

Figur 2.8 Tidsserie av månedlig volumtransport av atlantisk vann fra mai 1995 til mars 2000, med ett års glidende middel, ved eggakanten gjennom Svinøysnittet. Verdiene er gitt i Sverdrup (en Sverdrup er $10^6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Gjengitt med tillatelse fra Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Time series of monthly volume transport of Atlantic water from May 1995 to March 2000, with one year running mean, at the shelf edge through the Svinøy section. The values are in Sverdrup (one Sverdrup is $10^6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Courtesy of the Geophysical Institute, University of Bergen.

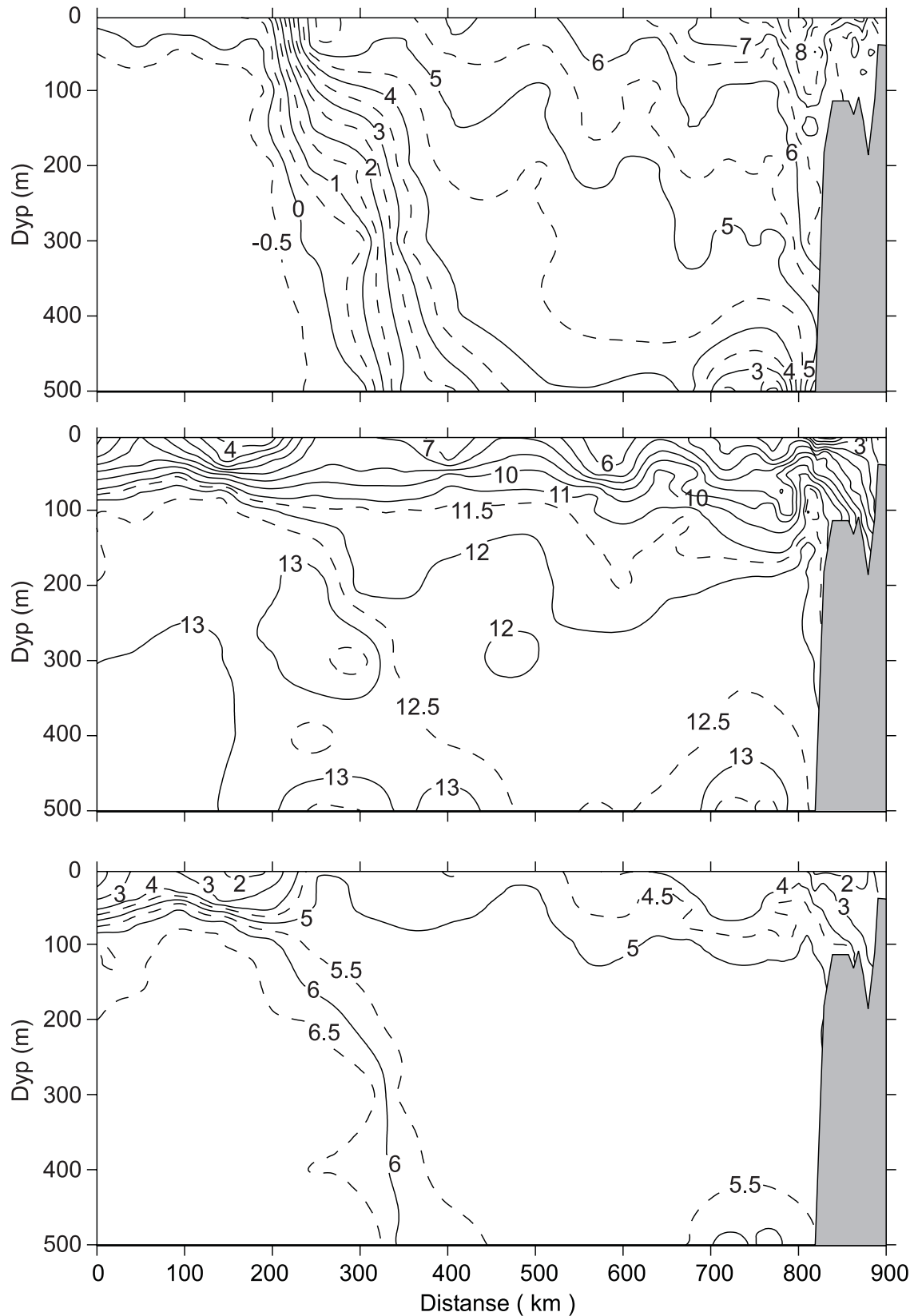
2.2 Plankton og næringsalter

Norskehavet og Grønlandshavet er to viktige områder for instituttets virksomhet. Norskehavet pga sin betydning som beiteområde for viktige fiske slag 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 tre årene med et 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 som flyter øverst og er så stabilt at det ikke lett blandes med det saltene 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 forbruker 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 vår oppblomstringen ved å betrakte mengden av næringsalter og temperaturforholdene i de forskjellige vannmassene. Figur 2.9 viser (ovenfra og ned) fordeling av temperatur, nitrat og silikat 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



Figur 2.9 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 500 m langs et utvidet Gimsøy-NV-snitt (mai 2000).
 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 500 m along an extended Gimsøy-NW section (May 2000).

fra de varme vannmassene i Norskehavet. Man ser også at en vertikal temperaturgradient over den norske kontinentalsokkelen er under utvikling, likeså på vestsiden av Den arktiske fronten. Temperaturgradientene har stor betydning for planteplanktonoppblomstringen. Lave nitrat- og silikatverdier indikerer at næringssalter forbrukes og at oppblomstring er i gang. Lave næringssaltverdier finnes nettopp i områdene med temperaturgradienter (Figur 2.9). Nedgangen i nitrat og silikat er noenlunde lik, noe som tyder på at det er kiselalger som foreløpig har dominert oppblomstringen.

