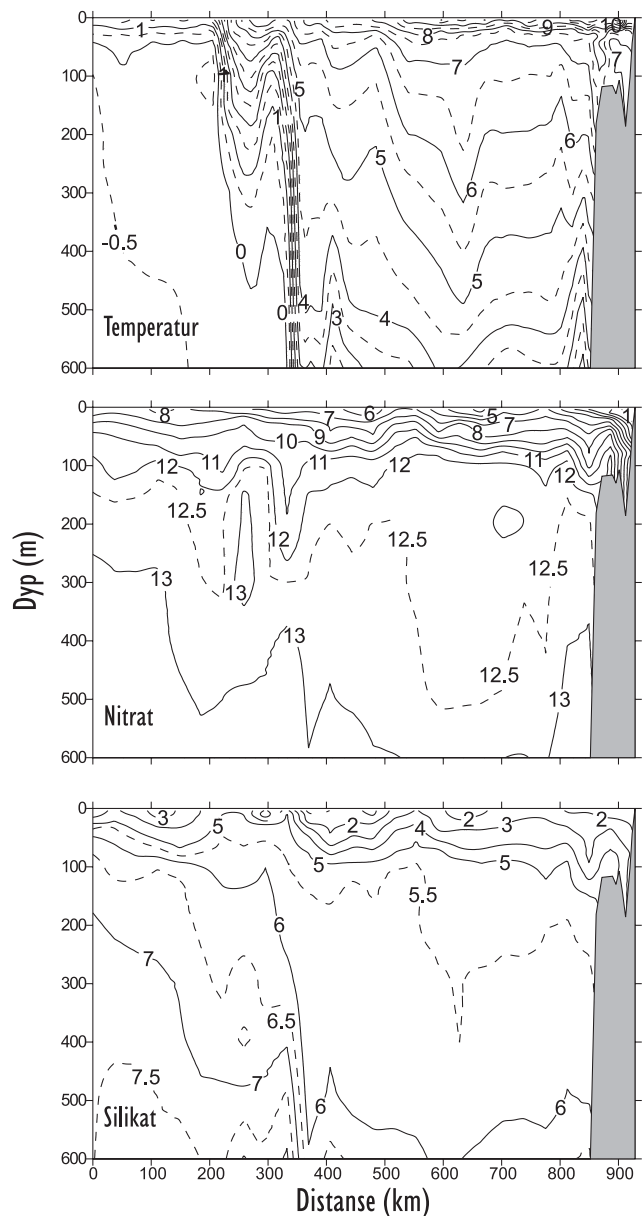


Norskehavet og Grønlandshavet er to viktige områder for instituttets virksomhet. Norskehavet pga. sin betydning som beiteområde for viktige fiskeslag som sild, kolmule, makrell og laks, og Grønlandshavet som et område for dypvannsdannelse. Dypvannsdannelsen er regnet som en av flere viktige drivkrefter i strømsystemene i De nordiske hav. Havforskningsinstituttet har styrket overvåkingen i disse havområdene i de siste årene med et fast tokt i mai/juni. På disse toktene gjennomføres undersøkelser av fysikk, kjemi og biologi.

Noen av de viktigste faktorene for den biologiske produksjonen i Grønlandshavet er isutbredelsen om vinteren og våren, og ismeltingen om sommeren. Når isen smelter, dannes det et lett ferskvannslag i overflaten som er så stabilt at det ikke lett blandes med det saltare vannet under. Et slikt stabilt lag er en nødvendig betingelse for oppblomstring av planteplankton tidlig om våren. I områder som ikke blir dekket av is om vinteren, utvikler stabiliteten i overflatelaget seg mye langsommere, og da hovedsakelig som et resultat av oppvarmingen fra atmosfæren. Undersøkelsene gjennomført i perioden 1993-99 har vist at oppblomstringen begynner ved iskanten og deretter i de sentrale deler av Grønlandshavet. Som regel er oppblomstringen dominert av kiselalger (diatomeer). Utover våren blir kiselalgenes vekst hemmet av silikatmangel, og flagellaten *Phaeocystis pouchetii*, som ikke er avhengig av silikat, overtar. Utover sommeren forbruket denne algen det meste av nitraten i overflatelaget.

