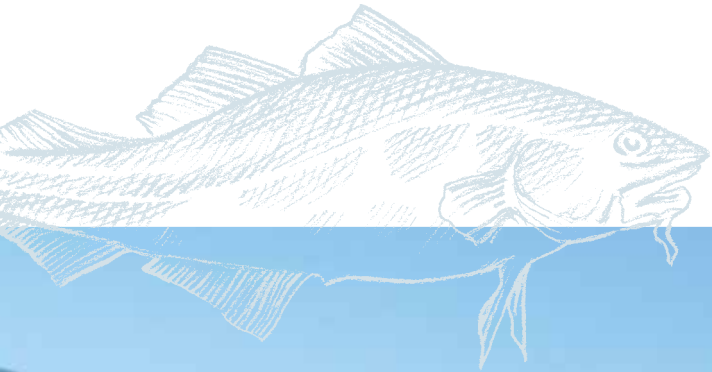




HØSTING AV PLANKTON

– utfordringer for forskning og forvaltning





HØSTING AV PLANKTON

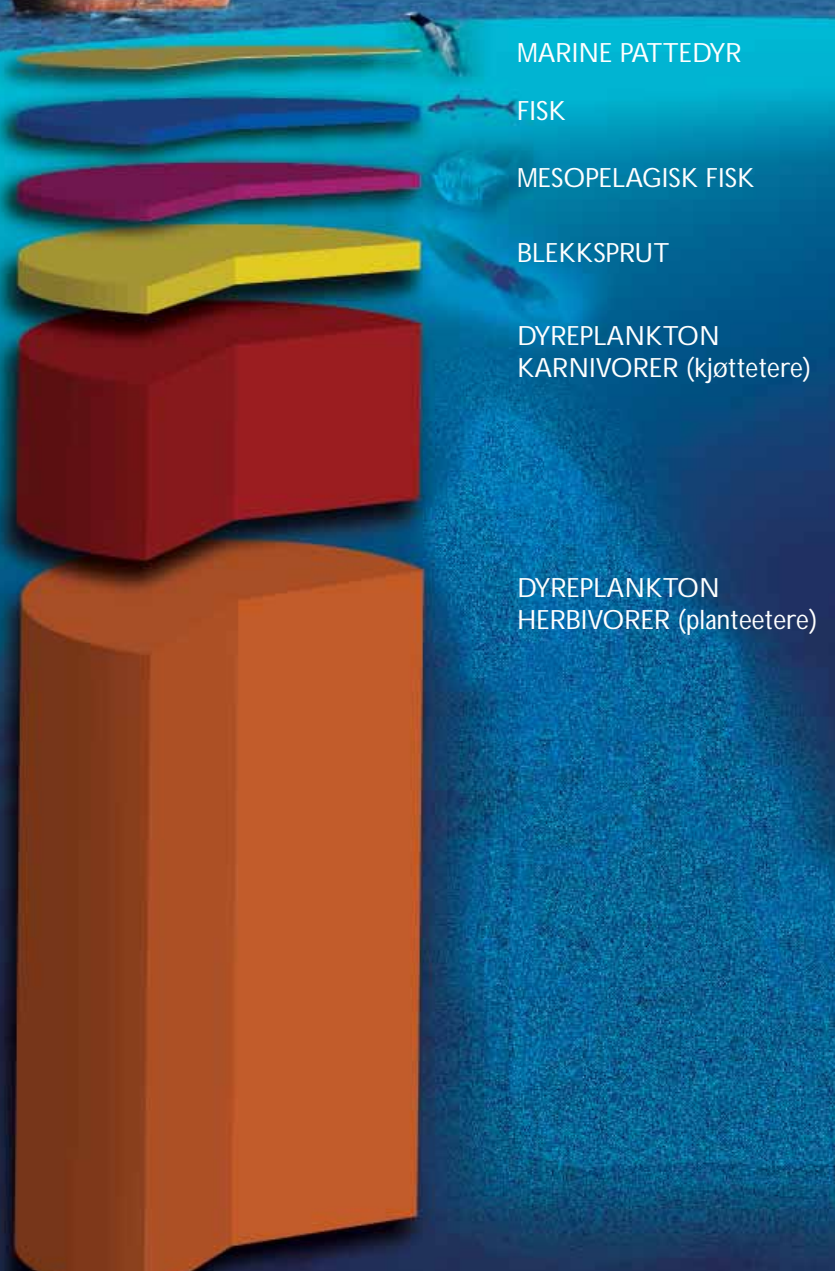
– utfordringer for forskning og forvaltning