Grønlandshavet er blitt kjent for å være et av de få steder i verden hvor det dannes nytt bunnvann, noe som har stor betydning for fornyelsen av dypvannmassene i Nord-Atlanteren. Dannelsen av nytt bunnvann i Grønlandshavet har imidlertid ikke forekommet siden begynnelsen av 70-årene. De sentrale deler av Grønlandshavet har i de senere år vært karakterisert ved forholdsvis lave saltholdigheter i overflaten, og en gradvis økning av temperatur og saltholdighet over tid i vannmassene dypere enn 1500 m. Denne økningen er mest sannsynlig et resultat av den reduserte bunnvannsdannelsen, kombinert med økt innstrømning av relativt saltene og varmere vann fra Polhavet.

Forholdene i de sentrale deler av Grønlandshavet har blitt overvåket av Havforskningsinstituttet siden 1992. Fra 1992 og frem til 1999 er det blitt observert en reduksjon i oksygen i de dypeste deler av Grønlandshavet fra ca. 315 til 305 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ (tilsvarende henholdsvis 7.05 og 6.83 ml l⁻¹). I 2000 var oksygeninnholdet fortsatt lavt og i tillegg fant man et lag på ca. 2000 m dyp med et oksygeninnhold lavere enn 300 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ (6.72 ml l⁻¹) som strakk seg over hele havet.

Hva er årsaken til at oksygeninnholdet i de dypeste lagene har sunket med ca. 10 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ fra 1992 til 1999? De endrede oksygenforholdene er trolig et resultat av den reduserte dypvannsutskiftingen i Grønlandshavet, noe som betyr at de dypeste delene av havet ikke får tilført nytt oksygenrikt vann. Oksygeninnholdet kan endres på flere måter; oksygenoppløsligheten er avhengig av temperatur og saltholdighet, oksygenet kan forbrukes av biologisk aktivitet og man kan få inn vannmasser med lavere oksygeninnhold. Et regnestykke viser imidlertid at bare 6 % av nedgangen kan skyldes forskjellen i oksygenoppløslighet på grunn av økt temperatur og saltholdighet. Oksygenforbruket i dyphavet ligger

på ca. 0.125 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ per år. I perioden 1992-99 ble det dermed forbrukt ca. 1 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ eller ca. 10 % av den totale nedgang. Da har vi igjen en reduksjon på ca. 8.5 $\mu\text{mol kg}^{-1}$ oksygen som må forklares på en annen måte. Den mest sannsynlige forklaringen er innstrømning av forholdsvis oksygenfattig vann til dyp under 1200-1500 m, men hvorfra? En mulighet kan være innstrømning fra Norskehavet, mens en annen kan være innstrømning av arktisk dypvann som kommer sørover langs kontinentalskråningen ved Grønland. Hydrografiske data og resultater fra et sporstoffeksperiment i 1996-98 tyder på at den siste forklaringen er den mest sannsynlige.

