

Sekundærproduksjon

Planktonmengdene i 2009 er redusert i forhold til de siste årene. Innslaget av sørlige og varmekjære arter, både krepssdyr og maneter, øker i alle havområdene. En større andel av dyreplanktonarter med senere gytetidspunkt, f.eks. *C. helgolandicus* kan virke negativt på viktige fiskebestander.

Nordsjøen

Overvåking av dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak gjøres ved regelmessig prøvetaking langs tre av Havforskningsinstituttets faste snitt: Utsira–Start Point, Hanstholm–Aberdeen og Torungen–Hirtshals samt ved en fast stasjon ved Skagerrakkysten. I tillegg kartlegges fordelingen av dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak med et tokt i april/mai.

TONE FALKENHAUG (tone.falkenhaus@imr.no) og LENA OMLI

Mengder og fordeling av plankton i 2009

Dyreplanktonmengdene (biomasse) var på samme nivå eller noe lavere i 2009 sammenlignet med året før. Dataserien inneholder imidlertid for få år til at vi kan si at dette er en trend.

Variasjonen i biomasse fulgte den samme utviklingen over året som i tidligere år. Biomassen er lav om vinteren, og øker til et maksimum i april–mai. I vintermånedene (januar og november) registreres de største forekomstene i de dypere delene av Norskerenna i Skagerrak (under 200 meters dyp). De er dominert av overvintrende raudåte (*Calanus finmarchicus*). I april står hoveddelen av biomassen i de øvre 100 meterne av vannsøylen.

Figur 1 viser romlig fordeling av plankton fra bunn til overflaten i april 2009. I de grunne, vestlige områdene varierer biomassen fra 1,2 til 3 g/m². De største planktonmengdene ble observert i østlige deler (9–20 g/m²), i kystvannet over Norskerenna, og i de sentrale delene av Hanstholm–Aberdeen-snittet (10 g/m²). Denne biomassen var dominert av raudåte, som er den viktigste komponenten i de nordlige områdene av Nordsjøen, med opptil 80 prosent av den totale biomassen av dyreplankton i vårsesongen.

Raudåte og dens nære slektning, *C. helgolandicus*, lever begge i Nordsjøen og Skagerrak. De to artene viser klare forskjeller i geografisk utbredelse og sesongmessig variasjon: Andelen av raudåte er størst i de nordlige og østlige delene av Nordsjøen (over Norskerenna), mens mengden av *C. helgolandicus* øker mot vest og sør. Raudåte dominerer om våren, mens *C. helgolandicus* er mer vanlig fra juli og utover høsten.

Den mest tallrike slekten av hoppekreps i Nordsjøen er imidlertid *Pseudocalanus*. På grunn av liten størrelse (1,0–1,5 mm), betyr den mindre enn *Calanus* spp. i form av biomasse i vårperioden. Senere på året dominerer *Pseudocalanus* spp. dyreplanktonet både i antall og i biomasse og regnes for å være den viktigste arten i næringskjeden etter *Calanus* spp.

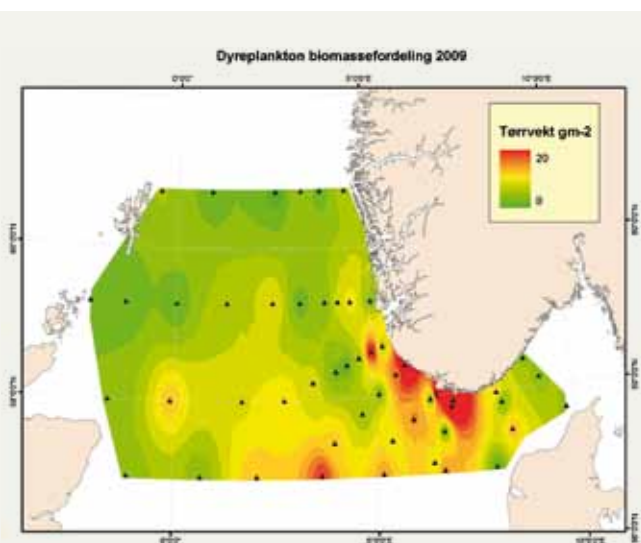
Spesielle observasjoner i 2009

I 2009 ble det registrert flere uvanlige observasjoner av maneter i Skagerrak og Nordsjøen. Sjeldne gjester som lungemanet (*Rhizostoma octopus*) og kompassmanet (*Chrysaora hyoscella*) ble rapportert langs kysten av Skagerrak og Nordsjøen i august–oktober. De siste årene har man også sett en tendens til utvidelse av sesongen for flere maneter. Ribbemaneter har vanligvis sin hovedproduksjon på vår og forsommer. I 2009 ble samtlige arter av ribbemaneter observert i den nordlige Nordsjøen så sent som i november. Vanlig brennmanet (*Cyanea capillata*) og “lysmanet” (*Pelagia noctiluca*, figur 2) ble observert langt utover høsten og vinteren (november–januar).