Norsk og internasjonalt oppdrett av fisk er i stadig vekst, og optimistiske estimater anslår at vi bare i Norge kan passere 1 million tonn oppdrettsfisk i 2020. En slik økning vil være positiv for norsk akvakulturnæring, men den vil ikke være problemfri. De viktigste fôringrediensene kommer i dag fra fiskemel og -olje. Økt oppdrettsvolum vil føre til enda større behov for protein og olje. Ifølge FNs matvareorganisasjon FAO er de viktigste av verdens fiskeressurser enten utnyttet maksimalt eller overfisket allerede. Behovet for marine fôrressurser vil derfor ikke kunne dekkes av de tradisjonelle ressursene. Det betyr at en videre økning i bruken av marine fôrråstoff til oppdrettsnæringen vil måtte komme fra andre kilder. De eneste store ressursene som er tilgjengelig i havene, er de som finnes lenger nede i næringskjeden.



Det er planteplanktonet som danner grunnlaget for et økosystems produktivitet. Dyreplankton omsetter planteplanktonets energi slik at den blir tilgjengelig høyere opp i næringskjeden, for fisk, sjøpattedyr og fugl. I alle havområder er produksjonen av plankton enorm i forhold til hva som produseres av fisk (Figur 1). I våre farvann er krill og raudåte nøkkelorganismer som beiter på planteplankton, men også et annet krepsdyr som går under samlebetegnelsen amfipoder, fins i store mengder, særlig i kaldt vann i Arktis. Disse beiter derimot på annet dyreplankton.

Figur 1: Næringskjeden i havet. Produksjonen av plankton er enorm i forhold til hva som produseres av fisk.



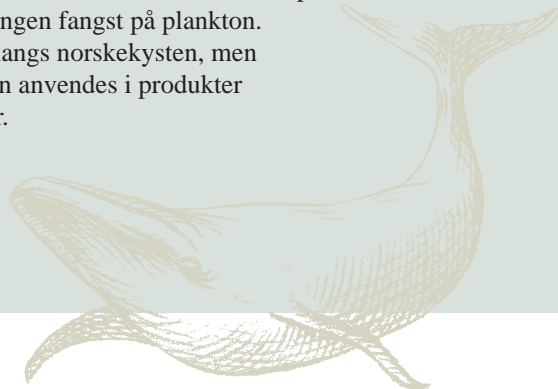


HØSTING AV PLANKTON I DAG

I verdenssammenheng er det særlig fisket på krillressursene i Antarktis, som har vært omtalt i forbindelse med høsting. En rekke nasjoner er involvert i dette fisket, deriblant Norge.

For sesongen 2004–2005 ble det tatt om lag 165 000 tonn krill av en total planktonkvote på ca. fire millioner tonn. Også i Stillehavet foregår det regelmessig fiske etter krill. I årene 1986–2000 var den årlige gjennomsnittlige fangsten for Japans vedkommende ca. 60 000 tonn. I våre havområder drives det i dag liten eller ingen fangst på plankton. Noe raudåte fanges lokalt langs norskekysten, men i så små mengder at det kun anvendes i produkter som gir høyere pris enn før.

