

Fisken og Havet, 1990

(Særnummer 2), ISSN 0802-0620

# MILJØRAPPORT FOR 1990

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

APRIL 1990



# INNHold

## 1. FYSISKE FORHOLD

1.1. Innledning .....	5
1.2. Nordsjøen-Skagerrak .....	6
1.3. Norskehavet .....	8
1.4. Barentshavet .....	9
1.5. Norskekysten .....	10
1.6. Rekrutteringsmekanismen .....	13
1.7. Prosjekter .....	14

## 2. BIOLOGISK OSEANOGRAFI

2.1. Innledning .....	17
2.2. Nordsjøen og Skagerrak .....	17
2.3. Barentshavet .....	25
2.4. Rekrutteringsundersøkelser .....	27
2.5. Forurensningsundersøkelser .....	34
2.6. Blomstring av den skadelige algen <i>Prymnesium parvum</i> i Ryfylkefjordene .....	37
2.7. Billedanalyselaboratorium .....	41

**FISKERIDIREKTORATET**  
**HOVEDBIBLIOTEKET**

05/561/564

Eks. 3

# 1. FYSISKE FORHOLD

## 1.1. Innledning.

Havmiljøet i norske farvann bestemmes lokalt av varierende utveksling av varme mellom havet og atmosfæren. Vinterstid representerer havet en stor varmekilde og avgir betydelige varmemengder til atmosfæren. Havet blir da avkjølt tilsvarende. Varmemengden som avgis, og dermed avkjølingen av havet, varierer med forholdene i atmosfæren. Om sommeren kan det likeledes bli varierende lokal oppvarming av havet, avhengig av variasjoner i soloppvarmingen fra år til år.

Havmiljøet bestemmes videre i stor grad av forholdene i strømsystemene. Her har Den norske atlantehavsstrømmen størst betydning, men kyststrømmen er også viktig. Hovedsakelig kommer Atlanterhavsstrømmen inn i Norskehavet mellom Shetland og Færøyene, mens noe går vest og nord av Færøyene. Videre følger Atlanterhavsvannet eggakanten nordover langs norskekysten (Fig. 1.1.1). En gren av Atlanterhavsstrømmen går sørover i Norskerenna og inn i Skagerrak, mens en annen gren går inn i Barentshavet mellom Norge og Bjørnøya. Egenskapene til vannmassene i Atlanterhavsstrømmen og kyststrømmen, og vannvolumet de transporterer, bestemmer

i stor grad klimatilstanden i våre havområder.

For å overvåke klimatilstanden i disse havområdene, måler Havforskningsinstituttet temperatur og saltholdighet i en rekke standardsnitt og på faste stasjoner langs kysten. I tillegg tas en stor mengde observasjoner i de forskjellige havområdene for å kartlegge den romlige fordelingen av temperatur og saltholdighet.

Posisjoner for standardsnitt og faste stasjoner er vist i Fig. 1.1.1 De uthevede områdene på snittene ved Svinøy, Fugløya-Bjørnøya og Vardø, samt de faste stasjonene ved Utsira, Bud og Skrova er nærmere omtalt i teksten. På de faste stasjonene blir det tatt målinger 1-3 ganger pr. måned, men det hender at det ikke er mulig å opprettholde denne hyppigheten. Dette var tilfelle ved Utsira i 1989. Standardsnittene blir observert 1-6 ganger for året og de lengste måleseriene i disse går tilbake til midten av 50-årene, mens de lengste tidsseriene på de faste stasjonene går mer enn 50 år tilbake. Disse målingene viser at havklimaet i våre farvann er gjenstand for periodevise vekslinger.

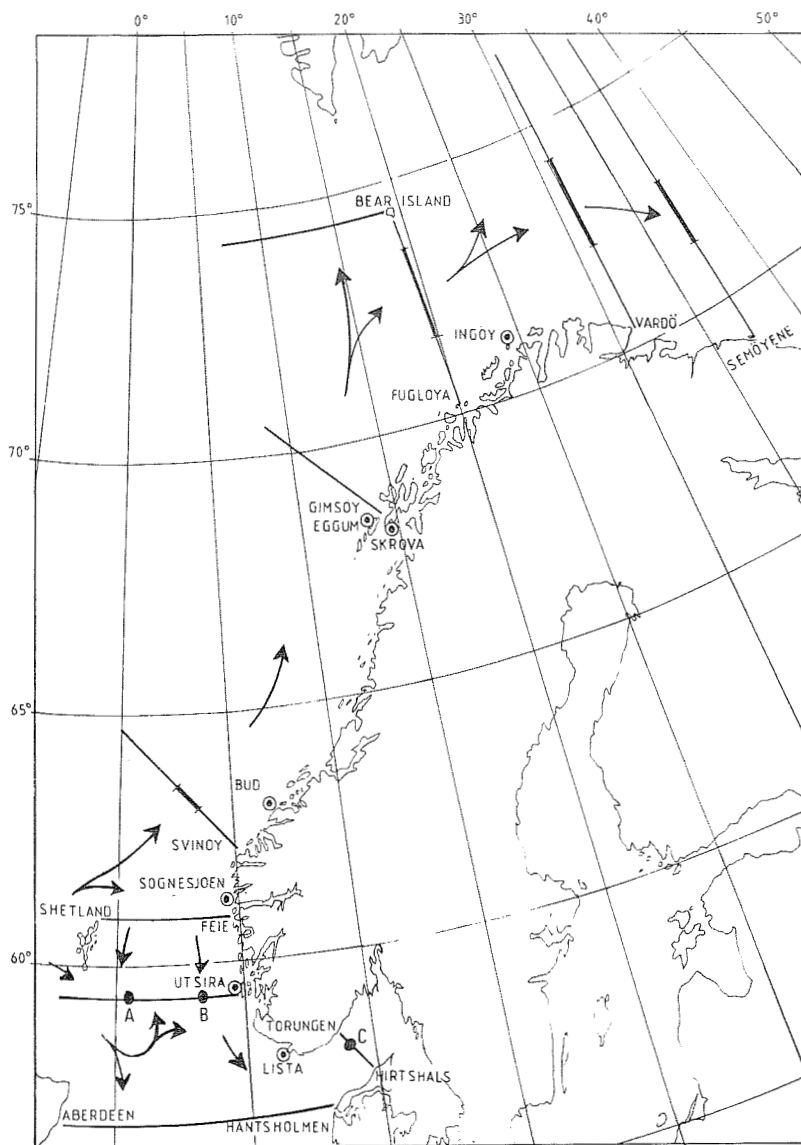


Fig. 1.1.1. Faste stasjoner  $\odot$  og snitt — samt viktigste transportruter for atlantisk vann.

## 1.2. Nordsjøen–Skagerrak

I de grunne områdene i Nordsjøen blir vannmassene fullstendig gjennomblandet om vinteren og har samme temperatur fra overflaten til bunn. Om sommeren oppvarmes de øverste 20-40 meterne. Saltholdigheten i de enkelte lokaliteter er avhengig av strømforholdene som påvirkes hovedsakelig av vind og varierende tilførsler av At-

lanterhavsvann, elvevann og brakkvann fra Østersjøen.

Atlanterhavsvann kommer hovedsakelig inn i Nordsjøen og Skagerrak sørover langs vestskråningen av Norskerenna. Mindre grener kommer inn både fra nord og sør av Shetland og strømmer sørover i de vestlige deler av Nordsjøen. En del av denne strømmen blir styrt av bunntopografien østover, tvers over Nordsjøen mellom 58°

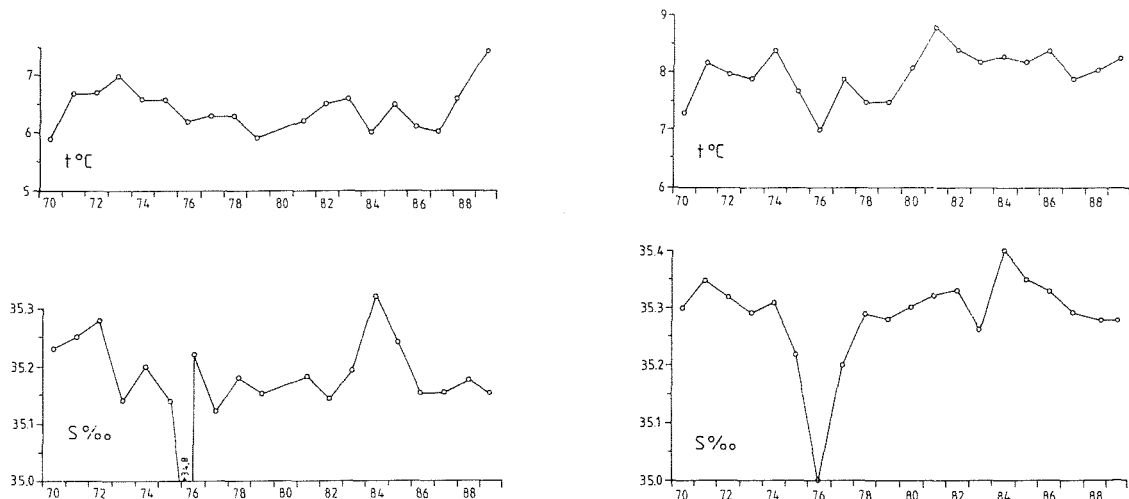


Fig. 1.2.1. Variasjoner i temperatur og saltholdighet nær bunn i posisjon A: 59°17'N, 00°22'Ø (venstre), og i kjernen av atlantisk vann i posisjon B: 59°17'N, 03°22'Ø (høyre) om sommeren i årene 1970-1989.

og 59°N (Dooleystømmen). I tillegg kommer en del Atlanterhavsvann inn gjennom Den engelske kanal.

Fig. 1.2.1 (venstre) viser tidsserier av sommermålinger av saltholdighet og temperatur nær bunnen i en fast posisjon i den vestlige del av Nordsjøen (Fig. 1.1.1, pkt. A). Disse målingene er antatt å representere variasjoner fra foregående vintre i den vestlige grenen av det innstrømmende Atlantiske vann, innblandet med et tynt lag av noe ferskere overflatevann. I samme figur (høyre) vises også tilsvarende målinger fra en stasjon på vestskråningen av Norskerenna (Fig. 1.1.1, pkt. B) i kjernen av det Atlantiske vannet. I gjennomsnitt er temperaturen 1-2°C kaldere, og saltholdigheten ca 0.1 lavere, i vest enn i øst.

Foruten det før nevnte saltholdighetsminimum i Atlanterhavsvannet i 1976, ser vi et saltholdighetsmaksimum i 1984 både i øst og vest (Fig. 1.2.1). Dette er tildels sammenfallende med

saltholdighetsvariasjoner i havområdene lengre nord samt det markerte isminium i Barentshavet samme år. Av dette kan vi anta at det i 1983-84 var en kraftig puls i transporten av Atlanterhavsvann inn i norske farvann. Todimensjonale vinddrevne transportmodeller viser også et markert maksimum i transporten inn gjennom Færøy - Shetland kanalen vinteren 1983.

Spesielt for 1989 er den høye temperaturen i bunnvannet i den vestlige delen av Nordsjøen (Fig. 1.2.1). Denne temperaturøkningen observeres ikke i kjernen av Atlanterhavsvannet, og må derfor skyldes den meget milde foregående vinter. Foreløpige undersøkelser indikerer at bortsett fra overflatelaget, er havklimaet i 1989 i store deler av Nordsjøen og i midlere dyp av Skagerrak det varmeste vi har hatt de siste 20 år.

Fig. 1.2.2 viser tidsserier av temperatur og saltholdighet i dypbassenget i Skagerrak (Fig. 1.1.1, pkt. C). De

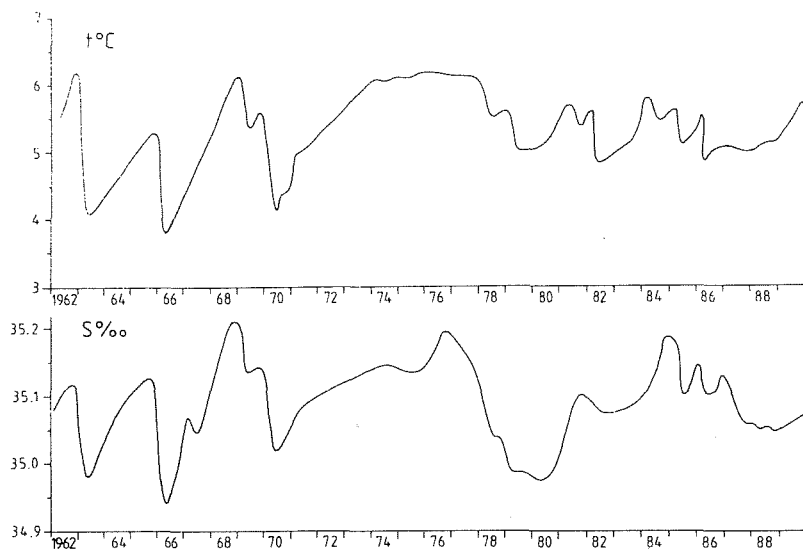


Fig. 1.2.2. Variasjoner i temperatur og saltholdighet i bunnvannet i Skagerrak, posisjon 58°08'N, 09°11'Ø, for årene 1962-1989.

senere års variasjoner viser en viss aktivitet i bunnvannet, men ingen drastisk utskiftning har skjedd etter 1984.

Med hensyn på annen utveksling av vannmasser mellom Nordsjøen og Skagerrak, viser høstens målinger med bl.a. Akustisk Doppler Strømmåler kraftig innstrømming av Atlanterhavsvann. Denne innstrømmingen møter andre vannmasser fra sydlige deler av Nordsjøen, nordvest av Hanstholmen (Danmark). Det er grunn til å anta at denne transporten virker som en styringsmekanisme med hensyn på å slippe andre vannmasser inn i Skagerrak, og dette kan være hovedårsaken til at Jyllandsstrømmen med vann fra Tyskebukta ofte stopper opp sør for Hanstholm.

Til slutt må nevnes vannmassene som dekker større områder sør for Doggerbank og nordover vest av Danmark og Jyllandsstrømmen. Dette vannet observeres hver høst med svært lave nærings saltverdier og relativt høy temperatur, og kan også spores innover i Skagerrak. Den foreløpige konklusjo-

nen er at hovedmengden av dette vannet kommer inn gjennom den Britiske Kanal og kanskje har større betydning for sirkulasjonen enn tidligere antatt.

### 1.3. Norskehavet

Det standardsnittet som ligger nærmest Atlanterhavsvannets innløp til Norskehavet, og våre havområder forøvrig, går fra Svinøy mot nordvest (Fig. 1.1.1). I dette området er Atlanterhavsstrømmen forholdsvis smal, og transporten av Atlanterhavsvann følger i stor grad eggakanten nordover langs kysten. I et område på 35 nautiske mil (65 km) utover fra eggakanten, skjærer snittet gjennom hovedkjernen i strømmen. Fig. 1.3.1 viser middelverdier av temperatur og saltholdighet i vannlaget 50-200 m i denne strømkjernen, observert hvert år i juli/august siden 1978.

En skotsk observasjonsserie i Færøy - Shetlandrenna går tilbake til 1904. De laveste verdiene av temperatur og



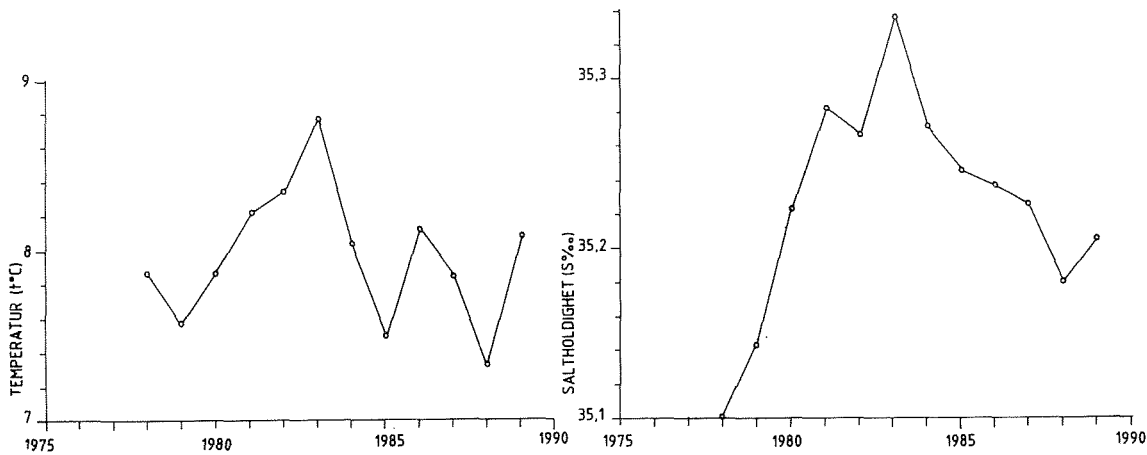


Fig. 1.3.1. Variasjon i temperatur og saltholdighet i juli/august i snittet Svinøy-NV. Kurvene viser middelverdier mellom 50 og 200 m dyp i kjernen av atlantisk vann.

saltholdighet i denne serien ble observert i 1976. I Svinøysnittet ble det ikke tatt observasjoner i midten av 70-årene, men andre observasjoner viser at det kalde og ferske Atlanterhavsvannet som ble observert i Færø-Shetlandrenna i 1976, forflyttet seg som en «bølge» nordover i Atlanterhavsstrømmen. Ved innløpet til Barentshavet, i snittet Fugløya-Bjørnøya, ble det således observert i 1978-1979 og ved Sørkapp på Svalbard i 1979.

Etter denne perioden med kaldt og ferskt vann i Atlanterhavsstrømmen, var det stigning i både temperatur og saltholdighet over flere år. Som vist i Fig. 1.3.1, var det i Svinøysnittet økende verdier til 1983. Fra 1983 ble Atlanterhavsvannet igjen kaldere og ferskere, og temperaturen var i 1988 lavere enn i de foregående 10 årene. Målingene fra juli 1989 viste at Atlanterhavsvannet igjen var blitt varmere og saltere. Verdiene var da nær gjennomsnittet for de 12 årene vi har observasjoner for, henholdsvis 7.95°C og 35.23 i saltholdighet.

