

1.2.2 Sekundærproduksjon (dyreplankton)

Biomasse og artssammensetning av dyreplankton er viktig for å tallfeste hva som er tilgjengelig føde høyere oppe i næringskjeden, og for å overvåke tilstanden i økosystemet. Planktonovervåkingen kan bidra til prognoser om vekstforholdene til både fisk, sjøfugl og hval. Resultatene fra økosystemtoktene i 2005 viser små endringer i mengden dyreplankton fra 2004.



Ungsilda forsyner seg trolig betydelig av plankton i Barentshavet. Dette er nok årsaken til at vi bare ser en svak tilvekst av dyreplankton til tross for den meget lave loddebestanden.

Padmini Dalpadado

padmini.dalpadado@imr.no

Arne Hassel

arne.hassel@imr.no

Tor Knutsen

tor.knutsen@imr.no

Magnus Johannessen

magnus.johannessen

I 1986 startet regelmessige innsamlinger av data på dyreplanktonbiomasse i Barentshavet i september, fra begynnelsen av 90-tallet også i siste halvdel av august. Stort sett blir de samme områdene dekket hvert år, avhengig av isens utbredelse og toktenes omfang. Årlig blir det tatt rundt 180 planktonstasjoner med en mest mulig jevn geografisk fordeling. Fra 1993 ble snittene Fugløya–Bjørnøya og Vardø–N innlemmet i undersøkelsene med 4–7 deknings per år. Langtidsserier er viktige for å påvise trender i utviklingen forårsaket av fiske, konkurranse og predasjon i økosystemet, og endringer i det fysiske miljøet. Dyreplankton er føde for fisk, og det er blant annet vist at det tidvis er sammenheng mellom mengden dyreplankton og bestanden av lodde.

Biomasse og produksjon

Å måle den gjennomsnittlige biomassen av dyreplankton på størrelse med raudåte (*Calanus finmarchicus*) på et gitt tids-

punkt, uttrykt som gram tørrvekt per m² overflate, er en forholdsvis enkel oppgave dersom man kan samle data fra et stort antall stasjoner. For organismer som krill, som har tendens til å unngå fangstredskapene, er det derimot vanskeligere å gjøre kvantitative målinger av bestandene. Til en viss grad gjenspeiler de ulike artenes biomasse produksjonen til planktonet. Men de ulike artene har forskjellig veksthastighet og reproduksjonssyklus. Organismer med flere generasjoner per år kan ha høyere årsproduksjon enn arter som vokser langsomt og reproducerer en gang i året. Grovt sett regner man at produksjonen av krill er 1,5 ganger høyere og produksjonen av raudåte 4 ganger høyere enn deres gjennomsnittlige årlige biomasse. Produksjonen av dyreplankton i Barentshavet er også avhengig av tilførsler av plankton som kommer inn fra sør med Den nordatlantiske strømmen, og utstrømmende vannmasser fjerner deler av produksjonen. Endringer i havsirkulasjonsmønsteret vil således påvirke den totale planktonmengden. År med stor innstrømning av varme vannmasser vil dessuten bringe med seg arter som normalt har en sørligere utbredelse.

WP2-håven er enkel i bruk og gir sikre og sammenlignbare resultater. Den er standardredskapet i de store dekningene av Barentshavet og trekkes fra bunn til overflaten og fra 100 m til overflaten. Den mer

avanserte MOCNESS-håven med mange nett brukes når det er ønskelig å undersøke vertikalfordelingen av planktonet mer i detalj. Den fanger også noe større planktonorganismer. Planktonprøvene blir størrelsessortert på siler (2000 μ m, 1000 μ m og 180 μ m) og tørket i varmeskap, og tørrvekten er et godt mål for biomassen.

Nye teknikker

For å øke den horisontale og vertikale planktondekningen planlegges i tillegg bruk av tauete redskaper mellom stasjonene, der man automatisk foretar hydrografiske målinger og registrerer planktontetthet optisk og akustisk. Dermed kan vi samle data fra hele området hvor fartøyene har gått. Det vi måtte tape i

nøyaktig informasjon om biomasse-, arts- eller størrelsesfordeling, kan vi ta igjen på høy oppløsning i tid og rom og enkelt koble planktondata til hydrografiske data. Både akustiske sensorer og optiske planktontellere (OPC/LOPC) er allerede under utprøving ved Havforskningsinstituttet.