I krillfisket har man i hovedsak benyttet tradisjonelle finmaskede pelagiske tråler. Utvikling av ny trålteknologi har imidlertid blitt forsert de siste årene. Dette gjør at fisket effektiviseres. Dessuten blir det mer attraktivt, fordi det nå er mulig å oppnå en langt høyere kvalitet på råstoffet som tas om bord. Denne utviklingen vil uten tvil fortsette. Det vil øke utnyttelsen av krillbestandene i Antarktis og vil svært sannsynlig også øke interessen for planktonressursene i nordatlantiske farvann.





BESTANDENE MÅ KARTLEGGES

Utnyttelsen av plankton kan ha uheldige konsekvenser for økosystemene, og da særlig for planktonspisende fisk. Derfor må vi utvikle metoder for å tallfeste de store pelagiske fiskebestandenes konsum av plankton. Dessuten må vi styrke kunnskapen om fordeling og grunnleggende egenskaper hos nøkkelartene av plankton. Ikke minst må det etableres sikrere metoder for å mengdemåle planktonbestandene i årene som kommer.

I De nordiske hav (Norskehavet, Grønlandshavet og Islandshavet) og Barentshavet er der gjort en del meget foreløpige beregninger som viser betydelige forekomster av raudåte, krill (*Meganyctiphanes norvegica* og *Thysanoessa inermis*) og amfipoder (*Themisto libellula*) (Tabell 1), som kan fungere som råstoffkilder for både fett og protein.

I Grønlandshavet og deler av Norskehavet vet vi at en større slektning av raudåta, *Calanus hyperboreus*, er meget tallrik, men vi har i dag ingen informasjon om bestandsstørrelse for denne arten.

Utnyttelse av organismer langt nede i næringskjeden er attraktivt først og fremst på grunn av den enorme produksjonen. Et uttak på bare noen få prosent vil kunne forsyne oppdrettsnæringen med råstoff langt ut i dette århundret. I tillegg er det lite aktuelt å benytte denne produksjonen til humant konsum, noe som har vært en vesentlig del av kritikken mot bruk av fiskemel og -olje. Det er også sannsynlig at mengdene bioakkumulerte miljøgifter vil være mindre lenger nede i næringskjeden.

Art/gruppe	Biomasse (mill. tonn)	Produksjon (mill. tonn)	Område (mill. km ²)
Krill	91–161	242	3,1
Amfipoder	49–201	74	3,1
Raudåte (<i>Calanus finmarchicus</i>)	22	88	2,9
<i>Calanus spp.</i>	30–125	120–500	3,1
Mesopelagisk fisk	7		1,7
Blekksprut (<i>Gonatus fabricii</i>)	8.2	20	2,9

Tabell 1: Biomasse og produksjon (våtvekt) av dyreplankton, mesopelagisk fisk og blekksprut (*Gonatus fabricii*).





BESTANDSBEREGNING AV PLANKTON: EN UTFORDRING!

På samme måte som for de kommersielle fiskebestandene er det helt essensielt å kunne beregne mengde og utbredelse av de viktigste planktonbestandene. Dette er imidlertid en betydelig oppgave. I store deler av De nordiske hav og Barentshavet overvåkes fiskebestander og dyreplankton årlig, men det er en stor tidsmessig, økonomisk og forskningsmessig utfordring å kartlegge og overvåke disse områdene i detalj:

- Planktonorganismer er vesentlig mindre enn fisk. Men det er også store størrelsesforskjeller mellom raudåte på den ene siden og krill og amfipoder på den andre.
- Plankton transporteres med havstrømmene, og mengden kan derfor variere betydelig på en gitt lokalitet og over utbredelsesområdet.
- Krill og amfipoder har en svømmekapasitet som gjør at de ikke kan fanges og mengdemåles med samme typer redskap som raudåte.
- De forskjellige planktonbestandene har ulik livssyklus og vandringsmønster vertikalt i vannsøylen.
- Dyreplankton har ofte flere generasjoner per år, men antall generasjoner kan variere innenfor utbredelsesområdet.