På Værskipsstasjon M (66°N, 02°Ø) ble det ikke samlet inn data i tiden februar-august 2000, men fra august fortsatte prøvetakingen som vanlig. Det presenteres derfor ikke resultater fra Stasjon M i årets rapport.

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.

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). Begge snittene ble dekket fem ganger i løpet av året.

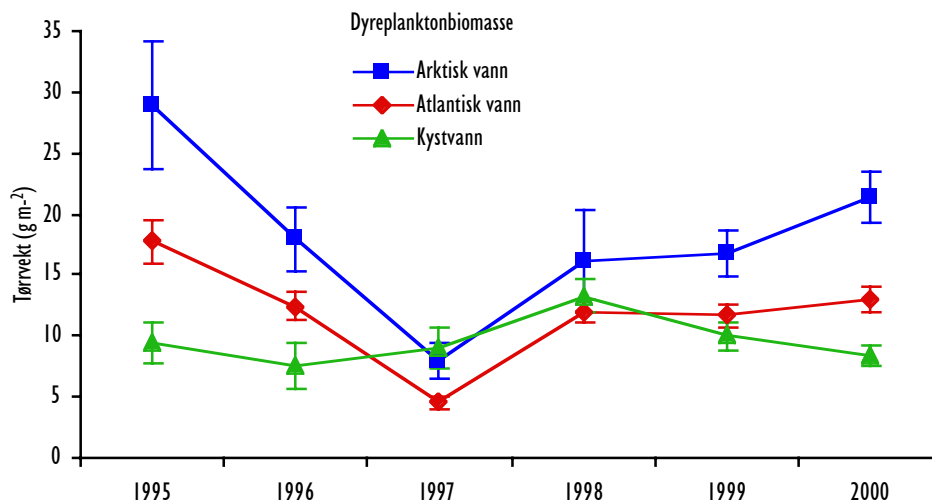
Dyreplanktonbiomassen i store deler av Norskehavet måles i mai med håv i de øvre 200 m. Når dataene presenteres deles Norskehavet inn i tre vannmasser basert på vår kunnskap om hydrografien. Dette er viktig fordi produksjonsforholdene er svært forskjellige i de ulike vannmassene. Vannmassene i øst med en saltholdighet under 35 blir definert som norsk kystvann, vannmassene i det sentrale Norskehavet med en 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 2.10a). 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 forskjellig fra prosessene lenger ute i havet. Dyreplanktonbiomassen i 2000 var den høyeste siden 1995 både i arktisk og atlantisk vann. I kystvannet derimot var biomassen i 2000 den laveste siden 1996.