Et annet område der moderne teknikker kan komme inn er artsbestemmelse av dyreplanktonet. Konvensjonell opparbeiding av prøver under mikroskop er svært tidkrevende, og det arbeides i dag med å bruke nye supplerende teknikker i laboratoriet der planktonprøven blir skannet og identifisert av datamaskiner.

Dyreplankton i økosystemet

Selv om mengden dyreplankton i Barents-

Skanning og digital bildebehandling av dyreplankton – en ny og lovende teknikk

Taksonomisk ekspertise og manuell opparbeiding av dyreplanktonprøver under lupe er helt nødvendig for å få detaljkunnskap om arter (biodiversitet) og stadiesammensetning av f.eks. viktige kopepoder. Som et supplement til tradisjonell metodikk blir det nå tatt i bruk en ny metode for hurtigere å få kunnskap om dominerende grupper dyreplankton. Ved hjelp av en nyutviklet skanner vil vi ta digitale bilder av prøvene og få informasjon om planktonets størrelsesfordeling. En automatisert bildeanalyse vil klassifisere organismene til viktige grupper som kopepoder, krill, amfipoder, pilormer, småmaneter og appendikularier, eller kanskje til og med til slekt for enkelte grupper vedkommende. Metoden vil bli anvendt på nye så vel som eldre prøver for raskere å etablere lengre tids-serier basert på vårt historiske prøvearkiv.



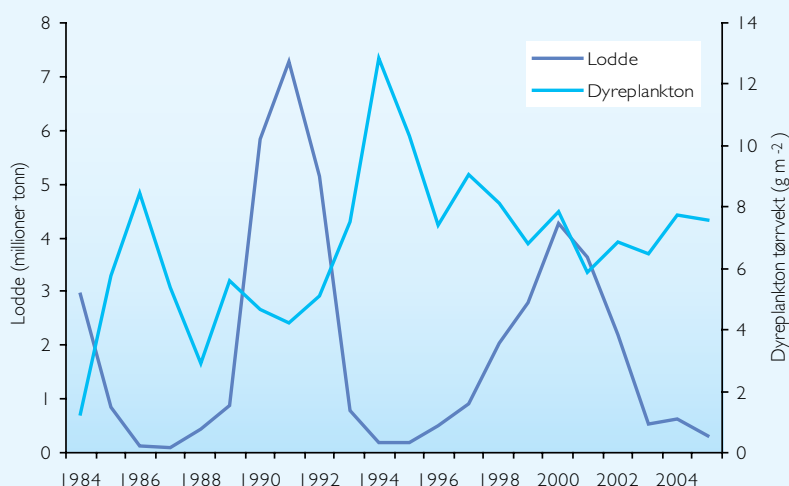
Foto: BioTOMSA

Hva spiser torskeyngelen?

I 2005 ble det satt i gang et prosjekt for å undersøke byttedyrene hos 0-gruppetorsk. Hittil er 180 torskemager fra økosystemtoktet undersøkt, og resultatene viser at kopepoder og krill stod øverst på menyen hos torsk fra 7 til 11 cm lengde. Av kopepodene var raudåte (*Calanus finmarchicus*) dominerende, men også *Metridia longa* kunne være tallrik. De to artene ses som henholdsvis rødlig og gulhvite organismer i bildet til venstre. Ofte var magene tettepakket med krill, og bildet til høyre viser at her var det småkrill (*Thysanoessa inermis*) som var byttet. Bare få mager inneholdt fisk. Ved ca. 14 cm lengde skifter torskens diett fra pelagisk til bunnlevende føde.



