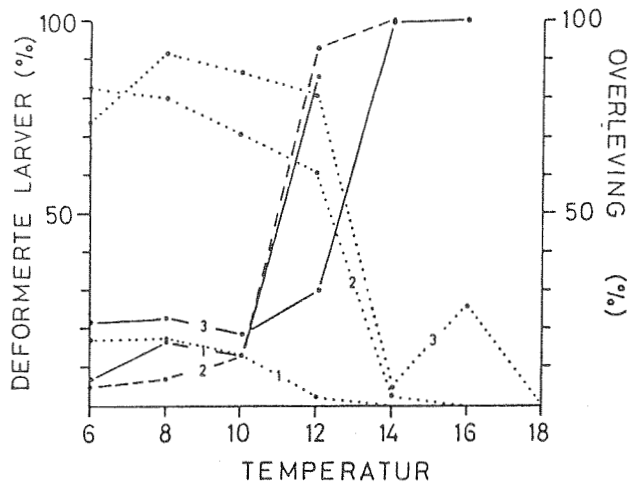


Fig. 9. Prosentvis innslag av deformerte torskelarver (heltrukket linje) og overleving (prikket linje) i de forskjellige temperaturene. 1) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $1a\alpha$ . 2) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $1b\beta$ . 3) Larver fra egg som ble eksponert fra stadium  $3\beta$ .

Egg som ble overført i stadium  $1b\beta$ , ga en stor mengde deformerte larver fra og med  $12^\circ\text{C}$ . Fra egg som ble overført i stadium  $3\beta$ , ble det observert relativt få deformerte larver i  $12^\circ\text{C}$  (ca. 30%), mens alle larvene var deformert i  $14^\circ$  og  $16^\circ\text{C}$ . Ved  $18^\circ\text{C}$  klekket heller ikke her noen av eggene. Overlevingen ved de lavere temperaturene i forsøket med egg som ble temperaturpåvirket allerede fra stadium  $1a\alpha$  var betydelig lavere enn i de to andre forsøkene med egg som ble påvirket fra stadium  $1b\beta$  og  $3\beta$ . På samme måte som i forsøkene med rødspetteegg avtok også overlevingen sterkt ved temperaturer over  $12^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Temperatursjokk

#### 3.3.1 Rødspette

Som tidligere nevnt viser Fig. 1 temperatursjokket i de forskjellige forsøkene. Som det sees av Fig. 10, var det ingen forskjell i

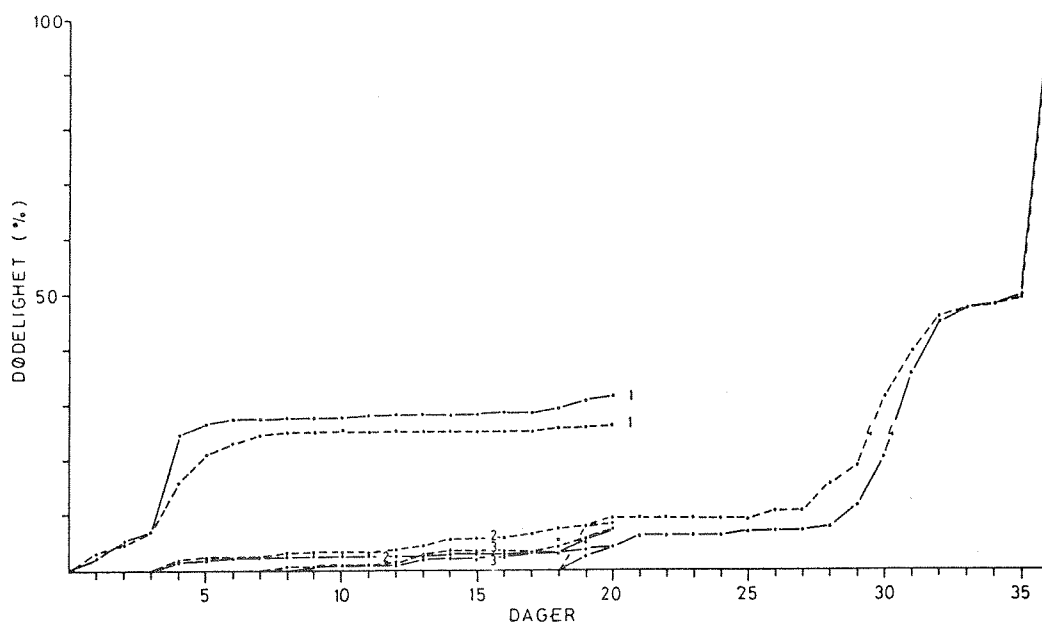


Fig. 10. Dødelighet i kontrollforsøkene (streket linje) og i temperatursjokkforsøkene (stiplet linje) med egg og larver av rødspette. 1) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $1a\alpha$  . 2) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $1b\beta$  . 3) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $3\beta$  4) Sjokkpåvirkning av nyklekte larver.