#### 1.4. Barentshavet

Fig. 1.4.1 viser temperatur og saltholdighet i snittene Fugløya-Bjørnøya, Vardø-N langs 31°13'Ø og Semøyene-N langs 37°20'Ø. Sterk avkjøling av vannmassene i Barentshavet på slutten av 1988 og begynnelsen av 1989 førte til at temperaturen i begynnelsen av 1989 var omtrent 0,5°C lavere enn midlet for de siste 13 årene. I februar begynte temperaturen i det innstrømmende Atlanterhavsvannet å stige, og utover året ble denne temperaturstigningen merkbar i store deler av Barentshavet. Allerede i mars var temperaturen ca 0,5 høyere enn midlet for perioden 1977-89, mens den i begynnelsen av september var 0,8-1,2°C over midlet for perioden 1977-89 i den vestlige delen av Barentshavet. Relativt høyest var temperaturen i de sentrale deler av havet ved ca. 30°Ø hvor vi må helt tilbake til 1959 og 1960 for å finne tilsvarende temperaturer. I de vestlige områder, mellom Troms og Bjørnøya, hadde man tilsvarende tem-

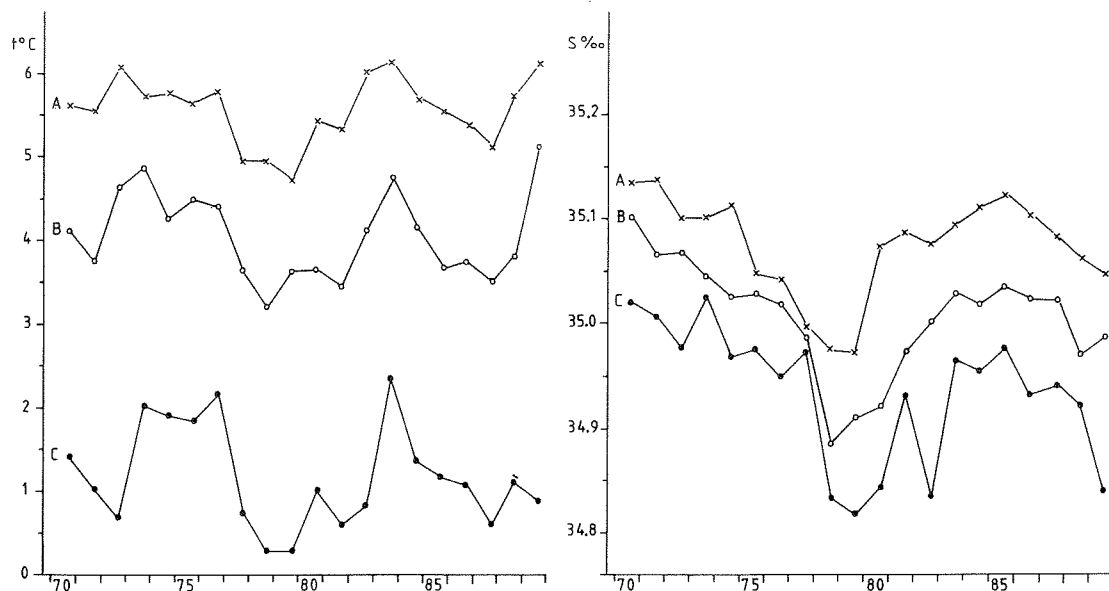


Fig. 1.4.1. Variasjoner i temperatur og saltholdighet i Atlanterhavsvannet mellom 50 og 200 m i snittene Fugløya-Bjørnøya (A), Vardø-N (B) og Semøyene-N (C).

peratur i 1983 og 1972. I øst derimot, hadde innflytelse av Atlanterhavsvannet ennå ikke gjort seg særlig gjeldende, og temperaturen var helt lik midlet for perioden 1977-1989. Det må forventes at varmebølgen vil forplante seg østover, og gjøre seg gjeldende i dette området i løpet av vinteren 1990.

Saltholdigheten i Atlanterhavsvannet viste ubetydelige variasjoner fra året før.

I tillegg til høyere temperaturer i det innstrømmende Atlanterhavsvannet, var overflatetemperaturen usedvanlig høy på grunn av den sterke oppvarmingen fra atmosfæren i løpet av sommeren. Dette gjaldt hele den sørlige delen av Barentshavet. I de nordlige deler av Barentshavet var oppvarmingen fra atmosfæren liten, noe som førte til liten issmelting. Bare en liten del av det nordlige Barentshavet ble isfritt i løpet av sommeren og høsten. Vinteren hadde hatt relativt

mye is de 3 første månedene, før økt temperatur i Atlanterhavsvannet førte isgrensen nord til ca 76°N. Imidlertid har temperaturen i Atlanterhavsvannet ingen innflytelse på avsmelting om sommeren.

Det er grunn til å anta at temperaturen i Barentshavet vil ligge over det normale for store deler av 1990, og at det blir relativt lite is vinteren 1990, særlig i de østlige deler. De fysiske forhold vil dermed ligge vel til rette for en god biologisk produksjon i løpet av året.

### 1.5. Norskekysten

Miljøtilstanden i kystfarvannene observeres regelmessig på 8 faste stasjoner fra Lista i sør til Ingøy ved Nordkapp i nord. På disse stasjonene blir temperatur og saltholdighet observert i standarddyp fra overflaten til bunnen. Observasjoner i overflaten blir også

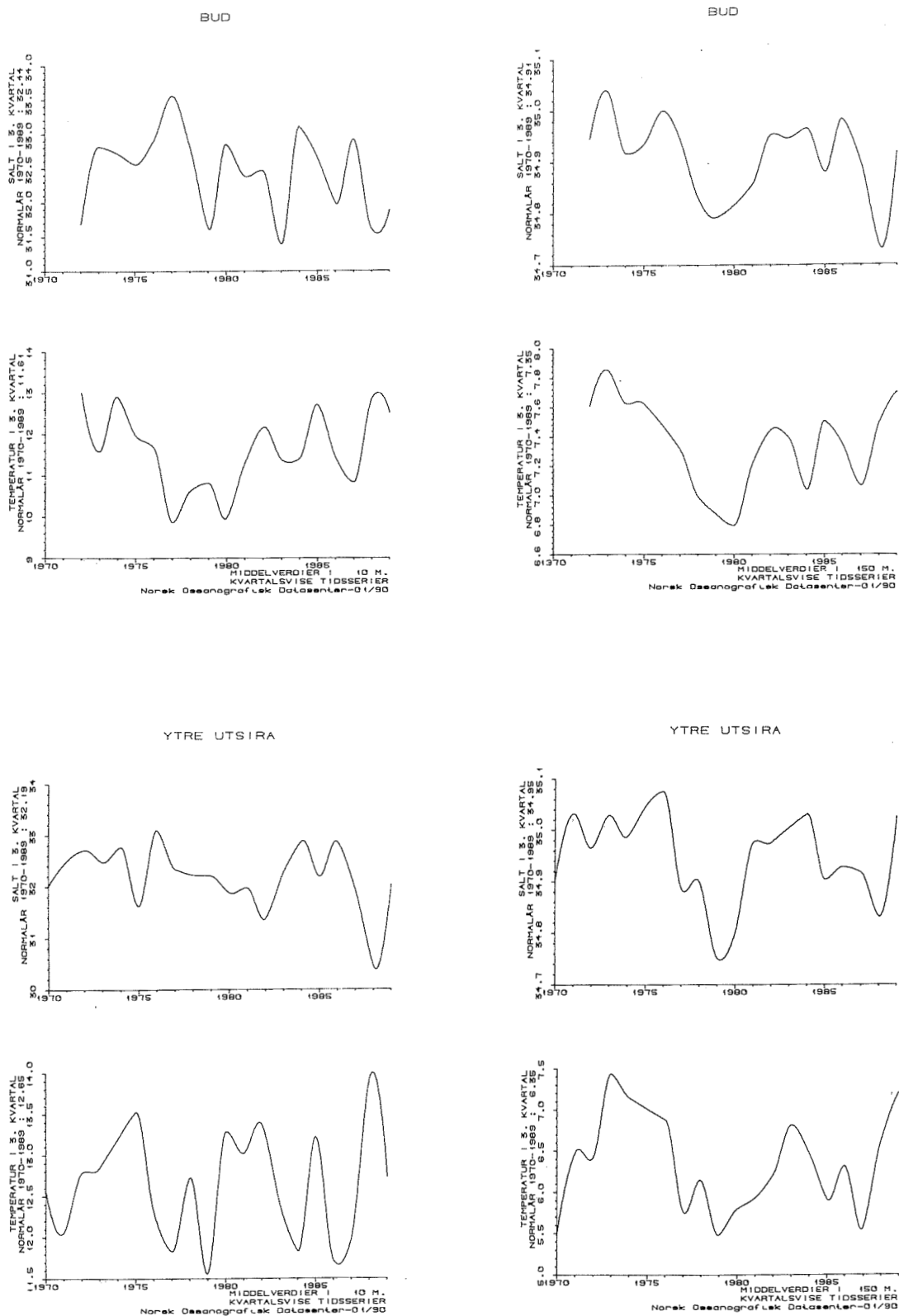


Fig. 1.5.1. Middelerverdier av temperatur og saltholdighet for 3. kvartal gjennom perioden 1970-1989 i 10 m (venstre) og 150 m ved Bud (øverst) og Utsira (nederst).

observert langs kysten av rutegående fartøyer.

Fig. 1.5.1 viser tidsserier av midlere temperatur og saltholdighet i 10 og 150 m dyp for 3 kvartal (juli, august, september) i perioden 1970–1989 ved de to faste stasjonene Utsira og Bud.

Tidsserien for 10 m dyp som viser variasjonene i overflatelaget, er sterkt avhengig av lokale forhold. Stor tilførsel av ferskvann til kyststrømmen medfører økt stabilitet slik at sommeroppvarmingen blir begrenset til de øvre lag. Dette var meget fremtredende ved Utsira i 1988, men figuren viser at i 1989 var forholdene her nærmere det normale med høyere saltholdighet og lavere temperatur. Ved Bud var tendensen den samme, men denne stasjo-

nen var ågså i 1989 preget av lav saltholdighet og høy temperatur i overflatelaget.

I 150 m dyp hvor vannmassene er sterkt oppblandet med Atlanterhavsvann, gjenspeiler stasjonene mer storstilte variasjoner som har sin opprinnelse i den atlantiske innstrømningen. Her får kurven for temperatur som regel et lignende forløp som kurven for saltholdighet, idet Atlanterhavsvannet er varmere og saltene enn det lokale bunnvannet som dannes i Nordsjøen om vinteren. Stasjonene ved Utsira og Bud viste begge stigning i temperatur og saltholdighet i 150 m dyp. Dette viser økt atlantisk påvirkning og er i overensstemmelse med en lignende økning i Svinøysnittet (Fig. 1.3.1).

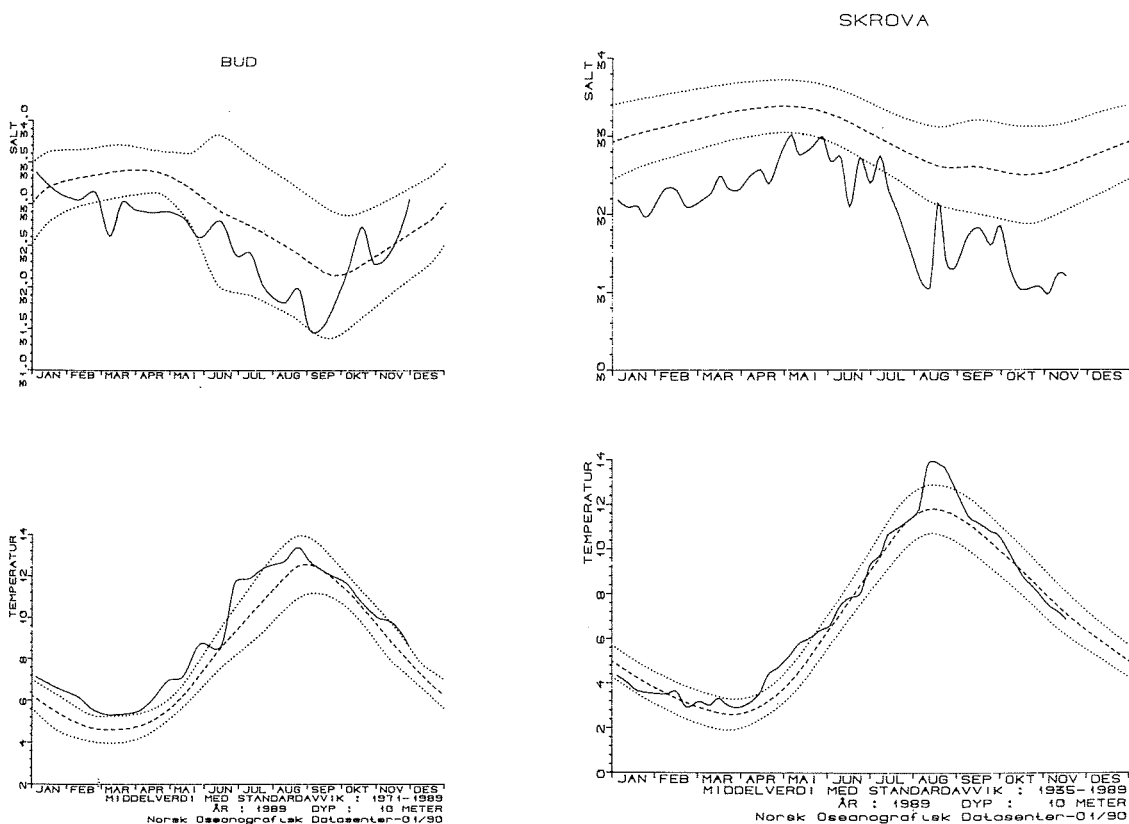


Fig. 1.5.2. Temperatur (nederst) og saltholdighet i 10 m dyp (øverst), målt ca hver 10. dag, ved Bud og Skrova i 1989. Midlere årsvariasjon og standardavvik (prikket) er også vist.

Nordover langs kysten var overflate- laget også i 1989 karakterisert av stor ferskvannstilførsel. Ved Bud var salt- holdigheten under det normale for årene 1971–1989, men for det meste innenfor standardavviket (Fig. 1.5.2). Stasjonene ved Skrova (Fig. 1.5.2), Eggum og Ingøy viste alle saltholdighe- ter betraktelig under det normale i overflatelaget. Dette skyldes delvis at de ferske vannmassene som ble obser- vert ved Utsira i 1988 nå var forflyttet nordover med kyststrømmen, men også at det var stor ferskvannstilførsel gjennom 1989 på grunn av store ned- børmengder og store snømengder i fjellet, spesielt på Vestlandet.

### 1.6. Rekrutteringsmekanismer

Det fysiske havmiljøet spiller en viktig rolle for fiskelarvenes næringsopptak. Amerikanske forsker har nylig utledet teoretisk at selv en liten økning i omrøringsgraden (turbulensnivået) i de øvre vannlag kan mangedoble kontakthyp- pigheten mellom fiskelarver og

matpartikler. Teorien er illustrert i Fig. 1.6.1 og går ut på at når en fiske- larve gjennomløper sjøen etter føde, hovedsaklig raudåtelarver (nauplier), er søketiden avhengig av turbulensen. Den venstre delen av figuren illustrer distansen en larve må svømme før den treffer første nauplie når sjøen er uten turbulens slik at naupliene er i ro. Den høyre delen viser situasjonen når naupliene virvles rundt av naturlig småskalaturbulens. Teoretisk er distan- sen som larven da må svømme før den treffer første bytte, bare en brøkdel av distansen i den første situasjonen. Denne prosessen som kan være av fundamental betydning for etableringen av årsklassenes styrke, er tidligere ikke påvist eksperimentelt. Instituttets forskning i Lofoten bekrefter nå denne teorien. Det er vist at kontakthyp- pigheten mellom jeger og bytte øker med en faktor på 2.8 når vindhastigheten øker fra 2 til 6 m/s (Fig. 1.6.2). Dette er i god overensstemmelse med den teoretiske modellen og er den første bekreftelse på at turbulensnivået er

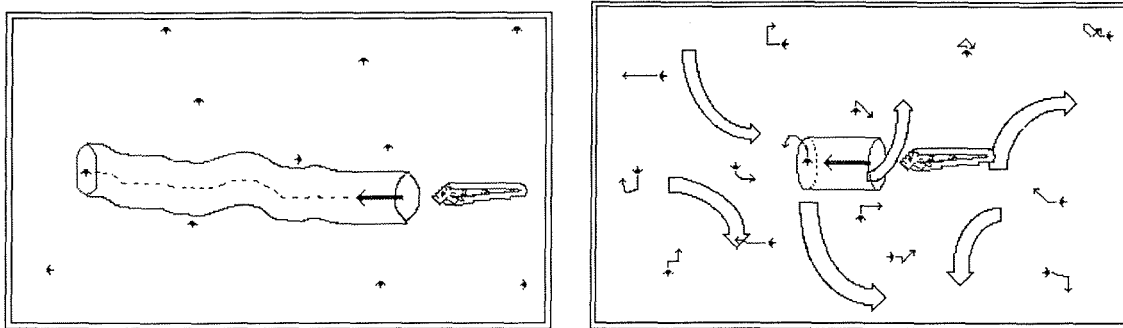


Fig. 1.6.1. Fiskelarvens tilgang til føde avhenger av småskala-turbulens i sjøen.

Ingen turbulens: Fiskelarven må kanskje svømme flere hundre kroppslengder før den finner en næringspartikkel. Larven bruker mye dyrebar energi til leting, og måltidene blir sjeldne. Resultat: De fleste larvene dør av sult.

Passende turbulens: Vannets omrøring bringer næringspartiklene i hyppig kontakt med larven. Det kreves lite energi til jakt etter mat, og måltidene blir hyppige. Resultat: Mange flere larver overlever.

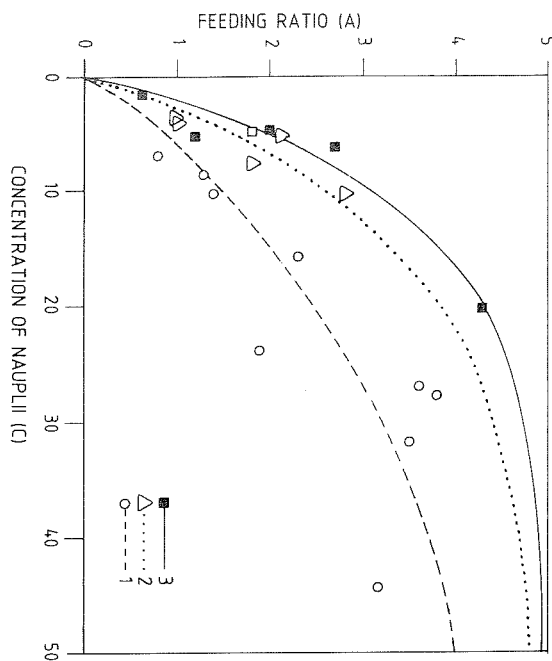


Fig. 1.6.2. Antallet nauplier i magen på torske-larvene i forhold til antallet nauplier i sjøen under 3 ulike vindforhold. 1) 2 m/s 2) 4 m/s 3) 6 m/s.

en viktig faktor for rekrutteringen til fiskebestandene. Variabel kontakthyp-pighet mellom fiskelarver og deres næringsorganismer forårsaket av av variasjoner i vindmønsteret, er derfor en viktig mekanisme når årsklassestyr-ken etableres.

