**Figur 4.7**

Temperatur og saltholdighet i 150 m dyp ca. 10 km utenfor Torungen fyr ved Arendal i 2002, basert på målinger ca. en gang per måned (tykk heltrukken linje). Langtidsmiddel (tynn heltrukken linje) og standardavvik (stiplet linje) for perioden 1961-90.

Temperature and salinity at 150 m depth 10 km off Torungen lighthouse near Arendal in 2002 based on monthly observations (thick solid line). Long term mean (thin solid line) and the standard deviation (dotted lines) for the period 1961-90.

4.2

Plankton og næringssalter

Langs norskekysten utføres det mange undersøkelser av miljøforhold i sjøen. Havforskningsinstituttet står bare for en del av disse. I den foreliggende rapporten legges hovedvekt på hva Havforskningsinstituttet gjør og har tilgjengelig av data, men informasjon fra samarbeidspartnere og andre er også trukket inn for å komplettere bildet av miljøforholdene i 2002. Løpende data om planktonalger, med vekt på de skadelige typene, produseres i et bredt samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Norges Veterinærhøgskole, OCEANOR, NIVA, Fiskeridirektoratet og Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT) med underliggende enheter. Den landsdekkende rutineovervåkingen i regi av SNT foregikk i 2002 ukentlig fra slutten av mars til ut i oktober på 26 stasjoner fra Østfold til Finnmark. I ukentlige nyhetsbrev på internett (<http://algeinfo.imr.no/>), kalt "algeinfo", er det informert om den aktuelle algesituasjonen langs hele kysten, bortsett fra på vinteren. I 2002 ble det utgitt 41 "algeinfo". I det følgende er denne informasjonen summert opp på årsbasis.

Alger på kyststrekningen Østfold - Vest-Agder

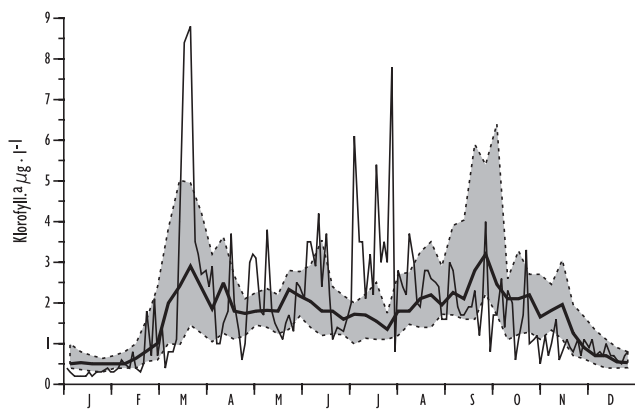
På denne delen av kysten utfører Havforskningsinstituttet en utstrakt overvåking. I Flødevigen ved Arendal er det særlig hyppig prøvetaking. Her tas algeprøver tre ganger per uke, og etter vår erfaring gjenspeiler prøvene fra Flødevigen i store trekk situasjonen langs hele Sørlandet (Telemark - Vest-Agder). Ved Torungen fyr, like utenfor Arendal, tas hydrografiske prøver og næringssalter ca. hver 14. dag med støtte fra Statens forurensningstilsyn.

I februar ble det målt mer enn $13 \mu\text{mol l}^{-1}$ av nitrat i de øvre vannlag ved Torungen fyr. Det er noe høyere enn sjøens naturlige vinterkonsentrasjoner, og skyldes påvirkning fra land. I løpet av mars ble næringssaltnivåene i de øvre 5-10 m redusert betydelig gjennom kiselalgenes våroppblomstring. Utover våren og frem til først i juli var det likevel relativt mye nitrat igjen i de øvre 10-20 meter, og derved gjennomgående et noe høyt N:P-forhold. Fra slutten av juli og frem til tidlig

i oktober var det lite næringssalter i de øvre vannlag, men i løpet av oktober begynte nivåene langsomt å stige mot vinterverdier.

Algemengden gjennom året i form av klorofyll i Flødevigen (Figur 4.8) var nokså normal, men likevel med relativt mye algebiomasse i juli måned og gjennomgående relativt lite i perioden september-november.

