

Miljø- og ressursbeskrivelse av området Lofoten – Barentshavet

Lars Føyn, Cecilie H. von Quillfeldt og Erik Olsen (red.)



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Miljø- og ressursbeskrivelse av området Lofoten – Barentshavet

Redaksjonen: Lars Føyn¹, Cecilie H. von Quillfeldt², Erik Olsen¹

Bidragstere: Harald Loeng¹, Francisco Rey¹, Arne Hassel¹, Petter Fossum¹, Are Dommasnes¹, Mette Mauritzen¹, Jan Helge Fosså¹, Hallvard Strøm², Bjørn Ådlandsvik¹, Susan Barr³, Karen Gjertsen, Rune Amundsen¹, Kjell Bakkeplass¹, Jarle Klungøy¹, Thomas de Lange Wenneck¹, Anne Estoppey², Bernt Bye².

- 1) Havforskningsinstituttet
- 2) Norsk Polarinstitut
- 3) Riksantikvaren



FORORD

Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt fikk i brev fra Miljøverndepartementet datert 28. juni i år oppdraget med å beskrive miljøet i Barentshavet inklusiv de levende marine ressurser. Frist for levering ble satt til 1. oktober i år. Havforskningsinstituttet har arbeidet med saken siden slutten av januar i år. Olje og energidepartementet arrangerte 21.01.02 et første møte om oppstart med arbeidet for å utvikle Forvaltningsplan Lofoten – Barentshavet slik det er skissert i Stortingsmelding nr. 12 *Rent og Rikt Hav* og i *Sem-erklæringen*. Slik det er skrevet i Stortingsmelding nr. 12 Rent og rikt hav utgitt i mars 2002, og i *Sem-erklæringen* fra 2001. Allerede på dette møtet ble det foreslått at Havforskningsinstituttet skulle utarbeide en *Miljøbeskrivelse* som skulle ligge til grunn for de andre utredningene som skal lede fram til Forvaltningsplan Lofoten – Barentshavet. Havforskningsinstituttet deltok på møtet sammen med Fiskeridepartementet, og aksepterte forslaget om å utarbeide *Miljøbeskrivelsen*. Det ble umiddelbart nedsatt en intern arbeidsgruppe med forskere fra Senter for marint miljø og Senter for marine ressurser til å utarbeide *Miljøbeskrivelsen*. Seniorforsker Lars Føyn ble utnevnt som prosjektleder for arbeidet. I mars formaliserte Fiskeridepartementet oppgaven gjennom å etablere en prosjektgruppe *Fiskeri* der utarbeidelse av en *Miljø og ressursbeskrivelse* var en sentral oppgave. Havforskningsinstituttet ved Ole Arve Misund leder prosjektgruppe *Fiskeri* som også har deltakelse fra Fiskeridirektoratet (FD) og Kystdirektoratet (KD). Prosjektgruppe *Fiskeri* er inndelt i arbeidsgruppene Miljø og ressurser (leder Lars Føyn, HI), Fiskerier (leder Jarle Kolle, FD), Havbruk (leder Runar Hartvigsen, FD), og Skipstrafikk (leder Øivind Starberg, KD). Den interdepartementale styringsgruppen for Forvaltningsplan Barentshavet (Miljøverndepartementet, Fiskeridepartementet, Olje- og energidepartementet og Utenriksdepartementet) hadde sitt første møtet i slutten av april, og utarbeidelsen av *Miljøbeskrivelsen* ble satt inn i den totale sammenheng av utredninger som skal danne grunnlag for Forvaltningsplan Barentshavet.

Miljøverndepartementet etablerte i juni prosjektgruppe *Miljø*, som består av følgende direktorater: Direktoratet for naturforvaltning, Norsk Polarinstitutt, Riksantikvaren,

Statens forurensingstilsyn og Statens strålevern. Prosjektgruppen, som skal samordne miljødirektoratenes bidrag til forvaltningsplan for Barentshavet, ledes av Norsk Polarinstitutt. Foruten Norsk Polarinstitutt har Riksantikvaren og Statens strålevern gitt innspill til *Miljøbeskrivelsen*.

Det har vært et utmerket samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt for å klare det omfattende arbeidet som er nedlagt i *Miljøbeskrivelsen* innen den korte tidsfristen. En stor takk til medarbeiderne som har vært involvert i begge instituttene. Spesiell takk til redaktørene Lars Føyn (HI), Cecilie von Quilfeldt (NP) og Erik Olsen (HI).

Rapporten tar ikke mål av seg til å utrede konsekvenser av noen aktiviteter, dette vil bli gjort i de kommende utredningene for de ulike aktivitetene innenfor de ulike sektorene. *Miljøbeskrivelsen* legger tilrette det datagrunnlaget som eksisterer om det marine miljø og de marine ressursene i våre nordlige havområder og gjennom dette beskrevet omfanget av vår kunnskap om disse havområdene. Det er imidlertid viktig å understreke at denne type framstillinger neppe noen gang kan tilfredstille alle ønsker om detaljer. Det kommende arbeid med de forskjellige utredningene vil vise hvor vi trenger ny eller mer kunnskap for å kunne besvare spørsmålene knyttet til de forskjellige påvirkninger bruken av våre nordlige havområdene medfører.

Bergen/Tromsø, 30. september 2002

Ole Arve Misund

Forskningsdirektør, Senter for marint miljø,
Havforskningsinstituttet,
leder, Prosjektgruppe *Fiskeri*

Bjørn Fossli Johansen

Seksjonsleder, Miljøforvaltningsseksjonen,
Norsk Polarinstitutt,
leder, Prosjektgruppe *Miljø*

INNHOOLD

Forord	5	6 Issamfunn	29
Sammendrag	8	6.1 Innledning	
I Innledning	9	6.2 Isalger	
1.1 Bakgrunn		6.3 Isfauna	
1.2 Om innholdet		7 Egg, larver , yngel og 0-gruppe	32
1.3 Økosystemene		7.1 Torsk	
1.3.1 Barentshavet		7.1.1 Gyting	
1.3.2 Andre økosystem innen utredningsområdet		7.1.2 Torskelarver	
1.3.3 Økologiske særtrekk		7.1.3 Torskeyngel	
1.4 Tidligere utredninger		7.1.4 0-gruppe (årets yngel)	
		7.1.5 Rekrutteringsmekanismer	
2 Marine naturtyper	13	7.2 Norske vårgytende sild	
2.1 Polynya		7.2.1 Gyting	
2.2 Trange sund		7.2.2 Sildelarver	
2.3 Tareskog		7.2.3 Sildeyngel	
2.4 Tidevannsflater		7.2.4 0-gruppe	
2.5 Fjæra, littoralen		7.2.5 Rekrutteringsmekanismer	
2.6 Habitater skapt av mennesker		7.3 Lodde	
3 Oseanografiske forhold	14	7.3.1 Gyting	
3.1 Topografi og sediment		7.3.2 Larver, yngel og 0-gruppe	
3.2 Vannmasser		7.3.3 Rekrutteringsmekanismer	
3.3 Strømforhold		7.4 Hyse	
3.4 Klimavariasjoner		7.4.1 Gyting	
3.5 Isforhold		7.4.2 Hyselarver	
4 Primærproduksjonen	18	7.4.3 Yngel og 0-gruppe	
4.1 Fysiske faktorer		8 Fiskebestandene	38
4.2 Hovedkomponentene i planteplanktonet		8.1 Innledning	
4.3 Planteplanktonets dynamikk		8.2 Kommerielle arter	
4.4 Primærproduksjonen		8.2.1 Lodde	
4.5 Primærproduksjonens skjebne		8.2.2 Sild	
5 Dyreplankton	22	8.2.3 Torsk	
5.1 Innledning		8.2.4 Hyse	
5.2 Arter og tallrikhet		8.2.5 Sei	
5.3 Biomasse		8.2.6 Polartorsk	
5.4 Horisontalfordeling		8.2.7 Vanlig uer og snabeluer	
5.4.1 Iskantblomstring		8.2.8 Blåkkeite	
5.5 Interaksjoner mellom dyreplankton og fisk		8.2.9 Reke	
		8.2.10 Kongekrabbe	
		8.3 Ikke kommersielle arter	

9 Sjøpattedyr	53	12 Modellering	70
9.1 Generell introduksjon		12.1 Sirkulasjonsmodeller	
9.2 Nise		12.2 Transportmodeller	
9.3 Springere – kvitskjeving og kvitnos		12.2.1 Oljedriftsmodeller	
9.4 Spekkhogger		12.2.2 Larvedriftsmodeller	
9.5 Hvithval		13 Marine kulturminner	73
9.6 Knølhval		13.1 Kulturminner	
9.7 Vågehval		13.2 Registrering av kulturminner	
9.8 Hvalross		13.3 Trusler mot kulturminnebestanden i Barentshavet	
9.9 Ringsel		13.4 Juridiske virkemidler	
9.10 Storkobbe		13.4.1 Svalbard	
9.11 Grønlandssel		13.4.2 Territorialfarvann ved fastlands-Norge	
9.12 Havert		13.4.3 Havområdet – UNESCOs konvensjon om beskyttelse av den undersjøiske kulturarv	
9.13 Steinkobbe		14 Miljøutfordringer	76
9.14 Isbjørn		14.1 Innledning	
10 Bunnfauna	58	14.2 Forurensninger	
10.1 Bunndyr		14.3 Cruisetraffikk	
10.2 Korallrev		14.4 Klimaendringer	
10.2.1 Forekomst av rev fra Lofoten og nordover		14.5 Ozon	
10.2.2 Røstrevet		14.6 Introduserte arter	
10.2.3 Revenes økologiske betydning		15 Hovedforfattere	78
10.3 Svampsamfunn		16 Referanser	79
10.4 Andre benthosorganismer i Barentshavet og Svalbardområdet			
10.5 Trusler mot bentiske samfunn			
10.5.1 Fiskeri			
10.5.2 Oljevirkksomhet og annen menneskeskapt påvirkning			
11 Sjøfugl	63		
11.1 Tidligere utredninger og grunnlagslitteratur			
11.2 Sjøfuglene og deres rolle i økosystemet			
11.3 Næringsgrunnlag			
11.4 Utbredelse			
11.5 Hekkebestandene			
11.6 Bestandsstatus for noen utvalgte arter			
11.7 Sjøfuglenes utbredelse gjennom året			
11.7.1 Vårsesongen			
11.7.2 Sommersesongen			
11.7.3 Høstsesongen			
11.7.4 Vinterområder			
11.8 Særlig viktige sjøfuglområder			
11.8.1 Hekkeområder			
11.8.2 Næringsområder			
11.8.3 Myteområder			
11.8.4 Trekklokaliteter			

SAMMENDRAG

Stortingsmelding nr. 12 (2001-2002), *Rent og rikt hav*, Havmiljømeldingen, ble framlagt 15. mars 2002. Her foreslår Regjeringen at det skal utarbeides en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet og at erfaringene fra dette arbeidet skal nyttes til et videre arbeid med helhetlig forvaltningsplaner for de andre norske kyst- og havområder. Konsekvenser av petroleumsvirksomheten er i denne sammenheng spesielt viktig slik dette ble framhevet i Regjeringens Sem-erklæring: ”Samarbeidsregjeringen vil foreta en konsekvensutredning av helårig petroleumsvirksomhet i de nordlige havområder fra Lofoten og nordover. Inntil en slik plan er på plass, åpnes ikke Barentshavet ytterligere for petroleumsvirksomhet.” Sem-erklæringen om helårig petroleumsvirksomhet er fulgt opp i Havmiljømeldingen.

For å følge opp Havmiljømeldingen er det nedsatt en interdepartemental styringsgruppe under ledelse av Miljødepartementet, MD. Styringsgruppen besluttet at det som grunnlag for det videre arbeidet skulle utarbeides en miljøbeskrivelse inklusiv levende marine ressurser som grunnlag for de videre utredningene. I et brev datert 28. juni 2002 ble Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt bedt om i felleskap å utarbeide denne grunnlagsbeskrivelsen. Frist for levering av rapporten var satt til 1. oktober 2002 og foreligger herved.

Med den gitte definisjonen ”de nordlige havområder fra Lofoten og nordover” er utredningsområdet definert til et større område enn det som i økosystemssammenheng ofte defineres som Barentshavet. Andre økosystem som sokkelområdene fra Lofoten og nordover og sokkelen nord for Svalbard faller derfor inn under området som omtales som Barentshavet.

Denne rapporten er ikke ment å skulle inneholde all kunnskap som eksisterer om området, men den er ment som et grunnlag for det videre arbeidet med de forskjellige konsekvensutredninger. Dette betyr at vi har bestrebet oss på å tilrettelegge data for det videre arbeidet, særlig er det lagt vekt på kartframstillingen. Her har vi nyttet GIS-produserte (geografiske informasjonssystemer) kart i den grad dette lot seg gjøre slik at det i de kommende vurderinger enkelt skal kunne mengdeberegnes overlapping mellom levende marine ressurser og f.eks. et oljeflak.

Rapporten inneholder beskrivelse av de spesielle økosystemene og økologiske særtrekk. Vi beskriver de generelle oseanografiske forhold med strømsystemer og vannmassefordeling samt det spesielle med våre nordlige havområder at deler av området er dekket av is hvor iskanten representerer et helt spesielt produktivt område.

I havet, som på land, er det planteveksten, primærproduksjonen, som er grunnleggende for all videre biologisk

produksjon og dermed hva vi kan høste. Forandringer i primærproduksjonen, eller betingelsene for denne, vil få direkte følger for alle høyere ledd i de marine næringskjeder. Vi har derfor lagt vekt på å gi en fylldig beskrivelse av planteplanktonets funksjon. Også neste ledd, dyreplanktonet, som regnes som sekundærprodusentene, er viktig i mange forskjellige faser. Tilstedeværelse til rett tid og tilstrekkelig mengde av noen av artene, spesielt rauåtes, tidligste stadier, er f.eks. helt vesentlig for fiskelavens første levetid og dermed mulighetene for å få sterke årsklasser eller ikke.

