

*Publ.*

# FLØDEVIGEN

RAPPORTSERIE

Nr. 1, 1983



FISKERIBIOLOGISKE UNDERSØKELSER  
I LANGESUNDSOMRÅDET, 1974 – 1978

Einar Dahl, Else Torstensen og Stein Tveite

FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT  
STATENS BIOLOGISKE STASJON FLØDEVIGEN  
N-4800 ARENDAL, NORWAY

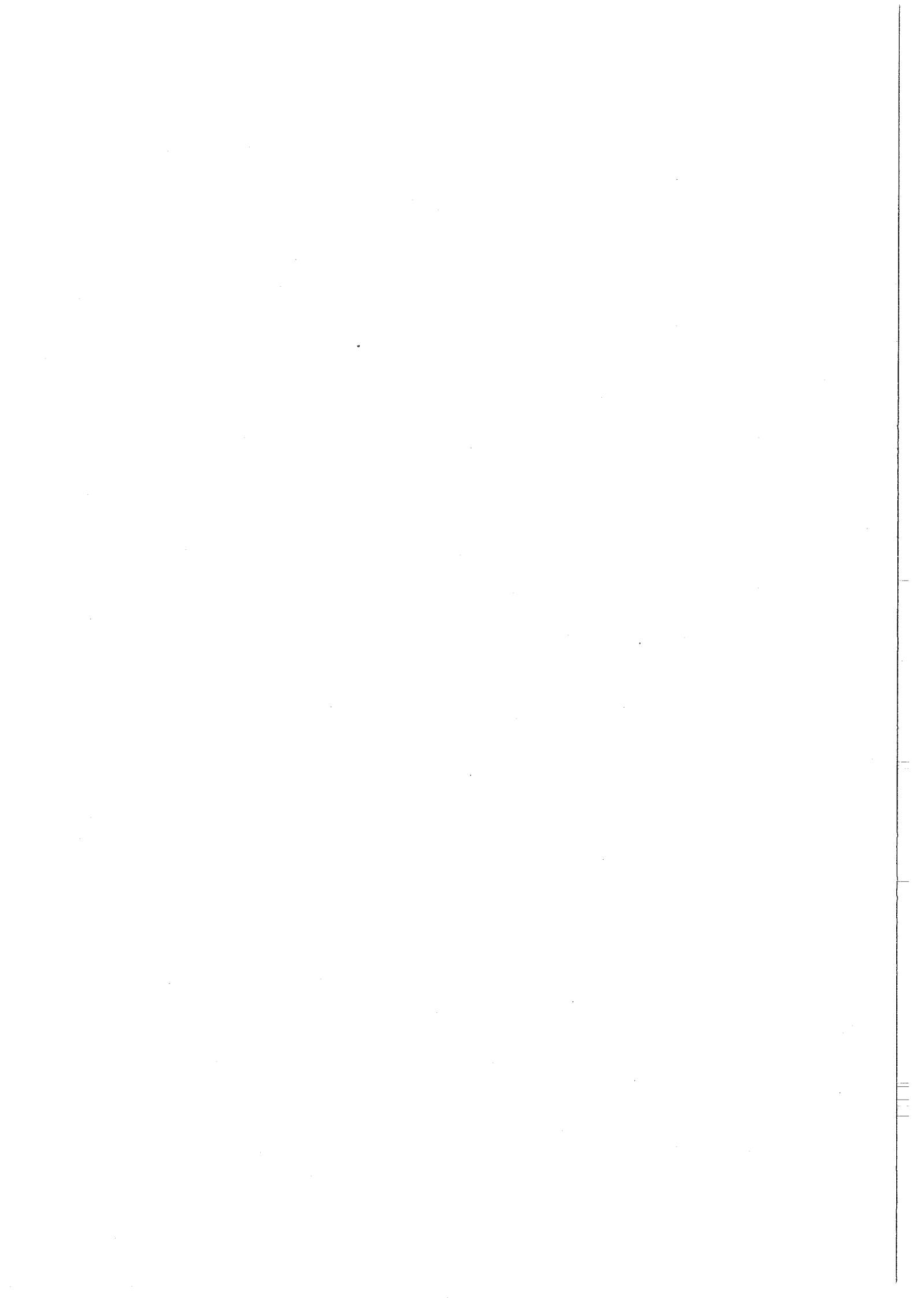
ISSN 0333 - 2594

Fiskeribiologiske undersøkelser i  
Langesundsområdet 1974-1978

av

Einar Dahl, Else Torstensen og Stein Tveite  
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen  
Arendal

Flødevigen rapportser. Nr 1, 1983  
ISSN 0333-2594



# INNHOOLD

	side
FORORD	4
ABSTRACT	5
SAMMENDRAG	5
INNLEDNING	8
MATERIALE OG METODER	8
Hydrografi	10
Plantep plankton	10
Zooplankton - ichtyoplankton	11
Fiskeregistreringer	12
RESULTATER	12
Hydrografi	12
Plantep plankton	15
Zooplankton	21
<i>Volum</i>	21
<i>Totalantall organismer</i>	24
<i>Gruppe- og artssammensetning</i>	24
<i>De vanligste copepodene</i>	38
<u><i>Oithona spp.</i></u>	38
<u><i>Calanus spp.</i></u>	40
<u><i>Pseudo-Paracalanus spp.</i></u>	45
<u><i>Temora longicornis</i></u>	48
<u><i>Acartia longiremis og Acartia clausi</i></u>	50
Ichtyoplankton	55
<i>Brisling (Sprattus sprattus)</i>	55
<i>Makrell (Scomber scombrus)</i>	58
<i>Sild (Clupea harengus)</i>	59
<i>Torsk (Gadus morhua)</i>	60
<i>Rødspette (Pleuronectes platessa)</i>	61
Pelagiske fiskeregistreringer	61
<i>Brisling (Sprattus sprattus)</i>	61
DISKUSJON	64
Plantep plankton	64
Zooplankton	68
Ichtyoplankton	70
Fiskeregistreringer	73
TAKK	74
REFERANSER	75

## FORORD

I forbindelse med planer om kjernekraftverk i Oslofjordregionen, utarbeidet Havforskningsinstituttet i 1973 på anmodning fra Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen et "rammeprogram for fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjernekraftverk i Oslofjorden". Programmet som skulle gjennomføres i en 5-års periode, hadde som mål å identifisere og kvantifisere virkningene av forurensningene fra kjernekraftverket på kvalitet, forekomst og produktivitet av matnyttige skalldyr og fisk. Programmet inneholdt 4 komponenter:

1. Et basisstudium for å etablere status i forekomst og biologi av de fiskerimessig sett viktigste skalldyr og fiskearter.
2. Et oppfølgingsstudium som skulle dekke de samme forhold og arter i tidsrommet frem til kjernekraftverket ble bygget.
3. Monitoring eller repeterende analyser av de identifiserte kritiske arter og biologiske prosesser for å studere utviklinger etter at et evt. kjernekraftverk ble satt i drift.
4. Eksperimentelle undersøkelser for å identifisere virkninger av forhøyete temperaturer på utvalgte arter og biologiske prosesser også med sikte på en evt. utnyttelse av den termiske overskuddsenergi for kultivering av organismer.

Da myndighetene senere besluttet ikke å bygge kjernekraftverk, ble undersøkelsene likevel gjennomført etter planene med tanke på at resultatene kunne nyttiggjøres ved evt. senere realisering av varmekraftverk.

I programmet inngikk baseline undersøkelser i Langesundsområdet og i Oslofjorden som også omfattet innsamling av hydrografiske data. Programmet ble utført av Statens Biologiske Stasjon Flødevigen med F/F "G.M. Dannevig" med 7 tokt pr. år i perioden 1974-78. Det er blitt avgitt toktrapporter med data etter hvert tokt, mens biologiske resultater er behandlet i 5 publikasjoner i løpet av 1976-80 (Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjølevannsutslipp). Resultatene er også publisert i Fisken og Havet Serie B, utgitt av Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Bergen.

Hisøy, 15. desember 1983

Per T. Hognestad

## ABSTRACT

Dahl, E., Torstensen, E. and Tveite, S., 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet 1974-1978. (Baseline studies in the Langesund area). Flødevigen rapportser., 1, 1983.

From 1974 to 1978 R/V "G.M. Dannevig" was used for 7-8 cruises yearly in the Langesund area. Parameters sampled at 7 stations were: temperature, salinity and oxygen in standard depths, phytoplankton studies in the upper 12 m (primary productivity, chlorophyll a and counting in microscope). Zooplankton and ichthyoplankton were sampled by Bongo net in the upper 50 m. Echo sounder was run continuously and occasionally recordings were sampled by pelagic trawl.

The hydrographic results are given in a separate report (Dahl, 1982).

The fluctuations in the phytoplankton stock were greatly influenced by the river Skienselva discharge, especially in the inner parts of the fjord system. At the innermost station there was no regular spring bloom but rather a summer maximum. Going outwards gradually the spring bloom of diatoms became more pronounced and the summer bloom of naked monads of less importance.

In 1977 an extensive renewal of deep water led to high values of phytoplankton production. Also for zooplankton the highest values were observed this year.

Variations in both volume and composition of zooplankton species followed the same pattern at all stations outside Frierfjord.

In Frierfjord the supply of zooplankton from outer areas meant a lot, most clearly seen in 1977 after the renewal of deep water. However, also the fresh water outflow from Skienselva influenced the area.

Echo soundings showed the yearly presence of sprat in Frierfjord from February to June. Eggs were found in the same period with the highest values from April to June. Outside Frierfjord only small quantities were found in June. Mackerel eggs and larvae were found at the outer stations in June.

## SAMMENDRAG

For Norges Vassdrag og Elektrisitetsvesen, Statskraftverkene ble det i femårsperioden 1974-1978 utført fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet i forbindelse med planer om varmekraftverk.

På syv til åtte tokt i året ble hydrografi og pelagisk plante- og dyreliv undersøkt.

Hydrografiske forhold i dyp- og mellomlaget var for en stor

del styrt av storstilte variasjoner i Skagerrak. I indre områder var hydrografien også preget av vannføringen i Skiens-elva.

De hydrografiske forholdene kunne til en viss grad gjen-speiles i de biologiske resultatene.

I Frierfjorden førte den sterke overflatestrømmen om våren til en stadig utvasking av planteplankton slik at det ikke ble noen våroppblomstring av diatomeer. Om sommeren, da temperaturen var høyere og vannføringen i Skienselva mindre, ble algenes deligshastighet større og oppholdstiden lengre. Dette førte til årlige sommeroppblomstringer dominert av nakne monader.

Ute i kystvannet i Langesundsbukta var årssyklusen for planteplankton som normalt for våre kystområder. Det var en markert våroppblomstring av diatomeer i mars og en noe mindre markert i mai-juni. Nakne monader forekom gjennom hele året. Kalkflagellater og dinoflagellater var vanligst om sommeren og tildels om høsten. Områdene mellom Langesundsbukta og Frierfjorden kan karakteriseres som overgangsområder mellom de to ytterpunktene.

Mengdemessig skilte 1977 seg ut med høye verdier for planteplankton. Dette året ble også de høyeste verdiene for zooplankton observert.

Det var høy grad av parallellitet mellom stasjonene utenfor, og Frierfjorden, både med hensyn til variasjoner i mengde-, arts- og gruppesammensetning av zooplanktonet. Copepodene dominerte med fra 60 til 90 % av totalantall organismer. Variasjonene var som normalt for norske kystfarvann.

Frierfjorden er en spesiell lokalitet med stor ferskvannstilførsel i overflaten, en grunn terskel og stagnerende vann i dypet. Likevel hadde ikke Frierfjorden noen særegen zooplankton bestand, men fikk tilført zooplankton utenfra. Tydeligst ble dette observert i forbindelse med den omfattende utskiftingen av vannmassene i 1977.

I Frierfjorden var det gyting av brisling fra februar til juni med hovedgyting i april-juni. I området utenfor Frierfjorden ble det observert et langt mindre antall egg, størst antall i juni. I ytre deler av området var det hvert år i juni makrellegg og larver. I Frierfjorden ble det regelmessig

observert brisling på mellom 30 og 50 meters dyp i perioden februar - juni. Ellers i området forekom det av og til spredte registreringer.



## INNLEDNING

Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen (NVE), Statskraftverkene, ga i 1973 Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt i oppdrag å undersøke biologiske virkninger av utslipp av kjølevann fra varmekraftverk i Oslofjorden og Langesundsområdet. Undersøkelsene ble delt i to, laboratorieeksperimenter og feltundersøkelser.

Foreliggende rapport gir en generell beskrivelse av det pelagiske dyre- og planteliv i femårsperioden 1974-1978 i Langesundsområdet.

Feltundersøkelsene skulle i femårsperioden gi oversikt over biologiske forhold, for å gi grunnlag for vurdering av forskjellige lokaliseringalternativer. Undersøkelsene vil også gi et grunnlag å gå tilbake til for å vurdere eventuelle virkninger av et igangsatt varmekraftverk.

Årsrapporter for de biologiske undersøkelser er tidligere publisert (Dahl et al., 1974; 1976; 1977; 1978 og 1979). Av andre undersøkelser i området kan nevnes: Hjort & Dahl (1900), Hjort & Gran (1900), Dannevig (1930), Johansen et al. (1973) og Molvær et al. (1979). De hydrografiske forhold i femårsperioden er beskrevet i en egen rapport (Dahl, 1982).

## MATERIALE OG METODER

I Langesundsområdet ble det årlig kjørt 7-8 tokt med innsamling fra 8 faste stasjoner (Fig. 1 og Tabell 1). Toktene ble kjørt hyppigst i den biologisk viktige vårsesongen. I 1974 var det i Frierfjorden (L-0) kun en prøveinnsamling (mars). I februar 1976 ble prøvetagningen i Frierfjorden (L-0) hindret av is. Av samme grunn måtte Frierfjorden (L-0) sløyfes i februar og mars og Mørjefjorden (L-3) i mars 1977.

På bakgrunn av hydrografi (Dahl, 1982) og en generell vurdering av resultatene kan området deles i fire, Frierfjorden, Breviksfjorden, Langangen-Mørjefjorden og ytre områder. De to første er representert ved L-0 og L-1. For de to siste har en

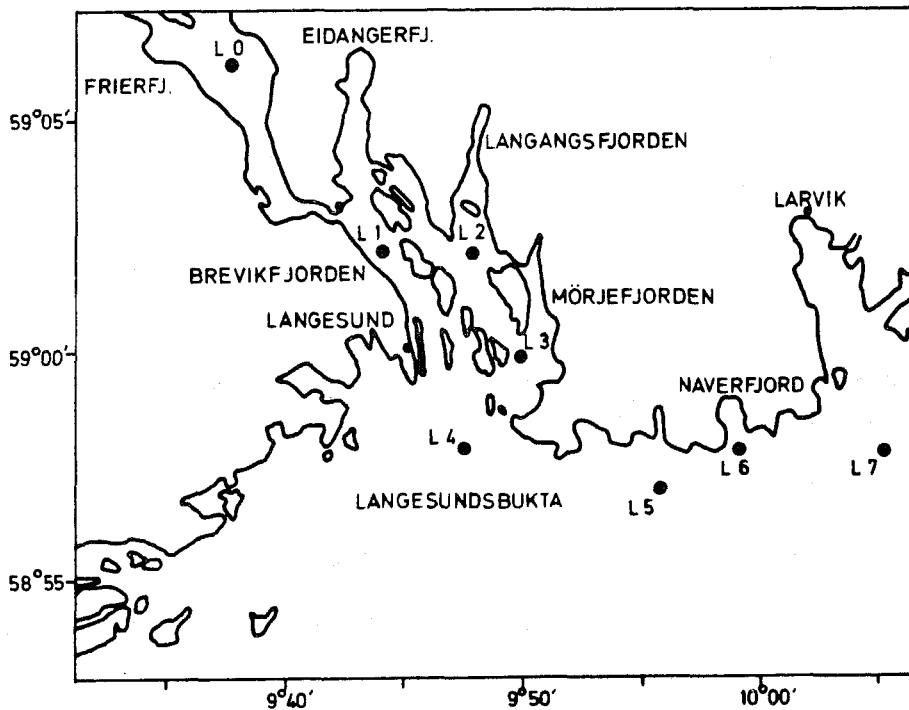


Fig. 1. Stasjonene i Langesundsområdet. [The stations in the Langesund area.]

Tabell 1. Tidspunkt for tokt i Langesundsområdet 1974-1978. [Time of cruises in the Langesund area 1974-1978.]

Tokt	1974	1975	1976	1977	1978
1A	25-26/1				
1B	22-23/2	18-19/2	5-6/2	9-10/2	7-9/2
2	26/3	5-6/3	1-3/3	8-9/3	7-9/3
3	24/4	16-17/4	29-31/3	12-14/4	11-12/4
4		5-6/5	4-6/5	2-4/5	18-19/5
5A	6/6	4-6/6	8-10/6	21-22/6	12-14/6
5B		24-25/6			
6	14-15/8	12-14/8	10-11/8	9-10/8	28-30/8
7	*23/10 + 1/11	28-29/10	10-12/11	*8-9/11 + 17/11	30-31/10

\*De lange periodene skyldes at en eller flere av de ytre stasjoner er tatt på retur fra tokt til Oslofjorden.

valgt Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4) for å beskrive forholdene. De øvrige stasjonene vil bare bli omtalt i den grad de avviker fra hovedstasjonen.

### Hydrografi

Vannprøver ble tatt med Nansen vannhentere utstyrt med vendetermometre. Oksygen ble titrert ombord etter Winklers metode. Saltholdigheten ble målt med et Guildline Autosal salinometer etter toktet.

Siktdyp ble målt med Secchi-skive på alle faste stasjoner.

Vannføringen i Skienselva, målt daglig ved Skotfoss (data fra Skotfos Bruk), er omregnet til ukemiddelverdier.

### Planteplankton

Klorofyll *a* ble målt på acetonekstrakter fra 1 m dyp (Strickland & Parson, 1968). Fra og med 1976 ble Turner Filterfluorometer tatt i bruk i stedet for spektrofotometer og dypene 0, 4 og 12 m ble inkludert (Dahl et al., 1977).

Målinger av primærproduktiviteten ble utført med  $^{14}\text{C}$ -teknikk (Steeman Nielsen, 1952) ved bruk av inkubator (Berge, 1958). Målingene er gjort på vann fra dypene 0, 1, 4 og 12 m. Flere detaljer om målingene og utregningene av primærproduktiviteten i inkubator er gitt i Dahl et al. (1974 og 1977).

Planteplankton ble tallet i omvendt mikroskop etter minimum to døgns sedimentering (Utermøhl, 1931). Prøvene ble fiksert med nøytral formalin. Normalt ble bare prøver fra 1 m dyp tallet, men også prøver fra andre dyp når disse dypene viste høy primærproduktivitet. Artslister fra tellingene er tidligere rapportert (Dahl et al., 1974; 1976; 1977; 1978 og 1979).

## Zooplankton - ichthyoplankton

For innsamling av zooplankton og ichthyoplankton (fiskeegg og -larver) ble det benyttet en modifisert 20 cm diameter Bongo-håv (Posgay et al., 1968). Innsamlingen ble foretatt i dagslys. I 1974 ble det brukt to like nett i Bongo-håven, begge med 0,5 mm maskevidde. Fra og med 1975 ble det brukt 0,5 mm og 0,180 mm for innsamling av henholdsvis ichthyoplankton og zooplankton. For registrering av filtrert vannvolum var det montert telleverk for hvert nett.

Trekkene ble utført som trinnvise skråtrekk i dybdeintervallene 50-35 m, 35-20 m, 20-10 m og 10-0 m, trukket samtidig i 50-35/35-20 m og i 20-10/10-0 m. Tauehastigheten var ca 3 knop. Prøvene ble fiksert i 2-4 % formalin.

Zooplanktonprøvene ble undersøkt kvalitativt og kvantitativt. Prøvene ble volummålt ved displacement. Når prøvene var for store til at det var praktisk mulig å gjennomgå hele prøven for artsundersøkelse, ble de splittet et antall ganger, avhengig av størrelsen, i Wiborg plankton divider. Når nødvendig, ble en større del gjennomgått for stadiefordeling av *Calanus* spp.

Under den videre bearbeidelse av fiskeegg og -larver ble identifiseringen konsentrert om de økonomisk viktige artene brisling, makrell, torsk og sild, og i tillegg rødspette. Egg av torsk og hyse er ofte vanskelige å skille slik at "torsk" sannsynligvis består av både torsk og hyse. Fiskelarver identifiseres ofte ved hjelp av karakteristisk pigmentering. Denne vil mer eller mindre forsvinne ved fiksering, og dette skaper problemer ved identifiseringen. Eggene er stadiebestemt etter Dannevig (1919). Fiskelarvene er lengdemålt til nærmeste millimeter.

Zooplanktonvolum og antall er beregnet pr  $m^3$  for de respektive trekkdypene og pr  $m^2$  overflate. Resultatene for zooplankton i august 1978 er ikke tatt med da telleverket sviktet.

Artssammensetningen for 0,5 mm prøvene i 1974 er tidligere publisert (Dahl et al., 1974), og er ikke tatt med her da den ikke er sammenlignbar med sammensetningen fra 0,180 mm prøvene.

## Fiskeregistreringer

Ekkoloddet (Simrad EK-38) ble kjørt kontinuerlig. Mengden av registreringer ble anslått subjektivt pr nautisk mil og gitt verdiene fra 0 til 4.

Fiskeprøver ble tatt med pelagisk trål (Engeltrål) med åpning 8 x 8 favner og 11 mm maskevidde i posen.

Brisling ble lengdemålt til nærmeste nedenforliggende 0,5 cm. Aldersbestemmelse ble foretatt ved otolittavlesninger og alderen fastsatt etter fødselsdag 1. januar (Anon., 1978).

## RESULTATER

### Hydrografi

Fjordene i Langesundsområdet er forbindelse mellom Skiensvassdraget og Skagerrak. Området kan deles i fire deler:

- Frierfjorden med terskeldyp 24 m mot Breviksfjorden
- Breviksfjorden-Langesundsfjorden-Eidangerfjorden er igjen forbundet med Langesundsbukta ved flere kanaler, dypeste terskel er 51 m
- Mørjefjorden-Langangen har forbindelse både med Breviksfjorden (terskeldyp 48 m) og Langesundsbukta (terskeldyp 36 m)
- Langesundsbukta har åpen forbindelse med Skagerrak.

I Frierfjorden er det stagnerende vann i dypet. Dette skyldes at terskeldypet ved Brevik er grunt og at ferskvannstilførselen fra Skiensvassdraget er så stor at det blir en markert vertikal tetthetsgradient som hindrer nedsynkning ved avkjøling av overflatevannet. Dette, sammen med stor belastning av organisk materiale fører, til lange perioder med oksygenfritt bunnvann i Frierfjorden. I mellomlaget er det vann med høyst varierende innhold av oksygen avhengig av om det er dannet av hevet bunnvann eller innstrømmet vann som havner i mellomlaget fordi det er for lett til å gå helt til bunns.

I Breviksfjorden er forbindelsene med Langesundsbukta så gode i overflaten og mellomlaget at en stor grad av parallellitet kan registreres, bortsett fra at det utstrømmende overflatelaget i Breviksfjorden er ferskere. I dyplaget under terskelnivå, er det derimot klare stagnasjonstendenser. Forholdene i dypvannet er bestemt av innstrømninger og stagnasjonsperioder med vertikal diffusjon, det vil si blanding som søker utjevning av forskjeller, bevegelsen går fra høy mot lav konsentrasjon. Etterhvert vil da bunnvannet få lavere tetthet slik at når vann med relativt høy tetthet finnes i terskelnivået kan det strømme inn og fortrenge det "gamle" vannet.

Langangsfjorden og Mørjefjorden tilhører samme basseng, og hydrografien i de to fjordene viser samme utvikling. Forbindelsen med Langesundsbukta er dårligere enn tilsvarende for Breviksfjorden, og det blir derfor større grad av stagnasjon i dyplaget. Mellomlaget og overflaten har såpass god forbindelse at de stort sett følger årsvariasjonene i Skagerrak.

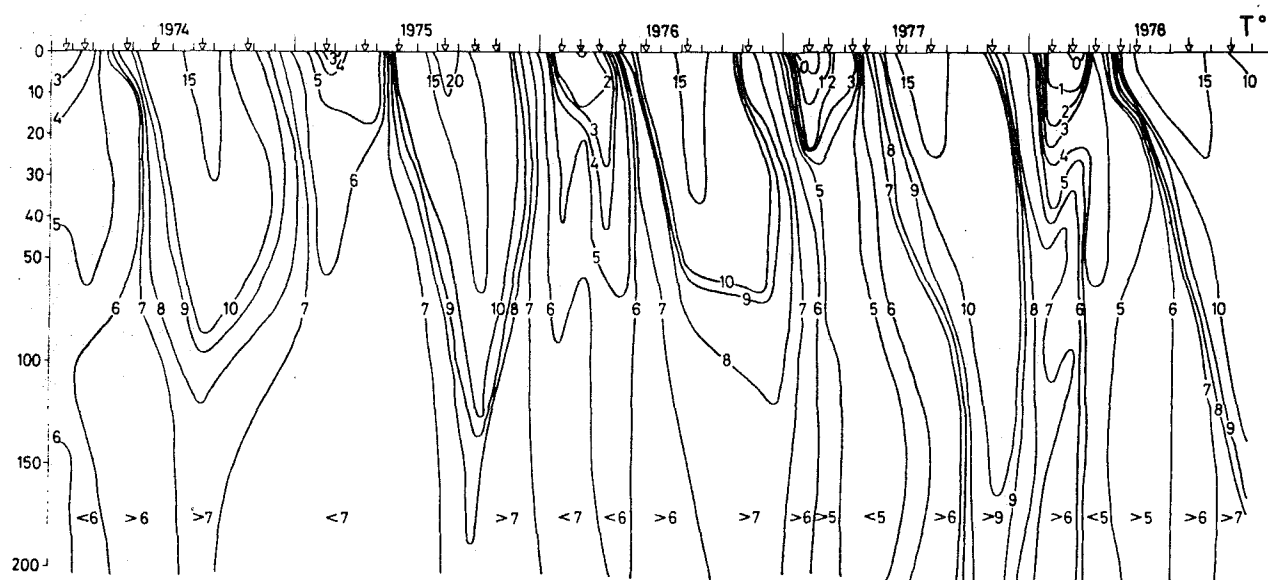


Fig. 2. Isoplethdiagram for temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) på stasjon Langesundsbukta (L-4) for perioden 1974-1978. [ Isopleth-diagram for temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) on station L-4 for the period 1974-1978.]

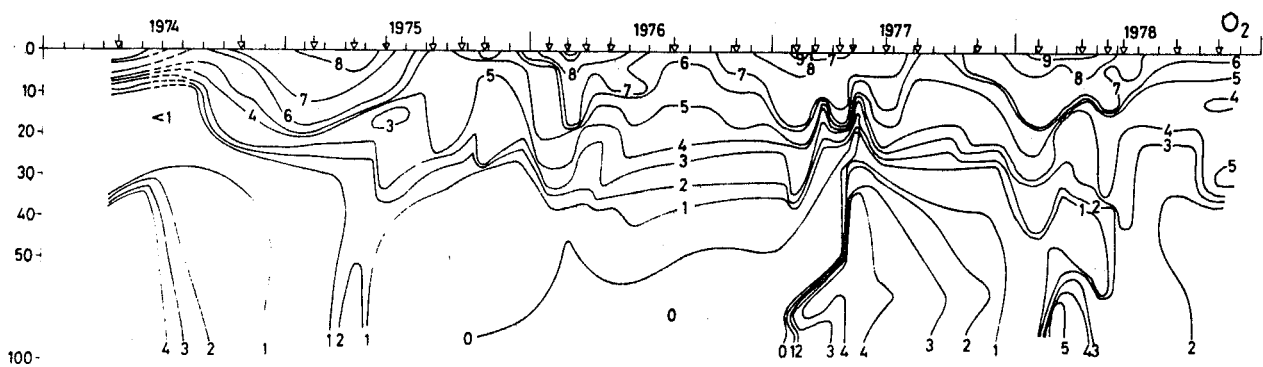


Fig. 3. Isoplethdiagram for oksygen ( $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$ ) på stasjon Frierfjorden (L-0) i perioden 1974-1978. [Isopleth-diagram for oxygen ( $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$ ) on station L-0 for the period 1974-1978.]