dødelighet mellom kontrollforsøkene og forsøkene som ble utsatt for temperatursjokk. I alle forsøkene følger kontrollen og sjokk-kurven hverandre meget godt. Eggforsøkene er avsluttet ved 100% klekking mens larveforsøket er gått frem til 100% dødelighet. Larvene ble ikke fôret i dette forsøket. Tabell 3 viser mengden av deformerte larver i de tre forskjellige forsøkene.

Tabell 3. Prosentvis mengde av deformerte larver i forsøkene med rødspetteegg som ble utsatt for temperatursjokk. 1) Egg eksponert fra og med stadium  $1a\alpha$  . 2) Egg eksponert fra og med stadium  $1b\beta$  . 3) Egg eksponert fra og med stadium  $3\beta$  .

Forsøk	Kontroll- gruppe	Eksperiment- gruppe
1	2,0	1,1
2	0,6	1,1
3	1,9	0,9

Både kontrollgruppen og den sjokkpåvirkete gruppen ga det samme lave resultat. Det var heller ingen forskjell på larvene enten eggene ble sjokkpåvirket som nybefruktete eller senere.

### 3.3.2 Torsk

Temperaturforløpet i sjokkfasen er vist i Fig. 2 for de forskjellige forsøkene. I Fig. 11 er vist dødeligheten i de enkelte kontroll- og sjokkforsøkene. Som det sees av de tre eggforsøkene var forskjellene i dødelighet mellom sjokkforsøkene og kontrollene liten. I eksperimentet hvor eggene ble sjokkpåvirket allerede i stadium  $1a\alpha$  lå faktisk dødeligheten i kontrollen høyere. Kurvenes forløp er imidlertid ganske like. Noe av det samme gjør seg også gjeldende i forsøkene hvor eggene ble påvirket i stadium  $1b\beta$ , men her var dødeligheten noe høyere i sjokkforsøket. Det siste eggeksperimentet, (stadium  $3\beta$ ) ga samme dødelighet i sjokk- og kontrollforsøket.

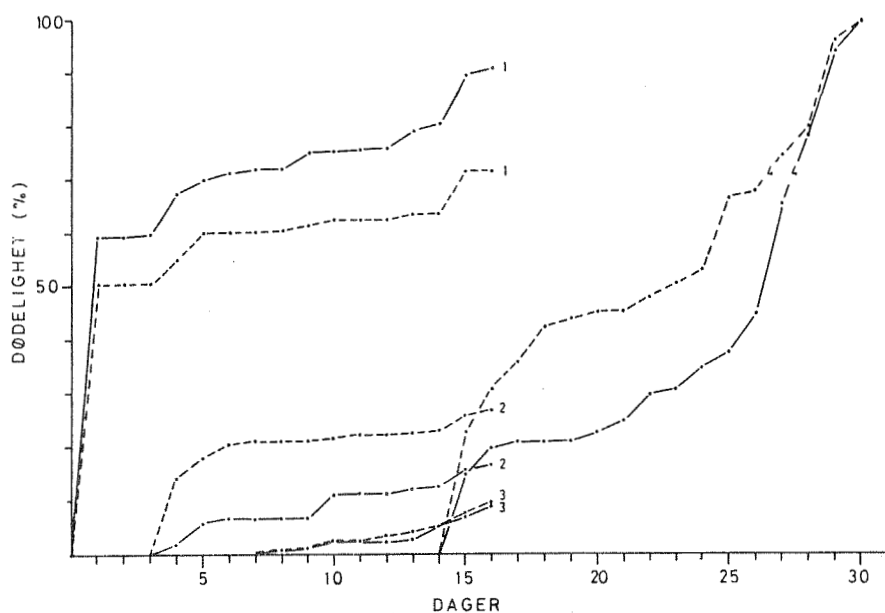


Fig. 11. Dødelighet i kontrollforsøkene (streket linje) og i temperatursjokkforsøkene (stiplet linje) med egg og larver av torsk. 1) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $1a\alpha$ . 2) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $1b\beta$  3) Egg som ble sjokkpåvirket i stadium  $3\beta$ . 4) Sjokkpåvirkning av nyklekte larver.

I larveforsøket er dødeligheten i de første 3-4 dagene høyere i sjokkeksperimentet. Men i likhet med de andre forsøkene er kurveforløpet stort sett det samme. Heller ikke her ble larvene føret.