Endringer i dyreplanktonet over tid

Ved Skagerrakkysten har årlig gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse for årene 1994 til 2009 variert fra 0,68–1,58 g/m². Dataene har vist en økende trend i perioden 1999–2003, fulgt av en nedgang fra 2004. Gjennomsnittsverdien for 2009 er på høyde med middelet for observasjonsperioden (figur 3a).

Parallelt med nedgangen i biomasse har tettheten av hoppekreps avtatt de siste fem årene ved denne stasjonen (figur 3b). Gruppen av små hoppekreps som *Pseudocalanus/Paracalanus* spp., *Acartia* spp., *Temora longicornis* og *Oithona* spp. har dominert i antall gjennom hele undersøkelsesperioden. Lavere dyreplanktonbiomasse i perioden



Figur 1. Fordeling av dyreplankton (g tørrvekt/m²) i Nordsjøen i april 2009.

2004–2009 skyldes fremfor alt en kraftig reduksjon i tettheten av *Pseudocalanus/Paracalanus* og *Oithona* spp. Fra høye tettheter i 2003 har mengden av disse artene avtatt med 80 prosent frem til 2009. Nedgangen er spesielt fremtredende på høsten, slik at den vanlige sekundære “oppblomstringen” av små hoppekreps i august–september er kraftig redusert de siste årene. 70 prosent av vannmassene i Nordsjøen strømmer innom Skagerrak og ut av Nordsjøen som en del av kyststrømmen. Disse observasjonene kan derfor avspeile forhold og endringer i resten av Nordsjøen.

Store endringer siste 20 år

I løpet av de siste 20 årene har man observert en rekke endringer i både mengde og artssammensetning av dyreplankton i Nordsjøen. Det har skjedd en gradvis økning i forekomst og utbredelse av sydlige, varmekjære arter. Samtidig har mengden av boreale arter, som for eksempel *Calanus finmarchicus* avtatt.

I kystvannet langs Skagerrakkysten er det *Calanus finmarchicus* som dominerer om våren, mens *C. helgolandicus* opptrer i juli–august. Det er særlig denne høstfraksjonen av *C. helgolandicus* som har økt de siste årene. Ulike hypoteser er blitt foreslått for å forklare endringen i mengdeforholdet mellom *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus*, for eksempel økt havtemperatur, endret fødetilgang og redusert transport av overvintringspopulasjoner inn i Nordsjøen fra Norskehavet.

Raudåte gyter tidlig om våren, slik at maksimumstettheten av hoppekreps sammenfaller med tidspunktet for forekomsten av fiskelarver som beiter på disse. En større andel av dyreplanktonarter med senere gytetidspunkt f.eks. *C. helgolandicus* kan gi et misforhold mellom tidspunktet for klekking av fiskelarver og når deres byttedyr har sin maksimale tetthet. Slike endringer i artssammensetning, størrelsesfordeling og produksjonssykluser i dyreplanktonet vil ha betydning for høyere ledd i næringskjeden.

Et annet eksempel er den sub-tropiske vannloppen *Penilia avirostris*. Den ble for første gang observert i Nordsjøen i 1948, og registrert sporadisk ved Helgoland i begynnelsen av 1990-årene. Fra og med 1999 har arten forekommet i store mengder i de sydlige og østlige deler av Nordsjøen. Ved Arendal har *P. avirostris* blitt registrert de siste fem årene, alltid i prøver fra slutten av august.

Økte havtemperaturer øker også overlevelsesnivåen til introduserte arter som ikke hører naturlig hjemme i systemet. Et eksempel er den amerikanske lobemaneten *Mnemiopsis leidyi* som sannsynligvis ble innført til sørlige Østersjøen/Kattegat med ballastvann. Arten ble for første

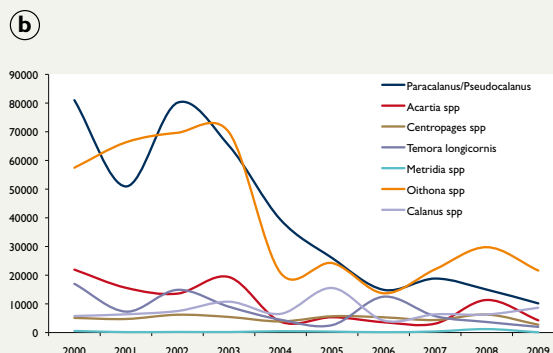
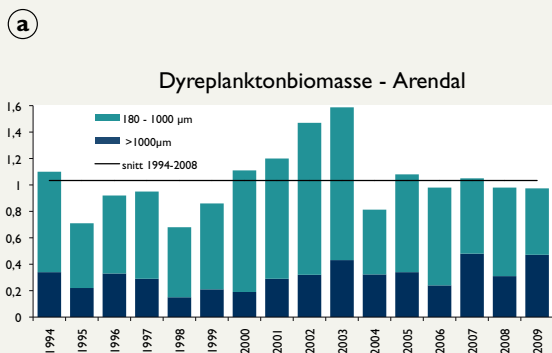