Våroppblomstringen av kiselalger på kysten av Skagerrak var relativt kortvarig i 2002, med en markert topp i siste halvdel av mars (Figur 4.8). De dominerende artene var *Chaetoceros socialis* og *Thalassiosira nordenskiöldii*. Vår-oppblomstring nummer to, som også ofte preges av kisel-



Figur 4.8
Klorofylla i Flødevigen, 0-3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2002. Tykk heltrukken linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989-2002. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde).
Chlorophylla in Flødevigen Bay, 0-3 m depth. The thin line is data from 2002. The thick line is medians for every week based on all data for the period 1989-2002. Dotted lines are first and third quartiles.

alger, foregikk i juni, og vanlige arter var *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Skeletonema costatum* og ulike *Chaetoceros*. Gjennom juni var det også en del av kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*, som er en vanlig alge langs kysten i sommerhalvåret. I Flødevigen ble det registrert ca. 2 millioner celler l^{-1} på det meste, noe som kan karakteriseres som moderate mengder av denne algen. I juli bidro ulike *Ceratium* spp. og andre store dinoflagellater til uvanlig høy biomasse en periode, særlig var arten *Ceratium furca* tallrik den 29. juli (75 000 celler l^{-1}). Resten av året forekom ulike algegrupper i blanding og ingen typer nådde opp i særlig høye konsentrasjoner, selv om enkeltarter kunne være relativt tallrike (se eks. om *Dinophysis acuta* i kapittel om skadelige alger).

I fjord- og skjærgårdområder, som står i begrenset sirkulasjonsmessig kontakt med kysten utenfor, kan lokale hydrofysiske og kjemiske forhold gi grobunn for lokale algeoppblomstringer. På kysten av Skagerrak er slike områder indre Oslofjord, Hvaler-området og deler av Telemarkskysten. Algeovervåkning i indre Oslofjord i 2002 avdekket spesielt en stor oppblomstring av *Skeletonema costatum* i oktober-november. For Hvaler-området har overvåkingen over år vist at det der ofte er en relativt høy algebiomasse og et stort mangfold av planktonalger. Det var tilfellet i 2002 også. En årvisst art i dette området, dinoflagellaten *Prorocentrum minimum*, var vanlig på sensommeren 2002 og forårsaket episoder med brun sjø i deler av skjærgården både i Østfold og Vestfold.

Alger på kyststrekningen Rogaland - Sogn og fjordane

Våroppblomstringen i 2002 på denne strekningen foregikk i mars. Ofte kommer den tidligere og mer markert inne i fjordene enn ute i skjærgården, noe det også var tendens til i 2002. De vanligste kiselalgene var *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia* sp. og *Thalassiosira* spp. Etter mars var det mer varierende algeforekomster, noe som ikke er uventet langs en så lang og komplisert kyststrekning, både topografisk og hydrografisk. Gjennom sommerhalvåret, til ut i oktober, var ulike kiselalger stadig tallrike på en eller flere av overvåkningsstasjonene, og vanlige slekter var *Arcocellulus*, *Cerataulina*, *Chaetoceros*, *Dactyliosolen*, *Leptocylindrus*, *Pseudo-nitzschia*. Kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*, som kan gi turkis farge til sjøen langs Vestlandet om sommeren, var vanlig også i 2002, men likevel mindre tallrik enn den ofte opptrer. Fra utpå sommeren til utpå høsten var også ulike store dinoflagellater fremtredende på deler av strekningen Rogaland - Sogn og Fjordane. De vanligste slektene var *Ceratium* og *Prorocentrum*.