Etter mange års undersøkelser av næringsalter og planteplanktonvekst i Grønlandshavet og Norskehavet, kan man av erfaring si noe om forløpet av våroppblomstringen ved å betrakte mengden av næringsalter og temperaturforholdene i de forskjellige vannmassene. Figur 2.10 viser (ovenfra og ned) fordeling av temperatur, nitrat og silikat i juni 2002 langs et utvidet Gimsøy-NV-snitt fra norskekysten og ut til de sentrale delene av Grønlandshavet. Temperaturfiguren viser tydelig Den arktiske fronten (tette, nesten vertikale temperaturisoliner), som skiller de kalde vannmassene i Grønlandsbassenget fra de varme vannmassene i Norskehavet. Grunnen til at fronten viser seg skarpere enn tidligere år skyldes større stasjonstetthet i 2002 på tvers av fronten. Man ser også at en vertikal temperaturgradient (dvs. en forsterket lagdeling i overflatelaget), forårsaket av oppvarmingen av overflatelaget, er under utvikling over den norske kontinentalsokkelen og på vestsiden av Den arktiske fronten. Disse temperaturgradientene har stor betydning for planteplanktonoppblomstringen. Lave nitrat- og silikatverdier indikerer at næringsalter forbrukes og at oppblomstringen er i gang. Nedgangen i nitrat og silikat er som regel noenlunde



**Figur 2.10**

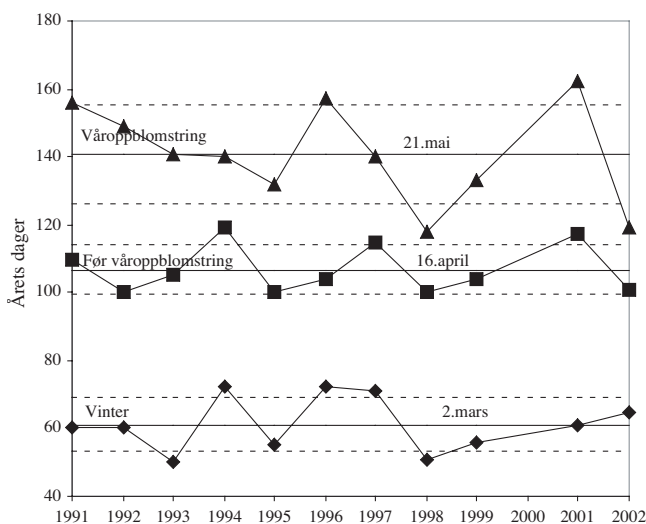
Vertikalfordeling av temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ , øverste panel), nitrat ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ , midtpanel) og silikat ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ , nederste panel) i de øverste 600 m langs Gimsøy-NV-snittet i juni 2002.

Vertical distribution of temperature ( $^{\circ}\text{C}$ , upper panel), nitrate ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ , middle panel) and silicate ( $\mu\text{mol kg}^{-1}$ , lower panel) in the upper 600 m along the Gimsøy-NW-section in June 2002.

lik når planteplanktonsamfunnet består av en blanding av diatomeer og andre mikroalger. I juni 2002 ble det observert flere områder langs Gimsøysnittet hvor silikaten var nesten uttømt, mens det fortsatt var betydelige mengder av nitrat igjen. Disse områdene var nesten fullstendig dominert av diatomeer.

### Værskipsstasjon M (66°N, 02°Ø)

Som nevnt tidligere har de fysiske forholdene i overflatelaget stor betydning for utviklingen av primærproduksjonen i Norskehavet. Viktigst i denne sammenheng er faktorer som lysforhold og lagdeling i vannmassene. Oseanografiske undersøkelser foretatt siden 1948 på Værskipsstasjon M (Mike) i Norskehavet (Figur 0.1), har bidratt til utforming av teorien om hvordan fysiske forhold påvirker utviklingen av planteplanktonets vekst om våren. Havforskningsinstituttet har siden 1990 utført regelmessige fysiske og biologiske observasjoner på Stasjon M i Norskehavet. Observasjonene tas fra værskipet MS "Polarfront". Innsamlingshyppigheten er avhengig av type parameter og har variert fra daglige til ukentlige målinger.



**Figur 2.11**

År-til-år-variasjoner i diverse faser i planteplanktonets utvikling ved Stasjon M i perioden 1991-2002. Sirkler: vinterperiode; firkanter: "prebloom"-periode; dianter: våroppblomstring. Hel linje representerer middel og stiplet linje ett standardavvik.

*Year to year variation in the different phases of the development of phytoplankton at Ocean Weather Station Mike in the period 1991 to 2002. Circles: winter phase; squares: pre-bloom phase; diamonds: spring bloom. Continuous lines represents the average for each period. Broken lines represents one standard deviation for each period.*

Tidsvariasjonene i konsentrasjonen av klorofylla (en indeks for algemengde) brukes for å anslå utviklingen i planteplanktonsamfunnet ved Stasjon M. I tidligere rapporter (se *Havets miljø 2000*) har vi sett at utviklingen av planteplanktonvekst i det første halvåret kan deles i tre faser. En vintersituasjon fram til månedsskiftet februar-mars, en "prebloom"-periode fra februar-mars til ca. midten av april, etterfulgt av våroppblomstringen som kulminerer i andre halvdel av mai.