Foto: Arne Thorsen

Figur 2. Høsten og vinteren 2009–2010 ble scyphomedusen *Pelagia noctiluca* (også kalt lysmanet) observert i flere områder i nordlige Nordsjøen og langs kysten mellom Bergen og Senja (Troms). Dette er den nordligste observasjonen som til nå er gjort av arten på global basis.

gang observert i norske farvann høsten 2006. *M. leidyi* hører naturlig hjemme ved Amerikas østkyst, og har bidratt til store endringer i det pelagiske økosystemet i Svartehavet. I årene 2007–2009 har maneten forekommet i store tettheter på sensommeren og høsten langs norskekysten av Skagerrak og Nordsjøen helt opp til Mørkekysten. Arten vil sannsynligvis danne tette oppblomstringer i norske kystnære farvann hver sommer.

Maneter blir ofte underrepresentert ved standard innsamlingsmetodikk med håver. Derfor har vi mangelfull kjennskap til utbredelse, artssammensetning og økologisk betydning av gelatinøse planktonformer. Imidlertid antyder enkelte rapporter at hyppigheten av manetoppblomstringer (*Cnidaria* og *Ctenophora*) øker. Maneter er rovdyr og kan ha stor økologisk betydning som predator på andre dyreplankton og på tidlige livsstadier hos fisk.



Figur 3. Dyreplankton i de øvre 50 m ved Skagerrakkysten utenfor Flødevigen (Arendal St. 2) i perioden 1994–2009. a) Dyreplanktonbiomasse som gjennomsnittlig gram tørrvekt/m³ i de øvre 50 m fordelt på to størrelsesfraksjoner, 180–1000 µm og >1000 µm, b) Variasjon i tetthet av hoppekreps (antall/m³). Prøvetaking av dyreplankton har foregått hver 14. dag på denne stasjonen siden 1994 i regi av Klifis (tidligere SFTs) kystovervåkingsprogram.

Norskehavet

Generelt var fordelingen av planktonet i Norskehavet i mai 2009 svært forskjellig fra de siste årene da en observerte et stort område med høye konsentrasjoner mellom Jan Mayen og Island. I 2009 var mengdene i dette området relativt lave.

BJØRNAR ELLERTSEN (bjoernar.ellertsen@imr.no) og WEBJØRN MELLE

Dyreplanktonmengdene i store deler av Norskehavet måles med håv i de øvre 200 meterne. Dekningen i mai 2009 var omfattende, gjennomført med båter fra Færøyene, Island, Norge og Danmark (EU). I alt 270 stasjoner ble undersøkt for dyreplanktonmengder. Dekningen var noe mangelfull i de vestligste og nordvestligste delene av Norskehavet.

Gjennomsnittsbio massen for hele det undersøkte området har vist en nedadgående trend over flere år. I 2009 var planktonmengdene de laveste siden målingene startet i 1997, i snitt 3,9 g tørrvekt/m² mot en gjennomsnittsvækt for perioden 1997–2009 på 10,5 g tørrvekt/m² (tabell 1). De største konsentrasjonene ble observert på Haltenbanken i øst, for øvrig var det relativt høye biomasser i polarfrontområdet nordøst for Jan Mayen (figur 4). Som i 2008 ble polarfrontområdet i nordvest bare delvis dekket. I sentrale deler nord for 65°N var biomassen bare unntaksvis høyere enn 5 g tørrvekt/m².

Tabell 1 viser gjennomsnittsverdier basert på alle lands data. Den markerte nedgangen de siste årene gjenspeiles ikke like tydelig i de norske dataene, dette kan skyldes ulikt antall stasjoner og dekningsområder.

Når mengdedataene presenteres har det vært vanlig å dele Norskehavet inn i tre vannmasser basert på saltholdighet og temperatur. Dette er viktig fordi produksjonsforholdene er svært forskjellige i de ulike vannmassene. I øst har vannet en saltholdighet på under 35 og blir definert som norsk kystvann. I sentrale deler av Norskehavet er saltholdigheten over 35, og vannet blir definert som atlantisk. De kalde vannmassene i vest, med saltholdighet under 35, defineres som arktiske.

Dyreplanktonmengdene har generelt vært høyest i arktisk vann, og synes å følge samme endringsmønster som i atlantisk vann (figur 5). I kystvannet er endringene forskjellige

fra det som observeres lenger vest. Det kan derfor se ut som om prosessene som styrer dyreplanktonutviklingen i de norske kystområdene er forskjellige fra prosessene lenger ute i havet.