Høstingen av de levende marine ressurser, spesielt fisk, vil med en fornuftig forvaltning gi et nærmest evigvarende utbytte. Barentshavet har en spesiell viktig posisjon som norsk fiskeriområde, både som oppvekstområde for en rekke viktige fiskeslag og som høstingsområde. Gjennom de siste førti år har Barentshavet gitt en avkastning på mellom 1 og 3,5 millioner tonn fisk. De kommersielle fiskebestandene er derfor nødvendigvis gitt en fylldig omtale fordi vår høsting av fornybare ressurser vil kunne bli påvirket av all annen virksomhet. Dette kan være selve fisket i seg selv ved uheldig forvaltning og bruk av spesielle typer fiskeredskap som nevnt i kapittelet om bunndyr eller ytre påvirkninger som petroleumsvirksomhet, langtransporterte forurensninger, lokale forurensninger og endringer i havklimaet.

Sjøpattedyrene sammen med sjøfugl representerer i de fleste tilfeller øverst trinn på de marine næringskjeder. Selv om det skjer lite høsting av slike bestander representerer disse viktige ledd i de marine økosystemer. I tillegg er de konkurrenter til vår høsting og kan samtidig representere et viktig høstingspotensiale. Sjøfuglene er også overførere av næringsstoffer fra sjø til land noe som har vesentlig betydning, kanskje spesielt for Svalbards vedkommende.

Vi har i rapporten ikke lagt spesiell vekt på å beskrive trusselbildet knyttet til ytre påvirkninger unntatt når det gjelder spørsmålet om skader på korallrev og svampområder. Kunnskapen om denne type bunnhabitater og skadene som er påført disse er relativt ny for våre farvann og trenger derfor nærmere omtale enn det som er tilfellet med andre miljøutfordringer som er godt beskrevet i en mengde rapporter. Kapittelet om miljøutfordringer er derfor nærmest i stikkordsform for kun å påpeke noe av det som må med i de kommende utredninger.

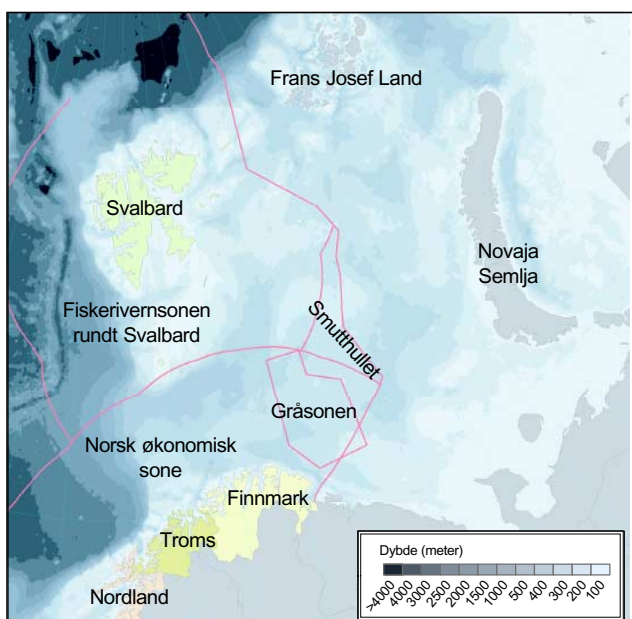
Rapporten inneholder et kapittel om marine kulturminner som også vil være av betydning når en helhetlig forvaltningsplan skal utarbeides. Vi har valgt å ta med et kapittel om bruk av modeller fordi dette er og framover vil være et nyttig redskap når konsekvenser av tenkte eller virkelige hendte hendelser eller forvaltningsbeslutninger skal vurderes.

I INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Stortingsmelding nr. 12 (2001–2002), *Rent og rikt hav*, ble framlagt 15. mars 2002. Her foreslår Regjeringen at det skal utarbeides en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet og at erfaringene fra dette arbeidet skal nyttes til et videre arbeid med helhetlig forvaltningsplaner for de andre norske kyst- og havområder. Det skal utarbeides separate utredninger om konsekvenser av petroleumsvirksomhet, fiskeri, havbruk, skipstrafikk og om andre ytre påvirkninger (klimaendringer, langtransporterte forurensninger o.l.). Særlig viktig i denne sammenheng er den utredningen som gjelder petroleumsvirksomhet. Dette emnet ble nevnt spesielt i Regjeringens Sem-erklæring hvor det står at: *”Samarbeidsregjeringen vil foreta en konsekvensutredning av helårig petroleumsvirksomhet i de nordlige havområder fra Lofoten og nordover. Inntil en slik plan er på plass, åpnes ikke Barentshavet ytterligere for petroleumsvirksomhet.”* Sem-erklæringen om helårig petroleumsvirksomhet er fulgt opp i Stortingsmeldingen om *Rent og rikt hav*, Havmiljømeldingen.

Området for forvaltningsplanenes utredninger er med dette gitt et større geografisk område enn det som vanligvis defineres som Barentshavet idet sokkelområdene fra Lofoten og nordover samt områdene rundt Svalbard er inkludert i utredningsområdet. I de følgende kapitler er større områder, bl.a. hele Barentshavet, inkludert i beskrivelsene i den grad dette har betydning for å kunne beskrive vannmasser og fordeling av biologiske ressurser. Figur 1.1 viser et kart over de forskjellige fiskerisoner hvor Norge har spesielle interesser.



Figur 1.1 Kart over området Lofoten–Barentshavet som viser grensen for Norges økonomiske sone, Fiskerivernsonen ved Svalbard, samt den russiske grensen mot ”Smuthullet”.

For oppfølging av Havmiljømeldingens forslag om en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet er det nedsatt en interdepartemental styringsgruppe under ledelse av Miljøverndepartementet. Styringsgruppen bestemte at det skal utarbeides en felles miljøbeskrivelse inklusiv levende ressurser for området, og at denne beskrivelsen skal nyttes som datagrunnlag for de videre utredningsoppgavene. I brev av 28. juni 2002 ba Miljøverndepartementet på vegne av styringsgruppen Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt om i felleskap å utarbeide en miljø- og ressursbeskrivelse for området innen 1. oktober 2002.

1.2 Om innholdet

Gitt den korte tidsfristen, og det faktum at utredningen ville blitt u håndterlig omfattende for det videre praktiske arbeidet med konsekvensutredningene dersom all kunnskap om utredningsområdet skulle beskrives i teksten, har vi i det følgende lagt vekt på å tilkjennegi omfanget av kunnskapen om området. Denne utredningen vil derfor være en introduksjon til det faktagrunnlag som finnes om våre nordlige havområder. Datagrunnlaget er forsøkt framstilt slik at det i det videre arbeidet med de enkelte utredninger lett skal kunne finnes fram til data som foreligger og til områder hvor data mangler.

En vesentlig forutsetning for utarbeidningen av denne rapporten er at dataene i størst mulig grad skal kunne nyttes i det videre arbeidet med forvaltningsplanen. Spesielt knyttet opp til utredningen om helårig petroleumsvirksomhet er det viktig at de levende marine ressurser er presentert på en slik måte at dataene kan nyttes direkte i en konsekvensutredning. I slike vurderinger egner GIS-produserte (geografiske informasjonssystemer) kart seg godt og vi presenterer derfor i denne rapporten flest mulig fordelingskart over arter i GIS. Disse kartene er produsert ved å interpolere geografiske mengdedata ervervet gjennom bl.a. trålfangst og akustiske målinger fra tokt utført av Havforskningsinstituttet. I produksjonen av disse fordelingskartene har vi basert oss på et standard 10 x 10 km rutenett, for lettere å kunne utveksle informasjon om artenes fordelinger med andre involverte parter. Bl.a. benyttes dette rutenettet i modellering av geografisk fordeling av olje i oljedriftsmodeller. Bruk av felles rutenett sikrer at fordeling av olje og fordeling av arter blir compatible, og at det enkelt kan gjøres beregninger av, for eksempel, hvor mye oljedrift som overlapper med de forskjellige arters fordeling.

Mange av kartene baserer seg ikke bare på norske observasjoner, men også på russiske data samlet inn gjennom det nære samarbeidet Havforskningsinstituttet har med det russiske havforskningsinstituttet PINRO i Murmansk om overvåking av fiskeressursene i Barentshavet.

I denne rapporten er det lagt spesiell vekt på å beskrive

de levende marine ressurser og i liten grad menneskeskapte påvirkninger. Som det framgår er det for helhetens skyld imidlertid tatt med et kort kapittel knyttet til forurensnings- og påvirkningsaspektet. De kommende utredninger om påvirkninger fra forskjellige aktiviteter forutsettes å skulle ivareta disse aspektene mer detaljert.

Det er også verd å bemerke at det i rapporten er skjvheter med hensyn på detaljrikdommen innen de enkelte avsnitt. Dette skyldes bl.a. at det for noen spesifikke områder er gjennomført betydelige flere undersøkelser enn for andre områder hvor det er vesentlige kunnskapshull. For eksempel er plante- og dyresamfunnene knyttet til bunnen langt bedre undersøkt i områder rundt Svalbard enn i selve Barentshavet. Detaljer om de viktigste fiskeressursene er også naturlig nok langt bedre undersøkt enn for arter som produksjonsmessig har liten betydning.

Som det vil framgå av teksten er det ikke gjort henvisninger til referert litteratur i de enkelte kapitler. Vi har imidlertid valgt å samle referert litteratur og litteratur av spesiell interesse i en referanseliste som avslutning på rapporten.

Vi har også tatt med et eget kapittel om marine kulturminner utarbeidet av Riksantikvaren. Selv om dette kapittelet skiller seg noe i form fra de andre beskrivelsene er det viktig å påpeke betydningen av kulturminner som bakgrunn for de kommende utredninger om påvirkning fra forskjellige aktiviteter.

1.3 Økosystemene

I naturen er det mange sammenhenger mellom det abiotiske miljøet og organismene, og mellom de ulike arter og bestander av organismer. Disse sammenhengene og samspillet i naturen gjør at vi snakker om **økosystemer**. Et økosystem er i Biodiversitetskonvensjonen (artikkel 2) definert som: *et dynamisk kompleks av planter, dyr og mikroorganismer som i samspill sammen med deres ikke-levende miljø utgjør en funksjonell enhet (a dynamic complex of plant, animal and micro-organism communities and their non-living environment interacting as a functional unit).*

Sammenhengene i økosystemene og de mange påvirkninger og trusler fra en rekke menneskelige inngrep og aktiviteter har gjort at vi lenge har vært oppmerksom på behovet for en mer helhetlig og integrert tilnærming til forvaltningen av våre kyst- og havområder.

Store marine økosystemer (Large Marine Ecosystems, LMEs) defineres som relativt store havområder (200.000 km² eller mer) med distinkt bunntopografi, hydrografi og produksjon, og med populasjoner som er knyttet sammen i næringsnett. Alle store marine økosystemer er åpne med utveksling av vann, stoff og organismer. Avgrensningen må derfor ta et praktisk og pragmatisk utgangspunkt når definisjonen brukes. I de norske havområder er Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen identifisert som store marine økosystemer.

1.3.1 Barentshavet

Barentshavet er et grunnhav med et gjennomsnittsdyp på 230 meter. Det dekker et område fra det dype Norskehavet i vest, med dyp over 2 500 meter, til kysten av Novaja Semlja i øst, og i sør fra kysten av Norge og Russland til ca. 80°N. Med et flateinnhold på omlag 1,4 millioner km² utgjør Barentshavet bare omkring 7 % av de arktiske havområdene. Barentshavet er imidlertid det eneste virkelige biologisk produktive område i nord hvor en vesentlig del av Nordøst-Atlanterens levende høstbare marine ressurser har deler av eller hele sin livssyklus innenfor det definerte forvaltningsplanområdet og det øvrige Barentshav. Den økonomiske betydningen av de fornybare ressursene kan illustreres ved at Barentshavet de siste førti år har gitt et årlig utbytte av fisk varierende mellom 1 og 3,5 millioner tonn.

For det videre arbeidet med helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet, som et "stort marint økosystem", LME, med de spesielle særtrekk som gjelder for denne definisjonen, er det derfor naturlig å ta utgangspunkt i de felles føringer for påvirkningsvurderinger som internasjonalt blant annet er formulert gjennom GIWA (Global International Waters Assessment) prosjektet.

Forvaltningen av de levende marine ressurser, i hovedsak fisk, skjer gjennom internasjonale avtaler og baseres i hovedsak på råd fra Det internasjonale råd for havforskning, ICES. Overvåking av de forskjellige bestander, av områdets produksjonspotensial og miljø er grunnlag for den faglige rådgivningen. ICES arbeider med i større grad å tilpasse sin rådgivning til mer økosystembasert rådgivning og i den forbindelse er det bl.a. forslått opprettelse av en regional økosystem gruppe, REG, for Barentshavet.

1.3.2 Andre økosystem innen utredningsområdet

I tillegg til Barentshavet som et LME, omfatter utredningsområdet en rekke mindre geografiske områder som kan defineres som spesielle økosystem. Det som skiller marine økosystemer fra økosystemer på land er at de i vesentlig grad styres av ytre krefter. Dette gjelder enten de marine økosystemene er små, f.eks. en spesiell fjord, eller de er store som Barentshavet. Mengden innstrømmende atlantehavsvann har til eksempel en helt dominerende effekt på både miljø og produksjon i Barentshavet, mens et fjordøkosystem, lite eller stort, påvirkes bl.a. av vannmassene utenfor fjorden og av tilførslen av ferskvann.

Sokkelområdet fra Lofoten og nord til Barentshavet kan på grunn av sine særtrekk i videste forstand skilles ut som et separat økosystem som må behandles særskilt. Det samme gjelder fjordene både langs fastlandskysten og på Svalbard. Iskanten har også sine økologiske særegenheter og som i sammenheng med ytre påvirkninger kan betraktes på generell basis som et økosystem.