Stasjonene Langesundsbukta (L-4), Tvesten (L-5) og Naverfjorden (L-6) kan ikke skilles hydrografisk med den målehyppighet som er brukt i disse undersøkelsene. De relativt store temperaturendringene gjennom året i hele vannsøylen (Fig. 2), særlig det forholdet at endringene skjer omtrent samtidig i dypet som i overflaten, viser at de hydrografiske forhold er et resultat av kontinuerlig skiftende vannmasser i området.

Målingene er tatt for sjelden til at en kan si noe om variasjon i overflaten og mellomlaget fra år til år. I dyplaget kan derimot forskjeller registreres. I 1974 var det en kraftig utskiftning som gjorde seg gjeldende helt inn i Frierfjorden. Utskiftningene i 1975 og 1976 var mindre omfattende. Det kan nevnes at fra april 1974 til februar 1977 var det en sammenhengende periode med avtagende oksygeninnhold i dyplaget i Frierfjorden (Fig. 3). I 1977 og 1978 var utskiftningene igjen relativt omfattende og gjorde seg gjeldende på alle stasjoner.

Alle disse utskiftningene har skjedd ved at vannmasser med høy tetthet er blitt stuet opp i Langesundsbukta som en følge av de storstilte forholdene i Skagerrak. Dette skjer vanligvis om vinteren - våren. Våre målinger avslører selve hevingen i

Langesundsbukta og omfanget kan dømmes etter hvor langt inn i fjordsystemet det har foregått utskiftning.

Fig. 4 viser vannføringen i Skienselva ved Skotfos Bruk som ukemiddelverdier for årene 1974-1978. Spesielt i 1976, men også i 1974 var det liten vårflom i mai. Forøvrig vises til egen rapport om hydrografien (Dahl, 1982).

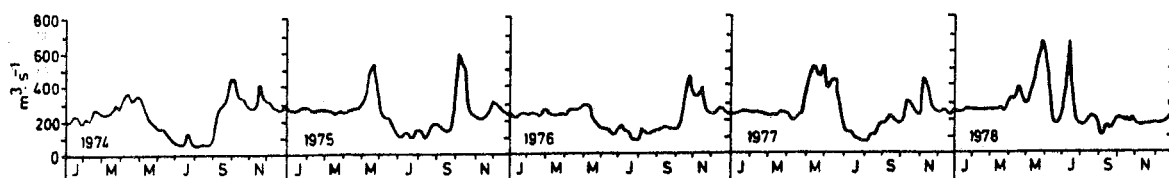


Fig. 4. Vannføringen ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) i Skienselva målt som ukemiddel ved Skotfos Bruk. [ River discharge ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) from Skienselva, averaged per week, measured at Skotfos Bruk.]

### Planteplankton

I Fig. 5 er resultatene av primærproduktivitetmålingene for årene 1974-1978 fremstilt som tidsisopletter for stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4). I Fig. 6 er klorofyll  $a$  fremstilt på tilsvarende måte. Fig. 7 gir et bilde av primærproduktiviteten pr  $\text{m}^2$  overflate regnet ned til 12 m dyp, og i Fig. 8 er mengden av klorofyll  $a$  pr  $\text{m}^2$  overflate ned til 12 m dyp fremstilt sammen med siktdypet.

I Frierfjorden (L-0) har planteplanktonets årssyklus i perioden 1975-1978, vært lik fra år til år. Der har ikke vært noen våroppblomstring av diatoméer i mars-april med unntak av en liten tendens i mars 1977 (Fig. 7). I hele 5-årsperioden har det vært lite planteplankton i Frierfjorden gjennom våren til juni, men årvisse, store oppblomstringer i august. Denne store oppblomstringen om sommeren har vært preget av nakne monader.



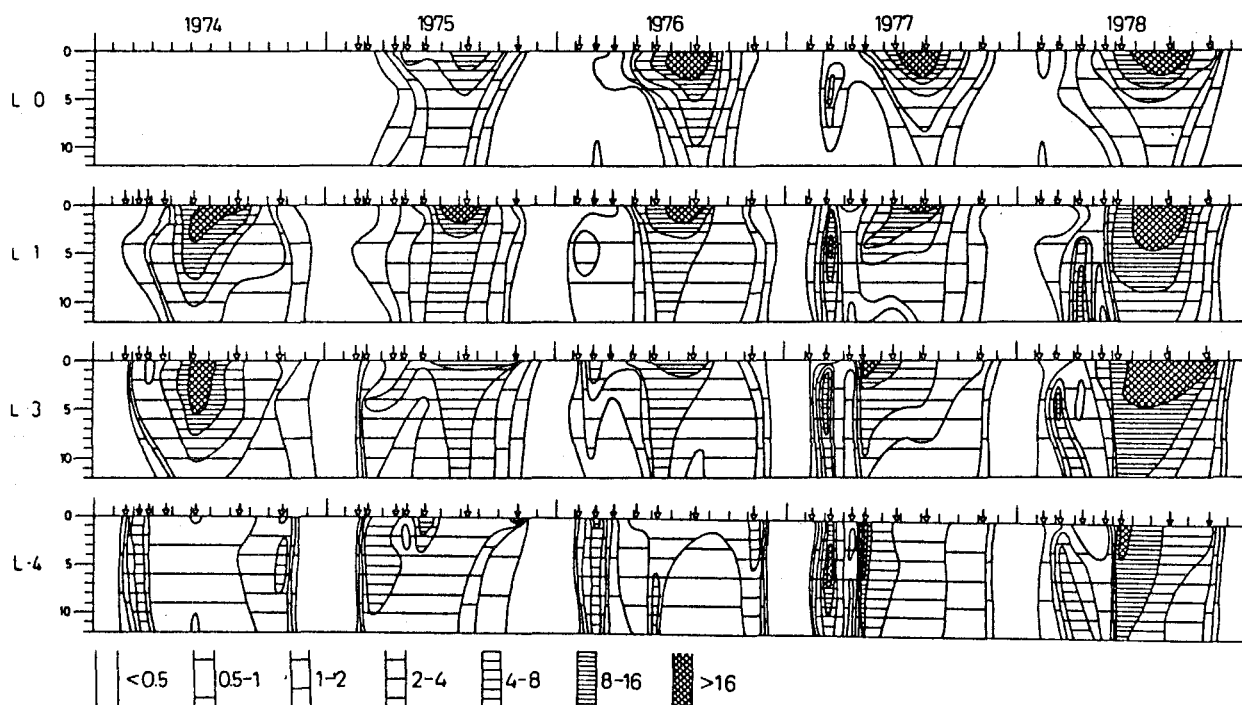


Fig. 5. Primærproduktiviteten ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{time}^{-1}$ ) i de øvre 12 m på stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4),  $\downarrow$  - innsamlingsstidspunkt. [The primary productivity ( $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{hour}^{-1}$ ) in the upper 12 m at the four stations L-0, L-1, L-3 and L-4,  $\downarrow$  - time for observations.]

Mengder fra 25.000 til 140.000 celler pr ml har da vært vanlig i de øvre meter. I august 1976 var det også store mengder av en liten, sentrisk diatomé (6.500 celler pr ml) og *Skeletonema costatum* (2.700 celler pr ml). Hvert år har fersk- og brakkvannsdiatoméen, *Diatoma elongatum*, blitt observert i Frierfjorden i mai og juni, i 1976-1978 i mengder på ett til to tusen celler pr ml. Typiske marine diatoméer og dinoflagellater har bare sporadisk blitt observert i Frierfjorden (L-0). Planteplanktonet i Frierfjorden har vært konsentrert i de øvre meter. Det har ikke blitt observert store mengder på 12 m dyp, og særlig høye konsentrasjoner er bare blitt observert i de øvre par meterne (Fig. 5 og 6). Siktdypet i Frierfjorden (L-0)

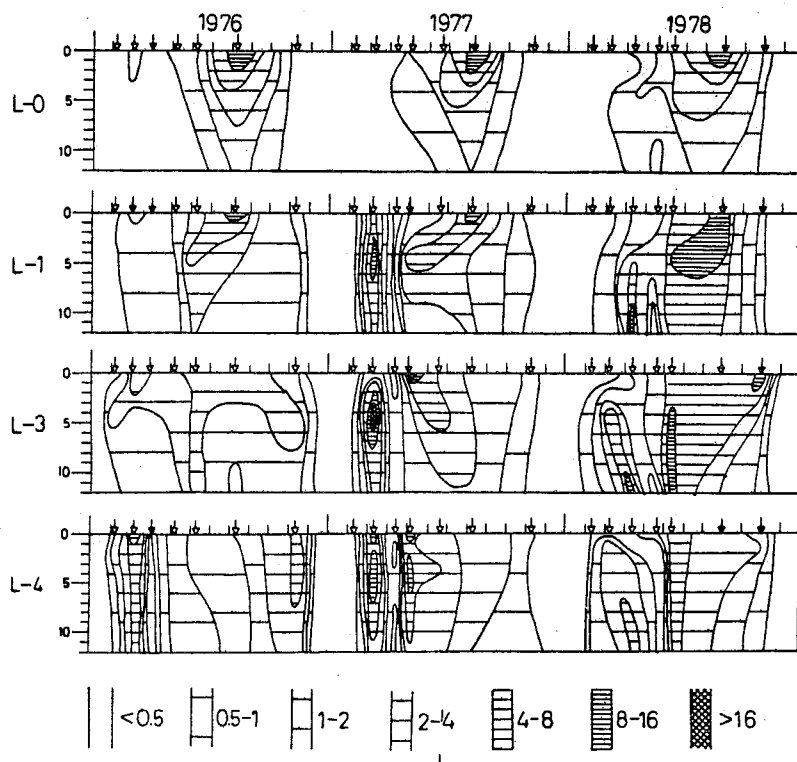


Fig. 6. Klorofyll  $a$  ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) i de øvre 12 m på fire stasjoner i Langesundsområdet (Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4)),  $\downarrow$  - innsamlingstidspunkt. [Chlorophyll  $a$  ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) in the upper 12 m at the four stations L-0, L-1, L-3 and L-4,  $\downarrow$  - time for observations.]

har i gjennomsnitt for årene 1975-1978 vært 3 m og lite påvirket av planteplanktonmengden uttrykt som klorofyll  $a$  (Fig. 8).

Planteplanktonets årssyklus i Breviksfjorden (L-1) har vist store likhetstrekk med syklusen i Frierfjorden (L-0). En kraftig sommeroppblomstring har vært det fremtredende trekk (Fig. 5, 6 og 7). Da har nakne monader dominert og vært vanlig i mengder opptil 70.000 celler pr ml. *Skeletonema costatum* har i alle årene unntatt i 1977, blitt observert i betydelig antall (1.000-11.000 celler pr ml) i juni eller august. Kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* (tidl. *Coccolithus huxleyi*) ble videre funnet i mengder på ca 1.500 celler pr ml i august 1974 og 1976.

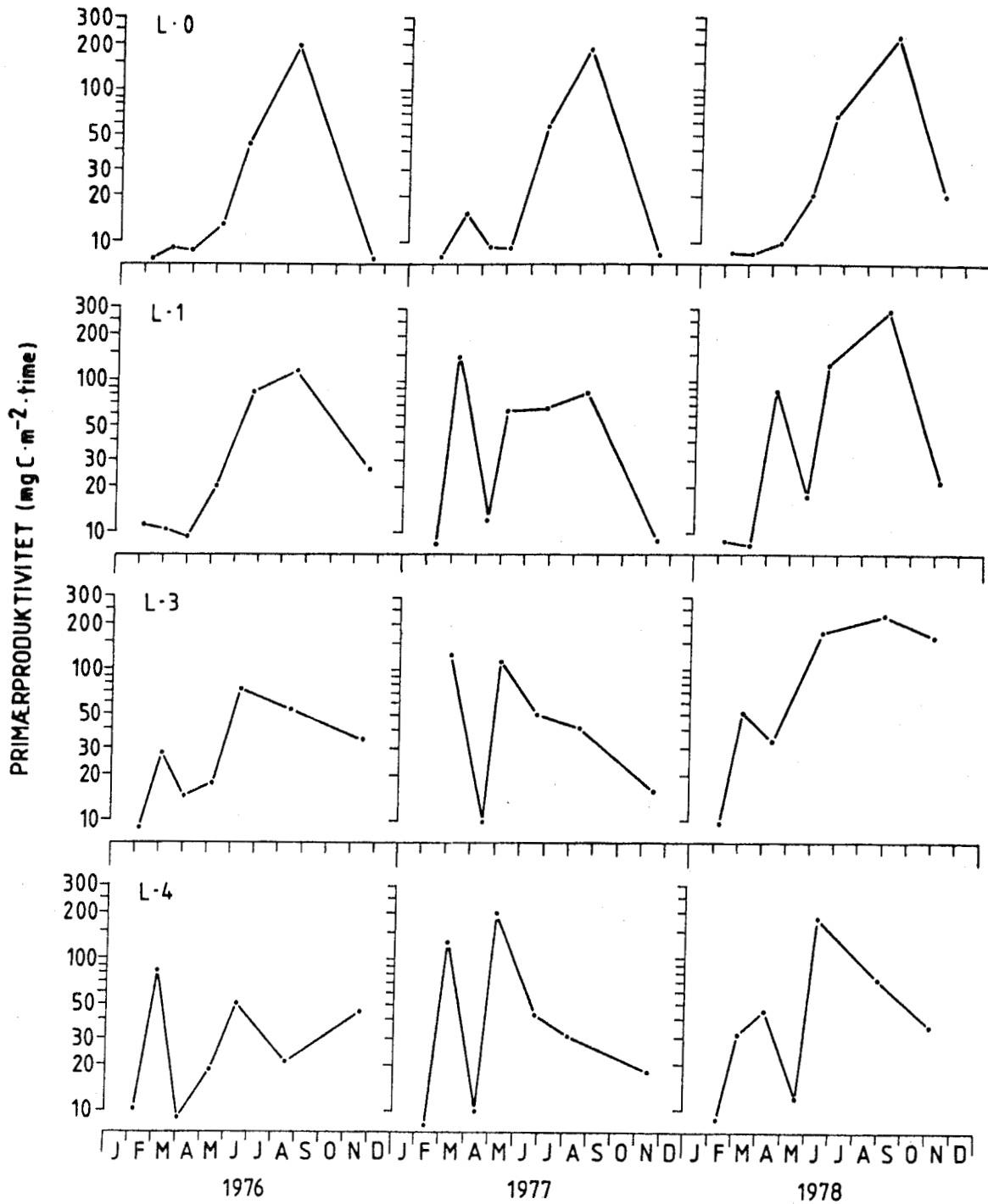


Fig 7. Primærproduktiviteten per m<sup>2</sup> overflate i de øvre 12 m for de fire stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundbukta (L-4). [Primary productivity per m<sup>2</sup> surface in the upper 12 m for the four stations L-0, L-1, L-3 and L-4.]

I Breviksfjorden (L-1) var bestanden av planteplankton vanligvis av samme størrelsesorden i juni og august. Bare i årene 1977 og 1978 var det en markert våroppblomstring av diatoméer i henholdsvis mars og april. Disse våroppblomstringene var knyttet til relativt salte vannmasser like under overflaten og preget av vanlige diatoméer fra våroppblomstringen i farvannene utenfor. *Diatoma elongatum* har forekommet hvert år i mengder på opptil 1.000 celler pr ml i mai og juni. Breviksfjorden (L-1) har bare hatt sparsomme forekomster av dinoflagellater. Middelsiktdypet for årene 1974-1978 har vært 5 m. Siktdypet varierte noe mer gjennom året enn i Frierfjorden (L-0), men uten at det viste noen god sammenheng med mengden av klorofyll *a* (Fig. 8).

Også i Mørjefjorden (L-3) har mengden av planteplankton gjennomgående vært størst i juni og august (Fig. 5). Spesielt i august har nakne monader vært dominerende i antall, 5.000-13.000 celler pr ml. *Skeletonema costatum* har ved et par anledninger, i 1974 og 1978, dominert i juni med ca 15.000 celler pr ml. Ellers har Mørjefjorden (L-3) skilt seg ut fra Breviksfjorden (L-1) ved å ha en sterkere tendens til våroppblomstring av diatoméer i mars. Våroppblomstringen har likevel ikke vært så stor som i farvannene utenfor, men preget av de samme arter. Størst var den, som for Breviksfjorden (L-1), i 1977 og 1978. *Skeletonema costatum* forekom også med 2.000 celler pr ml under en høstoppblomstring i oktober 1975, og under en enda større oppblomstring i oktober 1978 med 7.000 celler pr ml. Begge disse høstoppblomstringene var særlig utpreget helt i overflaten i midtre deler av Langesundsområdet på stasjonene Langangsfjorden (ikke fremstilt) og Mørjefjorden (L-3). *Emiliana huxleyi* var vanlig i Mørjefjorden (L-3) om sommeren og dinoflagellater ble hvert år observert i perioden mai-august i et antall på mer enn 100 celler pr ml i Mørjefjorden (L-3) og/eller Langangsfjorden (L-2). Da det oftest er relativt store celler, har de i perioder bidratt vesentlig til samlet biomasse av planteplankton. Siktdypet i Mørjefjorden (L-3) har i gjennomsnitt vært 6,5 m. Det har hatt en bedre sammenheng med mengden av klorofyll *a* enn i Breviksfjorden (L-1) og Frierfjorden (L-0) (Fig. 8).

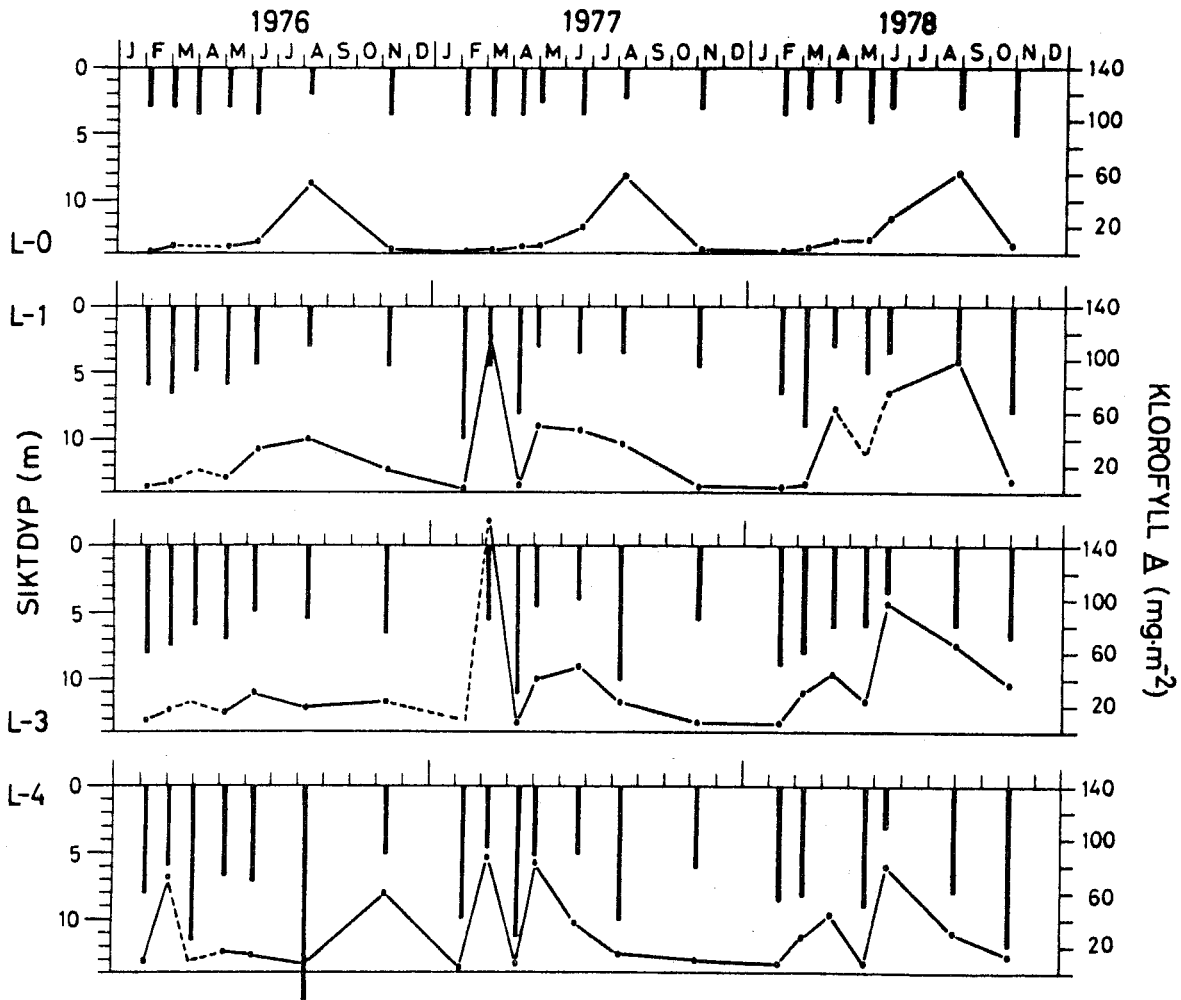


Fig. 8. Klorofyll  $a$  pr  $m^2$  overflate i de øvre 12 m (kurven) og siktdyp (søylene) for stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4). [Chlorophyll  $a$  per  $m^2$  surface for the upper 12 m (curve) and Secchi depths (columns) for the stations L-0, L-1, L-3 and L-4.]

I de ytre deler av Langesundsområdet, representert ved Langesundsbukta (L-4), har diatoméene hatt sin våroppblomstring i mars. Vanligste arter har da vært *Chaetoceros* spp., *Porosira glacialis*, *Rhizosolenia hebetata* var. *semispina*, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* og ulike *Thalassiosira*, særlig *T. nordenskioeldii*. Etter våroppblomstringen har det vært typiske minimum før nye økninger av planteplanktonmengdene senere på våren og sommeren. I 1977 og 1978 ble det observert særlig store mengder av planteplankton i

henholdsvis mai og juni. Diatoméene spilte også da en stor rolle, men nakne monader har også vært tallrike i Langesundsbukta (L-4) etter våroppblomstringen og gjennom sommeren. Sommerpopulasjonen av planteplankton var alltid mindre i Langesundsbukta (L-4) enn på stasjonene innenfor. *Emiliana huxleyi* var vanlig om sommeren, og dinoflagellater var stadig tilstede gjennom sommerhalvåret, men uten å spille en så stor rolle for biomassen som de gjorde i Mørjefjorden (L-3) og Langangsfjorden (L-2). I oktober 1974 og i november 1976 var det relativt mye dinoflagellater gruppert som Gymnodiniacea, tilstede. I 1976 var det hovedsaklig arten *Gyrodinium aureolum*. Siktdypet på Langesundsbukta (L-4) var i gjennomsnitt 7,8 m og viste en god sammenheng med mengden av klorofyll *a* (Fig. 8).

## Zooplankton

### Volum

Årlige og sesongmessige variasjoner i zooplanktonvolumet er vist i Fig. 9. Trenden i fordelingen viser stor grad av parallellitet mellom stasjonene i de enkelte årene, spesielt mellom stasjonene Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4).

Frierfjorden (L-0) hadde mindre enn 10 ml zooplankton pr  $m^2$  overflate. Det var jevn økning i volumet utover våren med topp i mai. Størst volum, ca 15 ml pr  $m^2$  overflate, ble målt i august 1977.

For området utenfor Breviksterskelen viser fordelingen større variasjoner i volum både fra år til år og innen de enkelte år. De største volumverdiene ble målt i mai-juni, med økende forekomster utover i området. I 1975 og 1976 var det i første halvår to topper i volumverdiene, i mars og mai-juni. De høye volumverdiene i mars 1975 skyldes sannsynligvis overestimering som følge av clogging. Cloggingen, som var forårsaket av planteplankton, forekom først og fremst i 10-0 m men også i 20-10 m (L-3 og L-4). Tendens til clogging var det også i

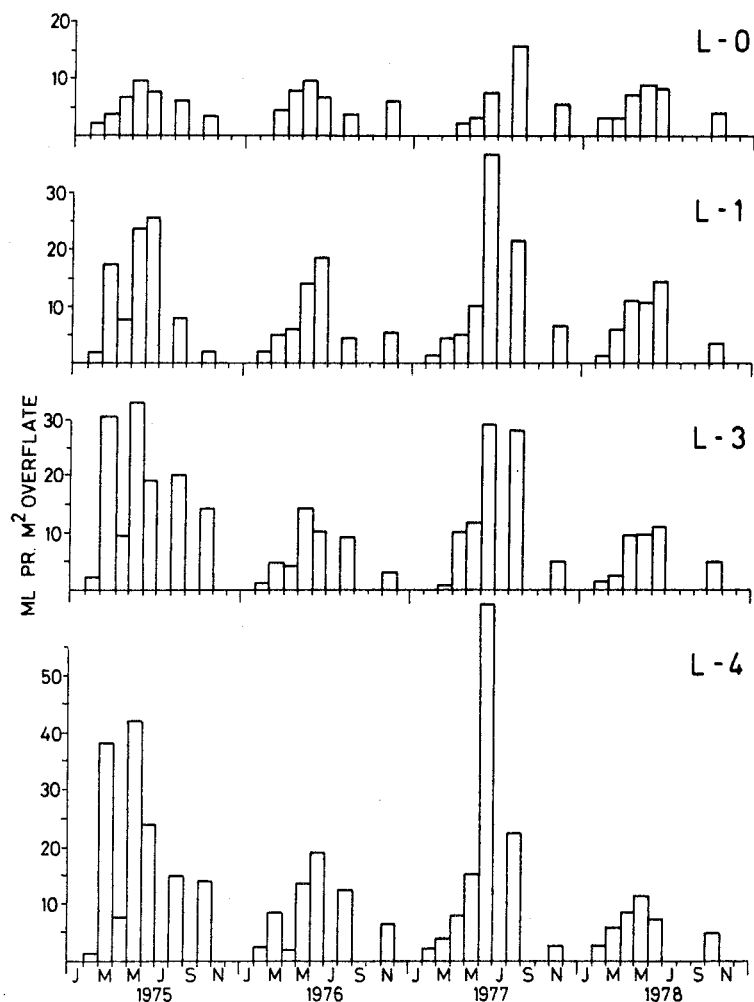


Fig. 9. Zooplanktonvolum pr  $m^2$  overflate i de øvre 50 m dyp for stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4). [Zooplanktonvolumer per  $m^2$  surface in the upper 50 m for the stations L-0, L-1, L-3 and L-4.]