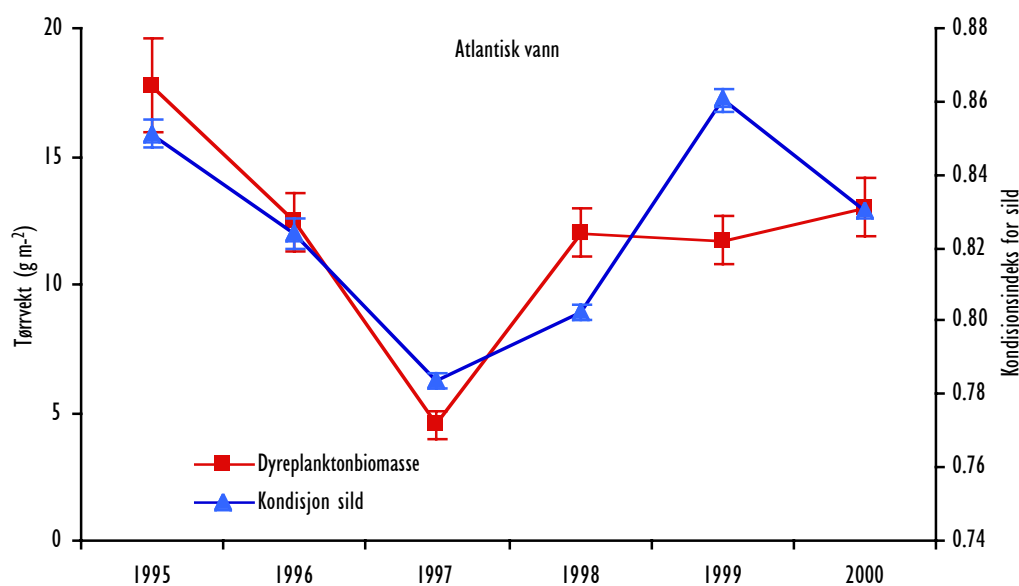
Figur 2.11 viser mengdene av dyreplankton på Svinøysnittet i 1998-2000 som et gjennomsnitt for henholdsvis de østlige og vestlige deler av snittet. Den østlige del omfatter stasjoner over kontinentalsokkelen og noe av kontinentalskråningen og er i hovedsak karakterisert av kystvannmasser, den vestlige del av snittet strekker seg fra kontinentalskråningen og nordvestover mot Den arktiske fronten hovedsakelig i atlantiske vannmasser.

Den reduserte innsatsen i planktonundersøkelsene ved instituttet i 2000 medførte at snittet ble dekket



Figur 2.10a Dyreplanktonbiomasse (tørrvekt g m⁻²) i ulike vannmasser i Norskehavet i mai 1995-2000.

Zooplankton biomass (g dry weight m⁻²) in different water masses in the Norwegian Sea in May 1995-2000.



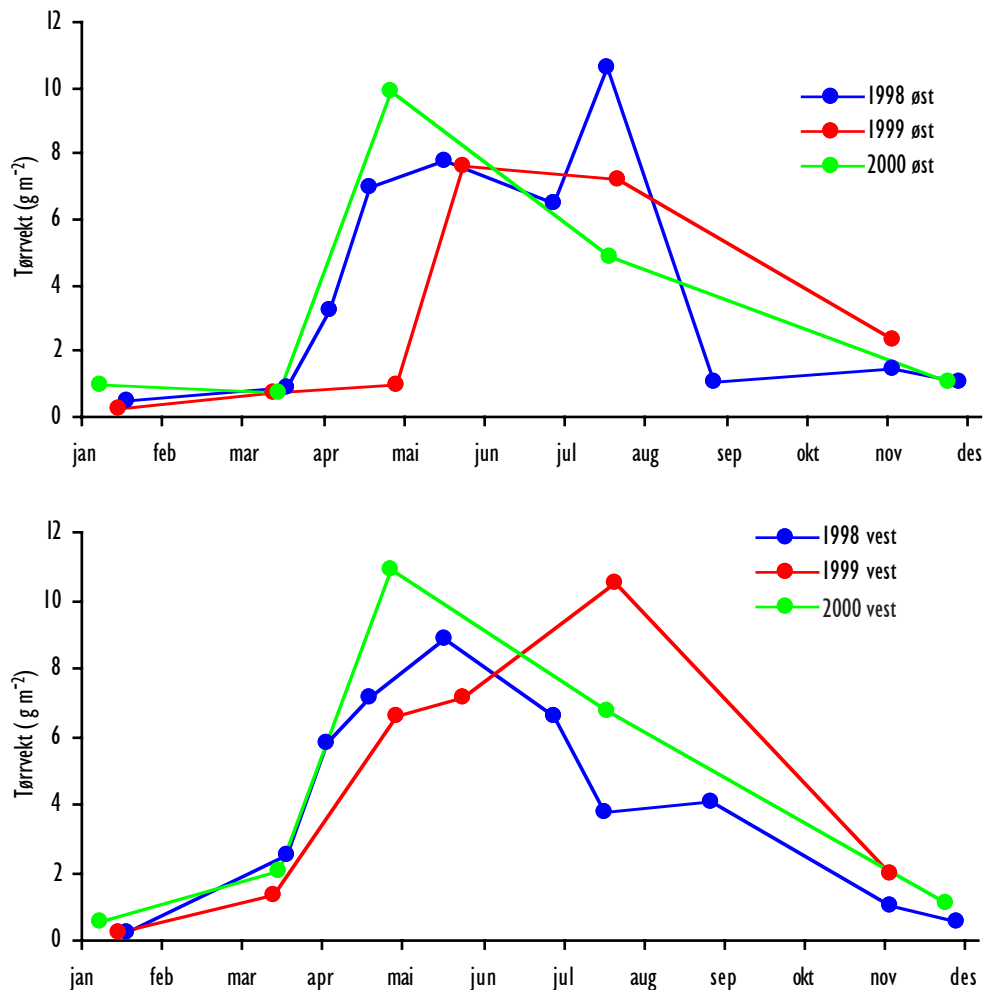
Figur 2.10b Dyreplanktonbiomasse (tørrvekt g m⁻²) i Norskehavet i mai og kondisjonsindeks for sild målt i desember.