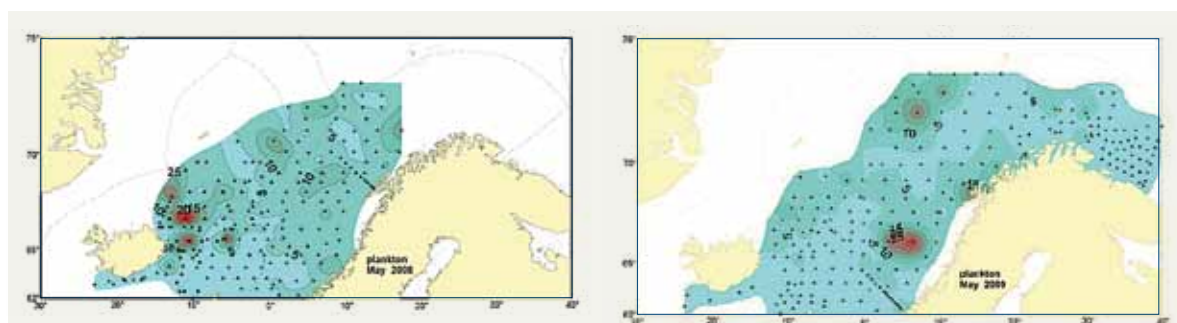
Variasjoner gjennom året

I tillegg til den omfattende deknningen i mai, har det i mange år vært gjennomført en overvåking av dyreplankton på to snitt ut fra norskekysten. Planktonmengdene på Svinøysnittet (Møre og Romsdal) er alltid lave i de øvre 200 meterne i januar fordi flere arter overlever i dypet og årets produksjon ennå ikke er begynt (figur 6). En markant økning finner vanligvis sted i april. I mai fortsetter gjerne økningen over kontinentalsokkelen, men i atlantiske vannmasser begynner da en nedgang. Nedgangen fortsetter i juli, og i november er en tilbake til vintersituasjonen, hvor raudåta og annet plankton, som utgjør storparten av biomassen, har vandret ned på dypet for å overvintre.

Totalt sett var biomassene på Svinøysnittet 2009 lavere enn tidligere observert, spesielt gjaldt dette for den delen av snittet som ligger i atlantiske vannmasser.

Innslag av sørlige arter langs kysten

I senere år har vi sporadisk observert mer sørlige og varmekjære planktonorganismer sør i Norskehavet, men også lenger nord langs kysten. Dette kan skyldes temperaturøkning eller økt vanntransport sørfra. Sørlige hoppekreps som *Mesocalanus tenuicornis*, *Phaenna spinifera*, *Euchaeta hebes* og *Scottocalanus securifrons* øker i antall og hyppighet. Nye arter for området, hoppekrepsene *Undeuchaeta plumosa*, *Comantenna* sp. og *Metridia brevicaudata*, ble også observert i 2009. Som i 2008 ble vingene *Cymbulia peroni* også observert flere ganger. Den har ikke forekommet



Figur 4 Planktonfordeling i Norskehavet i de øvre 200 m i mai 2008 (venstre) og 2009 (høyre). Verdiene er oppgitt i gram tørrvekt/m², og er basert på norske undersøkelser.

Tabell 1.