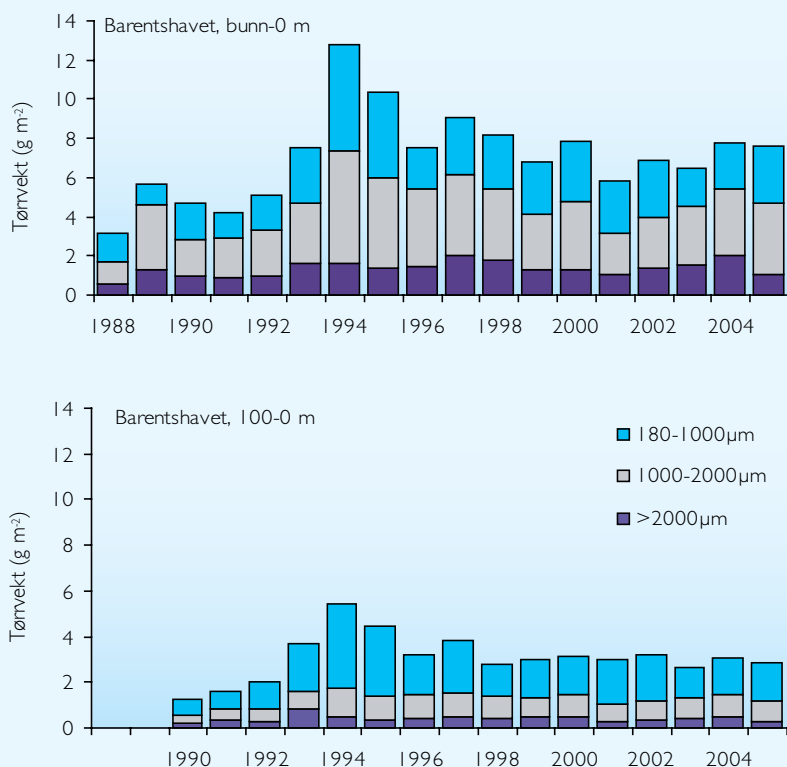
Foto: Padmini Dalpadado



Figur 1.2.2.1

Årlige variasjoner i dyreplanktonbiomasse og størrelsen av loddebestanden i Barentshavet. Dyreplankton siden 1988 er basert på WP2-data.

Annual fluctuations in zooplankton biomass and size of capelin stock in the Barents Sea. Data on zooplankton since 1988 are from WP2-net.



Figur 1.2.2.2

Langtidsutvikling av dyreplanktonbiomasse fra bunn–0 m (øverst) og 100–0 m (nederst) i Barentshavet (WP2-data).