1.3.3 Økologiske særtrekk

De nordlige havområdene kan karakteriseres ved lave temperaturer, lite nedbør og stor sesongmessig variasjon i innstråling noe som bl.a. påvirker isdekket og mengde snø på isoverflaten. De nevnte store mengdene innstrømmende varmt næringsrikt atlantehavsvann har betydning for hele Barentshavet. For Svalbards del er det særlig vestkysten som preges av tilførsel av varmt atlantisk vann sørfra. Dette påvirker isforhold, produksjonen og artssammensetning i området. *Gammarus oceanicus* som vesentlig er observert på vestkysten av og nord for Vest-Spitsbergen, er typisk for atlantisk vann. Oseaniske planteplanktonarter (eks. *Fragilariopsis pseudonana*, *Thalassiothrix longissima*) som er vanlige i atlantisk vann i Norskehavet, observeres i Kongsfjorden om sommeren. *Scaphocalanus magnus* og andre copepoder som lever på dypt vann, kan forekomme i stort antall nord for Jermakplataet, sannsynligvis som følge av transport i de dype kanalene som omgir nordsiden av plataet. Subpolare foraminiferer transporteres fra Framstredet og til Nansenbassenget med grener fra Spitsbergenstrømmen.

Som for de fleste fjorder preges også mange fjorder på Svalbard av stor avrenning fra land. Det dannes et stabilt overflatelag med lav saltholdighet og dermed redusert omrøring. Samtidig er det stor tilførsel av partikler. Dette fører til redusert lysgjennomtrengning i vannet og stor sedimentering mot bunnen noe som er viktig regulerende faktor for forekomst av bunnlevende organismer. For Svalbard er det spesielt at bre-indusert sedimentering kan være letal i enkelte områder i perioder av året, f.eks. innerst i Van Mijenfjorden. Stor sedimentering innerst i en fjord påvirker dessuten forekomsten av benthosetende arter (f.eks. storkobbe) som har størst forekomst i ytre deler av fjorden hvor bunnen er mindre påvirket av sedimentering.

Møte mellom varmt atlantisk vann og kaldt arktisk vann (polarfronten), resulterer i spesielt sterk vertikalblanding som gir grunnlag for stor primærproduksjon (vår/sommer). I slike høyproduktive områder samles store konsentrasjoner av krill/andre krepsdyr samt særlig pelagisk fisk, og områdene har derfor høye tettheter av sjøfugl og sjøpattedyr.

Issmelting fører til et stabilt overflatelag samtidig som vinterkonsentrasjoner av næringssalter avdekkes. Dette gir grunnlag for en tidlig våroppblomstring (6–8 uker tidligere enn i åpent hav lenger sør), samtidig hemmes ikke algeveksten av dyp vertikalblanding. Som beskrevet i senere kapitler følger blomstring iskanten når den trekker seg nordover. I prinsippet kan vi derfor ha en ”våroppblomstring” nord for Svalbard i august. Algeoppblomstring er konsentrert i en 20–50 km sone langs iskanten. Jo lenger nord vi kommer jo dypere går iskantblomstringen. Som ved polarfronten, vil algeoppblomstring føre til store konsentrasjoner av krill/andre krepsdyr, i tillegg til høye tettheter av sjøfugl og sjøpattedyr. Dette fenomenet utnyttes også av lodde og polartorsk. Iskanten vil dermed kunne ha relativt stort marint biologisk mangfold representert ved pelagisk næringsnett (organismer i åpne vannmasser), sympagisk næringsnett (direkte knyttet til isen) og bentisk næringsnett (bunnlevende

organismer).

I områder som er dekket av is i deler av året vil isskuring i perioder av året føre til at det er få flerårig organismer i tidevannssonen. Også bunnen i enkelte områder påvirkes ved at breis/pakkis skurer mot bunnen slik at forekomsten av arter påvirkes. Organismer kan imidlertid overleve i hulrom og sprekker. Pakkis kan skure bunnen ned til 15–20 m i kystområdene, men vanligst ned til 5–10 m. Isskuringsmerker etter isfjell fra breer har vært observert ned til 30 m f.eks. ved Bråsvellbreen på Nordaustlandet.

Mange arter i nordområdene vokser langsomt, lever lenge, har lav reproduksjonsrate og er nøkkelledd i energioverføringen. Noen arter vokser imidlertid fort (f.eks. lodde, krill), lever kort, har høy reproduksjonsrate, men er likevel nøkkelledd. Ofte er næringskjedene relativt enkle, men det kan være store bestander av hver art. Korte næringskjeder kan ha lav stabilitet i økosystemet (særlig i fjæresystemene), men arktiske økosystemer er kjent for å være relativt robuste i forhold til påvirkning. Imidlertid kan menneskeskapt påvirkninger, ved gitte betingelser, gjøre store utslag. Variasjon i innstrømmingsvolum og egenskaper til det atlantiske vannet har stor påvirkning på primærproduksjonen og dermed også de høyere ledd i næringskjeden.

Det er også en nær kobling mellom økosystemer i havet og på land og det skjer en transport av energi fra sjø til land. For Svalbardsområdet er denne koblingen spesielt viktig. Land fungerer som hekkeområde for mange sjøfugl og noen arter overvintrer også langs kysten, særlig vestkysten. Næringstilførsel fra sjøfugl kan påvirke produksjonen i enkelte innsjøer og vi finner ofte næringskrevende plantesamfunn ved hekkekoloniene. Gjess kan livnære seg på landvegetasjon, som dessuten fungerer som habitat for mange sjeldne evertrebrater. Fjellrev på sin side kan livnære seg på sjøfugl/egg og har ofte hiområder i tilknytning til fuglefjellene. Noen sjøpattedyr har også tilhold på land i kortere eller lengre perioder i forbindelse med ungekasting og hårfelling, i tillegg til at flere områder er viktige hiområder for isbjørn.

1.4 Tidligere utredninger

Barentshavet er som det framgår et av våre viktigste fiskeriområder. Det er også et av de reneste havområder i verden. Dette reflekteres blant annet i de årlige statusrapportene om miljø og ressurser som Havforskningsinstituttet produserer. I en nylig utgitt rapport, mai 2002, fra Norsk Polarinstitutt, ”Marine verdier i havområdene rundt Svalbard”, er det gitt en fylldig og detaljert beskrivelse av dette området. Denne rapporten vil være et godt grunnlagsmateriale for det videre utredningsarbeidet knyttet til forvaltningsplanarbeidet. Vi vil derfor kun ta med i vår rapport detaljer fra dette arbeidet der dette synes nødvendig for helhetens skyld.

Internasjonale organisasjoner har også viet de nordlige havområdene oppmerksomhet, spesielt må nevnes AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) og OSPARs (Oslo og Paris konvensjonen) status rapport 2000. Videre

ble det på oppdrag fra den blandede norsk–russiske miljøvernkommissjonen utgitt, i 1997, en statusrapport om det marine miljø i Barentsregionen. Likeledes foreligger det mer spesifikke statusrapporter om radioaktiv forurensning i nordområdene utarbeidet av den norsk–russiske ekspertgruppen på radioaktiv forurensning. Også andre nasjoner enn Russland og Norge har vist betydelig interesse for våre nordlige havområder. Blant annet foreligger det en datasamling utarbeidet av det nasjonale datasenteret i USA i samarbeid med Murmansk marinbiologiske institutt.

Det er også gjennomført store forskningsprosjekt i området. Dette er prosjekter som har samlet forskere fra norske universiteter og forskningsinstitutt, men også med deltagelse fra utenlandske forskere. Særlig må nevnes Pro Mare (1984–1989) som resulterte i, i tillegg til et meget stort antall vitenskapelige publikasjoner, også en omfangsrik bok med tittel ”Økosystem Barentshavet”. Av betydning for forståelsen av økosystemene i de nordlige havområdene er også det

store samlende forskningsprosjektet om Norskehavet, Mare Cognitum, som fulgte i årene etter Pro Mare. Her arbeides det nå med avslutningen på en bok om Norskehavet.

Som en følge av petroleumsloven, som forutsetter at det skal gjennomføres en konsekvensutredning før et område blir åpnet for leteboring, ble det fra 1985 til 1989 gjennomført en konsekvensutredning for petroleumsområdet Barentshavet sør. Denne utredningen ble presentert i Stortingsmelding nr. 40 (1988–89) og framlagt i mars 1989. I mai samme år besluttet Stortinget å åpne for leteboring under spesielle betingelser. Konsekvensutredningen ble gjennomført i regi av den interdepartementale arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet, AKUP, og var den første som ble gjennomført med hjemmel i petroleumsloven. Senere har AKUP initiert en god del studier knyttet til åpning av Barentshavet nord, men videreføringen av dette arbeidet er foreløpig stilt i bero.

2

MARINE NATURTYPER

I tillegg til det som er nevnt i innledningen om økosystemer finnes det i de nordlige havområdene enkelt naturtyper som må nevnes spesielt.

2.1 Polynya

En polynya er et område med åpent vann, omgitt av is. De kan ha stor variasjon i form og størrelse. Strøm, tidevannsfluktasjoner, vind, upwelling (vann fra bunnen føres mot overflaten) eller en kombinasjon av disse faktorene forårsaker en polynya. De dannes ofte i le av øyer ved nord-nordøstlig vind. Vinterstid vil lav lufttemperatur føre til stor produksjon av is som uavbrutt transporteres vekk med vinden. Polynyaer kan også dannes ved sønnvind, men da er ofte lufttemperaturen så høy at det dannes lite is. Polynyaer som opptrer på samme sted til ca. samme tid hvert år er viktigst. Det er to typer; de som er åpne hele året og de som er isdekket i de kaldeste vintermånedene. En polynya har fysiske forhold (lys, stabilitet osv.) som vanligvis fremmer stor biologisk produksjon. Følgelig vil slike områder også ha ansamlinger av sjøfugl og sjøpattedyr. Kjente polynyaer i Svalbardområdet er bl.a. kystpolynyaen i Storfjorden og semipermanente polynyaer i le av øyer som ved Kvitøya og ved Edgeøya. Hornsundområdet er et annet område hvor bl.a. noen ærfugl, havhest og krykkje overvintrer i polynyaer og råker i fastisen.

2.2 Trange sund

Sterke tidevannsstrømmer kan gi fauna ulik den i nærliggende bunnområder med mindre strømeksposering. Også type substrat påvirkes. Oftest er det grus, stein eller fast fjell hvor størrelse på grus- og steinpartikler samsvarer med strømeksposeringen. Artsantallet er ofte redusert, men med økt individtetthet for strømtilpassede organismer. Oftest er organismene fastsittende med spesielt god evne til å feste seg til substratet. Form på organismene varierer med eksponering med mer strømlinjeformet ved sterk strøm. I områder med sand og grus må organismene være i stand til å tåle skuring fra partikler som virvles opp av strømmen. Det er mange kolonidannende organismer (sjøpunger, mosedyr, huldyr, svamp). De fleste er filterfødere fordi sterk strøm fører til økt tilgang på små partikler som planktonorganismer. I tillegg vil sterk strøm redusere effekten av predatorer. For eksempel vil redusert krokeballebeiting i slike områder gi muligheter for godt utviklet tareskog. I vanligvis isfylte områder vil også isforholdene bli påvirket i trange sund. På Svalbard er f.eks. Akselsundet vanligvis isfritt hele året.

2.3 Tareskog

Hardbunnsområder nedenfor lavvannsgrensen, som ikke har vært utsatt for isskuring eller kråkeballebeiting kan ha en velutviklet tareskog. Slik tareskog finner vi langs store deler av kysten og de har også bl.a. blitt observert på nordsiden av Svalbard. Hvilke arter som dominerer avhenger bl.a. av

artenes preferanse for lys, bunnforhold, eksponeringsgrad og temperatur. Grad av avrenning av partikler fra land vil påvirke tareskogen ved at partiklene reduserer mengde lys i vannet. I varierende grad kan dessuten partikler akkumuleres på algenes overflate og dermed redusere fotosyntesehastigheten. Det siste gjelder særlig i områder med lite strøm. På Svalbard er butare (*Alaria esculenta*) og fingertare (*Laminaria digitata*) de vanligste artene, mens stortare (*Laminaria hyperborea*) forekommer i mindre grad. Stortaren er ikke like vanlig som på fastlandet hvor den utgjør nærmere 90 % av all tareskog.

2.4 Tidevannsflater

Tidevannsflater er grunne områder som ofte eksponeres i luft ved lavvann. Dette stiller spesielle krav til organismer for å overleve. Tidevannsflater forekommer ofte ved utløp av elver og har følgelig stor ferskvannspåvirkning. Typisk er dominans av ikke-permanente samfunn hvor arter tilføres fra nærmeste sublittorale område. Det er ofte en dominans av spesialiserte arter. I slike områder vil effekten av vind og strøm resultere i at brakkvannslag og salt bunnvann blandes, men det vil være en skarp salinitetsgradient i overgangen mellom grunt og dypere område. Dette vil som regel gjenspeile seg i en økning i antall bunndyr.

2.5 Fjæra, Littoralen

Sonen som går fra laveste lavvannsnivå til øverst i bølgesprøytonen kalles littoralen. Den kjennetegnes av et åpent økosystem på grensen mellom land og hav. Det vil være store naturlige sesongvariasjoner. Ulike faktorer som habitat, topografi (herunder grad av littoralbassenger), substrat (sand, mudder leire, rullestein, fjell), eksponeringsgrad for vind og bølger, tidevannsamplitude, type vannmasse og grad av isskuring, avgjør fjæresonens egenskap. Littoralen er generelt et artsrikt system, men forekomst av arter er i arktiske områder i stor grad styrt av graden av isskuring. Dette er hovedårsaken til at det ikke forekommer fastsittende flerårsalger der, med unntak av enkelte lokaliteter som er beskyttet mot isskuring (eks. rundt skjær i Hvalrossbukta på Bjørnøya, enkelte skjær ytterst på vestkysten av Spitsbergen).

