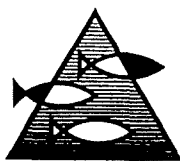


PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesparken 2 Postboks 1870 5024 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Fax: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Flødevigen

4817 His

Tlf.: 37 01 05 80

Fax: 37 01 05 15

Austevoll

Havbruksstasjon

5392 Storebø

Tlf.: 56 18 03 42

Fax: 56 18 03 98

Matre

Havbruksstasjon

5198 Matredal

Tlf.: 56 36 60 40

Fax: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

04.01.1

Oppdragsgiver(e):

Nærings- og
energidepartementet

Oppdragsgivers referanse:

NoE 93/309

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR.1 - 1995

Tittel:

DYREPLANKTON I BARENTSHAVET
BIOMASSE-VARIASJONER 1979 - 1994

Senter:

Marint miljø

Seksjon:

Biologisk oseanografi

Forfatter(e):

Arne Hassel

Antall sider, vedlegg inkl.:

38

Dato:

06.01.1995

Sammendrag:

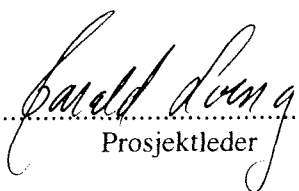
Calanus finmarchicus og *C. glacialis* (Copepoda) utgjør det viktigste bidraget (rundt 50%) til dyreplanktonet i Barentshavet, ved siden av krill og amphipoder. Sommerverdiene av dyreplankton askefri tørrvekt spenner fra mindre enn 1 til over 25 g m⁻². Årlige dekninger fra 1980 til 1994 viser store svingninger i biomassen, og det var særlig lite plankton i 1983-1984. Fra 1990 har det vært tydelig tendens til økende dyreplankton biomasse i hele Barentshavet, basert på håvtrekk under tokt i august-oktober. Gjennomsnittet i 1994 var 12.8 g tørrvekt m⁻² (N=173). En mulig forklaring på de årlige variasjonene er varierende mengde og tidspunkt for innstrømning av atlantisk vann fra Norskehavet. Produksjonen av *C. finmarchicus* og andre arter i Barentshavet er i stor grad avhengig av tilførsler utenfra, da det fysiske miljøet gir suboptimale eller manglende muligheter for egenproduksjon.

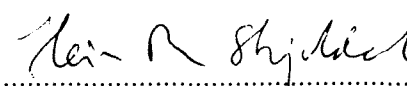
Emneord - norsk:

1. Barentshavet
2. Dyreplankton
3. Biomasse

Emneord - engelsk:

1. The Barents Sea
2. Zooplankton
3. Biomass


.....
Prosjektleder


.....
Seksjonsleder

3144

SAMMENDRAG

Lodda har vært en av de viktigste kommersielle, pelagiske fiskeartene i Barentshavet. Bestandens størrelse har vist store svingninger. Før sammenbruddet i 1984-1986 lå bestanden på 4-7 mill. tonn i perioden 1973-1980. Havforskningsinstituttet har siden 1979 drevet årlige undersøkelser av dyreplanktonet i området for å koble data på biomasse og artssammensetning opp mot vekst og utbredelse av lodde og sild. WP2-håv og MOCNESS-håv ble brukt som standardredskaper til henholdsvis storskala horisontal dekning (g m^{-2}) og vertikalprofiler (mg m^{-3}) av dyreplankton.

Rundt 50 % av dyreplanktonet i Barentshavet er kopepoder der *Calanus finmarchicus* (rauåte) og *C. glacialis* utgjør mesteparten av biomassen. I vekstsesongen om sommeren kan andelen være opp til 90%. *C. finmarchicus* tilhører den atlantiske delen av Barentshavet, mens *C. glacialis* er bundet til arktisk vann. *C. finmarchicus* gyter tidlig om våren og larvestadiene vokser på det oppblomstrende planteplanktonet. Ut på sommeren vandrer bestanden ned på dypere vann for å overvintre.

Andre karakteristiske arter i Barentshavsplanktonet er *Metridia longa*, *Pseudocalanus* sp. og *Oithona* sp. (Copepoda), *Thysanoessa inermis* og *T. longicaudata* (Euphausiacea), *Themisto libellula* og *T. abyssorum* (Amphipoda), *Limacina retroversa* og *L. helicina* (Gastropoda), *Sagitta elegans* (Chaetognatha), *Aglantha digitale* og *Sarsia princeps* (Hydrozoa) og *Mertensia ovum* og *Beroe cucumis* (Ctenophora).

Gjennomsnittesverdier av biomassen i forskjellige deler av Barentshavet viser at det er 1-3 g m^{-2} i perioden januar-april, og andelen av små former (180-1000 μm) er lav. I mai-august stiger biomassen til 6-7 g m^{-2} , og andelen små former øker. I september-desember er det 3-5 g m^{-2} . Gjennomsnittlig biomasse for hele Barentshavet i september 1994 var 12.8 g m^{-2} , basert på 173 WP2-trekk. Sporadisk har en funnet enkeltverdier helt opp til 100 g m^{-2} .

Tidsserier av planktonet nordover mot iskanten om sommeren viser at det var høy dyreplankton biomasse i begynnelsen av 80-årene, 15-20 g askefri tørrvekt m^{-2} i juni-juli 1981. I 1983 og 1984 var dyreplanktonet sterkt redusert til mindre enn 10 g m^{-2} . Fra 1986 har store deler av Barentshavet blitt dekket under flerbestandsundersøkelsene i august-september. I områdene i nord-øst og øst var det tendens til reduksjon i dyreplanktonet frem til 1990, mens det fra 1990 ser ut til å ha vært en jevn økning frem til 1994 i hele Barentshavet.

Dyreplanktonet i Barentshavet består for en stor del av arter som kommer med innstrømmende atlantisk vann fra Norskehavet. På grunn av de ekstreme fysiske forholdene i Barentshavet møter disse artene suboptimale forhold til reproduksjon, og mange arter kan ikke reprodusere i arktisk vann. Derfor er planktonproduksjonen i høy grad avhengig av advektiv transport. Langvarige og kortvarige variasjoner i denne transporten resulterer i varierende

planktonkonsentrasjoner i Barentshavet. I Norskehavet står *Calanus* på dypt vann om vinteren, under det grunne terskeldypet mot Barentshavet. Det er mulig at den lave biomassen som ble observert i 1983-1984 skyldtes at innstrømningen av atlantisk vann sluttet for *Calanus* hadde vandret opp.

Predasjon fra planktonspisende fisk er også en viktig faktor til å forklare variasjoner i bestanden. Om sommeren vandrer loddene nordover fra kystområdene for å beite på plankton. Det er påvist sterk beiteaktivitet i fronten av loddas utbredelse nord ved iskanten, og en antar at dyreplanktonet i løpet av få dager kan beites ned der loddene står konsentrert.

SUMMARY

The capelin fisheries has until recently been a very important commercial fishery in the Barents Sea. The capelin stock has showed large fluctuations, with a size of about 4-7 mill. tons in 1973-1980 before the collapse in 1984-1986. The Institute of Marine Research has carried out zooplankton research in the Barents Sea since 1979 to compare zooplankton biomass and species composition with growth of capelin and herring. WP2-net and MOCNESS plankton trawl were used for large scale horizontal coverage (g m^{-2}) and depth distribution (mg m^{-3}) respectively.

Copepods constitute about 50% of the zooplankton, and *Calanus finmarchicus* and *C. glacialis* are the dominating species. Their contribution may reach 90% in the summer. *C. finmarchicus* is an atlantic species, spawning in spring prior to the phytoplankton bloom. The population migrate to deep water during late summer and winter. *C. glacialis* is a true arctic form found north of the Polar front.

Other prominent species of the Barents Sea plankton are *Metridia longa*, *Pseudocalanus* sp. and *Oithona* sp. (Copepoda), *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* (Euphausiacea), *Themisto libellula* and *T. abyssorum* (Amphipoda), *Limacina retroversa* and *L. helicina* (Gastropoda), *Sagitta elegans* (Chaetognatha), *Aglantha digitale* and *Sarsia princeps* (Hydrozoa) and *Mertensia ovum* and *Beroe cucumis* (Ctenophora).

Average zooplankton ash-free dry weight in different parts of the sea is 1-3 g m^{-2} in January-April, 6-7 g m^{-2} in May-August, and 3-5 g m^{-2} in September-December. The percentage of small forms increases from the first to the second period. The average biomass from 173 WP2-hauls in September 1994 was 12.8 $\text{g dry weight m}^{-2}$. Single values as high as 100 g m^{-2} has been recorded.

Time series of biomass north to the ice edge have revealed high biomass in 1980-1982, and 15-20 $\text{g ash-free dry weight m}^{-2}$ was recorded in June-July 1981. In 1983 and 1984 the biomass

was reduced to less than 10 g m⁻². From 1986 most of the Barents Sea has been covered during the Multispecies investigations in August-September. In the eastern and western areas there was a reduction in biomass until 1990, while the zooplankton biomass generally increased from 1990 to 1994 in the Barents Sea.

A large part of the zooplankton in the Barents Sea has been brought to the area with inflowing atlantic water from the Norwegian Sea. Because of the extreme physical conditions many species are unable to reproduce, thus the production in the Barents Sea is influenced by advective transport. Short-term and long-term variations in biomass has been explained by variations in inflow activity. Predation from fish is also an important factor that may regulate the zooplankton population. During the summer the capelin migrate north to the ice edge to feed on zooplankton. A strong feeding activity has been observed along the northern limit of its distribution, and it is assumed that the capelin is able to graze down the zooplankton locally.

INNLEDNING

Siden 1979 har Havforskningsinstituttet drevet undersøkelser av dyreplanktonet i Barentshavet for å koble data på biomasse og artssammensetning opp mot beiting hos lodde og sild. Undersøkelsene ble støttet av NFFR-prosjektene *Lodda på sommerbeite* (1980-82), *Loddas næringsforhold ved iskanten* (1983-85) og *Næringsforholdene for sild og lodde i Barentshavet* (1986-89). Fra 1984 til 1989 var prosjektene integrert i Pro Mare (Marinøkologisk forskningsprogram i Arktis). Siktemålet var å forklare årsakene til den store variasjonen i den individuelle veksten hos lodda (Gjøsæter 1985, Gjøsæter og Loeng 1987).

Dyreplanktondata ble samlet inn under en rekke tokt med Havforskningsinstituttets egne fartøyer og med leiefartøyer til ulike årstider, særlig sommer og høst. En oversikt over toktene er gitt i Appendiks 1. En del av det innsamlete materialet er undersøkt med hensyn på artssammensetningen av de viktigste planktonarter, mens den største arbeidsinnsatsen er nedlagt i kvantitative målinger av dyreplanktonets biomasse. I tillegg ble det i 1981, 1984 og 1985 gjort studier av næringsvalget og næringstilbudet hos lodda (Hassel 1984).

Barentshavet er dominert av ekstreme fysiske forhold. Både temperatur og lysforhold setter begrensninger for produksjon av plante- og dyreplankton. I sørvest strømmer varmt atlantisk vann inn i Barentshavet mellom Norge og Bjørnøya og sprer seg videre mot nord og øst. Den nordlige delen av Barentshavet og hele det grunne Svalbardbankplataet er dominert av kaldt arktisk vann, og Polarfronten er grenseområdet mellom disse to hovedvannmassene. Den er smal og veldefinert langs kanten av Svalbardbanken, mens den er diffus og variabel i nordøst. En utfyllende beskrivelse av de fysiske-oseanografiske forholdene i Barentshavet er gitt av Loeng (1991). Barentshavet som økosystem er i stor grad avhengig av innstrømming av atlantisk vann med nytt plankton fra Norskehavet. Særlig viktig er tilførsler av krill og rauåte som byttedyr for både sild og lodde. Under avkjøling av vannmassene i nord møter disse artene ugunstige forhold for reproduksjon. Innstrømningsintensiteten varierer og tidspunktet for innstrømming er viktig for mengden av transportert plankton. Om vinteren står rauåta i Norskehavet stort sett under terskeldypet til Barentshavet, og det innstrømmende vannet vil derfor bringe lite rauåte til Barentshavet om vinteren.

Under Havforskningsinstituttets flerb Bestandtokt i september blir de viktigste fiskebestandene estimert akustisk og ved tråling. Siden 1986 har en også overvåket dyreplankton biomasse, næringsalter og klorofyll for å fremskaffe tidsserier av viktige miljødata. Biomasse og artssammensetning av dyreplanktonet vil sammen med et modelleringsverktøy som er under utvikling utgjøre et bidrag til flerb Bestandforskningen. Tidsserier av biomasse og indikatorarter

vil kunne avsløre tendenser i utviklingen i samspillet mellom byttedyr og predator og forklare variasjoner i veksten. En stor loddebestand representerer et stort beitepress og vil kunne føre til en redusert mengde dyreplankton. Det er således en sterk tilbakekobling fra lodde til dens egen næringssituasjon.

I dette arbeidet beskrives felt- og laboratorieprosedyrer som benyttes i forbindelse med dyreplanktonundersøkelser ved Havforskningsinstituttet. Det gis en kort oversikt over de vanligste artene eller gruppene av dyreplankton fra Barentshavet, men en kvantitativ fremstilling er ikke tatt med her. I stedet henvises til toktrapper og andre publikasjoner som Ellertsen et al. (1982), Gjøsæter et al. (1983a), Gjøsæter et al. (1983b), Hassel (1983), Hassel et al. (1984a), Hassel et al. (1984b), Hassel (1986), Hassel et al. (1986), Melle et al. (1987), Melle og Skjoldal (1987), Rey et al. (1987), Skjoldal et al. (1987), Dalpadado og Ikeda (1989), Melle og Skjoldal (1989), Dalpadado og Skjoldal (1991), Hassel et al. (1991), Melle (1991), Skjoldal og Hassel (1991), Dalpadado et al. (1994), Melle og Skjoldal (1994), Dalpadado og Skjoldal (1995), Melle (1995).

MATERIALE OG METODER

Planktonredskaper

En rekke redskapstyper har blitt brukt for å dekke alle planktonformer mest mulig kvantitativt. Geografisk område, dyp og årstid setter forskjellige krav til redskapens kapasitet og maskestørrelse. Værforholdene setter begrensning på bruk av store og tunge redskaper, og høye konsentrasjoner av planteplankton reduserer sterkt filtreringsevnen i redskaper med liten maskevidde. På grunn av forskjellig individstørrelse, tallrikhet og svømmehastighet er det ikke mulig å fange de minste organismene i samme redskap som en bruker til fangst av store krepsdyr som f.eks. krill og amphipoder.