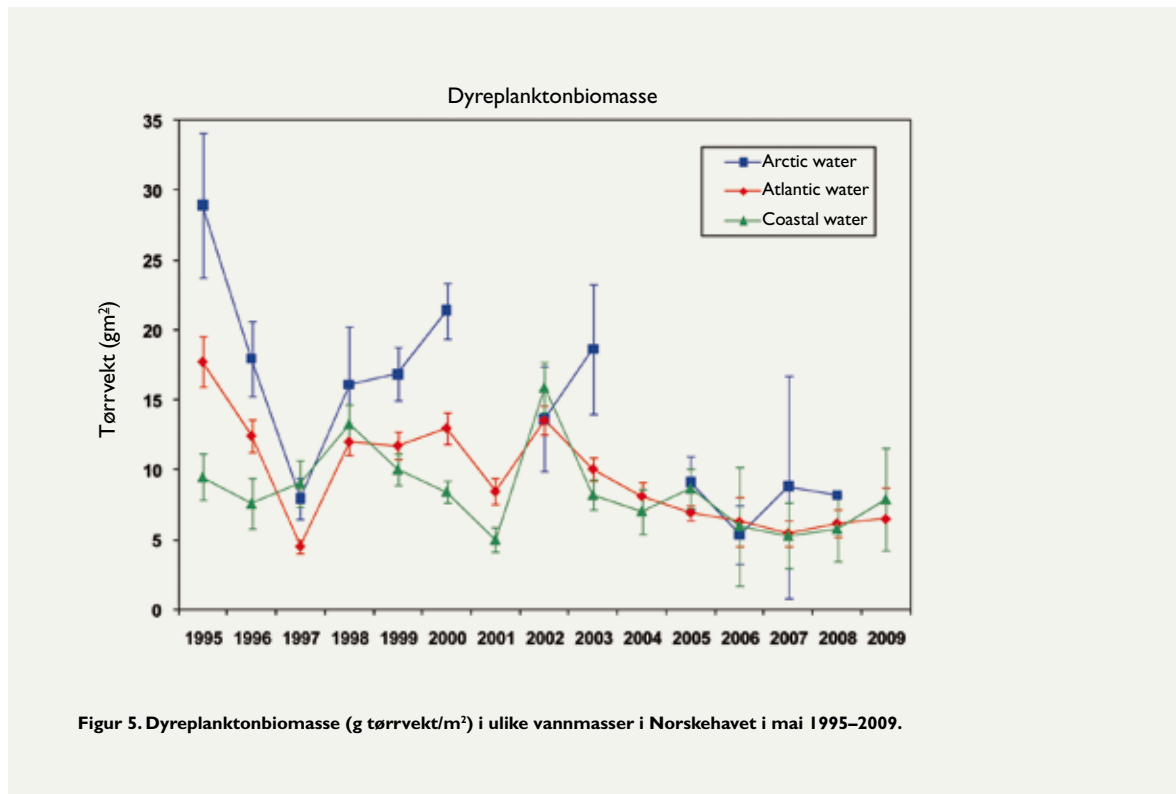
ÅR	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Gj. snitt
Totalt areal	8,2	13,4	10,6	14,2	11,6	13,1	12,4	9,2	9,2	8,9	8,0	7,1	3,9	10,0
Omr. V for 2°V	9,1	13,4	13,5	15,7	11,4	13,7	14,6	9,2	10,7	12,6	10,3	7,1	4,4	11,2
Omr. Ø for 2°V	7,5	14,4	10,2	11,8	8,7	13,6	9,0	8,0	8,2	4,8	5,6	7,1	3,3	8,6

i prøvene våre tidligere. I juli–august ble det flere ganger observert flytende tang hvor det var festet sørlige arter av andeskjell, *Lepas* sp. Nytt i år er også flere funn av maneten “portugisisk krigsskip”, *Physalia* sp.

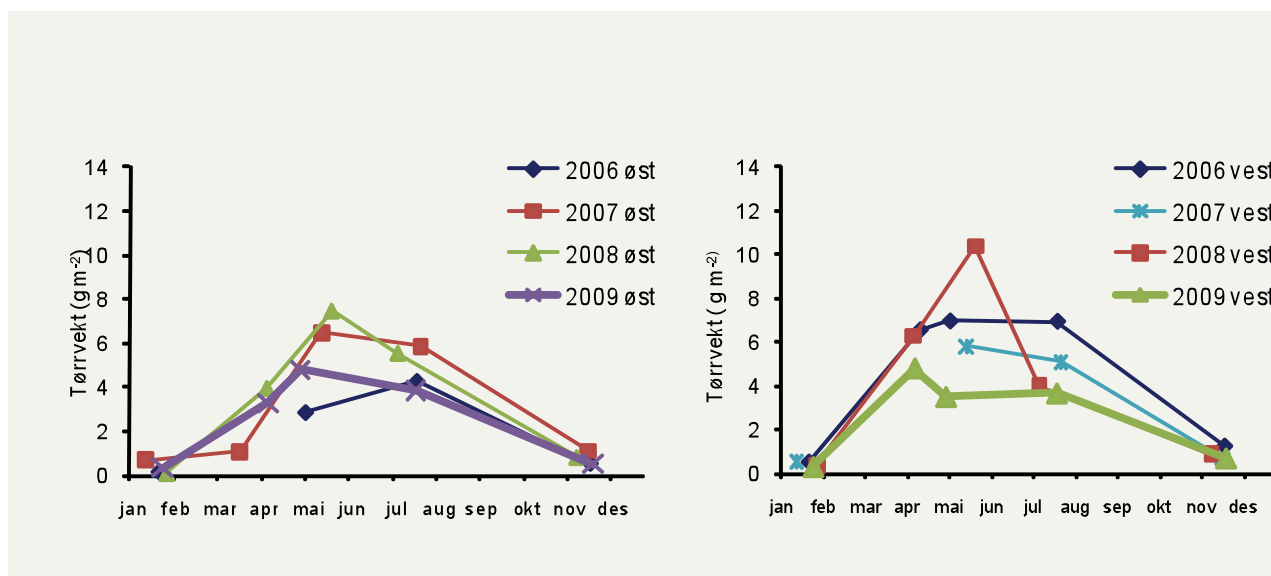
Som i Nordsjøen synes det å skje en endring i forholdet mellom mengdene av hoppekrepsene *Calanus finmarchicus* og *C. helgolandicus*. Prøver fra Svinøysnittet fra 1995 og

fram til 2009 har derfor vært undersøkt på nytt kun med hensyn til *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus*.