Langesundsbukta (L-4) i mars 1976, men i hvilken grad dette har påvirket resultatene er umulig å si. Verdiene for 1977 og 1978 viser derimot en økning utover våren til topp i juni. Mest markert var den i juni 1977, og den største planktonforekomsten ble da målt i Langesundsbukta (L-4) med 62 ml pr  $m^2$  overflate. Også i august 1977 var det i dette området gode forekomster av zooplankton. Det samme var tilfelle i 1975 for Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4). Relativt gode forekomster var det også ytterst i området i oktober 1975 med ca 14 ml pr  $m^2$  overflate.

Fordeling av zooplankton i den observerte vannsøylen varierte (Dahl et al., 1974, 1976, 1977, 1978 og 1980). Generelt var forekomstene størst i de øverste 20 m. I mars 1975 var det i området Breviksfjorden (L-1) - Langesundsbukta (L-4) markert større forekomst i 10-0 m enn hva som ellers var tilfelle tidlig på våren. I august og oktober/november var det her tendens til større forekomster i de underliggende vannlag. Hele vannsøylen 50-0 m var i juni og august 1977 preget av større zooplanktonvolum enn i de øvrige årene.

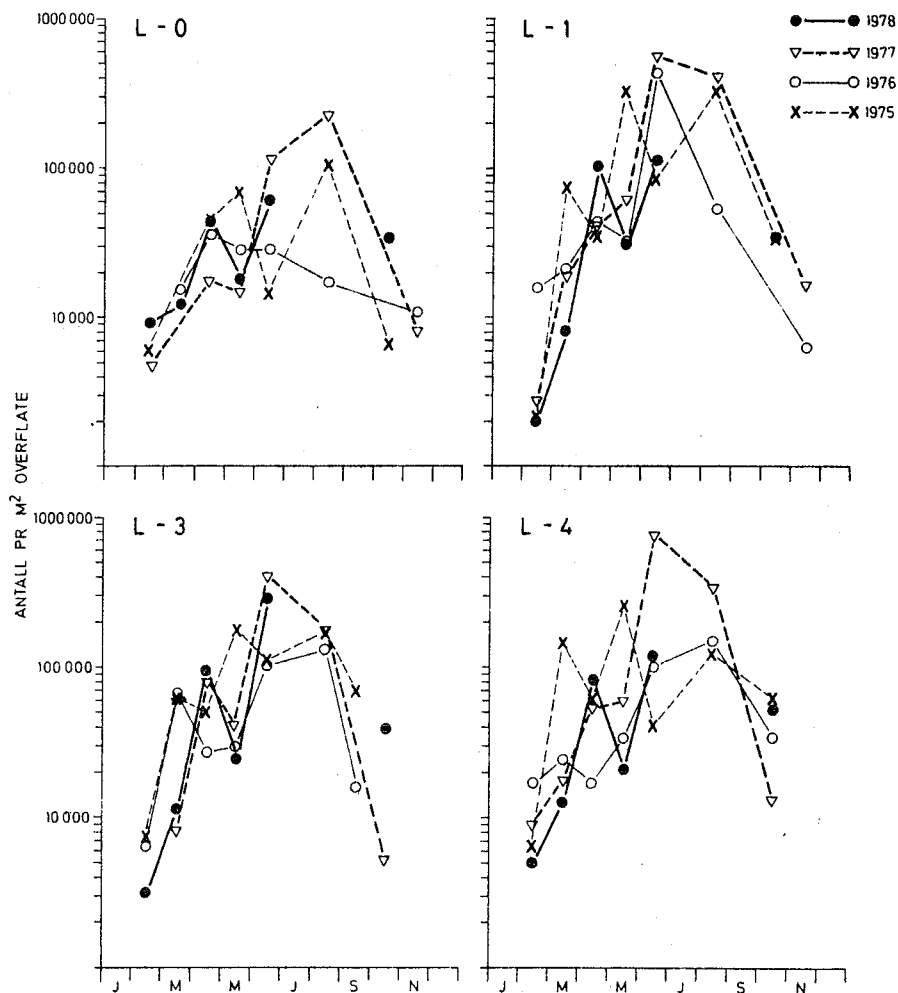


Fig. 10. Totalantall zooplanktonorganismer pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m på stasjonene Frierfjorden (L-0), Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4). [ Total number of zooplankton organisms per m<sup>2</sup> in the upper 50 m for the stations L-0, L-1, L-3 and L-4.]



### *Totalantall organismer*

Fig. 10 viser årsvariasjonen i antall zooplanktonorganismer pr  $m^2$  overflate. I 1975, 1977 og 1978 var det samme trend i fordelingen på de fire stasjonene. I 1976, derimot, var det god parallellitet mellom de to ytterste stasjonene, mens utviklingen på de to innerste stasjonene mer skilte seg ut. Frierfjorden (L-0) hadde små zooplanktonforekomster dette året med et maksimum i april og liten sesongvariasjon i antall organismer.

Antall organismer økte fra et vinterminimum til en topp i mars-april, ny topp i mai-juni og i august. De største forekomstene hadde stasjonene i 1977 med maksimumsverdier i juni (L-1 - L-4) og august (L-0).

Fig. 11 viser antall organismer i de respektive trekkdypene. Av tegnepraktiske grunner er kun de måneder hvor det ble tatt prøver avsatt i figuren. Generelt var det reduksjon i antall organismer med dypet. Trenden i fordelingen gir noenlunde sammenfallende tidspunkt for minimums- og maksimumsverdiene i de respektive dyp. De store forekomstene i juni og august 1977 preget hele vannsøylen på samtlige stasjoner. Frierfjorden hadde i oktober 1978 et stort antall planktonorganismer i 20-10 m. Tilsvarende antydes i 10-0 meter i Langesundsbukta, men kan ikke sees ut fra resultatene for de mellomliggende områdene.

### *Gruppe- og artssammensetning*

Sammensetningen i zooplanktonprøvene ble testet med hensyn på korrelasjon mellom stasjonene. Antall av de forskjellige organismer pr  $m^2$  overflate ble sammenlignet ved Spearman rang-korrelasjon (Siegel, 1956), og resultatet viste signifikant korrelasjon mellom stasjonene med tendens til større likhet mellom stasjonene utenfor Breviksterskelen enn mellom Frierfjorden (L-0) og de øvrige stasjonene ( $p < 0,1$ ).

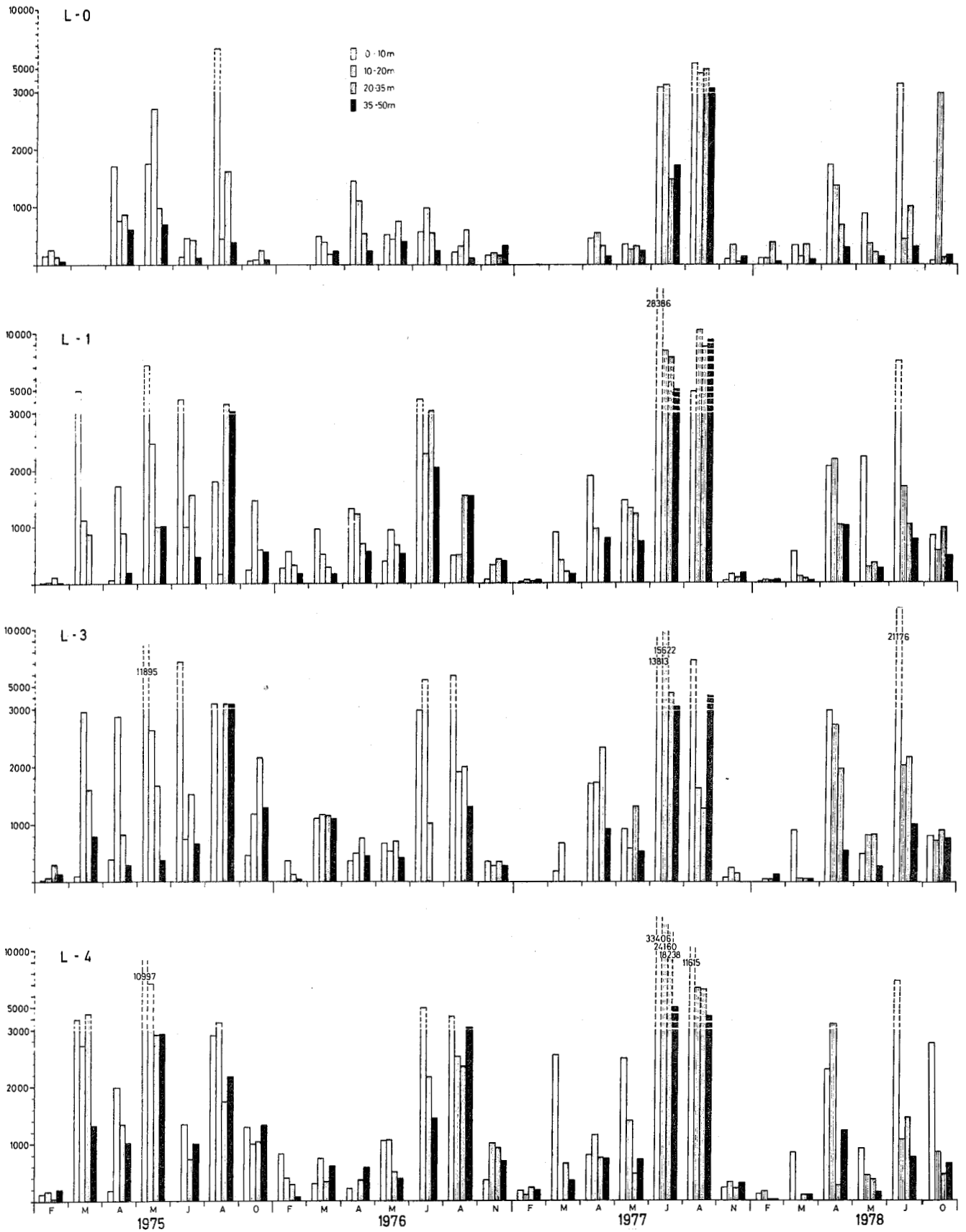


Fig. 11. Antall zooplanktonorganismer pr  $m^3$  i henholdsvis 50-35, 35-20, 20-10 og 10-0 m, ordnet fra høyre mot venstre. Merk bruddet på Y-aksen. [Number of zooplankton organisms per  $m^3$  for the depth intervals 50-35, 35-20, 20-10 and 10-0 m, arranged from right to left. Notice the discontinuous Y-axis.]

Tabell 2. Grupperammenesetning (%) i zooplanktonet i Frierfjorden (L-0) og Langesundsbukta (L-4). [Composition of zooplankton (%) at the stations L-0 and L-4.]

Taxa	1975					1976					1977					1978											
	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	okt.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	nov.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	okt.						
Coelenterata	0,2	0	0,2	0	0,1	0,1	0	-	0	0	0	0	0,8	-	-	0	0,1	0,3	0	0,4	0,3	0,2	0				
Chaetognatha	0,6	0	0	0	0	0,6	-	0	0	0	0	0,1	2,6	-	-	0	0	0	0	0	0	0,1	0				
Polychaeta	0,7	3,2	10,3	1,6	0,5	1,0	3,6	-	0,4	2,9	0	0,7	1,2	-	-	2,1	1,3	0,1	0	0,4	2,0	5,0	0,7	1,2	0,8	1,4	1,8
Cladocera	0,1	0	0	0,2	3,9	32,2	0,1	-	0,3	0	0	3,4	0,2	0	-	0,9	0	4,1	0,5	0	0	0	0	0,1	12,1	1,8	0,1
Copepoda	91,0	90,3	59,2	87,6	69,6	53,5	80,4	-	32,3	83,5	96,7	80,3	87,6	80,3	-	85,2	94,7	78,3	95,0	90,6	87,2	79,1	92,0	65,1	56,1	72,8	79,5
Euphausiacea	0	0	13,5	0,1	0,2	0	0	-	0	2,8	0,2	0	0,4	0	-	1,7	3,1	2,8	0,2	0	0	0	0,3	0	2,8	0,1	0
Appendicularia	0,1	0	4,6	1,3	4,2	0,3	0,5	-	0,3	1,0	0	0	0,8	1,9	-	3,9	0	0,1	0,1	1,1	3,2	1,4	1,4	0,3	1,1	6,1	7,8
Larver - bunnevertebrater	2,1	6,5	11,6	8,2	12,2	11,2	12,3	-	65,3	5,2	1,0	14,3	8,6	12,1	-	5,2	0,4	13,5	2,7	4,0	3,8	12,2	5,0	31,2	21,9	15,9	5,4
Pisces - egg, larver	2,9	0	0,5	0,8	6,5	0	0	-	1,3	3,1	2,0	1,8	0	0	-	0,4	0,3	0,3	0	0	2,1	1,8	0,6	1,3	1,0	0	0
Andre	2,3	0	0	0,1	2,7	1,7	2,5	-	0,1	1,4	0	0,2	1,7	1,2	-	0,7	0	0,8	1,2	3,9	1,0	0,2	0	0,6	3,9	1,4	5,3

Taxa	1975					1976					1977					1978												
	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	okt.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	nov.	feb.	mar.	apr.	mai	jun.	aug.	nov.							
Coelenterata	0,4	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1,0	0,5	0	0	0,3	0,2	0	0,2	0	0	0	0,1	0,1	0	1,9	0,1
Chaetognatha	0,5	0	0	0	0	3,6	1,5	0,2	0	0	0	0,3	5,8	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0	0,1	0,1	0	0,3	0,9
Polychaeta	0,1	3,2	0,3	0	0	0,1	0,4	0,4	5,8	0	0	0,1	0,2	1,4	1,1	1,8	0,2	0	0,1	0,1	0,1	0,7	1,3	0,7	0,9	0,1	1,5	0,2
Cladocera	0	0,2	0,1	0,0	12,7	0	0	0	0,1	0	0	16,2	0,7	0	0,1	0,1	0,1	1,6	11,4	1,5	0	0	0	0	0	0,4	53,6	7,7
Copepoda	90,6	79,9	72,0	97,6	68,7	92,0	90,9	76,8	71,8	97,5	99,2	67,9	83,3	72,7	92,5	86,9	94,4	91,4	73,5	91,6	84,7	95,2	47,8	83,0	67,5	25,6	70,5	94,3
Euphausiacea	0,1	0	21,5	0,5	0,9	0,1	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0,2	2,5	3,6	5,4	0,7	0	0	0,2	12,9	1,8	0,2	0,1	0
Appendicularia	0,3	0,6	0,7	0	8,8	0	0,2	3,0	2,2	0,3	0	0,1	0,9	2,3	0,2	0,0	0,8	0,2	0,2	1,3	0	0,1	0,9	0	2,4	2,0	0,2	
Larver - bunnevertebrater	5,2	15,1	5,3	1,8	8,0	3,1	7,0	18,4	19,1	1,2	0,8	15,4	12,9	16,6	5,8	10,8	1,5	1,8	8,8	4,6	7,2	3,0	49,1	2,0	8,6	17,5	15,4	2,4
Pisces - egg, larver	0,5	0	0,1	0	0,2	0	0	0	0,4	0,0	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,5	0,4	0	0	0,1	1,4	0,3	0	0	0,2	0
Andre	2,4	0,9	0,1	0,1	0,6	1,1	0,1	1,1	0,7	0,8	0	0,1	0,8	0,7	0,3	0,0	0	0,8	0,2	1,1	6,3	0,8	0,2	0	0,5	0,6	0,4	1,8

Tabell 2 viser sammensetningen av gruppene i zooplanktonet for henholdsvis Frierfjorden (L-0) og Langesundsbukta (L-4), som her representerer stasjonene fra L-1 til L-4. Forholdet mellom gruppene var med få unntak, av samme størrelsesorden på alle stasjonene. Gruppen *Copepoda* dominerte tallmessig med 60-90% av totalen. På årsbasis var andelen copepoder lavest i juni. I mars 1976 var 32% av bestanden i Frierfjorden (L-0) copepoder mot ca 75% i området ellers. I juni 1978 utgjorde copepodene 57% i Frierfjorden (L-0) og 25-35% på stasjonene Breviksfjorden (L-1) - Langesundsbukta (L-4).

Antall copepoder med prosentvis sammensetning av de vanligste artene, er vist i Fig. 12. *Oithona* spp. og *Pseudo-Paracalanus* spp. var de tallrikaste artene. Sammen med *Calanus* spp., *Acartia* spp. og *Temora longicornis* utgjorde de årlig 85-94% av copepodene. Gjennomsnittet for fireårsperioden var 88-89%. I disse verdiene er ikke egg og nauplier tatt med. Egg og nauplier er så små at de i stor grad forsvinner gjennom maskene i nettet og vil derfor ikke bli fanget kvantitativt. De er tatt med i Fig. 12 for å illustrere store forekomster. I hvor stor grad egg og nauplier holdes tilbake i nettet er avhengig av i hvilken grad nettet tettes igjen (clogging) av f.eks. planteplankton.

Copepoder som jevnlig var tilstede, men i et lite antall (<2% som årsgjennomsnitt) var *Microcalanus pusillus*, *Centropages hamatus* og *C. typicus*.

Mer sporadisk forekomst hadde artene *Metridia longa*, *M. lucens*, *Pareuchaeta norwegica* og *Calanus hyperboreus*. Disse var tilstede i et lite antall og hovedsakelig som copepoditter.

Av andre copepoder var det forekomsten av *Oncea borealis* som synes interessant. Den hadde jevn forekomst i Frierfjorden (L-0) gjennom hele undersøkelsesperioden, men var mer sporadisk i området utenfor. Tallmessig utgjorde den 20-300 organismer pr  $m^2$  overflate i Frierfjorden (L-0) i de tre første årene og 300-3.500 pr  $m^2$  i 1978. Relativt sett utgjorde den fra ca 1% (1975) til 19% (1978) som årsgjennomsnitt av copepodene.

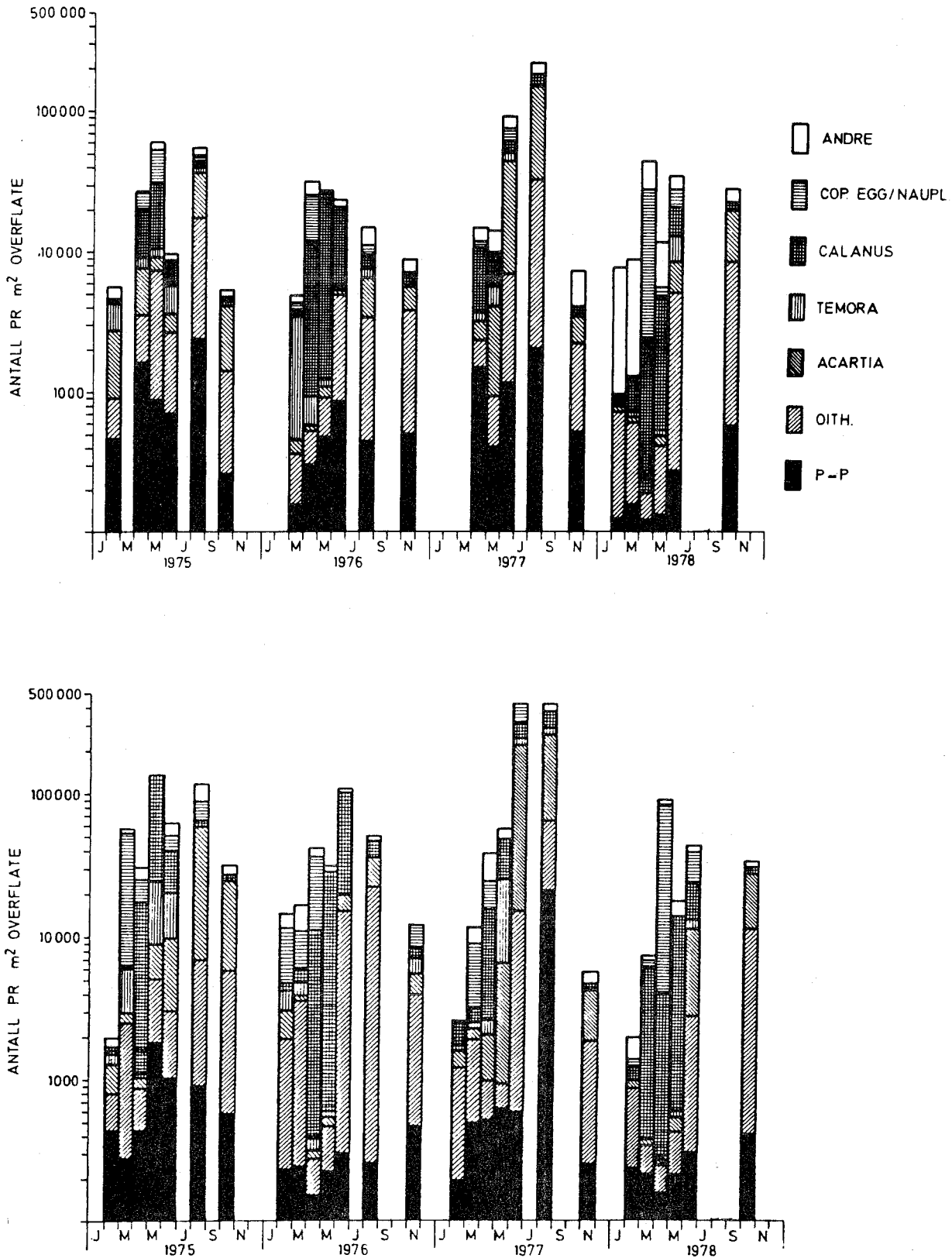


Fig. 12 . Antall copepoder pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m med relativ sammensetning (%) av de vanligste artene, på stasjonene Frierfjorden (L-0) og Breviksfjorden (L-1). [ Number of copepods per m<sup>2</sup> in the upper 50 m, and percentages of the most common species at the stations L-0 and L-1.]

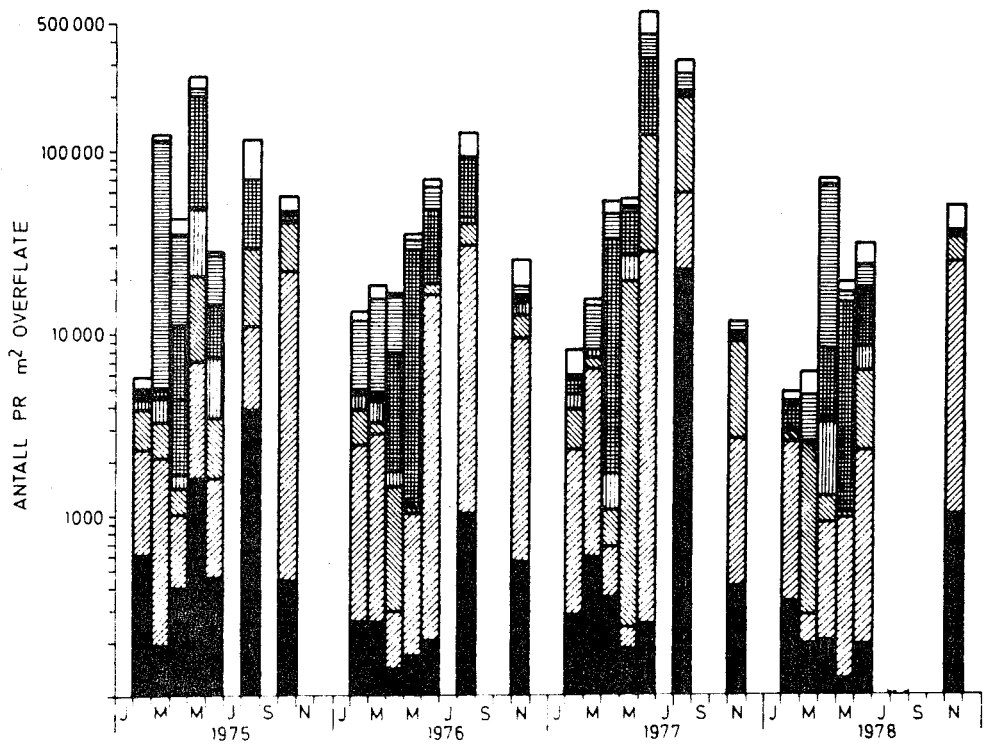
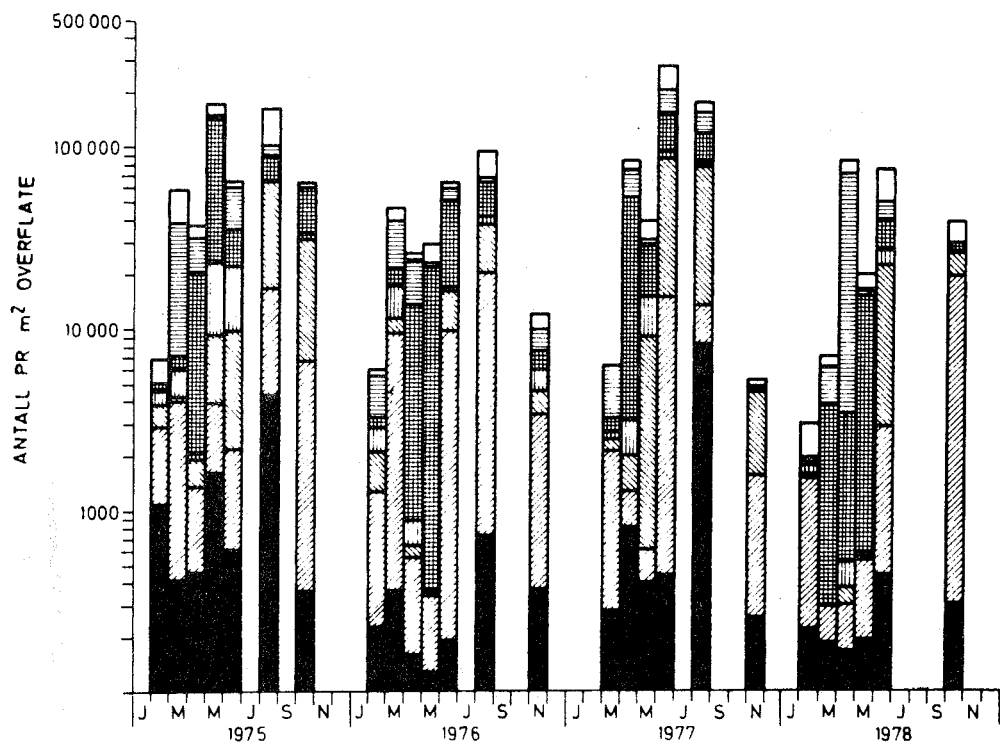


Fig. 12. Forts. Stasjonene Mørjefjorden (L-3) og Langesunds-  
bukta (L-4). [Continued. Stations L-3 and L-4.]

En rangering av de vanligste copepodene etter gjennomsnittlig antall gjennom fireårsperioden 1975-1978 viser at mens *Oithona* spp. er den dominerende art utenfor Breviksterskelen, er det *Pseudo-Paracalanus* som er rangert som nr 1 i Frierfjorden. Forøvrig var forholdet mellom disse to artene mer jevnt i Frierfjorden enn i de øvrige områdene (Tabell 3).

*Oncea borealis* var rangert som nr 5 i Frierfjorden med gjennomsnittsprosent på ca 6% mot mindre enn 0,4% på de øvrige stasjonene.

Av gruppene forøvrig var larver av bunnevertebrater den tallrikeste. Denne gruppen, som her omfatter larver av *Cirripedia*, *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Echinodermata* og *Decapoda*, utgjorde i gjennomsnitt 6-18% av totalantall organismer. Larvene utgjorde en stor andel av planktonet i Frierfjorden (L-0) i begynnelsen av mars 1976 (65%) og i mai-juni 1978 (22-32%), og i Langesundbukta (L-4) i februar-mars 1976 (ca 20%) og i mars 1978 (49%). Antall larver viste to-tre topper gjennom året, i mars, mai-juni og oktober-november. Dette kan til en viss grad sees i sammenheng med forekomsten av ulike larvegrupper.