Zooplankton biomass (g dry weight m⁻²) in the Norwegian Sea in May and condition factor for herring in december.

kun 5 ganger, og en sammenligning av plankton-dynamikken med tidligere år er derfor vanskelig. På hele snittet var planktonbiomassen lav t.o.m. midten av mars. Økningen innenfor denne perioden var likevel større i den vestre delen av snittet, hvilket var i overensstemmelse med observasjonene gjort tidligere år. Fra ca. 1 g m^{-2} i de øvre 200 m i januar økte biomassen til ca. 10 g m^{-2} ved månedskiftet april-mai. På dette tidspunktet var planktonmengdene større enn de to foregående årene. At planktonbiomassen i mai 2000 var høy, er i samsvar med prognosen gitt i "Havets miljø 2000" hvor man pga. den store dyreplanktonmengden sommeren 1999 forventet en økt bestand i Norskehavet våren 2000. En stor planktonmengde om sommeren og høsten et år vil kunne gi en stor overvintringsbestand som gir opphav til en ny stor generasjon i mai neste år.

Det ble ikke tatt prøver fra snittene fra slutten av april til sent i juli, dermed mangler data fra den viktige sommerperioden da planktonmengdene ofte når et maksimum. I slutten av juli hadde biomassen avtatt til 4.9 og 6.7 g m^{-2} , i henholdsvis østre og vestre del av snittet, dette er lavere enn på samme tidspunkt det foregående år.

Figur 2.12 viser gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton i Norskehavet i juli-august fra 1994 til 2000. Planktonmengdene om sommeren varierer relativt mye fra år til år. I 1999 var gjennomsnittsmengden 8.4 g m^{-2} , i 2000 var den redusert til ca. 6.1 g m^{-2} . Planktonmengdene varierer også mye mellom de ulike delene av Norskehavet. I juli-august 2000 varierte planktonmengdene i østlige del av Norskehavet fra mindre enn 1 g m^{-2} til over 10 g m^{-2} . I vest var konsentrasjonene høyere og det ble funnet