Til kartlegging av dyreplanktonet over store havområder ble det brukt små planktonhåver trukket vertikalt gjennom vannsøylen. Som regel ble det brukt Juday-håv med åpningsdiameter 36 cm de første årene. Fra midten av 80-tallet gikk en over til 56 cm WP2-håv med 180 μm maskevidde som standard vertikal-håv. Maskevidden er liten nok til fangst av de fleste kopepoder. Standard-dyp var fra bunn til 0 m og 100 - 0 m på tokt der en ønsket generell overvåkning av plankton. Det finnes også en del eldre data med trekk fra de øverste 50 m og 200 m, og delte trekk fra bunn - 100 m og 100-0 m.

Pumper er spesielt egnet for å gi detaljerte vertikalprofiler av planktonet. En mindre nedsenkbar lensepumpe med slange til dekk ble brukt ved undersøkelse av tettheten av nauplielarver av rauåte. Ca 20 l vann ble tappet fra hvert dyp og filtrert på 90 μm planktonduk. For å skaffe gode data på vertikalutbredelsen av fiskelarver og større plankton ble det utviklet et større nedsenkbart pumpesystem basert på en Flygt strømsetter (kapasitet 1.4 m³ sek.⁻¹) påmontert planktonnett (Solemdal og Ellertsen 1984). Denne planktonpumpen, "HUFSA", ble prøvet i Barentshavet under tokt med "Lance" i 1983. En mindre variant med kapasitet 0.14 m³ sek.⁻¹ ble konstruert i 1984. På grunn av kapasiteten fanger den ikke større organismer som f. eks. krill effektivt, men den er egnet til vertikalprofiler av rauåte.

Gulf III er et spesialredskap for fangst av plankton under forholdsvis høy hastighet (5 knop). Selv om åpningsdiameteren er liten (20 cm) gjør hastigheten at krill fanges langt mer representativt enn med konvensjonelle håver. Gulf ble derfor særlig brukt i forbindelse med krillundersøkelsene. Den ble trukket horisontalt eller i skråtrekk (V-form; 0 - 60 - 0m). I 1982 ble det anskaffet en 1 m² MOCNESS (Multiple Opening and Closing Net and Environmental Sensing System) (Wiebe et al. 1976). Dette er en planktontrål med plass til 9 nett som kan

åpnes og lukkes sekvensielt i ønskete dyp. Data fra telleverk, vinkel og dyp overføres via kabel og kan avleses og logges ombord for kontinuerlig utregning av filtrert vannmengde for hvert nett. Det forholdsvis store åpningsarealet og lange trekk gjør MOCNESS-håven velegnet til både horisontal- og vertikal kartlegging av de fleste kategorier dyreplankton. MOCNESS inngår nå som et standardredskap sammen med WP2-håven under planktonovervåkingen i Barentshavet. Hele vannsøylen dekkes gjennom et slakt skråtrekk eller trappetrinntrekk med 8 nett fra nær bunn til overflaten, og ca. 200-300 m³ filtreres i hvert dybdeintervall. 333 µm, senere 180 µm maskevidde ble benyttet.

Behandling av planktonprøver - biomassemålinger

Før 1983 ble planktonprøvene i sin helhet konserverte på formalin, og senere ble en del av dem volummålt (fortrengningsvolum). Volumet ble omregnet til tørrvekt under antagelse at 1ml plankton tilsvarte 1 g, og at tørrvektinnholdet i gjennomsnitt var 19% slik det ble funnet på nyere data. Fra 1983 ble planktonprøvene delt i to like store deler med en Motoda planktondeler (Motoda 1959). Den ene halvparten ble konserverte til eventuell artsopparbeiding, og den andre halvparten ble silt gjennom 2000 µm, 1000 µm og 180 µm duk. Dette resulterte i plankton i tre størrelseskategorier: >2000µm, 1000-2000µm, og 180-1000µm. Maneter og kammaneter ble fjernet for hånd og volummålt. Alle størrelsesfraksjonene ble overført til tarerte aluminiumskåler og tørket i varmeskap i ca. et døgn ved 70°C. Deretter ble skålene veiet med nøyaktighet ned til 1 mg. Fra 1983-1990 ble biomassen målt som askefri tørrvekt. Skålene med tørket plankton ble brent i ovn ved 450°C i 4 timer, og askevekten trukket fra tørrvekten. Økologisk sett er askefri tørrvekt et bedre mål ettersom den uttrykker den organiske og nyttiggjorbare delen av biomassen. Askeinnholdet varierer en del med type plankton. Geleplankton inneholder f.eks. mer aske (salter) enn annet plankton. For blandet plankton ble det funnet at askeinnholdet var ca. 20 % av tørrvekten. Prøver fra 1990 og senere ble ikke brent til aske, men tørrvekten ble omregnet til askefri tørrvekt med faktor 0.8.

Artsbestemmelse av plankton

En utvalgt del av det konserverte materialet ble opparbeidet m.h.p. artssammensetningen. De fleste prøvene ble totalopparbeidet, d.v.s. at alle artene eller andre taksonomiske enheter ble tallet fra hele prøven eller en delprøve av kjent størrelse. Store prøver ble delt med Motoda planktondeler til 1/2, 1/4 osv., men sjelden til mer enn 1/32. Siden antall og størrelse av de forskjellige artene varierte sterkt var det nødvendig å dele prøven i ulik grad for å telle de ulike kategoriene. Det var således vanskelig å standardisere opparbeidingsprosedyrene i detalj. En

best mulig telling av de viktigste artene som rauåte (*Calanus*) og krill ble prioritert, mens små og sjeldne arter ble nedprioritert og tellet med lavere presisjon. Kopepoder ble i regelen bestemt til art og stadium. *Calanus* ble på grunnlag av lengde eller morfologi bestemt til *C. finmarchicus*, *C. glacialis* og *C. hyperboreus*, kopepodittstadier I-VI. For andre kopepoder ble stadier slått sammen. Krill ble delt inn i stadier, og annet plankton ble bestemt i lengdeintervaller med ca 100% sprang i størrelsen mellom intervallene.

Ved bruk av vertikale håver oppgis individantall og biomasse som henholdsvis antall m^{-2} og $g\ m^{-2}$. I forbindelse med horisontalt trukne redskaper (MOCNESS) eller pumper brukes enhetene antall m^{-3} og $mg\ m^{-3}$. Hvis redskapene var utstyrt med telleverk (Gulf, Hufsa og MOCNESS) ble telleverkdata brukt til beregning av filtrert vannmengde. WP2- eller Judayhåv ble i regelen ikke brukt sammen med telleverk. Filtrert vannmengde ble da regnet ut som åpningsareal multiplisert med høyden av vannsøylen.

BESKRIVELSE AV DYREPLANKTONET

Det pelagiske økosystemet starter med næringsalter og går via planteplankton og dyreplankton til planktonspisende fisk, fiskepisende fisk, sjøfugl, sel og hval. I tillegg kan det defineres et eget økosystem i isfylte farvann og et bentisk system, men med utveksling til det pelagiske systemet. Det er også et mikrobielt ledd der bakterier bryter ned dødt organisk materiale og selv blir utnyttet av en del planktonorganismer.

Krepsdyrene opptar en viktig posisjon i økosystemet. I volum eller biomasse er kopepodene den største gruppen. De har en fremtredende plass i økosystemet slik krillen har i Sørishavet. Rauåta, *Calanus finmarchicus*, er den økologisk sett viktigste arten med utbredelse i atlantisk vann. Den dominerer dyreplanktonet i Nordatlanteren og Barentshavet og spres også forbi Polarfronten og inn i arktisk vann. Her har den imidlertid suboptimale vekstbetingelser og en regner ikke med at den reproduserer i arktisk vann. *Calanus finmarchicus* har en ettårig livssyklus i Barentshavet (Tande et al. 1985). Ut på sommeren kan den ha en biomasse som utgjør over 90% av den samlede dyreplanktonbiomassen. Den er herbivor kopepod som særlig beiter på de store forekomstene av diatomeer (kiselalger). Gytingen foregår tidlig om våren, og utviklingen av larvestadiene faller sammen med våroppblomstringen av planteplanktonet. Ut på sommeren vandrer *Calanus* ned på dypt vann og overvintrer hovedsaklig i kopepodittstadium IV og V.

I arktisk vann finnes den noe større, men morfologisk nesten like *C. glacialis*. Denne arten er tilpasset lave temperaturer og har en to-årig livssyklus. Både *C. glacialis* og *C. finmarchicus* kan observeres sammen i en overgangssone. *C. hyperboreus* er den største av de tre *Calanus*-artene i Barentshavet med total lengde 10 mm. Den er en kaldtvannsform som lenger sør langs norskekysten finnes på dypt vann. Antall og biomasse er betydelig lavere enn hos de to andre *Calanus*-artene.

Den mindre *Pseudocalanus* (1-2 mm) benytter som *Calanus* opplagret voksester som næringsressurs om vinteren. Opplagsnæringen er rødlig og oljeaktig og fyller store deler av dyret. Denne karakteristiske rødfargen mangler hos *Metridia longa*, en omnivor art som lever av både planteplankton og dyreplankton (Grønvik og Hopkins (1984). Sammenliknet med *Calanus* er den aktiv om vinteren og tar næring til seg også da. Begge er arter som hører til de viktige bidragsyterne til dyreplanktonet og som nesten alltid er representert i prøvene både fra arktisk og atlantisk vann. I de norske fjordene spiller *M. longa* likevel en viktigere rolle enn i Barentshavet. *Microcalanus* er overveiende detritusspisende. Som ren karnivor form har *Euchaeta* en særstilling blant kopepodene. Den finnes typisk på dypt vann, men kommer også

til overflaten i kalde vannmasser. Alle de nevnte artene tilhører de calanoide kopepodene. De cyclopoide kopepodene er representert med små arter ca 1 mm lange. Den omnivore *Oithona* er nesten alltid tilstede i planktonet. Selv om biomassen er beskjeden er antallet høyt, og med flere generasjoner årlig bidrar den med en relativt høy årsproduksjon.

Utenom kopepodene er det krillen som bidrar mest til biomassen av dyreplankton. *Thysanoessa* spp., også kalt "småkrill", inkluderer artene *T. inermis*, *T. longicaudata* og *T. raschii*, med de to førstnevnte som de vanligste i Barentshacet (Dalpadado og Ikeda 1989, Dalpadado og Skjoldal 1991, Dalpadado og Skjoldal 1995). Småkrillen alene kan utgjøre inntil 45 % av dyreplanktonet, regnet i vekt. *T. inermis* og *T. longicaudata* finnes hovedsaklig i atlantisk vann og trenger i liten grad inn i arktiske vannmasser i det nordlige Barentshav (Hassel 1986, Dalpadado og Skjoldal 1991). *T. raschii* lever hovedsaklig i de grunne havområdene i sørøst. *Meganyctiphanes norvegica* ("storkrill") er den største arten med kroppslengde opp til 40 mm. Den er en boreal art og er mest utbredt i de sørvestlige og kystnære deler av Barentshavet. *T. inermis* og *T. raschii* er mest herbivore, mens *T. longicaudata* og *M. norvegica* lever mest av dyreplankton.

Amphipodene er representert med to vanlig forekommende pelagiske arter, *Themisto libellula* og *T. abyssorum*. (Dalpadado et al. 1994). Begge tilhører undergruppen hyperiide amphipoder. *T. libellula* kan bli opp til 60 mm og hører hjemme i polare områder i arktiske og subarktiske vannmasser, mens *T. abyssorum* er en art med atlantisk opprinnelse. De hyperiide amphipodene er typiske rovdyr, og *T. libellula* er en viktig predator på kopepoder og andre små former. Selv er de viktige byttedyr for fisk. Både hos ringsel og grønlandssel er det påvist at *Themisto* utgjør en vesentlig del av dietten.

Ostracodene, eller muslingkrepsene, er en gruppe uten særlig økologisk betydning i Barentshavet. *Conchoesia elegans* kan vanligvis observeres i iskantsonen. Et annet eksempel på planktoniske krepsdyr er *Evadne nordmanni* (Branchiopoda, Cladocera).

Chaetognathene eller pilormene er karnivorer som hovedsaklig beiter på kopepoder. På grunn av sitt transparente utseende og høye vanninnhold blir pilormene ofte klassifisert som "geleplankton" sammen med maneter, meduser og kammaneter. *Sagitta elegans* er vanlig i sokkelområdene i Nord-Atlanteren og i arktisk og subarktisk vann. *Eukrohnia hamata* er en kaldtvannsart som er mer sjelden i kystområder.

Blant bløtdyrene kan vingesneglene *Limacina helicina* (flueåte) og *L. retroversa* (kruttåte) være svært tallrike og dominere blant de minste formene i dyreplanktonet. Den største arten, *L.*

helicina, er arktisk og vanlig å finne i den øverste delen av vannsøylen. *L. retroversa* har en sørligere utbredelse og finnes ikke i arktisk vann. Mens begge disse artene har skall, er *Clione limacina* (hvalåte) uten skall. Lengden er opp til ca 50 mm.

Appendikulariene innehar en særstilling i det planktoniske næringsnettet og fungerer som en snarvei i transporten av energi fra det mikrobielle næringsnettet til fisk. Ved å filtrere vann gjennom et finmasket fangstnett de produserer, fanger og spiser de bakterier og andre mikroorganismer. *Fritillaria borealis* når en lengde på 2-3 mm og *Oikopleura vanhoeffeni* kan bli ca 20 mm. Den kan være relativt tallrik helt nord i Barentshavet.

Til geleplanktonet hører maneter (Scyphozoa) og hydromeduser (Hydrozoa), med fellesbetegnelsen nesledyr (Cnidaria). Vanlige store maneter er *Cyanea capillata*, brennmanet, og *Periphylla periphylla*. Begge er velkjente i atlantisk vann langs kysten. Hydromedusen *Aglantha digitale* (25 mm) er meget vanlig i atlantisk vann. *Sarsia princeps* er et typisk innslag i planktonet ved Polarfronten og i arktisk vann. Denne hydromedusen er et eksempel på plankton som under gunstige næringsbetingelser viser masseoppblomstringer, og *Calanus* er et viktig byttedyr. *Catablema vesicarium* har en mer sørlig og østlig utbredelse i Barentshavet.