Tabell 3. Rangering (R) av de vanligste copepodene basert på % av gjennomsnittlig antall for perioden 1975-1978. [ Ranking (R) of the most common copepods based on average number (%) for periode 1975-1978.]

	<u>L-0</u>		<u>L-1</u>		<u>L-3</u>		<u>L-4</u>	
	R	%	R	%	R	%	R	%
<i>Oithona</i> spp.	2	(27,5)	1	(30,8)	1	(31,4)	1	(34,9)
<i>PseudoPara</i>	1	(29,7)	2	(24,7)	2	(24,6)	2	(23,7)
<i>Temora longicornis</i>	6	(5,7)	5	(3,8)	5	(3,6)	5	(3,6)
<i>Acartia</i> spp.	4	(11,2)	4	(11,5)	4	(11,5)	4	(11,4)
<i>Calanus</i> spp.	3	(14,0)	3	(18,7)	3	(17,5)	3	(15,5)
Gj. sn. ant. cop.	33667		66723		63415		77735	

Tabell 4. Antall Cirripedia<sub>2</sub> pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Cirripedia per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	53	2	1809	550	575	1812	0	-	9941	1683	111	646	113	0
Breviksfjorden	69	10837	1372	1046	6463	136	92	592	3541	1628	0	2136	816	16
Mørjefjorden	136	3793	2520	546	1977	180	71	269	15379	51	0	1171	259	84
Langesundsbukta	269	19513	1506	2286	1306	0	0	2056	4562	40	0	2587	131	78

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	808	8	1887	891	0	0	560	319	319	2838	-	48
Breviksfjorden	158	6623	968	426	4551	0	0	30	648	644	5051	10179	-	0
Mørjefjorden	-	-	822	264	2682	95	13	21	4055	1779	1692	14025	-	0
Langesundsbukta	461	1851	693	954	5632	985	44	66	6397	1257	582	6765	-	0

*Cirripedia*-larvene forekom gjennom hele femårsperioden, med de største konsentrasjonene i mai-juni og få eller ingen larver i oktober-november (Tabell 4). Den største forekomsten hadde Langesundsbukta (L-4) i mars 1975 med ca 19.500 larver pr m<sup>2</sup> overflate. *Gastropoda*-larver var mer eller mindre tilstede hele året med hovedutbredelse i juni-august (Tabell 5). I

Tabell 5. Antall Gastropoda<sub>2</sub> pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Gastropoda per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	55	0	1363	1022	188	1369	507	-	106	178	18	200	483	298
Breviksfjorden	11	1130	240	613	1123	1550	753	163	84	392	227	1239	2013	500
Mørjefjorden	63	662	677	1107	2025	1665	1010	158	726	530	156	531	5257	386
Langesundsbukta	43	2718	1067	908	267	1856	833	580	121	152	94	498	5353	2013

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	79	8	3615	2245	172	43	52	220	952	3626	-	825
Breviksfjorden	1	50	71	0	14153	5164	113	23	90	312	3333	5946	-	148
Mørjefjorden	-	-	0	221	5818	2825	37	17	13	371	854	6908	-	386
Langesundsbukta	34	35	80	52	9146	6690	266	68	22	401	201	1748	-	161



1975 og 1976 var det gode forekomster tidlig på våren. I perioden februar-mai var det gjennomgående samme konsentrasjon av gastropod-larver i indre som ytre område, mens hovedmengden i juni-august synes å forekomme i de ytre områdene. *Bivalvia*-larver var vanligst i mai-juni, men det var også gode forekomster i august (Frierfjorden (L-0) 1975) og oktober/november (Tabell 6). Til tider var det store variasjoner i forekomst mellom indre og ytre område, som f.eks. i mars og august 1975

Tabell 6. Antall *Bivalvia* pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
[Number of *Bivalvia* per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	41	0	2244	4047	966	8221	315	-	210	108	157	3299	821	1051
Breviksfjorden	2	1147	195	823	2134	52	1393	542	157	102	0	22873	1497	2085
Mørjefjorden	15	659	209	1708	2367	360	896	133	269	0	0	18830	1429	1837
Langesundsbukta	32	1054	323	1474	1662	146	3688	658	148	6	193	12920	1252	3770

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	46	38	10392	3034	153	305	884	1791	4448	7218	-	924
Breviksfjorden	6	30	0	445	40520	1995	97	5	43	40	6308	15008	-	253
Mørjefjorden	-	-	0	100	19920	0	67	8	0	0	1877	32054	-	445
Langesundsbukta	28	46	0	0	53672	3308	660	19	0	0	1037	12240	-	819

og juni 1977. Larver av *Decapoda* (Tabell 7) og *Echinodermata* (Tabell 8) ble funnet mer sporadisk. Frem til juni var det få eller ingen larver. Begge larvegruppene hadde størst forekomst i august, med langt større tetthet i Langesundsbukta (L-4) enn i Frierfjorden (L-0).

Krill (*Euphausiacea*) ble stort sett funnet i tiden april-august (Tabell 9). Tallmessig utgjorde de en liten del av bestanden, spesielt var det tilfelle i 1976. Tidspunktet for når på året de største forekomstene ble registrert, varierte fra år til år.

Således viser tabellen at samtlige stasjoner i 1975 og 1978 hadde topp i april og tendens til ny topp i juni, mens det i 1977 var økning i forekomstene utover våren til maksimumsforekomst i juni.

Tabell 7. Antall Decapoda pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Decapoda per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975									1976				
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	0	0	0	133	8	145	5	-	0	0	0	0	43	0
Breviksfjorden	0	9	64	0	0	665	0	0	9	0	0	143	8	0
Mørjefjorden	0	16	0	0	169	228	111	0	0	0	0	48	1376	0
Langesundsbukta	0	0	260	0	0	1155	67	5	0	6	0	47	1520	55

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	0	8	129	0	0	0	0	0	0	72	-	121
Breviksfjorden	0	9	0	51	81	505	0	0	9	40	89	53	-	46
Mørjefjorden	-	-	85	50	359	667	0	1	14	0	47	0	-	51
Langesundsbukta	0	0	61	52	143	146	0	0	0	0	41	0	-	0

Prøvene bestod først og fremst av egg og tidlige utviklingsstadier (nauplier - kalyptopis). Det ble funnet få voksne individer (*Thysanoessa raschii* og *T. inermis*). I en brislingprøve (april 1978) ble det imidlertid funnet mye brisling med magen full av voksen krill, uten at voksen krill ble funnet i planktonprøven. Antall voksne krill i en planktonprøve vil derfor kunne gi dårlig informasjon om størrelsen av den voksne bestanden. Krill har såpass god egenbevegelse at de i stor grad er istand til å unngå redskapen. Dessuten er dette arter som

Tabell 8. Antall Echinodermata pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Echinodermata per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975									1976				
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	9	0
Breviksfjorden	0	1342	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	117	0
Mørjefjorden	1	0	86	0	0	349	1218	0	0	0	0	0	0	0
Langesundsbukta	0	0	0	0	76	705	0	0	0	0	0	0	11337	0

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	0	0	0	198	0	0	0	0	0	18	-	10
Breviksfjorden	0	0	0	0	0	893	0	0	0	0	51	0	-	0
Mørjefjorden	-	-	0	0	133	634	0	0	0	0	0	264	-	157
Langesundsbukta	0	0	0	0	0	4652	24	0	0	0	13	439	-	298

Tabell 9. Antall Euphausiacea pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Euphausiacea per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	0	0	6305	689	35	0	0	-	0	21	67	0	67	0
Breviksfjorden	8	0	2079	209	2376	73	0	0	0	97	0	256	497	0
Mørjefjorden	0	0	8452	273	1309	0	0	0	0	179	0	241	85	0
Langesundsbukta	6	0	12858	1280	391	94	0	0	0	34	0	239	0	0

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	300	479	3273	453	0	0	0	156	0	1769	-	0
Breviksfjorden	0	57	1159	2339	15200	866	0	1	0	10177	99	4785	-	81
Mørjefjorden	-	0	1212	3782	8917	684	0	0	0	7798	211	3906	-	0
Langesundsbukta	0	27	1390	2139	41826	2361	0	0	27	10947	397	214	-	0

hovedsakelig holder til i dypere vannlag, men foretar vertikalvandringer avhengig av lysintensiteten. Dette kan også influere på representativiteten i prøvene.

*Cladocera* var representert ved slektene *Evadne* og *Podon* med *Evadne* som den tallrikeste. Det ble sporadisk funnet enkelte individer av *Bosmina* spp. *Cladocera* forekom hovedsakelig i sommermånedene juni-august (Tabell 10), med de største konsentrasjonene i juni. I 1975 og 1976 derimot, hadde henholdsvis stasjonene Frierfjorden (L-0), Langangsfjorden (L-2) og Mørjefjorden (L-3) den største *Cladocera*-forekomsten i august. Det som særpregte disse forekomstene var at de besto av nær 100% *Podon* spp. Mellom 90-98% av disse ble funnet i 10-0 m. Tallmessig utgjorde *Cladocera* størst andel av den totale zooplanktonbestanden i juni 1978, med ca 12% i Frier-

Tabell 10. Antall Cladocera pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Cladocera per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	5	0	5	171	559	33358	5	-	43	0	0	984	35	0
Breviksfjorden	0	31	0	0	3144	1133	0	0	0	46	0	13647	129	41
Mørjefjorden	0	0	123	55	20592	2333	41	1	92	0	143	17854	21299	9
Langesundsbukta	0	265	53	98	5241	0	0	0	21	6	0	16881	1113	0

Stasjon	1977								1978					
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	154	0	4938	1086	0	0	0	0	10	7615	-	25
Breviksfjorden	0	0	322	598	70031	3034	0	1	7	0	639	39307	-	0
Mørjefjorden	-	11	236	48	100330	2142	0	0	8	0	17	157474	-	84
Langesundsbukta	8	13	80	924	88363	5212	0	0	0	0	96	64946	-	0

fjorden (L-0) og ca 54% i de ytre områdene. Ved store *Cladocera*-forekomster byr det ofte på problemer å bearbeide prøvene. Fordi disse organismene lett klumper seg sammen og har tendens til å feste seg til alt de kommer i kontakt med, vil dette kunne føre til underestimering av antallet.

*Chaetognatha* var representert ved artene *Sagitta elegans* og *S. setosa*. *S. elegans* var den mest tallrike, men gruppen ble opparbeidet som *Sagitta* spp. Den var tallmessig dominert av små individer mindre enn 5 mm, som oftest var opake etter fiksering. Tallmessig varierte forekomstene fra år til år (Tabell 11). Tabellen viser at *Chaetognatha* hvert år ble tatt sesongmessig, i august-mars og unntaksvis i tiden april-juni. Størst var forekomstene i 1975 (august) og 1976 (november), minst i 1977, langt mindre i Frierfjorden (L-0) enn på stasjonene utenfor. Relativt sett var *Chaetognatha*-bestanden størst på alle stasjonene i november 1976, fra ca 3% av totalbestanden i Frierfjorden (L-0) til ca 12% i Breviksfjorden (L-1).

I august 1975 forekom 65-80% av *Sagitta* spp. i 20-0 m mens tilsvarende andel av bestanden forekom under 20 m i november. Forøvrig var de jevnt fordelt i vannsøylen.

Gruppen *Polychaeta* var dominert av larver (*Spionidae*). Enkeltindivider av *Tomopteris helgolandica* forekom sporadisk i tiden juni-november. Antallet varierte (Tabell 12), men var gjennomgående mest tallrik i mars-april. De største konsentrasjonene, ca 4.800 individer pr m<sup>2</sup> overflate, ble funnet i

Tabell 11. Antall *Chaetognatha* pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m. [ Number of *Chaetognatha* per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976				
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11	
Frierfjorden	38	0	0	0	0	0	38	-	0	0	0	0	13	295	
Breviksfjorden	131	0	0	0	0	423	554	0	30	0	0	0	0	2164	
Mørjefjorden	85	58	0	0	0	1633	844	4	70	30	0	0	397	1249	
Langesundsbukta	30	42	0	0	0	4472	994	44	0	0	0	0	390	2062	

Stasjon	1977									1978				
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	0	0	0	69	6	49	0	0	0	0	-	8
Breviksfjorden	6	24	0	0	0	0	48	0	0	40	0	0	-	353
Mørjefjorden	-	0	0	0	0	0	23	4	0	0	0	0	-	154
Langesundsbukta	10	8	0	0	0	0	72	10	0	92	18	0	-	491

Tabell 12. Antall Polychaeta pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Polychaeta per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975									1976				
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	43	1	4809	1159	66	990	245	-	55	1087	0	0	123	133
Breviksfjorden	2	2339	328	171	59	0	55	76	957	236	0	0	242	88
Mørjefjorden	1	613	484	0	0	76	182	35	3529	273	130	0	121	74
Langesundsbukta	6	4881	163	0	0	86	267	63	1459	0	0	53	297	486

Stasjon	1977									1978				
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	375	197	139	0	31	182	613	325	220	474	-	653
Breviksfjorden	85	495	183	51	0	0	35	22	29	964	149	296	-	180
Mørjefjorden	-	162	219	71	280	0	30	10	434	718	103	141	-	0
Langesundsbukta	102	325	119	0	1021	274	12	35	171	623	194	165	-	129

Langesundsbukta (L-4) i mars og i Frierfjorden (L-0) i april 1975. I mai-juni 1976 var det 50-310 pr m<sup>2</sup> overflate i området fra Mørjefjorden og utover, mens det ikke var polychaeter på stasjonene innover.

Forekomsten av *Coelenterata* er vist i Tabell 13. Med unntak av Langesundsbukta (L-4) i 1976, var det små forekomster på samtlige stasjoner. Gruppen var først og fremst representert ved *Aglanta digitale*, men også *Rathkea octopunctata* og *Obelia* spp. forekom i prøvene.

Tabell 13. Antall Coelenterata pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m.  
 [Number of Coelenterata per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975									1976				
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.6	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	10	0	73	0	16	129	0	-	0	0	0	0	0	92
Breviksfjorden	1	37	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	139
Mørjefjorden	0	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	399	123
Langesundsbukta	24	159	0	0	0	66	0	0	12	0	0	0	1450	178

Stasjon	1977									1978				
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	0	18	69	0	4	5	40	0	68	194	-	0
Breviksfjorden	-	0	7	0	142	87	121	0	0	0	0	0	-	0
Mørjefjorden	-	10	236	290	0	92	0	0	0	54	0	0	-	72
Langesundsbukta	0	5	180	95	0	650	0	1	0	108	28	0	-	58

*Appendicularia* omfatter arter av slektene *Fritillaria* og *Oikopleura*. De utgjorde mindre enn 1% av totalantallet som årsgjennomsnitt. Størst andel av planktonbestanden på stasjonene utenfor Frierfjorden hadde *Appendicularia* i juni 1975 med ca 15% i Mørjefjorden (L-3) og 7-9% på de øvrige stasjonene. I Frierfjorden (L-0) på denne tiden utgjorde de ca 4%. Størst andel *Appendicularia* hadde Frierfjorden (L-0) i november 1978 (ca 8%). Mens det generelt var gode forekomster i mars-april og juni, var det lite i mai (Tabell 14). De to slektene vekslet i å dominere gruppen tallmessig. I april-juni besto så godt som hele gruppen av *Fritillaria*, med unntak av juni 1975 hvor nær 100% var *Oikopleura* spp. Forøvrig var det *Oikopleura* spp. som utgjorde gruppen *Appendicularia* i siste halvår. Februar-mars synes å være en overgangstid hvor begge slektene ble funnet, med *Fritillaria* spp. som den vanligste.

Tabell 14. Antall *Appendicularia* pr  $m^2$  overflate i de øvre 50 m. [ Number of *Appendicularia* per  $m^2$  surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975										1976			
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Frierfjorden	8	0	2149	904	601	291	31	-	42	395	0	0	139	210
Breviksfjorden	1	151	78	0	7817	781	74	271	214	648	0	0	42	345
Mørjefjorden	18	357	116	55	17242	104	0	25	656	188	0	97	1293	333
Langesundbukta	20	887	431	0	3635	0	122	547	564	47	0	53	1428	802

Stasjon	1977							1978						
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	707	0	69	162	88	293	167	646	47	703	-	2772
Breviksfjorden	0	12	253	0	168	416	32	19	9	720	6	66	-	0
Mørjefjorden	-	0	131	0	92	451	35	10	13	1531	9	280	-	157
Langesundbukta	15	8	455	123	1421	816	175	1	8	729	7	2904	-	129

Gruppen "Andre" (Tabell 15) omfatter i første rekke *Bryozoa*-larver (*Cyphonautes* spp.) og *Ctenophora* (*Pleurobrachia* spp.). *Cyphonautes*-larver var de tallrikeste og dominerte gruppen, men enkelte unntak var det. I mai 1975 ble det på stasjonen Tvesten (L-5) funnet stor konsentrasjon av *Concoesia* spp. (4.700 pr  $m^2$ ). Denne var ellers observert sporadisk og i et lite antall. I november 1977 og 1978 var det forholdsvis tallrik forekomst av "Andre". Mens *Pleurobrachia*

Tabell 15. Antall "Andre" pr  $m^2$  overflate i de øvre 50 m.  
 [ Number of "Others" per  $m^2$  surface in the upper 50 m.]

Stasjon	1975								1976					
	19.2	6.3	16.4	6.5	5.6	14.8	29.10	5.2	3.3	31.3	5.5	10.6	11.8	11.11
Fierfjorden	142	0	5	104	388	1780	168	-	12	550	9	54	285	130
Breviksfjorden	35	1090	29	63	239	3835	183	30	194	0	45	72	1435	281
Mørjefjorden	75	687	16	109	688	2542	71	45	1105	43	0	0	2204	0
Langesundsbukta	154	1335	53	156	267	1440	45	196	171	128	0	53	1293	255

Stasjon	1977							1978						
	10.2	8.3	13.4	3.5	21.6	9.8	9.11	8.2	8.3	12.4	19.5	13.6	29.8	1.11
Frierfjorden	-	-	124	0	1007	2887	313	94	21	0	104	2451	-	1874
Breviksfjorden	5	46	0	0	1279	4422	457	18	4	0	110	706	-	662
Mørjefjorden	-	0	0	0	863	1680	0	38	16	120	0	1571	-	447
Langesundsbukta	25	8	0	476	1676	3934	872	42	30	0	102	783	-	953

spp. utgjorde nær 100% i 1977 var det *Cyphonautes* spp. som dominerte i 1978. *Pleurobrachia* spp. forekommer oftest som småbiter i prøvene og vil derfor bli underestimert, siden bare hele individer ble tellet.

#### *De vanligste copepodene*

##### *Oithona* spp.

*Oithona* spp. representerer artene *O. similis*, *O. nana* og *O. spinirostris*. Det er her ikke skilt mellom disse tre, men *O. similis* var alltid den desidert tallrikste. De to andre forekom mer sporadisk og da i et lite antall. Nauplier og tidlige copepodittstadier av *Oithona* spp. er så små at de i stor grad passerer gjennom maskene, det samme vil også være tilfelle for større stadier av *O. nana*. Dette gir en underestimert av ukjent størrelse, men en innsamlingsserie som i dette tilfellet vil kunne gi tendensen i utviklingen.

*O. similis* er en av de vanligste copepodene i nordlige farvann, både i kystvann og åpent hav. Wiborg (1954) rangerte den som nr 2 etter *Calanus finmarchicus*, med 20-30% av totale copepodeantall i norske kystvann.

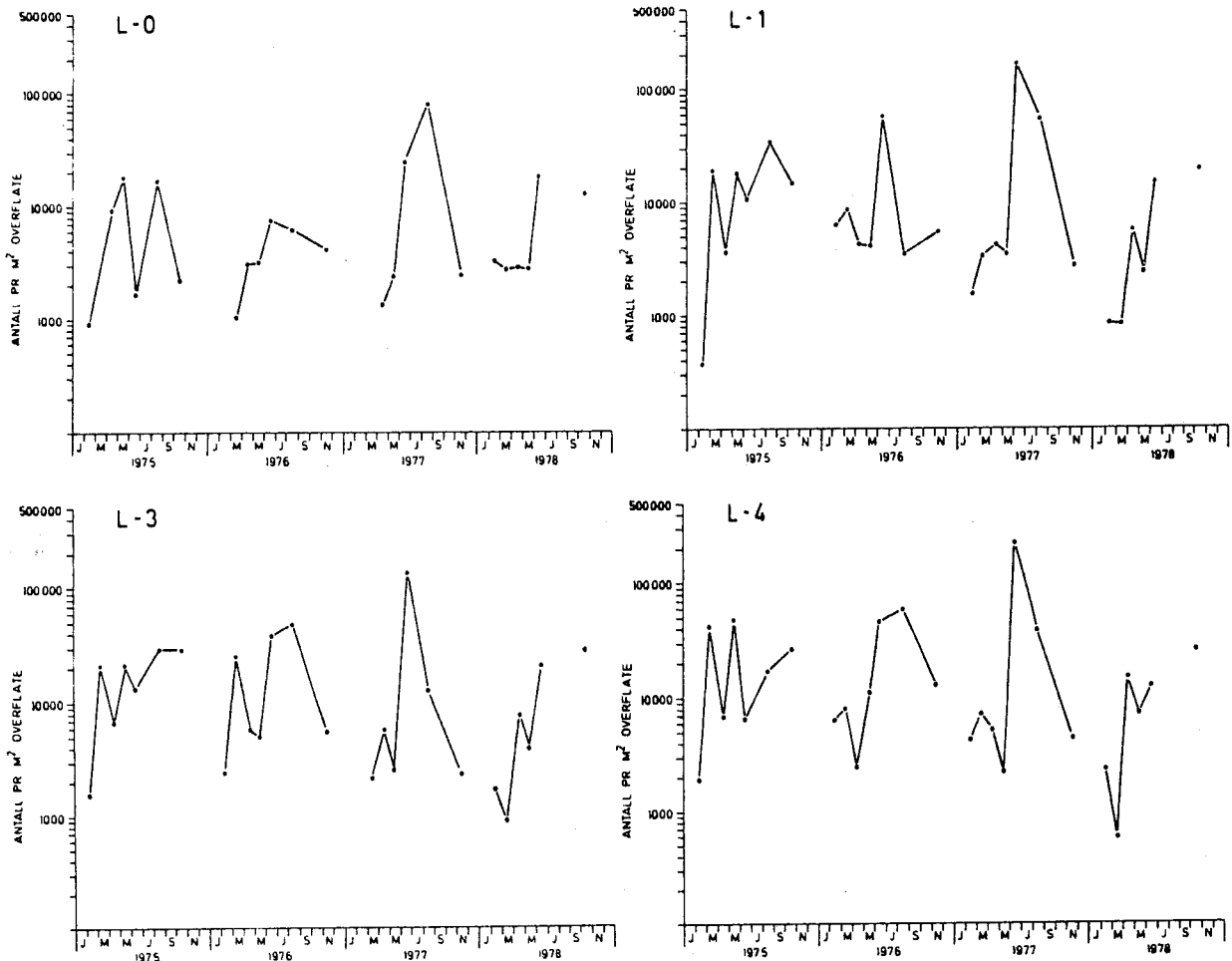


Fig. 13. Antall *Oithona* spp. pr  $m^2$  overflate i de øvre 50 m. [Number of *Oithona* spp. per  $m^2$  surface in the upper 50 m.]

I Langesundsområdet var *Oithona* spp. vanlig hele året, men forekomsten varierte både sesongmessig og fra år til år (Fig. 13). Antallet økte fra et vinterminimum til topp i mars-april; ny topp i mai-juni og i august. Tallmessig var forekomstene størst i juni-august og maksimumsverdiene ble funnet i 1977. Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4) hadde dette året de største forekomstene i juni med henholdsvis ca 122.000, 163.000 og 313.000 organismer pr  $m^2$  overflate, mens Frierfjorden hadde maksimum i august med ca 81.000 pr  $m^2$ . Eriksson (1973) fant maksimumsforekomster av *Oithona similis* i tiden juni-september.



Fordelingen viser også store forekomster i slutten av oktober i 1975 på stasjonene Breviksfjorden (L-1), Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4) og i 1978 på samtlige stasjoner. Maksimumsforekomsten av *Oithona* spp. i Frierfjorden (L-0) i 1976 var markert mindre enn på de øvrige stasjonene.

Fordelingen av *Oithona* spp. i de fire trekkdypene er vist i Fig. 14. Pilene på tidsaksen viser prøveserier hvor en eller flere prøver mangler. *Oithona* spp. ble gjennom året funnet i alle prøvedyp og med store variasjoner i den vertikale fordelingen. I Frierfjorden (L-0) og Langesundsbukta (L-4) var det i slutten av oktober 1978 markert større andel konsentrert i de øverste 20 m, mens fordelingen på stasjonene Mørjefjorden (L-3) og Breviksfjorden (L-1) ikke skiller seg ut fra sen høstsituasjon i de øvrige årene.

### Calanus spp.

*Calanus* spp. omfatter artene *C. helgolandicus* og *C. finmarchicus*. Det har vært diskutert hvorvidt dette var to forskjellige arter (Sars, 1903; Wilson, 1932) eller samme art (Giesbrecht, 1892; Farran, 1911). Senere undersøkelser har konkludert med at dette er to arter (Harding, 1963; Matthews, 1967a), med *C. finmarchicus* som en mer nordlig form. Den forekommer langs hele norskekysten og er en dominerende art i planktonet. Størrelsen på *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus* vil ofte overlappe, og på den svenske veskysten fant Eriksson (1973) at de til tider hadde tilnærmet samme størrelse. Dette, og den antagelse at de har samme næringsverdi for fisk, har gjort at de er betraktet under ett da det ellers krever mer inngående undersøkelser for å skille artene. Ifølge Eriksson op.cit. overtok *C. helgolandicus* når overflatetemperaturen ble 16-18°C.