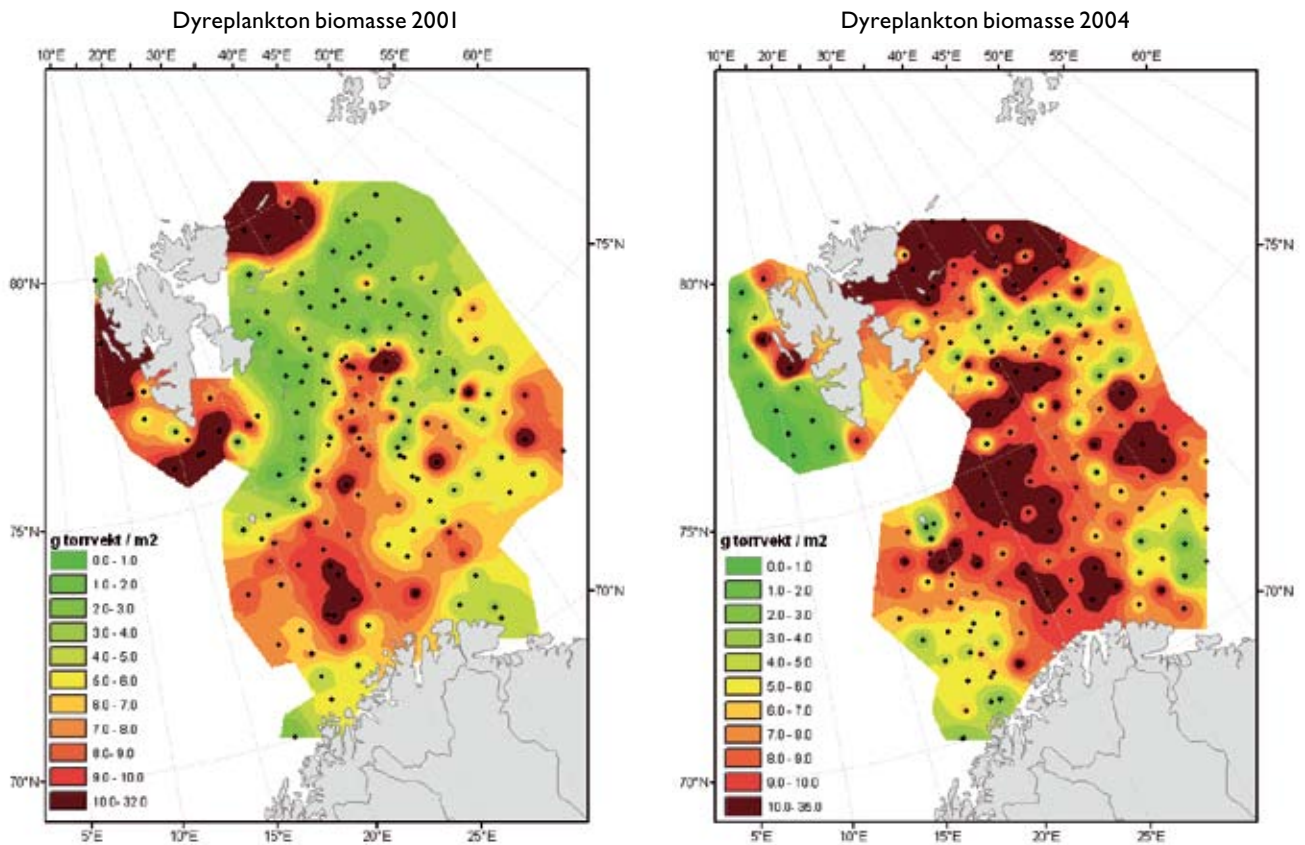
Long term development in zooplankton biomass from bottom–0 m (top) and 100–0 m (bottom) in the Barents Sea (WP2-data).

havet har vært forholdsvis stabil i en årrekke, blir bestandene hele tiden regulert av beiting fra maneter og kammaneter, og ikke minst fra planktonspisende fisk som lodde, sild og yngel av en rekke arter. I perioder er det omvendt sammenheng mellom langtidsutviklingen av dyreplankton og bestandsstørrelsen av lodde (Figur 1.2.2.1). For tiden er loddebestanden på et lavt nivå, mens forekomstene av ungsild i Barentshavet i 2004 og 2005 er historisk høye. Det må antas at ungsildbestanden forsyner seg betydelig av planktonbiomassen, og at dette er årsaken til at vi bare ser en svak tilvekst i dyreplanktonbestanden til tross for den meget lave loddebestanden.

Langtidsutvikling og status for dyreplanktonet i 2005

2005 var et middels godt planktonår. Biomassen var noe lavere enn i 2004, med 7,74 g m² fra bunn til overflaten (Figur 1.2.2.2 øverst). En vesentlig del av planktonet var raudåte som i hovedsak reflekteres i den mellomste størrelsesgruppen (1000–2000 μm). I grafen for 100–0 m (Figur 1.2.2.2 nederst) er biomassen betydelig lavere. Rundt regnet står 60 % av dyreplanktonet dypere enn 100 m på denne tiden av året. Det er også verdt å merke seg at det er relativt mer plankton i den minste størrelseskategorien i 100–0 m enn i bunn–0 m. Dette er fordi de eldste stadiene av raudåte er i ferd med å vandre ned for å overvintre på dypere vann.