2.6 Habitater skapt av mennesker

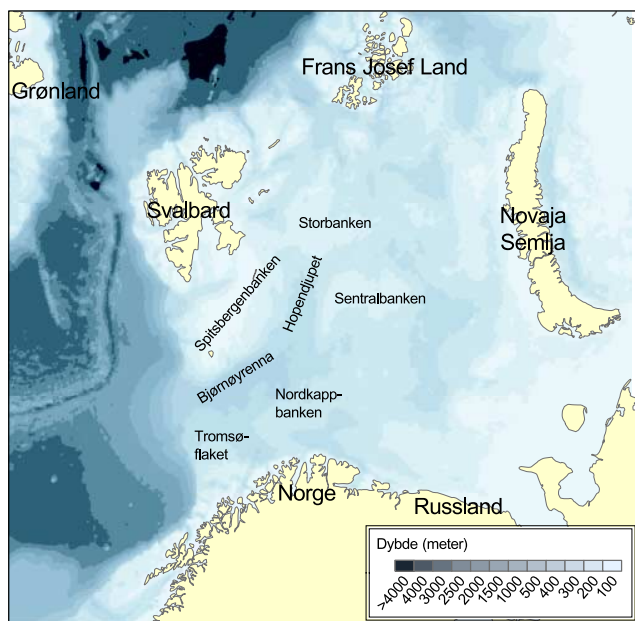
Habitater skapt av mennesker kan være faste installasjoner (Kaianlegg, sjøkabler, utslippsledninger osv.) eller ulike former for avfall (Massedeponier, vrak, skrot, tapte garn og liner osv.). Vrak vil gi mikrohabitat med økt biodiversitet i området for noen tid. Enkelte av formene for avfall karakteriseres som kulturminner og arkeologiske funn (med naturhistoriske forhold) og har verneverdi. På den annen side vil dumpeplasser sørge for at området forringes mht. verneverdi.

3

OSEANOGRAFISKE FORHOLD

3.1 Topografi og sediment

Barentshavet er et sokkelhav på omtrent 1,4 millioner km² hvor størstedelen er grunnere enn 300 meter og det midlere dypet er 230 meter (Figur 3.1). Markerte grunnområder er Spitsbergenbanken, Sentralbanken og Storbanken samt flere banker langs norskekysten som Tromsøflaket og Norkappbanken. Lenger øst langs russerkysten, er det jevnt over grunt, og grunnere dess lenger øst vi kommer. Det mest markert dypområdet er Bjørnøyrenna som stort sett er fylt med innstrømmende atlantehavsvann og det samme er dens forlengelse Hopen dypet. Vestgrensen av Barentshavet følger den bratte kontinentalskråningen mot Norskehavet og utenfor Vesterålen er det bare et smalt grunnområde. Nord for Svalbard finner vi Jermakplatået og Sofiadypet på henholdsvis 600–700 m og 2 000–3 000 m. Bunntopografien har stor innflytelse på fordeling og bevegelse av vannmassene. Langs kysten finnes en del dype områder mellom bankene, disse områdene har stor betydning for strømforholdene utenfor hele kysten av Troms.



Figur 3.1 Barentshavet, dypene og de viktigste bankene som omtales.

Fjordene både på fastlandet og Svalbard kan representere spesielle økosystemer avhengig av deres utforming. Det er særlig om de har en terskel, som kan avgrense dypvannet, eller ikke som har betydning. På Svalbard er f.eks. Billefjorden, Dicksonfjorden, Van Mijenfjorden og Van Keulenfjorden typiske terskelfjorder, mens f. eks. Adventfjorden, Grønfjorden, Kongsfjorden, Liefdefjorden, Raudfjorden har ingen eller mindre markert terskel. Mange av fjordene nord på Nordaustlandet er dårlig kartlagt, men flere har sannsynligvis relativt god utveksling (f.eks. Brennevinsfjorden, Rijpfjorden, Duvefjorden).

Bunntopografien har også stor betydning for hvilke typer sediment vi finner på bunnen. Sediment på bunnen inndeles i ulike typer basert på kornstørrelse (silt, leire, mudder, grus osv.) og er avgjørende for hvilke organismer som forekommer. Sedimenttype er bl.a. et resultat av avrenning fra land, strømstyrke, dyp og helning på underlaget. Kunnskap om sedimenttype er viktig bl.a. fordi forurensningsstoffer som kommer via havstrømmer, atmosfæren eller lokale utslipp, ofte ender opp i sedimenter i områder med lite havstrømmer (såkalte bakevjer). Slike områder bør derfor identifiseres. Banker/flak influert av sterk strøm fører til mindre sediment og består ofte av fjell/stein. Hva som er viktigste sedimenteringskilde varierer bl.a. med isforhold og nærhet til kysten. Havbunnen eroderes på grunnere områder og sediment tilføres dypene i permanent isfrie områder, mens partikler tilført fra sjøis er viktig i isdekte områder. I kystnære områder er transport fra land viktig, særlig vil elver frakte partikler og slam til sjøen. Områder med erosjon og forekomster av stein- og grusrike sedimenter finnes bl. sør for Hopen, rundt Kong Karls Land, Kvitøya og på bankområdene nordøst for Nordaustlandet. I sentrale og nordlige deler av Barentshavet domineres havbunnen av sand og grusholdig slam der det er grunnere enn 200 m og av slam med mindre enn 5 % sand og grus på dyp større enn 200 m. Fjorder på Svalbard med mye sedimentering er f.eks. Adventfjorden, Van Keulenfjorden og Van Mijenfjorden, mens eksempler på ganske åpne og dype fjorder med bløtbunn er deler av Isfjorden og Kongsfjorden. Slike fjorder er ofte gode rekefjorder. Fjordområder med lite sedimentering pga. helning er Kapp Linné – munningen av Grønfjorden og vestsiden av Smeerenburgfjorden.

3.2 Vannmasser

Det er tre hovedvannmasser i Barentshavet: kystvann, atlantehavsvann og arktisk vann. Hver av disse vannmassene har sin spesielle opprinnelse og de finnes på ulike steder i Barentshavet. Kystvannet finner vi i Kyststrømmen nærmest norskekysten. Dette vannet har sin opprinnelse i Østersjøen, men har på sin vei til Barentshavet blitt iblandet vann fra Skagerrak og fra norske fjorder. Dette er vann med relativt lav saltholdighet, men med forholdsvis høy temperatur. Atlantehavsvannet er hovedvarmekilden til Barentshavet. Dette vannet følger tett inntil Kyststrømmen utenfor Vesterålen, men nordvest av Trømsøflaket deler Atlantehavsstrømmen seg i to og sender en gren nordover langs vestkysten av Spitsbergen mens den andre grenen går inn i Barentshavet. Dette vannet har saltholdighet over 35,0 når det kommer inn i Barentshavet mellom Fugløya og Bjørnøya, og temperaturen ligger vanligvis mellom 4–6°C. Både tempertur og saltholdighet har både sesongmessige og år til år variasjoner. Noen av de naturlige svingningene i variasjonene kan ha perioder på flere tiår. Dette har betydning for økosystemet i Barentshavet. Sammen dekker atlantehavsvannet og kystvannet den sørlige delen av

Barentshavet. Den nordlige delen er dekket av kaldt arktisk vann med temperaturer lavere enn 0°C, men med minimum helt ned mot –1,8°C som er nær frysepunktet. Overflatevann på sydøstlige deler av Jermakplatået (nordvest for Svalbard) er tydelig kaldere og mindre salt enn de to grenene med innstrømmende atlantehavsvann på hver side av platået. Grensen mellom det kalde arktiske vannet og det varme atlantehavsvannet kalles polarfronten og den følger de mest markerte trekkene i bunntopografien i hele området mellom Spitsbergen og Sentralbanken. Lengre øst er denne grensen mer uklar og posisjonen varierer mer. Posisjonene for grensen mellom atlantehavsvann og arktisk vann varierer lite i de vestlige delene av Barentshavet, mens den østlige delen kan ha til dels store variasjoner i utbredelsen av atlantehavsvann.

I tillegg til de tre hovedvannmassene er det flere vannmasser som dannes lokalt i Barentshavet, noen av disse er sesongavhengig. Smeltevannet kommer som en følge av issmeltingen. Dette vannet har relativt lav saltholdighet, mellom 30 og 34, avhengig av hvor mye is som har smeltet. Temperaturen varierer med oppvarming fra atmosfæren. Smeltevannslaget danner grunnlaget for svært stabile vannmasser i det nordlige Barentshavet om sommeren, og det skapes et ganske markert overgangslag mellom 10–20 m dyp i dette området. Bunnvann dannes over en del bankområder om vinteren. Dette skjer først via avkjøling, og deretter på grunn av isfrysing som fører til at saltholdigheten øker (ved frysing av sjøvann er det ferskvannet som fryser). Avkjøling og økt saltholdighet fører til at vannet blir tyngre og det synker til bunns. Bunnvannsdannelse foregår spesielt på bankene langs Novaja Semlja og Sentralbanken, men det er også et velkjent fenomen fra Storfjorden på Svalbard. Dette bunnvannet kan ha en viss betydning for utskifting av vannmassene i Barentshavet. Andre vannmasser er Spitsbergenbankvann (kun om sommeren) og Polarfrontvann.

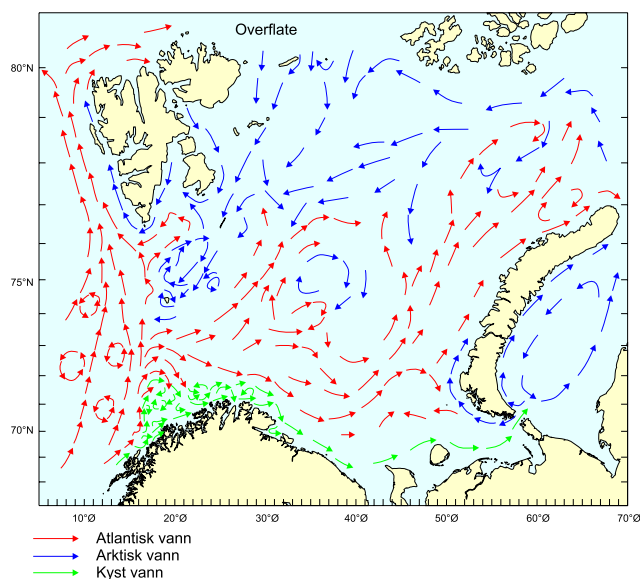
Kystvannet opprettholder en viss vertikal stabilitet gjennom hele året, men enkelte år finner vi relativt homogene vannmasser ned til ca 100 m om vinteren. Stabiliteten er størst nærmest land og avtar utover mot atlantehavsvannet. Atlantehavsvannet kan om vinteren være homogent ned til 200–300 m, avhengig av nedkjølingen. Om våren begynner vannmassene å bli stabile tidlig i mai på grunn av lokal oppvarming. Utover sommeren utvikler denne stabiliteten seg slik at vi har en jevn stabilitet ned til 60–70 m i juli/ august. Fra september avtar stabiliteten igjen. De arktiske vannmassene er stort sett homogene ned til ca 100 m om vinteren, men stabiliseres på grunn av issmelting om sommeren.

Mange av fjordene på Svalbard har stor avrenning fra land. Det kan være store elveutløp innerst i en fjord, eventuelt andre steder. Ferskvannstilførsel, bl.a. som følge av betydelig bresmelting i deler av året fører ofte med seg mye sediment. Dette kan påvirke de fysiske egenskapene og dermed miljøet til organismene i en fjord i betydelig grad. Eventuelle terskler er viktig for utvekslingen av vann mellom fjord og kysten utenfor og dermed vannets

oppholdstid i en fjord. Enkelte terskelfjorder og andre områder som Billefjorden, Magdalenefjorden og Van Mijenfjorden har isolerte kaldtvannsbasseng påvirket av arktisk vann med forekomst av arktiske arter.

3.3 Strømforhold

Atlantehavsstrømmen følger kontinentalskråningen fra Vesterålen og nordover til utsiden av Tromsøflaket hvor strømmen deler seg. Innstrømmingen av atlantehavsvann til Barentshavet skjer med Nordkappstrømmen, som deler seg i en nordlig og en sørlig gren (Figur 3.2) Den sørlige grenen går rundt Tromsøflaket og følger så Kyststrømmen videre østover i havet. Den nordlige grenen av Nordkappstrømmen deler seg ved 30°E. En gren svinger sørøstover rundt sørsiden av Sentralbanken og hvor den igjen møter Nordkappstrømmen. Den andre grenen går nordover langs Hopen dypet, hvor den igjen deler seg. Begge grenene dukker under det kalde, men mindre salte arktiske vannet. Den ene går nordover mellom Hopen og Storbanken, mens den andre går østover mellom Sentralbanken og Storbanken. På sin vei gjennom Barentshavet omformes atlantehavsvannet, og det forlater Barentshavet mellom Novaja Semlja og Frans Josef Land. De arktiske vannmassene kommer inn fra to områder. En strøm kommer inn fra Polhavet og Karahavet sør for Frans Josef Land, mens andre strømmer fra Polhavet kommer inn i Barentshavet i strekene mellom Nordaustlandet og Frans Josef Land. Disse strømmene går alle i retning av Spitsbergenbanken. For å beskrive mengden vann som havstrømmene fører med seg er benevnningen Sverdrup, Sv, innført. 1 Sverdrup er betegnelsen for en vanntransport på 1 million kubikkmeter pr sekund, noe som tilsvarer den midlere transporten av vann i alle verdens elver til sammen. Ca. 1 Sv forlater Barentshavet sør for Bjørnøya mens en mindre del av det arktiske vannet krysser banken andre steder og runder Sørkapp som Sørkappstrømmen.

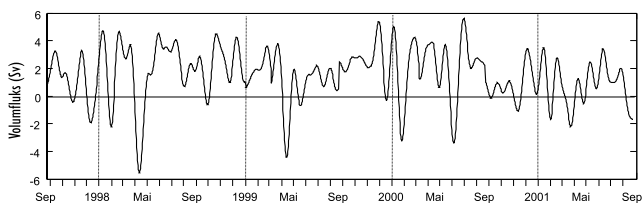


Figur 3.2 Strømkart over Barentshavet –Lofoten.