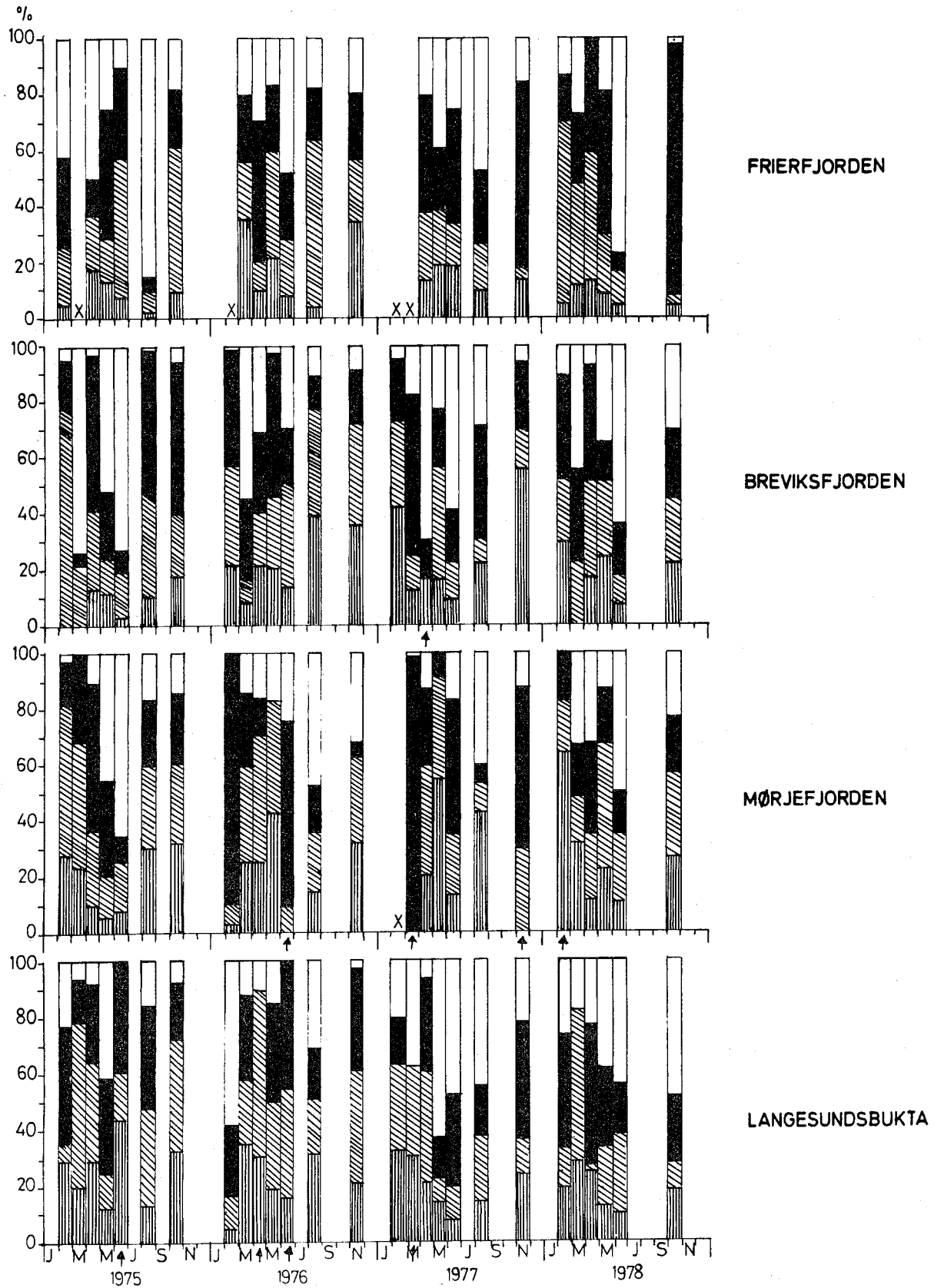


Fig. 14. Vertikalfordelingen (%) av *Oithona* spp. x = ingen prøve, ↑ = et eller flere trekk mangler. (▨) 50-35 m, (▧) 35-20 m, (■) 20-10 m og (□) 10-0 m. [Vertical distribution (%) of *Oithona* spp. x = no sample, ↑ = one or more hauls are missing. (▨) 50-35 m, (▧) 35-20 m, (■) 20-10 m and (□) 10-0 m.]

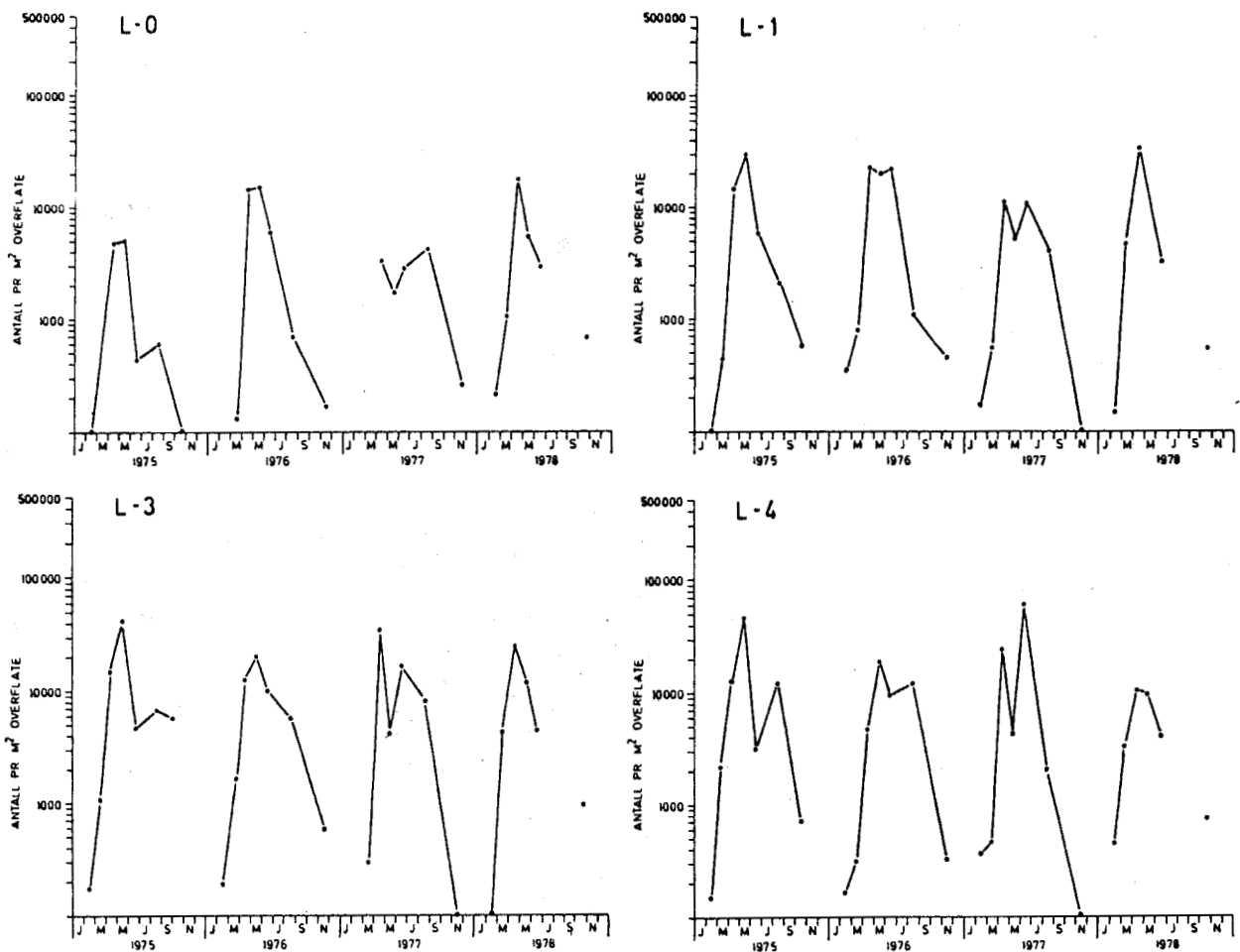


Fig. 15. Antall *Calanus* spp. pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m. [Number of *Calanus* spp. per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Antall *Calanus* spp. er vist i Fig. 15. Sesongvariasjonen viste samme generelle tendens i de fire årene. Tallmessig var bestanden i de øvre 50 m på et minimum i tiden november-februar-mars. Det foregikk så en økning til en topp i april-mai, topp i juni og antydning til en tredje topp på ettersommeren. *Calanus*-bestanden utgjorde størst andel av copepodene på alle stasjonene i 1976 og 1978.

De minste *Calanus*-konsentrasjonene ble funnet i Frierfjorden (L-0) i 1975 og 1977. Største bestanden ble funnet i Langesundsbukta (L-4) i juni 1977 med ca 61.000 organismer pr m<sup>2</sup> overflate. Forøvrig var det ingen markerte forskjeller i tallrikheten på de fire stasjonene i undersøkelsesperioden.

Stadiefordelingen av *Calanus* spp. er vist i Fig. 16. Det var samme trend i fordelingen av hanner, hunner og copepodittene I-III og IV-V på de enkelte stasjonene i hvert av de fire årene. Fordelingen i 1975 skiller seg ut fra de øvrige årene ved å ha en liten andel I-III copepoditter.

Bestanden overvintrer hovedsakelig som V-stadium og fra november til februar-mars foregikk det en økning i andelen voksne. På denne tiden var imidlertid bestanden i den aktuelle vann-

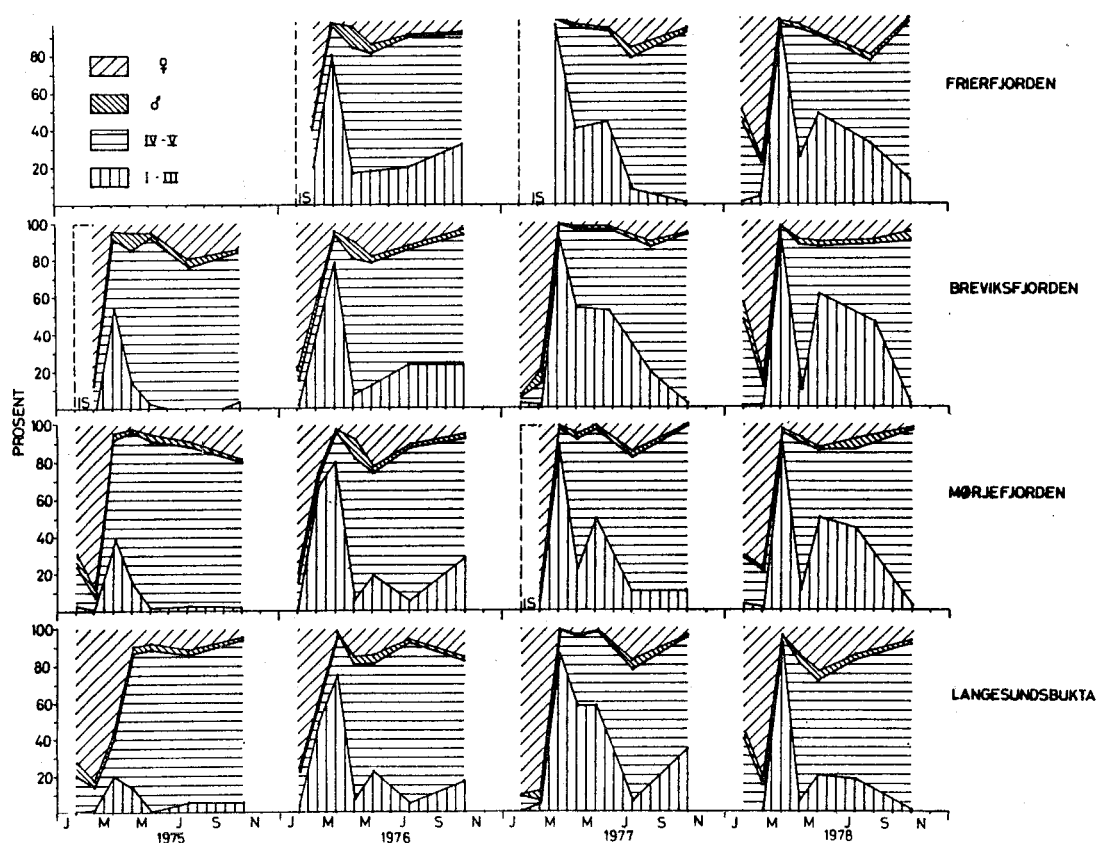


Fig. 16. Stadiefordeling (%) av *Calanus* spp. [ Stage distribution of *Calanus* spp.]

søylen liten og gyteaktiviteten hadde så vidt kommet igang. Etter fordelingen av copepodittstadiene I-III å dømme, var gyteintensiteten størst i mai-april. Forøvrig viser fordelingen økt gyteintensitet i juni og august. Fordelingen antyder imidlertid at det foregår gyting mer eller mindre kontinuerlig fra mars til september-oktober. Manglende registreringer gjør det vanskelig å følge utviklingen gjennom høsten.

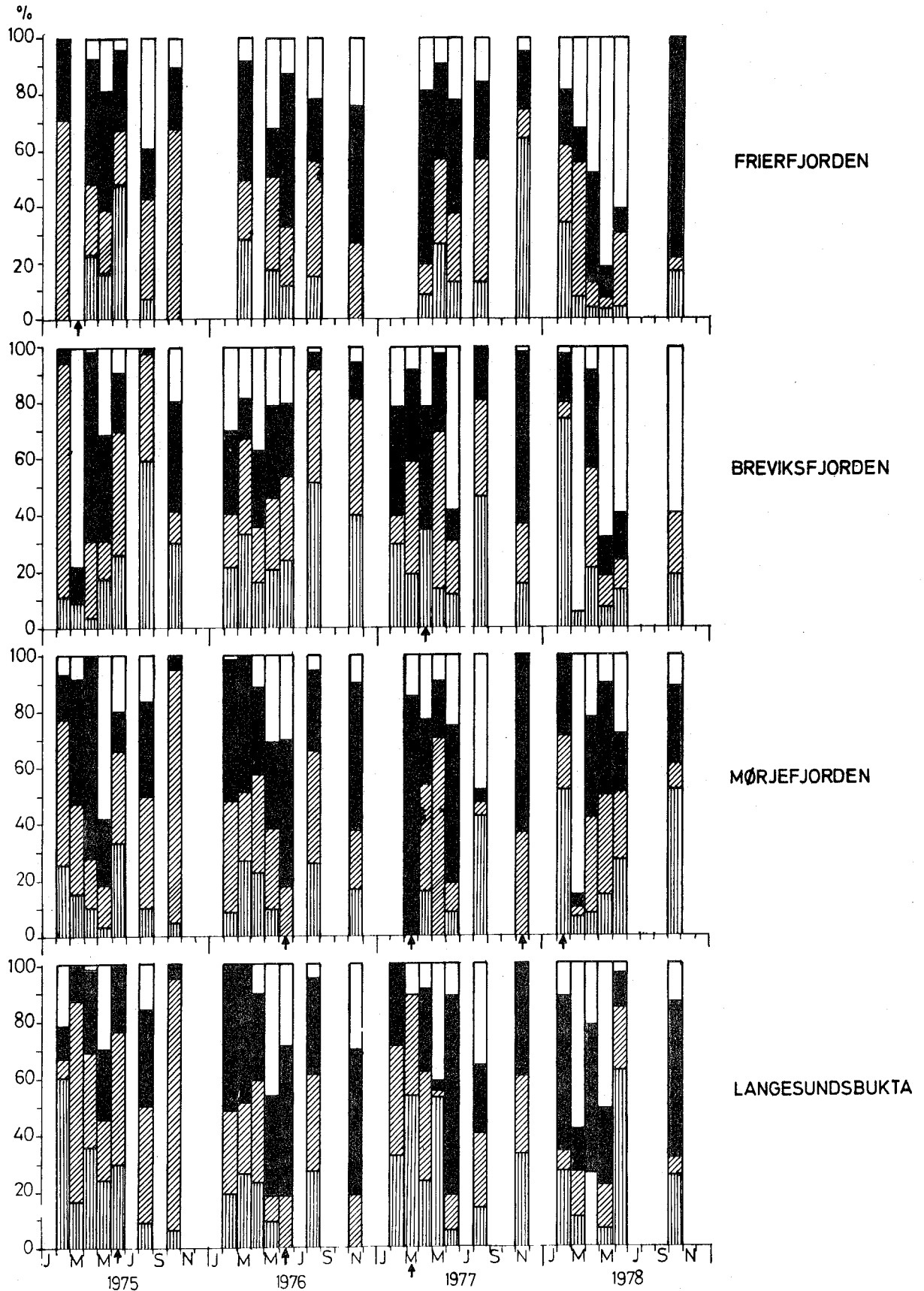


Fig. 17. Vertikalfordeling (%) av *Calanus* spp. Forklaring som Fig. 14. [ Vertical distribution (%) of *Calanus* spp. Explanation see Fig. 14. ]

Fordelingen i de fire dypene varierte både med hensyn på tid og sted, men med tendens til større andel i de øvre 20 m i 1978 enn i de øvrige årene (Fig. 17).

*Pseudo-Paracalanus* spp.

Artene *Pseudocalanus elongatus* og *Paracalanus parvus* behandles sammen som *Pseudo-Paracalanus* spp. De tilhører hver sin slekt, men morfologisk er de like og de regnes å tilhøre samme trofiske nivå. Til tider viser størrelsen stor grad av overlapping og spesielt de yngre copepodittene kan være vanskelig å skille. Begge artene er vanlige i våre farvann. Selvom begge forekommer hele året, er *Paracalanus parvus* en typisk høstform.

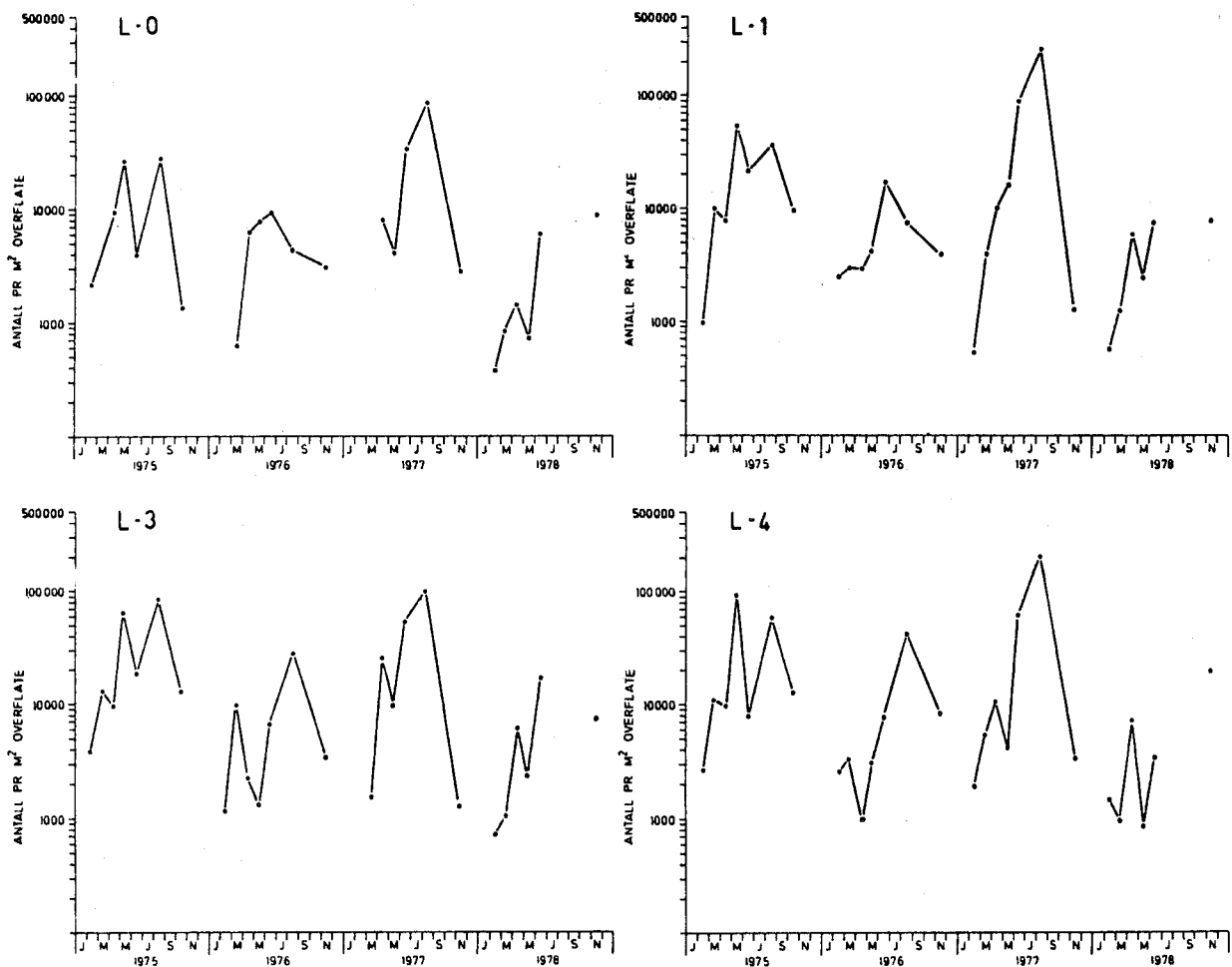


Fig. 18. Antall *Pseudo-Paracalanus* spp. pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m. [Number of *Pseudo-Paracalanus* spp. per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

Variasjonen i antallet er vist i Fig. 18. Det var generelt tre topper i forekomsten gjennom året, mars-april, mai-juni og august. Samtlige stasjoner hadde størst forekomst av *Pseudo-paracalanus* spp. i august 1977, med ca 86.500 i Frierfjorden (L-0), 266.300 i Breviksfjorden (L-1), 98.000 i Mørjefjorden (L-3) og 211.700 i Langesundsbukta (L-4). På denne tiden var det markert forskjell i antall *Pseudo-Paracalanus* mellom Mørjefjorden (L-3) med ca 98.000 og Langangsfjorden (L-2) med ca 309.200 organismer pr m<sup>2</sup>.

Stadiefordelingen av *Pseudo-Paracalanus* er vist i Fig. 19 og antyder at det hvert år var små forskjeller mellom stasjonene. Både hunner og hanner var tilstede i relativt stort antall hele året, men med flere hunner enn hanner. Copepodittene utgjorde en vesentlig del av bestanden i de fire årene. Det var tre-fire perioder med stor andel av I-III copepoditter,

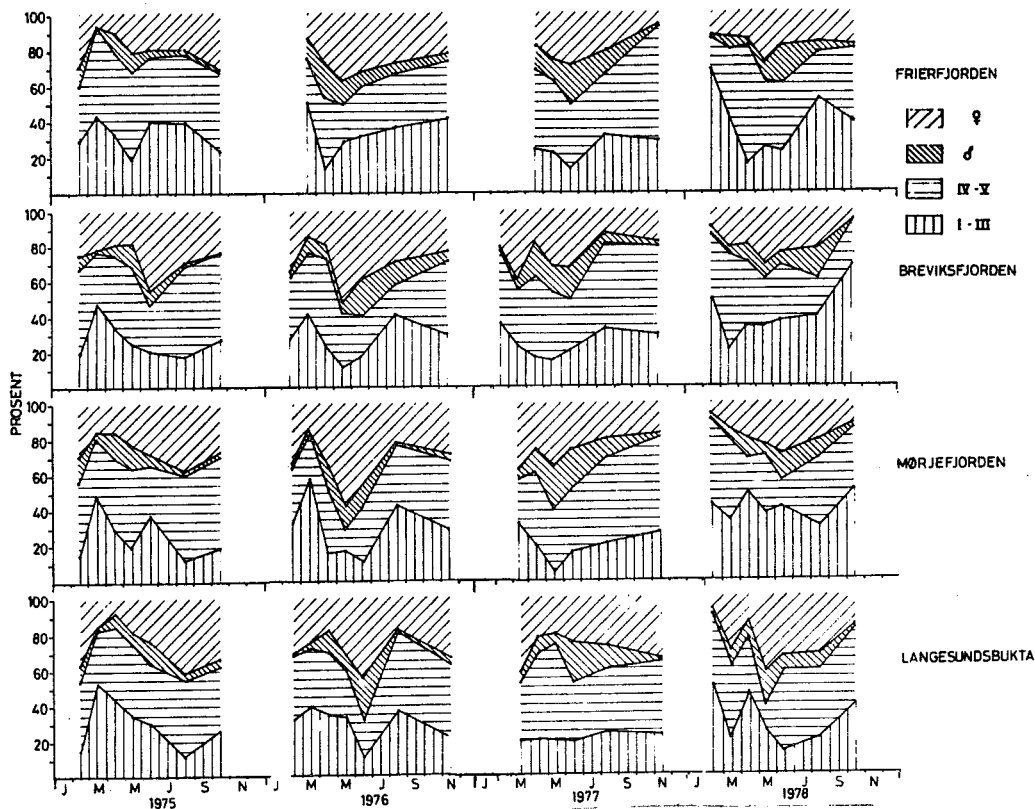


Fig. 19. Stadiefordeling (%) av *Pseudo-Paracalanus* spp.  
[Stage distribution (%) of *Pseudo-Paracalanus* spp.]

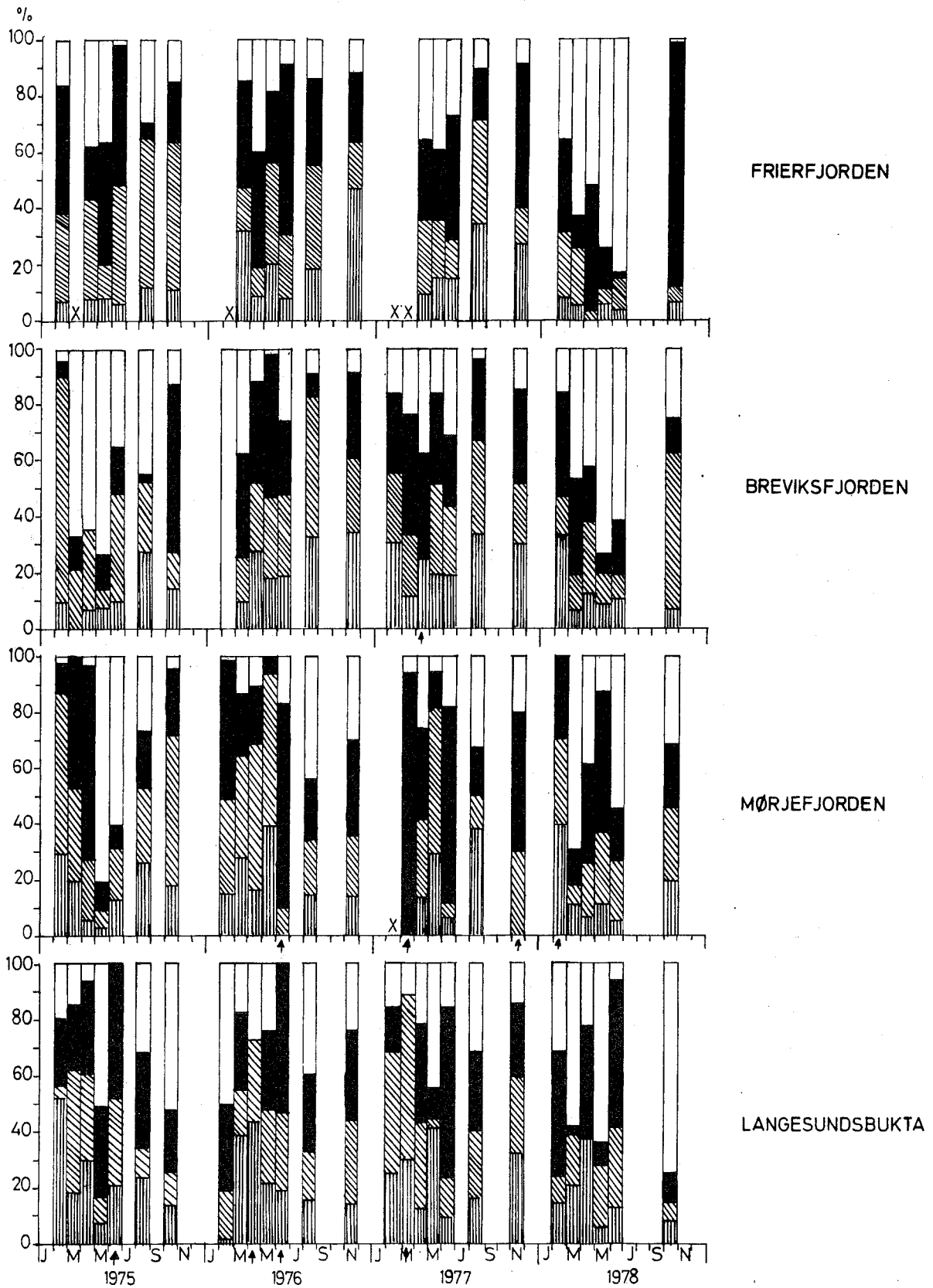


Fig. 20. Vertikalfordeling (%) av *Pseudo-Paracalanus* spp. Forklaring som Fig. 14. [Vertical distribution (%) of *Pseudo-Paracalanus* spp. Explanation see Fig. 14.]



varierende fra år til år. Fig. 20 viser fordelingen av *Pseudo-Paracalanus* spp. i de fire trekkdypene. Til tross for store variasjoner viser figuren at organismene gjennomgående var de mest tallrike i de øverste 20 m og gir ikke noe klart bilde av om det foregår vandring til dypere vannlag for overvintring. På siste toktet i 1978 ble ca 85% av *Pseudo-Paracalanus* spp. tatt i 20-10 m i Frierfjorden (L-0) og ca 75% i 10-0 m i Langesundsbukta (L-4). På stasjonene imellom disse var de mer jevnt fordelt i vannsøylen 50-0 m.