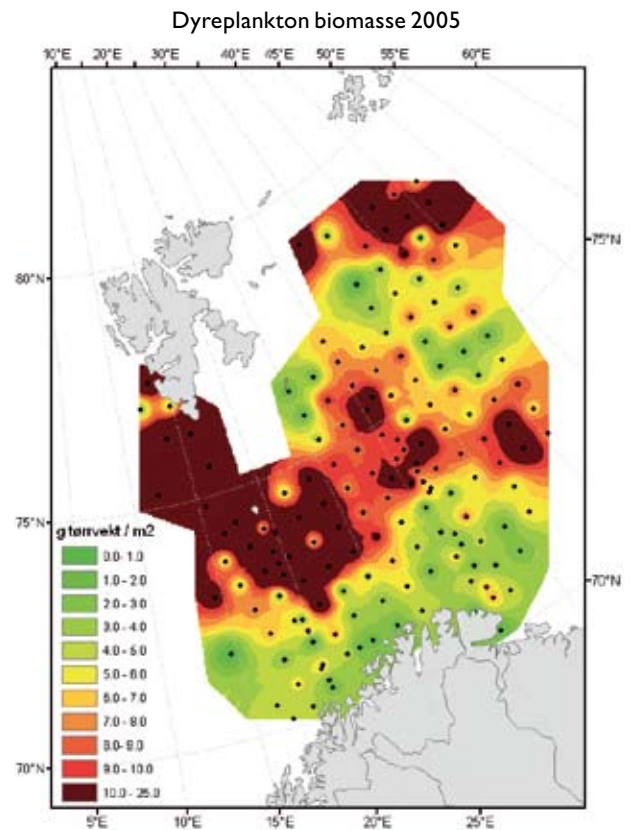
Fordelingskartene for dyreplankton i Barentshavet viser et noe forskjellig mønster i 2001, 2004 og 2005 (Figur 1.2.2.3). I 2001 var det tydelig mindre plankton i nord enn i sør. I 2004 hadde planktonet fordelt seg jevnere med tyngdepunktet i det sentrale området. 2005 er karakterisert med et planktonfattig belte i sør. Det er mulig at endringer i tettheten av planktonet reflekterer innstrømmende atlantisk vann fra sør og vest. Men lite plankton i sør kan også forklares med beiting fra fisk og fiskelarver. Det kan synes som om effektene av en høy ungsildbestand som er lokalisert i et bånd fra vest mot øst i den sørlige delen av Barentshavet, kan ha hatt betydning for de relativt lave verdiene av dyreplankton i dette området. Ellers er det i regelen mer dyreplankton i atlantiske og subarktiske vannmasser enn i arktisk vann, noe som skyldes forekomstene av raudåte og krill. Krillartene i Barentshavet går i liten grad inn i arktiske vannmasser. Tabell 1.2.2.1 viser at nordatlantisk vann har den høyeste biomassen, mens kystvannet og blandingssonen med nordatlantisk vann ligger lavest. Polarfronten har mye dyreplankton, mens de høye verdiene i rent arktisk vann er et resultat av mye plankton helt i nord, sannsynligvis dominert av den



Figur 1.2.2.3

Planktonfordeling i 2001, 2004 og 2005, som g tørrvekt m^{-2} fra bunn–0 m, basert på kombinerte data fra WP2 og MOCNESS. Data fra 2001 og 2004 er revidert.

Horizontal distribution of zooplankton (g dry weight m^{-2} from bottom–0 m) in 2001, 2004 and 2005, based on combined data from WP2 and MOCNESS. Data from 2001 and 2004 are revised.



Tabell 1.2.2.1

Dyreplankton tørrvekt ($g m^{-2}$) fordelt på vannmasse typer i 2005 (kombinerte data fra WP2 og MOCNESS).
Zooplankton dry weight ($g m^{-2}$) in different watermass categories in 2005 (combined data from WP2 and MOCNESS).

Vannmasse	Antall stasjoner	Midlere tørrvekt	Standardavvik
Nordatlantisk vann	106	9,6	6,3
Kystvann	9	3,7	2,7
Kystvann/nordatlantisk vann	12	4,0	1,8
Arktisk vann	16	8,5	5,7
Polarfrontvann	48	7,7	4,8

Kopepoder (hoppekreps) – en svært viktig matkilde for fisken

De aller viktigste kopepodene i Barentshavet er av slekten *Calanus*: *C. finmarchicus* (raudåte, atlantisk art), *C. glacialis* (arktisk) og den store *C. hyperboreus* (kaldtvannsform). Dette er arter som i hovedsak lever av planteplankton, og som dermed fører energien oppover i næringspyramiden. I størrelse er de relativt små, 3–10 mm lange, men den samlede biomassen er imponerende og kan noen steder utgjøre opp til 90 % av dyreplanktonet. I Barentshavet regner man at det er rundt 35 mill. tonn *Calanus* om sommeren. En annen slektning som også er svært tallrik, *Metridia longa*, er en gjenganger i planktonprøvene. Den synes å være mindre kresen og kan nytiggjøre seg dødt organisk materiale.