Tabell 4 viser innslaget av deformerte larver i de forskjellige forsøkene. I likhet med rødspetteforsøkene var det ingen forskjell hverken mellom kontroll- og sjokkforsøkene eller mellom forsøkene som ble påvirket tidlig eller sent i utviklingen.

Tabell 4. Prosentvis mengde av deformerte larver i forsøkene med torskeegg som ble utsatt for temperatursjokk.

1) Egg eksponert fra og med stadium  $1a\alpha$ . 2) Egg eksponert fra og med stadium  $1b\beta$ . 3) Egg eksponert fra og med stadium  $3\beta$ .

Forsøk	Kontroll gruppe	Eksperiment gruppe
1	7,7	8,0
2	5,9	7,2
3	7,3	6,8

### 3.3.3 Sild

Sjokkeksperimentet ble også utført med sildelarver. Temperaturene i sjokkfasen er vist i Fig. 2. Som man ser av Fig. 12 ga ikke sjokkvirkningen noen øket dødelighet i forhold til kontrollen.

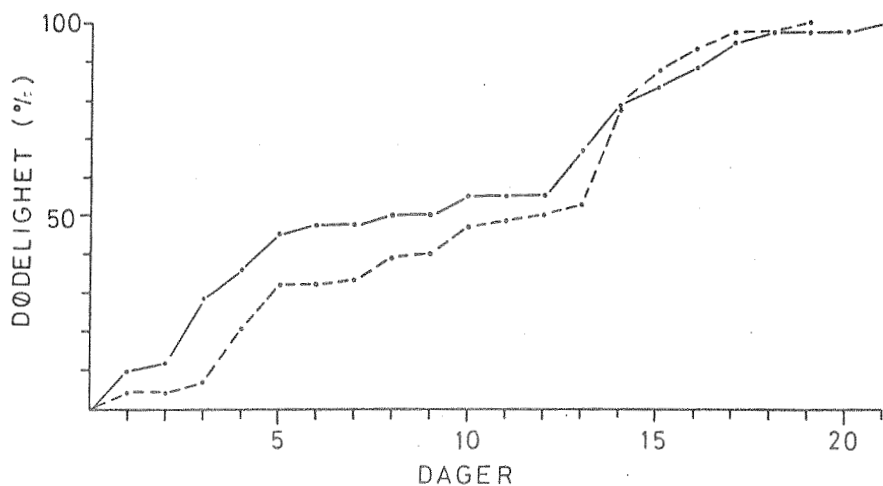


Fig. 12. Dødelighet i kontrollforsøket (streket linje) og i temperatursjokkforsøket (stiplet linje) med sildelarver.

Kurvene følger hverandre meget godt og massedødelighet p.g.a. at larvene ikke ble fôret inntrer ved samme tidspunkt, etter 12-13 dager.

### 3.4 Fôring

#### 3.4.1 Rødspette

I forsøkene hvor eggene ble satt over i forsøkstemperaturene i stadium la $\alpha$  var dødeligheten ved begynnende klekking i temperaturene 6°, 8°, 10°, 12° og 14°C henholdsvis 52%, 50%, 71%, 92% og 100%. Ved dette tidspunkt ble forsøkene i 6°-10°C delt i to, et fôrings- og ett sulteforsøk. I 12°C var det så få larver igjen at alle ble satt i fôringsforsøk. Fig. 13 viser dødeligheten i larveforsøkene fra dette tidspunkt. Bortsett fra i 12°C hadde larvene fremdeles plommesekk da fôringen startet. Som det fremgår av figuren er dødeligheten den samme i fôrings- og sulteforsøkene i 6° og 8°C en tid etter at fôring startet. Deretter avtar dødeligheten sterkt i fôringsforsøket mens den i løpet av få dager er 100% i sulteforsøket. Ved forsøkernes avslutning er dødeligheten i 6° og 8°C henholdsvis 70% og 81%. I 10°C følger dødelighetskurvene hverandre helt, og ved sulteforsøkets avslutning var dødeligheten hele 98% i fôringsforsøket. Dette skyldtes antagelig et uhell med vanngjennomstrømningen som forårsaket en stor dødelighet i begge forsøkene to til tre dager etter forsøkets begynnelse. I 12°C var imidlertid dødeligheten adskillig lavere den første tiden enn i 10°C med en jevnt stigende dødelighet i de første fem dager for deretter å avta. Etter 55 dager døde igjen noen larver. Dette kan muligens skyldes utilstrekkelig fôring dagen før, noe som skyldtes problemer med klekkingen av artemianauplier. Dødeligheten ved forsøkets avslutning av 83%. Med andre ord var det bare ca. 10% forskjell på dødeligheten ved avslutningen av forsøkene i 6°, 8° og 12°C. Larvenes gjennomsnittslengde (Tabell 5) i forsøkene i 6°, 8° og 12°C ble testet og funnet å være signifikant forskjellige.