I enkelte områder oppstår det virvler som har betydning for vannmassenes oppholdstid i området. De største og mest permanente virvlene finner vi over de store bankene som Storbanken og Sentralbanken. Over flere banker langs hele norskekysten er det flere semipermanente virvler, det samme finnes langs østsiden av Spitsbergenbanken og over en del fordypninger som Ingøydjupet. Over bankene går disse virvlene med klokka mens de går motsatt vei over dypområdene. Virvlene har betydning for vannmassenes oppholdstid og dermed også oppholdstiden til passivt drivende organismer som for eksempel planktonorganismer.

I 1980- og 1990-årene ble det gjennomført en rekke strømmålinger i Barentshavet, det meste knyttet til oljeaktivitet. Havforskningsinstituttet har oppsummert disse resultatene. Strømforholdene i Barentshavet er tilnærmet barotrope, det vil si at retningen er den samme stort sett i hele vannsøylen. Imidlertid avtar stort sett hastigheten noe fra overflaten mot bunnen. Tidevannstrømmen er markant over hele Barentshavet. På grunn av sin halvdaglige rotasjonen er netto transporten på grunn av tidevannstrømmene liten, men de bidrar godt til vertikal blanding av vannmassene, spesielt over grunne områder som Spitsbergenbanken. Den midlere strømhastigheten ligger rundt 10 cm s^{-1} , men med noe høyere hastigheter på overflaten.

I 1997 begynte Havforskningsinstituttet med strømmålinger fra faste rigger i snittet mellom Fugløy og Bjørnøya. Figur 3.3 viser transport av Atlanterhavsvann inn i Barentshavet for perioden fra september 1997 og fram til september 2001. Figuren viser at det er store variasjoner i transporten fra måned til måned. Forskjellen mellom maksimum innstrømming og maksimum utstrømming kan være mer enn 10 Sv. Den daglige variasjonen er ennå større, og mye tyder på at det både er storstille og mer regional atmosfæriske forhold som i en stor grad styrer denne innstrømmingen. I gjennomsnitt transporteres det netto 1,7 Sv inn i Barentshavet, men i enkelte perioder strømmer det også betydelige mengder ut. Variasjoner i innstrømming betyr mye for klimaet i Barentshavet og for transporten av plankton og fiskelarver. Flere kommersielt viktige fiskearter gyter langs Norskekysten og gyteproduktene følger Kyststrømmen og Atlanterhavsstrømmen nordover, og mye av deres videre skjebne avhenger av strømforholdene utenfor kysten av Troms og hvor mye vann som strømmer inn i Barentshavet.

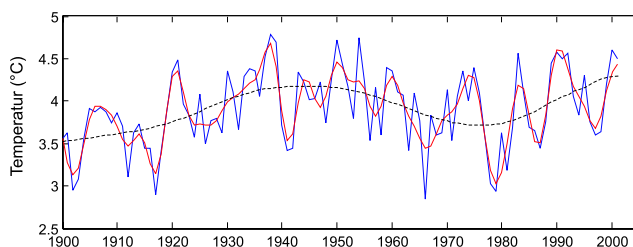


Figur 3.3 Transport av vann inn i Barentshavet i perioden september 1997 til september 2001

3.4 Klimavariasjoner

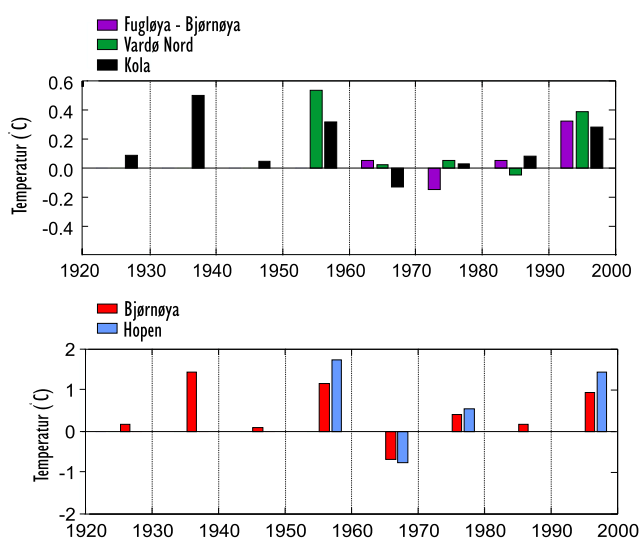
Klimaet i Barentshavet varierer i takt med den varmemengden som transporteres inn i Barentshavet med Atlanterhavsstrømmen. Det er mange som mener at denne varmemengden styres av storstilte atmosfæriske sirkulasjoner over Nordatlanten, men analyser viser at dette bare er gyldig i enkelte perioder. Barentshavet er et av de få stedene vi har en lang måleserie. Forskere ved havforskningsinstituttet i Murmansk (PINRO) har målt temperaturen på flere stasjoner i et snitt som krysser Atlanterhavsstrømmen i Barentshavet siden 1900. Snittet kalles Kolasnittet og ligger langs median $33^{\circ}30' \text{ E}$ (Figur 3.4). Dette er den lengste instrumentelle tidsserien vi har som observerer hele vannsøylen. Havforskningsinstituttet har egne måleserier lenger vest i havet, men disse er kortere. Den lengste måleserien er fra snittet som går fra Vardø og nordover, og går tilbake til 1953. Helt i vest, mellom Fugløy og Bjørnøya, ligger et annet snitt hvor det er regelmessige målinger tilbake til 1964.

Figur 3.4 viser temperaturen i det russiske Kola-snittet siden 1900. Vi ser at det er store år til år variasjoner. Forskjellen mellom det varmeste og kaldeste året er nesten 2°C , og det er mye i dette området. Midler vi over flere år finner vi det som kan synes som periodiske svingninger i systemet. Ser vi spesielt på kurvene hvor det er midlet over 30 år, så ser vi at temperaturen steg fra begynnelsen av århundret til rundt 1940 for så igjen å avta. Minimum kom i slutten av 1970-årene og deretter har temperaturen steget fram til i dag. Det siste stemmer godt med andre observasjoner som indikerer en relativ oppvarming de siste 30 årene. Ser vi derimot på hele perioden ser det ut som vi har en naturlig svingning, og vi vil ha et nytt maksimum nå ved århundredskiftet. Derfor vil de nærmeste 10 årene fortelle oss om vi har med naturlige eller menneskeskapt variasjoner å gjøre. Dersom temperaturkurven flater ut eller vi får en synkende tendens, er det mye som tyder på at vi har med naturlige variasjoner å gjøre. Fortsetter temperaturen å stige også de neste 10 årene, vil det være en bekreftelse på at det kan være en klimaendring på gang.



Figur 3.4 Temperaturvariasjon i det russiske Kola-snittet (nord fra Kola halvøya) fra 1900 til i dag. Rød kurve viser den høyeste temperaturen, mens den blå kurven viser den laveste temperaturen i et gitt år. Den svarte kurven er den løpende middeltemperaturen beregnet over flere år.

Bruker vi alle de eksisterende tidsseriene fra Barentshavet til å regne ut middelet for de ulike tiårene i det forrige århundret, finner vi et felles trekk for alle tidsseriene som dekker de ulike periodene (Figur 3.5). Her finner vi det samme resultatet både fra snittene i Barentshavet og de to meteorologiske stasjonene. 1990-årene var bare det tredje varmest tiåret i det forrige århundret. Varmest var 1930-årene fulgt av 1950-årene. Dette viser at det ikke er noe tegn til at vi er inne i en spesiell varm periode, og at vi har en global oppvarming på gang i dette området. Ser vi imidlertid på de siste 30-40 årene så viser også Barentshavet en klar temperaturøkning fra 1960-årene og fram til i dag, men da skal vi også huske at 1960-årene var det tredje kaldeste tiåret i det forrige århundret. Hadde alle våre måleserier i Barentshavet også startet i 1970-årene, så hadde vi også her dratt den samme konklusjon som gjøres andre steder.



Figur 3.5 Avvik mellom målt temperatur og middeltemperatur over flere år for tre hydrografiske snitt (øvre figur), og to værstasjoner (nedre figur).

Konklusjonen på dette er at det vi ser meget vel kan være en del av en naturlig syklus og at vi dermed kan gå inn i en kaldere periode. I alle fall viser målingene at vi skal være forsiktige med å trekke altfor sterke konklusjoner om klimaendringer ut fra korte tidsserier.

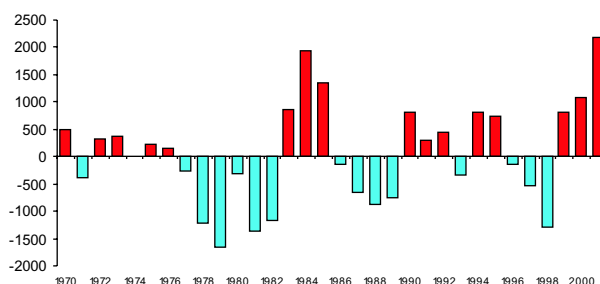
3.5 Isforhold

Isen i Barentshavet er stort sett ettårsis, men det finnes noe flerårsis som stammer fra Polhavet eller som har oversomret i Barentshavet. Alder på isen har betydning for iskvaliteten, blant annet tykkelse, hardhet, og gjennomskinnelighet, som igjen har betydning for hvilke isorganismer vi kan forvente å finne. Den sesongmessige variasjonen i isdekket er stor, og varierer mye fra år til år. Selv om det kan være store

variasjoner i isutbredelsen fra et år til et annet, så er variasjonsmønstret gjennom året ganske likt. Maksimum isutbredelse observeres vanligvis mellom mars og mai. I løpet av sommeren blir mesteparten av Barentshavet isfritt. I enkelte år kan isgrensen om sommeren ligge nord for Barentshavet. Minimum isutbredelse forekommer som oftest i slutten av september eller første halvdel av oktober. Når isfrysingen starter, brer isen seg raskt sørover fram til årsskifte, da isen ikke er langt unna sin maksimale utbredelse. De største variasjonene i vinterutbredelse av is finner vi i de sentrale og spesielt de østlige deler av Barentshavet. I vest er vanligvis Svalbardbanken isdekket sør til Bjørnøya. Den maksimale utbredelsen om vinteren følger ofte den oseanografiske polarfronten, og isutbredelsen er således avhengig av den varmemengde som transporteres inn med Atlanterhavstrømmen. På den annen side er det atmosfæriske forhold, som lufttemperatur og vind, som bestemmer hvor stor avsmeltingen blir i løpet av sommeren. I tillegg til de sesongmessige variasjonene i isutbredelsen forekommer korttidsvariasjoner fra timer til en måned, og det finnes langtidssvingninger med varighet over flere år.

Nord for Svalbard er det mer flerårsis enn i Barentshavet. Deler av området preges av transport av is ut av Polhavet. Vestkysten av Svalbard er isfri i lengre periode enn Barentshavet øst for Svalbard og områdene nord for Svalbard. Fjordene på Svalbard isdekkes vanligvis, men hvor lenge kan variere fra år til år. I enkelte områder er isen landfast som mellom Nordaustlandet, Kong Karls Land og Barentsøya. I de grunne områdene med små øyer sør for Kong Karls Land og innerst i Storfjorden, langs Hopen og noen kilometer utover kan den faste isen brette opp pga. dønninger. Isen i fjordene og langs kysten av Svalbard kan ha ulik opprinnelse, dvs. enten være dannet på stedet, være drivis ført til området eller ha ferskvannsopprinnelse på land.

Figur 3.6 viser variasjoner i totale isutbredelsen i Barentshavet de siste 30 årene basert på iskart fra Meteorologiske institutt som er laget på grunnlag av satellittbilder. Som man ser er det til dels store variasjoner, men i store trekk følger disse variasjonene det samme mønster som temperaturen i Barentshavet.



Figur 3.6 Avvik fra gjennomsnittlig isutbredelse i Barentshavet (verdier i km²) fra 1970 frem til i dag.

4

PRIMÆRPRODUKSJONEN

4.1 Fysiske faktorer

Den biologiske produksjonen i havet drives av solenergi. Som planter på land trenger planteplankton også næringssalter for å kunne vokse. Det er de mikroskopiske frittlevende algene (planteplankton) som via fotosyntesen er ansvarlige for mesteparten av denne produksjonen. Planteplanktonet bruker kun deler av solenergispektrumet, fra ca. 380 til 700 nanometer (fra fiolett til infrarødt). Denne strålingen utgjør ca. 42 % av den totale solstrålingen som når jordas overflate.

Solstrålingen svekkes i atmosfæren. På høyere breddegrad betyr solhøyden mye for hvor sterkt atmosfæren demper solstrålingen. Når solen står lavt på himmelen dempes den direkte strålingen mye sterkere enn når solen står høyt. Høy luftfuktighet i havet demper strålingen ytterligere og i Barentshavet gjør den relativt høye fuktigheten og passasjer av atmosfæriske lavtrykk med tett skydekke at strålingen som regel er lavere enn forventet i forhold til breddegraden.

Noe av solstrålingen som når havflaten reflekteres tilbake til atmosfæren. Refleksjonen avhenger av solhøyden, hvor mye av strålingen som er direkte eller indirekte og av havflatens tilstand. Refleksjonen er størst ved lav solhøyde og havblikk. Etter at strålingen har trengt gjennom havflaten, svekkes den ytterligere av vannets egne absorpsjonsegenskaper og av partikkelinnholdet i vannet. Dypet hvor vi finner ca. 1 % av overflatestrålingen kalles for kompensasjonsdypet og representerer den nederste grense for netto algevekst.

Av like stor eller kanskje større betydning for veksten, er muligheten som disse algene har for å utnytte energien i vannsøylen. Planteplanktonet følger vannbevegelsene og er dermed i stadig bevegelse opp og ned i vannsøylen. Det medfører at de opplever et "lysmiljø" som varierer fra sterkt lys nær overflaten til fullt mørke på større dyp. Jo dypere vertikalblandingen av vannmassene er, jo dårligere "lysforhold" vil algene oppleve i gjennomsnitt. Men vertikalblandingen er også viktig når det gjelder tilførsel av dypt næringsrikt vann til overflaten hvor algene ved hjelp av lyset kan utnytte dem.