Kammanetene er også kjent for masseoppblomstringer og som effektive beitere av dyreplanktonet. *Mertensia ovum* er utbredt nord for Polarfronten. I perioder med god byttedyrstilgang har den et spesielt stort matinntak, og den fanger byttedyr fra små kopepoder til amphipoder og krill. *Bolinopsis infundibulum* er en arktisk-boreal art med utbredelse nord til Svalbard. *Beroë cucumis* er vanligst i atlantehavsvann. Den lever av annet geleplankton, ikke minst *M. ovum*.

De fleste eksemplene over er arter som tilhører holoplanktonet som er tilstede i pelagialen gjennom hele livssyklusen. Meroplanktonet, derimot, omfatter arter som opptrer planktonisk bare i deler av livssyklusen. Et eksempel på disse er nauplie og cypris-larver av fastsittende rur (Cirripedia). Rurlarver kan være helt dominerende i planktonet over de relativt grunne bankområdene, f. eks. Svalbardbanken, og i kystsonen om våren og sommeren. Andre eksempler på meroplankton er polychaeter (børsteormer) og echinodermer (pigghuder), men bidraget til den totale biomassen er beskjedent.

Lodda er den viktigste planktonspisende fiskearten i Barentshavet, regnet etter bestandsstørrelse eller biomasse. Den beiter på et bredt spektrum av byttedyr på sin årlige næringsvandring nordover mot iskanten. Etter hvert som iskanten trekker seg tilbake om våren eksponeres store havområder for en hurtig og konsentrert produksjon av planteplankton i

smeltevannslaget. Planteplanktonet som i hovedsaken består av diatomeer er oppvekstgrunnlag for *Calanus* og andre former for herbivort dyreplankton. Beitingen fra lodda på dyreplanktonet er særlig stor i disse områdene, noe som reflekteres i høye magefyllingsindekser (over 10%) fra området like sør for iskanten. Stort sett gjenspeiler byttedyrs sammensetningen i mageinnholdet de planktonartene som er tilgjengelige for lodda. Kopepoder (*Calanus*), krill og amphipoder utgjør mesteparten av føden, men også pilormer, snegl og appendikularier er stedvis viktige næringsemner. Byttedyrstørrelsen vil øke med økende fiskestørrelse, og den største lodda vil derfor ha et forholdsvis stort innslag av stor krill og amphipoder i mageinnholdet. Polartorsk og sild er begge planktonspisere og dermed næringskonkurrenter til lodde. Andre fiskeslag beiter også på plankton, i det minste som larver og yngel. I mangel av lodde som byttedyr ble det funnet at torsk spiste store mengder amphipoder, *Themisto*, etter at loddebestanden sank i slutten av 80-årene.

I Tabell 1. er summert opp de viktigste planktonartene som er funnet i prøvene fra Barentshavet, samt deres tilhørighet til vannmasstype og plassering i vannsøylen. En subjektiv vurdering av viktigheten, d.v.s. bidrag til biomassen, er indikert.

Tabell 1. Oversikt over de viktigste komponenter av dyreplanktonet i Barentshavet. De artene som er vurdert viktigst er markert med fire stjerner, de minst viktige uten stjerne. % biom=maks andel av total dyreplankton biomasse.

Ark. = Arktisk vann, Atl. = Atlantisk vann, Pf = Polarfronten.

(The main zooplankton groups and species in the Barents Sea. The most important species are indicated with four asterisks, the least important without. % biom. = maximum percentage of total plankton biomass. Ark. = Arctic water, Atl. = Atlantic water, Pf = Polar front).

Gruppe	Art / slekt	Viktig- %		Vannmasse	Geogr. utbred.	Plassering i v.søylen		
		het	biom.			Oppe	Nede	Gyter
Kopepoder	<i>C. finmarchicus</i>	****	90	Atl.	sør for Pf	mars-juni	juli-febr.	mars-juni
	<i>C. glacialis</i>	****	90	Ark.	nord for Pf	mars-juni	juli-febr.	mars-juni
	<i>M. longa</i>	**		Atl.-subark.	mest sør for Pf	mars-juni	juli-febr.	vår
	<i>Pseudocalanus sp.</i>	**		Atl.	hele B.h.			vår-sommer
	<i>Oithona</i>			Atl.	hele B.h.			vår-høst
Krill	<i>T. inermis</i>	**	50	Atl.-subark.	mest i V og S	0-200m		mai-juni
	<i>T. raschii</i>	*		Atl.-subark.	mest i Ø og S	0-200m		mai-juni
	<i>T. longicaudata</i>	*		Atl.-subark.	mest i V og S	0-200m		mai-juni
	<i>M. norvegica</i>		5	Atl.	S-V			ikke i B.hav.
Amphipoder	<i>T. libellula</i>	**		Art.-subark.	Pf og nord for	0-300m		
	<i>T. abyssorum</i>	*		Atl.-subark.	Pf og sør for	0-300m		
Pilormer	<i>S. elegans</i>	**		Atl.-Ark	hele B.h.			
	<i>E. hamata</i>			Ark.-subark.	oseanisk			
Vingesnegl	<i>L. helicina</i>			Ark.				
	<i>L. retroversa</i>			Atl.				
Appendikularier	<i>O. vanhoeffeni</i>			Ark.-Atl.				
Meduser	<i>A. digitale</i>			Atl.				
	<i>S. princeps</i>			Ark.				
Ribbemaneter	<i>M. ovum</i>			Ark.-Atl.				

DYREPLANKTON BIOMASSE

Biomassen av dyreplankton kan måles som volum, våtvekt, tørrvekt, askefri tørrvekt eller som karbon eller andre kjemiske komponenter. Tidsserier av biomasse gir viktig informasjon ved påvising av økologiske forandringer, start av gyting, tid for maksimal produksjon og potensiale for en overvintringspopulasjon. Den viser store variasjoner i sammensetning og mengde, avhengig av lokalitet, årstid og dyp. Prøver fra Juday-håv eller WP2-håv gir fra tilnærmet 0 g m⁻² til over 40 g m⁻². Etter størrelsesfraksjonering av biomassen vil de forskjellige artene typisk finnes i en eller to av fraksjonene som vist under.

>2000 µm	1000-2000 µm	180-1000 µm
Meduser	<i>Calanus finmarchicus</i>	<i>Calanus</i> , juvenile
Pilormer	<i>Calanus glacialis</i>	<i>Pseudocalanus</i>
Krill	<i>Metridia longa</i>	<i>Microcalanus</i>
Amphipoder	<i>Limacina retroversa</i>	<i>Oithona</i>
<i>Limacina helicina</i>		<i>Limacina retroversa</i>
<i>Calanus hyperboreus</i>		
<i>Euchaeta</i>		

Calanus finmarchicus er den viktigste bidragsyteren til dyreplanktonet i atlantiske vannmasser (Jaschnov 1939).

Sesongvariasjoner

Fig. 1 viser variasjoner i gjennomsnittlig dyreplankton biomasse i flerbestandsområdene I-VIII. Område I-IV ligger i sør-vest, sør for 74°N, område V i sør-øst, og område VI-VIII nord for 73-74°N (se også Fig. 10). I januar-april er det lite plankton, fra under 1 g m⁻² i sør-vest til 3 g m⁻² i sør-øst. I mai-august stiger nivået til 5-7 g m⁻², og de laveste verdiene er i nord. Siste perioden omfatter nesten bare data fra september med rundt 4 g m⁻². Den relative sammensetningen av små planktonformer og larvestadier og større former i de tre områdene gjenspeiler til en viss grad utviklingen av kopepodplanktonet. Tidlig på året er det relativt få ungstadier (180-1000 µm fraksjonen) og mange voksne individer (1000-2000 µm og >2000 µm fraksjonene kombinert). Prøvene fra mai-august viser en tydelig økning i andelen av de

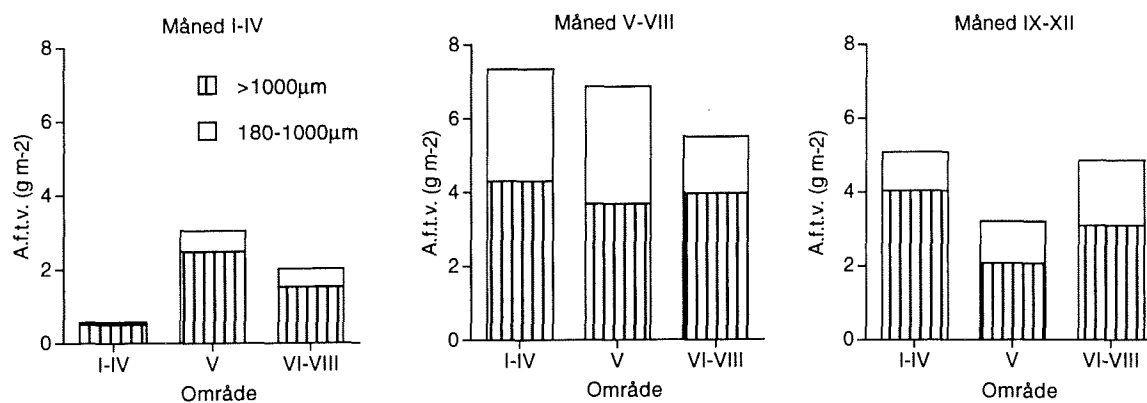


Fig. 1. Askefri tørrvekt (g m^{-2}) fra bunn-overflaten i flerbestandområdene I-IV, V og VI-VIII (se Fig. 10). Størrelsesfraksjonene 1000-2000 μm og $>2000 \mu\text{m}$ er kombinert. Gjennomsnittsverdier for januar-april, mai-august og september-desember 1979-1993.

(Ash free dry weight (g m^{-2}) from bottom-surface in the multispecies regions I-IV, V and VI-VIII (see Fig. 10). 1000-2000 μm and $>2000 \mu\text{m}$ size fractions are combined. Average values for January-April, May-August and September-December 1979-1993)

minste formene, og økningen er minst i nord der utviklingen kommer senest i gang. I september øker andelen av små former ytterligere i nord, mens det ellers er en overgang til større organismer. Fig. 2 viser med to måneders intervaller utviklingen av tørrvekt som funksjon av breddegrad i en "korridor" mellom 25° og 35°E . I årets fire første måneder var dekkningen lav, men biomassen var tydelig lavere enn senere på året. Den største biomassen om sommeren ble funnet på $74-76^\circ\text{N}$, og det var noe lavere og jevnere verdier om høsten.

En av målsetningene i prosjektet "Lodda på sommerbeite" var å vise at utviklingen av dyreplanktonet i den isdekte delen av Barentshavet starter ved iskanten under oppblomstring av planteplanktonet og følger iskanten etter hvert som den trekker seg nordover om sommeren. Etter hvert som isen smelter frigjøres nye områder for produksjon. Jo lenger en kommer ut fra iskanten jo lenger har dyreplanktonet kommet i utviklingen. Et nord-sør orientert snitt ("Snitt I") opp mot iskanten på ca $30-35^\circ\text{Ø}$ ble dekket til forskjellige årstider, med vekt på sommersesongen. I mai 1981 var det fremdeles lav biomasse overalt, mindre enn $5 \text{ g askefri tørrvekt m}^{-2}$ (Fig. 3). I juni ble det observert økende biomasse sør for iskanten på 76°N og maksimum i atlantisk vann på 74°N . *Calanus finmarchicus* kopepodittstadium III og IV var tallrike og ga et vesentlig bidrag til den samlede biomassen (Hassel 1986). I august lå isgrensen nær 79°N . Her var planktonet dominert av *Calanus* kopepodittstadium V. Lenger sør i tidligere isdekket vann var det mindre plankton. Samme snittet ble også dekket i 50-0 m inn i isdekket vann i juni 1983 (Gjøsæter et al. 1983). Det ble da påvist en markert økning nord for iskanten, og planktonet var der dominert av overvintrende *Calanus*.

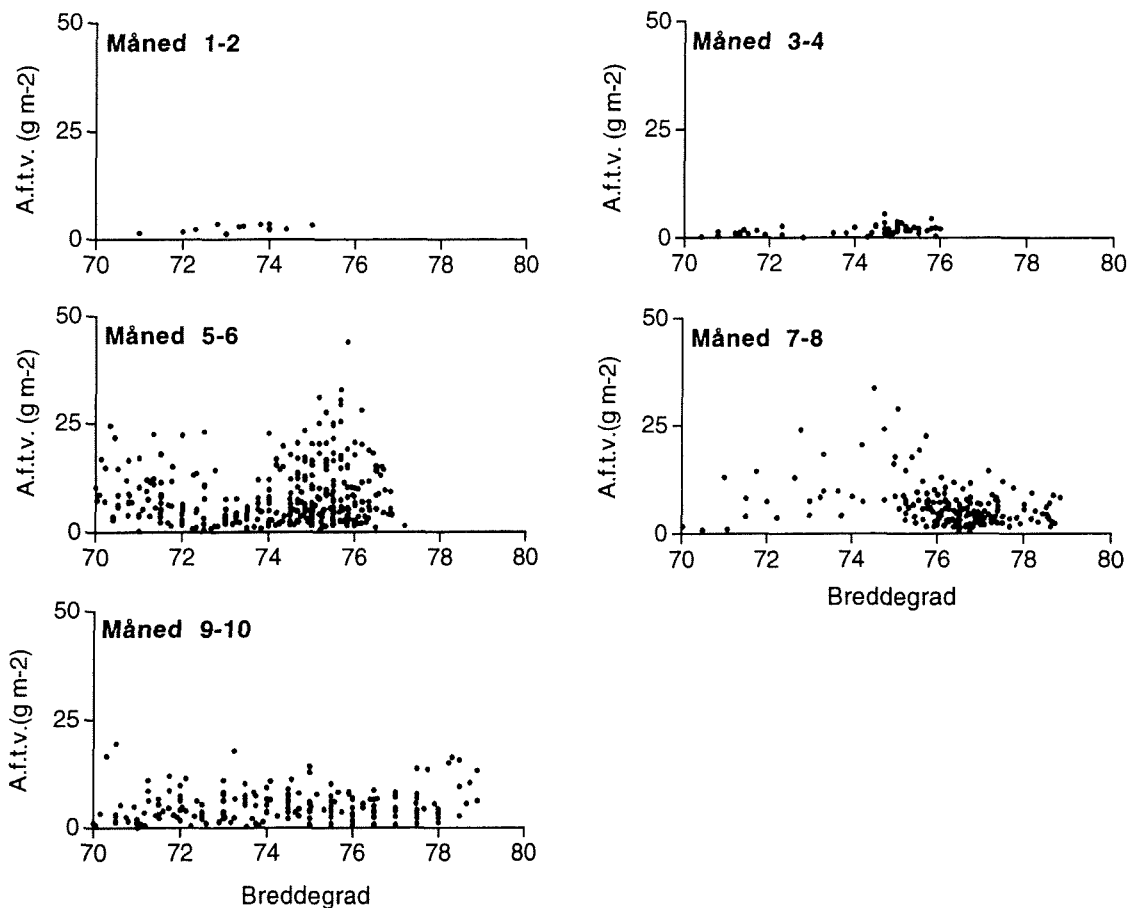


Fig. 2. Askefri tørrvekt (g m^{-2}) fra bunn-overflaten, mellom 25 og 35°E. Data fra Juday-håv og WP2-håv 1979-1993.
(Ash free dry weight (g m^{-2}) from bottom-surface, between 25 and 35°E. Obtained with Juday-net and WP2-net 1979-1993)