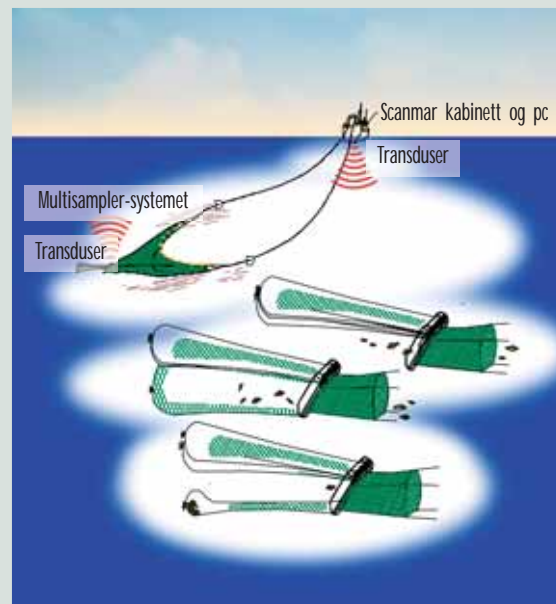
For å tallfeste en planktonbestand, må vi vite hvor mye plankton som er i havet på et gitt tidspunkt og i et visst område. Til det bruker vi beregninger fra et nett av prøvetakingssteder i de aktuelle havområdene. De fleste høstbare planktonartene har kort livssyklus sammenlignet med de kommersielle fiskebestandene. Derfor må målingene gjøres innenfor et rimelig begrenset tidsrom. Utfordringene er enda større når det gjelder å beregne produksjonen for disse bestandene, og størst for de mest kortlivede artene, som for eksempel raudåte.

Havforskningsinstituttet har allerede i dag årlige deknninger av dyreplanktonbestander både i De nordiske hav og i Barentshavet. For å fange opp sesongvariasjoner, overvåkes i tillegg

planktonet på utvalgte strekninger 4–6 ganger i året både i Norskehavet (Svinøy og Gimsøy) og i Barentshavet (Fugløya–Bjørnøya og Vardø–N).

Når det gjelder mengdemåling av raudåte, mener vi at de tradisjonelle planktonhåvene gir oss gode mål på mengde og stadiefordeling. Ved undersøkelser over større områder gir denne type redskaper imidlertid dårlig dekning i tid og rom fordi det er stor avstand mellom målestasjonene. Disse håvene kan heller ikke brukes for krill og amfipoder, fordi disse er raske svømmere som lett unnviker denne typen redskaper. Havforskningsinstituttet arbeider derfor med å utvikle og ta i bruk nye metoder for mengdemåling av dyreplankton.

En ny krilltrål er utviklet for å fange ulike størrelsesgrupper krill og annet stort plankton. Trålen samler flere aldersgrupper enn tradisjonelle planktonredskaper og tråler som brukes for å ta prøver av pelagisk fisk (Figur 2). Dette er viktig for å få informasjon om lengdefordeling, kjønnsammensetning og reproduksjonsbiologi for bestandene. Trålen kan også benyttes med en såkalt Multisampler der flere poser festes i enden av trålen. Slik kan vi ta prøver fra opptil fem forskjellige dyp i samme trålhal.



Figur 2: Skisse av Multisampler. Her med kun tre poser, slik den opereres på fisketokt.





91 000 000
53 000 000
21 000 000 tonn

Utvikling av nye og supplerende målemetoder har høy prioritet i planktonarbeidet ved Havforskningsinstituttet. Vi studerer hvordan optiske og akustiske metoder kan benyttes for å gi oss mer detaljerte data, og hvordan vi skal kunne skille mellom ulike typer plankton.