Om vinteren er atlantehavsvannet i de åpne delene av Barentshavet gjennomblandet fra overflaten til 200–300 meter dyp. Denne gjennomblandingen er hovedmekanismen for tilførselen av næringssalter til overflatelagene. Om våren blir overflatevannet gradvis varmet opp og det dannes en tetthetsgradient (pyknoklinen). Vannmassene i den øvre del av vannsøylen blir stabile, dvs. vertikalblandingen blir hindret. Etter hvert som oppvarmingen forsetter utover sommeren, blir stabiliteten sterkere og lagdelingen tydeligere ned til stadig større dyp.

I kystnære områder gjør tilstedeværelsen av kystvann

med lavere saltinnhold enn i atlantehavsvannet at blandingslaget er grunnere og stabiliteten større. Også næringssaltkonsentrasjonene om vinteren blir lavere enn i atlantehavsvannet.

Ved iskanten blir vannmassene stabile ved at isen smelter og store mengder ferskvann frigjøres. Smeltingen finner sted når isen som kommer i kontakt med atlantehavsvann og smelter nedenfra på grunn av den høye temperaturen i sjøen. Denne smeltingen er mest utpreget senvinters og om våren i år når isdekket strekker seg sør for polarfronten. Smeltingen av is i atlantehavsvann forårsaker en mye tidligere og sterkere stabilisering av vannmassene enn i isfrie områder. Dette får som følge at våroppblomstringen starter tidligere og utvikler seg hurtigere enn i isfrie områder. Nord for polarfronten hvor isen dekker arktisk vann, skjer issmeltingen som følge av varmetilførsel fra atmosfæren og stråling. Dermed starter issmeltingen senere enn når atlantehavsvann har vært isdekt.

4.2 Hovedkomponentene i planteplanktonet.

I Barentshavområdet finnes flere hundre planteplanktonarter. På grunn av havstrømmene er det fra tid til annen import av arter som ikke er typiske for Barentshavet. Men det er hovedsakelig algenes utgangsbestander om vinteren og deres innbyrdes konkurranse om bl.a. næringssaltene som bestemmer hvilke arter som er til stede eller skal dominere i den kommende veksts sesongen.

Planteplanktonet er excellent organismer med evne til å fotosyntetisere (de er autotrofe). Flere av algartene kan i tillegg også ernære seg heterotrofisk (de "spiser" organiske forbindelser) ved behov. Dette gjelder særlig nakne flagellater og en del dinoflagellater, men vi vet ikke hvor utbredt disse artene er i Barentshavet. I den grad heterotrofi også skjer i Barentshavet kan vi forvente at fenomenet er mer utbredt om vinteren når lysforholdene er ekstremt dårlige eller om sommeren etter at vinternæringssaltene er brukt opp.

Den dominerende algegruppen i Barentshavet, som i mange andre områder, er diatomeene (kiselalgene). De er spesielt viktig under våroppblomstringen hvor de kan nå konsentrasjoner opp til flere milliarder celler pr kubikkmeter sjøvann. Kiselalgene trenger, i motsetning til de andre algegruppene, silikat i tillegg til nitrat og fosfat for å vokse. Mange av diatomeene danner kolonier. Koloniens hovedfunksjon er å øke flyteevnen. Diatomeene varierer sterkt i størrelse fra noen få mikrometer til flere hundre mikrometer.

En annen viktig komponent er de nakne flagellatene. Dette er en heterogen gruppe som omfatter representanter fra forskjellige klasser. Den viktigste i Barentshavet er klassen Prymnesiophyceae. Til denne klassen hører *Phaeocystis*

pouchetii som sammen med den sentriske diatomeen *Chaetoceros socialis* er blant de to viktigste artene i Barentshavet. Selv om begge artene er ganske ulike i mange sammenhenger, viser de et felles trekk i det at de kan danne store kolonier.

Den tredje viktige gruppen er dinoflagellatene (fureflagellatene, klasse Dinophyceae). Selv om dinoflagellatene sjelden blomstrer opp i Barentshavet i like store mengder som diatomeene eller *Phaeocystis*, er de tilstede året rundt i moderate mengder og spiller sannsynligvis en betydelig, men for tiden uavklart, rolle i økosystemet.

I tillegg til de taksonomiske klassene nevnt ovenfor forekommer det i Barentshavet representanter for mange andre klasser, de fleste av dem under fellesnavnet nakne flagellater. De er vanskelige å klassifisere ved vanlige mikroskopiske metoder. Disse er som regel mindre enn 5 µm (mikrometer) i diameter og tilstede året rundt. Normalt finnes disse organismene i konsentrasjoner under en milliard celler per kubikkmeter, men enkelte ganger, og særlig etter våroppblomstringen kan de oppnå konsentrasjoner opp til flere milliarder. Pga. av størrelsen utgjør imidlertid denne gruppen en liten del av den totale planteplanktonbiomassen i Barentshavet. Sannsynligvis spiller de en betydelig, men ennå udefinert rolle, i energiomsetningen i økosystemet.

Til tross for at det til enhver tid forekommer et stort antall forskjellige mikroorganismer, er det bare noen få av dem som dominerer planteplanktonets biomasse i Barentshavet. Blant disse er diatome-slekter som *Chaetoceros*, *Fragilariopsis*, *Pseudo-nitzschia* og *Thalassiosira* og prymnesiofyten *Phaeocystis pouchetii*.

Som regel er planteplanktonets biomasse om vinteren lav og dominert av små nakne flagellater. Om våren skjer det en kraftig forandring i artssammensetning som følge av våroppblomstringen. Oppblomstringens første fase er som regel dominert av diatomeene. Dette fører til en kraftig reduksjon i silikatkonsentrasjonen. Siden silikat og nitrat blir brukt opp i noenlunde like mengder, resulterer diatomeoppblomstringen ofte i en uttømming av silikat mens det fortsatt er nok nitrat igjen for videre vekst. Da er det andre arter som ikke krever silikat som tar over som den dominerende komponenten i planteplanktonsamfunnet.

Utover sommeren finner vi at de typiske vårartene forsvinner og gir plass til et vidt spektrum av andre arter. I overflatelaget er det hovedsakelig flagellatene som dominerer. Blant de mest typiske er det flere dinoflagellater som *Cachonina niei*, *Prorocentrum balticum*, *Gyrodinium* spp., *Dinophysis* spp. Andre vanlige sommerslekter er *Chrysochromulina*, *Dinobryon* og *Leucocryptos*. Et felles trekk for de fleste av disse slektene er at mange av deres representanter også er i stand til å ernære seg heterotrofisk. Diatomeene er også tilstede om sommeren, men da gjerne ved eller like under sprangsjiktet. Artssammensetningen er også forskjellig fra den om våren, og typiske arter er *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros* spp. og *Pseudo-nitzschia* spp. Dette planteplanktonsamfunnet fortsetter til

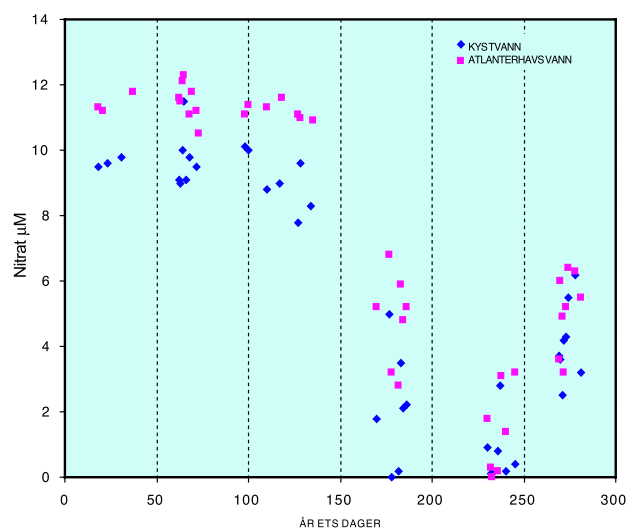
høsten da det forsvinner med det økende vindstresset som bryter ned sommersprangsjiktet og forårsaker en kraftig vertikalblanding av vannmassene.

De planteplanktonsamfunnene som er beskrevet ovenfor gjentar seg med mindre variasjoner fra år til år og kan sies å være typiske for Barentshavet. I kystområdene og i fjordene i Nord-Norge finnes i tillegg andre arter mer typiske for farvannene lengre sør, som for eksempel diatomeen *Skeletonema costatum* om våren (forekommer langs vestkysten av Svalbard og i Barentshavet om sommeren) og kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* om sommeren. I de siste årene har det blitt observert betydelige mengder av *E. huxleyi* i Barentshavet om sommeren, antagelig som følge av transport fra kystområdene.

4.3 Planteplanktonets dynamikk

Vinterstid har mesteparten av mikroorganismene et heterotrofisk levested og de få fotosyntetiserende cellene befinner seg i en eller annen form for hvilestadium.

I fjordene langs norskekysten starter våroppblomstringen allerede i mars, men har maks i april. Det samme er tilfelle for fjordene på Svalbard. I kystområdene og ved iskanten tar oppblomstringen til i løpet av april måned og varer fra 3 til 4 uker. I åpne områder tar oppblomstringen til ca. en måned senere pga. fortsatt liten stabilitet i vannmassene noe som hindrer algene i å forbli i det øverste laget. Dette betyr ikke nødvendigvis null vekst hos planteplanktonet, men heller at tapene pga. at algene blir ført til store dyp, med dårligere lysforhold, blir større. Også tidlig beiting fra dyreplanktonet kan føre til at algebiomassen holdes på et lavt nivå. Disse fasene er illustrert i Figur 4.1 som viser fordeling av nitrat med tiden i to områder langs Fugløya–Bjørnøya snittet. Oppblomstringen her identifiseres ved den kraftige nedgang i nitratkonsentrasjoner mellom dagene 100–150 (april – mai).



Figur 4.1 Gjennomsnitt nitratkonsentrasjon i blandingslaget for hver enkelte år i perioden 1992–2000 i Fugløya–Bjørnøya snittet. Kystvannet (70–71.75°N) og Atlanterhavsvannet (72–73°N)

Hvordan stabilitet oppstår i henholdsvis atlantehavsvann og kystvann har store konsekvenser for våroppblomstringens dynamikk. Etter at lagdelingen er dannet vil potensialet for ny produksjon i overflatelaget være sterkt avhengig av mengden næringssalter som er til stede. I et tynt overflatelag blir utgangsmengden av næringssalter lavere enn i et dypere overflatelag. Samtidig vil selve utviklingen av oppblomstringen bli mye kraftigere enn i et dypt lag fordi algene hele tiden holdes i et bedre lysmiljø (dog er det en viss risiko for selvskygging dersom algebiomassen blir for høy). Konsekvensene av dette er at oppblomstringen som regel tar til tidligere og er mye kraftigere i kystvannet enn i atlantehavsvann, mens den totale produksjonen blir høyere i det sistnevnte. Forskjellene i tetthetsgradienten har også betydning for eventuell ny produksjon etter at næringssaltene i overflatelaget er blitt brukt opp. I kystvannet fungerer den kraftige sjiktningen som et hinder for tilførsel av nye næringssalter til overflatelaget fra de underliggende vannmasser. Den svake sjiktningen i atlantehavsvann gjør transporten av nye næringssalter mulig over et lengre tidsrom, noe som øker produksjonspotensialet ytterligere.

Forbruket av de enkelte næringssaltene avhenger i sterk grad av planteplanktonets artsammensetning. Samtlige fotosyntetiserende organismer har behov for både fosfat og nitrat, mens diatomeene trenger silikat i tillegg. Dersom diatomeene dominerer under oppblomstringen blir deres biomasse begrenset av silikatkonsentrasjonen. Biomassen uttrykt som klorofyll *a* når vanligvis maksimale konsentrasjoner omkring 6–7 mg m⁻³. Det totale integrerte klorofyll *a* i blandingslaget kan nå verdier mellom 200–300 mg m⁻² havoverflate. Hvor mye denne klorofyllmengde tilsvarer i karbon avhenger av mange faktorer, bla. algenes fysiologiske tilstand, algenes lysadaptering, artsammensetningen, osv.

Våroppblomstringen avsluttes som regel etter at næringssaltene er blitt brukt opp. Planteplanktonbiomassen i overflatelaget går kraftig ned og blir erstattet av små flagellater, mens de dominerende artene under oppblomstringen synker ned i vannsøylen.

I overflatelaget gjør mangelen på nye næringssalter som nitrat at videre vekst i dette laget hovedsakelig må basere seg på regenererte næringssalter, dvs. bl.a. nitrogenforbindelser som ammonium og urea som resirkuleres i systemet via beiting av små heterotrofiske flagellater. En ny type algesamfunn utvikler seg i dette laget dominert av små flagellater, som regel mindre enn 5 µm.

Denne sommersituasjonen preger området helt til høsten når økende vindstress og avkjøling av overflatelaget igjen fører til nedbryting av sprangsjiktet og en gjennomblending av vannmassene. Selv om næringssaltkonsentrasjonene igjen blir høye, hemmer det lave strålingsnivået planteplanktonveksten, og overgangen til en vintersituasjon finner sted. Imidlertid hender det fra tid til annen, særlig i kystområdene, at det i den perioden hvor næringssaltene blir blandet opp igjen i overflatelaget, kan finne sted en mindre oppblomstring dersom lysforholdene ennå er optimale.

4.4 Primærproduksjon

Kunnskap om mengden av uorganisk karbon som planteplanktonet er i stand til å binde opp til organiske forbindelser via fotosyntese er av største betydning for å vurdere et havområdets produktivitet. Mesteparten av basisproduksjonen vil foregå under våroppblomstringen som hovedsakelig bruker nitrat som nitrogenkilde. I tillegg vil sommerproduksjonen som er basert på regenererte næringssalter utgjøre ca. 30–40 % av årsproduksjonen.