Alger på kyststrekningen Møre og Romsdal - Nord-Trøndelag

Våroppblomstringen på denne strekningen kommer vanligvis litt senere enn lenger sør, men i noen fjorder i Møre- og Romsdal var den i 2002 godt i gang tidlig i mars. Vanlige arter var kiselalgene *Chaetoceros socialis* og *Skeletonema costatum*. På denne strekningen er det i tillegg ofte et betydelig innslag av gelealgen *Phaeocystis pouchetii* om våren, så også i mars 2002. Utover i mars og tidlig i april blomstret etter hvert kiselalgene i Trøndelag og nordover mot Nordland, med *Chaetoceros* og *Skeletonema* som vanligste slekter. Kiselalger var vanlige innover i en del fjorder gjennom mye av april, før det gjennomgående ble lite alger i overgangen fra april til mai. Fra slutten av mai var igjen kiselalger tallrike, særlig i Trondheimsfjorden. Gjennom sommeren var kyststrekningen som helhet preget av vekslende algesammensetning og mengder. Vanlige kiselalger var *Chaetoceros* spp. og *Skeletonema costatum*, mens store dinoflagellater, som ble vanlig utpå sommeren, særlig tilhørte slektene *Ceratium* og *Prorocentrum*. Kalkflagellaten, *Emiliania huxleyi*, var også vanlig langs denne

kyststrekningen gjennom sommeren, uten at den dannet særlig store bestander.

Alger på kyststrekningen Nordland - Finnmark

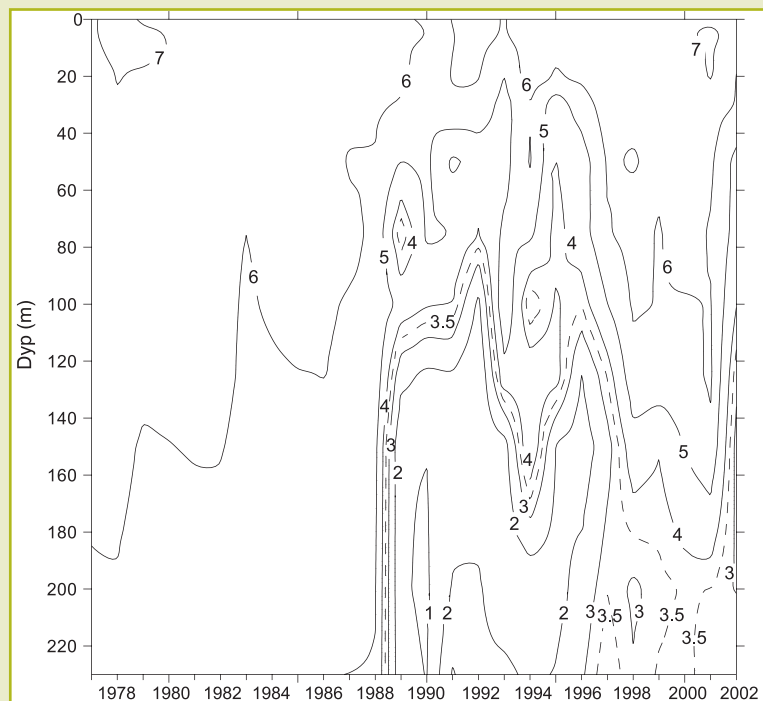
På denne strekningen preget gelealgen *Phaeocystis pouchetii* våroppblomstringen, selv om noe *Chaetoceros* også bidro. Oppblomstringen foregikk gjennom slutten av mars og første del av april, litt forsinket i Troms og Finnmark i forhold til i Nordland. På denne kyststrekningen er det gjennomgående noe mindre algebiomasse enn lenger sør. Gjennom sommerhalvåret var det et variert algesamfunn, og periodevis betydelig innslag lokalt av kiselalger, som *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* og *Skeletonema*. Større dinoflagellater er vanligvis mindre tallrike så langt nord, men er likevel vanlig i håvtrekk utover sommeren og på høsten. Fra slutten av juli til ut i august preget kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* store

Ofofjorden

Etter at sommerbeitesesongen er over i Norskehavet, vandrer den norske vårgytende silda til overvintringsområdene hvor den danner tette konsentrasjoner. I disse områdene blir silda inntil gytevandringen begynner igjen tidlig på vinteren. I de siste 40 år har man kunnet identifisere flere overvintringsområder. I løpet av 1950-årene da bestanden var stor (omkring 10 millioner tonn), overvintret silda i et område øst for Island. I 1963-1966 var bestanden redusert til 3-4 millioner tonn, og mesteparten av silda overvintret utenfor norskekysten i de nordlige deler av Norskehavet. Etter at bestanden brøt sammen på slutten av sekstitallet, overvintret restene av bestanden i flere fjorder langs norskekysten. Under gjenoppbygging av bestanden i de siste år, hvor 1983-årsklassen var den dominerende, har silda siden 1987 overvintret i indre deler av Vestfjorden, Ofofjorden og

Figur 4.9

Vertikalfordeling av oksygen (ml l^{-1}) i Ofofjorden utenfor Narvik i perioden 1977-2002. Vertical distribution of oxygen (ml l^{-1}) in the Ofofjord outside Narvik in the period 1977-2002.