Nye målesystemer

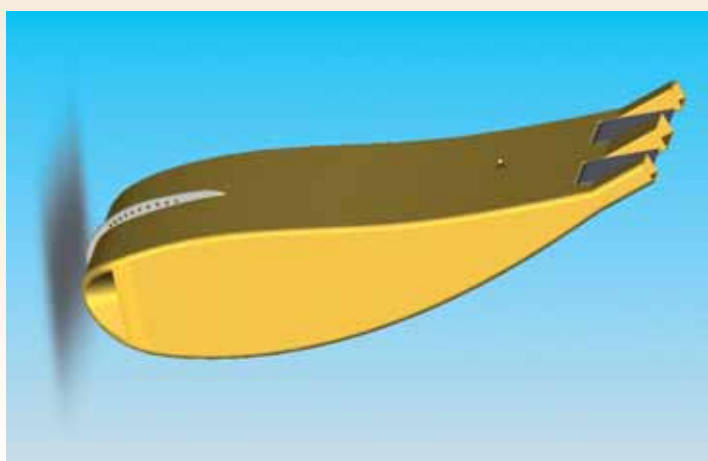
Havforskningsinstituttet benytter i dag en tauet undervannsfarkost med en rekke forskjellige måleinstrumenter (MESSOR). Vi er også i ferd med å bygge nytt system som skal ferdigstilles i 2006, med vesentlig bedre hydrodynamiske egenskaper (Figur 3). Disse farkostene utrustes med 6–7 ekkolodd, optiske systemer (OPC/LOPC), videoprofilerende planktonmåler, sensorer for registrering av salt og temperatur og fluorometer for måling av planteplankton. Et ekkolodd kan sende ut en lydimpuls og ta imot det returnerte ekkot fra organismer i sjøen flere ganger per sekund. Optiske planktontellere kan detektere flere hundre planktonorganismer per sekund.

Farkostene kan opereres fra overflaten ned til 3000 meters dyp. Tanken er å taue farkosten etter forskningsfartøyet når det beveger seg fra én målestasjon til en annen. Da kan vi få kontinuerlig og detaljert informasjon om fordeling og mengde plankton og fisk samtidig som vi kan kartlegge de fysiske og biologiske omgivelsene.

Farkostene vil kunne gå i spesifikke dyp, eller bevege seg fra overflaten til maksimumsdyp og tilbake til overflaten. Siden både krill og annet plankton forflytter seg mye opp og ned i vannsøylen, vil vi på denne måten få langt bedre kunnskap om fordeling og mengde plankton.

En tauet farkost vil også kunne bidra til å kartlegge viktige frontområder som det kan være vanskelig å få detaljkunnskap om med tradisjonell prøvetaking. Vi utvikler nå programvare for å analysere akustiske data fra ekkoloddene på de tauete farkostene og forskningsfartøyenes senkekjøl. Dette nye verktøyet, som har fått betegnelsen Large Scale Survey System (LSSS), har en egen modul for å analysere og gjenkjenne ulike typer plankton. Dette håper vi skal bidra til å klassifisere planktonet og lettere skille plankton fra fisk.

Figur 3: Figuren viser utformingen av Havforskningsinstituttets nye tauede undervannsfarkost. All instrumentering er i hovedsak bygget inn i farkosten og ligger således skjult. To kanaler i fronten på hver side forsyner måleinstrumentene med gjennomstrømmende vann. Dette har utløp gjennom tre kanaler i farkostens akterende (høyre).



87 000 000
46 000 000
34 000 000 tonn





Akustiske målinger av krill

Å mengdemåle krill ved hjelp av ekkolodd (akustikk) er en lovende metode som allerede anvendes i en enkel form på antarktisk krill. Fremdeles er det en rekke utfordringer knyttet til denne målemetoden, både ved selve mengdemålingen og i bruken av ekkolodd-data for å klassifisere akustiske registreringer. På Havforskningsinstituttets fartøyer benytter vi i dag flere frekvenser ved akustisk kartlegging og klassifisering av fisk, og vi ser at dette også vil være mulig for plankton. Vi arbeider nå for å bestemme ekkoet fra krill på alle aktuelle målefrekvenser.