Om vinteren er primærproduksjonen ganske lav, under 50 mgC m⁻² dag⁻¹ (milligram karbon pr. kvadratmeter havoverflate og pr dag). Senere, når lysforholdene er tilstrekkelige, men stratifisering (lagdelingen) ennå lav, er primærproduksjonen blitt målt til omkring 100 til 200 mgC m⁻² dag⁻¹. Det er ikke før våroppblomstringen tar til at primærproduksjonen øker betraktelig. Selv om variasjonene er relativt store, vil primærproduksjonen i denne perioden bli så stor som 1–2 gC m⁻² dag⁻¹. Etter våroppblomstringen og gjennom hele sommeren er primærproduksjonen ganske stabil mellom 400 til 600 mgC m⁻² dag⁻¹. Fra september til oktober reduseres primærproduksjonen til verdier mellom 150–250 mgC m⁻² dag⁻¹. Denne reduksjonen forsetter utover høsten, og fra november finner vi igjen typiske vinterverdier.

Basert på et gjennomsnitt av primærproduksjonsmålinger gjennomført i området Hekkingen – Fugløya i tidsrommet 1975–1978 samt målinger i de åpne deler av Barentshavet i perioden 1980–1986, fant vi at den integrerte produksjon fram til 1. juni er ca. 60 gC m⁻², mens den totale årsproduksjon er ca. 100 gC m⁻². Disse verdiene er ganske like de vi kan beregne på grunnlag av observert forbruk av nitrat (ny produksjon). Fra disse målingene er det imidlertid vanskelig å beregne årsproduksjonen for de forskjellige vannmasser fordi mengden målepunkter varierer sterkt innen hver vannmasse.

4.5 Primærproduksjonens skjebne

En vesentlig del av produksjonen kan sedimentere ut av den eufotiske sonen (vannlaget med nok lys for plantevekst) ned til større dyp eller til bunnen. Sedimentering er dermed like viktig som beiting når det gjelder å bestemme skjebnen til biogent materiale. Slik sett er disse “konkurrerende” prosesser. Den relative betydningen av beiting og sedimentering for primærproduksjonens skjebne varierer også fra år til år. Beitingen er av større betydning når utviklingen av våroppblomstringen er sakte og strekker seg over lang tid. Det daglige tapet av planktonalger i den eufotiske sone pga. sedimentering kan være betydelig om våren, men varierer mye fra dag til dag og fra sted til sted.

Hvor mye som beites ned av dyreplanktonet avhenger bl.a. av i hvilken grad det er match eller mismatch mellom alge- og dyreplanktonbestander, dvs. i hvilken grad begge bestander overlapper i tid og rom. Hvis match, er plante- og dyreplanktonets utviklingen slik at størstedelen av det

produserte biogene materialet blir beitet ned. Dette gir lite sedimentering. Hvis mismatch, er situasjonen den motsatte. På den annen side kan sedimenteringen av fekalier og dyrerester bli større når beitingen er stor.

Samspillet mellom beiting og sedimentering er også av betydning for hvilke type økosystem som dominerer. Gjennom kraftig beiting vil mye av primærproduksjonen bli oppbevart i det øverste laget av vannsøylen og være grunnlag for et pelagisk økosystem. Ved lavt beitetrykk vil mesteparten av algene synke ut av det øverste laget og danne grunnlaget for mesopelagisk produksjon eller et bentisk økosystem dersom materialet når bunnen.

Beitetrykket er ikke bare avhengig av mengden dyreplankton. Artssammensetningen i planteplanktonet kan også være av betydning. Spesielt viktig er dette i Barentshavet, hvor våroppblomstringen kan domineres av to vidt forskjellige arter. Kolonier av *Phaeocystis pouchetii* produserer organisk stoff som virker avvisende ovenfor beiteorganismer. Dette kan forårsake en selektiv beiting på andre alger, som for eksempel diatomeene, til fordel for *Phaeocystis* sin egen vekst. Denne avvisningen er sterkest når *Phaeocystis*-koloniene er i god fysiologisk tilstand, dvs. i sterk vekst. Når koloniene begynner å bli næringsbegrenset, blir de sterkt angrepet av bakterier og mikrodyreplankton og en oppløsningsprosess settes i gang. På dette stadiet kan koloniene også bli sterkt nedbeitet av makrodyreplankton. Som konsekvens av dette kan en *Phaeocystis*-oppblomstring utvikle seg over en lengre periode før den eventuelt blir beitet ned. På denne måten kan også tidsforskjellen mellom våroppblomstringen og dyreplanktonutviklingen bli redusert

og muligheter for en mismatch minskes tilsvarende.

Også mengden av overvintrende dyreplankton kan bidra til en selektiv beiting og dermed påvirke artssammensetningen i en våroppblomstring. Fra Barentshavet finnes det indirekte bevis på at et stort selektivt beitetrykk tidlig på året kan holde diatomeenes oppblomstringen i sjakk og legge forholdene til rette for en oppblomstring av *Phaeocystis*. Størrelsen på dyreplanktonets overvintringsbestand, i alle fall i den atlantisk delen av Barentshavet, ser på sin side ut til å være sterkt avhengig av advektiv transport inn fra Norskehavet.

Sedimentering av biogent materiale er som regel mest intens i slutten av oppblomstringen. Sedimenteringshastighet er artsspesifikt. Mange diatomeer kan produsere hvilesporer eller hvilestadier på slutten av oppblomstringen. Hvilesporer karakteriseres av tykke silikatrike cellevegger som øker synkehastigheten. Men det har også vært observert at andre oppblomstringsarter uten hvilesporer (f.eks. *Phaeocystis*), bare i løpet av noen få dager kan sedimentere ut av den eufotiske sonen.

Sedimenterende materiale kan bli bevokst av bakterier eller spist av mikro- og makrodyreplankton. Nedbrytingsgrad avhenger av synkehastigheten. Om sommeren, og spesielt i perioder uten algeoppblomstringer er materialet mer nedbrutt og synkehastigheten liten. Fekalier og detritus dominerer da fremfor alger. Om våren derimot er den relative synkehastigheten høyere, og mye av det materialet som synker ut av den eufotiske sonen består av relativt friske celler.

5

DYREPLANKTON

5.1 Innledning

Dyreplanktonet er en meget sammensatt gruppe av organismer både med hensyn til størrelse, biologi og fordeling i vannmassene. Mange av artene gjennomfører sesongmessige vertikale vandring over flere hundre meter, og noen har også døgnlige vertikale vandringmønstre typiske for årstidene. Deres horisontale utbredelse er derimot i stor grad avhengig av havstrømmene og temperaturregimet. Barentshavet er et randområde med ekstreme fysiske forhold, og en rekke av planktonorganismene som kommer inn fra sør lever i ytterkanten av overlevelsesområdet. Polarfronten er en effektiv barriere for en rekke arter, mens noen er tilpasset arktisk vann.

Endringer i havstrømmer og andre fysiske forhold vil påvirke planktonbestandene. Barentshavet som økosystem er i stor grad avhengig av innstrømming av atlantisk vann med plankton fra Norskehavet. Om vinteren står dyreplanktonet i Norskehavet på dypt vann og stort sett under terskeldypet inn til Barentshavet. Den Nordatlantiske strømmen vil derfor bringe lite plankton inn i Barentshavet om vinteren. Innstrømningsintensiteten og tidspunktet for innstrømming er viktig for mengden av transportert plankton når dette vandrer opp til de øvre vannlagene om våren. Vi regner med at den advektive transporten av rauåte er flere ganger større enn egenproduksjonen av arten i Barentshavet.

I motsetning til fisk som stort sett er mangeårige arter med langsom vekst, er det meste av dyreplanktonet organismer med en eller flere generasjoner i året, og antallet individer og biomassen av arten kan variere sterkt gjennom sesongen. Det økologiske samspillet mellom planktonspisende fisk og deres byttedyr, og mellom dyreplanktonartene gjør at

bestandene svinger over tid. I år med sterkt beitepress fra lodde eller sild vil planktonet vise tegn til reduksjon, men også evertebrater som maneter og kammaneter kan beite på det øvrige planktonet.

5.2 Arter og tallrikhet

Norskehavet og Barentshavet har et dyreplankton som er dominert av kopepoder og krill, fig. 5.1. Også amfipodene spiller en viktig rolle, spesielt i de arktiske delene av havene. Alle tre gruppene utgjør svært viktige fødeemner for planktonspisende fisk som lodde, sild, makrell, kolmule og polartorsk. Kopepoden *Calanus Finnmarchicus*, rauåte, er den viktigste kopepodearten i Nordatlanten. Rauåtas viktige økologiske posisjon framgår av tabell 5.1 som viser den prosentvise sammensetning av dyreplanktonet i det sørvestlige Barentshavet.

Calanus finmarchicus er den viktigste kopepodarten i Nordatlanten. Særlig etter oppblomstringen av planteplanktonet om våren og tidlig om sommeren kan den dominere biomassen fullstendig. I arktiske vannmasser lever *C. glacialis*. *Calanus hyperboreus* er en større art med tilknytning til kaldt vann, og den er tallrik i Polarfronten.

Calanus har, i likhet med de andre kopepodene, seks larvestadier (nauplier) og seks kopepodittstadier. Den overvintrer på dypt vann som kopepodittstadium IV og V, og antall individer er da meget lavt i de øverste 200 m. Overvintringsbestandene av *C. finmarchicus* varierer mellom <10 000 individer m⁻² i Barentshavet og >50 000 individer m⁻² i Norskehavet. Ut på vinteren vandrer *Calanus* opp og går over til stadium VI (voksen) som gyter i forbindelse med oppblomstringen av planteplankton i mars-mai i de atlantiske områdene, og i april-juni i



Figur 5.1 Eksempler på kopepoder; *Calanus finmarchicus* (Copepoda), krill; *Meganyctiphanes norvegica* (Euphausiacea)(foto Uwe Kils), og amfipoder; *Themisto* sp. (Amphipoda).

<i>Calanus finmarchicus</i> (rauåte)	80,46
Andre kopepoder	7,80
Euphausiacea (krill)	5,32
Chaetognatha (pilormer)	3,22
Ctenophora (ribbemaneter) / Cnidaria (maneter)	1,51
Andre arter	1,65

Tabell 5.1 Prosentvis sammensetning av dyreplankton i det sør-vestlige Barentshavet.

de arktiske områdene. Det er den store veksten i antall kopepoditter i kopepodittstadiene I-IV som særlig bidrar til biomasseøkningen om sommeren. Biomassen er høyest i områder der CV og voksne dominerer. I Barentshavet og Norskehavet har vi observert mellom 100 000 og 400 000 individer m^{-2} om våren og sommeren. Ut på sommeren skjer det en nedvandring av CIV og CV til dypere vann. I Nord-Norge nord til Lofoten har *C. finmarchicus* to generasjoner i løpet av året, mens det er én dominerende generasjon i Barentshavet. Temperaturen er en viktig regulerende faktor for utviklingshastighet og livssyklus.

Metridia longa er i hovedsaken en atlantisk art og finnes bare i mindre mengder nord for polarfronten. Den kan lokalt være en viktig bidragsyter til planktonbiomassen. Særlig i kystfarvann og fjorder er den mindre (1 mm) *Pseudocalanus* viktig. *Microcalanus* spp. og *Oithona* spp. er små arter som kan opptre i store antall, men biomassen er vanligvis ikke så stor. På grunn av flere generasjoner årlig kan produksjonspotensialet likevel være betydelig.

Krillen (Figur 5.1) er etter *Calanus* kanskje den viktigste gruppen av planktonorganismer i Nordatlanten og i Barentshavet, rangert etter biomasse og som næringsorganisme for planktonspisende fisk. *Meganyctiphanes norvegica* har sin hovedutbredelse i atlantiske vannmasser, mens krillen i Barentshavet domineres av slekten *Thysanoessa* med *T. inermis* som viktigste arten. Denne er vanligere i Barentshavet enn i Norskehavet, men synes kun i liten grad å trenge inn i arktiske vannmasser i Barentshavet. Den minste arten er *T. longicaudata* (opp til 20 mm). Også krillen gyter om våren, og larvestadiene utvikler seg i overflatelaget gjennom en rekke stadier ved skallskifte. *Thysanoessa longicaudata* gyter som 1-åringer, mens de andre artene gyter i hovedsaken som 2-åringer. Etter gytingen kan krillen om sommeren danne tette konsentrasjoner nær bunnen i de kystnære områder. Ute i Norskehavet finnes storkrillen *M. norvegica* hovedsakelig i de dypere vannlagene mellom 300 og 500 m om sommeren. Om vinteren og våren gjennomfører krillen store vertikale vandringar (100–300 m på 2–3 timer) til overflatelaget om natten. *Thysanoessa longicaudata* er noe grunnere fordelt. Krillen er for det meste herbivore (spiser planteplankton), men noen arter er også carnivore (rovdyr, spiser annet dyreplankton), som *T. longicaudata*.

Havforskningsinstituttet har kartlagt makroplanktonet i Norskehavet gjennom flere år med Åkra-trål. *M. norvegica* var den dominerende krillen. Som for annet makroplankton var biomassen særlig konsentrert i 200–600 m dyp. På flere stasjoner var det mer enn 70 $g\ m^{-2}$. I blandet kystvann / atlantisk vann utenfor Norskekysten var det rundt 3 $g\ m^{-2}$, i atlantisk og blandet atlantisk-arktisk vann rundt 8 $g\ m^{-2}$.

I Barentshavet har russiske forskere estimert krillens biomasse til mellom 70 og 114 $mg\ m^{-3}$ i de øverste lagene. Andre undersøkelser tyder på at 40–50 % av den totale dyreplanktonmengden kan utgjøres av krill, *Thysanoessa inermis*. Havforskningsinstituttets undersøkelser med MOCNESS-håv i august–september 1998 viste at 5.3 %

av planktonbiomassen var krill over 10 mm, dvs. 0.46 $g\ tørrvekt\ m^{-2}$. De lave verdiene gjenspeiler de forskjellige fangstegenskapene hos små og store redskapstyper.