Havforskningsinstituttet vil fortsette forskningen på dette problemet og planlegger et prosjekt hvor nærings-opptak for torske-larver vil bli under-søkt i sammenheng med de fysiske til-stander i sjøen. Dette innebærer vind-målinger, strøm- og bølgemålinger, måling av småskalaturbulens og hydro-grafiske målinger.

### 1.7. Prosjekter

Prosjektet «Matematisk modellering av fysiske prosesser i Barentshavet» som var støttet av NFFR, ble avsluttet

i 1989. Det har hovedsakelig vært ar-beidet med å utvikle en modell for vinddrevet strøm i Barentshavet. Mo-dellen har vært kjørt for perioden 1970 – 1986 og viser god overensstemmelse med observerte klimadata i samme periode. Fig. 1.7.1 viser således årlige middelerverier for modellert vinddrevet transport gjennom snittet Fugløya-Bjørnøya, som viser god overensstem-melse med forløpet av kurvene for temperatur og saltholdighet i snittet. Ett av formålene med prosjektet var å sammenholde den modellerte strøm-men med utbredelsen av 0-gruppe fisk, og også her var sammenhengen tyde-lig. Det er planlagt å fortsette dette arbeidet med dekning av et større område.

Prosjektet «Fiskeoppdrett og miljø-effekter i fjorder» som har vært utført for Møre og Romsdal fylkeskommune, ble avsluttet i 1989. Hovedformålet med prosjektet var å beregne hvor stor årsproduksjon av fisk som kan tillates i en fjord uten at oksygenfor-holdene i bassengvannet blir forverret utover en gitt grense (fjordens bæreev-ne). Det ble i tillegg sett på hvilke innvirkning økte utslipp av nærings-salter vil ha for planktonproduksjonen i vannmassene over terskeldypet.

For at et prosjekt av denne typen skulle kunne gjennomføres, krevdes det videreutvikling og bruk av numeris-ke fjordmodeller. Den store datameng-den fra de 30 undersøkte fjordene i Møre og Romsdal har også belyst en rekke grunnleggende fysiske og kjemis-ke forhold i fjordbassengene.

Resultatene tyder blant annet på at den normale fluxen av marint orga-



Fig. 1.7.1. Middeler av modellert vinddrevet vanntransport gjennom snittet Fugløya-Bjørnøya.

nisk materiale ned i terskelbassengene avtar tilnærmet lineært med terskeldypet. Det midlere normale oksygenforbruket i et fjordbasseng er også omvendt proporsjonalt med midlere bassengdyp. Ut fra disse resultatene kan en nå beregne det normale oksygenforbruk i et gitt terskelbasseng. Det er også utviklet en forenklet metode for beregning av forventet oksygenminimum i de dypeste deler av et fjordbasseng, basert på midlere oksygenforbruk og tetthetsreduksjon i stagnasjonsperioder.

Når en kjenner oksygenforbruket ved nedbrytningen av et tilført organisk materiale, for eksempel spillfor fra fiskeoppdrett, er det derfor mulig å beregne økningen i midlere oksygenforbruk og reduksjonen av oksygenminimum i de dypeste delene av fjord-

bassenget. Problemstillingen er illustrert i Fig. 1.7.2.

Ut fra de foreliggende undersøkelsene er det helt klart at lokaliseringen av et fiskeoppdrettsanlegg i en fjord, har stor betydning for miljøeffektene. Oppdrett som er plassert slik at spillfor deponeres grunnere enn terskeldypet, gir normalt en ubetydelig økning av oksygenforbruket i bassengvannet. Er anlegg derimot plassert slik forrester og fekalier tilføres bassengvannet under terskeldypet, vil dette gi opphav til en økning av oksygenforbruket og tilsvarende redusert oksygenminimum. Fjordenes bæreevne er derfor avhengig av lokalisering, topografi, naturlig tetthetsreduksjon i bassenget og mengden av tilført organisk materiale og kan beregnes for den enkelte fjord.

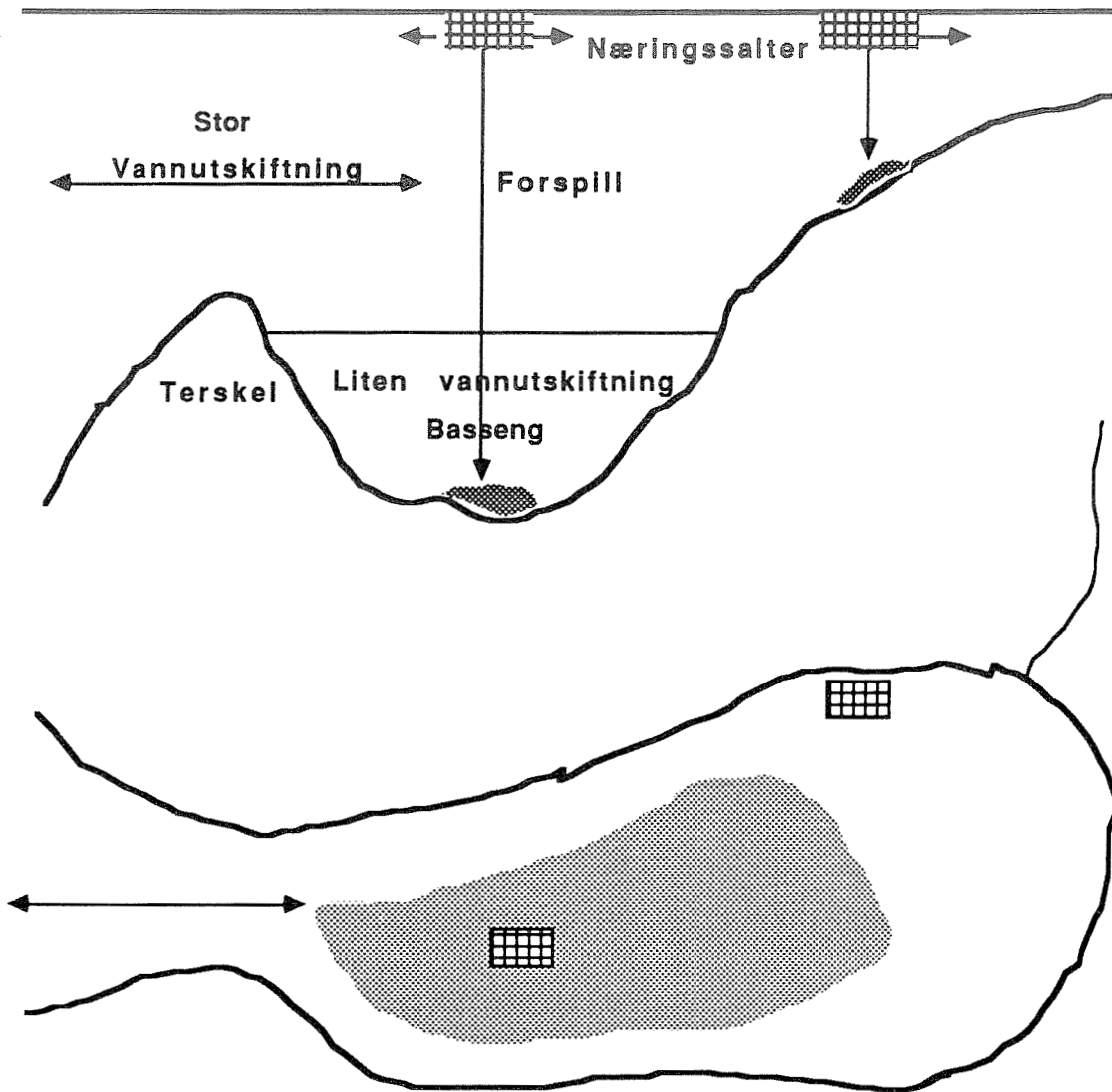


Fig. 1.7.2. Prinsippskisse for lokalisering av fiskeoppdrettsanlegg i en fjord.

Den direkte tilførselen av næringsalter fra fisken til overflatelaget vil kunne gi opphav til redusert siktedyp i fjorden på grunn av økt produksjon av planteplankton. Produksjonen er

proporsjonal med fiskeproduksjonen pr. flateenhet og omvendt proporsjonal med vannutvekslingen med sjøområdet utenfor fjorden.



## 2. BIOLOGISK OSEANOGRAFI

### 2.1. Innledning.

En vesentlig del av innsatsen innenfor Biologisk oseanografi har i stor grad vært rettet mot undersøkelser innenfor programmene HELP, AKUP og PROMARE. I vårt sydlige ansvarsområde, Nordsjøen, har virksomheten vært rettet mot forurensningsproblemer, og spesielt mot næringssaltdynamikken som grunnlag for de tiltagende blomstringer av flagellater i Skagerrak og den norske kyststrømmen. Algeblomstringen i Ryfylke sist sommer krevde en betydelig del av Instituttets innsats.

HELP (Havforskningsinstituttets egg- og larveprogram) gikk i 1989 på sitt fjerde år. Det er rettet mot reproduksjonsprosesser på kystbankene mellom Stad og Barentshavet, og dekker gyteforløp, egg/larve-forekomster, deres næringsbetingelser og transporten til oppvekstområdene i Barentshavet. Foruten å styrke Instituttets permanente programmer om rekrutteringsmekanismene for våre viktigste fiskeressurser, skal materialet forbedre grunnlaget for Instituttets konsekvensvurderinger i relasjon til oljevirkosomheten på kystbankene. I programmet inngår også modellutvikling av fordeling og drift av gyteproduktene.

AKUP (Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger ved petroleums virksomhet) er et statlig program under Olje- og energidepartementet, hvis

hensikt er å styrke datagrunnlaget for, og å gjennomføre, konsekvensanalyser om virkningene av en fremtidig oljevirkosomhet i den sydlige del av Barentshavet og kystområdene utenfor Midt-Norge og Finnmark. Havforskningsinstituttets delaktighet omfatter ressursforekomster og næringsgrunnlaget i form av planktonproduksjon, samt eksperimentelle undersøkelser av oljens virkninger på de respektive organismegrupper og stadier.

PROMARE er et 5-årig systemøkologisk forskningsprogram under NAVF og NFFR om arktisk biologi. Dette programmet ble avsluttet i 1989 og resultatene vil bli rapportert ved et symposium i mai 1990. Havforskningsinstituttets delaktighet var fokusert på de lavere trinn i det marine næringsvev, og sammen med Instituttets engasjement i AKUP, har dette tilknytning til konsekvensvurderingene ved fremtidig petroleumsvirksomhet såvel som til basisdelen av flerbestandsforskningen.

### 2.2 Nordsjøen og Skagerrak

#### Kjemisk oseanografi

Med kjemisk oseanografi menes å nytte kjemiske målinger til å beskrive forholdene i havet, både med hensyn på dynamiske/fysiske prosesser og på

prosesser hvor de kjemiske komponentene inngår i, og kan være bestemmen- de for den biologiske utviklingen. Dette betinger at de komponentene som måles kan bestemmes med god nøyaktighet samtidig som målingene må kunne utføres raskt. Helst skal målingene kunne utføres ombord under toktet og i en slik mengde at dataene gir en god horisontal og vertikal beskrivelse av det området forsknings- fartøyet arbeider i. Med en slik målset- ting begrenses antall parametre av måleteknikk og instrumentering.

Opprinnelig var måling av saltholdig- het den viktigste kjemiske analysen som ble foretatt innen oseanografien. Klorinnholdet i sjøvannsprøvene ble kvantitativt bestemt ved hjelp av en enkel kjemisk titreringsmetode, og salt- holdigheten ble deretter beregnet. I dag har ledningsevne målinger i sjøvan- net erstattet de kjemiske metodene og dermed er det mulig instrumentelt å måle saltholdigheten kontinuerlige *in situ*. Dette gir selvfølgelig en betyde- lig bedre dataopløsning og derved også langt bedre grunnlag for studier av fysiske forhold. Det er allikevel verd å huske at saltholdigheten repre- senterer en størrelsesorden i gram pr. kg som ikke er spesielt små mengder sammenlignet med microgram eller picogram pr. liter som er de størrelses- ordener de fleste kjemiske enkelt- komponenter forekommer i, i sjøvann.

Innføring av automatiske analyseme- toder for næringssalter har gjort det mulig å gjennomføre analyseprogram som gir datamengder av et omfang tilsvarende «gamledagers» saltholdig- hetsmålinger. Vi har utviklet et egnet

analyseprogram med databehandlings- program for bruk ombord i forsknings- fartøylene. Dette systemet er nå også bygget opp og er i drift ved Havforskn- ingsinstituttets Biologiske stasjon i Flødevigen. Med vårt automatiske ana- lyseprogram for næringssalter, som vi har hatt i drift en del år, analyserer i årlig 10.000 til 15.000 sjøvannsprøver for bestemmelse av plantenæringsstof- fene fosfat, nitrat, nitritt og silikat.

Dataene brukes både til å beskrive vannmassefordelinger og til beregning- er i forbindelse med plantevekst. Det innbyrdes mengdeforholdet mellom til- gjengelig nitrogen, fosfor og silisium i en vannmasse er bestemmende for hvilke planteplanktonarter som vil ha de beste vekstbetingelser til enhver tid. Masseblomstringer av giftige alger kan ha sammenheng med «unormale forhold mellom næringssaltene. Over- våkning av næringssalter i kritiske områder er derfor en viktig informa- sjon i en beredskap med tanke på tid- lig varsling om muligheter for blomst- ring av giftige alger.

Spesielt når næringssaltdataene skal brukes til beregninger, av for eksem- pel innbyrdes forhold, er det vesentlig at dataene er av høy kvalitet og at de kan sammenlignes med andre labo- ratoriers data. De små mengdene næ- ringssalter, microgram pr. liter eller  $10^{-6}$  gram, som finnes i sjøvann ska- per vesentlige analytiske problemer. Dette reflekteres blant annet i vanske- ligheter med å skaffe sammenlignbare data, et problem som desverre er stort når det gjelder næringssaltdata. For- skjellige laboratorier framkommer til tider med betydelige forskjeller i data

fra samme område og innenfor samme tidsrom. Det er derfor en viktig del av vårt arbeid å gjennomføre interkalibreringer med andre laboratorier både nasjonalt og inter nasjonalt for å sikre at dataene våre er sammenlignbare med andres.

I regi av Det Internasjonale Råd for Havforskning, ICES, ble det i 1989 gjennomført en interkalibrering med svært god deltagelse og hvor resultatene, slik det foreløpig ser ut, synes å være bra. Det oppfordres imidlertid sterkt til å gjennomføre feltinterkalibreringer så ofte som mulig for også å kunne ta hensyn til analyseforholdene ombord i forskningsfartøyer. Vi ser det som spesielt viktig med hyppige interkalibreringer med Biologisk stasjon i Flødevigen særlig fordi vi avvekslende gjør målinger i de samme områdene. Det er også blitt gjennomført en større sammenligning mellom

Flødevigen, NIVA og oss med gode resultater.

Betydningen av gode og sammenlignbare næringsalldata vil øke. Politiske intensjoner og forpliktelser om betydelige reduksjoner i tilførselen av næringsalter til våre havområder og Nordsjøen spesielt, tilsier at det legges stor vekt på å kunne måle forandringer. Måleresultatenes verdi i overvåkningssammenheng er nøye forbundet med dataenes sammenlignbarhet fra år til år og mellom de enkelte nasjoners laboratorier.

### Resultater 1989 Nordsjøen og Skagerrak

Kombinert med ungsildundersøkelser ble det, som i tidligere år, også i 1989 gjennomført en omfattende dekning av hele Nordsjøen med næringssaltanalyser i faste hydrografiske snitt i no-

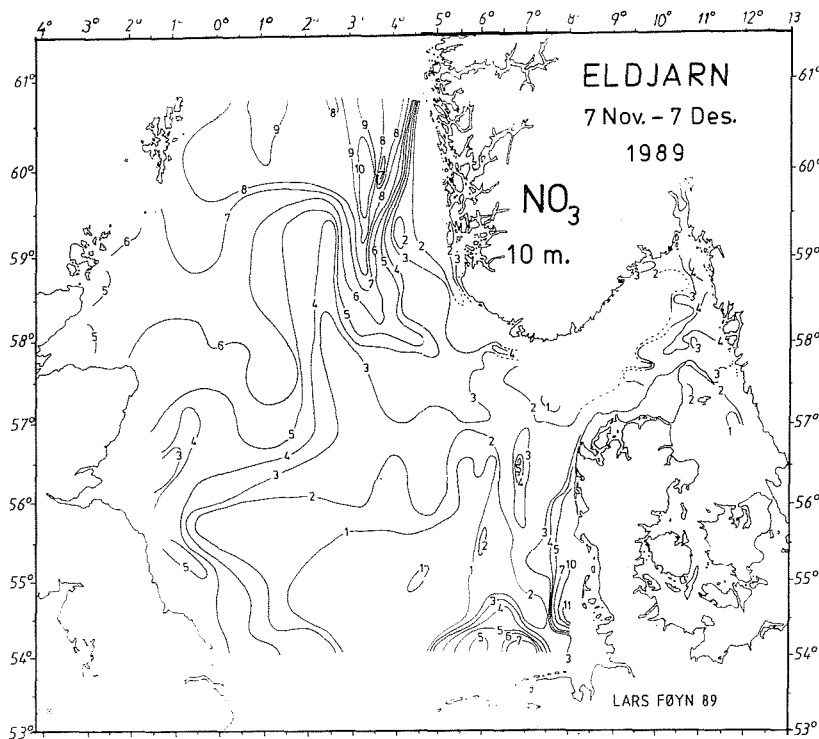


Fig. 2.2.1 Fordelingen av nitrat i 10 m dyp i november-december.

vember–desember. Dette høsttoktet representerer en tilnærmet vintersituasjon med forholdsvis liten biologisk aktivitet og næringssaltene må tildels kunne betraktes som upåvirket av planteplanktonproduksjonen i størstedelen av området. Fig. 2.2.1 viser til eksempel fordelingen av nitrat i 10 meters dyp fra toktet med F/F «Eldjarn» i november – desember 1989. Av figuren framgår det at Nordsjøen kan deles i to, omtrent ved 57°30'N, med hensyn på forekomst av næringsalter.