Snittene Fugløya - Bjørnøya og Vardø - Nord ble dekket flere ganger gjennom 1993 (Fig. 4). I januar var det over 5 g tørrvekt m^{-2} på nordlige del av Vardø - Nord, og mesteparten var overvintrende *Calanus* (1000-2000 μm fraksjon) på dyp under 100 m. Noen av observasjonene på Fugløya - Bjørnøya viste over 10 g m^{-2} (>2000 μm). I de øverste 100 m var det imidlertid lite plankton på begge snittene. I mars var det generelt lite plankton, også lite *Calanus* dypere enn 100m. I april ble kun Fugløya - Bjørnøya dekket, og en høy verdi nær kysten kan tolkes som oppblomstring av en ny generasjon. I juni var det en tydelig økning i biomassen på Vardø - Nord, med over 15 g m^{-2} i den nordlige delen. Den sterkeste økningen var i juli med over 90 g m^{-2} på 71°30'N (Fugløya - Bjørnøya). Mesteparten av planktonet var da i de øverste 100 m. Planktonet var tydelig redusert i oktober og stod da på dypt vann. Horisontalfordelingskart av biomasse basert på innsamling med WP2-håv til forskjellige årstider og år er vist i Appendiks 2.

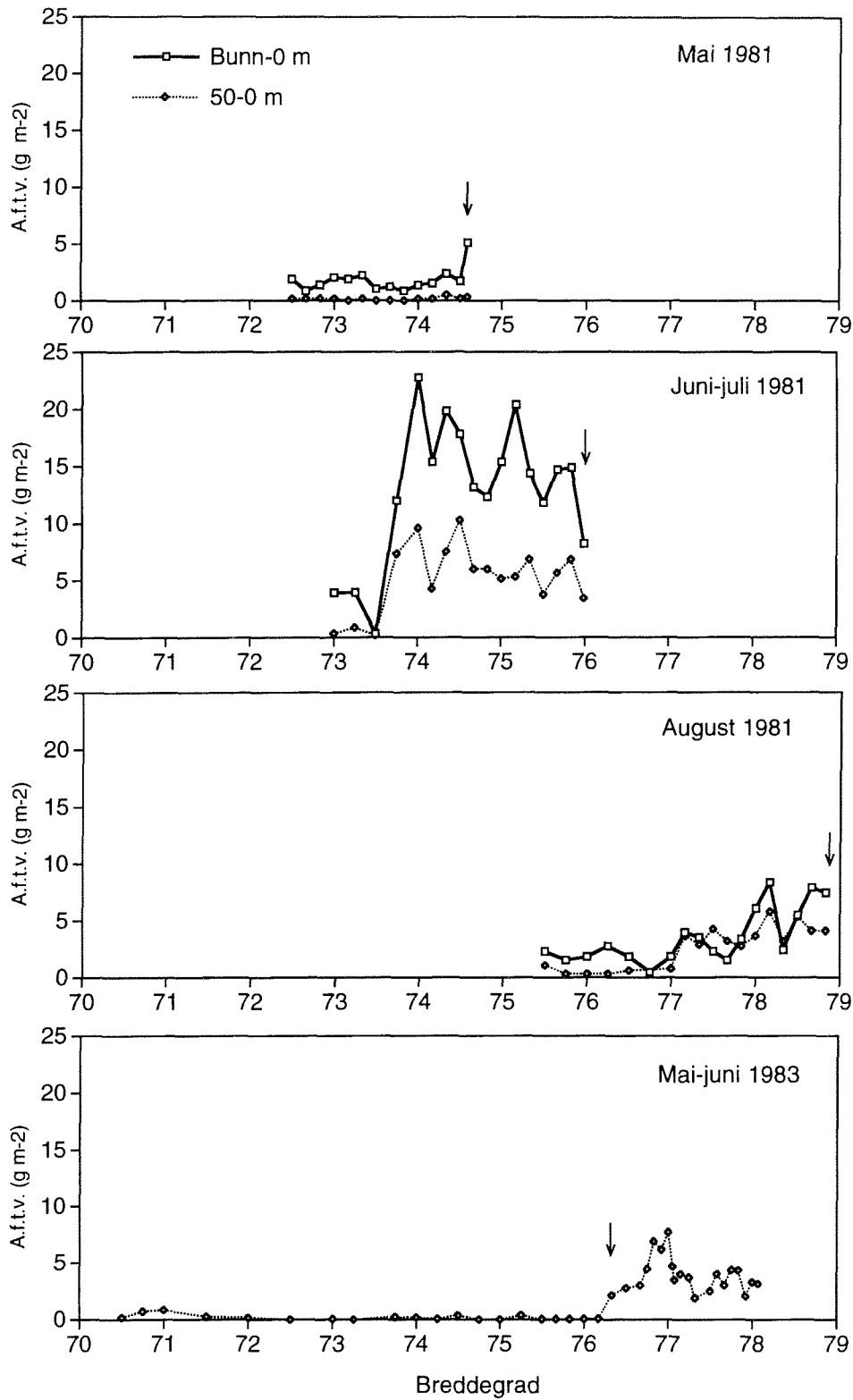


Fig. 3. Askefri tørrvekt (g m^{-2}), omregnet fra volum. Håvtrekk fra «Snitt 1». Iskantens beliggenhet indikert med piler.

(Ash free dry weight (g m^{-2}), converted from volume. Net hauls from "Section I". Position of the ice border is indicated with arrows)

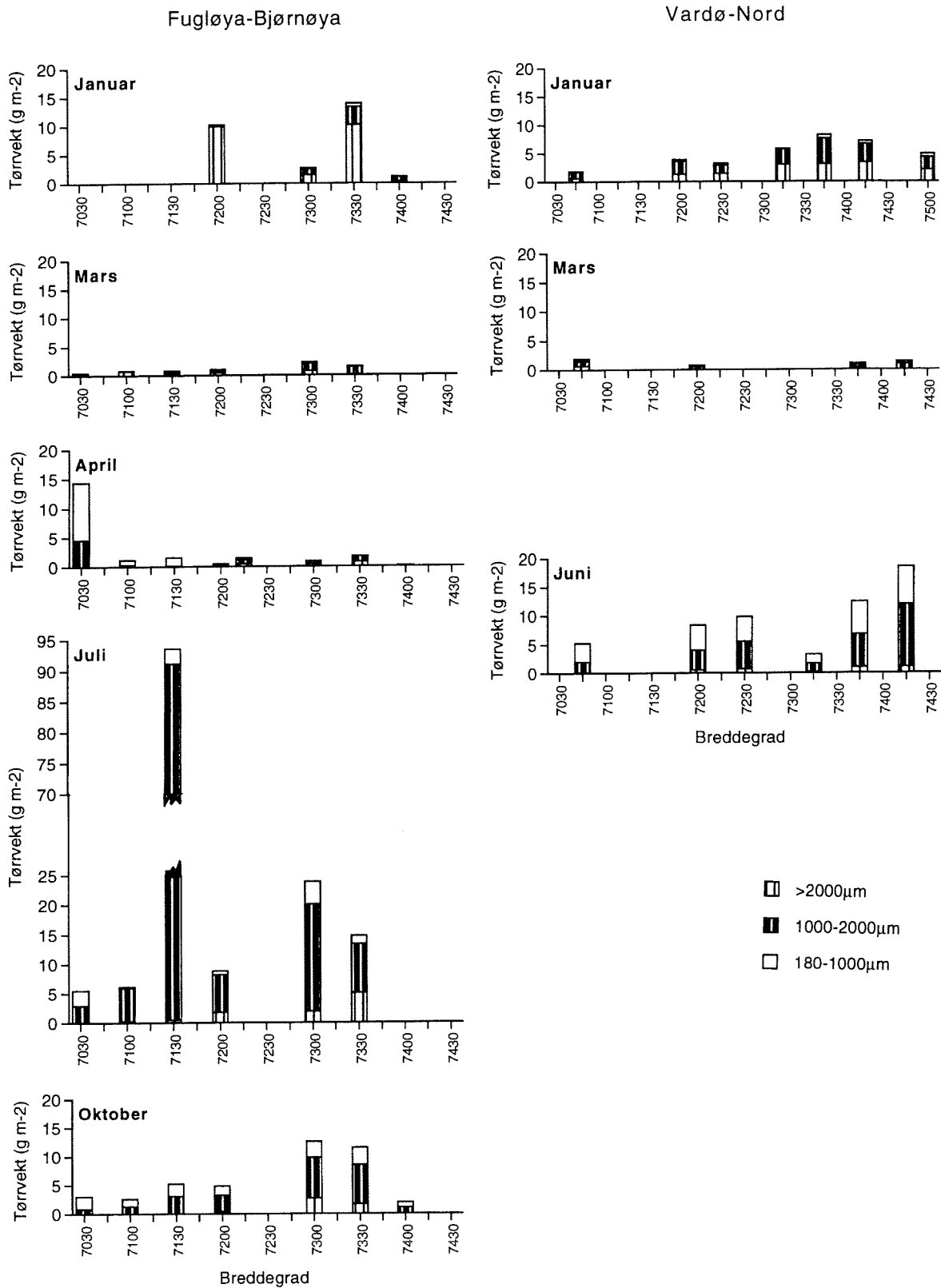


Fig. 4. Tørrvekt (g m^{-2}) fra bunn-overflaten på snittene Fugløya - Bjørnøya og Vardø - Nord i 1993.
 (Dry weight (g m^{-2}) from bottom-surface along the transects Fugløya-Bjørnøya and Vardø-Nord in 1993)

Vertikalfordeling

Om våren blomstrer planteplanktonet opp når det er dannet stabilitet i vannmassen. I de deler av havet som er dekket av is om vinteren skjer dette gjennom dannelse av et smeltevannslag. I et tidlig stadium av utviklingen finner en maksimum for både planteplankton og det beitende dyreplanktonet høyt oppe i vannsøylen. Senere synker planteplanktonet ned, og dyreplanktonet følger med. Dette ble observert langs et snitt fra ca. 78°N sørover gjennom isdekket og delvis isdekket vann (Gjøsæter et al. 1983), og tre eksempler på fordeling av næringsalter, klorofyll og dyreplankton er vist i Fig. 5.

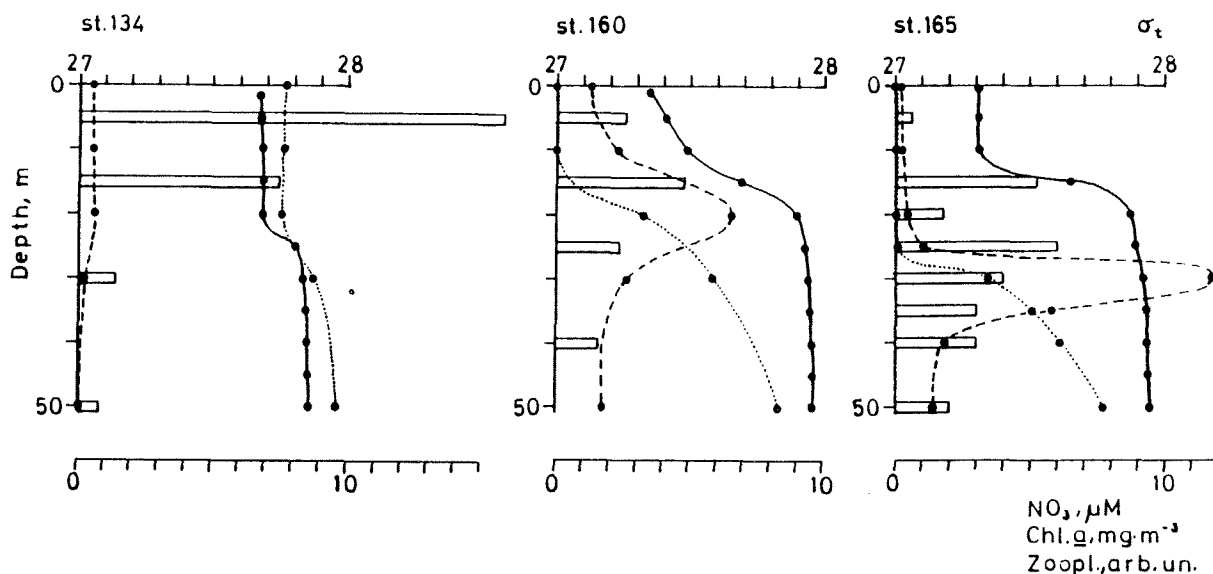


Fig. 5. Vertikalfordeling av klorofyll (•-----•), nitrat (•.....•), sigma-t (•——•) og dyreplankton (søyler, i relative enheter) i isdekket vann fra en tidlig (venstre) til en senere (høyre) fase i oppblomstringen. (Vertical distribution of chlorophyll (•-----•), nitrate (•.....•), sigma-t (•——•) and zooplankton (bars, in relative units) in ice covered water from an early stage (left) to a late stage (right) of bloom)