Selv om alle prøvene ennå ikke er opparbeidet kan det synes som det er mer *C. helgolandicus* i atlantisk vann etter 2004. I kystvann er denne arten vanlig i hele tidsperioden, men det må opparbeides flere prøver, særlig fra de tidligste årene, før en kan slå fast at det er en trend i forekomstene.



Figur 5. Dyreplanktonbiomasse (g tørrvekt/m²) i ulike vannmasser i Norskehavet i mai 1995–2009.



Figur 6. Gjennomsnittlige dyreplanktonmengder (g tørrvekt/m²) i de øvre 200 m på Svinøysnittet 2005–2009. Venstre: østlig del av snittet, sokkel og kontinentalskråning. Høyre: vestlig del av snittet, kontinentalskråning og dyphav.

Barentshavet

Et karakteristisk trekk for 2009, som også kunne observeres i 2008 og 2007, er de svært lave dyreplanktonmengdene sentralt i Barentshavet, særlig knyttet til de store, grunne bankene og nærliggende områder.

TOR KNUTSEN (tor.knutzen@imr.no) og PADMINI DALPADADO

I likhet med 2007 og 2008 ble det i 2009 funnet mest plankton i sørvest og spredte forekomster langs lengdegrad 30°Ø (figur 7). Disse områdene er påvirket av innstrømmende varmt og planktonrikt atlantisk vann som vanligvis strekker seg nord- og østover inn i Bjørnøyrenna. Figuren viser også lave forekomster av plankton nordøst for Bjørnøya, et grunnområde som normalt er påvirket av kaldt, arktisk vann. Tradisjonelt finner vi høye planktonverdier i den nordlige delen av det undersøkte området. Dette vises ved de høyere forekomstene rundt Kong Karls land. Nær norskekysten var mengden dyreplankton mer flekkvist fordelt.

Gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse i 2009, basert på norske størrelsesfraksjonerte data, var 5,87 g tørrvekt/m² (figur 8), en ytterligere nedgang i forhold til de to foregående år, henholdsvis 7,13 og 6,48 g tørrvekt/m² i 2007 og 2008. For første gang ble det i 2009 målt mengder dyreplankton i området rundt Svalbard. Her var gjennomsnittlig biomasse 8,13 g tørrvekt/m².

Fordeling i vannmasser

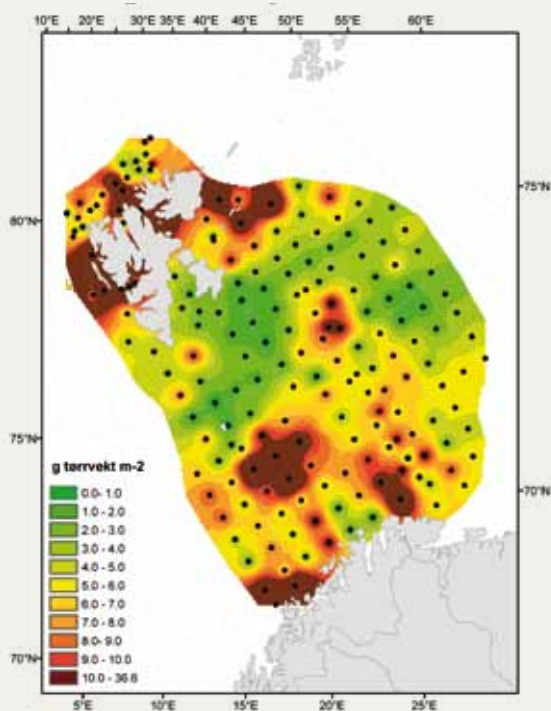
Mengden og fordelingen av dyreplanktonet i Barentshavet er avhengig av en rekke faktorer. For eksempel er innstrømming av atlantisk vann fra Norskehavet viktig for å opprettholde en høy bestand av raudåte. Vannmassenes betydning for mengde dyreplankton i 2009 er vist i tabell 1. Dessuten er det vist en tidsserie for perioden 2005–2009 i figur 9. I likhet med tidligere år var atlantisk vann det mest

planktonrike også i 2009. Det er verdt å merke seg at det har vært en klar nedgang i planktonmengdene i atlantisk vann i perioden 2006–2009. En tilsvarende trend viser målingene i de andre vannmassene, med unntak av 2009 da en observerte en liten økning i biomassene. Biomassene i 2009 er fortsatt langt under langtidsmiddelet.

Beitepress

I 2009 var mengdeindeksen for 0-gruppe lodde rekordhøy, ca. to ganger langtidsmiddelet. For annen 0-gruppe fisk var mengdeindeksene lavere eller nær gjennomsnittlig verdi med unntak av hyse og torsk, som sannsynligvis har hatt en rekruttering over gjennomsnittet. Sammen med loddebestandens totale størrelse på ca. 3,8 millioner tonn betyr dette trolig et høyt beitepress på dyreplanktonet i Barentshavet i 2009, på linje med det som er antatt for 2008.