Raudåte, *Calanus finmarchicus*.



Metridia longa.

store arktiske amfipoden *Themisto libellula*. Dette er et gjennomgående trekk for alle årene, se Figur 1.2.2.3.

Sammensetningen av dyreplankton på snittet Fugløya–Bjørnøya

Rutinemessige undersøkelser av artssammensetningen i planktonet på snittene har nettopp tatt til som en del av den årlige overvåkningen. På snittet Fugløya–Bjørnøya finner vi Kyststrømmen med kystvann helt i sør, mens nordatlantiske vannmasser dominerer mesteparten av snittet lenger nord. På den nordligste stasjonen finner vi arktisk vann eller polarfrontvann. Den nordatlantiske strømmen fører vann inn i Barentshavet, men det er også en variabel utstrømmende komponent. Alt dette gjør at planktonsammensetningen og vekstdynamikken hos planktonet langs snittet varierer over tid og med breddegrad. Figur 1.2.2.4 viser forekomstene av noen viktige kopepodarter gjennom året fra januar til august 2004. Vi ser at raudåte (*Calanus finmarchicus*) er den desidert mest tallrike arten. Det er tydelig at utviklingen i bestanden av *C. finmarchicus* starter med en puls i sør allerede i april, og at det lenger nord på snittet er en vesentlig forsinkelse i bestandsutviklingen. I april er raudåta mest tallrik i det kystnære området ved

Fugløya, da dominert av de tidlige utviklingsstadiene CI–CIII (ikke vist). Nordover på snittet kan arten spores, men i lavere verdier. I juni er det en klar økning i forekomst noe lenger nord, og i august finner vi de største forekomstene av raudåte på 73°30'N. Det er verdt å merke seg at det både i april, juni og august er en tendens til en nordlig og sørlig fordeling, med et lite minimum på 72°30'N eller 73°00'N. Det er tidligere på året ingen indikasjoner på at lokaliteten med maksimumsverdier i august generelt har høyere forekomster enn andre lokaliteter. Det vi ser kan derfor være et tegn på tilført plankton med innstrømmende atlantisk vann.

Både kopepodene *Calanus glacialis* og *C. hyperboreus* viser lignende forløp, med høyeste verdier i august på samme lokalitet som for *C. finmarchicus*, selv om antall individer er betydelige lavere enn for sistnevnte art. Disse to artene har imidlertid en preferanse for kaldere vannmasser som vi ofte finner i området rundt Bjørnøya, hvilket kan forklare at de er mest tallrike her.