Tabell 5. Larvenes gjennomsnittslengde med standardavvik ved forsøkernes avslutning.

Temp. °C	Antall	Gj.snitt lengde mm	Standard-avvik
6	87	14,3	2,09
8	65	15,6	3,27
12	20	28,1	4,22

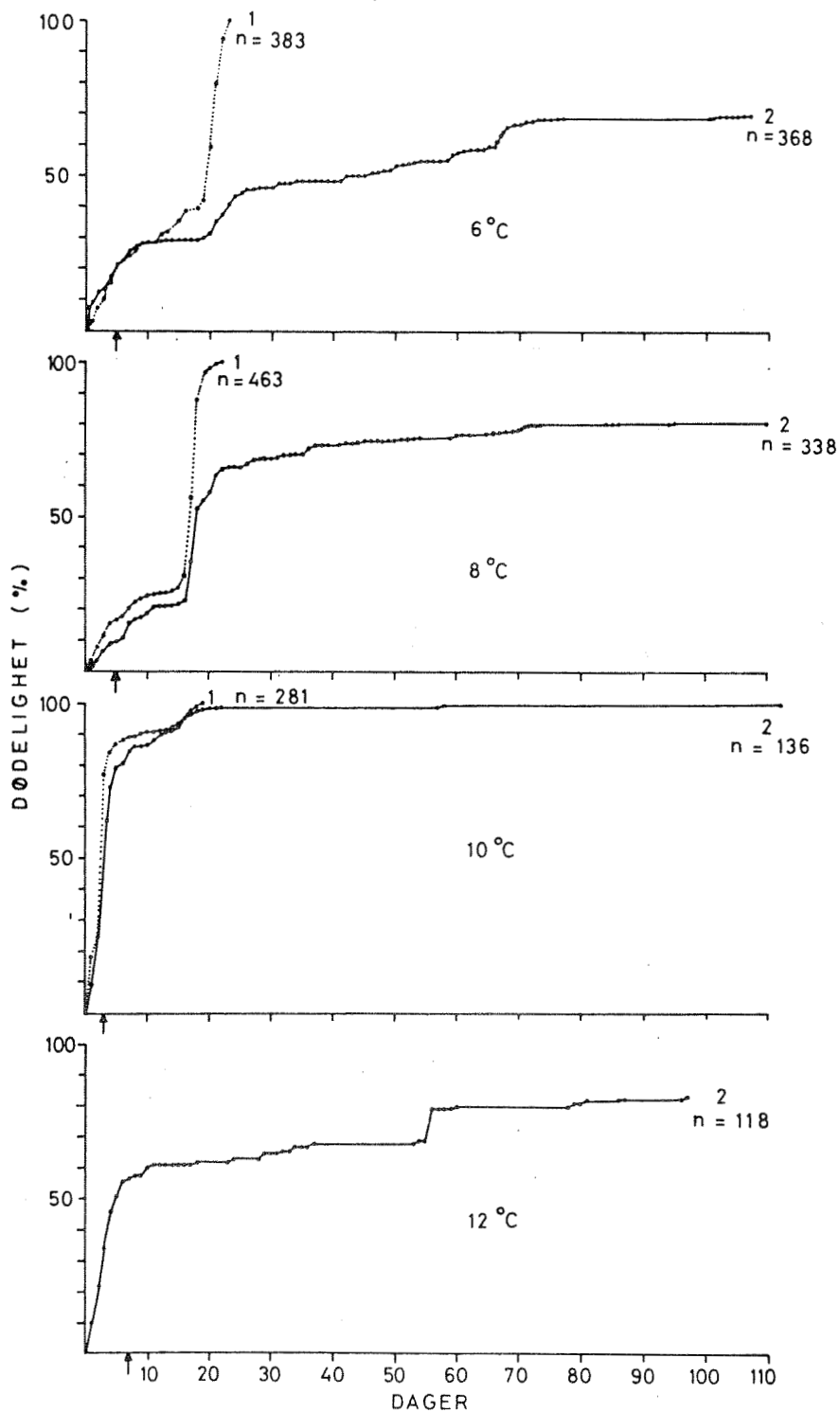


Fig. 13. Dødelighet i sulte- og fôringsforsøkene i de forskjellige temperaturene med rødspettelarver fra egg som ble temperaturpåvirket fra stadium la $\alpha$ . 1) Sulteforsøk. 2) Fôringsforsøk.