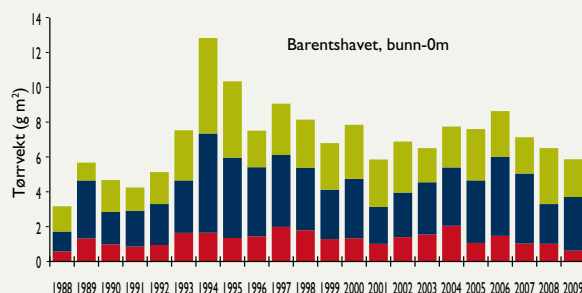
Jo høyere overvintringsbestanden av dyreplankton er, jo større produksjon av egg og larver kan ventes året etter, hvis forholdene ellers ligger til rette. Dyreplanktonbestanden i Norskehavet har vist en avtagende tendens over flere år, i 2009 på tilnærmet samme lave nivå som i 2008. Hvorvidt det er en sammenheng mellom endringer her og det som skjer i deler av Barentshavet er vanskelig å fastslå direkte, men utgangspunktet for import av dyreplankton fra Norskehavet og for lokal produksjon i Barentshavet i 2010, kan være svakere enn det som var antatt for 2009.



Figur 7. Fordeling av dyreplankton tørrvekt (g/m²) fra bunn til overflate i 2009. Data basert på WP2-håv.

Tabell 1. Dyreplankton tørrvekt (g/m²) fordelt på vannmasstyper i 2009. Data kun basert på WP2-håv.

VANNMASSE	ANTALL STASJONER	GJENNOMSnittlig TØRRVEKT	STANDARD- AVVIK
Nordatlantisk vann	73	7,32	4,21
Kystvann	4	13,50	9,12
Kyst/nordatlantisk vann	11	6,51	4,91
Smeltevann	10	1,78	1,19
Arktisk vann	28	5,34	4,73
Polarfront vann	58	5,78	6,79



Figur 8. Tørrvekt fordelt på størrelse av dyreplankton (g/m²) i Barentshavet beregnet på grunnlag av WP2-håvtrekk fra bunn til overflate.

Lodde er en av de største predatorer på dyreplankton og har vesentlig innvirkning på dyreplanktonbestanden, spesielt i år hvor loddebestanden er høy (figur 10). Den betydelige økningen i loddebestanden fra 2006 til 2008, med en fortsatt høy bestand i 2009 samt lav dyreplanktonbiomasse, synes å understreke denne sammenhengen. Resultater fra mageundersøkelser viser at hoppekreps (*Calanus*) og krill er loddas viktigste byttedyr i sentrale deler av Barentshavet. I kaldere vann utgjør *C. glacialis* sammen med *C. finmarchicus* en stor del av dietten. Av krillartene synes *T. inermis* å være den viktigste. I noen av loddemagene har vi observert mer enn 20 krill av størrelse 15–25 mm, som om høsten når målingene er gjort, kan utgjøre opptil 50 prosent av loddas diett.

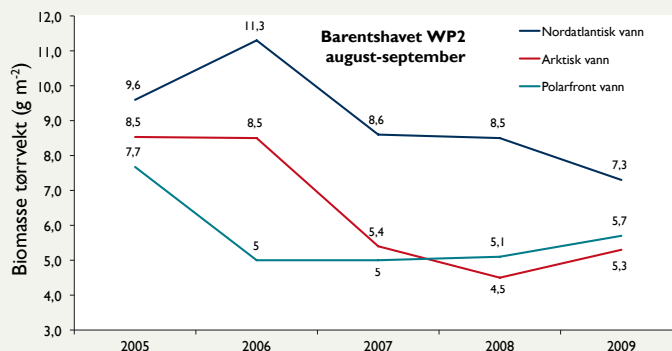
Calanus artssammensetning på Fugløya-Bjørnøya-snittet

Overvåking av artssammensetningen kan gi et tidlig varsel om endringer i økosystemet. Et ledd i dette arbeidet er å etablere en tidsserie over sammensetningen av dyreplankton fra snittet mellom Fugløya og Bjørnøya. I 2008 og 2009 var gjennomsnittlig mengde av hoppekrepsene *C. finmarchicus*, *C. glacialis* og *C. hyperboreus* på snittet lavere enn hva som ble observert i 2007 (figur 11). Verdiene for *C. finmarchicus* er omtrent en faktor på 10 høyere enn for *C. glacialis*, og nesten en faktor på 100 høyere enn for *C. hyperboreus*. Dette viser betydningen av raudåte, *C. finmarchicus*, ved inngangen til Barentshavet. Nedgangen for *C. finmarchicus* kan skyldes lavere mengder dyreplankton i innstrømmende atlantisk vann fra Norskehavet, økt predasjon, eventuelle endringer i lokale produksjonsforhold eller en kombinasjon av disse faktorene. Den kraftige nedgangen for *C. glacialis* og *C. hyperboreus* de seinere årene kan skyldes at området er mer påvirket av atlantiske vannmasser enn tidligere. Hvis man sammenlikner med årene før 1998 er mengdene *C. glacialis* på Fugløya-Bjørnøya-snittet betydelig lavere for perioden 2003–2008.