Omfattende akustiske forsøk på storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) har foregått på forskningsstasjonen vår i Austevoll. En større mengde storkrill ble fanget med trål og overført til en stor pose der vi kan kontrollere temperatur, saltholdighet og lysforhold. Denne krillen er blitt brukt til å studere atferd og måle ekkomengde og målstyrke på 38, 70, 120, 200, 364 og 710 kHz for å avdekke krillens akustiske egenskaper. Dette arbeidet har gitt unik informasjon som skal brukes i klassifisering og mengdemåling av krill, blant annet i analyseverktøyet LSSS (Large Scale Survey System).



Figur 4: Akustiske forsøk på storkrill ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll.



ØKOSYSTEMBASERT FORVALTNING – EFFEKTER AV HØSTING

For å kunne si hvilke effekter et planktonfiske vil ha på økosystemet, må vi vite mer om samspillet og overføringene mellom de ulike nivåene i næringskjeden. Til det trenger vi såkalte økosystemmodeller. Disse modellene sammenstiller informasjon om det fysiske miljøet og populasjoner av plante- og dyreplankton og simulerer variasjoner i forhold som vekst, reproduksjon, dødelighet og atferd. Dessuten kan vi i disse modellene legge inn hvor mye plankton sild, kolmule og makrell spiser. Undersøkelser av

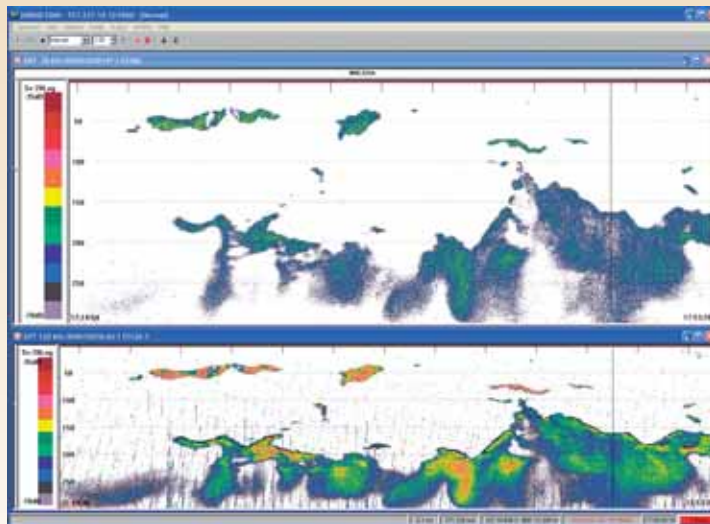
mageinnholdet hos fisk kan gi oss bedre kunnskap om de pelagiske fiskebestandenes konsum av plankton.

Flere av de elementene vi trenger til økosystemmodellene er tilgjengelige allerede i dag, men de er ennå ikke satt sammen i et helhetlig system. Havforskningsinstituttet har i første omgang planer om å utvikle økosystemmodeller for Norskehavet og Barentshavet. Da vil vi kunne simulere effekten av et fiske på planktonbestandene og på mattilbudet for de pelagiske fiskebestandene slik at vi kan gi bedre råd om høsting av plankton.



Samarbeid i Antarktis

Samarbeid med fiskerinæringen gir Havforskningsinstituttet verdifull informasjon til forskningen. Norges inntreden som aktør i fisket etter antarktisk krill har rettet nytt fokus mot utnyttelsen av krill som ressurs og som en nøkkelorganisme i det antarktiske økosystemet. I forbindelse med Det internasjonale polaråret 2007–2008 har Havforskningsinstituttet planer om deltagelse i et større toktsamarbeid i regi av CCAMLR (Convention for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) for å gjøre nye bestandsberegninger på antarktisk krill og bidra til studier av økosystemet i Antarktis. I denne forbindelse vil det bli utført forskningsarbeid om bord på Aker Seafoods fartøy "Saga Sea" i områder hvor det kommersielle krillfisket foregår. Allerede i dag er det etablert et system for å sende forskningsdata fra dette fartøyet via satellitt direkte til Havforskningsinstituttet. Vi har også forskere om bord for å observere krillfisket, studere forekomsten av krill med ekkolodd (Figur 5) og sonar og legge til rette for utvidet bruk av "Saga Sea" som forskningsplattform.