Larver fra egg som ble klekket i 6°C, ble to dager gamle overført til forsøkstemperaturene, og dødeligheten fra og med dette tidspunkt er vist i Fig. 14. Som det fremgår av figuren følger dødeligheten i sulte- og fôringsforsøket i de enkelte temperaturer hverandre godt

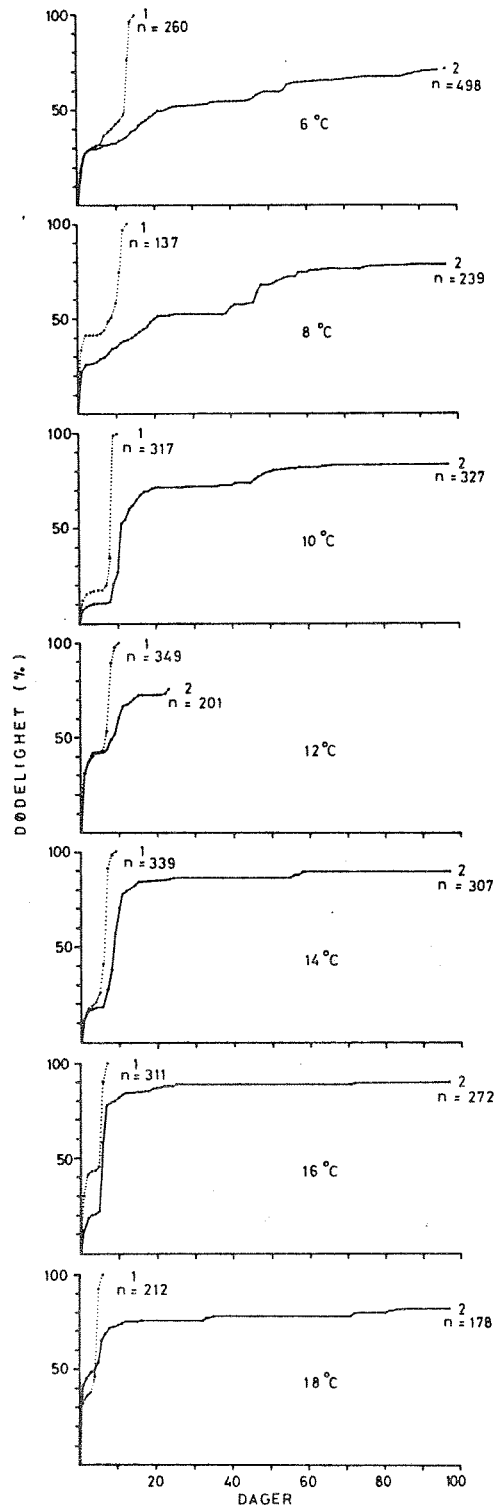


Fig. 14. Dødelighet i sulte og fôringsforsøkene i de forskjellige temperaturene med nyklekte rødspette-larver fra forsøk ved 6°C. 1) Sulteforsøk. 2) Fôringsforsøk.

de første dagene. Deretter avtar også dødeligheten i disse fôringsforsøkene raskt. I de høyere temperaturene er det en meget liten økning i dødeligheten etter som tiden går. I 6° og 8°C synes dødeligheten selv ved forsøkernes avslutning ikke helt å ha stabilisert seg. Imidlertid ligger den ved eksperimentets avslutning i alle forsøkene mellom 72% og 90%. Forsøket i 12°C gikk ut etter ca. tre uker p.g.a. et teknisk uhell.

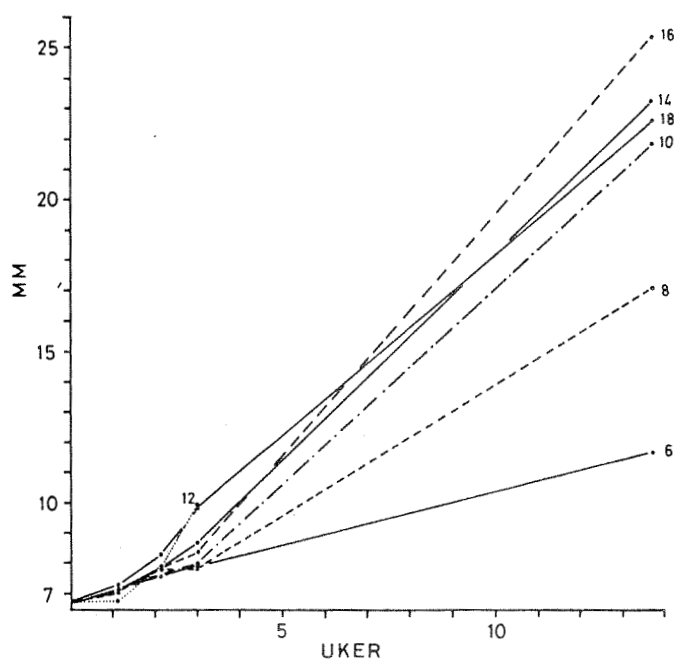


Fig. 15. Gjennomsnittslengdene av rødspettelarver fra fôringsforsøkene i de forskjellige temperaturene gjennom forsøksperioden med nyklekte larver fra 6°C.