Om sommeren vandrer *Calanus* ned på dypt vann for å overvintre, og dette gjenspeiles i en generell nedsynking av biomassen. Imidlertid ble det funnet at planktonet overvintret relativt jevnt fordelt i vannsøylen i januar 1985, som på stasjon 78 og 90 i Polarfrontsonen (Fig. 6). I mai 1987 var det et gjennomgående trekk at biomassen hadde et maksimum på 50-100 mg m⁻³ i 20-40 m dyp, med avtagende verdier mot bunnen. Fremdeles dominerte 1000-2000 µm fraksjonen. Alle stasjonene var fra atlantisk vann i det sentrale Barentshav (Fig. 7). Profiler fra august 1985 er valgt som eksempler på en sensommersituasjon (Fig. 8). En større del av Barentshavet ble dekket fra atlantiske vannmasser i sør til arktisk vann i nord og øst (Hassel et al. 1991; Loeng et al. 1986). Den sørligste stasjonen (st. 848) lå i atlantisk vann og viste at dyreplanktonet stod mest på dypt vann under 200 m. På st. 888 på 76°25'N var

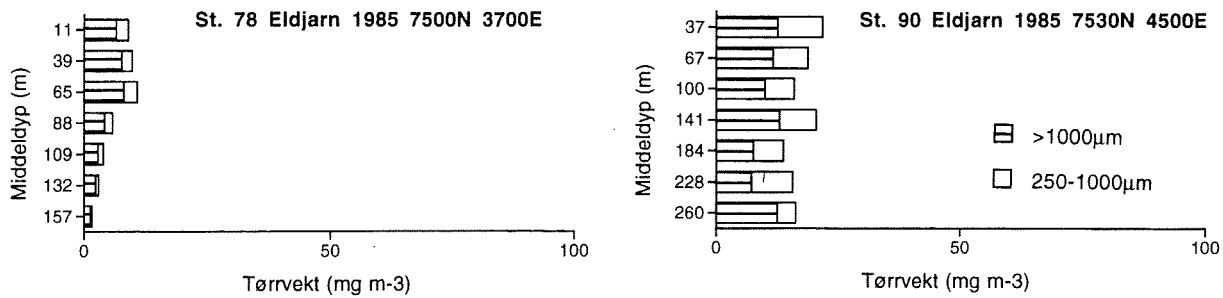


Fig. 6. Vertikalprofiler av tørrvekt (mg m^{-3}) fra MOCNESS, januar 1985.
(Dry weight vertical profiles (mg m^{-3}) obtained with MOCNESS in January 1985)

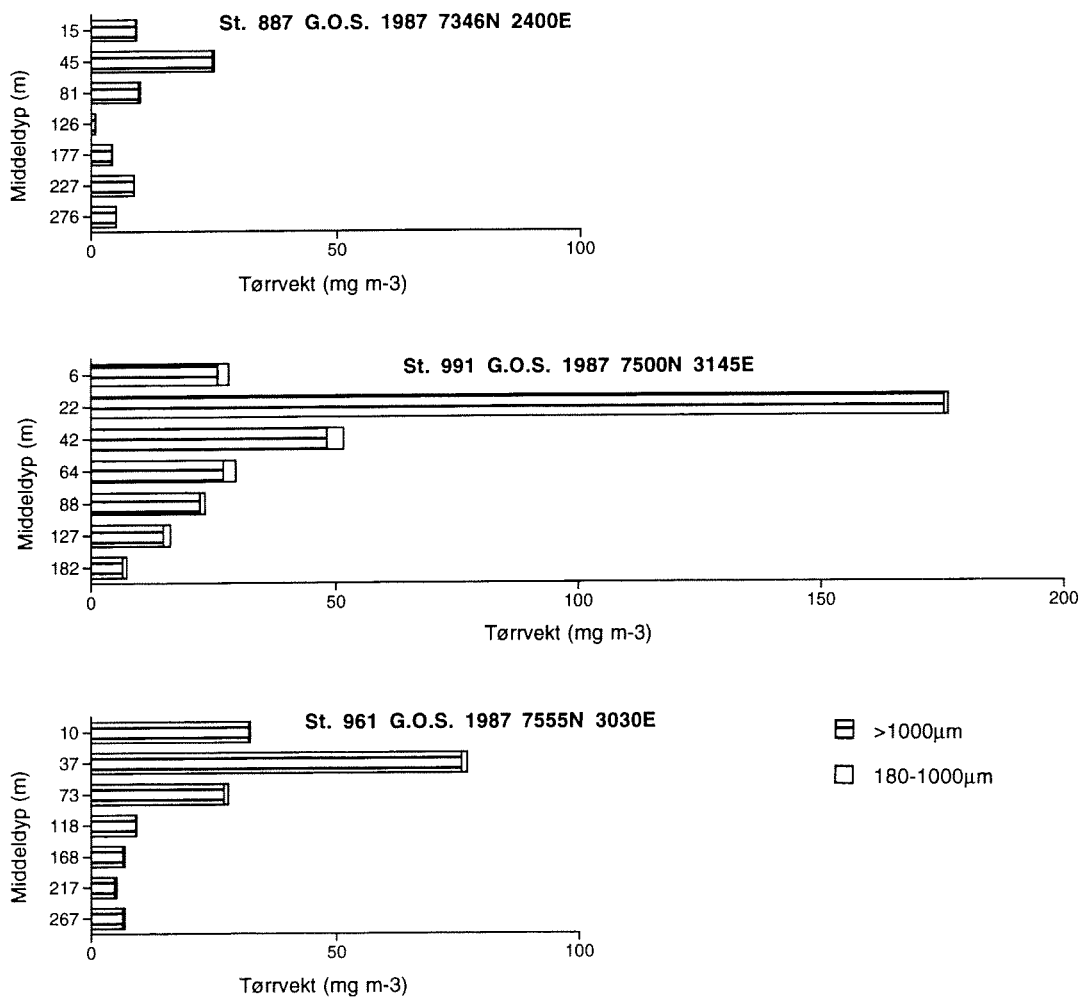


Fig. 7. Vertikalprofiler av tørrvekt (mg m^{-3}) fra MOCNESS, mai 1987.
(Dry weight vertical profiles (mg m^{-3}) obtained with MOCNESS in May 1987)

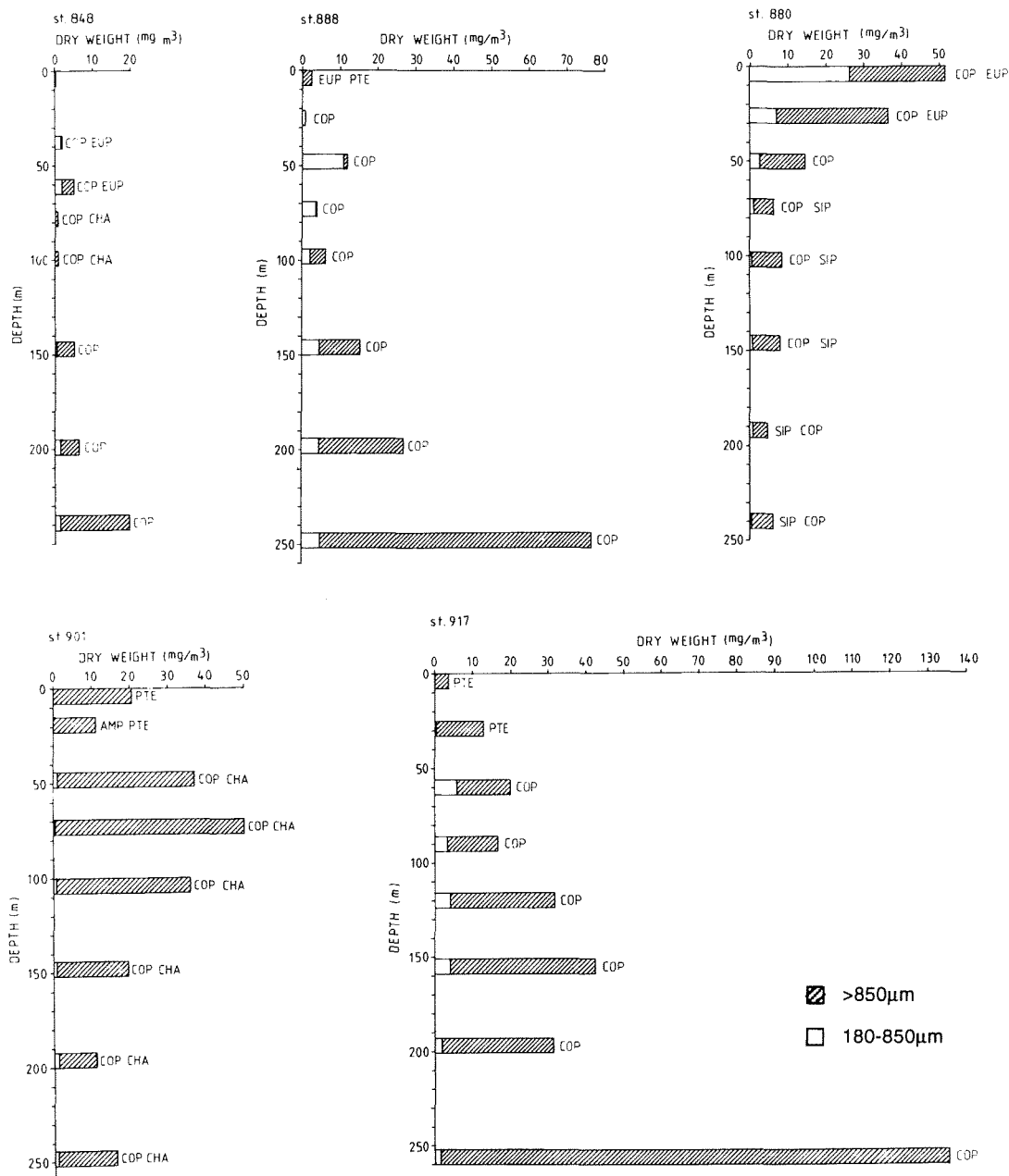


Fig. 8. Vertikalprofiler av tørrvekt (mg m^{-3}) fra MOCNESS, august 1985. Dominerende innslag av AMP=amphipoder, CHA=chaetognater, COP=kopepoder, EUP=euphausider, PTE=pteropoder og SIP=siphonophorer.

(Dry weight vertical profiles (mg m^{-3}) obtained with MOCNESS in August 1985. Dominating plankton: AMP=Amphipoda, CHA=Chaetognatha, COP=Copepoda, EUP=Euphausiacea, PTE=Pteropoda, SIP=Siphonophora)

atlantisk vann dekket av arktisk vann, og biomassen som var dominert av kopepoder stod også her konsentrert mot bunnen. Stasjon 880 (Polarfrontvann) hadde en motsatt fordeling med et maksimum i overflaten, dominert av kopepoder og krill. Helt i nord på $78^{\circ}37'N$ (st. 901) lå maksimum på rundt 75 m, og helt i øst (st. 917) stod også planktonet dypt med høye konsentrasjoner av kopepoder nærmest bunn. Typisk for de nordlige stasjonene var en lav biomasse i overflaten dominert av pteropoden (vingesneglen) *Limacina helicina*. Denne var

særlig tallrik på st. 901. Generelt stod dyreplanktonet dypere i august enn i mai, men det var store variasjoner i vertikalfordelingsmønsteret mellom stasjonene. Dette kan skyldes blanding og skikting av vannmasser i Polarfrontsonen, og beiting fra lodde kan også være en viktig faktor (Hassel et al. 1991).

Tidsserier

I 1979-81 var det sommerstid mye plankton i de sentrale deler av Barentshavet, mens det i 1982 var tendens til en reduksjon (Fig. 9). De to påfølgende årene var det markert lite plankton, før det fra 1985 var en oppgang. De få og lave verdiene fra 1989 var fra mai, mens de siste plottene fra 1991 og 1992 viser høye verdier sør i havet. Sammenlikning av 1980 og 1984 som de mest ekstreme årene viser at biomassen kunne variere med en faktor på 10, basert på dekningsavsnitt I (Skjoldal og Rey 1989, Skjoldal et al. 1987, Skjoldal et al. 1992). De store biomassesvingningene gjenspeiler i stor grad svingningene i bestanden av rauåte (*Calanus finmarchicus*) og *C. glacialis*. Typiske sommerverdier i 1980-81 var 200 000 - 500 000 ind. m⁻², og mindre enn 10 000 ind. m⁻² i 1983 (Skjoldal et al. 1987). Vanligvis dominerte kopepodittstadiene I-IV som kom fra gytingen tidlig på våren. Den observerte biomassen kan anses som et minimumsestimat på dyreplanktonproduksjonen i oppblomstringsfasen, der en har sett bort fra naturlig dødelighet. Større hurtig-svømmende planktonorganismer som f.eks. krill er svært dårlig representert i prøvene som ble tatt med en 36 cm Judayhåv. *Thysanoessa inermis* og *T. raschii* viser opp til 10 ganger variasjoner i biomassen mellom år, typisk 2-3 ganger variasjoner (Drobysheva 1987, Dalpadado og Skjoldal 1995). Også andre langtidsundersøkelser som i Degtereva (1979) fra de sørvestlige deler av Barentshavet viser tilsvarende fluktuasjoner i dyreplankton biomasse.