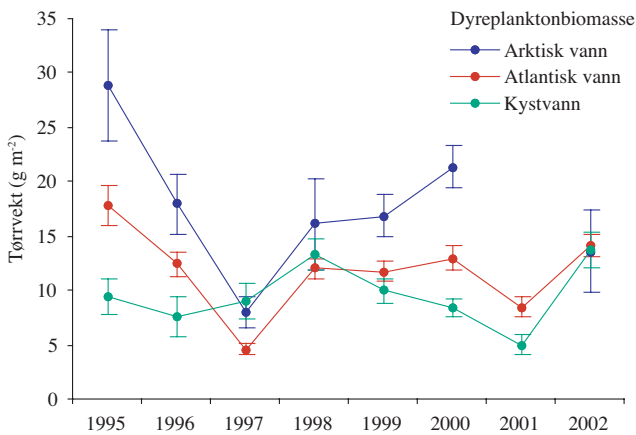
Den nå elleve år lange tidsserien av målinger ved Stasjon M (1991-2002) gir oss anledning til å se hvordan tidspunktet for våroppblomstringen varierer fra år til år i denne delen av Norskehavet. I Figur 2.11 er de tre fasene for planteplanktonets utvikling angitt. Vi ser at vinterperioden i et "normalår" varer fram til ca. 2. mars. I hele perioden lå varigheten av vinterperioden innenfor ett standardavvik fra det normale. "Prebloom"-perioden strekker seg i gjennomsnitt fra 2. mars til 17. april. Også her lå de årlige variasjonene som regel innenfor ett standardavvik. Selve våroppblomstringen starter normalt om lag 17. april og oppnår et maksimum ca. 21. mai, men her har de årlige variasjonene vært langt større og da særlig i de siste årene. I perioden 1991-1998, med unntak av 1996, så det ut til at våroppblomstringen har inntruffet tidligere for hvert år og har kortere varighet. Fra 1998 til 2001 har selve oppblomstringen vart lenger og kulminert senere. I 2002 var situasjonen fram til "prebloom"-perioden noenlunde som forventet, men våroppblomstringen tok til mye tidligere enn i 2001, nesten på samme tidspunkt som i 1998, som er tidligst i undersøkelsesperioden.

Årsaken til stadig tidligere våroppblomstringer i perioden 1991-1998 og 2002 er uklar, men mye tyder på at økt transport av arktisk vann til Norskehavet via Østlandsstrømmen kan ha vært en viktig faktor. Disse vannmassene har større vertikal stabilitet og kan ha redusert dybden på blandingslaget om vinteren. Dette kan medføre en raskere oppvarming om våren og en tidligere lagdeling i overflatelaget, med en tilsvarende tidligere våroppblomstring.

### Dyreplankton

Innsamling av dyreplankton i Norskehavet er som tidligere år foretatt med en flerpose-planktonhåv (MOCNESS) og med en ordinær loddrett trukket planktonhåv, WP-2. I disse relativt små redskapene fanges hovedsakelig de mindre planktonorganismene, mens store organismer som krill og amfipoder fanges dårlig. Om våren og sommeren ble det derfor i tillegg tatt prøver med en pelagisk trål (Åkratrål med finmasket innernett) for å fange større planktonorganismer.

Dyreplanktonbiomassen i store deler av Norskehavet måles i mai med håv i de øvre 200 m. Når dataene presenteres deles Norskehavet inn i tre vannmasser basert på vår kunnskap om hydrografien. Dette er viktig, fordi produksjonsforholdene er svært forskjellige i de ulike vannmassene. Vannmassene i øst med en saltholdighet under 35 blir definert som norsk kystvann, vannmassene i det sentrale Norskehavet med en



**Figur 2.12**

Dyreplanktonbiomasse (g tørrvekt m<sup>-2</sup>) i ulike vannmasser i Norskehavet i mai 1995-2002. Zooplankton biomass (g dry weight m<sup>-2</sup>) in different water masses in the Norwegian Sea in May 1995-2002.

saltholdighet over 35 blir definert som atlantisk vann, og vannmassene i vest med en saltholdighet under 35 blir definert som arktisk vann.