I den sydlige delen finnes hovedtilførslene av det antropogene bidraget til næringssaltnivået i Nordsjøen, særlig skjer dette gjennom de store elvene som munner ut i Tyskebukta og lenger sør. Det som imidlertid preger den sydlige delen er de meget lave verdiene som finnes i en kile fra Kanalen og nordøstover mot innløpet til Skagerrak. Her finner vi store områder med nitratverdier under 1 micromolar. Dette fordelingsmønsteret forandrer seg lite fra år til år. De høye verdiene finner vi langt inne i Tyskebukta ved munningen av Elben og nordover langs Jyllands vestkyst. Fordelingsmønsteret viser at det oppstår vannmasser som «lommer» med høyt næringssaltinnhold. Transporten av disse «lommene» nordover og inn i Skagerrak er kritisk for den antropogene påvirkningen i indre Skagerrak og tildels i Kattegat.

Denne transporten ble spesielt undersøkt på et tokt med «G.O.Sars» i månedskiftet november–desember. Ved bruk av den skrogmonterte akustiske strømmåleren ble bunntopografiens innvirkning på strømforholdene kartlagt. Undersøkelsen var et ledd i

et mer langsiktig arbeid med å klarlegge Jyllandsstrømmens betydning for transport av forurensning fra de sterkt belastede kystområdene i den sydlige Nordsjø til Kattegat og indre Skagerrak. På basis av målinger av næringsalter og partikkelinnhold i sjøvannet ble vannmasser karakterisert og deres innbyrdes blanding og transport ble kartlagt. Innholdet av næringsalter i elvevannet som renner ut i den sørlige Nordsjøen er meget høyt. Selv etter kraftig oppblanding med sjøvann vil næringssaltinnholdet være betydelig forhøyet. Fig. 2.2.2. viser innholdet av fosfat plottet mot saltholdigheten. De forhøyete fosfatkonsentrasjonene ved saltholdigheter mellom 30 og 34,5 skyldes ekstra tilførsler av næringsalter fra land.

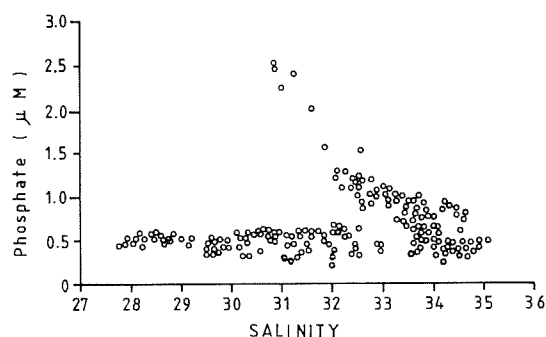


Fig. 2.2.2 Fosfat – saltholdighetsdiagram fra undersøkelsene i Jyllandstrømmen, Kattegat og Den Norske Kyststrømmen i november–desember. De forhøyete fosfatverdiene er fra Jyllandstrømmen.

Det som særpreger 1989 resultatene var de meget lave nitratverdiene som ble registrert på den aller innerste stasjonen i Tyskebukta. Her målte vi, på toktet med «Eldjarn» i november – desember, bare rundt 3 µm NO<sub>3</sub>. mens vi tidligere år har funnet over

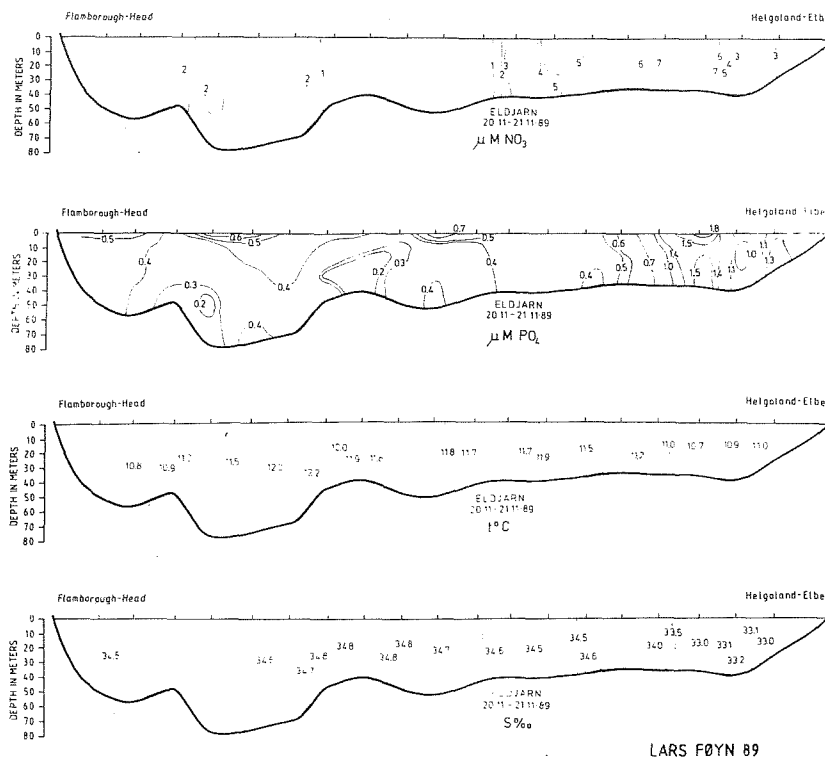


Fig. 2.2.3 Vertikalfor-  
delingen av nitrat, fosfat,  
saltholdighet og tempera-  
tur i et snitt fra munnin-  
gen av Elben til øst-kys-  
ten av England.

10 ganger så høye verdier i det samme tidsrommet. I 1988 ble det registrert over 40 mm NO<sub>3</sub> på denne stasjonen. I Fig. 2.2.3 er vertikalfordeling av nitrat, fosfat, saltholdighet og temperatur i snittet fra Elbens munning til øst-kysten av England ved Flamborough Head inntegnet. Bortsett fra de spesielt lave nitratverdiene innerst i Tyskebukta viser målingene en fordeling som stort sett er meget lik fra år til år. Det er verd å merke det generelt lave nivået av næringssalter i dette området. Høye verdier ble riktignok registrert lengre nord langs Jyllandkysten, men meget nær land. De «unormalt» lavere verdiene som ble registrert i Tyskebukta i 1989 må sees i sammenheng med mindre avrenning fra land.

Transporten fra Tyskebukta og inn i Skagerrak av «lommer» med næringsrikt vann særlig på nitrat, er blitt regis-

trert i et skikt under 20 meter i indre del av Skagerrak og i innløpet til Kattegat. Dette var spesielt utpreget like før blomstringen av *Chrysochromulina polylepis* våren 1988. I 1989 ble det gjennomført et tokt med «G.M. Dannevik» i april og fig. 2.2.4 viser den gjennomsnittlige fordelingen av nitrat i 20 til 30 meters dyp. Som det framgår ligger det her en kjerne av nitrat-rikt vann et stykke ut fra Norskekysten i den indre del av Skagerrak. Dette vannet kan ha sin opprinnelse fra sydlige del av Nordsjøen som følge av inntrenging og neddykking av vann.

Nord for 52°30'N preges forholdene av innstrømmende næringsrikt vann fra Atlanterhavet i Norskerenna, næringsfattig vann i Kyststrømmen og en «opp-hopning» av næringsrikt vann over de sentrale bankområdene, slik dette framgår av Fig. 2.2.5. Figuren viser

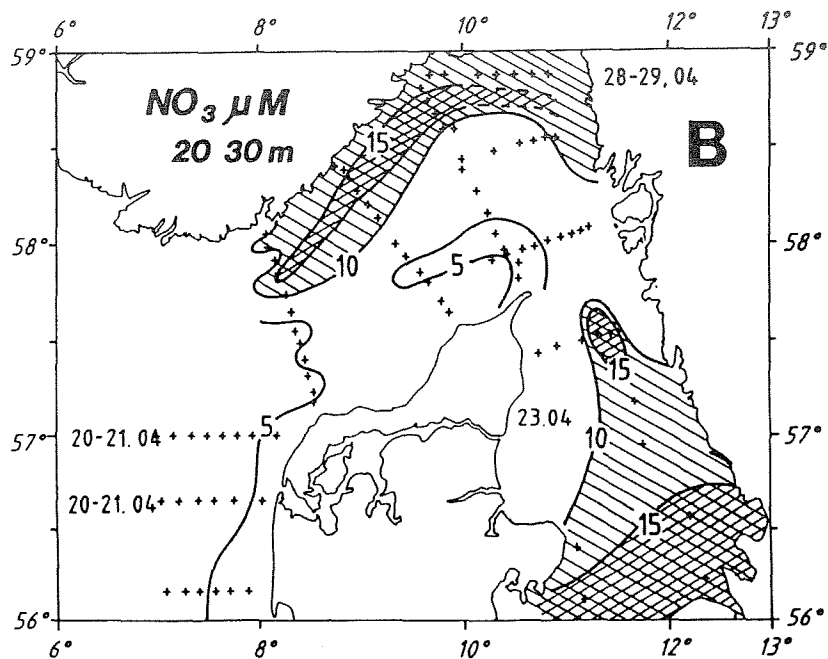


Fig. 2.2.4 Fordelingen av nitrat i 20–30 m dyp i april.

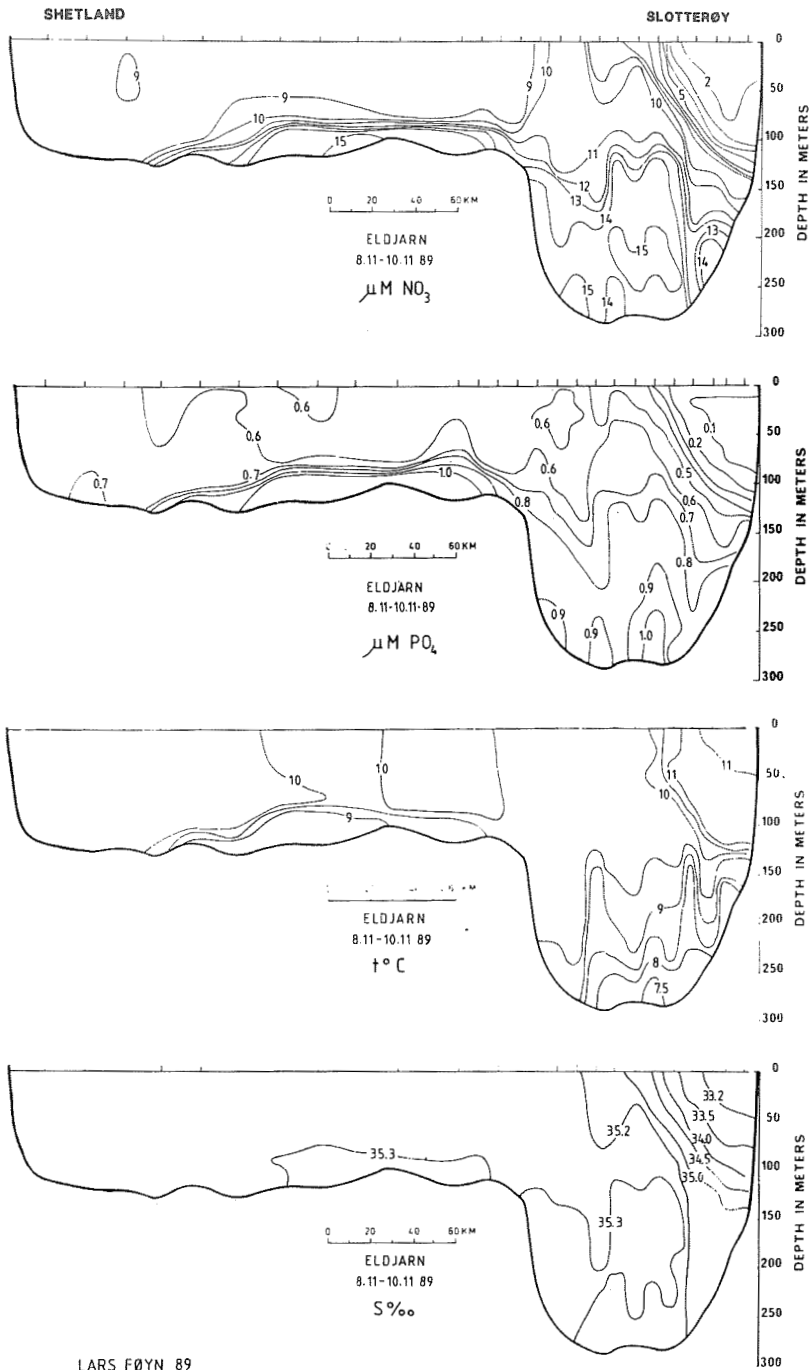
vertikalfordelingen av nitrat, fosfat, saltholdighet og temperatur og representerer snittet fra Slåtterøy, syd for Bergen, og vest til Shetland, syd for Lerwick. Som figurene viser er det kjerner av næringsrikt vann i dypet av Norskerenna. Dette er innstrømmende Atlanterhavsvann som uregelmessig også strømmer videre inn i dypet av Skagerrak og danner grunnlaget for den karakteristiske oppstrømmingen, «doming», av næringsrikt dypvann i de sentrale deler av Skagerrak.

Over det sentrale bankområdet synes det å etableres et sirkulasjonssystem som bevirker at vannmassene holdes i ro fra tidlig sommer og til utpå vinteren når vinteravkjølingen fører til en gjennomblending av vannmassene. I overvåkningsammenheng kan dette spesielle området vise seg å være velegnet for en vurdering av om det skjer en gradvis økning av næringssaltnivået i de nordlige sentrale deler av Nordsjø-

en. Økt planktonproduksjon i overflatelagene som følge av mulig økte antropogene tilførsler, vil kunne reflekteres ved økninger i næringssaltnivåene i bunnvannet over bankområdene. Disse vannmassene vil ikke være gjenstand for direkte påvirkninger med dermed muligheter for store variasjoner, men vil kunne reflektere en gjennomsnittlig belastning over en hel produksjons sesong.

Fra den tidsserien som allerede er etablert, er det ikke tegn til noen økning i næringssaltnivået. Det er imidlertid av vesentlig betydning at denne overvåkingen fortsetter som en uavbrutt serie.

Ved årsskiftet 1988/89 var det terskeloverskyllinger til flere småfjorder og basseng langs kysten med forholdsvis grunne terskler, ca 10 m dyp og mindre. Dette førte til hevning av oksygenfattig eller hydrogensulfidholdig vann (Fig. 1) i flere basseng med noe



LARS FØYN 89

Fig. 2.2.5 Vertikalfordelingen av nitrat, fosfat, temperatur og saltholdighet tvers over den nordlige Nordsjøen fra Slatterøy til Shetland.

dødelighet blant fisk og andre organismer som følge.

Ellers var året preget av en særlig mild vinter med temperaturer på 3–5°C over det normale (Fig. 2). Også utover høsten var temperaturen høy,

1–2°C over normalt med økende avvik mot slutten av året.

Spesielt høye nitratkonsentrasjoner, mer enn 12  $\mu\text{M}$ , ble bare registrert i overflaten av Skagerrak utenfor Danmark og Norge i mars og april. Ellers

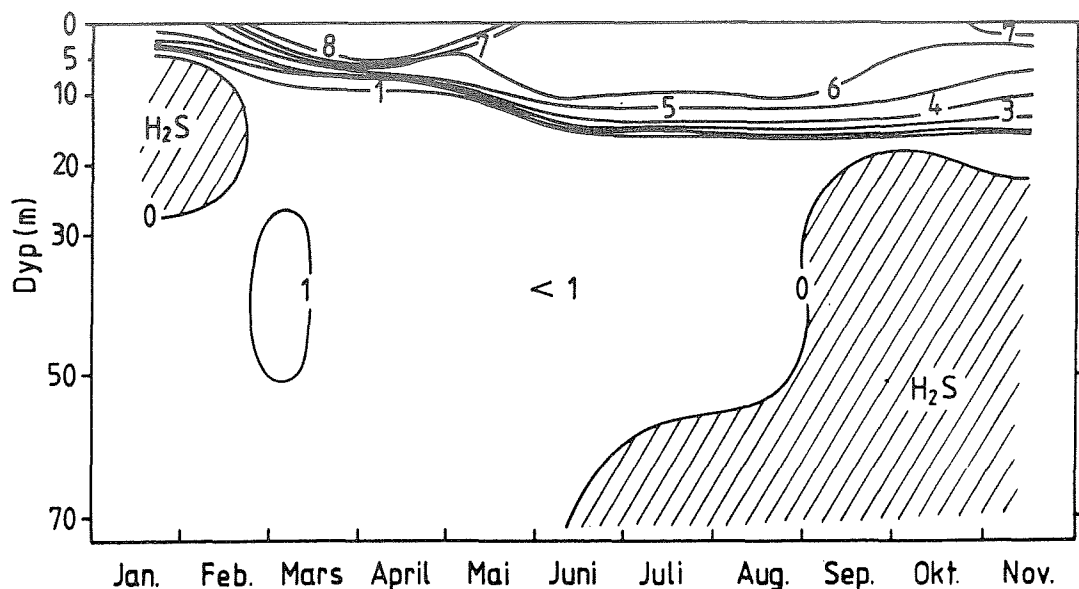


Fig. 1. Oksygenisopletter for Trysfjorden i Vest-Agder gjennom 1989. I januar sees en «sky» av hydrogensulfidholdig vann som nylig er blitt hevet mot overflaten og har friskere vann under seg. Trysfjorden har terskler på 5–10 m og to hovedbasseng på ca 60 m dyp.

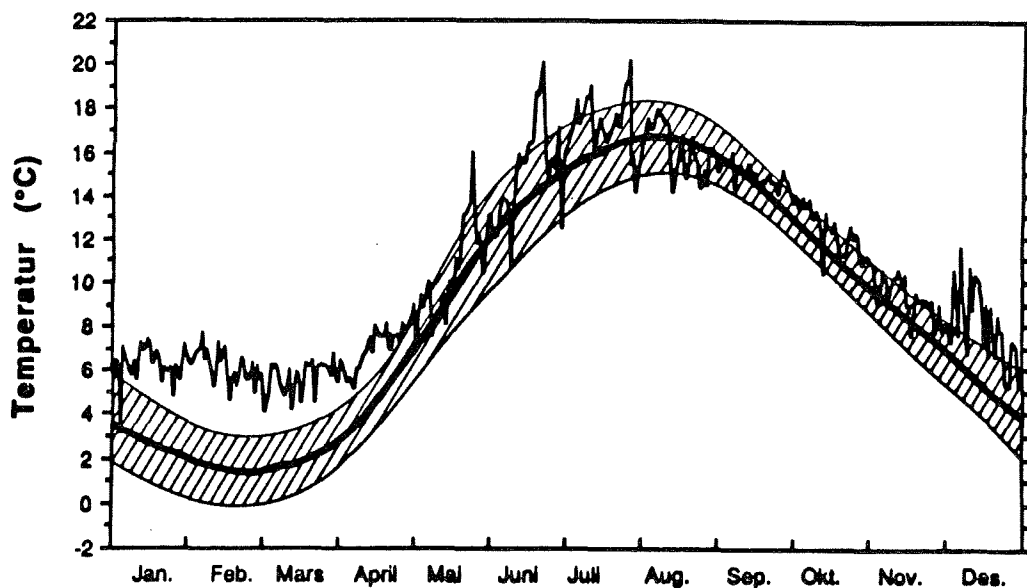


Fig. 2. Glattet middeltemperatur for 1 m dyp i Flødevigen for 30-års perioden 1955–84 er vist med tykk strek. Standardavviket er skravert. Hakket kurve viser daglige temperaturer i 1 m gjennom 1989.

viste verdiene normale nivåer og sesongvekslinger og et balansert forhold mellom nitrogen og fosfat.