### *Temora longicornis*

*Temora longicornis* er en nerittisk art som mer enn andre copepoder viser tendens til å opptre i tette, ofte små stimer (Farran, 1910; Otten, 1913). Den ble funnet hele året, men som Fig. 21 viser var det store, sesongmessige variasjoner. Tidspunktet for når toppverdier ble registrert, varierte, både fra stasjon til stasjon hvert år og på de enkelte stasjoner gjennom fireårsperioden. Generelt fant en to toppverdier i tiden mars-juni. I 1976 hadde stasjonene Breviksfjorden (L-1) til Langesundsbukta (L-4) langt mindre *Temora*-bestand i de øverste 50 m enn i de tre andre årene. Dette året var det dessuten et markert minimumsantall i henholdsvis mai (Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4)) og i juni (Frierfjorden (L-0) og Breviksfjorden (L-1)).

Maksimumsforekomsten for samtlige stasjoner ble funnet i mai 1975, med økende forekomst utover fra ca 6.500 i Frierfjorden (L-0) til ca 26.700 i Langesundsbukta (L-4).

*Temora longicornis* utgjorde som årsgjennomsnitt fra ca 1,5 til ca 11% av totale copepodeantall. Verdien på ca 11% var høy og gjaldt Frierfjorden (L-0) i 1976. Dette skyldtes stor *Temora*-forekomst i begynnelsen av mars, da den tallmessig utgjorde ca 52% av copepodebestanden.

Det er skilt mellom hunner, hanner og copepoditter og den prosentvise sammensetning av bestanden er vist i Fig. 22. Voksne av begge kjønn ble registrert fra februar til november,

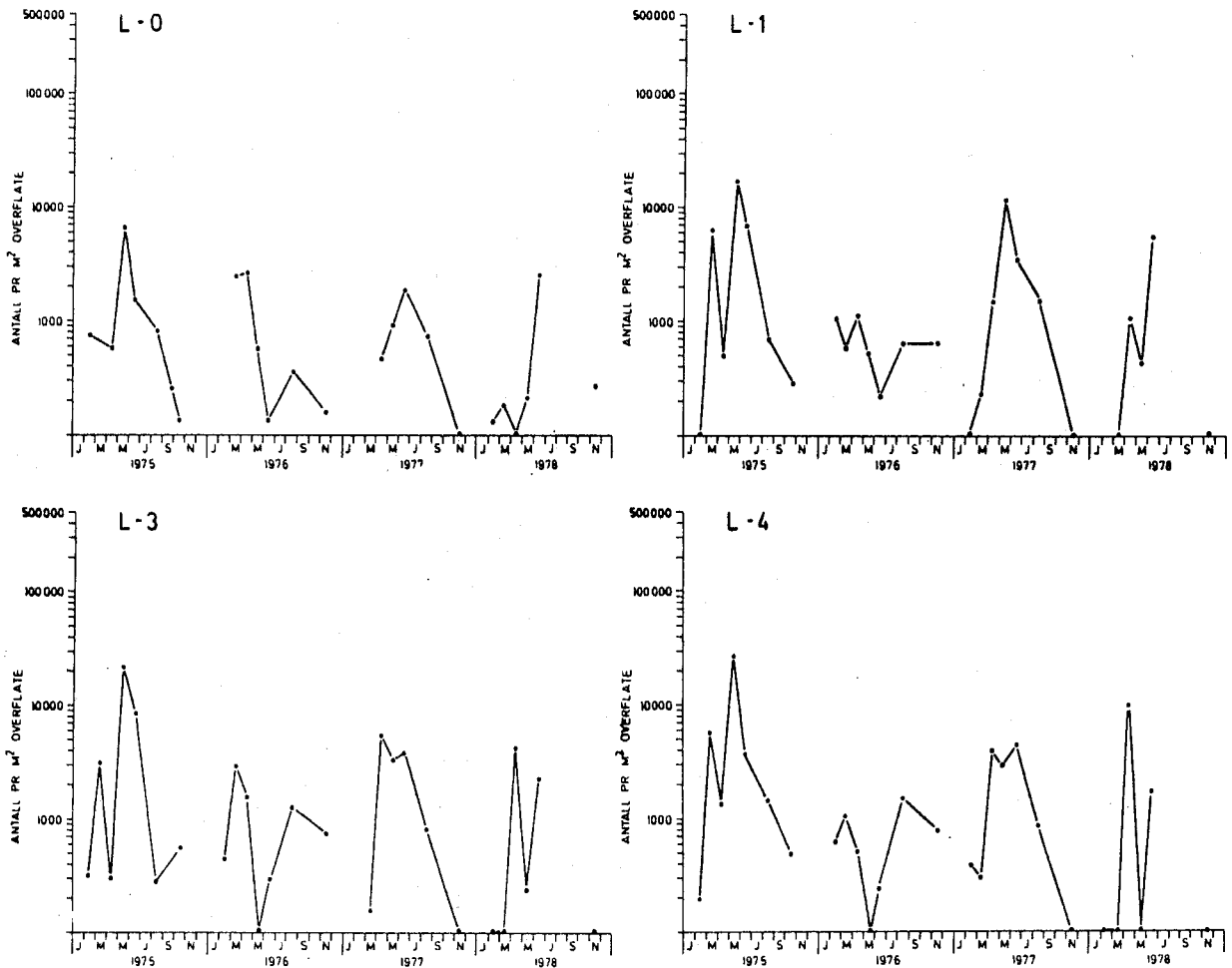


Fig. 21. Antall *Temora longicornis* pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m. [ Number of *Temora longicornis* per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m.]

med gjennomgående flere hanner enn hunner. Fordelingen viser at *T. longicornis* overvintrer som copepoditter. Fordelingen over totalantall og stadiesammensetning, antyder en mer eller mindre kontinuerlig gyteaktivitet fra mars til august, med tre perioder med økt gyteintensitet.

Antall *Temora longicornis* fordelt i de fire trekkdypene, er vist i Fig. 23. Den forekom i hele vannsøylen, men i svært varierende antall. Et typisk eksempel er mai 1976. Enkelte av søylene i fordelingen demonstrerer klart artens tendens til å forekomme/opptre i mer avgrensede stimer. Generelt var hovedforekomsten i de øverste 20 m, men overvintringsbestanden var liten i de øverste 50 m. Dataene gir imidlertid ingen indikasjon på vandring ned i dypere vannlag for overvintring der.

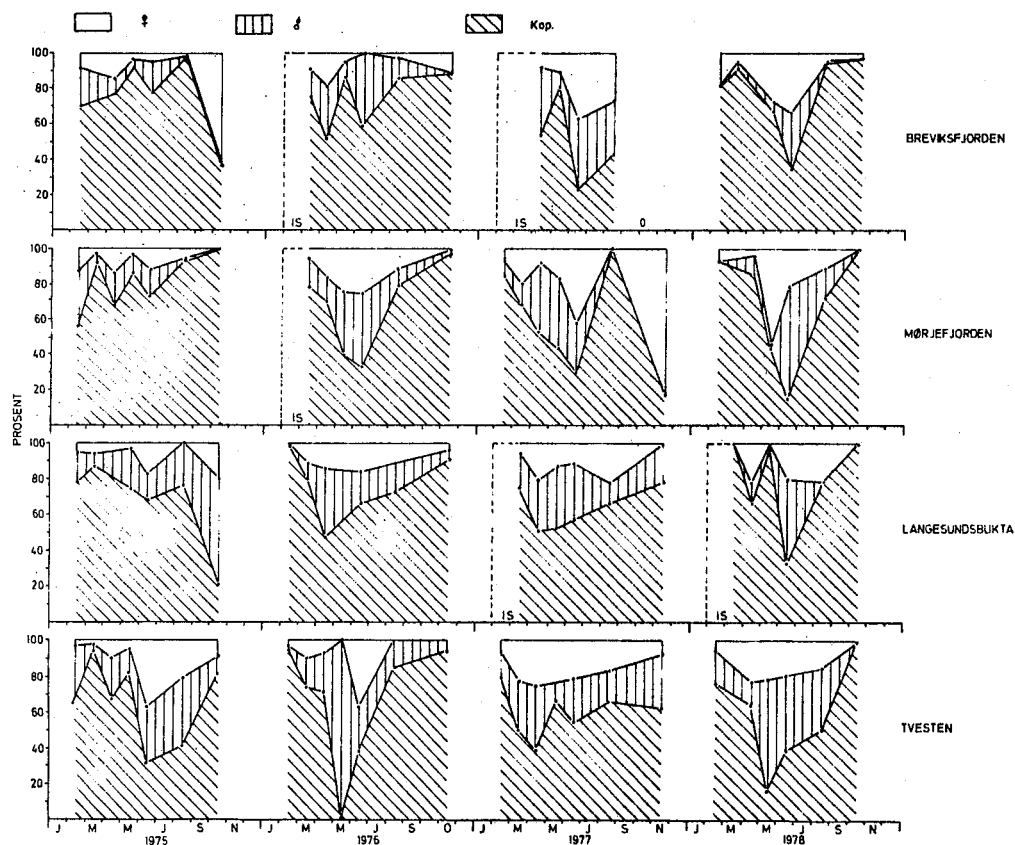


Fig. 22. Stadietfordeling (%) av *Temora longicornis*. [ Stage distribution (%) of *Temora longicornis*. ]

### *Acartia longiremis* og *Acartia clausi*

Undersøkelser fra norskekysten har vist at mens *A. longiremis* er en fjordform, er *A. clausi* mer en kystform (Ruud, 1929; Wiborg, 1954; Matthews, 1967). På den svenske vestkysten dominerte *A. longiremis* i det kaldere vannet i første halvår mens forekomsten av *A. clausi* økte ettersom vannet ble varmere (Eriksson, 1973).

Fig. 24 viser variasjonen i antall *Acartia* spp. på de fire stasjonene i Langesundsområdet. For de enkelte årene viser fordelingen stor grad av parallellitet mellom stasjonene. Antall topper i fordelingen varierte, fra tre tydelige topper i 1975 til en stor topp i 1977.

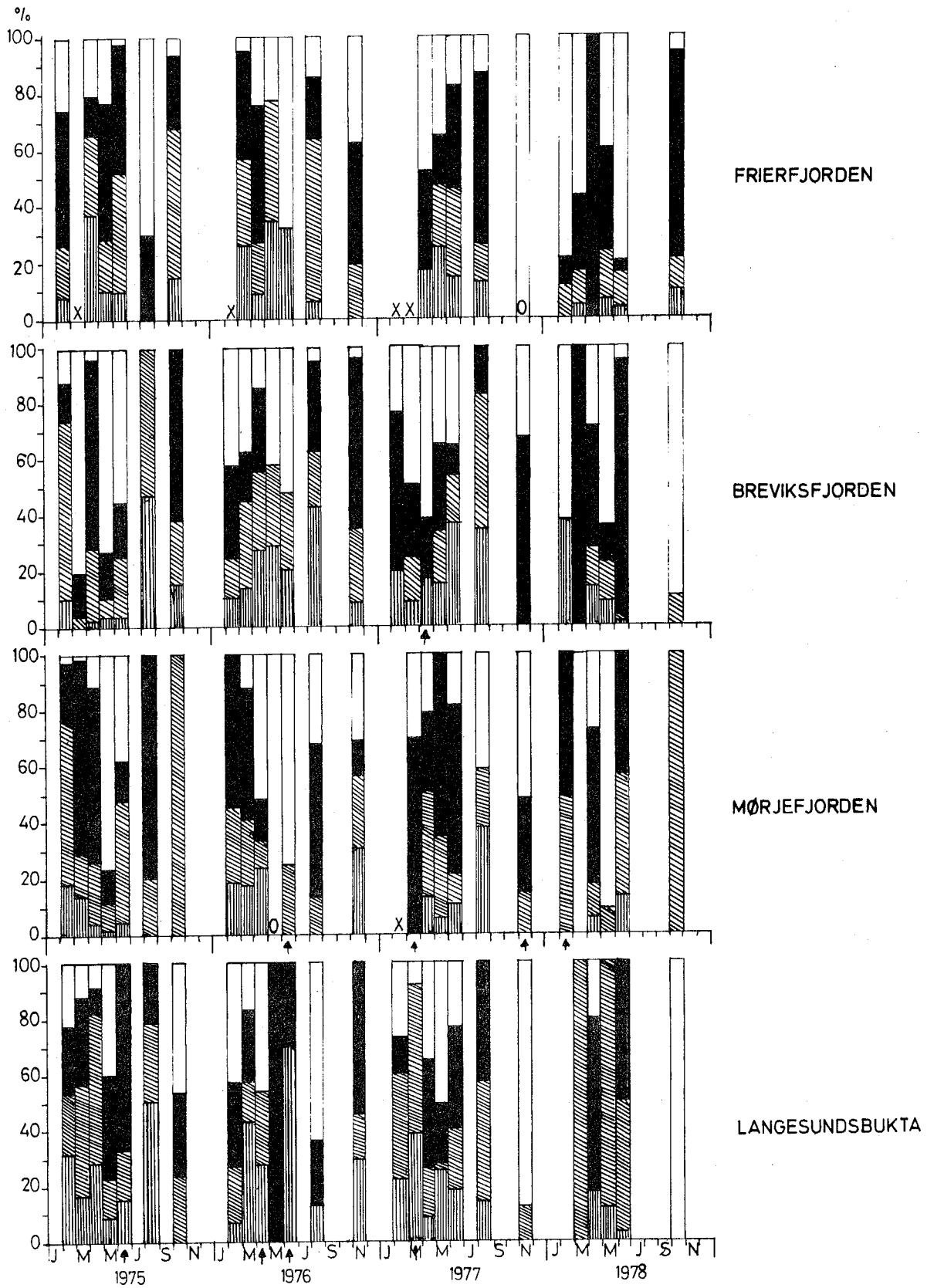


Fig. 23. Vertikalfordeling (%) av *Temora longicornis*.  
 Forklaring som Fig. 14. [ Vertical distribution (%) of *Temora longicornis*. Explanation see Fig 14.]

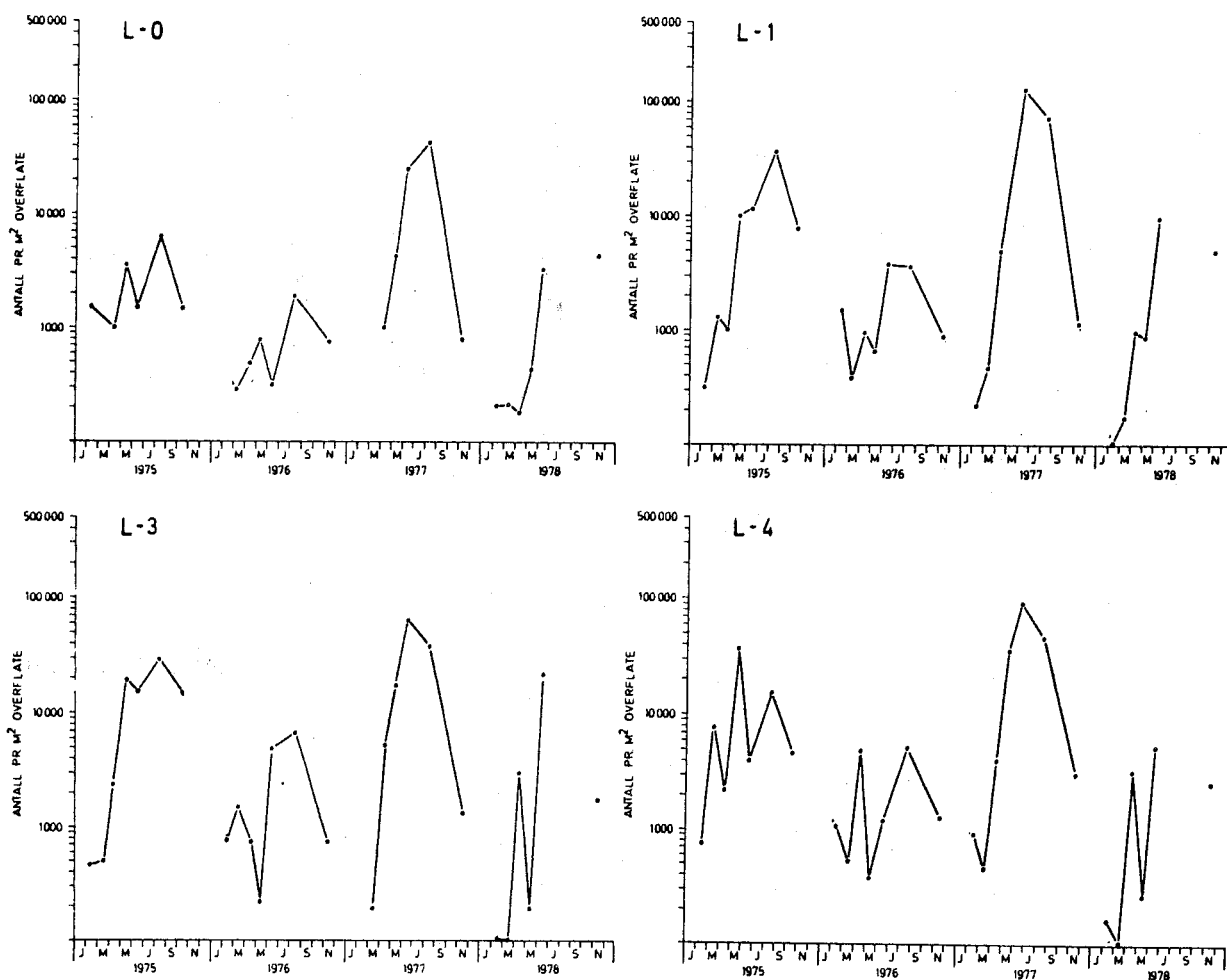


Fig. 24. Antall *Acartia* spp. pr  $m^2$  overflåte i de øvre 50 m. [Number of *Acartia* spp. per  $m^2$  surface in the upper 50 m.]

Generelt var det en økning fra et vinterminimum til topp i mars-april. Denne produksjonsøkningen syntes å være mest markant ytterst i området. Etter en kraftig reduksjon i antallet var det ny økning til topp i mai-juni. Resultatene antyder også en topp i august. I Frierfjorden (L-0) økte *Acartia*-bestanden tallmessig utover året til maksimumsforekomster i august. Resultatene for de øvrige stasjonene viser ikke samme regelmessighet. Forekomsten var størst i juni 1977 for stasjonene utenfor Breviksterskelen, med henholdsvis ca 98.000 i Langesundsbukta (L-4), 62.000 i Mørjefjorden (L-3) og ca 135.000 i Breviksfjorden (L-1), og i august i Frierfjorden (L-0) med ca 44.000 organismer pr  $m^2$  overflåte.

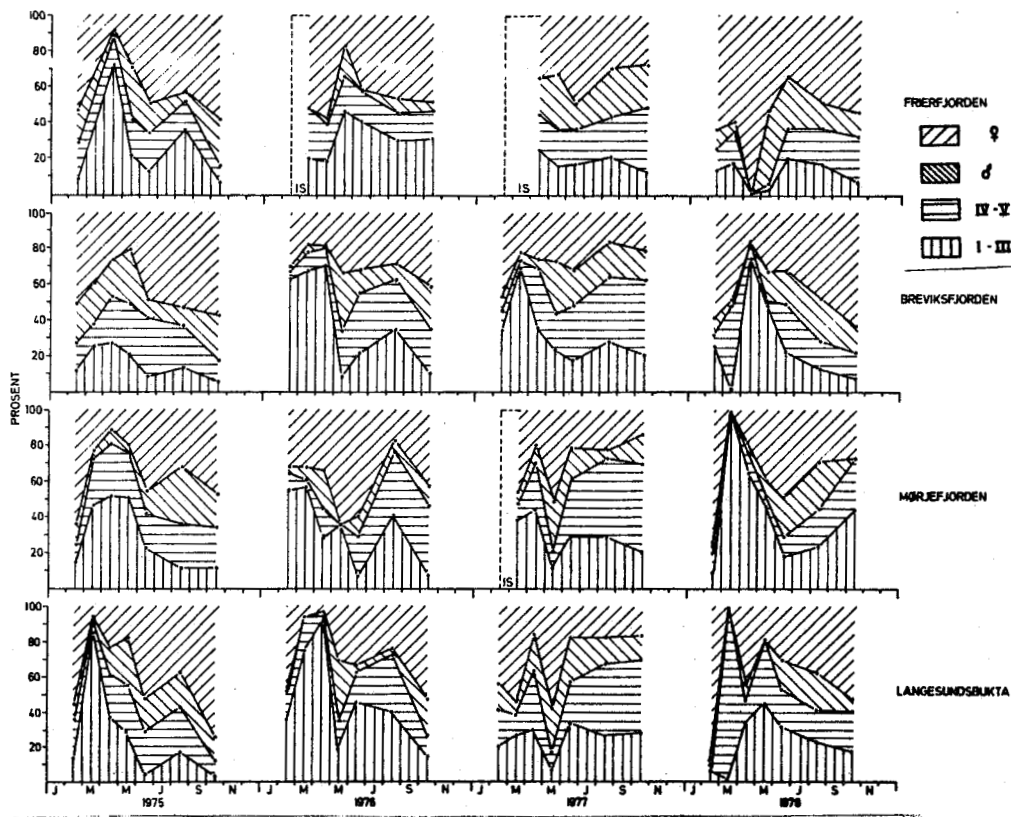


Fig. 25. Stadiefordeling (%) av *Acartia* spp. [ Stage distribution (%) of *Acartia* spp.]

Alle stadiene var representert, men som Fig. 25 viser varierte sammensetningen. Generelt var det to topper av stadiene I-III, en i mars-april og en i juni-august. Voksne utgjorde et minimum i mars-april. Forøvrig utgjorde de voksne en stor del av bestanden gjennom året, og begge kjønn var godt representert. De relativt gode forekomstene av I-III stadier i juni-august skyldtes antagelig gyting hos *A. clausi*.

Fordelingen av *Acartia* spp. i de fire trekkdypene varierte, men generelt var forekomstene størst i de øverste 20 m (Fig. 26). Resultatene gir ikke noe klart bilde av eventuell vandring ned i dypere vannlag senhøstes. I november 1978 var nær 95% av *Acartia*-bestanden i Frierfjorden (L-0) fordelt i de øverste 20 m med størst antall tatt i 20-10 m.

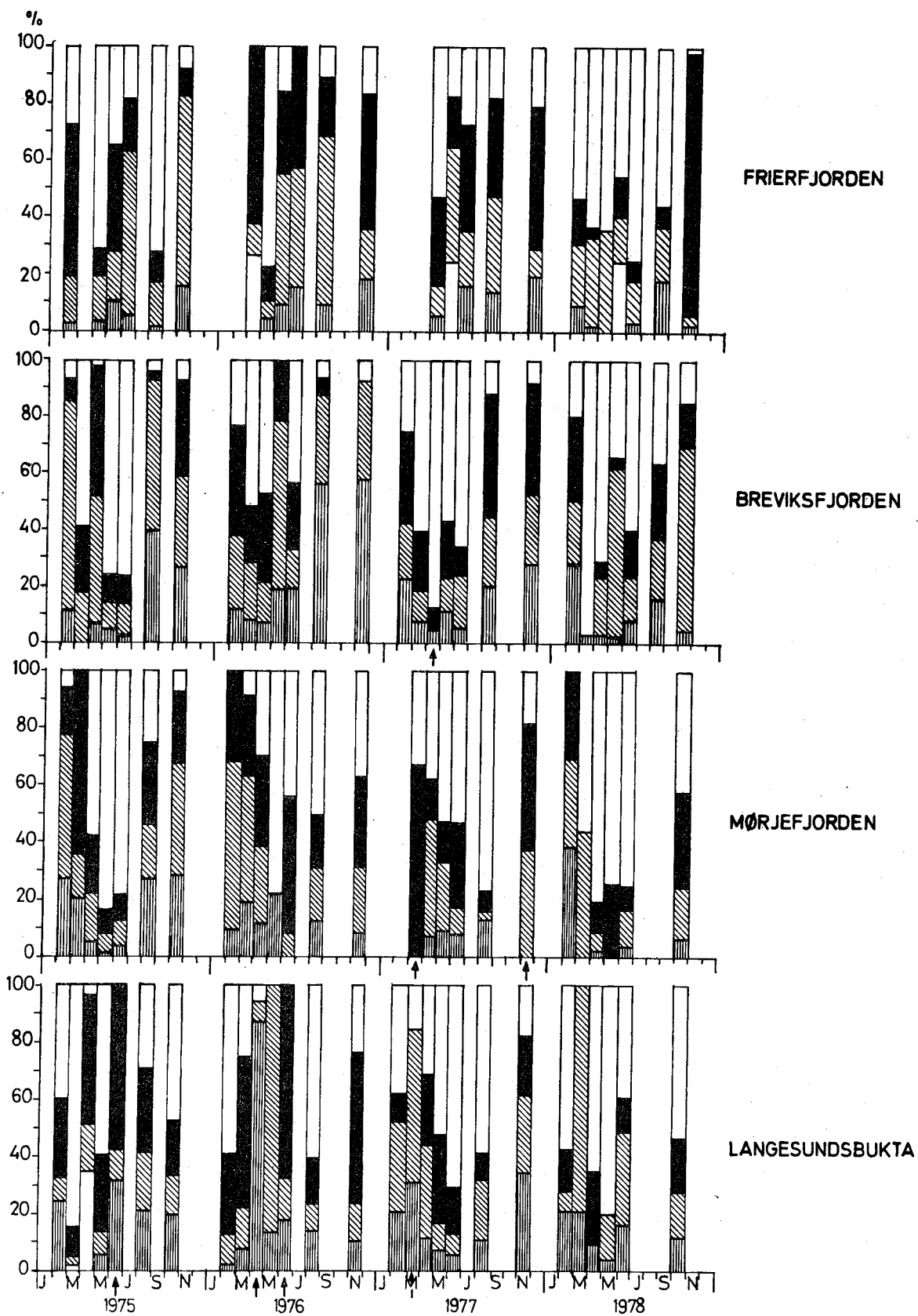


Fig. 26. Vertikalfordeling (%) av *Acartia* spp. Forklaring som Fig. 14. [Vertical distribution (%) of *Acartia* spp. Explanation see Fig. 14.]

## Ichtyoplankton

*Brisling (Sprattus sprattus)*

Generelt ble brislingeegg funnet fra februar til juni (Fig. 27), med tidligere forekomst i Frierfjorden enn i området forøvrig.