Det fysiske miljøet i Barentshavet må betegnes som ekstremt. Innstrømmende atlantisk vann blandes med og etter hvert omdannes til arktisk vann (Midttun og Loeng 1987). For en rekke dyreplanktonarter er forholdene for reproduksjon suboptimale eller utenfor toleranseområdet. Således synes ikke *C. finmarchicus* å reprodusere i arktisk vann (Tande et al. 1985) og har en dårlig reproduksjon i det østlige området (Degtereva 1979, Hassel et al. 1984). Advektiv transport betyr derfor mye for produksjonen av dyreplankton i Barentshavet. Dannelse og utveksling av bunnvann i Barentshavet blir forbundet med klimatiske variasjoner (Midttun 1985, Midttun og Loeng 1987) men kan også ha biologiske implikasjoner (Skjoldal og Rey 1989). Transport av *C. finmarchicus* inn i Barentshavet kan forventes å vise sesongvariasjoner som skyldes sesongvariasjoner i vertikalvandringen (Skjoldal et al. 1992). Om høsten vandrer mesteparten av populasjonen i Norskehavet ned til under 600 m dyp for å overvintre (Østvedt 1955), dypere enn terskeldypet på grensen til Barentshavet. Oppvandring skjer på senvinteren,

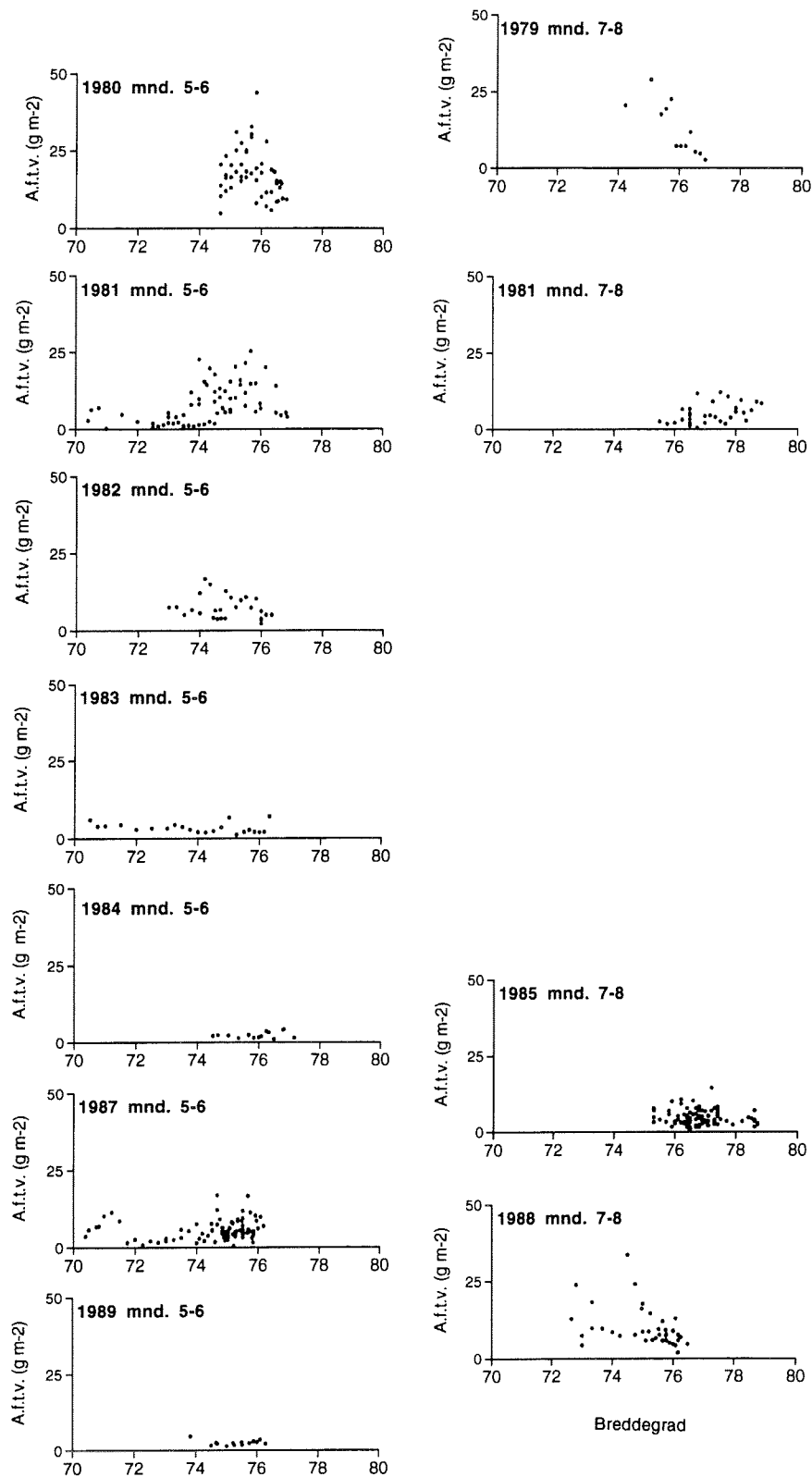


Fig. 9. Askefri tørrvekt (g m^{-2}) fra bunn-overflaten, mellom 25 og 35°E i mai-juni (venstre) og juli-august (høyre). Data fra Juday-håv og WP2-håv 1979-93.
 (Ash free dry weight (g m^{-2}) from bottom-surface, between 25 and 35°E in May-June (left) and July-August (right). Obtained with Juday-net and WP2-net 1979-1993)

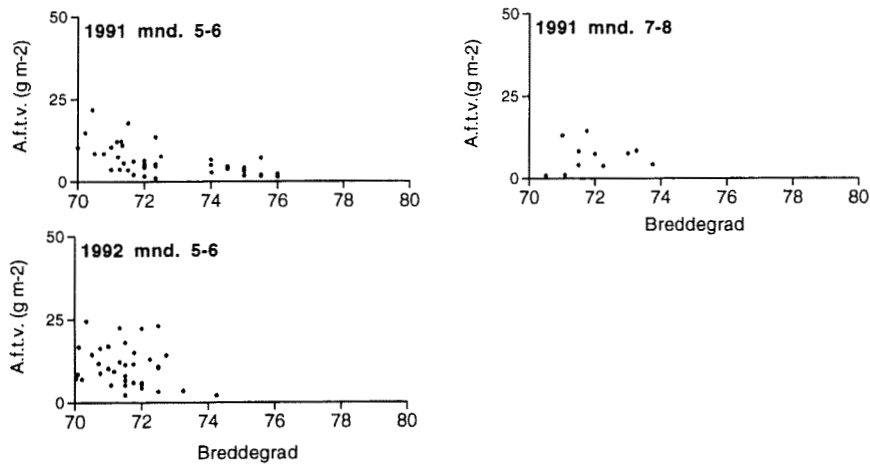


Fig. 9. (fortsatt)
(continued)

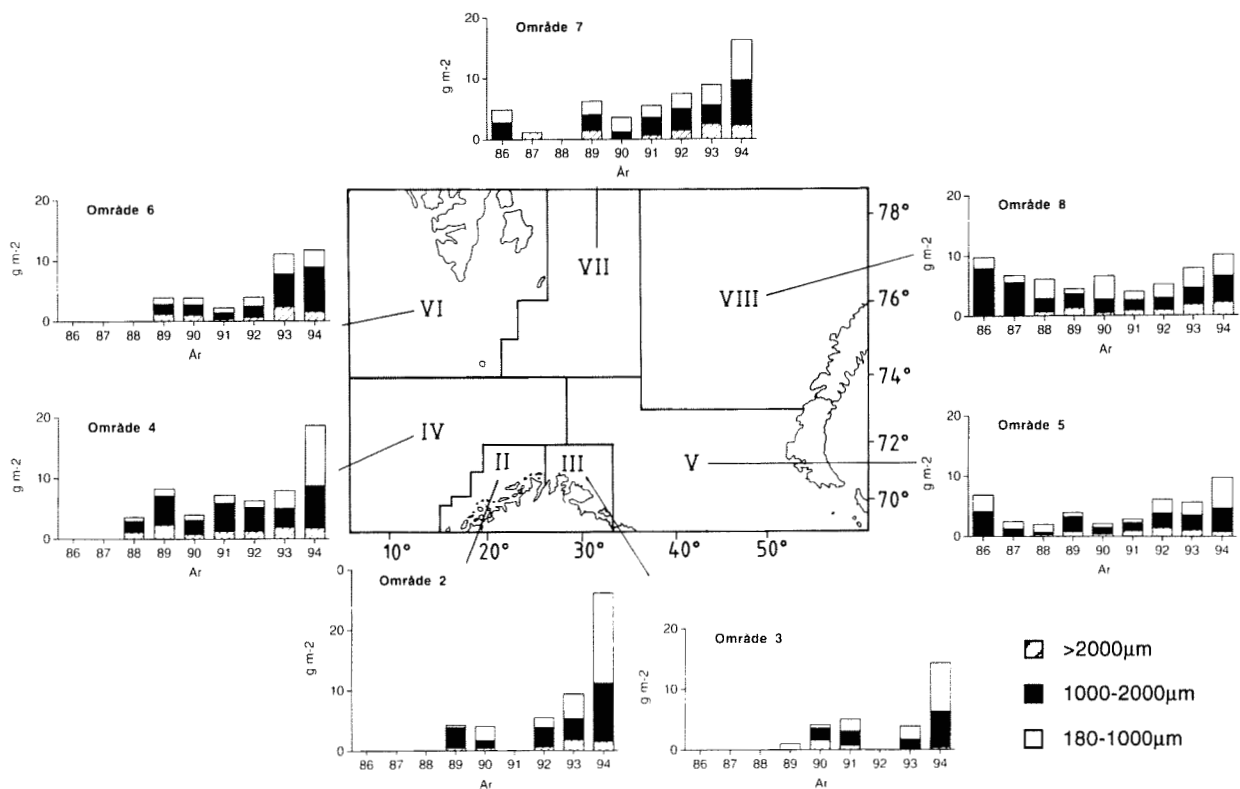


Fig. 10. Gjennomsnittlig biomasse (askefri tørrvekt 1986-1990 og tørrvekt 1991-1994), $g\ m^{-2}$ fra bunnoverflaten i flerbestandsområdene II-VIII.
(Average biomass (ash free dry weight 1986-1990 and dry weight 1991-1994), $g\ m^{-2}$ from bottom-surface in the multispecies regions II-VIII)

og det innstrømmende vannet vil derfor vekselvis være fattig og rikt på råuåte gjennom vinter og vår. Det er sannsynlig at det er store årlige variasjoner i innstrømning av atlantisk vann og tilsvarende utstrømning av bunnvann (Midttun og Loeng 1987), og dette mønsteret vil påvirke variasjonen i råuåtebestanden og også dyreplankton ellers, avhengig av når innstrømningen finner sted (Fig. 9-10, Skjoldal og Rey 1989). Den markert lave biomassen i 1983 og 1984 er muligens resultatet av en redusert transport av dyreplankton. 1982 var overgangen fra en lang kald periode til varme år i 1983-1985. I hele 1982 var det stor innstrømning, og det ble observert høye antall *Calanus* kopepoditter. Utsiftingen av vannmassene tok sannsynligvis slutt ved inngangen til 1983 og innstrømningen sluttet før råuåta vandret opp i Norskehavet (Skjoldal og Rey 1989).

Predasjon er ved siden av advektiv transport en viktig regulerende faktor for planktonbiomassen. Siden *C. finmarchicus* bare produserer én generasjon i året er bestanden særlig følsom for predasjon fra lodde, sild og polartorsk. På sin næringsvandring nordover i Barentshavet om sommeren beiter lodda på dyreplankton, særlig kopepoder (*Calanus*), krill og amphipoder. Der lodda står konsentrert i «loddefronten» kan den lett komme opp i en biomasse på 30 g tørrvekt m⁻². Dette kan være flere ganger mer enn dyreplanktonbiomassen, og under slike betingelser vil lodda kunne beite ned dyreplanktonet, eller i det minste vesentlige deler av de største byttedyrene på 3-4 dager.

Også kammaneter regnes som viktige predatorer som kan ha bidratt til den reduserte dyreplanktonbiomassen i Barentshavet i 1983-1984 (Degtereva et al. 1986a, b).

Siden 1986 har en under flerb Bestandtoktene i september dekket vesentlige deler av Barentshavet med hensyn på biomasse. Siden 1990 eller 1991 har det vært tydelige tendenser til en stigende biomasse i hele Barentshavet (Fig. 10). Verdiene fra områdene II-III er basert på få data og må imidlertid tolkes med forsiktighet. Datasettet fra 1994 er basert på håvtrekk fra 173 stasjoner, og gjennomsnittlig biomasse for hele området er 12.8 g tørrvekt m⁻² fra bunn til overflaten. Størrelsesfraksjonen silt på 1000µm inneholder hovedsaklig *Calanus*, og figuren viser at den står for minst halvparten av den samlede biomassen når krill og andre store og mobile organismer holdes utenfor.

TAKK

Prosjektet er gjennomført med støtte fra Nærings- og energidepartementet som en del av AKUP's utredningsprogram for det nordlige Barentshavet. Resultatene bygger på data fra prosjekter finansiert av det tidligere Norges Fiskeriforskningsråd (NFFR). Hein Rune Skjoldal og Kurt Tande takkes for kritisk gjennomlesning av manus.

REFERANSER

- Dalpadado, P. 1995. Distribution and life cycle of krill, north of 73°N in the Barents Sea. *Fisken Hav* (in press).
- Dalpadado, P., Borkner, N. and Skjoldal, H. R. 1994. Distribution and life history of *Themisto* (Amphipoda) spp., north of 73°N in the Barents Sea. *Fisken Hav 1994 (12)*: 1-42.
- Dalpadado, P. and Ikeda, T. 1989. Some observations on moulting, growth and maturation of krill (*Thysanoessa inermis*) from the Barents Sea. *Journal of Plankton Research Vol. 11 (1)*: 133-139.
- Dalpadado, P. and Skjoldal, H. R. 1991. Distribution and life history of krill from the Barents Sea. Pp. 443-460 in Sakshaug, E., Hopkins, C. C. E. and Øritsland, N. A. (eds.): Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12-16 May 1990. *Polar Research 10 (2)*.
- Degtereva, A. A. 1979. Regularities of quantitative development of zooplankton in the Barents Sea. *Trudy PINRO, Murmansk 43*: 22-53 (In Russian).
- Degtereva, A. A., Drobysheva, S. S., Nesterova, V. N., Plekhanova, N. V., and Ryzhov, V. M. 1986a. Results of plankton investigations in the Norwegian and Barents Sea in 1983. *Annl. biol. 40*: 67-69.
- Degtereva, A. A., Drobysheva, S. S., Nesterova, V. N., Plekhanova, N. V., and Ryzhov, V. M. 1986b. Results of plankton investigations in the Norwegian and Barents Sea in 1984. *Annl. biol. 41*: 69-71.
- Drobysheva, S. S. 1987. Population characteristics of abundant Barents Sea Euphausiacea. *ICES C. M. 1987/L:12*.
- Ellertsen, B., Hassel, A., Loeng, H., Rey, F. og Tjelmeland, S. 1982. Økologiske undersøkelser nær iskanten i Barentshavet somrene 1979 og 1980. *Fisken Hav. 1982 (3)*: 31-82.
- Gjøsæter, H. 1985. Growth of the Barents Sea capelin of the year classes 1975-1981. Pp.

193-212 in Gjøsæter, H. (ed): *The proceedings of the Soviet-Norwegian symposium on the Barents Sea capelin*, Bergen, 14-17 August 1984. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

Gjøsæter, H., Hassel, A., Loeng, H. og Rey, F. 1983a. Marinøkologiske undersøkelser nær iskanten i Barentshavet somrene 1979-1982. Sluttrapport for prosjektet "Lodda på sommerbeite". *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. FO 8309*: 1-59.