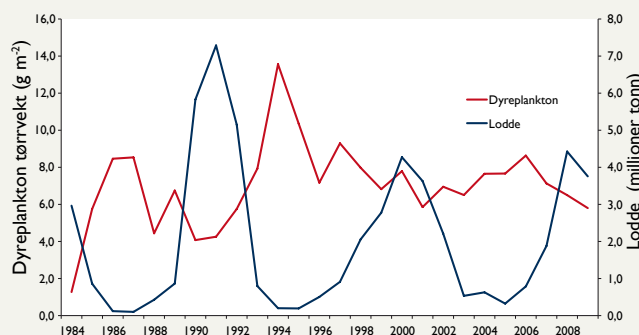
Nylige toktobservasjoner indikerer også at det er færre *T. libellula* (arktisk amfipode) i området enn tidligere. Likhende resultater fra Barentshavet er også rapportert fra russiske kolleger. Selv om data fra Barentshavet indikerer at det er en tilbakegang for spesifikke arktiske arter i noen områder, trengs det data fra lengre perioder for å etablere robuste historiske referanser som kan bekrefte dette. Opparbeiding av ytterligere materiale fra tidsseriens begynnelse er et viktig element i dette arbeidet.

Som i Nordsjøen og Norskehavet er det ved inngangen til Barentshavet observert en økning i *C. helgolandicus* de siste årene, selv om mengdene er betraktelig lavere enn lenger sør. Ytterligere historisk prøvemateriale vil bli analysert med hensyn til forekomstene av *C. helgolandicus*. Dette arbeidet vil gjennomføres i samarbeid med planktonundersøkelsene i Nordsjøen og Norskehavet.

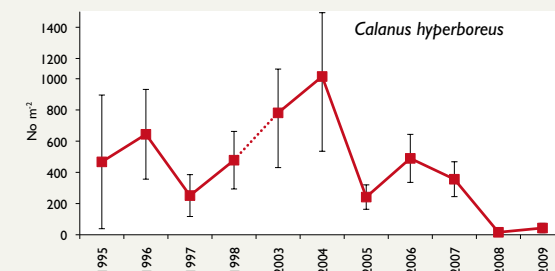
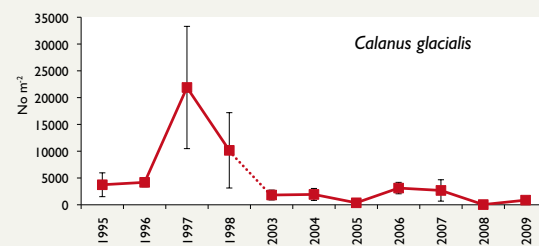
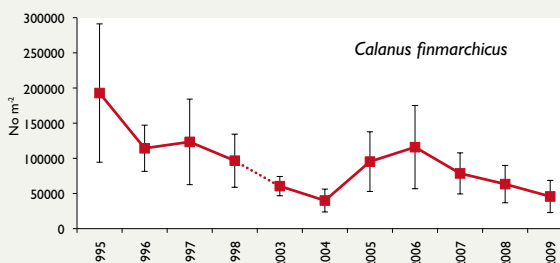
Klimaendringer kan påvirke utbredelsen og produksjonen av dyreplankton i Barentshavet på ulike måter. I de sørlige og vestlige deler av havet er vannmassene direkte påvirket av transporten av varmt atlantisk vann fra Norskehavet. Med økende temperatur venter en at dominerende varmtvannsarter som hoppekrepsen *Calanus finmarchicus* og krillen *Thysanoessa inermis* øker sitt utbredelsesområde i nordlig retning. Våre data fra de siste årene synes å indikere at *Thysanoessa inermis* er mer tallrik lenger nord i den vestlige delen av Barentshavet enn det vi har observert tidligere. Disse observasjonene støttes av at denne krillarten synes å være en stadig viktigere komponent i dietten til lodde og torsk.



Figur 9. Dyreplankton tørrvekt (g m⁻²) fordelt på vannmasstyper i perioden 2005–2009. Data kun basert på WP2-håv.



Figur 10. Årlige variasjoner i dyreplanktonbiomasse og loddebestanden i Barentshavet. Data for dyreplankton er basert på WP2-håv.



Figur 11. Årlig gjennomsnittlig forekomst av hoppekrepsene *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* og *C. hyperboreus* på Fugløya-Bjørnøya-snittet (4 stasjoner) i periodene 1995–1998 og 2003–2009.