I dypet av Skagerrak var det svakt økende konsentrasjoner av fosfat og svakt avtagende konsentrasjoner av

oksygen gjennom året, slik at verdiene var  $1,51 \mu\text{M}$  fosfat og  $5,02 \text{ ml}$  oksygen pr. liter i 60 m dyp i desember.

Det var lite skadelige alger i Skagerrak i 1989. Det eneste problemet de skapte var at blåskjell i perioder inne-



holdt diaréfremkallende gift, mest utpreget på høsten. Også av andre alger var det gjennomgående små mengder i 1989 slik at sikt-dypet gjennom store deler av året var uvanlig godt.

### 2.3 Barentshavet

1989 var siste året med undersøkelser i Barentshavet innenfor forskningsprogrammet Pro Mare. Disse undersøkelsene har vært en fortsettelse av undersøkelser som startet i 1979 på de grunnleggende forhold omkring planktonproduksjon og næringsforholdene for lodde.

Våroppblomstringen av planteplankton ble undersøkt i de vestlige og sentrale deler av Barentshavet i mai. Situasjonen var da at blomstringen ikke var kommet skikkelig i gang i kystområdene i Troms. Fra Tromsøflaket og nordover mot Bjørnøya var oppblomstringen i full gang og omtrent halv-

parten av næringssaltinnholdet i vannet var brukt opp. Diatomer og slimalgen *Phaeocystis* dominerte i dette området. I de arktiske vannmasser rundt Bjørnøya hadde oppblomstringen, som var dominert av diatomeer, allerede passert sitt maksimum. I Hopen djupet nordøst for Bjørnøya hadde også blomstringen plassert sitt maksimum men den var her dominert av *Phaeocystis*. Mengden av dyreplankton har vært undersøkt om sommeren de fleste år siden 1979. Områdene som har vært dekket ved disse sommer undersøkelsene har imidlertid vært begrenset og noe varierende fra år til år. Planktonmengden langs et fast snitt i det sentrale Barents havet viste markert nedgang etter 1982 til lave verdier i 1983 og 1984. Dette falt sammen med endringen fra en kald til en varm klimaperiode rundt 1982 og skyldtes trolig innstrømming av vann med lave innhold av dyreplankton fra Norskehavet

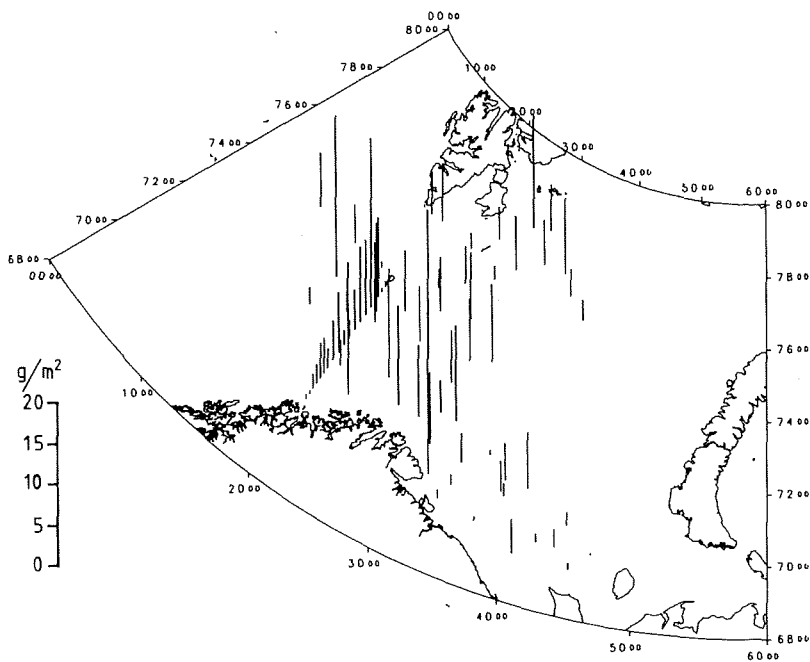


Fig. 2.3.1 Biomasse av dyreplankton i Barentshavet høsten 1989. Prøver innsamlet med vertikale håvtrekk fra bunn til overflate på flerbestandstoktene i september-oktober. Verdiene er organisk tørrvekt (askefri) som gram pr. m<sup>2</sup>.

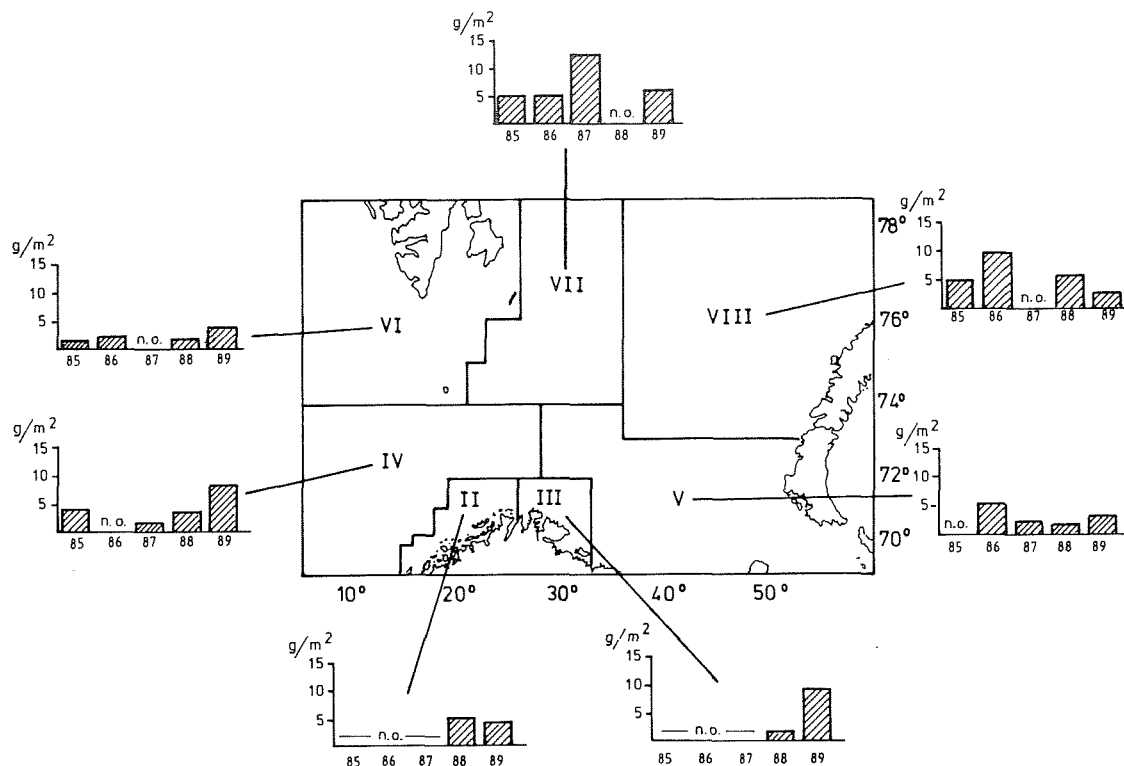


Fig. 2.3.2 Gjennomsnittlig biomasse av dyreplankton om høsten i hovedområder av Barentshavet fra 1985 til 1989. Verdiene er gram organisk tørrvekt pr. m<sup>2</sup> av dyreplankton fanget i vertikale håvtrekk fra overflate. n.o. – ingen observasjoner.

kombinert med stort beitepress inne i Barentshavet. Etter 1984 var det igjen en markert økning i mengden dyreplankton. Redusert beiting pga. den lave bestanden av lodde var en medvirkende årsak til økningen i dyreplankton.

Fra 1986 har dyreplankton vært undersøkt på flerbekstandstoktene om høsten. Biomassen av dyreplankton i september–oktober 1989 er vist i figur 2.3.1. Figuren viser at det var relativt høye biomasser av dyreplankton i de sentrale og vestlige områder av Barentshavet. I den sydøstlige delen av Barentshavet var biomassen lavere. Disse prøvene er innsamlet med håv og er vanligvis dominert av små krepssdyr som rauåte og ishavsåte. Disse to artene er nært beslektet og er knyttet

til henholdsvis det innstrømmende atlantiske vannet i sør og det arktiske vannet i nord.

Fig. 2.3.2 viser den gjennomsnittlige biomasse av dyreplankton (innsamlet med håv) i de hovedområder som Barentshavet er inndelt i i forbindelse med instituttets flerbekstandsmodell. Figuren viser planktonmengdene om høsten fra 1985 (august) til 1989 (sept.–okt. de øvrige år). Planktonmengden har generelt vært høy i hele denne perioden. 1989 er karakterisert ved noe høyere planktonmengder i vestlige og sørlige Barentshav og noe lavere mengder i det nordlige Barentshav. Lodda har de senere årene hatt god vekst og plankton situasjonen tilsier god vekst også i 1990.

## 2.4. Rekrutteringsundersøkelser

### Sild

Gytedefeltene og larveutbredelsesområdet for sild ble dekket med et tokt i siste halvdel av mars og et i første halvdel av april. Klekkingen var allere-

de kommet godt igang i siste halvdel av mars hvor feltene på Buagrunden og Sklinnabanken gav de høyeste verdiene av nyklekkede larver med maksimale tettheter på 500–1000 larver pr. m<sup>2</sup> overflate.

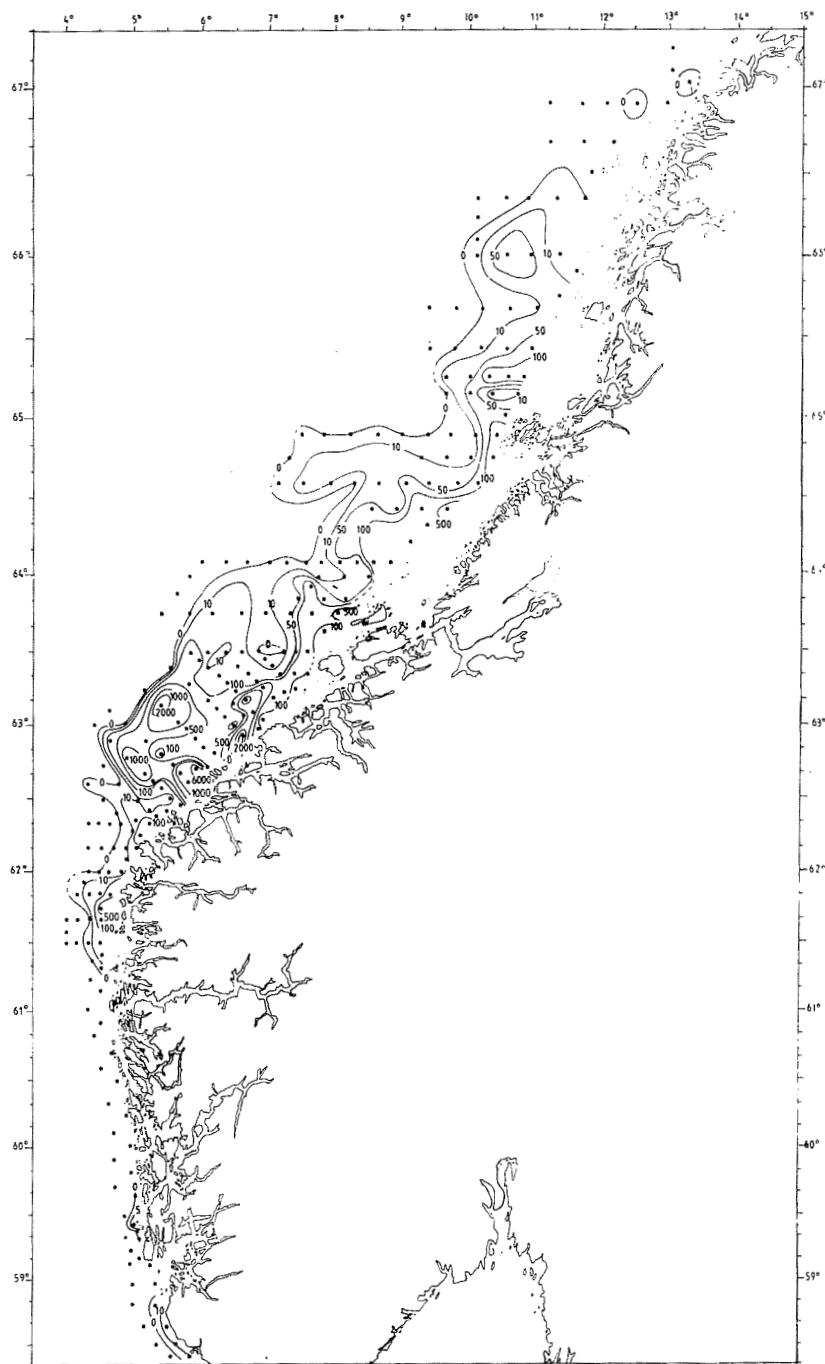


Fig. 2.4.1 Fordelingen av sildelarver i april 1989 (antall pr. m<sup>2</sup> overflate).

Toktet i første halvdel av april dekket sannsynligvis toppen av klekkeforløpet. Fig. 2.4.1 viser fordelingen av larver under dette toktet. Larvemengdene er de største vi har observert siden disse undersøkelsene startet i 1985. De maksimale tetthetene var mere enn 6000 larver pr. m<sup>2</sup> overflate. Her viste feltene på Sunnmøre de høyeste tetthetene.

Gytebestanden av den norske vår-gytende silda øket dramatisk fra 1987 til 1988 fra under 0.5 millioner tonn i 1987 til 1.3 millioner tonn i 1988. Årsaken til dette var at i 1988 begynte den relativt sterke 1983 årsklassen å komme inn i gytebestanden. Fra 1988 til 1989 var det en svak økning i gytebestanden fra 1.3 til 1.5 millioner tonn. Årsklassen 1989 synes altså å ha hatt gode overlevingsforhold og er antagelig den nest beste årsklassen vi har hatt i de siste tyve årene, bare 1983 årsklassen er sterkere.

I 1989 fikk vi for første gang på tredve år gyting av sild ved Karmøy og på Siragrunnen ved Egersund (Fig. 2.4.1). Andelen av gytebestanden som gytte i dette området var nok meget liten. Det blir spennende å se om dette er den første indikasjon på en omlegging av gytevandringen til silda og om de tradisjonelle gytefeltene på Vestlandet igjen vil oppleve sildeinnsig av vesentlige mengder.

#### Lodde

Loddelarver ble samlet inn i perioden 20–30 juni med F/F «Michael Sars». Det ble tatt 105 stasjoner med Gulf III planktonsamler. Loddelarvene var i år spredt ut over en stor del av det sørlige Barentshav (Fig. 2.4.2) i tildels høye konsentrasjoner. Over 100 larver pr. m<sup>2</sup> overflate ble funnet i store områder og maksimumverdien lå over 500. En beregnet en totalindeks på  $7,3 \times 10^2$ . Dette er over 25 ganger

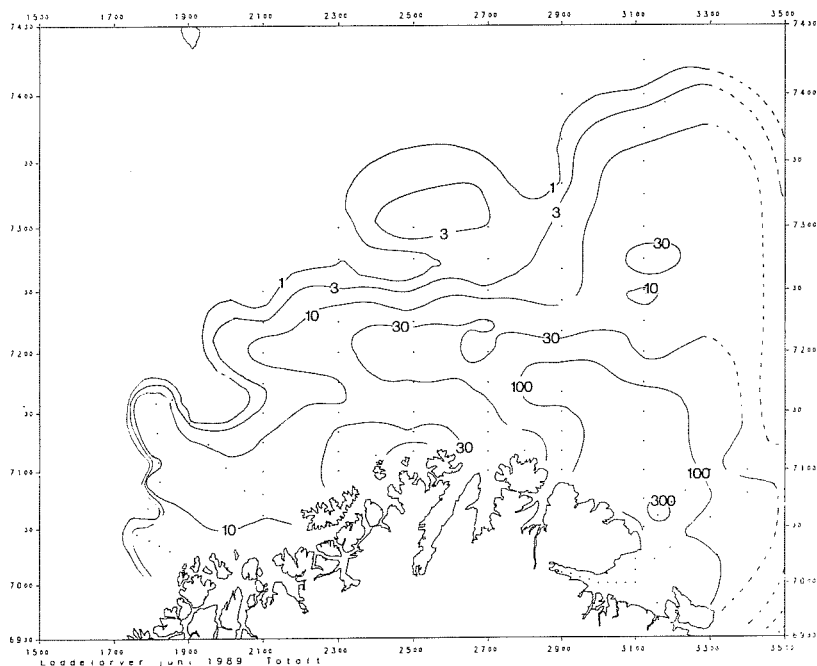


Fig. 2.4.2 Fordelingen av loddelarver i juni (antall pr. m<sup>2</sup> overflate).

så mange larver som ble funnet i 1988. På bakgrunn av den begrensede tid som var til rådighet, klarte vi bare å avgrense fordelingen i nord og vest mens østgrensen ikke ble funnet. Temperaturen i 20 m dyp lå over en grad høyere enn fjorårets måling og larvene var også store i år, 12,1 mm mot 10,0 og 8,9 i henholdsvis 1988 og 1987.

En undersøkelse av vertikal fordelingen av larvene viste at disse befant seg i dybeintervallet 0–60 m som er Gulf III's innsamlingsområde, og at tyngdepunktet lå mellom 20–40 m.

Yngelundersøkelsene i april–mai

Disse ble gjennomført med F/F «H. Mosby» (11.04.–24.04.) og F/F «Eldjarn» (29.04.–25.05.) Fig. 2.4.3 viser fordelingen av sei yngel. Det ble i år kun funnet helt ubetydelige mengder sei yngel sør for 62°N. Seiyngelen som ble funnet i den sørvestre delen av utbredelsesområdet synes å være transportert inn fra Færøyene.