Figur 5: Ekkogram av antarktisk krill fra "Saga Sea" under fiske ved Sør-Shetlandsøyene 20. juni 2006. Øvre panel: 38 kHz. Nedre panel: 120 kHz. 63° 10.636' S, 059° 13.325' W.



UTFORDRINGER

Selv om vi i dag er i stand til å foreta mengdemålinger og grove produksjonsestimater av noen av de viktigste planktonorganismene i våre farvann, er ikke metodene og verktøyene våre tilstrekkelig utviklet for å gi presise råd til forvaltningen om høsting av plankton. Med stigende interesse for plankton som en utnyttbar ressurs, og da særlig i forbindelse med fiske etter krill i Antarktis, haster det med å styrke innsatsen på viktige felt.

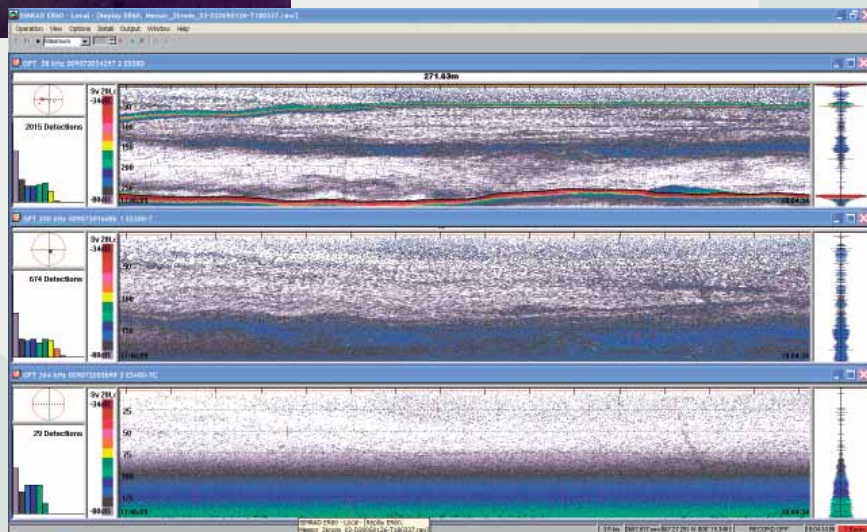


Vi må blant annet:

1. få bedre data for bestandsberegning av dyreplankton
2. bedre kunnskapen om artenes biologi og produksjon
3. ta i bruk nye supplerende mengdemålingsmetoder
4. utvikle populasjonsmodeller – særlig på krill
5. bedre kunnskapen om pelagiske fiskebestanders konsum av dyreplankton
6. ta i bruk økosystemmodeller

Figur 6: Akustiske opptak fra undervannsfarkosten MESSOR.

De akustiske registreringene i øvre (38 kHz) og midterste panel (200 kHz) viser forekomster av plankton og fisk i et tett bånd mellom 100–200 m fra farkosten. Med en tauet farkost utrustet med ekkolodd kan vi komme nærmere dyptstående plankton og få langt bedre data på forekomst enn når vi kun bruker tilsvarende ekkolodd på et forskningsfartøy. Det vil også gi bedre grunnlag for klassifisering av ekkoregistreringer. Småplankton detekteres vanligvis langt bedre ved høyere frekvenser. Nedre panel (364 kHz) viser bare svake registreringer av mindre plankton 50 m under farkosten. Dette er normalt i en situasjon midt på vinteren, da disse opptakene ble gjort.





Raudåte

De aller viktigste kopepodene i De nordiske hav og 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.