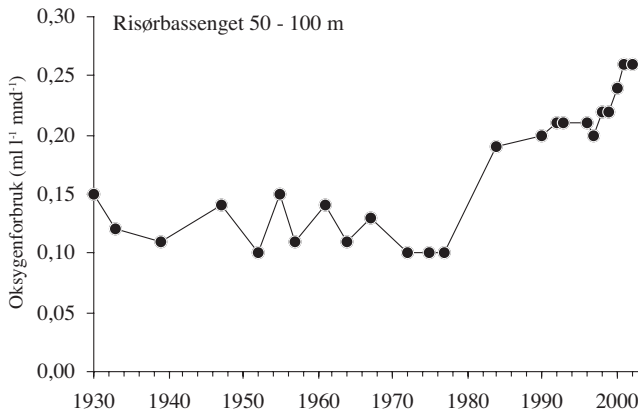
deler av denne kyststrekningen da den ble påvist i mengder på opptil 6 millioner celler l^{-1} .

Fjorder

Havforskningsinstituttet overvåker miljøforholdene i fjorder langs hele norskekysten fra Oslofjorden til Kirkenes, bl.a. i forbindelse med brisling- og sildeundersøkelser og rekrutteringsundersøkelser langs Skagerrakkysten om høsten. I det følgende beskrives oksygenforholdene i Ofofjorden, utvalgte fjorder på Skagerrakkysten og i Lysefjorden, Rogaland. For å opprettholde viktige tidsserier utførte Havforskningsinstituttet også i 2002 miljøundersøkelser i en del utvalgte forurensede fjordområder i indre Skagerrak.

til dels i Tysfjorden. Den store konsentrasjonen av sild har ført til en betydelig reduksjon av oksygeninnholdet i disse fjordområdene om høsten og vinteren.

Havforskningsinstituttet har fulgt miljøutviklingen med prøvetaking hvert år i november. Observasjonene av oksygenforholdene i Ofofjorden på en stasjon utenfor Narvik viser en kraftig nedgang i oksygenkonsentrasjonene under ca. 100 meters dyp etter 1988, med konsentrasjoner ned til like under $1,0 \text{ ml l}^{-1}$ i 1990 (Figur 4.9). De lave oksygenkonsentrasjonene i de dypere delene av fjorden har vedvart de siste årene. Som regel inntreffer de laveste oksygenverdiene i januar måned, når silda begynner sin



Figur 4.10
Oksygenforbruk (ml l⁻¹ per mnd.) i 50-100 m dyp i Risørbassenget fra 1930 til 2002.
Oxygen consumption at 50-100 m depth in the Risør basin from 1930 to 2002.

vandring ut av fjordsystemet. I de siste tre-fire årene har en større andel av silda overvintret også i deler av Tysfjorden og indre deler av Vestfjorden, og en svakere reduksjon av oksygeninnholdet er blitt observert der. I november 1996 og 1997 var det for første gang etter 1990 en markert forbedring i de dypeste vannlagene, da oksygenkonsentrasjonen steg til omkring 3,0 ml l⁻¹. Denne trenden fortsatte også i perioden 1998-2001 og da særlig i de øverste 180 meter. Det er verdt å merke seg at for første gang siden 1988 ble det i 2001 observert oksygenkonsentrasjoner høyere enn 5 ml l⁻¹ ved 150 meters dyp ved Narvik. I 2002 var det igjen en forverring av oksygenforholdene fra ca. 100 meter dyp og til bunnen med oksygenkonsentrasjoner lavere enn 3 ml l⁻¹ fra 140 til 200 meter. Det er ennå uklart hva årsaken til denne nedgangen er, men siden sildas overvintringsbestand i 2002 ikke var særlig annerledes enn i 2001, tyder det på liten tilførsel av oksygenrikt vann fra kysten i løpet av 2002.