Den horisontale fordelingen av silde larver er vist på Fig. 2.4.4. Silde larvene sør for 62°N er klart Nordsjøsilde

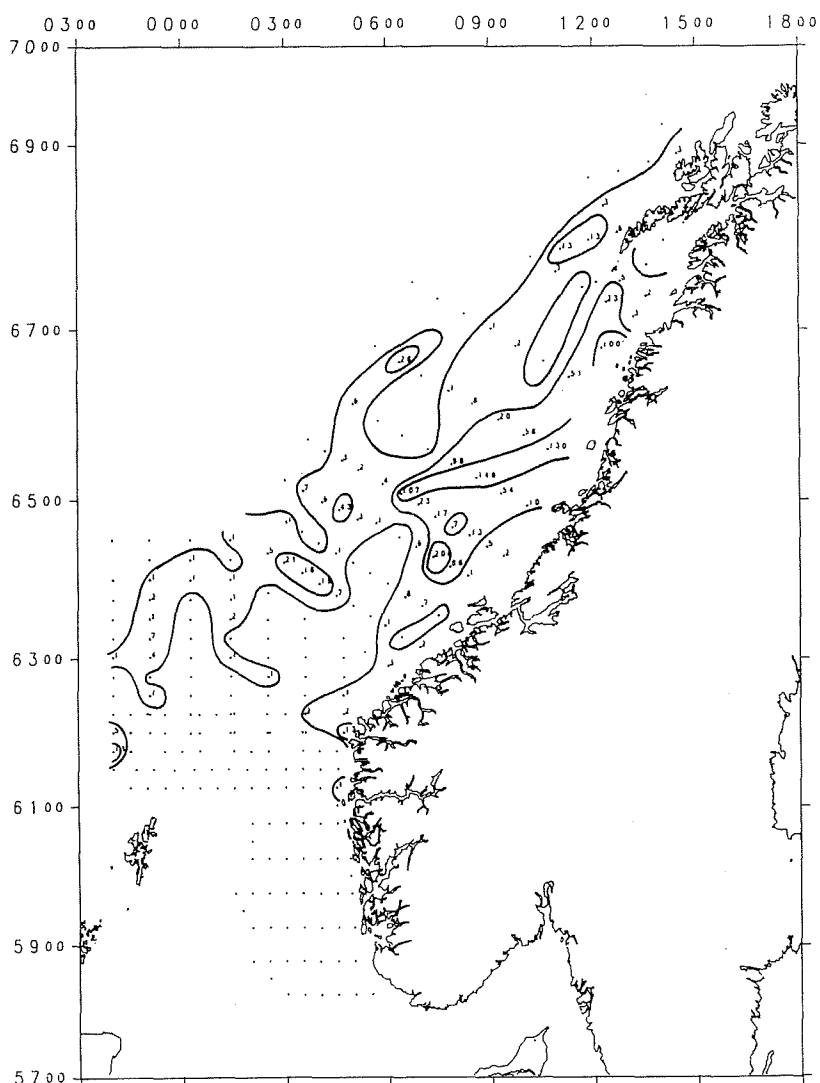


Fig. 2.4.3 Fordelingen av sei yngel i april–mai (antall pr. trål-stasjon).

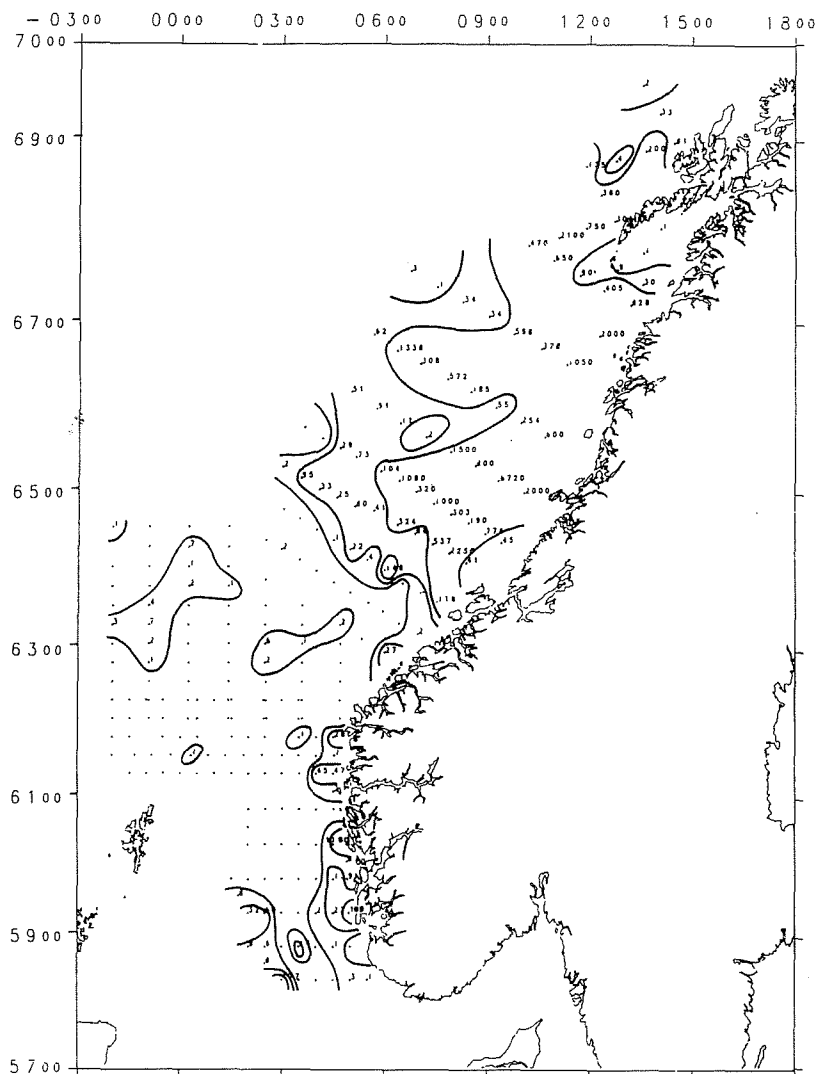


Fig. 2.4.4 Fordelingen av sildeyngel i april-mai (antall pr. tråltime).

som er gytt om høsten. Dette gir seg også utslag i lengdefordelingen hvor larvene sør for 62°N er vesentlig større enn lengre nord. I den vestlige del av utbredelsesområdet mellom 63° og 65°N ble det også funnet sildelarver som var gytt om høsten. Disse har høyst sannsynlig sitt gytefelt ved Island.

Torskeyngel ble funnet langs kysten fra Karmøy til Vikna. Yngel av hyse fant en mellom Nordfjord og Trondheimsfjorden. For begge disse artene synes utbredelsen i år å være større enn tidligere (fra 1985). I samme område

som man fant innslag av høstgytende sild (mellom 63 og 65°N) ble det også observert loddeyngel mellom 50 og 70 mm. Det mest sannsynlige gyteområdet for denne loddeyngelen er feltene ved Island. Herfra er de sannsynligvis transportert med Øst-Islandstrømmen mot norskekysten.

#### Postlarveundersøkelsene i juli

Disse undersøkelsene ble i 1989 undersøkt med tre båter. Hele området mellom Stad og Varangerfjorden ble dekket. Torskeyngel ble vesentlig fun-

Fig. 2.4.5 Fordelingen av torskeyngel i juli (antall pr. tråltime).

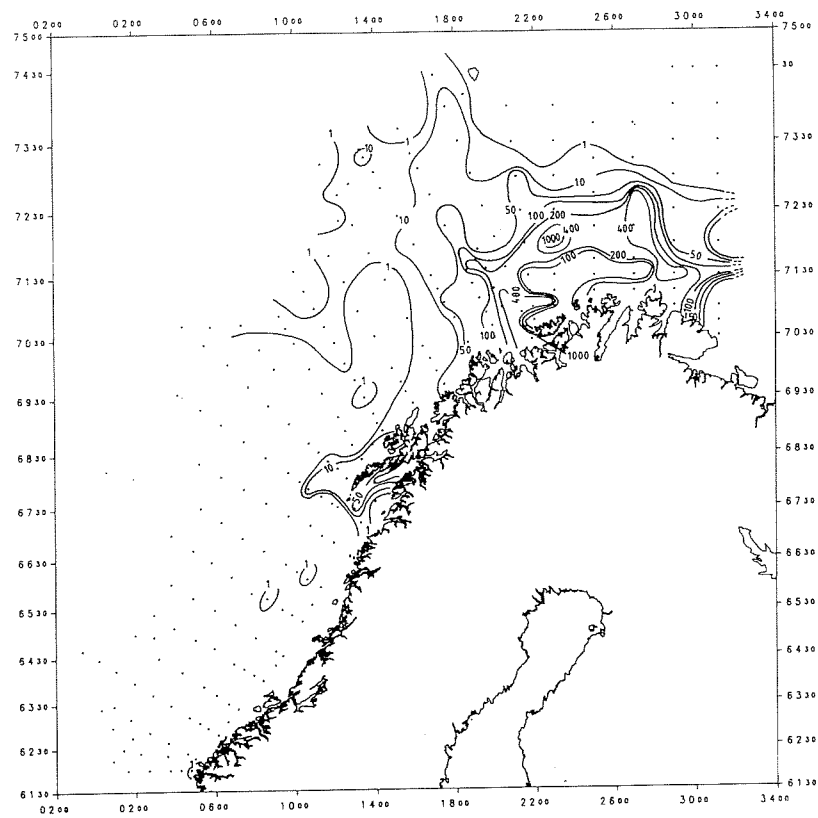
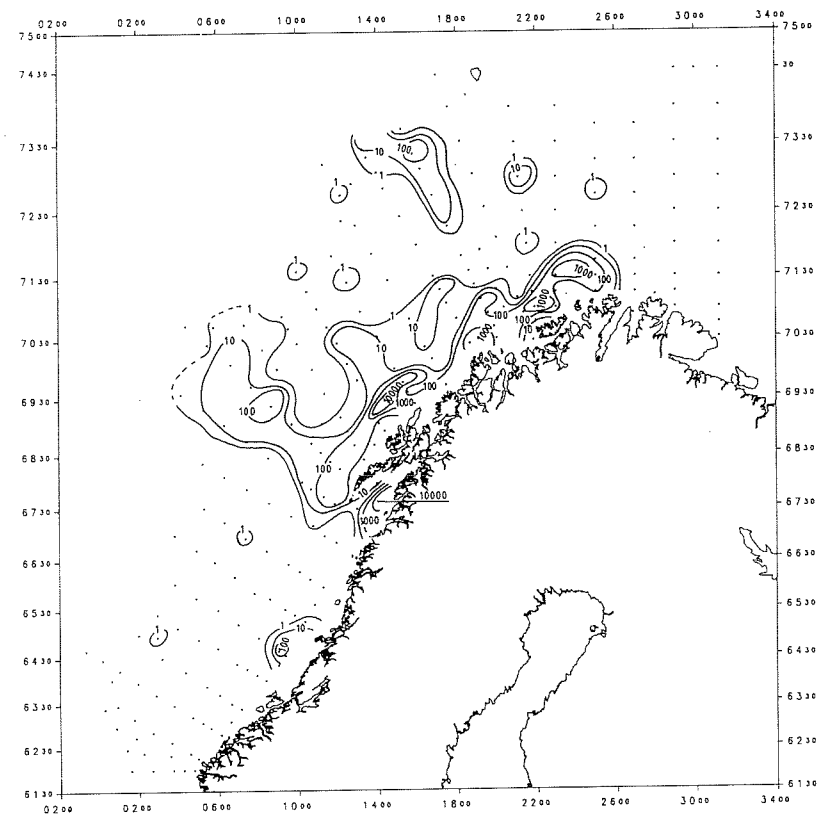


Fig. 2.4.6 Fordelingen av sildeyngel i juli (antall pr. tråltime).



net nord for 67°N (Fig. 2.4.5). En mindre konsentrasjon ble funnet i Vestfjorden. Større konsentrasjoner ble funnet over Nordkappbankene og utenfor Sørøya med over 1000 yngel pr. tråltime. Over Tromsøflaket ble det observert lite yngel, noe som er uvanlig. Den østlige begrensningen av utbredelsesområdet ble ikke lokalisert.

Også for sild ble mesteparten av årets yngel funnet nord for 67°N (Fig. 2.4.6). Mestdelen av yngelen var metamorfosert og gikk i stim. Utviklingen av sildeyngelen har altså i år vært raskere enn det som har vært vanlig. Middellengden lå på 54 mm mens den f.eks. i 1988 var 35 mm. Stimdannelsen av sildeyngelen gjør at mengdeindeksen for 1989 ikke umiddelbart kan sammenlignes med tidligere år.

I 1989 ble loddeyngel funnet i betydelig større antall enn i 1988. De største konsentrasjonene ble registrert over Fugløybanken, over nordøstkanten av Tromsøflaket og nord for Nordkyn. Den østlige begrensning av utbredelsesområdet ble ikke lokalisert. Loddeyngel ble også observert mellom 64° og 68°N (Fig. 2.4.7). Dette ble også registrert i 1988. Det er lite sannsynlig at denne yngelen stammer fra Barentshavlodda. Mest sannsynlig kommer den fra gyting ved Island og er bragt inn i området via Øst-Islandstrømmen.

#### Reproduksjonsbiologi hos torsk

Dagens lave gytebestand av norskarktisk torsk tilsier at en i større grad enn tidligere fokuserer på «kvaliteten»

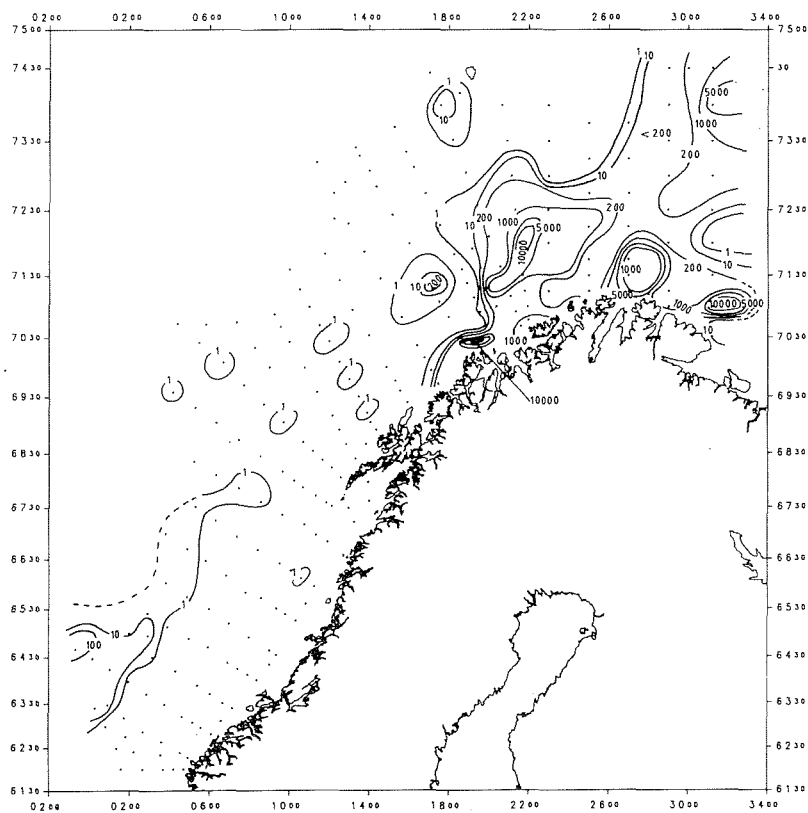
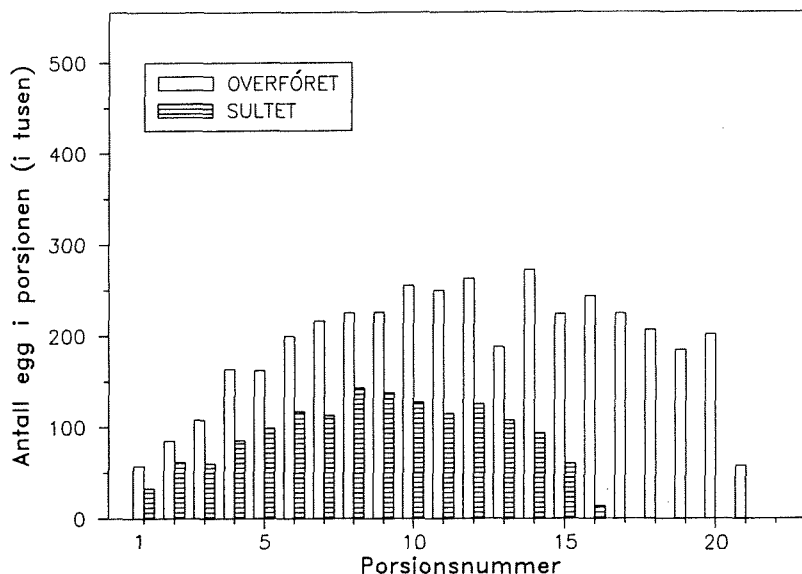


Fig. 2.4.7 Fordelingen av loddeyngel i juli (antall pr. tråltime).



Fig. 2.4.8 Gyteforløp hos 2 torsker, den med de fleste gyteporasjonene ble foret rikelig, den andre ble sultet utover høsten. Fiskene var henholdsvis 64 og 62 cm. Begge hadde en god kondisjonsfaktor ved forsøksstart.



av de gytende fiskene. Har for eksempel det faktum at gytebestanden hovedsakelig består av førstegangsgytere betydning for eggkvaliteten og larvenes overlevelsessevne? Slike problemstillinger forsøkes nå belyst ved laboratorieundersøkelser. Gytingen hos hunner av forskjellig alder og ernæringsstatus observeres (en hunn og en hann holdes sammen), og eggene samles inn.

Det er funnet at hunner som er foret godt utover høsten produserer langt flere egg enn hunner sultet i tilsvarende periode (Fig. 2.4.8). En ser av figuren at ikke bare eggantallet er forskjellig, men også antall porasjoner gytt pr. sesong. En fisk i god kondisjon vil sannsynligvis være på gytefeltet lengre enn fisk i dårlig kondisjon. Undersøkelsene tyder videre på at eggstørrelsen fra en porasjon til den neste faller raskere jo dårligere ernæringsstatus fisken har. For å fastslå ernæringsstatusen brukes kjemiske analyser.