Gjøsæter, H., Hassel, A., Loeng, H., Rey, F., and Skjoldal, H. R. 1983b. Preliminære resultater fra tokt i Barentshavet med M/S "Lance" og F/F "G. O. Sars" i mai / juni 1983. *Havforskningsinstituttet i Bergen, Rapport nr. FO 8310*: 1-21 + 6 pp. appendiks.

Gjøsæter, H. and Loeng, H. 1987. Growth of the Barents Sea capelin, *Mallotus villosus*, in relation to climate. *Environ. Biol. Fishes* 20: 293-300.

Grønvik, S. and Hopkins, C. C. E. 1984. Ecological investigations of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: Generation cycle, seasonal vertical distribution, and seasonal variations in body weight and carbon and nitrogen content of the copepod *Metridia longa* (Lubbock). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 80: 93-107.

Hassel, A. 1983. Zooplankton investigations near the ice edge in the western Barents Sea 1980-82. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. BKO 8308*: 1-10.

Hassel, A. 1984. Quantitative and qualitative aspects of capelin feeding in relation to zooplankton sources in the Barents Sea in May and August 1981. *Contribution to the joint Soviet / Norwegian symposium on the Barents Sea capelin, Bergen - Norway, August 1984*. 14 pp.

Hassel, A. 1986. Seasonal changes in zooplankton composition in the Barents Sea, with special attention to *Calanus* spp. (Copepoda). *Journal of Plankton Research* 8 (2): 329-339.

Hassel, A., Loeng, H., Rey, F., and Skjoldal, H. R. 1984a. Preliminære resultater fra tokt med F/F "G. O. Sars" i Barentshavet, 28.05-18.06 1984. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. FO 8409*: 1-34.

Hassel, A., Loeng, H., Rey, F. og Solberg, T. 1984b. Resultater fra tokt med F/F "G. O. Sars" i Barentshavet 4.-19.8 1984. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. FO 8410*: 1-

32 + appendiks-tabeller.

Hassel, A., Loeng, H. og Skjoldal, H. R. 1986. Marinøkologiske undersøkelser i Barentshavet i januar 1985. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. FO 8406*: 1-33 + appendiks.

Hassel, A., Skjoldal, H. R., Gjøsæter, H., Loeng, H. and Omli, L. 1991. Impact of grazing from capelin (*Mallotus villosus*) on zooplankton: a case study in the northern Barents Sea in August 1985. Pp. 371-388 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. & Øritsland, N.A. (eds.): *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology*, Trondheim, 12-16 May 1990. *Polar Research* 12 (2).

Jaschnov, W. A. 1939. Plankton productivity of the south-western part of the Barents Sea, from "50 cruises of the research ship Persey". *Trans. Inst. Mar. Fish. USSR, Vol 4*: 201-224 (in Russian and English).

Loeng, H. 1991. Features of the physical oceanographic conditions of the Barents Sea. Pp. 5-18 in Sakshaug, E., Hopkins, C. C. E. and Øritsland, N. A. (eds.): *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology*, Trondheim, 12-16 May 1990. *Polar Research* 10 (1).

Loeng, H., Hassel, A., Rey, F. and Skjoldal, H. R. 1986. Physical and biological oceanography and capelin front study. Pp. 5-60 in Loeng, H. (ed.): *Ecological investigations in the Barents Sea, August 1985. Report from Pro Mare-cruise no. 5. Havforskningsinstituttet, Rapport nr. FO 8605.*

Melle, W., Skjoldal, H. R., Hassel, A. og Rey, F. 1987. Reproduction of zooplankton in relation to initiation of spring phytoplankton bloom in the Barents Sea. *ICES C.M. 1987/L:30*: 1-26.

Midttun, L. 1985. Formation of dense bottom water in the Barents Sea. *Deep Sea Res.* 32: 1233-1241.

Midttun, L., and Loeng, H. 1987. Climatic variations in the Barents Sea. Pp. 13-27 in Loeng, H. (ed): *The effect of oceanographic conditions on distribution and population dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea.* Proceedings of the third Soviet-Norwegian symposium, Murmansk, 26-28 May 1986. Institute of Marine Research. Bergen, Norway.

Melle, W. 1991. Size of eggs and nauplii of calanoid copepods in the Barents Sea; influence of environmental and maternal factors. *ICES C.M. 1991/L:63*. 28 pp.

Melle, W. 1995. Fordeling og livssyklus hos *Calanus* i Barentshavet. AKUP-rapport (in prep.)

Melle, W. og Skjoldal, H. R. 1987. Dyreplankton og dets reproduksjon i Barentshavet - grunnlagsmateriale for vurdering av mulige skader av oljesøl. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. BKO 8707*: 1-41.

Melle, W. and Skjoldal, H. R. 1989. Zooplankton reproduction in the Barents Sea: Vertical distribution of eggs and nauplii of *Calanus finmarchicus* in relation to spring phytoplankton development. Pp. 137-145 in Ryland, J. S. and Tyler, P. A. (eds.): *Reproduction, Genetics and Distribution of Marine Organisms*. Proceedings of the 23rd European Marine Biology Symposium. Olsen& Olsen, Fredensborg, Danmark, 1989.

Melle, W. and Skjoldal, H. R. 1994. Spawning and development of *Calanus* spp. in the Barents Sea. *ICES C. M. 1994/L:22*: 1.43.

Motoda, S. 1959. Devices of simple plankton apparatus. *Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 7: 73-94.

Rey, F., Skjoldal, H.R. and Hassel, A. 1987. Seasonal development of plankton in the Barents Sea: A conceptual model. *ICES Symposium on marine sciences of the Arctic and sub-Arctic regions*, Santander, Spain. Symp: 56. 36 pp.

Skjoldal, H. R., Gjørseter, H. and Loeng, H. 1992. The Barents Sea ecosystem in the 1980s: ocean climate, plankton, and capelin growth. *ICES mar. Sci. Symp.*, 195: 278-290.

Skjoldal, H. R. og Hassel, A. 1991. Næringsforholdene for lodde og sild i Barentshavet. Sluttrapport for prosjektet NFFR-nr. 701.155. *Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. 1/1991/HSM*: 1-25.

Skjoldal, H. R., Hassel, A., Rey, F., and Loeng, H. 1987. Spring phytoplankton development and zooplankton reproduction in the central Barents Sea in the period 1979-1984. Pp. 59-89 in Loeng, H. (ed): *The effect of oceanographic conditions on distribution and*

population dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea. Proceedings of the third Soviet-Norwegian symposium, Murmansk, 26-28 May 1986. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

Skjoldal, H. R. and Rey, F. 1989. Pelagic production and variability of the Barents Sea ecosystem. Pp. 241-286 in Sherman, K. and Alexander, L.M. (eds.): *Biomass yields and geography of large marine ecosystems*. AAAS Selected Symposium.

Solemdal, P. og Ellertsen, B. 1984. Sampling fish larvae with large pumps; quantitative and qualitative comparisons with traditional gear. *Flødevigen rapportser. 1, 1984*. ISSN 0333-2595. The propagation of cod *Gadus morhua* L. Pp. 335-363.

Tande, K., Hassel, A. and Slagstad, D. 1985. Gonad maturation and possible life cycle strategies in *Calanus finmarchicus* and *Calanus glacialis* in the Northwestern part of the Barents Sea. Pp. 141-155 in Gray, J.S. and Christiansen, M.E. (eds.): *Marine Biology of Polar Regions and effects of stress on Marine Organisms*. John Wiley & Sons Ltd. 1985.

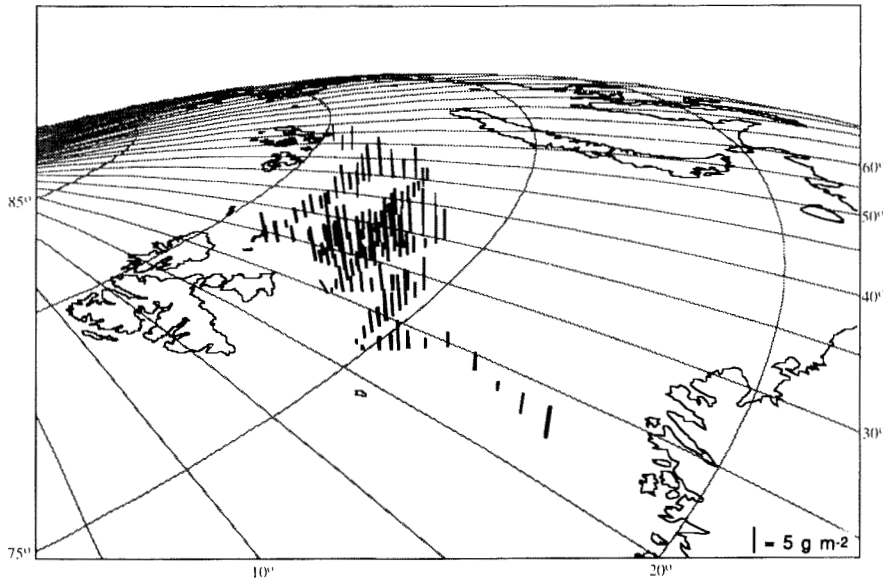
Wiebe, P. H., Burt, K. H., Boyd, S. H. and Morton, A. W. 1976. A multiple opening/closing net and environmental sensing system for sampling zooplankton. *J. mar. Res.* 34: 313-326.

Appendiks 1. Tokt i Barentshavet med innsamling av dyreplankton
(Surveys with zooplankton sampling in the Barents Sea)

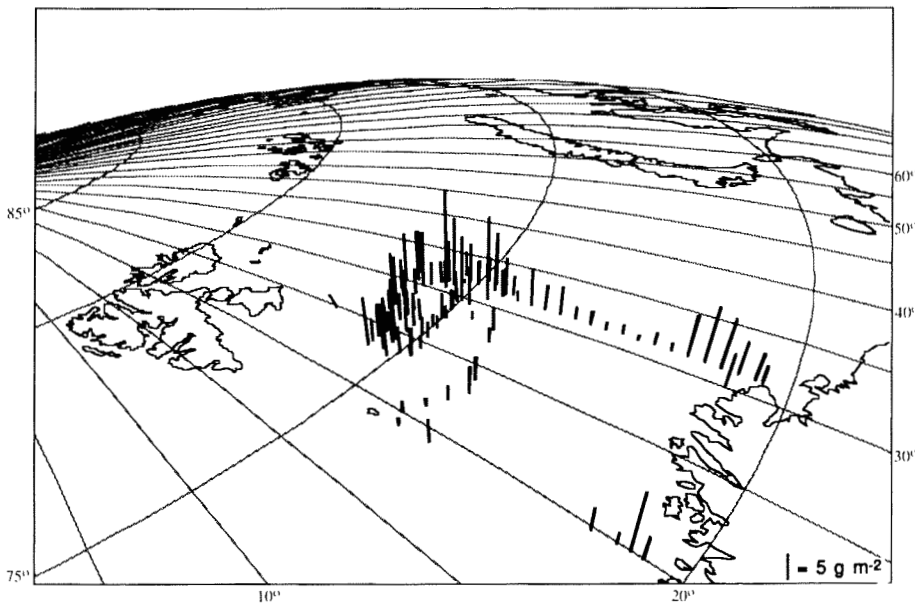
År	Fartøy	Dato fra	Dato til	Varighet døgn	Merknader
1979	G.O. Sars	14-jun	24-jul	40	Pilotprosjekt
1980	G.O. Sars	18-jun	19-jul	31	
1981	G.O. Sars	3-mai	16-mai	13	
1981	G.O. Sars	18-jun	11-jul	23	
1981	J. Hjort	2-aug	19-aug	17	
1982	G.O. Sars	25-mai	11-jun	17	
1983	Lance	20-mai	16-jun	27	
1983	G.O. Sars	6-jun	19-jun	13	
1984	G.O. Sars	28-mai	18-jun	21	
1984	G.O. Sars	4-aug	19-aug	15	
1985	Eldjarn	6-jan	24-jan	18	
1985	G.O. Sars	29-jul	19-aug	21	
1985	H. Mosby	19-aug	4-sep	16	
1986	KV Andenes/Senja	1-apr	24-apr	23	
1986	H. Mosby	17-apr	22-apr	5	
1986	Eldjarn	28-apr	16-mai	18	
1986	M. Sars	20-sep	15-okt	25	Flerbestand
1986	G.O. Sars	6-sep	13-okt	37	Flerbestand
1987	KV Nordkapp	27-feb	6-mar	7	
1987	Endre Dyrøy	28-jan	3-feb	6	
1987	Endre Dyrøy	24-feb	2-mar	6	
1987	Endre Dyrøy	24-mar	2-apr	9	
1987	Endre Dyrøy	21-apr	27-apr	6	
1987	G.O. Sars	15-mai	12-jun	28	
1987	Endre Dyrøy	18-jul	22-jul	4	
1987	Endre Dyrøy	9-sep	15-sep	6	
1987	G.O. Sars	5-sep	16-okt	41	Flerbestand
1987	Endre Dyrøy	3-des	7-des	4	
1988	Endre Dyrøy	22-mar	28-mar	6	
1988	Endre Dyrøy	10-apr	17-apr	7	
1988	Endre Dyrøy	19-apr	24-apr	5	
1988	KV Andenes	20-mai	30-mai	10	
1988	G.O. Sars	8-jul	22-jul	14	
1988	G.O. Sars	4-okt	16-okt	12	Flerbestand
1988	Eldjarn	10-sep	21-okt	41	Flerbestand
1989	G.O. Sars	10-jan	26-jan	16	
1989	G.O. Sars	10-mar	27-mar	17	Fugløy - Bjørnøya
1989	G.O. Sars	9-mai	22-mai	13	
1989	G.O. Sars	13-sep	3-okt	20	Flerbestand
1989	Eldjarn	12-sep	28-okt	46	Flerbestand
1989	Eldjarn	30-sep	3-okt	3	Bjørnøya-Vest og Fugløy-Bjørnøya
1989	M. Sars	12-sep	3-okt	21	Flerbestand
1990	G.O. Sars	1-mar	10-mar	9	Vardø-Nord, Gimsøy
1990	G.O. Sars	8-sep	4-okt	26	
1990	M. Sars	8-sep	5-okt	27	
1990	Eldjarn	8-sep	7-okt	29	
1991	G.O. Sars	5-jan	4-feb	30	
1991	G.O. Sars	4-mar	23-mar	19	
1991	G.O. Sars	25-mai	15-jun	21	
1991	G.O. Sars	3-jul	20-jul	17	2 snitt i Barentshavet
1991	M. Sars	14-jun	30-jun	16	
1991	M. Sars	1-jul	21-jul	20	Delvis Barentshavet
1991	J. Hjort	11-sep	11-okt	30	Flerbestand
1991	M. Sars	13-sep	5-okt	22	Flerbestand
1991	G.O. Sars	13-sep	6-okt	23	Flerbestand
1991	J. Hjort	5-nov	27-nov	22	Fugløy-Bjørnøya
1992	J. Hjort	16-jan	31-jan	15	Vardø-Nord
1992	G.O. Sars	26-mai	21-jun	26	
1992	J. Hjort	4-sep	12-okt	38	Flerbestand
1992	G.O. Sars	9-sep	7-okt	28	Flerbestand
1992	M. Sars	10-sep	7-okt	27	Flerbestand
1993	G.O. Sars	15-jan	28-jan	13	Fugløy-Bjørnøya og Vardø-Nord
1993	J. Hjort	11-mar	15-mar	4	Fugløy-Bjørnøya og Vardø-Nord
1993	G.O. Sars	1-jun	28-jun	27	
1993	G.O. Sars	5-jul	6-jul	1	Fugløy-Bjørnøya
1993	G.O. Sars	16-aug	8-sep	23	0-gruppe
1993	J. Hjort	16-aug	9-sep	24	0-gruppe
1993	G.O. Sars	9-sep	4-okt	25	Flerbestand
1993	J. Hjort	9-sep	28-sep	19	Flerbestand
1993	J. Hjort	1-okt	9-okt	8	Flerbestand

Appendiks 2. Askefri tørrvekt (g m^{-2}) fra bunn til overflaten. Skala nederst på figurene. Data fra Juday-håv og WP2-håv.