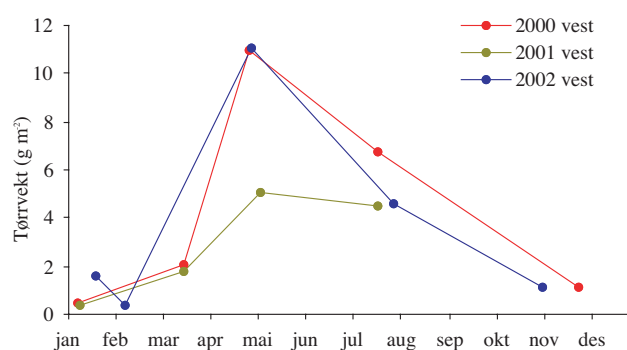
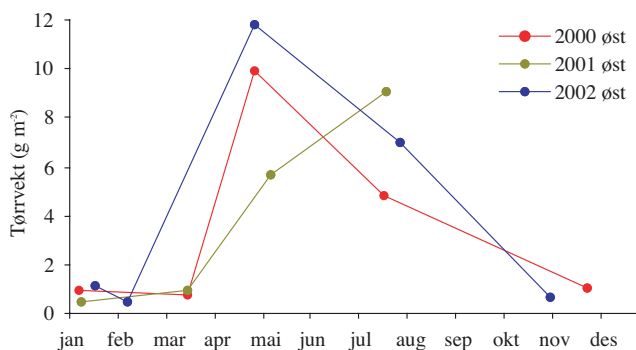
Dyreplanktonbiomassen er generelt høyest i arktisk vann, mens variasjonen i biomasse mellom år er relativt lik i atlantisk og arktisk vann (Figur 2.12). I begge vannmasser var biomassen høy i 1995, for så å avta til et minimum i 1997. Deretter økte biomassen igjen. I kystvannet var endringene i biomasse forskjellige fra det som ble observert

lenger vest i havet. Det synes altså som om prosessene som bestemmer dyreplanktonproduksjonen i de norske sokkelområdene er forskjellige fra prosessene lenger ute i havet. Dyreplanktonbiomassen i atlantisk vann og i kystvann i 2002 viste en klar oppgang sammenlignet med 2001. På grunn av redusert toktid kunne dyreplanktonbiomassen i arktisk vann ikke måles i 2001. I 2002 var biomassen i arktisk vann under middels.

I tillegg til innsamlingen i Norskehavet ble det også tatt planktonprøver på to snitt fra norskekysten og ut i Norskehavet, det ene ved Svinøy (Møre og Romsdal), det andre ved Gimsøy (Nordland) (Figur 0.1).

Miljøundersøkelser av denne typen har de senere årene vært gjenstand for en redusert prioritering ved Havforskningsinstituttet. Snittet ble dekket ti ganger i 1998, dette ga et relativt godt innblikk i planktondynamikken og de sesongmessige variasjonene i planktonmengde- og sammensetning. Totalantallet deknninger de påfølgende årene har variert mellom 4 og 6. I fjor ble Svinøy- og Gimsøysnittene dekket henholdsvis 5 og 4 ganger.

Figur 2.13 viser mengdene av dyreplankton i de øvre 200 meter på Svinøysnittet i 2000-2002 som et gjennomsnitt for henholdsvis de østlige og vestlige deler av snittet, basert på prøvetakingene med WP-2 håv. Den østlige delen omfatter stasjoner over kontinentalsokkelen og noe av kontinentalskråningen, og er i hovedsak karakterisert av kystvannmasser. Den vestlige delen av snittet strekker seg fra kontinentalskråningen og nordvestover mot den arktiske fronten, hovedsakelig i atlantiske vannmasser.



**Figur 2.13**

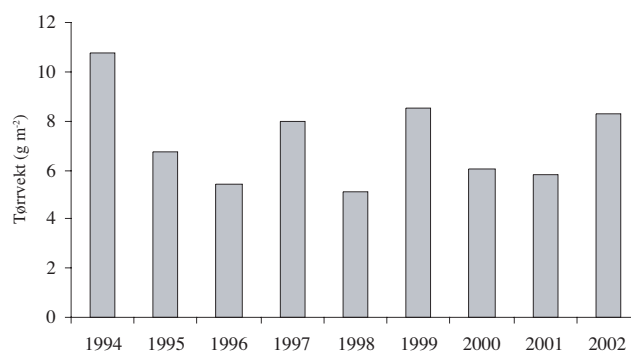
Dyreplanktonmengder (g tørrvekt m<sup>-2</sup>) på Svinøysnittet fra 2000 til 2002. Venstre: østlige del av snittet; sokkel og kontinentalskråning. Høyre: vestlige del av snittet, kontinentalskråning og dyphav. Zooplankton biomass (g dry weight m<sup>-2</sup>) at the Svinøy transect from 2000 to 2002. Left: Eastern part of the transect. Left: Western part of the transect.