I Fig. 2.4.9 ser det ut for at eggfødeligheten øker med graden av utsulting

på hunnfisken. Det fremgår også at eggfødeligheten vanligvis stiger mot slutten av gytingen. Det er foreløpig bare undersøkt eggfødelighet hos en førstegangsgyter og den var i tillegg foret lite. Eggfødeligheten hos denne fisken var svært høy. Et viktig mål ved

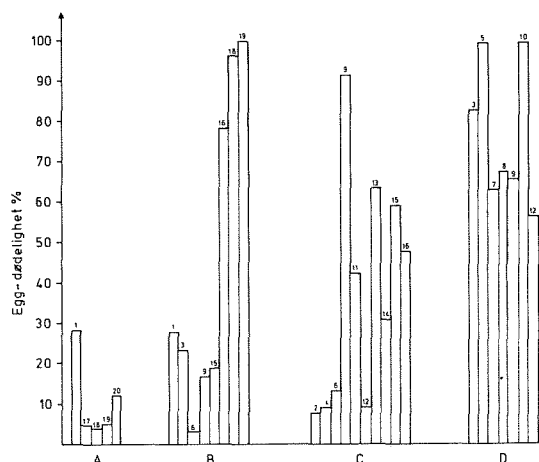


Fig. 2.4.9 Eggfødelighet fra 4 torsker gitt forskjellig mengde for det siste halve året før gyting. A, B og C er flergangsgytere mens D er førstegangsgyter. A (64 cm) er kraftig foret, B (69 cm) middels foret og C (62 cm) har ikke fått mat. D (26 cm) ble gitt 25% av fullforing. Tallet på toppen av søylene angir hvilken porasjon det er.

undersøkelsene er å etablere sammenhenger mellom eggdødelighet (eggkvalitet) og kjemiske forhold ved egget (fettsyrer og aminosyrer). Når det gjelder larvene, er det foreløpig konstatert at de som klekker fra egggrupper (porsjoner) med lav dødelighet, lever lengre uten mat enn de fra grupper med høy eggdødelighet.

## 2.5 Forurensningsundersøkelser

Havet tilføres årlig betydelige mengder miljøgifter som påvirker og forringer miljøtilstanden. Kartlegging av miljøgifter og betydningen disse har for havets levende ressurser er en viktig del av Havforskningsinstituttets ansvarsområde. Arbeidet utføres i praksis som overvåkningsprogrammer og ved eksperimentelle studier. I hovedsak er det organiske miljøgifter som undersøkes. Miljøgifter som man har vært oppmerksom på over lengre tid, omfatter PCB (polyklorerte bifenyler), DDT og deres metabolitter samt PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner), men også en rekke andre mindre kjente stoffer som dioksin og andre halogenerte forbindelser. Disse utgjør sannsynligvis bare en liten del av den totale forurensningsbelastningen marine organismer utsettes for, men de utgjør den største og mest komplekse gruppen. Det er likevel bare en fraksjon av det klorerte organiske materialet i f.eks. industriavløpsvann som er identifisert. Mesteparten av forbindelsene er ukjent både fordi det er en vanskelig oppgave å analysere dem og fordi denne type identifiseringsarbeid har

vært prioritert lavt. Typiske egenskaper for disse klorerte organiske forbindelsene er høy giftighet og persistens samt at stoffene bioakkumuleres og konsentreres gjennom næringskjeden.

Selv etter at Oslo- og Paris-konvensjonene har vært i arbeid i 14 til 16 år, er data for tilførsler av organiske miljøgifter til våre havområder meget mangelfulle. Det eksisterer en del tall for tilførsler via elver, men størrelsen av andre tilførsler er som oftest ikke tilgjengelig. Mange opplysninger indikerer at tilførsel av organiske miljøgifter via atmosfæren er svært viktig og kanskje utgjør det største bidraget til forurensning av havet.

Organiske miljøgifter er tilstede overalt i det marine miljø. Det finnes knapt en organisme som ikke inneholder slike fremmedstoffer. Spesielt er de klororganiske forbindelsene betenkelige på grunn av svært lave nedbrytningshastigheter. Halveringstiden på mer enn 5 år er ikke uvanlig.

Torsk fra sørlige Nordsjøen er rapportert å inneholde mengder av PCB og DDT i størrelsesorden mg pr. kg lever. Konsentrasjonene i muskel ligger mye lavere. Det er en generell sammenheng mellom konsentrasjonen og fettinnhold i de ulike organ og dette er forklaringen på det lavere nivået i torskemuskel. Muskel av fet fisk som sild fra det samme området, inneholdt større mengder PCB enn det som ble funnet i torskemuskel.

Nivåene av organiske miljøgifter i torsk fra kystområdene i den sydlige Nordsjøen er relativt høye. Havforskningsinstituttet har utført undersøkelser på torsk fra Barentshavet og fra Fær-

øyene. Disse områdene er antatt å være mindre forurensningsbelastet. Summen av de 7 PCB-komponentene i torskelever fra Barentshavet varierte fra 0,3–1,5 mg pr. kg. Torskelever fra Færøyene inneholdt 0,2–0,3 mg pr. kg. Resultatene viser tydelig at også fisk fra åpne havområder er påvirket av miljøgiftene, om enn i mindre grad enn i de mest belastede områdene. Innhold av PCB er også undersøkt i hval, som ligger på topp i næringskjeden. I spermasetthval og delfin er det funnet nivåer på 4–5 mg/g fett.

Innhold av organiske miljøgifter i fisk fra ulikt belastede områder av Norskekysten er også analysert. Havforskningsinstituttet startet i 1988 en omfattende basisundersøkelse der målsetningen er å få et helhetlig bilde av miljøtilstanden langs kysten og for å se i hvilken grad ressursene er påvirket av miljøgifter. Som et ledd i dette arbeidet er det utført en forundersøkelse hvor innholdet av PCB, DDT/DDE, hexaklorbenzen og PAH ble analysert i brisling og sild fra 29 fjorder på Vestlandet, fra Lysefjord ved Stavanger til Sunndalsfjorden i Romsdal. Spor av miljøgifter ble funnet i all fisk, men nivåene var stort sett lave. Sild og brisling fra Hardangerfjord hadde høyere verdier av DDT/DDE enn fisken fra de andre fjordene. DDT/DDE er et plantevernmiddel som har vært forbudt å bruke i Norge i flere år. De forhøyete verdiene kan ha sammenheng med den omfattende frukt dyrkingen langs fjorden.

Hvalerområdet ved Oslofjorden tilføres industriforurensning, blant annet fra bedrifter langs Glomma. Innflytel-

sen dette har på fisken i området er undersøkt. Flyndre inneholdt lite dioksiner og PAH. Nivåene av andre organiske klorforbindelser som heksaklorbenzen, DDT/DDE og PCB, var imidlertid forhøyet i områder påvirket av industriutslipp. Fisk og skalldyr fra andre deler av Oslofjorden er relativt hardt belastet av miljøgifter. Problemer med dioksin i områdene rundt Frierfjorden er også et eksempel på dette. Nye tiltak og reguleringer på utslipp, med reduserte utslipp som følge, vil forhåpentligvis føre til en forbedret miljøtilstand i våre hardeste belastede områder.

Organiske miljøgifter i sjøen er, på grunn av stoffenes kjemiske egenskaper, i stor grad knyttet til partikulært organisk og uorganisk materiale. I sedimentasjonsområder synker dette materialet til bunns og en får en akkumulering av miljøgifter i sedimentene. Det er påvist relativt høye konsentrasjoner av PAH i fine sedimenter vest av Danmark. Konsentrasjonene av PAH i sedimentene øker med økende innhold av små partikler (silt, leire) og organisk materiale. Store mengder partikulært materiale transporteres opp til kysten av Norge fra sydlige deler av Nordsjøen med Jyllandstrømmen. En vesentlig del av dette synker ut og akkumuleres i Norskerenna. Det er igangsatt undersøkelser for å kartlegge hvilken betydning denne transporten har. For undersøkelser av miljøgifter taes det store vannprøver, prøver av partikulært materiale og sedimenter. Materialet er for tiden under analyse ved Havforskningsinstituttet og resultatene vil kunne gi informasjon

om transport av miljøgifter inn i Skagerrak/Kattegat.

Lørdag 21. oktober 1989 forliste bulkbåten «Mercantile Marica» utenfor Sognefjorden. Oljen som lekket ut forurenset områdene omkring vraket. Det ble utført undersøkelser for å kartlegge i hvilken grad livet i sjøen ble påvirket av oljen. Analyser av vannsøylen viste at oljen ble blandet ned. Fisk i en rekke oppdrettsanlegg ble undersøkt, men det syntes ikke som om fisken hadde tatt opp olje. Prøver av torsk og sei tatt i nærheten av vraket, inneholdt imidlertid relativt høye konsentrasjoner av en del karakteristiske oljekomponenter. Det ble imidlertid analysert for få fisk til at det kan trekkes noen entydige konklusjon av det var oljen fra «Mercantile Marica» som var eneste årsak til de høye verdiene.

Ved Havforskningsinstituttets Biotestlaboratorium er det utført eksperimenter som viser klare forskjeller i følsomhet for olje på de enkelte utviklingsstadier både hos fisk og dyreplankton. De yngste stadiene er de mest følsomme. Hos fisk er det spesielt eggstadiet og tiden rett etter klekking som er kritisk. På denne tiden lever larven på næring fra plommesekken, og den skal igang med sitt første opptak. Når larvene har nådd en størrelse på 20 mm er de ikke lenger spesielt følsomme for lave oljekonsentrasjoner. Effekten av olje varierer sterkt fra art til art (Fig. 2.5.1).

Larver av sei er meget følsomme for olje. Egg og plommesekklarver som utsettes for oljekonsentrasjoner opp til 30 mg/l av den vannløselige delen av

råolje (WSF) fra tidlig på eggstadiet, dør like etter klekking. Torsken er også meget følsom for oljeforurensning. Etter bare 24 timers eksponering til oljekonsentrasjoner på 50mg/l (WSF) er det uopprettelige skader på plommesekklarver av torsk. Hos lodde er effekten mindre, og hos sild har vi ved hjelp av våre målemetoder ikke registrert noen klare oljeeffekter. Hos voksen raudåte (*Calanus finmarchicus*) ser vi ingen effekter ved langtids eksponering til 100 mg/l (WSF). Ved meget høye oljekonsentrasjoner (3–5 mg/l) er det klare effekter på oksygenopptaket hos copepodene *Calanus glacialis*, *Calanus hyperboreus*, og på krill *Thysanoessa inermis*. Det er også hos dyreplankton de yngste stadiene, naupliene, som er mest følsomme for oljeforurensning. Vi har ved hjelp av eksperimenter prøvd å finne den størrelsen/alderen hvor olje og oljeholdig boreslam ikke lenger ansees som skadelig for fiskelarver og plankton.

Ved å sammenholde denne størrelsen med fordelingen av forskjellige størrelsesgrupper av larver som observeres, er det mulig å trekke grenser

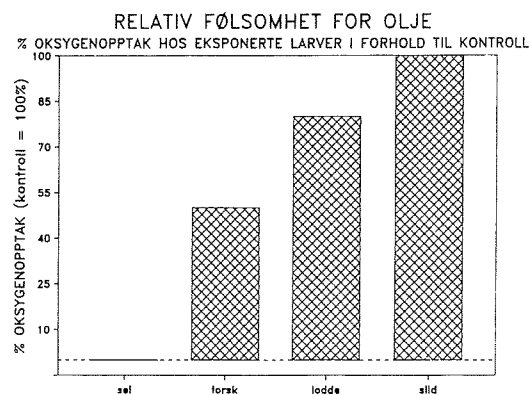


Fig. 2.5.1 Relativ følsomhet for olje hos sei, torsk, lodde og sild.

for de områder hvor et oljespill kan føre til reduksjoner i larvepopulasjoner, og områder hvor skader neppe vil oppstå. Eksempler på en slik grensetrekking er gitt i Fig. 2.5.2.

## 2.6 Blomstring av den skadelige algen *Prymnesium parvum* i Ryfylkefjordene

Første tegn på dødelighet i fiskeoppdrettsanlegg ble registrert inderst i Hylsfjorden 28. juli 1989. I de etterfølgende dagene gikk det også fisk tapt i den ytre delen av Sandsfjorden (Fig. 2.6.1). Forskere fra Universitetet i Bergen, som var på tokt i området med F/F «Håkon Mosby», identifiserte den potensielle skadelige algen *Prymnesium parvum* som mulig årsak til dødeligheten av oppdrettsfisk. I løpet av august var det omfattende dødelig-

het i en rekke oppdretts anlegg i Hylsfjorden og Sandsfjorden samt i de nærliggende fjordområdene utenfor. Tilsammen ble 11 anlegg rammet og det gikk tapt ca. 750 tonn laks og regnbueørret til en verdi av ca. 25–30 mill. kroner. I tillegg er det beregnet et tap på ca. 12 mill. kroner pga. tapt tilvekst under algeblomstringen.

### Overvåkning/varsling

Fiskeridirektoratet i Bergen sammen med Havforskningsinstituttet og Fiskerisjefen i Rogaland organiserte et omfattende overvåknings/ varslingsprogram for oppdrettere i Ryfylke. Dette innebar en hyppig og detaljert kartlegging av de hydrografiske forholdene omfattende overvåknings/varslingsprogram for oppdrettere i Ryfylke. Dette innebar en hyppig og detaljert kartlegging av de hydrografiske forholdene

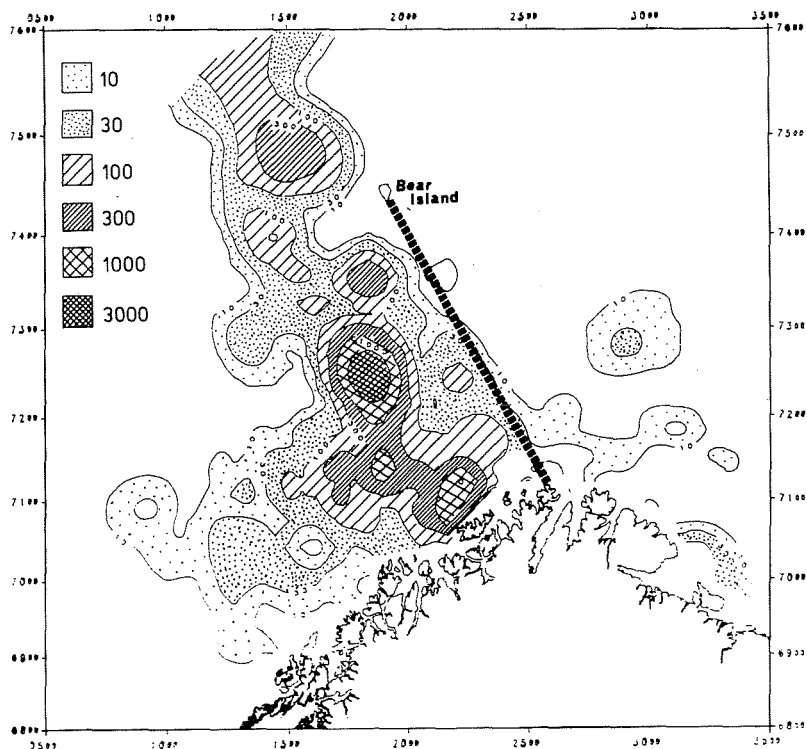


Fig. 2.5.2 Gjennomsnittlig fordeling av torskelarver mindre enn 20 mm i juli.

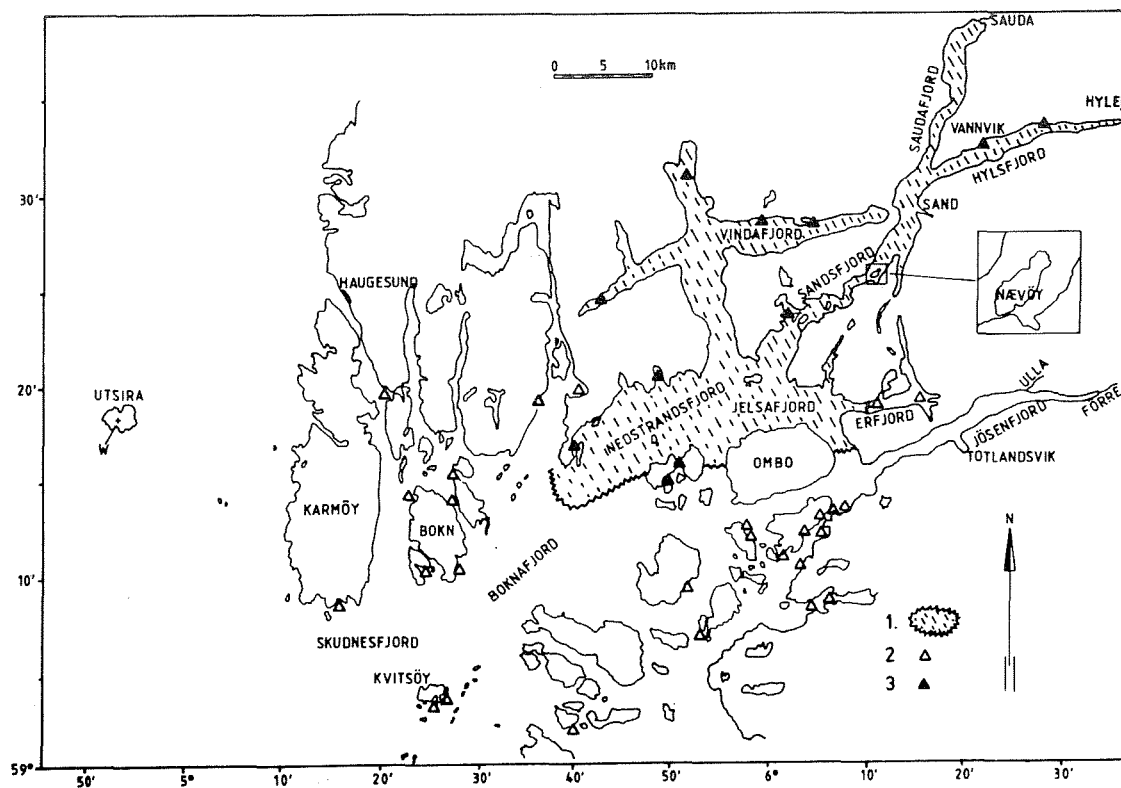


Fig. 2.6.1 Maksimal utbredelse av vann med alggift. Trekantene angir oppdrettsanlegg og de fylte trekantene anlegg hvor en hadde fiskedød.

HI for å påvise eventuelle effekter på frittlevende fisk, bunnfauna og flora. Havforskningsinstituttet organiserte også et forskningstokt i samarbeid med Universitetet i Bergen.

Algen og dens effekter på fisk

*Prymnesium parvum* er en flagellat i klassen *Prymnsiophyceae*. Den tilhører samme familien som *Chrysochromulina polylepis*, som forårsaket massedød blant oppdrettsfisk og viltlevende fisk og bunndyr langs Skagerrakkysten og Vestlandskysten opp til Karmøy i mai 1988. Den er også en nær slektning av *Phaeocystis pouchetii* som forårsaker omfattende blomstringer i sørlige Nordsjøen. *Prymnesium parvum* er kjent som en potensiell giftig alge. Det er beskrevet giftige oppblomstringer av

algen i brakkvannsområder i en rekke steder rundt om i verden tilbake til 1930-årene. I motsetning til f.eks. *C. polylepis* finnes det derfor relativt omfattende kunnskaper om *Prymnesium parvum*. Fig. 2.6.2 viser diverse former av *Prymnesium parvum* observert i Ryfylkefjordene i 1989.