Fjorder på Skagerrakkysten

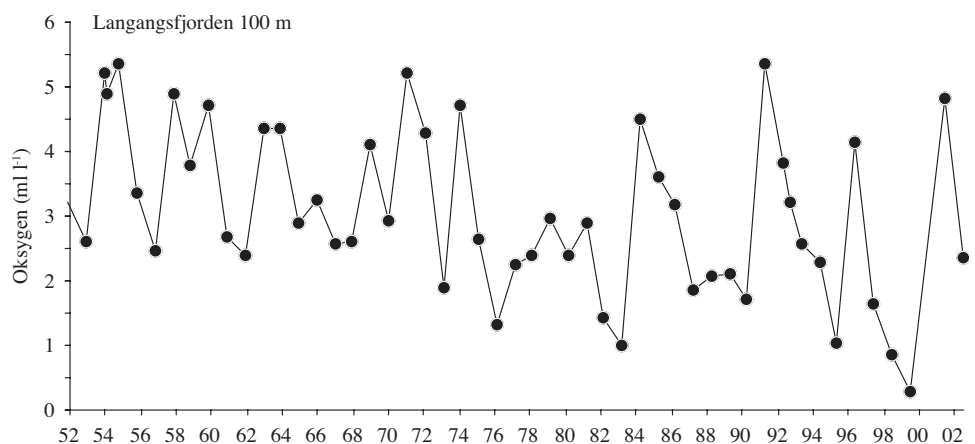
Risørbassenget er benyttet som referansebasseng for overvåkning av den organiske belastning fra kystvannet på terskelbasseng i indre Skagerrak. Figur 4.10 viser at oksygenforbruket og den organiske belastning i Risørbassenget (og andre fjorder på Sørlandskysten) har økt betydelig etter ca. 1980. Det midlere oksygenforbruk i Risørbassenget i 1990-2002 lå ca. 80 % høyere enn i perioden 1930-1975. Figur 4.10 viser at det også har vært en økning av oksygenforbruket etter 1997. Det økte oksygenforbruket har ført til forverrede oksygenforhold i en rekke fjord- og kystbasseng langs Skagerrakkysten.

Figur 4.11 viser at oksygenverdiene i f.eks. dypvannet i Langangsfjorden i Langesunds-området ble betydelig lavere fra midten av 1970-årene, og at oksygenminimum høsten 1999 på ca. 0,2 ml l⁻¹ var det laveste som var observert siden målingene startet i 1950-årene. De stadig lavere oksygenverdiene i dypvannet er forårsaket av økte tilførsler av menneskeskapt næringssalter og organisk materiale fra sørlige Nordsjøen, Kattegat og indre Skagerrak. En tendens til lengre stagnasjonsperioder for fjordbassengene, trolig forårsaket av klimatiske endringer, kan også ha bidratt til de lavere oksygenverdiene. I enkelte fjorder har også lokale utslipp betydning.

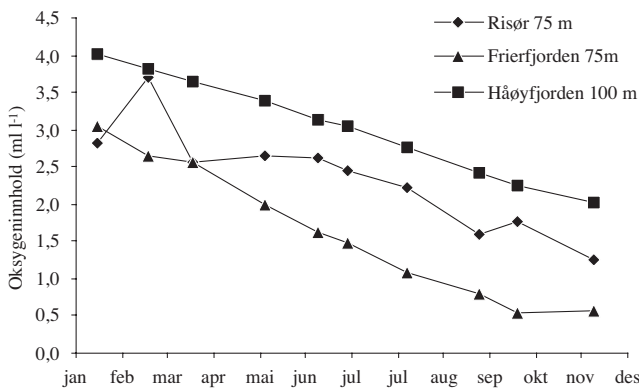
I 2002 var det ikke innstrømning av nytt vann til dypvannet i Nordfjorden ved Risør, i Håøyfjorden eller i Frierfjorden i Langesundsområdet (Figur 4.12). Oksygenverdiene avtok derfor gradvis gjennom året, og i desember 2002 var oksygenverdiene nær eller under 2,0 ml l⁻¹ som er grensen for å opprettholde biologisk liv i fjordbassengene.