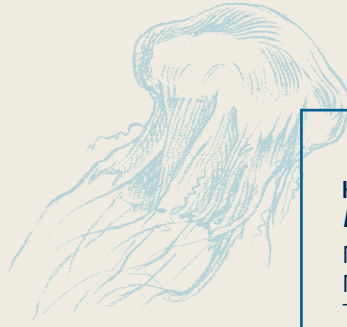
Krill – en viktig matkilde for fisk, fugl og sjøpattedyr



De aller viktigste krillartene i Norskehavet og Barentshavet er storkrill (*Meganyctiphanes norvegica*) og småkrill (*Thysanoessa inermis*). Storkrillen, tidligere gitt det treffende navnet "raudnakkåte" av fiskere i Trondheimsfjorden, basert på forekomsten av en rødlig struktur under ryggskjoldet som er en del av fordøyelsessystemet til krillen. Storkrill oppnår en størrelse på vel 40 mm, og *Thysanoessa inermis* en total lengde rundt 30 mm. Storkrill har både planteplankton og

annet dyreplankton på menyen. Den viktigste føden er imidlertid annet dyreplankton, eksempelvis raudåte. Småkrillen *Thysanoessa inermis* er i langt sterkere grad enn storkrill avhengig av planteplankton som føde. Både storkrill og småkrill er viktige næringsdyr for fisk som kolmule, lodde, sild, laks og torsk, i tillegg til sjøfugl og sjøpattedyr. Både storkrill og småkrill finnes på begge sider av Nord-Atlanteren. I våre områder er storkrill mest tallrik i den atlantiske delen av Norskehavet og i Norskerenna. Småkrill dominerer ofte i sokkelområdene langs kysten, i Barentshavet og grunnområder i vest mot Jan Mayen.

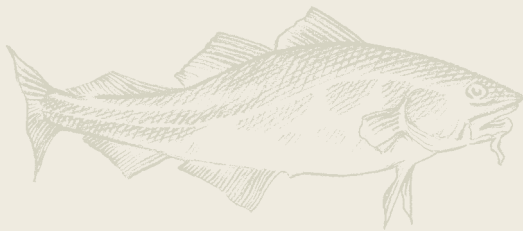




HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Nordnesgaten 50 - Postboks 1870 Nordnes
NO-5817 Bergen
Tlf: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no

www.imr.no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Sykehusveien 23, Postboks 6404
NO-9294 Tromsø
Tlf: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

NO-4817 His
Tlf: +47 37 05 90 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

NO-5392 Storebø
Tlf: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

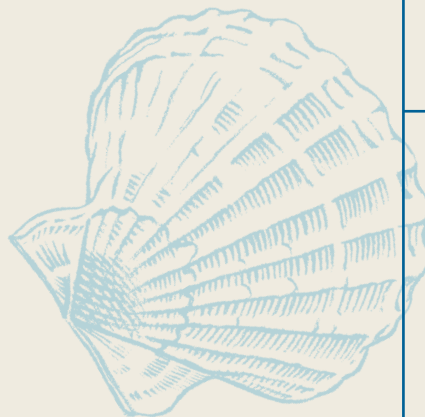
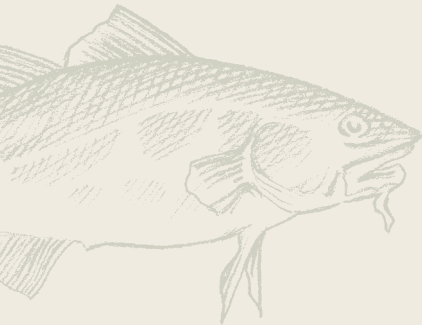
NO-5984 Matredal
Tlf: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

REDERIAVDELINGEN

Research Vessels Department
Tlf: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

INFORMASJONEN

Information
Tlf: +47 55 23 85 00 - Faks: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no



KONTAKTPERSONER

Tor Knutsen
Tlf: +47 55 23 84 76
E-post: tor.knutsen@imr.no

Webjørn Melle
Tlf: +47 55 23 84 77
E-post: webjorn@imr.no

FORSKNINGSGRUPPE

Plankton

Informasjonsrådgiver: Yvonne Robberstad
E-post: yvonne@imr.no