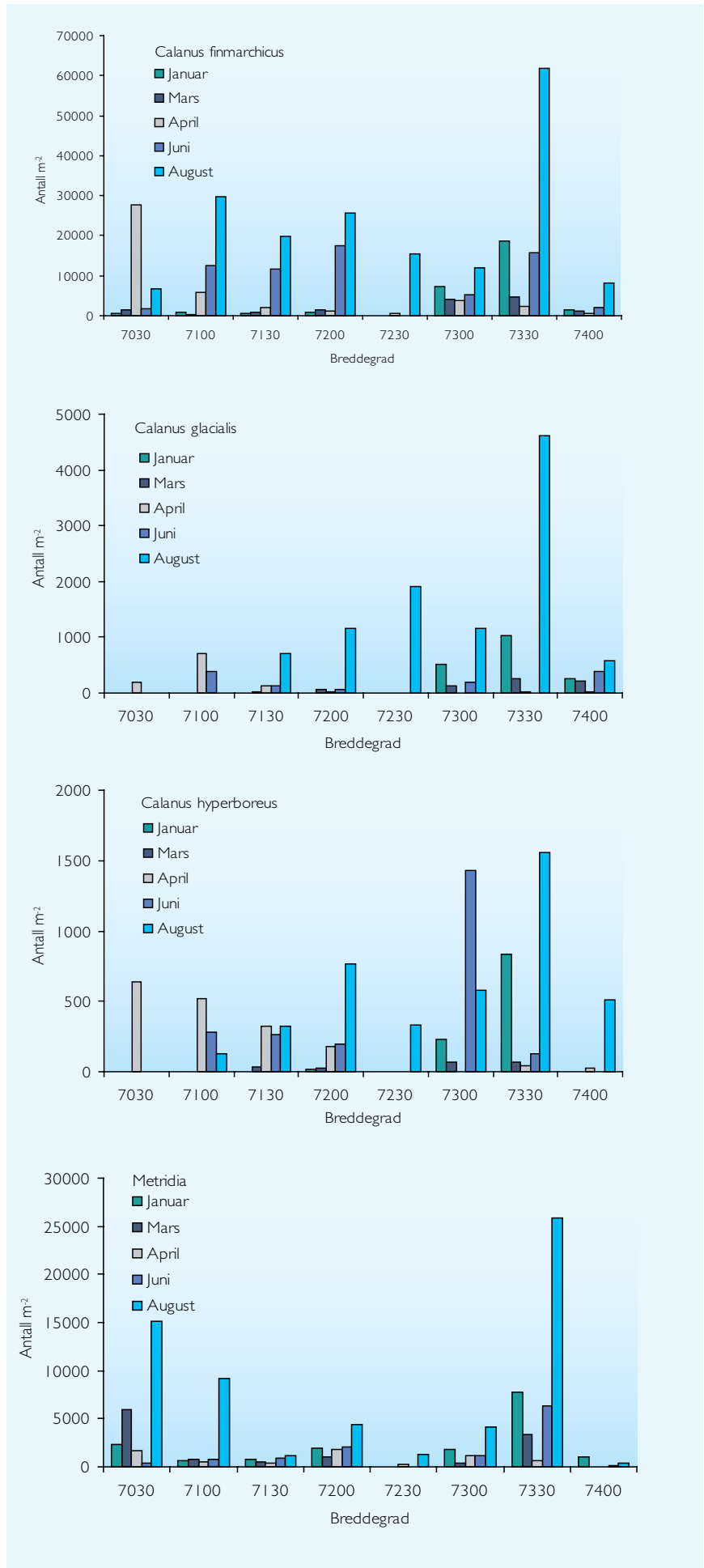
I Barentshavet er *Metridia longa* den langt vanligste arten av *Metridia*-slekten, og voksne individer når en størrelse noe i underkant av *C. finmarchicus*. Av de fire kopepodene i figuren er *Metridia* den nest

mest tallrike, med opp til 30 % av antallet *C. finmarchicus* i august på nest nordligste lokalitet, mens den langt oversteget antallet *C. finmarchicus* på snittets sørligste stasjon samme måned. Det høye antall kopepoder i den nordlige delen av snittet i august gjenspeiles også i dyreplanktonets biomassefordeling på denne tiden, slik det går frem av Figur 1.2.2.3. Den aller nordligste og sørligste stasjonen er forholdsvis grunne, og dette kan bidra til lokalt redusert biomasse.

Andre kopepoder av slektene *Oithona* og *Pseudocalanus* er også tallmessig betydningsfulle i Barentshavet, men disse er langt mindre enn *Calanus* og *Metridia* og kanskje mindre egnet som fiskeføde. På grunn av raskere livssyklus og muligens mer kontinuerlig reproduksjon kan de gjennomgå flere generasjoner per år enn de større kopepodene. Dette kan bety at de utgjør et reservoar av mat for annet dyreplankton og fiskelarver når noe større fødeorganismer er mindre tilgjengelige eller fraværende.



WP-2-håv tas om bord med kopepoder og andre planteplanktonorganismer vel forvart i koppen nederst på håven.



Figur 1.2.2.4
Utviklingen av kopepoder på snittet Fugløya–Bjørnøya i 2004.
Development of copepod abundance along the transect Fugløya–Bjørnøya 2004.