Lysefjorden i Rogaland

I Lysefjorden er oksygenforholdene om høsten blitt observert siden 1975. Lysefjorden er en forholdsvis innestengt fjord med terskeldyp på ca. 14 m og største bunndyp på ca. 450 m. Observasjonene i 300 m dyp viser at oksygenforbruket, i motsetning til i fjordene langs Skagerrakkysten, ikke er



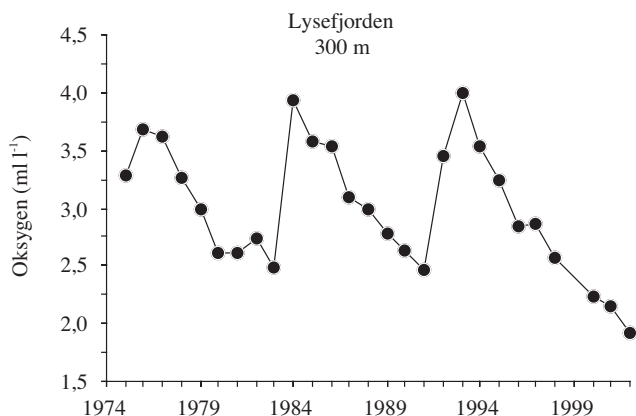
Figur 4.11
Oksygenverdiene (ml l⁻¹) i 100 m dyp i Langangsfjorden i Langesundsområdet i perioden 1952-2002.
Oxygen concentrations at 100 m depth in Langangsfjorden, Telemark, from 1952 to 2002.



Figur 4.12

Oksygenverdiene (ml l⁻¹) i bassengvannet i Nordfjorden (Risør), Håøyfjorden og Frierfjorden i 2002.

Oxygen concentrations in the basin water of Nordfjorden (Risør), Håøyfjorden and Frierfjorden in 2002.



Figur 4.13

Oksygenverdiene (ml l⁻¹) i 300 m dyp i Lysefjorden om høsten i perioden 1975-2002.

Oxygen concentrations at 300 m depth in Lysefjorden, Rogaland, from 1975-2002.

endret nevneverdig siden 1975 (Figur 4.13). De spesielle topografiske forhold med lite terskeldyp og stort bassengvolum, fører til at det går lang tid mellom hver innstrømming av oksygenrikt vann til de dypeste delene av fjorden. Tidsrommet mellom hver innstrømming til de dypeste delene av Lysefjorden var ca. sju år før 1993, og oksygenminimum i 300 m dyp var ca. 2,5 ml l⁻¹. I 2002 var oksygenverdien i 300 m dyp redusert til ca. 2,0 ml l⁻¹. De ekstra lave oksygenverdiene i 2002 var ikke forårsaket av økt oksygenforbruk, men av at stagnasjonsperioden i fjordbassenget var økt fra tidligere sju år til foreløpig åtte år. Hvis det ikke skjer en innstrømming i løpet av vinteren 2003, kan oksygenforholdene bli kritiske for invertebrater og fisk i de dypeste delene av Lysefjorden.

Maneter på Skagerrakkysten

Siden 1992 har det vært gjennomført daglige registreringer av brennmanet (*Cyanea capillata*) og glassmanet (*Aurelia aurita*) i Flødevigen. Det gjøres ved at observatøren teller

hvor mange maneter som kan ses i sjøen under en flate på ca. 10 x 10 m utenfor kaien. I tillegg noteres tilnærmet størrelse på manetene. Metoden har den åpenbare svakhet at muligheten til å observere nedover i vannet varierer med lys, planktonforekomst og bølger.

På Skagerrakkysten opptrer stormaneter nær sjøoverflaten så å si bare i sommerhalvåret. De er avhengige av vindretning og strøm. Derfor kan mengden variere meget fra dag til dag. I enkelte år har vi registrert små brennmaneter en kort periode om vinteren. Også godt ut på høsten kan små brennmaneter forekomme i korte perioder. Ved fralandsvind kommer gjerne manetene til overflaten. Når det senere blir pålandsvind kan maneter samles i store grupper i bukter og fjorder.