Fig. 15 viser gjennomsnittslengden i de enkelte forsøkene i eksperimentperioden. I begynnelsen viser det seg ikke å være vesentlige forskjeller mellom de enkelte forsøk med temperaturen. Testing av gjennomsnittslengdene (Tabell 6) i de enkelte forsøk ved eksperimentets avslutning, viste at forsøket i 6°C var signifikant forskjellig fra alle høyere temperaturer. Det samme ble funnet i forsøket ved 8°C mens ingen av de andre var signifikant forskjellige.

Tabell 6. Larvenes gjennomsnittslengde med standardavvik ved forsøkernes avslutning.

Temp. °C	Antall	Gj.snitts lengde mm	Standardavvik
6	126	11,7	1,20
8	40	17,2	2,65
10	12	21,9	6,10
14	16	23,3	5,59
16	12	25,4	0,52
18	13	22,7	6,41

#### 4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Som tidligere nevnt er disse undersøkelsene en supplerings av tidligere utførte forsøk (DANIELSSEN og IVERSEN 1974). Begge undersøkelser viste på torskkegg en retardasjon i utviklingen ved de høyere temperaturene. Dette ble også påvist av BONNET (1939) i hans forsøk med torskkegg. Reduksjonen i tid fra befruktning frem til klekking ble ca. 25% ved å overføre eggene til 12°C i 3 $\beta$  i forhold til å la de gå i 6°C i hele utviklings-tiden. Denne reduksjon i tid er noe større enn hva som tidligere ble observert for rødspette av DANIELSSEN og IVERSEN (1974). I likhet med de undersøkelsene ga også torskkegg som ble temperaturpåvirket fra stadium 3 $\beta$  en markert forskjell i dødeligheten fra 12° til 14°C. Frem til klekking er det ingen forskjell i dødeligheten i temperaturene 6° til 12°C. LAURENCE og ROGERS (1976) eksperimenterte med torskkegg i temperaturene 2° til 12°C, og fant heller ingen forskjell i dødeligheten ved klekking. Dette var egg som var gytt naturlig i akvarium. Samme tendens ble også funnet av DANIELSSEN og IVERSEN (1974) i temperaturene 6° til 10°C. Som påvist i den samme undersøkelsen for rødspette, var det en markert økning i dødeligheten i 14° og 16°C i kleskefasen, mens økningen i de lavere temperaturene var liten. På samme måte ble det også her funnet en økende tidsforskjell fra begynnende til 100% klekking jo lavere temperaturen var.

Overføring av nyklekte torske- og sildelarver til høyere temperaturer ga ingen høy dødelighet. Dette ble imidlertid tidligere funnet hos rødspette (DANIELSSEN og IVERSEN 1974), noe som muligens skyldtes en kombinasjon av påkjeningen ved overføringen og temperatursjokket larvene deretter ble utsatt for. Det ble der observert at plommesekken ble resorbert omtrent like hurtig hos sild og rødspette i de forskjellige temperaturene, mens det i den foreliggende undersøkelsen viser seg at dette går en del raskere hos torsk når temperaturen øker. Det samme gjelder tiden etter at plommesekken er resorbert, og frem til larvene dør av sult. Denne tiden er også av samme størrelsesorden hos rødspette og sild, mens tidsintervallet hos torskelarvene er mindre i samtlige temperaturer (Tabell 7). Ved 6°C er forskjellen ca. 10% og øker til ca. 80% ved 18°C.

Tabell 7. Antall dager med lav dødelighet etter at plommesekken er resorbert for rødspette- torsk- og sildelarver i de forskjellige temperaturene.