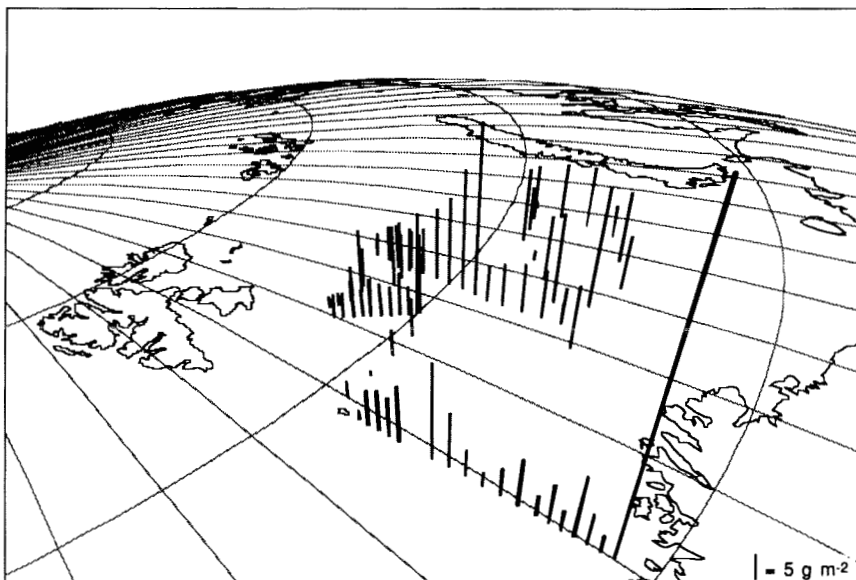
(Ash free dry weight (g m^{-2}) from bottom-surface. Scale inserted in figures. Data from Juday-net and WP2-net)



august 1985

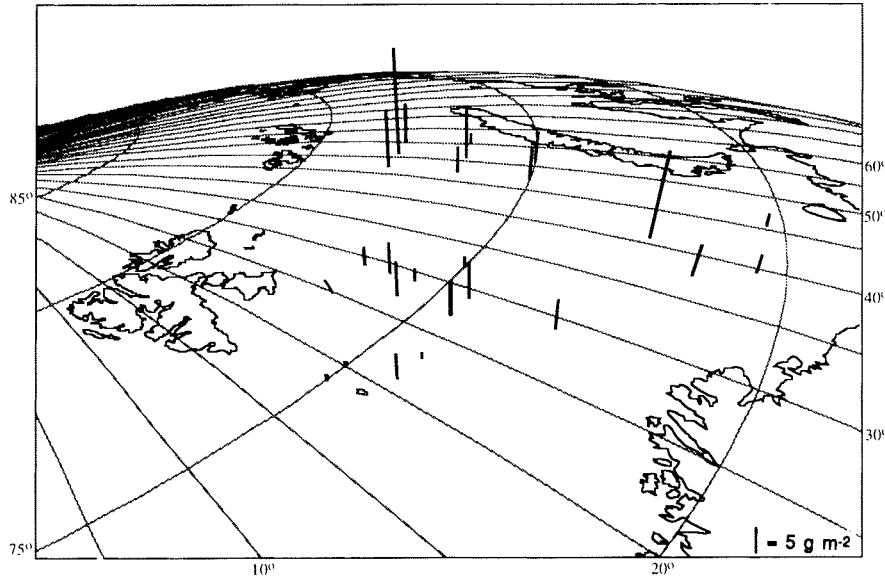


mai 1987

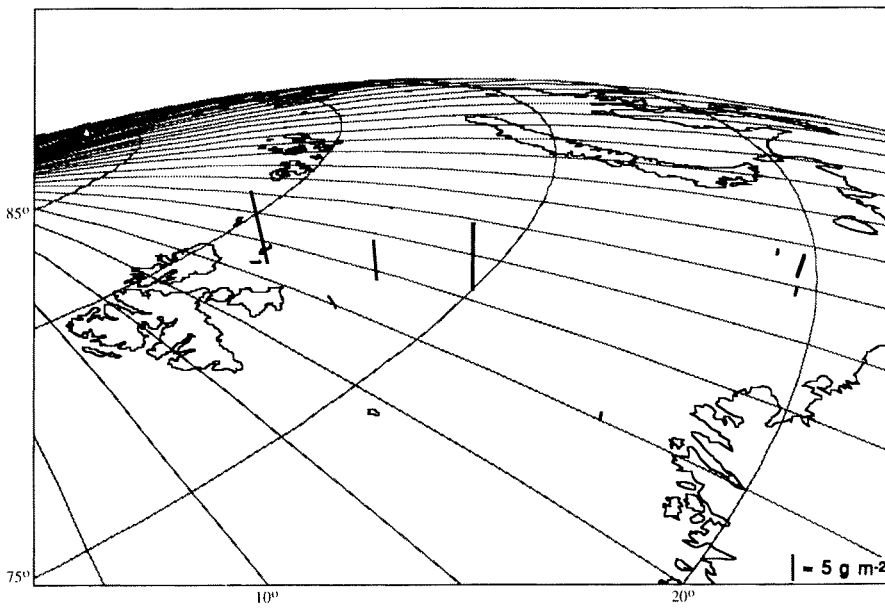


juli 1988

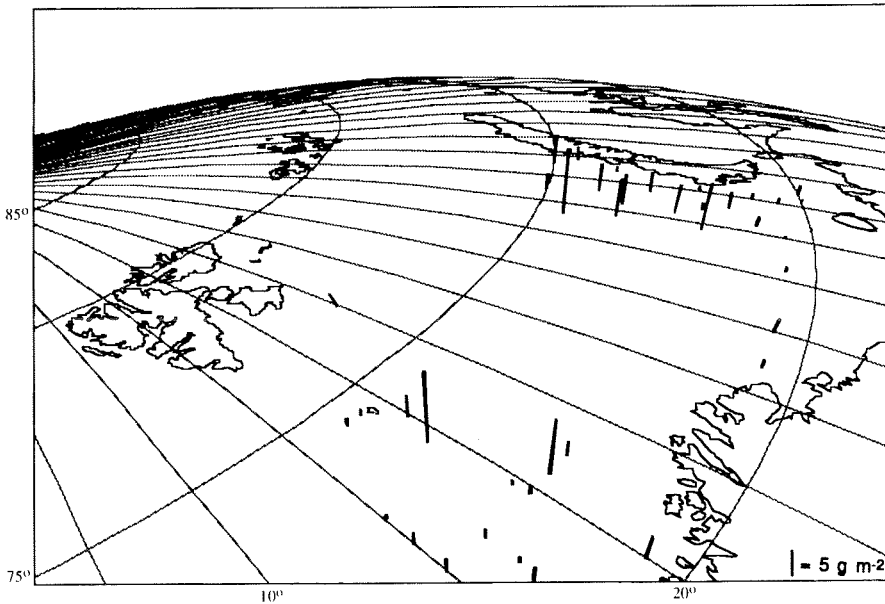
Appendiks 2 (fortsatt).
(continued)



september 1986

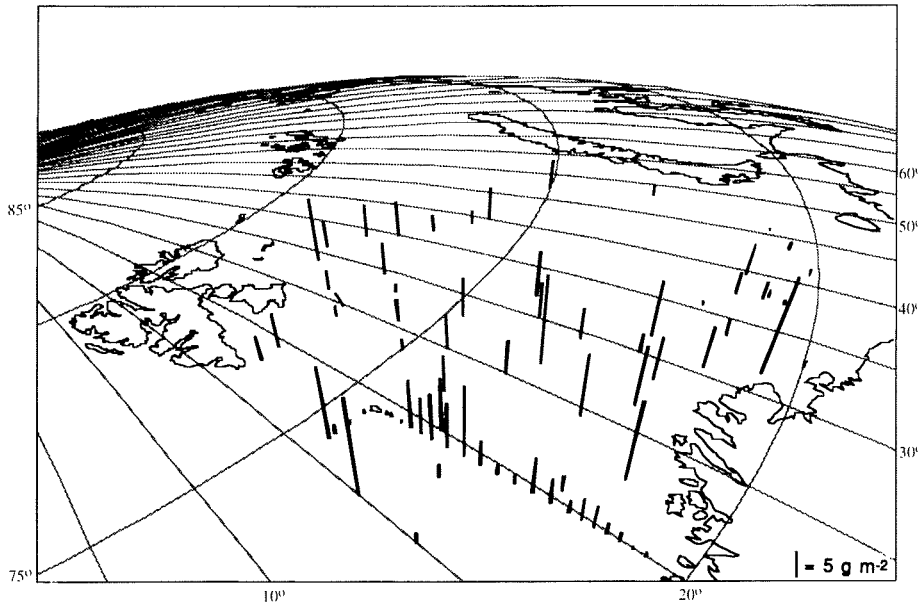


september 1987

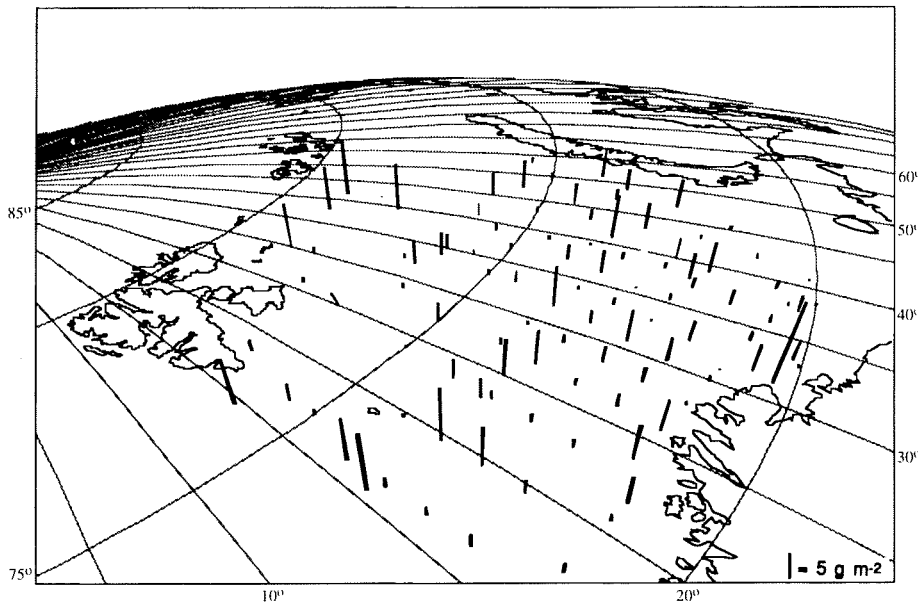


september 1988

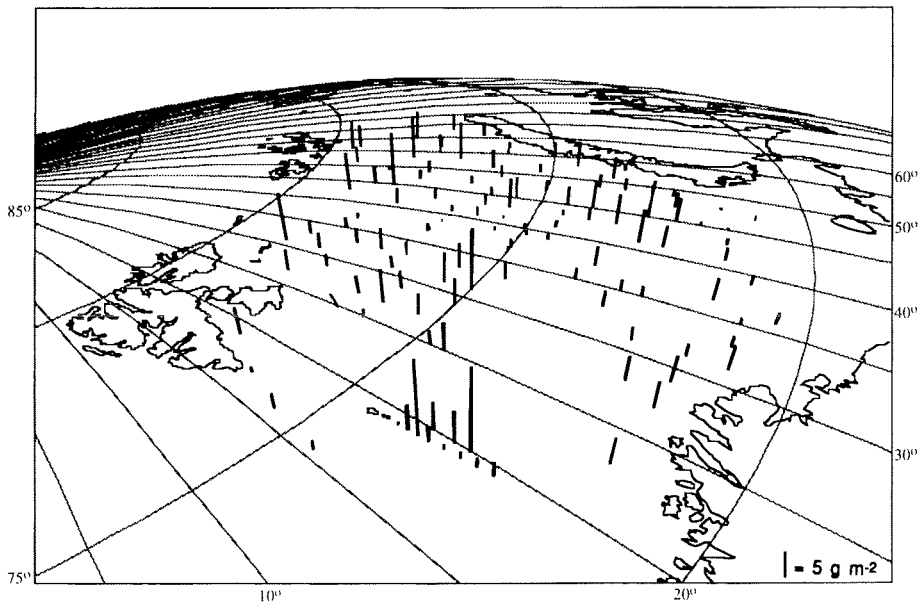
Appendiks 2 (fortsatt).
(continued)



september 1989



september 1990



september 1991

Appendiks 2 (fortsatt).
(continued)