Om sommeren kommer glassmanetene gjerne til syne først og kan opptre i store tettheter. Store forekomster av brennmaneter viser seg litt senere, men holder seg i overflatevannet desto lenger utover ettersommeren og høsten.

I 1998 ble det registrert forholdsvis flere maneter enn i 1997 (Figur 4.14). Glassmanetene kom i første halvdel av mai, men forsvant i første halvdel av juli. I mars ble det et par dager observert meget høy konsentrasjon av små brennmaneter. Ellers opptrådte brennmanetene varierende og spredt utover hele sommeren, til og med september.

I 1998 var det en voldsom konsentrasjon av glassmaneter 15. mai. I 1999 ble det registrert færre stormaneter enn året før, spesielt gjaldt det for brennmaneter. Glasmanetene kom noe senere i 1999 og holdt seg i de øvre vannmasser lenger ut i juli enn tidligere år. Etter ca. 15. september er det vanligvis ikke registreringer av stormaneter.

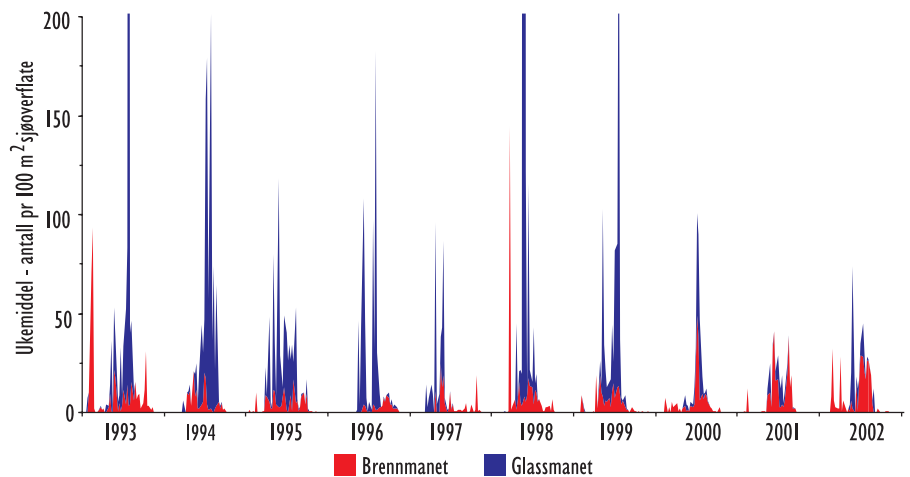
År 2000 var litt uvanlig idet brennmanetene viste seg før glassmanetene. Totalt sett ble det observert langt færre glassmaneter enn de foregående år. Varigheten av den "sesongen" glassmanetene ble observert var også forholdsvis kort. Temperaturen i overflatelagene om vinteren og sommeren var gjennomgående høyere enn normalt, og dette kan ha innvirket på manetforekomstene.

I 2001 var totalt antall observerte glassmaneter det laveste siden vi begynte observasjonene i 1992. Det var noen "topper" i mai og begynnelsen av juni, men denne arten forsvant etter dette. Totalt antall brennmaneter var i 2001 i størrelsesorden det samme som de foregående år. Fordelingen i tid bestod av markerte forekomster i en periode i slutten av mai og en periode i begynnelsen av august. I 2001 (august) ble det også observert unormalt mange "blåmaneter" (*Cyanea lamacki*).

Også i 2002 ble det observert forholdsvis få glassmaneter. De fordelte seg på de ulike måneder som i 2001, med flest i mai og avtagende gjennom sommeren. Antall observerte individer av brennmanet har vært noenlunde konstant siden 2000. I 2002 var forekomst av brennmaneter i Flødevigen sterkt konsentrert til juni og juli, og unormalt få ble observert i august. Dette kan skyldes at temperaturen i overflatevannet fra midt i juni og ut juli var forholdsvis lav og tilsvarende høy i august og september. Også i 2002 ble det observert en del "blåmaneter".