Temp. °C	Rødspette	Torsk	Sild
6	9	8	9
8	9	8	10
10	7	5	6
12	7	5	7
14	6	3	5
16	6	3	5
18	6	1	4

I forsøkene for å finne innslaget av deformerte rødspette- larver i de forskjellige temperaturene, hadde overlevingen i forsøket med egg som ble temperaturpåvirket fra og med stadium lb $\beta$  et sterkt avvikende forløp i forhold til forsøk med påvirkning av yngre og eldre egg. Dette skyldtes i vesentlig grad eggens sterkt strukturerte overflate som larvene hadde vansker med å bryte igjennom, og som derved forårsaket en stor dødelighet under klekkingen. Overlevingen ved 6°C var 9%. I temperatursjokkforsøket med egg i samme stadium og utført under samme eksperimentelle forhold var overlevingen

hele 96,5%. Innslaget av deformerte larver var det samme i de to forsøkene. Dette tyder på at den spesielle eggstrukturen ikke hadde noen innvirkning på larvedannelsen hos de larvene som ble klekket. Egg med en slik strukturert overflate er så vidt man vet ikke tidligere beskrevet. Innslaget av deformerte larver er lite ved alle temperaturene t.o.m. 12°C enten eggene utsettes for de høyere temperaturer tidlig eller senere i utviklingen. Når det gjelder overlevingen i forsøkene med torskeegg er den betydelig lavere for egg som ble temperaturpåvirket allerede fra stadium  $la\alpha$ . Den sank også sterkt ved temperaturer høyere enn 12°C. Denne observasjonen stemmer godt overens med det som ble funnet tidligere (DANIELSSEN og IVERSEN 1974). Innslaget av deformerte larver viser seg for begge artene å være lite der overlevingen er høy, og omvendt der overlevingen er lav. Forsøket med torskeegg som ble temperaturpåvirket fra stadium  $lb\beta$ , avvek litt fra dette i og med at både overlevingen og innslaget av deformerte larver var stort ved 12°C. LAURENCE og ROGERS (1976) konkluderer i sin undersøkelse med at deformitet hos torskelarver er uavhengig av temperaturen helt opp til 12°C, i motsetning til den foreliggende undersøkelse hvor deformiteten synes å være uavhengig opp til en temperatur på 10°C. Denne forskjellen kan bero på at de eksperimenterte med egg fra torsk på den amerikanske østkysten. På den annen side fant de et større innslag av deformerte larver i de lavere temperaturene (6-10°C) enn i den foreliggende undersøkelse. Dette kan skyldes at de utførte eksperimentene i et lukket akvariesystem. Et slikt system vil kunne gi en akkumulering av avfallsstoffer og nedgang i oksygeninnholdet, noe som antas å kunne forstyrre larvenes utvikling og derved forårsake deformerte larver ifølge SHELBOURNE (1956).

Enten torske- eller rødspetteegg utsettes for kortvarig temperatursjokk (ca. 15 min.) med overtemperatur på ca. 10°C tidlig eller senere under utviklingen, har dette ingen innvirkning på dødeligheten. Det samme gjelder også for nyklekte larver av begge disse to artene og sild. Dødeligheten er større i forsøkene med egg i tidlige enn i senere stadier. Forskjellen skyldtes at dødeligheten var størst de par første dagene etter befruktningen. I forsøk med egg i senere stadier er denne dødeligheten allerede ferdig før forsøkene begynner. Sammenlignes dødeligheten i forsøket med nybefruktete egg etter de første



dagene med dødeligheten i forsøk med eldre egg synes dødelighetskurvene bare å være parallellforskjøvet. Lignende undersøkelser utført på larver av forskjellig fisk på den amerikanske østkyst med blant annet tre flyndrearter, viste at en overtemperatur på 12°C og med en eksponeringstid på opptil 40 min. heller ikke ga noen øket dødelighet (HOSS, HETTLER og COSTON 1974). Kortvarige temperatursjokk synes ifølge denne og de foreliggende undersøkelser ikke å ha noen innvirkning på dødeligheten. Dette understøttes av undersøkelser på fiskelarver av ferskvannsfisk utført av MARCY (1973) ved et kjernekraftverk. Han fant at 80% av dødeligheten hos fiskelarver som gikk gjennom kjølesystemet til kraftverket skyldtes mekanisk påvirkning. De resterende 20% skyldtes temperatursjokk (overtemperatur på 12,5°C) eller forlenget oppholdstid i kjølevannskanalen ut fra kraftverket. Temperatursjokk på egg i tidlig eller senere stadier ga i den foreliggende undersøkelsen ingen signifikant økning i innslaget av deformerte larver.

Larver fra rødspetteegg som allerede ble temperaturpåvirket fra de var nybefruktete, ga ved fôring liten forskjell i dødeligheten i løpet av forsøksperioden (de første 100-110 dagene etter klekking) i temperaturene 6°-12°C. Forsøk med larver som ble ført direkte fra 6°C og over i forsøkstemperaturene, viste en litt større spredning i dødelighet etter ca. 100 dager. Forskjellen var imidlertid ikke større en knapt 20%. Disse forsøkene viser at larver som oppholder seg i relativt høye temperaturer (helt opp til 18°C) ikke synes å ha en stort dårligere overlevingsevne enn larver ved lavere og mer naturlige temperaturer bare de får tilstrekkelig fôr. Dødeligheten i de høyere temperaturene kommer relativt raskt til et nivå som stort sett beholdes resten av forsøksperioden. Ved de lavere temperaturene går det lengre tid før dødeligheten når dette nivået. Det ser altså ut som om det er en del larver i alle forsøkene som er svake og dør, og at dette skjer hurtigere med økende temperatur, men at mengden av disse larvene er omtrent den samme i alle forsøkene.