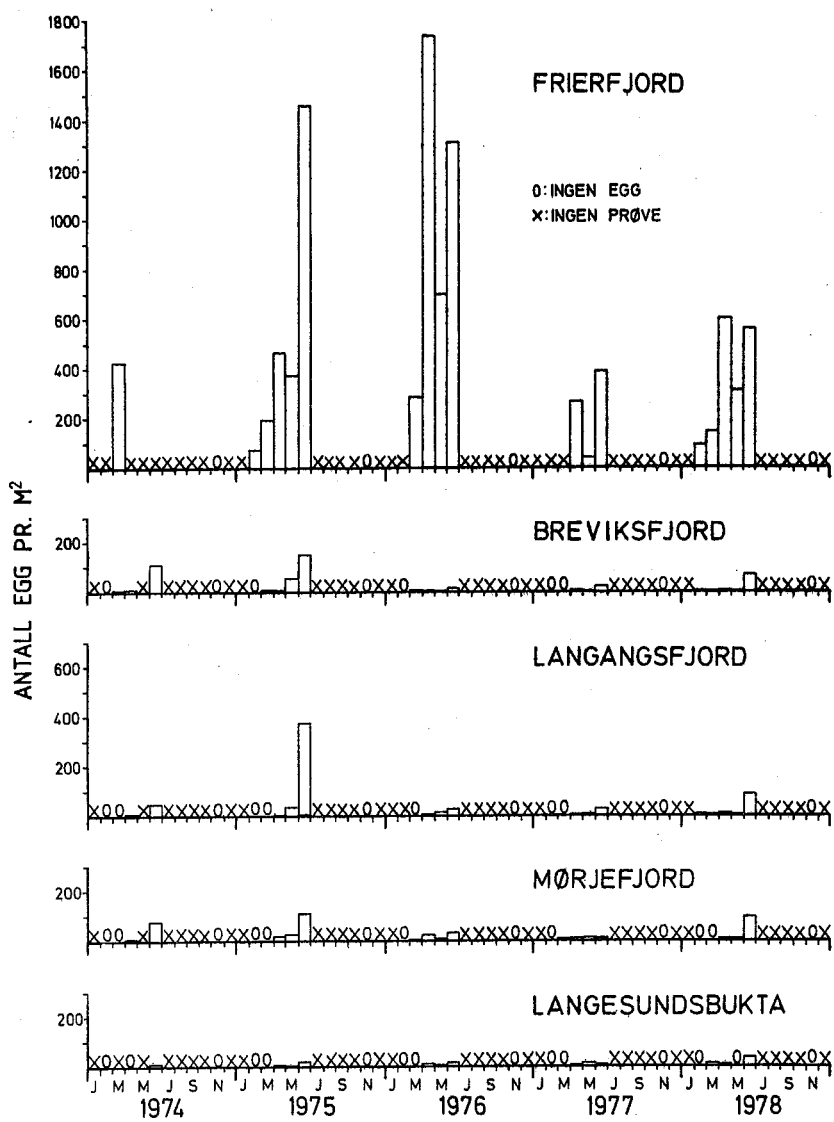


Fig. 27. Brislingeegg pr m<sup>2</sup> overflate i de øvre 50 m i Langesundsområdet, 1974-1978. [Sprat eggs per m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m in the Langesund area, 1974-1978.]



Eggantallet i Frierfjorden (L-0) lå jevnt over mellom 200 og 600 egg pr  $m^2$  med topp i april og juni. De største forekomstene, ca 1.700 egg pr  $m^2$  overflate, ble funnet i juni 1975 og april 1976.

Området Breviksfjorden-Langangsfjorden-Mørjefjorden hadde stort sett mindre enn 50 egg pr  $m^2$  overflate. Det var tendens til økende forekomster utover våren til et maksimum i juni-juli. Største eggforekomst hadde Langangsfjorden (L-2) i juni 1975 med ca 700 egg pr  $m^2$  overflate.

I ytre området var det små og uregelmessige forekomster av brislingegg, med generelt mindre enn 15 egg pr  $m^2$  overflate.

Den relative fordeling av egg i de tre utviklingsstadiene i Frierfjorden (L-0), er gitt i Tabell 16. Samtlige eggstadier ble påvist gjennom hele gyteperioden men med flest egg i stadium I. Andelen egg i stadium III varierte og var gjennomgående lavest i 1975 og høyest i 1978.

Tabell 16. Fordelingen av brislingegg (%) i utviklingsstadiene I-III i Frierfjorden. [ Percentage distribution of sprat eggs stages I-III in Frierfjord.]

År	Stadium	Feb.	Mars	Apr.	Mai	Juni
1975	I	81,7	83,1	75,8	83,4	68,0 <sup>x)</sup>
	II	16,5	15,3	19,1	11,4	19,1
	III	1,8	1,6	5,1	5,2	12,9
1976	I	—	77,0	65,3	69,7	56,2
	II	—	12,6	16,9	23,4	27,7
	III	—	10,4	17,8	6,9	16,1
1977	I	—	—	75,0	89,2	44,5
	II	—	—	15,7	7,5	27,2
	III	—	—	9,3	3,3	28,3
1978	I	62,1	75,3	28,3	68,8	68,2
	II	23,1	9,3	51,1	14,7	19,6
	III	14,8	15,4	20,7	16,5	12,0

x): Gjennomsnittsverdier fra to prøveperioder

Det ble tatt egg i alle trekkdypene. Mellom 55 og 90% av eggene i Frierfjorden (L-0) var fordelt i de mellomliggende dypene (35-10 m) og mindre enn 6% i de øverste 10 m. I de utenforliggende områdene var eggene mer eller mindre jevnt fordelt i vannsøylen, med tendens til høyere konsentrasjoner i de øverste 20 m. Antall egg var imidlertid her så lite at det er vanskelig å si noe om trenden i fordelingen. Vertikalfordelingen i Langangsfjorden (L-2) i juni 1975, viste at ca 80% av eggene ble tatt i de øverste 10 m.

Brislinglarver ble først og fremst funnet i Frierfjorden (L-0) og hovedsakelig i tiden februar-mai (Tabell 17). Største larveforekomst ble her registrert i mars 1976 med 34 larver pr  $m^2$  overflate. I området Breviksfjorden (L-1) - Mørjefjorden (L-3) var det i tiden februar-mai sporadiske larvefunn mens det i ytre område ikke ble tatt larver. I juni var det larver i hele området.

Tabell 17. Antall brislinglarver pr  $m^2$  i de øvre 50 m i Langesundsområdet. [Number of sprat larvae per  $m^2$  in the upper 50 m in the Langesund area.]

Stasjon	1974		1975		1976		1977		1978					
	juni	mars	mai	juni	mars	mai	juni	mai	juni	feb.	mars	apr.	mai	juni
L-0	x	1	0	4,5	34	8	6	0	3	2	5	4	4	3
L-1- L-3	8,3	0	+	24	0	+	7	+	5,3	0	0	+	+	1,7
L-4- L-7	2	0	0	10,5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	5

x : Ingen prøve

x): Gjennomsnittsverdier fra to prøveperioder

+ : <1 larve pr  $m^2$

Lengdefordelingen av larvene er gitt i tabell 18. Den store spredningen i lengdefordelingen gjenspeiler lang gyteperiode. I juni 1978 var larvene vesentlig mindre enn i de foregående årene.

Tabell 18. Lengdefordeling (%) av brislinglarver i Langesundsområdet. [Length distribution (%) of sprat larvae in the Langesund area.]

År	Lengdefordeling (mm)				N	$\bar{I}$
	<10	10-14	15-20	>20		
1974	14,1	67,2	18,8	—	64	12,1
1975x)	30,2	52,8	14,8	—	297	11,4
1976	43,2	44,4	7,4	3,7	81	10,7
1977	18,2	51,5	30,3	—	33	12,5
1978	95,5	4,5	—	—	22	6,2

x): Gjennomsnitt av to prøveperioder

#### Makrell (*Scomber scombrus*)

I denne undersøkelsesperioden ble egg og larver av makrell funnet hvert år i juni. Antall egg varierte (Tabell 19), men fordelingen viser at eggforekomstene var størst ytterst i området, på stasjonene Langesundbukta (L-4) og Tvesten (L-5). I juni 1978 var det få egg på stasjonene Breviksfjorden (L-1)-Mørjefjorden (L-3).

Tabell 19. Makrellegg pr m<sup>2</sup> overflate<sub>2</sub> i de øvre 50 m i juni i Langesundsområdet. [Mackrel eggs pr m<sup>2</sup> surface in the upper 50 m in June in the Langesund area.]

	1974	1975	1976	1977	1978
Frierfjorden	0	0	0	1	0
Breviksfjorden	6	34	36	43	1
Langangsfjorden	5	38	61	120	1
Mørjefjorden	20	27	86	32	2
Langesundbukta	483	208	291	708	0
Tvesten	364	80	316	100	0
Larviksfjorden	0	78	127	76	0

Det var egg i alle utviklingsstadier, men forholdet mellom stadiene varierte fra år til år. Egg i I-stadiet utgjorde mindre enn 4% av eggene i 1976 og 1977, mens de i 1974 utgjorde 65-80%.

Larver av makrell ble bare tatt i området utenfor Breviksterskelen. Det var gjennomgående mindre enn 5 larver pr  $m^2$  overflate. De største konsentrasjonene, 15-18 larver pr  $m^2$  overflate, hadde Larviksfjorden (L-7) i 1975 og Tvesten (L-5) i 1976. I 1974 og 1978 ble larvene tatt på stasjonene Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4) mens de i 1975-1977 var fordelt i hele området. Lengdefordelingen viser at larvene var små, med 3-5 mm gruppene som de tallrikeste (Tabell 20).

Egg og larver ble tatt i hele vannsøylen, størst antall i de øverste vannlagene. Mellom 65 og 90% av eggene var fordelt i 10-0 m og 90-100% av larvene i 20-0 m.

Tabell 20. Lengdefordeling (%) av makrellarver i Langesundsområdet. [Length distribution (%) of mackrel larvae in the Langesund area.]

	Lengde (mm)					N	$\bar{I}$
	3	4	5	6	7		
1974	-	1	3	-	-	4	4,8
1975	-	11	3	-	-	14	4,2
1976	-	8	18	11	6	43	5,3
1977	17	2	2	3	-	24	3,6
1978	2	-	2	-	-	4	4,0

### *Sild (Clupea harengus)*

Sildelarver ble funnet i tiden mars-juni (Tabell 21). Larvene var spredt fordelt i ytre område, med et antall mindre enn 2 larver pr  $m^2$  overflate. Kun en larve ble fanget i Frierfjorden (L-0), i mars 1974. Larvene var fra 8 til 20,5 mm lange.

Tabell 21. Lengdefordeling (%) av sildelarver i Langesundsområdet. [Length distribution of herring larvae (%) in the Langesund area.]

	1974	1975	1976	1977	1978	N	$\bar{I}$	Spredning
Mars	1	4	—	—	—	5	8,0 mm	8 mm
April	6	8	—	1	—	15	9,9 mm	9-12 mm
Mai	—	4	—	—	—	4	12,8 mm	9-15 mm
Juni	—	—	1	—	1	2	19,5 mm	19-20 mm

*Torsk (Gadus morhua)*

Torskeegg ble funnet fra februar til juni, med de største forekomstene i mars-april (Tabell 22). Eggene var fordelt i hele området, i at antall som generelt var mindre enn 30 egg pr  $m^2$  overflate. De største forekomstene ble påvist i begynnelsen av mars 1976, med et maksimum, 100-130 egg pr  $m^2$ , på de ytterste stasjonene (Mørjefjorden (L-3) og Langesundsbukta (L-4)).

Tabell 22. Antall torskeegg pr  $m^2$  overflate i de øvre 50 m i Langesundsområdet. [Number of cod eggs per  $m^2$  surface in the Langesund area in the upper 50 m.]

	1974			1975			1976			1977			1978												
	Fe	Ma	Ju	Fe	Ma	Ju	Fe	Ma	Ju	Fe	Ma	Ju	Fe	Ma	Ju										
Frierfjorden	0	24	0	0	12	14	9	1	0	0	56	22	14	0	0	0	0	1	0	3	15	16	0	1	
Breviksfjorden	6	12	1	0	0	0	7	0	5	0	12	24	22	1	0	5	23	7	3	0	3	21	59	1	6
Mørjefjorden	0	53	5	0	0	0	2	9	1	0	0	100	7	2	0	0	32	24	7	2	1	16	19	5	0
Langesundsbukta	2	8	0	0	0	1	5	13	7	0	1	126	7	1	0	1	28	25	7	0	3	38	12	1	0

Larver var spredt fordelt i området fra mars til juni, med 1-4 larver pr  $m^2$ . Larvene var 3-6 mm lange i mars-april og 4-15 mm i juni.

*Rødspette (Pleuronectes platessa)*

Egg av rødspette ble funnet i et antall mindre enn 9 egg pr m<sup>2</sup>, fra februar til april, men ingen larver ble identifisert.

## Pelagiske fiskeregistreringer

Det var ekkoregistreringer av pelagiske fiskeforekomster i området i februar-juni, og dels i november. Hvor i området det var registreringer varierte, men de beste registreringene var innenfor Breviksterskelen. Her var det registreringer i 30-50 meters dyp fra februar til mai-juni. I løpet av våren skiftet registreringene karakter. Tidlig på året hadde de preg av sammenhengende slør mens registreringene i mai-juni fremsto som små, spredte stimer. Registreringene besto hovedsakelig av brisling, men det var også forekomster av torsk, sei og hvitting. Mengdemessig skilte 1977 og 1978 seg ut med noe mindre registreringer.

I fjordene utenfor Breviksterskelen var det få pelagiske registreringer og liten regelmessighet. Ytterst i dette området var det noe registreringer i november. Registreringene i dette området var imidlertid for små til at de av praktiske grunner ble fisket på. Det samme var tilfelle for Frierfjorden i 1977.

*Brisling (Sprattus sprattus)*

Lengdefordelingen av brisling fra Frierfjorden viser en modallengde på 8-11 cm (Fig. 28). Fisk større enn 12 cm utgjorde 1-15% av prøvene. Gjennomsnittslengden varierte med tendens til reduksjon i gjennomsnittslengden tidlig på våren.

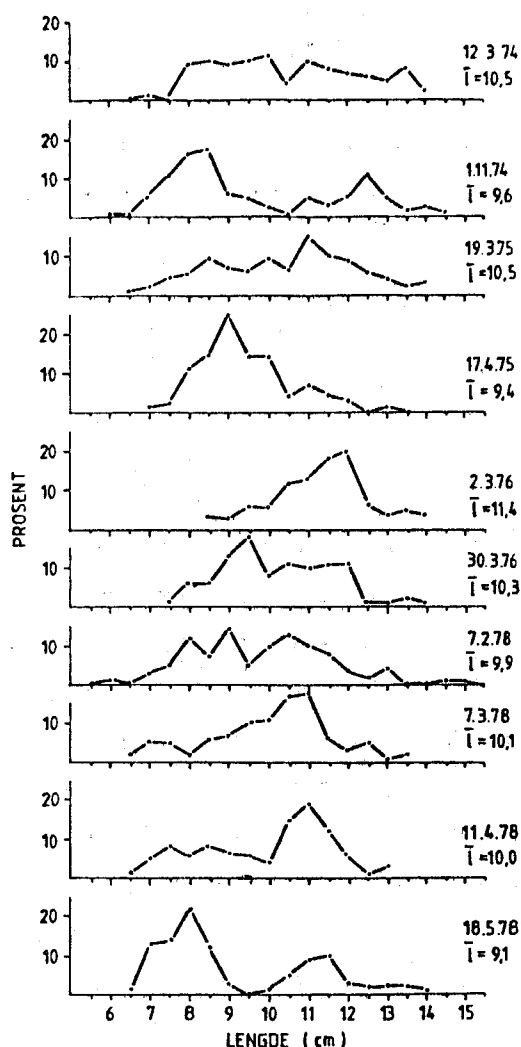


Fig. 28. Lengdefordeling av brisling (%) i Frierfjorden , 1974-1978. [ Length distribution (%) of sprat in Frierfjord, 1974-1978. ]

Det var få aldersgrupper i prøvene (Tabell 23), med 0/I- og II-gruppene som de tallrikeste. III-gruppen utgjorde relativt sett minst andel av prøvene i 1976 og var sterkest i 1978 med henholdsvis 3,5 og 14,4% som gjennomsnittsverdier. Utover våren syntest det å foregå en forskyvning i den relative sammensetning av de ulike aldersgruppene, med økende andel I-gruppe fisk.

Aldersfordelingen tyder på en sterk 1974-årsklasse. I 1976 utgjorde denne 85% (2. mars) og 58% (30. mars) men ble ikke funnet i prøvene i 1978.

Tabell 23. Alderssammensetning (%) av brisling i Frierfjorden.  
 [Age distribution (%) of sprat in Frierfjord.]

År	Dato	0	I	II	III
1974	12. mars	-	56,4	36,6	6,9
	1. november	63,4	17,4	19,0	-
1975	19. mars	-	35,7	44,9	19,4
	17. april	-	54,0	43,0	3,0
1976	2. mars	-	10,1	84,8	5,1
	30. mars	-	40,0	58,2	2,0
1978	7. februar	-	43,3	32,2	24,4
	7. mars	-	33,0	51,0	16,0
	11. april	-	40,0	51,0	9,0
	18. mai	-	66,3	24,5	9,2

Gjennomsnittslengden for de enkelte aldersgruppene (Tabell 24) antyder at II-gruppen i 1976 var større enn i de andre årene. I-gruppen var gjennomgående mindre enn 10 cm, men det ble også målt I-gruppe fisk opp i 11,5 cm. Det var liten overlapping i lengden mellom I- og II-gruppen fisk mens det mellom II- og III-gruppen var nær full overlapping.

Tabell 24. Gjennomsnittslengde av de enkelte aldersgrupper av brisling i Frierfjorden. [Average length of the separate age groups of sprat in Frierfjord.]

År	Dato	0	Aldersgruppe		
			I	II	III
1974	12. mars	-	9,3	12,2	12,4
	1. november	8,2	11,7	12,6	
1975	19. mars	-	8,5	11,1	12,5
	17. april	-	8,6	10,2	12,0
1976	2. mars	-	9,1	11,5	13,8
	30. mars	-	9,1	11,4	14,0
1978	7. februar	-	8,4	10,6	11,9
	7. mars	-	8,3	10,7	11,5
	11. april	-	8,3	10,9	11,9
	18. mai	-	7,8	11,5	11,7



## DISKUSJON

## Planteplankton

I Frierfjorden var den eufotiske sonen 6-8 m dyp gjennom hele året på grunn av mye partikler i vannet. Partiklene svekket lyset slik at det ikke trengte så dypt ned som i klart vann. Fordi den eufotiske sonen var såpass grunn, var den preget av brakkvann og ga bare livsbetingelser for arter som tålte brakkvann.

For Frierfjorden er oppholdstiden for det brakke overflate- laget beregnet til 1,5-4,5 døgn avhengig av vannføringen i Skienselva (Molvær et al., 1979). Transporttiden for overflate- vannmasser med hovedstrømmen fra munningen av Skienselva til Brevik var betydelig kortere, bare 8-20 timer. Jo større vann- føringen i Skienselva var, desto kortere var oppholdstiden til det brakke vannet i Frierfjorden og transporttiden med hoved- strømmen. Sydlige vinder bremset i noen grad overflatestrømmen ut av Frierfjorden og videre mot Langesundsbukta, mens nordlige vinder økte hastigheten på strømmen (Molvær et al., 1976).

Den regelmessige årssyklusen av planteplankton i Frier- fjorden har først og fremst vært styrt av vannføringen i Skienselva (Dahl, 1978). I et område som Frierfjorden hvor overflatelaget stadig fornyes og forsynes med ny næring, kan kjemostatmodellen, lansert av Sakshaug (1976), brukes. Beregninger ut fra modellen viser at ved kort oppholdstid, 1,5 døgn, av det brakke overflatelaget i Frierfjorden, må plante- planktonet dele seg ca 0,75 ganger pr døgn for ikke å bli vasket ut av området. Hegseth (1982) estimerte veksthastigheter til diatomeer i Trondheimsfjorden til å være fra 0,4 til 0,7 delinger pr døgn ved 3-6°C. I Frierfjorden var det vanligvis blitt mai måned før temperaturen i overflatelaget var kommet opp i 6°C (Dahl, 1982). Dette indikerer at planteplanktonet i Frierfjorden ikke vokser hurtig nok gjennom vinteren og våren til å kompensere for den stadige utvaskingen av bestanden. Når i tillegg noe av bestanden også reduseres ved beiting og ned- synking kan ikke planteplanktonbestanden bygge seg opp før vannføringen og utvaskingen blir liten. Når vannføringen blir

liten i juni-august blir samtidig temperaturen betydelig høyere, 15-20°C, og planteplanktonets veksthastighet større. Med en oppholdstid på 4,5 døgn vil ca 0,29 delinger pr døgn være nok til å balansere utvaskingen med brakkvann.

Mange arter av planteplankton vil kunne dele seg minst 2 ganger pr døgn når temperaturen kommer over 15°C (Eppley, 1972). Veksten vil derfor også kunne kompensere for beiting og nedsynking. Våre data viser at det er lite zooplankton i Frierfjorden og derved trolig liten beiting, men nedsynkingen av planteplankton kan nok være betydelig fordi den eufotiske sonen er så grunn.

Frierfjorden mottar store mengder plantenæringsstoffer, nitrogen og fosfor, fra kloakk og industri. Særlig er mengden av nitrogen stor på grunn av utslipp fra Norsk Hydro (Molvær et al., 1979). Det gir grunnlag for oppblomstring av større mengder planteplankton om sommeren enn det som er vanlig i mer upåvirket kystvann. Likevel vil ikke alt nitrogenet forbrukes inne i fjorden, men en betydelig del føres videre til fjordene utenfor. Fosfortilførselene vil derimot stort sett bli oppbrukt i selve Frierfjorden om sommeren, men ikke ellers i året. Stadig bedre rensetiltak har blitt gjennomført og er under gjennomføring slik at bildet kan endre seg med tiden (Molvær et al., 1979).

Målinger av klorofyll a som ble utført i perioden 1974-1977 av Molvær et al. (1979) bekreftet den regelmessige sommeroppblomstringen i Frierfjorden. Vekstpotensialmålinger (Molvær et al., 1979) antydte videre at andre næringsstoffer enn nitrogen og fosfor virket begrensende på veksten av testalgen *Selastrium capricornutum* eller at vannet i Frierfjorden inneholdt veksthemmende stoffer. Det siste ville ikke være usannsynlig sammenholdt med forurensningssituasjonen i fjorden (Molvær et al., 1979). Våre beregninger av primærproduksjonsindeksen (mg karbon fiksert pr mg klorofyll a pr time) antydte imidlertid at det naturlige planteplanktonet i Frierfjorden ikke var hemmet i sin vekst (Dahl et al., 1974; 1976; 1977; 1978; 1979).

Frierfjorden har likhetstrekk med Drammensfjorden. Begge mottar store tilførsler med ferskvann og har et utpreget brakkvannslag med stor turbiditet. Drammensfjorden har en grunnere

terskel og et lengre og dypere basseng innenfor, og overflate- laget er ofte nesten rent ferskvann. Braarud et al. (1958) observerte ikke noen stor sommeroppblomstring av planteplankton i Drammensfjorden. Dette til tross for at overflatelaget i Drammensfjorden har en oppholdstid på ca en uke om sommeren (Beyer, 1976a). Beyer (1976b) antydet at lysmangel var årsaken til dette, idet den eufotiske sonen var grunnere enn det gjennomblandete overflatelaget. Derfor ville algene stadig blandes ned i dyp med dårlige lysforhold og derved vokse dårlig. Det betyr igjen at den store stabiliteten i den eufotiske sonen i Frierfjorden var viktig for at planteplanktonbestandene skulle bli store om sommeren.

Breviksfjorden og Mørjefjorden var på lignende måte som Frierfjorden preget av Skienselva og de store næringstilførselene fra kloakk og industri. Men ikke i samme grad fordi de ligger lenger vekk fra kildene. Det typiske trekk i planteplanktonets årssyklus var likevel en stor sommeroppblomstring, som ikke er normalt for mer upåvirket kystvann. Sommeroppblomstringen kom tidligere hvert år i Breviksfjorden og Mørjefjorden enn i Frierfjorden, men var ikke så stor som i Frierfjorden. Den kom tidligere fordi overflatestrømmen fra Skienselva mot Langesundsbukta sprer seg og får nedsatt hastighet utenfor Frierfjorden. Derved blir ikke utvaskingen av planteplanktonet så kraftig i Breviksfjorden og Mørjefjorden og sommeroppblomstringen kommer tidligere igang. Det har trolig også betydning av Breviksfjorden og Mørjefjorden mottar vann fra Frierfjorden med noe plankton i, slik at utgangsbestandene i Breviksfjorden og Mørjefjorden er større enn i Frierfjorden. Sommeroppblomstringene ble likevel ikke så store utenfor Frierfjorden fordi næringstilførslene ikke var så store.

Siktdypet i Breviksfjorden og Mørjefjorden var større enn i Frierfjorden fordi partikler fra Frierfjorden og Skienselva etterhvert sedimenterte. Det førte til at den eufotiske sonen ble dypere, oftest 15-20 m, og saltere. Den ga livsvilkår for mer marint planteplankton, først og fremst under det brakke overflatelaget. Sporene av en våroppblomstring i Breviksfjorden og Mørjefjorden var mest utpreget i 1977 og 1978. Dette skyldtes at det salte vannet ved disse to anledningene nådde

nær opptil overflaten, særlig i 1977. Derved fikk planteplanktonet i disse vannmassene gode lysforhold og god vekst. Det har trolig også hatt betydning at innstrømmingen av det saltere vannet til Breviksfjorden og Mørjefjorden brakte med seg betydelige utgangsbestander for en våroppblomstring. Arts-sammensetningen ved disse to våroppblomstringene var den samme i Breviksfjorden/Mørjefjorden som utenfor.

I ytre deler av Langesundsområdet, representert ved stasjonen Langesundsbukta (L-4), var det i perioden 1974-1978 typiske våroppblomstringer hvert år i mars. Det er graden av stabilitet i de øvre vannlag og mengden av lys som er avgjørende for når våroppblomstringen starter. Langs vår Skagerrakkyst er stabiliteten det meste av året stor fordi overflatelaget tilføres betydelige mengder ferskvann fra Østersjøen (Den Baltiske Strømmen) og fra vannrike elver i Sør-Norge. Derfor kommer våroppblomstringen relativt tidlig og mer regelmessig på norskysten enn sydlige Skagerrak (Dahl og Danielssen, 1981).

Stort sett var våroppblomstringen i ytre deler av Langesundsområdet preget av de samme arter fra år til år. Når den registrerte størrelsen på våroppblomstringen likevel har variert betydelig, har det trolig først og fremst hatt sammenheng med at innsamlingstidspunktet i de enkelte år ikke har vært det samme i forhold til produksjonsforløpet. På bakgrunn av ett tokt i mars er det derfor ikke grunnlag for å diskutere nøyaktig tidspunkt og størrelse for våroppblomstringene.

Sakshaug og Myklestad (1973) viste at det i Trondheimsfjorden var to våroppblomstringer. Den første foregikk i mars og kunne sammenlignes med en kolbekultur, hvor næringssaltene etterhvert forbrukes og veksten stagnerer. Den andre foregikk i mai-juni, i forbindelse med elvenes vårflom, og kunne sammenlignes med en kontinuerlig kultur, hvor næringsalter stadig tilføres og gir jevn vekst over en lengre periode. Den andre våroppblomstringen baserte seg på næring tilført med flomvann og, trolig enda viktigere, næring bragt opp til overflatelaget ved strømminger forårsaket av flomvannet fra elvene (Sakshaug og Myklestad, 1973).