Figur 4.14

Forekomst (ukemiddel) av brennmanet (*Cyanea capillata*) og glassmanet (*Aurelia aurita*) i Flødevigen 1992-2002. Occurrence (weekly mean) of *Cyanea capillata* and *Aurelia aurita* in the Flødevigen Bay 1991-2002.



4.3

Skadelige alger

For å kunne varsle fiskeoppdrettere og skjelldyrkere langs kysten om risiko for skadelige planteplanktonforekomster før problemer oppstår, har Havforskningsinstituttet siden 1981 overvåket *Karenia mikimotoi* (tidligere navn: *Gyrodinium aureolum*) som kan gi brun sjø og fiskedød, og siden 1984 også slekten *Dinophysis*, som er hovedårsaken til problemene med diaréfremkallende gift i skjell. Etter en stor og dramatisk oppblomstring i mai 1988 av *Chrysochromulina polylepis*, som forårsaket dødelighet blant en lang rekke organismer langs kysten, kom også *Chrysochromulina*-slekten med i overvåkningsprogrammet. Fra midt på 1990-tallet har vi også registrert forekomsten av algeslekten *Alexandrium*. *Alexandrium*-celler kan inneholde farlige, lammende (paralyserende) gifter, og deres forekomst brukes til å vurdere risiko for giftopphopning i skjell. De siste årene har nye, potensielle skadealger kommet på listen av alger som vi ser spesielt etter. Det inkluderer representanter for algeklassen Raphidophyceae (slektene *Chattonella* og *Heterosigma*), som kan gi fiskedød, kiselalgeslekten *Pseudo-nitzschia* som kan være kilde til ASP (Amnesic Shellfish Poisoning eller skjellforgiftning med hukommelsestap), og dinoflagellatene *Gonyaulax grindleyi* og *Lingulodinium polyedrum* som kan være kilder for yessotoksin (YTX), som også kan opphopes i skjell og gjøre dem uegnet til konsum.

Foruten å være grunnlag for en løpende informasjon og varsling om algesituasjonen, har algeovervåkingen over tid også generert viktige tidsserier over algeforekomster. Slike tidsserier er nyttige og interessante både for forvaltnings- og forskningsformål. Man akkumulerer eksempelvis kunnskap som kan belyse om oppblomstringer av skadelige

alger skjer hyppigere enn tidligere. Videre kan man vinne innsikt i om slike oppblomstringer kan skyldes påvirkninger av menneskets aktiviteter, eller om de er en del av naturens luner. Erfaringsmessig har de fleste større, skadelige algeoppblomstringer langs kysten av Norge startet i Skagerrak, for eventuelt å bli spredd med kyststrømmen rundt Lindesnes og nordover. En overvåkning i Skagerrak, hvor kyststrømmen starter, har derfor gitt et grunnlag for også å si noe om mulig opptreden av disse algene på Sørvest- og Vestlandet.

Havforskningsinstituttets eget algeovervåkningsprogram bygget i 2002 på følgende prøvesett: 1) vannprøver i et snitt på tvers av Skagerrak ca. hver måned, snittet Torungen-Hirtshals, 2) vannprøver (0-3 m dyp) annenhver dag fra Flødevigen og 3) mer tilfeldige prøver fra andre prosjekter og fra publikum og næring.

Kyststrekningen Østfold - Vest-Agder Alger som kan skade fisk og andre organismer

Forekomsten av algeslekten *Chrysochromulina*, som har ført til fiskedød på kysten av Skagerrak, var nokså normal i 2002. Likevel var den noe mindre tallrik enn vanlig i juli og august (Figur 4.15). Ingen effekter av denne algeslekten ble registrert. En annen alge som har gitt brun sjø og fiskedød, *Karenia mikimotoi*, ble bare registrert i små mengder (Figur 4.16) og skapte følgelig ingen problemer i 2002. Representanter fra algeklassen Raphidophyceae, som slektene *Chattonella* og *Heterosigma*, som førte til betydelige fiskedød blant oppdrettsfisk på Skagerrakkysten i mars 2001, ble funnet utover våren 2002, særlig i mars