Toksinene som algen skiller ut har forskjellige biologiske virkninger. De kan være cellenedbrytende og nedbrytende på røde blodlegemer hos organismer. Et tredje giftstoff angriper fiskegjellene og fører til at gjellene blir ekstra permeabel for salter. Hvis konsentrasjonen av giftstoffet er høy og opprettholdes over en viss tid, vil dette overbelaste fiskens ionereguleringsmekanisme. Når fiskens indre miljø ikke kan opprettholdes, forstyrres vita-

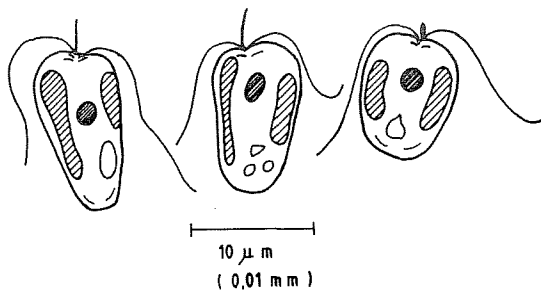


Fig. 2.6.2 Diverse former for *prymnesium parvum* observert i Ryfylkefjordene.

le organer og systemers funksjon slik at fisken ikke overlever.

Ved siden av en rekke andre miljøforhold ser det ut til at produksjonen av giftstoffer blir sterkt stimulert når cellene gror i et medium med underskudd på fosfor. Dette ser også ut til å være tilfelle med den nære slektningen *C. polylepis*. Erfaringer fra en rekke steder rundt om i verden viser at *P. parvum* bare sjeldent opptrer i giftig form, selv ved meget høye konsentrasjoner. Omfattende eksperimenter viser også at en rekke bestemte miljøforhold må være tilstede både for at algen skal produsere toksin og at toksinet skal opptre i former som er giftige.

Konsentrasjonene av *P. parvum* i Ryfylkefjordene var imidlertid svært lave i forhold til det som er observert ved tidligere giftige oppblomstringer (0,5–1,5 mill. alger pr. liter). At toksinet allikevel nådde opp i dødelige konsentrasjoner har muligens sammenheng med at oppdrettsfisk er svært følsom for giften. Dette støttes av at det ikke ble påvist skader hverken på villfisk eller annet frittlevende dyre og planteliv i Ryfylke under algeoppblomstringen.

Det var også liten sammenheng mellom algekonsentrasjoner og effekter på fisken. Dette er observert også ved tidligere blomstringer av *P. parvum*. En av årsakene til dette er trolig at algens produksjon av toksin varierer med dens fysiologiske tilstand og er generelt høy i siste del av vekstfasen og spesielt under forhold med mangel på fosfor.

*P. parvum* ble også påvist i svært høye konsentrasjoner i påvekst på fiskemerder, garn og fastsittende alger i strandsonen. Oppkonsentrasjonen av alger på fiskemerdene kan ha hatt betydning for dødeligheten i anleggene. Denne adferden hos *P. parvum* er ikke tidligere beskrevet i litteraturen. Det ble også observert at fisken ble delvis lammet av algegiften, sank ned i bunnen av merdene og ble kvalt av oksygenmangel.

Hovedtrekkene i den oseanografiske situasjonen og utbredelsen av *Prymnesium parvum* og «toksiske» vannmasser Forekomster og produksjon av alger og toksisk vann var klart knyttet til brakkvannet i Sandsfjorden og Hylsfjorden. Fra dette kildeområdet ble alger/toksiner transport til de utenforliggende fjordområdene. Spredningen av «algevannet» til de utenforliggende fjordområdene viste seg å være sterkt avhengig av strømforholdene og delvis vind. Etter den første store utstrømningen av toksisk brakkvann fra Sandsfjorden i begynnelsen av august, var det store variasjoner i transporten av brakkvann fra Sandsfjorden. Det kunne veksle mellom fullstendig blokkering av brakkvannet i Sandsfjorden,

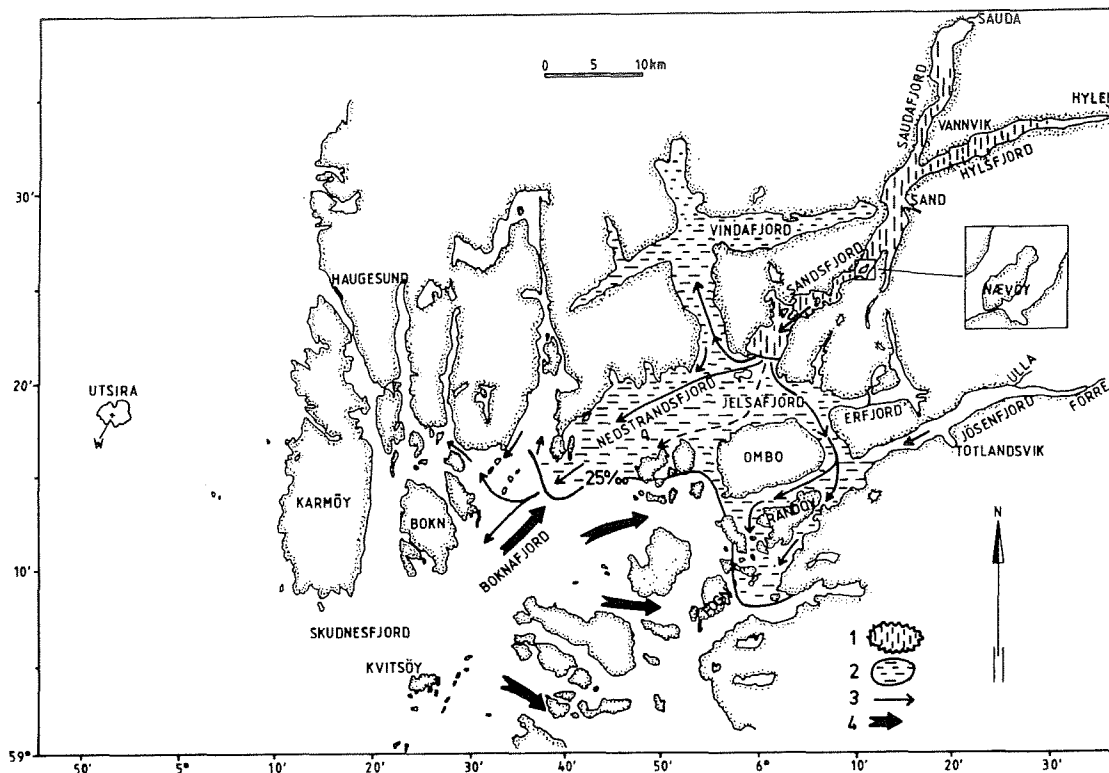


Fig. 2.6.3 Maksimal utbredelse av brakkvannet ( $S < 25 ‰$ ) omkring 10. august.

til relativt store utstrømninger ut Nedstrandfjorden og Jelsafjorden. Transporten inn til Vindafjorden ser ut til å ha vært mer stabil i hele perioden.

Fig. 2.6.3 viser eksempel på en situasjon med maksimal utbredelse av brakkvann fra Sandsfjorden (omkring 10. august). Brakkvannet strømte i denne situasjonen både ut Nedstrandfjorden og ut på østsiden av Ombo til området syd for Randøy. Det lekket endel algevann inn i Vindafjorden og det er også periodevis mindre utstrømninger både mot Jelsa- og Nedstrandfjorden. I denne situasjonen var det en kraftig innstrømmning av kystvann som forårsaket blokkeringen. Sørlig vind bidro også med til å forsterke dette. Maksimalutbredelsen av toksisk vann fulgte stort sett 25 saltholdig-

hetsgrensen. Unntaket fra dette ser vi ved å sammenligne Fig. 2.6.1 og 2.6.3. Av en eller annen årsak var brakkvannet som strømmet ned mot Randøy omkring 10. august, ikke toksisk slik at all oppdrettsfisken i dette området overlevde (9 oppdrettsanlegg med ca. 2000 tonn fisk). Fig. 2.6.1 viser også de 11 fiskeoppdrettsanleggene i influensområdet for spredningen av *P. parvum* som hadde dødelighet med et totalt tap på ca. 750 tonn laks.

#### Miljøforhold

Ferskvannstilførslene til Hylsfjord/Sandsfjordsystemet er sterkt regulert gjennom kraftverksutbygging. Det spesielle i sommeren 1989 var en kombinasjon av sterk nedbør og sen snøsmelting som førte til at kraftverksma-



gasinene ble fylt opp og store mengder ferskvann ble tilført fjorden. Ferskvannet fra de høytliggende nedbørsfeltene inneholdt vinterverdier av nitrogen ( $9 \mu M$ ) og silikat ( $10 \mu M$ ) og meget lite fosfor ( $0,05 \mu M$ ). Dette førte til et markert brakkvannslag på flere meter i fjorden med lav saltholdighet og fulle vinterverdier av nitrat og silikat. Det var også stor ubalanse mellom nitrat og fosfat (N/P større enn 150) i brakkvannet. I startfasen av oppblomstringen var det også forholdsvis høye temperaturer i brakkvannet ( $18^\circ C$ ).

#### Mulige årsaker til blomstringen

Blomstringen av *P. parvum* var klart knyttet til brakkvannet i Hylsfjorden/Sandsfjorden og dette tyder på at de spesielle miljøforholdene i disse fjordene spilte en avgjørende rolle for blomstringen. Fjordene har normalt store tilførsler av ferskvann og de har et velutviklet brakkvannslag det meste av året. Store snømengder i fjellet førte til at ferskvannsavrenningen lå over det normale i sommermånedene. I månedskifte juli/august og utover i august var det også i tillegg sterk nedbør. Dette kombinert med fulle kraftsverksmagasin resulterte i unormal stor ferskvannstilførsel til Hylsfjorden/Sandsfjorden i august 1989.

I løpet av juli, da blomstringen av *P. parvum* trolig bygget seg opp, var det godt vær og mye solskinn (lys). De lave saltholdighetene og høye temperaturene og underskuddet på fosfat i forhold til nitrat ga trolig grunnlaget for den giftige oppblomstringen av *P. parvum* i Hylsfjorden/Sandsfjorden.

Den store ferskvannsavrenningen i august var trolig også avgjørende for spredningen av algen/toksinet til de nærliggende fjordområdene.

Erfaringer fra en rekke steder rundt om i verden viser at *P. parvum* bare meget sjelden opptrer giftig, selv ved meget høye konsentrasjoner. Omfattende eksperimenter har også vist at en rekke bestemte miljøforhold må være tilstede både for at algen skal produsere toksin og at toksinet skal opptre i former som er giftige. Det er derfor lite sannsynlig at giftige oppblomstringen av *P. parvum* skal bli et regelmessig fenomen i Ryfylkefjordene.

## 2.7 Billedanalyselaboratorium

Med støtte fra Norges Fiskeriforskningsråd ble det etablert et laboratorium for billedanalyse ved instituttet i 1989. Mye av dataene som samles inn i marin forskning er av natur visuell, f.eks. identifisering, telling og størrelsesbestemmelse av alger, aldersbestemmelse av fisk ved otolittlesning og studier av bevegelsesmønsteret hos organismer. Laboratoriet er utstyrt med det nødvendige utstyret for å behandle bilder av alle former for marine organismer, fra bakterier til marine pattedyr.

Arbeidet ved laboratoriet fordeler seg på to hovedfelt:

- Datapresentasjon for rask artsbestemmelse av plankton.
- Få frem data som karakteriserer form og størrelse hos marine organismer.


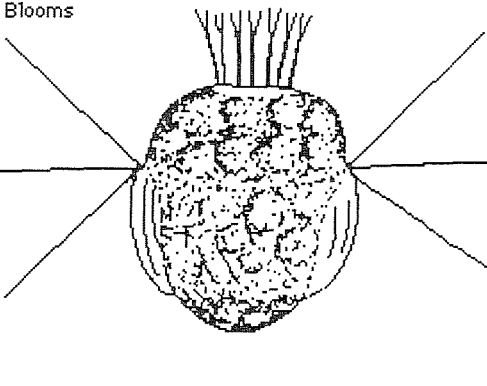







<b>Linnaeus</b> Interactive Taxonomy		<b>Ciliates :</b> <i>Mesodinium rubrum</i>
<b>Classification</b> Subphylum Rhabdophora Class Litostomatea Order Haptorida  <b>Authority</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Photosynthetic <input checked="" type="checkbox"/> Bloom Forming <input type="checkbox"/> Phagotrophic <input type="checkbox"/> Toxic <input type="checkbox"/> Osmotrophic <input type="checkbox"/> Colony Forming <input checked="" type="checkbox"/> Symbionts <input checked="" type="checkbox"/> Spines <input checked="" type="checkbox"/> Motile <input type="checkbox"/> Reserved <input type="checkbox"/> Cyst Forming <input type="checkbox"/> Tag Species		
 Text	   Previous    Next    Go Back	 10 μm
<b>Linnaeus</b> Interactive Taxonomy		<b>Ciliates :</b> <i>Mesodinium rubrum</i>
<p>Mesodinium rubrum is a pear-shaped ciliate (length: 15- 70 μm; width: 10- 40 μm) with long cirri and a ring with dense cilia around the middle of the cell. The cirri and cilia are poorly preserved in fixed samples. When living this species has a dark red colour, when fixed in Lugol's iodine it is dark brown.</p> <p>Swimming motion involves an alternation between short still periods and very fast swimming. Mesodinium is strongly phototactic, with diurnal vertical migration (10-20 meter, &gt; 1m per hour) down in the evening and up in the morning. This species is not phagotrophic, but instead depends upon its symbiotic cryptophytes for nutrition. It has a wide geographical distribution and a high tolerance to changes in salinity, temperature and oxygen. It is most common during spring (ca. 1000 cells per liter) and forms red-tides throughout the world. It has recently bloomed twice in the Oslofjord, reaching concentration greater than 2 million cells per liter, discolouring the water red. It is not known to be toxic in large concentrations, but it can stain oysters a red colour.</p>		
 Picture	<b>References:</b>  Lindholm, T., P. Lindroos & A. Mörk 1988. Ultrastructure of the photosynthetic ciliate Mesodinium rubrum. BioSystems 21:141-149.	

Fig. 2.7.1 Eksempel på skjermbilde fra artsbestemmelsesbasen for dyreplankton.

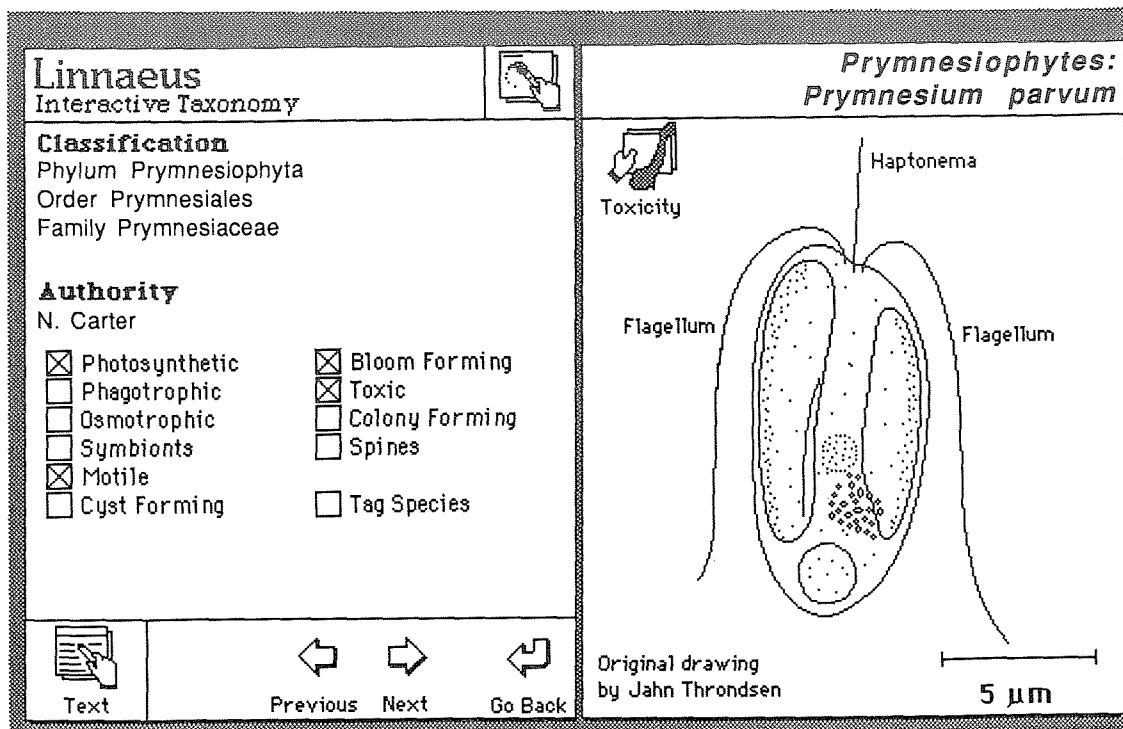


Fig. 2.7.2 Eksempel på skjermbilde fra artsbestemmelsesbasen for planteplankton.

Artsbestemmelsesprogrammet har vært gjennomført sammen med andre norske eksperter. Dyreplanktonbasen som omfatter 50 vanlige arter fra våre farvann, er nå ferdig. Fig. 2.7.1 viser et eksempel på et skjermbilde fra denne basen. Et tilsvarende, men større arbeid er igang på marine alger. Foreløpig ligger omkring 200 arter i denne basen, men den endelige versjonen vil inneholde mere enn dobbelt så mange. Datamaskinprogrammene henter frem og presenterer en omfattende informasjon om hver art, inkludert bilde, opplysninger om blomstring, giftighet, fordeling og råd om prøvetaking. Programmet gjør det meget enkelt å identifisere alger uten å lete i vanskelig tilgjengelig litteratur. Det vil også være et meget nyttig verktøy både for fiskeoppdrettere og for forskere. Et skjermbildeeksempel er vist på Fig. 2.7.2.

Billedanalyseteknikken anvendes innen flere av instituttets arbeidsområder:

- Skadelige algeblomstringer. Automatisk telling og størrelsesbestemmelse av skadelige alger.
- Otolittanalyse. Visualisere vekstringer, aldersbestemmelse og skille arter og bestander.
- Størrelse og bevegelse hos fiskelarver. Tidsbesparende metoder for størrelsesmåling av fiskelarver og måling av svømmebevegelse og adferd under laboratorieforhold.
- Marine partikler. Måling og karakterisering av opptil 20 forskjellige størrelsesparametre med statistisk presentasjon av disse.
- Marine pattedyr. Størrelse og tilstand av en selbestand på is ut fra infrarøde luftfotografier.