Veksten viste seg å være minst i 6° og 8°C. I de andre temperaturene var det ingen signifikant forskjell mellom forsøkene, og noen optimumstemperatur ble ikke funnet. Da individantallet var langt større i 6° og til dels også i 8°C kan årsaken til denne vekstforskjell bero på en kombinasjon av temperatur og individtetthet.

## 5. SAMMENDRAG

1. Temperaturen innvirkning ( $6^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $12^{\circ}$ ,  $14^{\circ}$ ,  $16^{\circ}$  og  $18^{\circ}\text{C}$ ) på utvikling og dødelighet på egg og larver av torsk og sildelarver er undersøkt. Ved de samme temperaturene er larvedeformiteten på torsk og rødspette undersøkt, og vekst og overleving i forbindelse med fôring av rødspettelarver. Dessuten ble bestemte utviklingsstadier av egg og larver av torsk, rødspette og sild utsatt for kortvarige temperatursjokk (ca. 15 min.) med ca.  $10^{\circ}\text{C}$  overtemperatur, for å undersøke om dette ville ha innvirkning på utvikling, dødelighet eller deformitet.
2. Torskeegg som ble utsatt for de høyere temperaturene fra stadium 3 $\beta$ , ga en markert forskjell i dødelighet fra  $12^{\circ}\text{C}$  til  $14^{\circ}\text{C}$ . Overføring av nyklekte silde- og torskelarver til høyere temperaturer ga ingen forskjell i dødelighet.
3. Plommesekken hos torskelarvene resorberes hurtigere ved økende temperaturer enn hos sild og rødspette.
4. Innslaget av deformerte torskelarver var lavt ved temperaturene til og med  $10^{\circ}\text{C}$  mens for rødspette var innslaget lite til og med  $12^{\circ}\text{C}$ .
5. Et kortvarig temperatursjokk ga ingen økning i dødelighet eller deformitet, hverken hos rødspette, torsk eller sild.
6. I fôringsforsøkene med rødspettelarver var det ingen vesentlig forskjell i dødeligheten i temperaturene  $6-18^{\circ}\text{C}$ .

6. REFERANSER

- BONNETT, D.D. 1939. Mortality of the cod egg in relation to temperature. Biol.Bull.mar.biol.Lab., Woods Hole, 76: 428-441.
- DANIELSSEN, D.S. og IVERSEN, S.A. 1974. Egg og larveutvikling hos rødsplette (Pleuronectes platessa L.), torsk (Gadus morhua L.) og vårgytende sild (Clupea harengus L.) ved konstante temperaturer. Fisken og Havet Ser. B, 1974 (22): 1-31.
- HOSS, D.E., HETTLER, Jr. W.F. and COSTON, L.C. 1974. Effects of thermal shock on larval estuarine fish- Ecological implications with respect to entrainment in power plant cooling systems p. 357-371 in BLAXTER, J.H.S. ed. The Early Life History of Fish. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- LAURENCE, G.C. and ROGERS, C.A. 1976. Effects of temperature and salinity on comparative embryo development and mortality of Atlantic cod (Gadus morhua L.) and haddock (Melanogrammus aeglefinus L.) J.Cons.perm.int.Explor.Mer., 36:220-228.
- MARCY, B.C. 1973. Vulnerability and survival of young Connecticut river fish entrained at a nuclear power plant. J.Fish.Res.Bd Can. 30: 1195-1203.
- SHELBOURNE, J.E. 1956. The abnormal development of plaice embryos and larvae in marine aquaria. J.mar.biol.Ass. U.K., 35: 177-92.
- WESTERNHAGEN, H. von, 1970. Erbrütung der Eier von Dorsch (Gadus morhua L.), Flunder (Pleuronectes flesus L.) und Scholle (Pleuronectes platessa L.) unter kombinierten temperatur - und salzgehaltsbedingungen. Helgoländer wiss. Meeresunters. 21: 21-102.

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 oppdretts-  
fisk.

1977 Nr. 2 Didrik S. Danielssen og Svein Arnholt Iversen:  
Temperatures innvirkning på utviklingen av  
naturlig og kunstig befruktete makrellegg  
(Scomber scombrus L.).