Planktonmengdene var noe høyere tidlig i januar (vel  $1 \text{ g m}^{-2}$  både i østlige og vestlige del av snittet) enn under den andre deknningen av snittet tidlig i mars. I månedsskiftet april/mai ble det observert vel  $11 \text{ g plankton m}^{-2}$  både i øst og vest. Dette er langt høyere enn året før, og av samme størrelse som på samme tid i 2000. Den fjerde deknningen tidlig i august viste at planktonmengdene var redusert til ca.  $7 \text{ g m}^{-2}$  i østlige del og til  $4,6 \text{ g m}^{-2}$  i vestlige del. På dette tidspunkt var planktonmengdene i kystvannet og over kontinentalsokkelen lavere enn året før, mens i atlantehavsvannet ganske likt foregående år. Den femte og siste deknningen av snittet ble foretatt den første uken i november. I den østlige delen av snittet var biomassen  $0,7 \text{ g m}^{-2}$ . Lenger til havs var planktonmengden også lav, ca.  $1,1 \text{ g m}^{-2}$ . Disse verdiene kan ikke sammenlignes med fjorårets, siden siste dekning i 2001 ble foretatt i august, men mengdene er lavere enn i november 1999 og 2000.

En relativt stor årlig variasjon mellom planktonbiomassene i overflatelaget om sommeren må forventes, siden stadietviklingen hos de viktigste planktonorganismene varierer noe i tid mellom årene, likeens tidspunktet da store deler av planktonmengden søker mot større dyp for overvintring. En lav dekningsgrad av disse undersøkelsene innebærer at en mellomårlig sammenligning er usikker.

Figur 2.14 viser gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton i Norskehavet i juli-august fra 1994 til 2002. Planktonmengdene om sommeren varierer relativt mye fra år til år. Mens det i 1994 ble observert en gjennomsnittlig planktonmengde på ca.  $11 \text{ g m}^{-2}$  i Norskehavet, fant en i 1998 under  $6 \text{ g m}^{-2}$ . Fjoråret ga en verdi på  $8,3 \text{ g m}^{-2}$ , dette er noe høyere enn snittet for perioden 1994–2002 på  $7,15 \text{ g m}^{-2}$ . Imidlertid var prøvetakingen i fjor sommer spesielt mangelfull, og dataene er dermed usikre. Mens det i 2001 ble tatt vel 70 håvtrekk i området, var antallet i 2002 redusert til 24.

Totalt sett synes planktonsituasjonen i 2002 å være som i et normalår.



**Figur 2.14**

Midlere biomasse av dyreplankton (tørrvekt  $\text{g m}^{-2}$ ) i Norskehavet i juli-august fra 1994 til og med 2002. Mean zooplankton biomass (g dry weight  $\text{m}^{-2}$ ) in the Norwegian Sea in July-August 1994-2002.

### Beiteforhold for sild

Silda beiter hovedsakelig i atlantisk vann og i blandingsvannmassene nær den arktiske fronten vest i Norskehavet. For å studere sildas mattilbud er det derfor naturlig å sammenligne veksten hos silda med dyreplanktonbiomassen i atlantiske vannmasser. Det ble funnet en god sammenheng mellom dyreplanktonbiomasse i atlantisk vann om våren og kondisjonen hos silda ved tilbakekomst til overvintringsområdet i desember (Figur 2.15). I 1999 så vi en klar endring i vandringsadferden hos silda, i og med at silda hadde en mer vestlig fordeling. Det året beitet derfor silda i større grad i arktiske vannmasser der dyreplanktonbiomassen er betydelig høyere. Det kan forklare den høye kondisjonen hos silda i 1999 i forhold til dyreplanktonbiomassen i atlantisk vann. Kondisjonen hos silda i 2001 var lavere enn de foregående år, som ventet ut fra den relativt lave dyreplanktonbiomassen i mai samme år. I mai 2002 var dyreplanktonbiomassen i atlantisk vann høy igjen. Silda hadde et godt beiteår i Norskehavet, og returnerte til overvintringsområdet på norskekysten med et noe høyere fettinnhold enn året før.

**Figur 2.15**

Dyreplanktonbiomasse (g tørrvekt  $\text{m}^{-2}$ ) i atlantisk vann i Norskehavet i mai og kondisjonsindeks for sild målt i desember. Zooplankton biomass (g dry weight  $\text{m}^{-2}$ ) in Atlantic water in the Norwegian Sea in May and condition factor for herring in December.