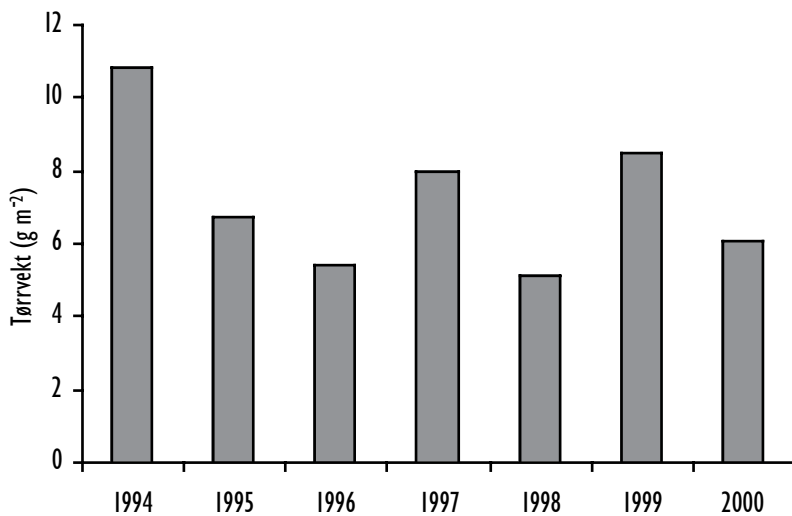


Figur 2.11 Dyreplanktonmengder (g tørrvekt m^{-2}) på Svinøysnittet fra 1998 til 2000. Øverst: Østlige del av snittet; sokkel og kontinentalskråning. Nederst: Vestlige del av snittet, kontinentalskråning og dyphav. Zooplankton biomass ($\text{g dry weight m}^{-2}$) at the Svinøy transect from 1998 to 2000. Upper: Eastern part of the transect. Lower: Western part of the transect.

planktonmengder opptil 22 g m⁻². Fordelingen var ganske lik den som ble observert i 1999; de største mengdene i vestlige deler av dekningsområdet, de laveste tetthetene mot øst og nord.

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 sild med dyreplanktonbiomassen i atlantiske vannmasser. Det ble funnet en god sammenheng mellom dyreplankton-

biomasse i atlantisk vann om våren og kondisjonen hos sild ved tilbakekomst til overvintringsområdet i desember (Figur 2.10b). I 1999 så vi en klar endring i vandringsadferden hos sild i og med at silda hadde en mer vestlig fordeling. Det betydde at silda dette året i større grad beitet i arktiske vannmasser der dyreplanktonbiomassen er betydelig høyere. Det kan forklare den høye kondisjonen hos sild i 1999 i forhold til dyreplanktonbiomassen i atlantisk vann (Fig. 2.10b). For flere detaljer om dette henvises det til temaartikkelen “Klima, planktonproduksjon og vekst hos sild” side 86.



Figur 2.12
Midlere biomasse av dyreplankton (tørrvekt g m⁻²) i Norskehavet i juli-august fra 1994 til og med 2000.

Mean zooplankton biomass (g dry weight m⁻²) in the Norwegian Sea in July-August, 1994-2000.

2.3

Yngelproduksjon

Sild

Sildelarvetoktet i 2000 ble gjennomført i april, og store deler av norsk sokkel fra Fugløya til Stavanger ble dekket (Figur 2.13). Det ble funnet sildelarver i tildels store konsentrasjoner fra Fugløya og sørover til Lofotodden. På kystbankene utenfor Senja og Vesterålen og på Røstbanken ble det funnet larvetettheter på over 100 individer m⁻². På de nordligste stasjonene var de fleste larvene kommet til stadium 2a (begynnende utvikling av ryggfinnen). Sørover mot Røstbanken ble innslaget av plommesekklarver større. Mellom Lofotodden og Frøyabanken ble det funnet svært få larver. Et unntak er imidlertid Haltenbanken med larvetettheter over 100 individer m⁻², men dette er lite i forhold til verdiene på over 20 000 individer m⁻² som ble målt i 1997. Fra Frøyabanken og sørover til Stad ble

hovedmengden av sildelarvene lokalisert. Larvene hadde en lengde på 14-20 mm og var i god vekst. Lengden tyder på at de var klekket i siste halvdel av mars måned. Lenger sør ble det funnet høye konsentrasjoner av forholdsvis nyklekkede larver ved Karmøy. Det ble også funnet et stort innslag av sei- og øyepållarver i prøvene sør for Stad.

Resultatene tyder på at mesteparten av gytingen i 2000 foregikk på Mørefeltene, men at det også var gyting ved Karmøy og på Røstbanken. Det totale larveantallet for 2000 ble beregnet til 20.8 x 10¹² (Figur 2.14). Dette er litt høyere enn i fjor, men langt lavere enn i rekordårene 1997 og 1998. Imidlertid var over tre fjerdedeler av larvene (15.8 x 10¹² individer) i stadium 2a. Et høyere estimat for antall