Det ble observert en slik andre våroppblomstring i mai-juni på Langesundsbukta (L-4), bortsett fra i 1974 (Fig. 5). I de

to årene 1977 og 1978 var den påfallende stor og langvarig. Dette er det nærliggende å forklare med det forhold at det var en generell, storstilt oppstrømning av dypvann fra Skagerrak disse to årene (Dahl, 1982). Disse oppstrømningene kan ha gitt betydelige næringstilskudd til vekst av planteplankton. Det slo i 1977 også ut i store mengder zooplankton.

På toktene om høsten, i oktober-november, ble det observert varierende mengder planteplankton fra år til år i Langesundsområdet. Det ble observert mest i overflaten i Langangsfjorden og Mørjefjorden i 1975 og 1978. Det var de to årene med flest solskinn dager i oktober (data fra Meteorologisk Institutt), og gode lysbetingelser var trolig medvirkende til den gode veksten av *Skeletonema costatum* som dominerte på den tiden.

På Langesundsbukta (L-4) ble det observert relativt store forekomster av dinoflagellater i oktober 1974 og november 1976. I november var det *Gyrodinium aureolum* som dominerte. Denne algen forårsaket samme år misfarving av sjøen og fiskedød i Rogaland i november måned (Tangen, 1977).

#### Zooplankton

Variasjonen i zooplanktonsammensetningen viste stor parallellitet stasjonene imellom. Sesongvariasjonene i antall planktonorganismer, med to til tre maksimumverdier gjennom året, er i overensstemmelse med hva som tidligere er vist i norske fjorder (Wiborg, 1940; Lie, 1967; Ellingsen, 1973). Planktonforekomstene var størst i tiden juni-august. Tidspunktet for når maksimumsverdiene forekom varierte. Ved at innsamlingen er foretatt en gang i måneden, vil innsamlingstidspunktet i relasjon til produksjonsforløpet ha betydning for de registrerte verdiene.

Planktonfaunaen var i hele området dominert av copepoder. Artssammensetningen av disse var som karakteristisk for våre kystfarvann (Wiborg, 1940; Eriksson, 1973), med et lite antall av små arter som de vanligste. På alle stasjonene i Langesundsområdet forekom 11 arter jevnlig.

Tallmessig var imidlertid bestanden av copepoder mindre i Frierfjorden enn utenfor. Dette kan ha sammenheng med at det

vanligvis var lite diatomeer i Frierfjorden i mars-april.

I juni-august 1977 var det i hele området store zooplanktonforekomster. Disse preget hele vannsøylen 50-0 m, også i Frierfjorden. Den store overensstemmelsen i bestandssammensetningen i planktonet i indre og ytre område, tyder på at den kraftige utskiftningen i 1977 har tilført Frierfjorden zooplankton utenfra. At tilsvarende forhold ikke ble observert i forbindelse med utskiftningen i 1978, kan ha sammenheng med at utskiftningen dette året ikke var så omfattende.

Forholdene i Frierfjorden i 1976 synes å ha vært lite gunstige for zooplanktonproduksjonen. Utviklingen fram til og med mai var som i de øvrige årene, men mangler sommermaksimum. Dette året var det liten avrenning fra Skienselva i mai-juni. Dette har gitt liten estuarin sirkulasjon. Med den begrensede kommunikasjonen vannmassene i Frierfjorden har med vannmassene utenfor, kan dette ha hatt betydning for bestandsstørrelsen ved at eventuelle tilførsler utenfra har blitt redusert. I området utenfor var det derimot et normalt sommermaksimum.

Et annet forhold som kan ha påvirket planktonbestanden i Frierfjorden, er beiting av brisling. Denne er planktonspiser og dietten varierer gjennom veksten fra planteplankton (diatomeer og flagellater) til større zooplanktonarter (krill). Brunvoll (1979) fant at brislingen i indre Oslofjord på årsbasis hovedsakelig spiste calanoide copepoder og kunne ikke påvise noen klar tendens til nedsatt fødeopptak på grunn av modning og gyting.

Ved bare å ta prøver i de øverste 50 meter av vannmassene i områder med til dels langt større dyp, vil det bli en underestimering i antall av organismer som vesentlig forekommer i de underliggende vannlag. Slike arter er f.eks. copepodene: *Metridia*, *Pareuchaeta*, *Calanus hyperboreus* og *Microcalanus*, og krill. Disse forekom sporadisk og i et lite antall i Frierfjorden så vel som i Langesundsbukta.

Forekomsten av  $H_2S$  i underliggende vannlag gjør Frierfjorden til et spesielt område. Zooplanktonorganismer har vist seg å tåle svært lave  $O_2$ -konsentrasjoner (Beyer & Føyn, 1951), men med  $H_2S$  tilstede forsvinner zooplanktonet, også fra tilgrensende vannmasser (Nikitin, 1931; Beyer, 1954). Der-

med vil  $H_2S$  være som en barriere ved at det virker som en kunstig bunn. I Frierfjorden, hvor det ble tatt prøver helt ned mot  $H_2S$ -laget, kunne en da ha ventet større innslag av "dypvannsformer" enn i området ellers. Når så ikke er tilfelle, støtter også dette antagelsen om at bestanden i Frierfjorden har sin opprinnelse fra mellomlagene i området utenfor fjorden.

*Oncea borealis* er også en art som hovedsakelig forekommer i de dype og intermediære vannlag (Ruud, 1929; Wiborg, 1940). I motsetning til de andre "dypvannsartene" har denne jevnere forekomster i Frierfjorden enn utenfor, og tildels høyere konsentrasjoner. Dette tilsvarende hva som tidligere er observert for indre Oslofjord (Wiborg, 1940). Dette kan ha forbindelse med tilførsler utenfra, noe de store forekomstene i Frierfjorden i forbindelse med innstrømningene av mellomlagsvann i november 1977 og februar-mars 1978 indikerer. Den jevnere forekomsten kan også være et resultat av at *Oncea borealis* er bedre i stand til å etablere en bestand i Frierfjorden enn de andre "dypvannsartene".

#### Ichtyoplankton

Det ble påvist egg og larver av flere ulike fiskearter, men materialet er kun opparbeidet med hensyn på sild, torsk, rødspette, brisling og makrell. Brislingeegg var de vanligste. Sammen med makrellegg utgjorde disse de største forekomstene. Brisling- og makrelleggene hadde imidlertid ulike fordelingsmønstre. Mens brislingeeggene var mest tallrike innerst i fjordområdet, forekom makrelleggene ute i åpent farvann. Liknende forhold er tidligere vist i andre fjordområder på Skagerrakkysten (Dannevig, 1930; Myrberget, 1965; Ellingsen, 1979).

Fordi egg av brisling og makrell har kort inkubasjonstid (Danielssen & Iversen, 1977; Thompson et al., 1981), vil eggfordelingen gi god indikasjon på gyteområder.

Grenseområdet Skagerrak-Kattegat er et viktig gyteområde for brisling (Høglund, 1938). Det er antatt at brislingbestanden i fjordene hovedsakelig rekrutteres fra dette gyteområdet ved at

larvene blir transportert med kyststrømmen inn i fjordene (Sund, 1911; Bjerkan, 1950; Ljøen, 1962). Undersøkelser har imidlertid også vist at det foregår lokal gyting i de norske fjordene på Skagerrakkysten (Sund, 1911; Dannevig, 1930, 1945; Dannevig, 1954; Ellingsen, 1979), men betydningen av den lokale gytingen for opprettholdelse av bestanden i fjordene er derimot ikke kjent.

Frierfjorden var årlig gyteområde for brisling. Gyteperioden varte fra februar til juni-juli, men med størst gyteaktivitet i april-juni. Eggkonsentrasjonene på denne tiden var store, også om en sammenlikner med hva Høglund (1938) fant i gyteområdet Skagerrak-Kattegat (500-1000 egg pr  $m^2$ ).

Gode eggforekomster i Frierfjorden i april-mai ble også påvist av Dannevig (1930). En reduksjon i antallet utover fra Frierfjorden ble observert både i 1924 og 1975-1978. Området utenfor Frierfjorden hadde de største eggkonsentrasjonene i juni, men det var ingen direkte sammenheng mellom disse og konsentrasjonene i Frierfjorden.

De generelt små, og senere eggforekomstene utenfor Frierfjorden, tyder på at disse i alt vesentlig tilføres ved drift fra Frierfjorden.

Avrenningen fra Skienselva synes å være av betydning for driften av brislingeegg ut av Frierfjorden, noe resultatene fra 1976 bekrefter. Dette året var det spesielt liten vårflom og eggene forble i Frierfjorden.

Innsamling i 10 og 15 meters dybdeintervall gir ikke noe detaljert bilde av eggenes vertikalfordeling. Derimot indikerer resultatene at eggene var fordelt i vann med saltholdighet høyere enn 32 o/oo. Dette var gjennomgående i nivå med terskeldypet som dermed dannet en barriere mot fri drift ut.

Stor andel egg i stadium I gjennom hele gyteperioden har sammenheng med at brislingen er seriegyter og gyter i flere porsjoner over en periode på ca 2 1/2 mnd (Heidrich, 1925). Det kan imidlertid også indikere stor dødelighet, spesielt tidlig i gytasesongen.

Andelen eldre egg var hvert år stor i juni. På denne tiden var temperaturen høyere, noe som gir kortere utviklingstid (Thompson et al., 1981) og dermed større sjanse til å unngå predasjon.



Innsamling en gang i måneden gir begrenset informasjon om gyting som foregår med variert intensitet over en periode på 5-6 måneder. Spesielt hadde periodene april-juni gode forekomster av egg og larver, men det kreves langt bedre dekning for å kunne følge utviklingen. Resultatene gir ikke grunnlag for å sammenlikne eggforekomst og rekruttering.

Makrellen i indre Skagerrak og tilgrensende områder tilhører Nordsjøbestanden (Iversen, 1973). I Nordsjøen-Skagerrak gyter den fra slutten av mai til midten av juli, mens forholdene i det aktuelle området er lite undersøkt (Myrberget, 1965).

Egg i stadium I er ifølge Danielssen og Iversen (1977) mindre enn to dager gamle. Overflatetemperaturen i Langesundsbukta i juni varierte fra 12 til 16°C. I dette temperaturområdet er inkubasjonstiden 3-6 døgn (Worley, 1933; Danielssen & Iversen, 1977). Resultatene for fireårsperioden 1974-1977 tyder derfor på en relativt god gyteaktivitet i området. Stadiefordelingen av eggene i de indre områdene var som utenfor. Også ut fra det forholdsvis lave eggantallet er det trolig at eggene er tilført utenfra.

Ved klekking er makrellarver fra 3,3-3,9 mm lange (Russell, 1976), slik at det var relativt nyklekte makrellarver som ble tatt i Langesundsområdet.

At det ikke ble fanget larver større enn 7 mm kan skyldes at disse klarer å svømme unna nettet. Tilsvarende innsamlingsteknikk brukt ved larvesurvey i Nordsjøen 1982 ga imidlertid ca 20% larver større enn 7 mm (Iversen, Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, personlig meddelelse, 1983). Det er derfor mulig at innsamlingene i Langesundsområdet er foretatt så tidlig i gyttesesongen at utviklingen ikke var kommet stort lenger.

Hovedgytingen av sild foregår i mars, ved 4-5°C (Dannevig, 1930). Eggene utvikles på bunnen, mens de nyklekte larvene søker opp i øvre vannlag og lever planktonisk. Ved 4-5°C tar eggutviklingen ca 3 uker og ved klekking er larvene 5,5-9 mm lange (Russell, 1976).

Mens Dannevig (1930) fant minkende larveforekomster fra Brevik og utover, fant vi så få larver at det ikke er mulig å skille mellom områdene.

Larvene på 8 mm hadde rester av plommesekk, det samme var tilfelle for én av larvene på 9 mm (april 1975). Lebour (1921) fant enkelte larver opp til 12 mm lange med rester av plommesekk, men den er vanligvis absorbert når larven er blitt 8-10 mm lang. Stort sett ble plommesekkklarvene fanget høyere i vannsøylen enn larver uten plommesekk. Woodhead (1966) fant ved akvarierforsøk at plommesekkklarver søkte høyere lysintensitet enn larver uten plommesekk.

Dannevig (1930) fant egg og larver av torsk i området Frierfjorden-Langesundsbukta i mars-mai, men angir ingen konsentrasjon. Han antyder imidlertid økende forekomster innover i området, noe våre resultater ikke gjør. Ved klekking er torske-larvene omlag 4 mm lange og den store spredningen i lengde observert i juni, var uttrykk for lang gyteperiode.

#### Fiskeregistreringer

Ekkoregistreringer og eggfordeling viser at brislingen i Langesundsområdet først og fremst var i Frierfjorden. Gjennom vinteren og våren sto den her på 30-50 m dyp og ved temperaturer mellom 5,5 og 7,5°C. Høyest var temperaturen i 1976. Ifølge Lindquist (1964) vil brislingen på denne tiden søke optimale temperaturforhold.

Registreringene viste en reduksjon i forekomsten eller en forandring i oppførselen utover våren. Brislingen synes å være mer tolerant overfor lave saltholdigheter enn lave temperaturer (Høglund, 1938). Som følge av stigende temperatur i de øverste vannlagene kan den derfor tenkes å ha vandret opp mot overflaten. Tekniske begrensninger ved ekkoregistreringen gjør at fisk som måtte befinne seg i de øverste 5-6 m ikke blir registrert.

Denne undersøkelsesperioden falt sammen med en periode med full stopp i kommersielt fiske i området slik at en her kan se bort fra fangstdødelighet. Det var tendens til forskyvning i alders- og lengdesammensetningen gjennom våren. Dette kan ha sammenheng med at stor og eldre fisk generelt gyter tidligere enn små og yngre (Bagenal, 1971). Forandringene i ekkoregi-

streringene og forandringen i bestandssammensetningen indikerer at det har foregått en vandring ut av Frierfjorden etter gyting.

Det er generelt antatt at større fisk gyter flere egg enn mindre fisk. I 1976 var det god sammenheng mellom bestandsammensetning og eggforekomst. Observasjonene fra de andre årene gir ikke grunnlag for tilsvarende entydige tolkninger.

Undersøkelser foretatt med strandnot i oktober-november i området utenfor Frierfjorden, har gitt årsyngel med lengde fra 5-9 cm (upubl. matr., Statens Biologiske Stasjon Flødevigen). Ekkoregistreringene i midtre og ytre områder kan ha vært stimer av årsyngel på vei innover. Bare i 1974 ble det tatt prøver senhøstes i Frierfjorden. Årsyngelen utgjorde da ca 65% av brislingen. Dette var en årsklasse som skulle vise seg å dominere prøvene i 1975 og 1976. Tilsvarende ble registrert i indre Oslofjord. Hvorvidt dette er resultat av vellykket lokal gyting, drift inn fra kyststrømmen eller en kombinasjon av flere forhold, er det ikke god nok dekning for å kunne bedømme.

#### TAKK

Utgivelsen av denne rapporten er en kjærkommen anledning for oss til å takke alle som på forskjellige stadier har vært med i arbeidet. Besetningen ombord i "G.M. Dannevig" var hele tiden Gunnar Terjesen, Arthur Espenes og Karl K. Karlsen. Forøvrig deltok Magne O. Sekkingstad, Ernst O. Maløen, Knut Hansen og Svein Erik Enersen på toktene. I laboratoriet har Ragnhild Fosbach, Ernst O. Maløen og Svein Erik Enersen bidradd med sortering og bearbeiding av prøvene. Måling av radioaktivitet på C-14 filtrene er utført ved Havforskningsinstituttet av Magnus Johannesen. Ernst O. Maløen og Aadne Sollie har tegnet figurene. Bente Lundin og Ernst O. Ziesler har skrevet rapporten på maskin. Ved Skotfos Bruk har man vært behjelpelig med å skaffe data for vannføringen i Skiensvassdraget. En hjertelig takk til hver især.

## REFERANSER

- Anon., 1978. Report of the herring assessment working group for the area south of 62°N, 1976. Coop. res. rep., 78: 1-71.
- Bagenal, T.B., 1971. The interrelation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. J. Fish. Biol., 3: 207-219.
- Berge, G., 1958. The primary production in the Norwegian Sea in June 1954, measured by an adapted <sup>14</sup>C-technique. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 144: 85-91.
- Beyer, F. 1954. Studies of a threshold fjord, Dramsfjord, in Southern Norway. II. Zooplankton. Magisteravh. mar. zoologi. Universitetet i Oslo, Oslo, 59 pp + 9 fig.
- Beyer, F., 1976a. Influence of freshwater outflow on the hydrography of the Dramsfjord in Southern Norway. In: S. Skreslet R. Leinebø, J.B.L. Matthews & E. Sakshaug (Editors), Fresh Water on the Sea. Ass. Norw. Oceanogr., Oslo, pp. 75-87.
- Beyer, F., 1976b. Influence of freshwater outflow on the distribution and production of plankton in the Dramsfjord. In: S. Skreslet, R. Leinebø, J.B.L. Matthews & E. Sakshaug (Editors), Fresh Water on the Sea. Ass. Norw. Oceanogr., Oslo, pp. 165-171.
- Beyer, F. & Føyn, E., 1951. Surstoffmangel i Oslofjord. En kritisk situasjon for fjordens dyrebestand. Naturen, 10: 289-306.
- Bjerkan, P., 1950. The biological condition of the sprat stock along the Norwegian coast. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 126: 89-91.
- Braarud, T., Føyn, B. & Hasle, G.R., 1958. The marine and fresh-water phytoplankton of the Dramsfjord and the adjacent part of the Oslofjord March-December 1951. Hvalråd. Skr., 43: 3-102.
- Brunvoll, F., 1979. Undersøkelse av brislingens *Sprattus sprattus* (L.) biologi i indre Oslofjord, med hovedvekt på artens ernæringsforhold. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo, Oslo, 118 pp.
- Dahl, E., 1978. Effects of river discharge on the coastal phytoplankton cycle. Mitt. Internat. Verein. Limnol., 21: 330-341.
- Dahl, E. & Danielssen, D.S., 1981. Hydrography, nutrients and phytoplankton in the Skagerrak along the section Torungen-Hirtshals, January-June 1980. In: R. Sætre & M. Mork (Editors), The Norwegian Coastal Current. University of Bergen, Bergen, pp. 294-310.
- Dahl, E., Ellingsen, E. & Tveite, S., 1974. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjølevannsutslipp. Feltundersøkelser i Oslofjordområdet, januar-juni 1974. Fisker og Havet Ser. B, 1974 (19): 1-59.
- Dahl, E., Ellingsen, E. & Tveite, S., 1976. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, august 1974-oktober 1975. Fisker og Havet Ser. B, 1976 (6): 1-51.
- Dahl, E., Ellingsen, E. & Tveite, S., 1977. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, februar-november 1976. Fisker og Havet Ser. B, 1977 (8): 1-38.

- Dahl, E., Ellingsen, E. & Tveite, S., 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, februar-november 1977. Fisken og Havet Ser. B, 1978 (6): 1-23.
- Dahl, E., Ellingsen, E. & Tveite, S., 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, februar-november 1978. Fisken og Havet Ser. B, 1979 (6): 1-23.
- Dahl, F.-E., 1982. Hydrografi i Oslofjorden og Langesundsområdet i 1974-1978. Flødevigen rapportser., 1, 1982: 1-100.
- Danielssen, D.S. & Iversen, S.A., 1977. Temperaturenens innvirkning på utviklingen av naturlig og kunstig befruktede makrellegg (*Scomber scombrus* L.). Fisken og Havet Ser. B., 1977 (2): 1-18.
- Dannevig, A., 1930. The propagation of our common fishes during the cold winter 1924. Rep. Norw. Fish III (10): 1-133.
- Dannevig, A., 1945. Undersøkelser i Oslofjorden 1936-1940. Rep. Norw. Fishery Mar. Invest. 8(4): 1-91.
- Dannevig, G., 1954. Brislingens gyting. I. undersøkelser i Skagerrak og Ryfylke. Fisk.Dir. Småskr., 3: 3-10.
- Ellingsen, E., 1973. Kvantitative og kvalitative zooplanktonundersøkelser i Lindåspollen. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen, Bergen, 84 pp.
- Ellingsen, E., 1979. The abundance of sprat eggs and larvae in the Langesund and the Oslofjord areas, south eastern Norway, 1974-1978. Coun. Meet. int. Explor. Sea, 1979(H:60): 1-17.
- Eppley, R.W., 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. Fish. Bull., U.S., 70: 1063-1085.
- Eriksson, S., 1973. The biology of marine planktonic copepoda on the west coast of Sweden. Zoon., 1: 37-68.
- Farran, G.P., 1910. Copepoda. Bull. trimest. Résult. Crois. période. Cons. perm. int. Explor. Mer, 1: 60-79.
- Farran, G.P., 1911. Copepoda. Bull. trimest. Résult. Crois. période. Cons. perm. int. Explor. Mer, 2: 81-105.
- Giesbrecht, W., 1892. Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel. Fauna Flora Golf. Neapel, 19: 1-831 + Taf. 1-53.
- Harding, J.P., 1963. The chromosomes of *Calanus finmarchius* and *C. helgolandicus*. Crustaceana, 6: 81-88.
- Heidrich, H., 1925. Über die Fortpflanzung von *Clupea sprattus* in der Kieler Bucht. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. N.F., 20: 1-48
- Hegseth, E.N., 1982. Chemical and species composition of the phytoplankton during the first spring bloom in Trondheimsfjorden, 1975. Sarsia, 67: 131-141.
- Hjort, J. & Dahl, K., 1900. Fishing Experiment in Norwegian Fjords. Rep. Norw. Fish. Mar. Invest., 1(1): 1-214.
- Hjort, J. & Gran, H.H., 1900. Hydrographic-Biological Investigations of the Skagerrak and the Christiania fjord. Rep. Norweg. Fish. Invest., 1(2): 1-56.
- Høglund, H., 1938. Über die horizontale und vertikale Verteilung der Eier und Larven des Spratts (*Clupea sprattus* L.) im Skagerak-Kattegat-Gebiet. Sv. Hydr.-Biol. Komm. Skr. N.S. Biologi, 2(3): 1-40.
- Iversen, S.A., 1973. Utbredelse og mengde av makrellegg (*Scomber scombrus*) og zooplankton i Skagerrak og nordlige del av Nordsjøen i årene 1968-1972. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen, Bergen, 71 pp.

- Johansen, Ø., Kolstad, S., Bokn, T. & Rygg, B., 1973. Resipientvurderinger av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport 1. Tidligere undersøkelser - generelle forhold - forurensningstilførsler. NIVA-Rapport, 0-70111: 1-93.
- Lebour, M.V., 1921. The food of young clupeoids. J. mar. biol. Ass. U.K., 12: 458-467.
- Lie, U., 1967. The natural history of the Hardangerfjord. 8. Quality and composition of the zooplankton, September 1955-September 1956. Sarsia, 30: 49-74.
- Lindquist, A., 1964. Zur Fischereihydrographie der Sprotte (*Clupea sprattus*) an der schwedischen Westküste. Inst. Mar. Res. Lysekil, Ser. Biol. Rep., 15: 1-87.
- Ljøen, R., 1962. Om hydrografiske forhold i Skagerrak og den nordøstlige del av Nordsjøen, og dens betydning for fordelingen av brisling egg og yngel. Fiskets Gang, 1962: 179-187.
- Matthews, J.B.L., 1967a. *Calanus finmarchicus* s. l. in the North Atlantic. The relationships between *Calanus finmarchicus* s. str., *C. glacialis* and *C. helgolandicus*. Bull. mar. Ecol., 6: 159-177.
- Matthews, J.B.L., 1967b. On the calanoid copepods of Raunefjorden, western Norway. Sarsia, 29: 159-164.
- Molvær, J., Green, N. & Kjellberg, F.A., 1976. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport 4. Fremdriftsrapport fra undersøkelser av vannutskiftningen i fjordområdene mars 1974 - desember 1975. NIVA-rapport, 0-70111: 1-49.
- Molvær, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Nilsen, G., Rygg, B. & Skei, J., 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport nr. 8. Sluttrapport. NIVA-Rapport, 0-70111: 1-253.
- Myrberget, S., 1965. Distributions of mackerel eggs and larvae in the Skagerrak, 1957-1959. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders. 13 (8): 20-28.
- Nikitin, W.N., 1931. Die untre Planktongrense und deren Verteilung im Schwartzen Meer. Inf. Rev. Hydrobiol., 25: 102-130.
- Otten, P., 1913. Quantitative Untersuchungen über die Copepoden des Fehmarnbeltes und ihre Entwicklungsstadien. Wiss. Meeresuntersuch., 15: 249-302.
- Posgay, J.A., Marak, R.R. & Hennemuth, R.C., 1968. Development and tests of new zooplankton samplers. ICNAF, Res. Doc. 1968/85.
- Russell, F.S., 1976. The Eggs and Planktonic stages of British Marine Fishes. Academic Press, London, 524 pp.
- Ruud, J.T., 1929. On the biology of copepods off Møre 1925-1927. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer, 56: 1-84.
- Sakshaug, E., 1976. Dynamics of phytoplankton blooms in Norwegian fjords and coastal waters. In: S. Skreslet, R. Leinebø, J.B.L. Matthews & E. Sakshaug (Editors), Fresh Water on the Sea. Ass. Norw. Oceanogr., Oslo, pp. 139-143.

- Sakshaug, E. & Myklestad, S., 1973. Studies on the phytoplankton ecology of the Trondheimsfjord. III. Dynamics of phytoplankton blooms in relation to environmental factors, bioassay experiments and parameters for the physiological state of the populations. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 11: 157-188.
- Sars, G.O., 1903. An account of the Crustacea of Norway. Vol. IV. Copepoda Calanoida. Bergen Museum, Bergen, 171 pp. + 100 pl.
- Siegel, S., 1956. Nonparametric Statistics for the behavioral Sciences. McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 312 pp.
- Steenmann Nielsen, E., 1952. The use of radio-active carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 18: 117-140.
- Strickland, J.D.H. & Parson, T.R., 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 167: 1-311.
- Sund, O., 1911. Undersøkelser over brislingen i norske farvand væsentlig paa grundlag av "Michael Sars" togt 1908. *Årsberetn. Norg. Fisk.*, 1910 (3): 357-474.
- Tangen, K., 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality of marine organisms. *Sarsia*, 63: 123-133.
- Thompson, B.M., Milligan, S.P. & Nicholls, J.H., 1981. The development rates of sprat (*Sprattus sprattus* L.) eggs over a range of temperatures. *Coun. Meet. int. Explor. Sea*, 1981(L:5): 1-6, 3 fig.
- Utermöhl, H., 1931. Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 5: 567-596.
- Wiborg, K.F., 1940. The production of zooplankton in the Oslo-Fjord 1933-34. *Hvalråd. Skr.*, 21: 1-87.
- Wiborg, K.F., 1954. Investigations on zooplankton in coastal and offshore waters of Western and Northwestern Norway. With special reference to the copepods. *Rep. Norw. Fishery mar. Invest.*, 11 (1): 1-246.
- Wilson, C.B., 1932. The copepods of the Woods Hole region Massachusetts. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 158: 1-635.
- Woodhead, P.M.J., 1966. The behaviour of fish in relation to light in the sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Dev.*, 4: 337-403
- Worley, L.G., 1933. Development of the egg of the mackerel at different constant temperatures. *J. genet. Pysiol.*, 16: 841-857.