Amfipodene har relativt få pelagiske arter i området. De hyperiide amfipodene er pelagiske, der slekten *Themisto* (Figur 5.1) er utbredt i våre farvann. *Themisto abyssorum* (opp til 16 mm) er en subarktisk art med utbredelse i hele Norskehavet fra sør for Island og Grønland til nordspissen av Svalbard, og i mesteparten av Barentshavet. Arten er vanlig på sokkelen langs Norskekysten. *Themisto libellula* (opp til 40 mm) er arktisk og finnes normalt ikke på sokkelen eller i det sørlige Barentshavet men er vanlig i resten av Norskehavet og hele det arktiske området. *Themisto compressa* (25 mm) er knyttet til atlantiske vannmasser.

Amfipodene er 1 eller 2-årige former med yngelperiode som sammenfaller med våroppblomstringen i planteplanktonet. I motsetning til krillartene som bare i liten grad går inn i rent arktiske vannmasser er amfipodene, særlig *T. libellula*, godt tilpasset til og en viktig del av det arktiske regimet. *Themisto* spiller en nøkkelrolle i det arktiske næringsnett som et bindeledd mellom kopepoder og andre små planktonorganismer på den ene siden, og fisk, sjøfugl og sel på den andre siden. Den er en viktig del av maten til lodde, og i mangel på større byttedyr er den også føde for voksen torsk.

Under trålsurvey i Norskehavet i 1994 ble amfipodenes biomasse undersøkt i 0–600 m. Den høyeste biomassen på over 100 $g\ våtvekt\ m^{-2}$ ble registrert i arktisk vann, og den store *T. libellula* dominerte i mer enn 90 % av fangstene. Amfipodene ble observert i alle dyp, med den største biomassen mellom 30 og 200 m. Lenger øst i arktisk/atlantisk vann var biomassen gjennomsnittlig rundt 7 $g\ m^{-2}$, og amfipodene stod her i hovedsaken mellom 200 og 600 m. I atlantisk og blandet atlantisk/kystvann lå verdiene mellom 0.08 og 0.5 $g\ m^{-2}$, og amfipoder ble bare funnet på enkelte stasjoner.

I det sentrale Barentshavet ble utbredelsen hos *Themisto* undersøkt med MOCNESS fra 1984–1992. *Themisto abyssorum* viste de høyeste konsentrasjonene sør for polarfronten, opp til over 50 individer m^{-2} , og mindre enn 10 individer m^{-2} i arktiske vannmasser. Omvendt var *T. libellula* sterkest representert nord for og i polarfronten (opp til > 100 m^{-2}), mens det var lav tetthet i sør (< 1 m^{-2}). Begge artene hadde en relativt dyp vertikalfordeling fra 200–500 m, men *T. libellula* kunne også være meget konsentrert helt i overflaten i arktisk vann (8 individer m^{-3}).

Også **bløtdyrene**, Mollusca, har representanter i dyreplanktonet. Vingesneglen *Limacina helicina* (flueåte, opp til 3 mm) lever hele sin livssyklus i overflaten der den beiter på planteplankton, og den kan opptre i store antall, over 10 000 m^{-3} . Tidvis kan vingesnegl være viktige byttedyr for sild. Den skalløse sneglen *Clione limacina*, "hvalåte", vokser til 40 mm og er også et vanlig innslag i dyreplanktonet i Barentshavet og Norskehavet. Den er et rovdyr som lever særlig av *Limacina*.

Pilormene, Chaetognatha, utgjør en distinkt gruppe rovdyrplankton som lever av mindre kopepoder og annet plankton. De er transparente og har et høyt vanninnhold. Sammen med maneter og kammaneter blir pilormene ofte omtalt som ”geleplankton”. På større dyp kan pilormene utgjøre en stor del av planktonvolumet. *Sagitta elegans* vokser til 40 mm lengde.

Dyrekken Cnidaria omfatter bl.a. større **maneter** (Scyphozoa) og det vi gjerne kaller **småmeduser** (Hydrozoa). De er rovdyr som lever av mindre dyreplankton. Selv om noen av manetene er relativt store former er de definert som plankton. Vanlig brennmanet, *Cyanea capillata*, er en art som enkelte år har en stor vekst i Barentshavet, og den kan utgjøre en vesentlig del av de pelagiske trålfangstene.

I Norskehavet er den store maneten *Periphylla periphylla* vanlig på dypt vann, 1.5 g våtvekt m^{-2} i 200-600 m. Arten finnes også i Barentshavet.

Dyrekken Ctenophora, på norsk **ribbmaneter** eller **kammaneter**, har overfladiske likhetstrekk med Cnidaria i og med de har en meget gelatinøs kropp, med opp til 96 % vanninnhold. Begge gruppene har arter med et stort vekstpotensiale, og gunstige vekstbetingelser med rikelig tilgang på planktonføde kan resultere i masseoppblomstringer. Det er kjent at ribbmaneten *Bolinopsis infundibulum* er en viktig predator på *Calanus*, og at den selv blir beitet ned av en annen ribbmanet, *Beroe cucumis*. I Barentshavet utgjorde ribbmanetene 6.9% av dyreplanktonets totale tørrvekt i 1998, eller 0.64 g tørrvekt m^{-2} . Med et tørrvektinnhold på 4% svarer det til 16 g våtvekt m^{-2} .

Mesopelagiske reker er en viktig del av dyreplanktonet. Det er særlig to slekter som er vanlige: *Sergestes* spp. og *Pasiphaea* spp. med henholdsvis 55 og 127 mm total lengde. Begge har en vid utbredelse i Norskehavet og er tallrike mellom 200 og 600 m (1.3 g m^{-2} i atlantisk vann). I arktisk vann er biomassen lav.

Kystplanktonet er karakterisert ved et stort innslag av

meroplanktoniske former, dvs. arter som bare opptrer planktonisk under en del av livssyklusen. Nauplie- og cyprislarvene hos den voksne fastsittende ruren (Thoracica) er et eksempel på dette. Lokalt kan en i kortere perioder finne nesten rene bestander av disse larvene. Også Echinodermata, pigghuder, bidrar til denne typen plankton, men andelen av den totale biomassen er som oftest liten.

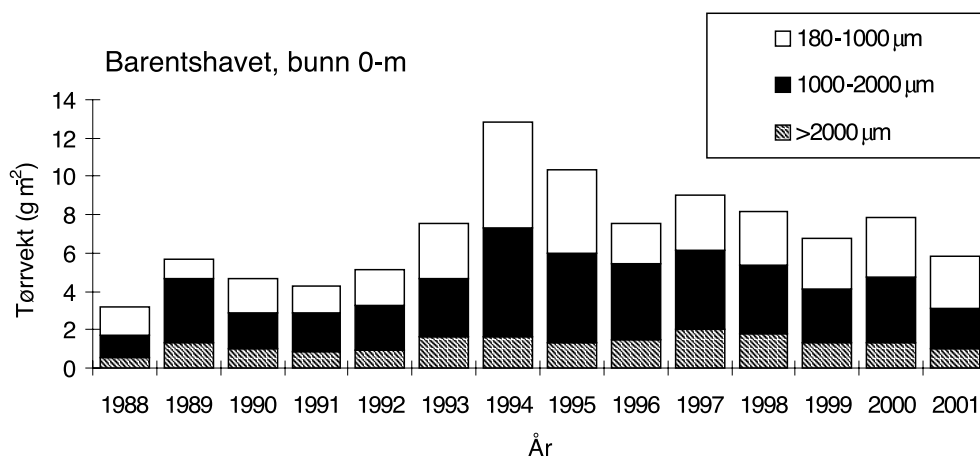
5.3 Biomasse

I Barentshavet har Havforskningsinstituttet siden 1986 foretatt omfattende miljøovervåkning med horisontalkartlegging av dyreplanktonet. De første årene foregikk undersøkelsene i september, fra 1992 ble de utvidet og startet medio august. På slutten av 80-tallet var det relativt lite dyreplankton i de fleste områdene av Barentshavet, rundt 5 g tørrvekt m^{-2} i hele vannsøylen. Biomassen steg frem til 1994 og 1995, etterpå har nivået stort sett sunket (Figur 5.2).

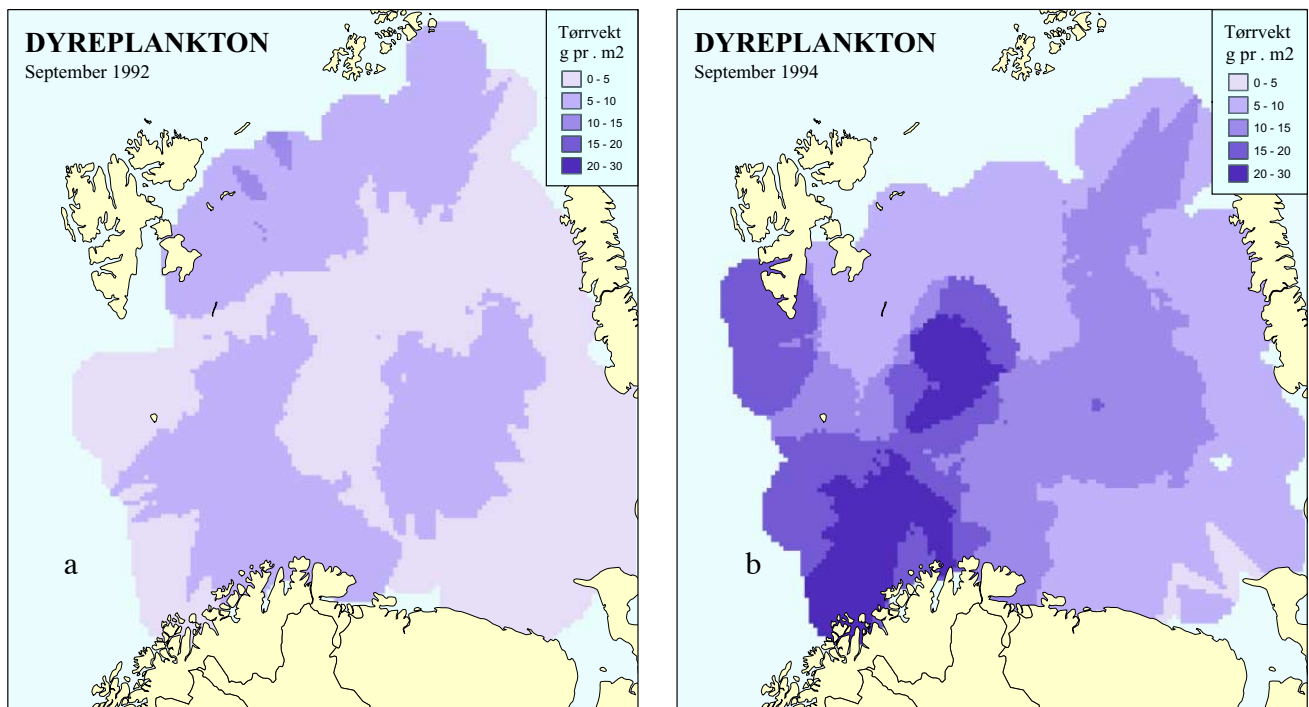
5.4 Horisontalfordeling

Biomassedata fra 1990-2001 viser at de største konsentrasjonene av dyreplankton finnes mellom Nordkapp og Bjørnøya, mens det også er høye konsentrasjoner nord for 78°N. I disse områdene var gjennomsnittet for perioden over 10 g tørrvekt m^{-2} ned til bunn. Det må imidlertid påpekes at dyreplankton av natur er meget flekkvist fordelt, og marginale områder med dårlig dekning vil ikke gi representative fordelinger.

1992 var et år med lite dyreplankton, noe som fordelingskartet viser (Figur 5.3a). Over mesteparten av Barentshavet var det mindre enn 10 g tørrvekt m^{-2} . Innstrømming av planktonrikt vann fra sørvest er vanskelig å påvise. Gjennomsnittet for samtlige målinger (N=183) var 5.13 g tørrvekt m^{-2} . To år senere, høsten 1994, var bildet et helt annet (Figur 5.3b). Over store områder i sørvest, også øst for Bjørnøya-Hopen, ble det registrert mer enn



Figur 5.2 Midlere biomasse i Barentshavet i de tre størrelseskategoriene 180-1000 μm , 1000-2000 μm og >2000 μm i august-september. Mesteparten av den mellomste størrelsesfraksjonen bestod av overvintrende *Calanus*.



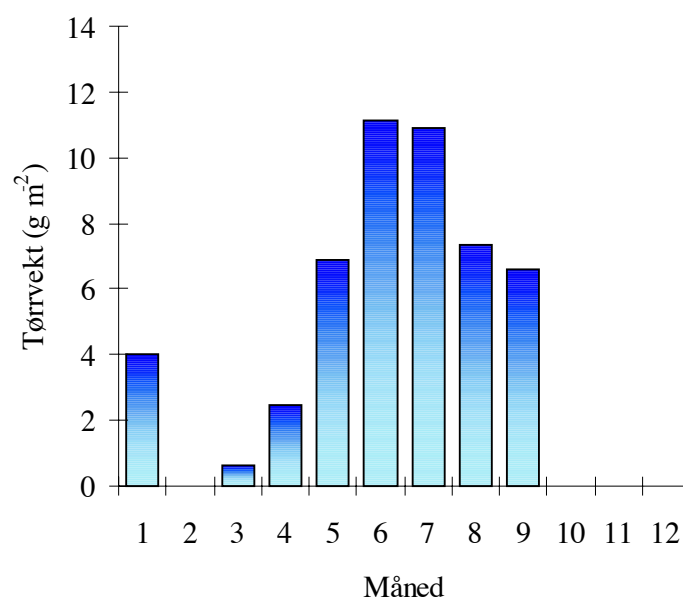
Figur 5.3 (a) Fordeling av dyreplankton i august – september 1992 (a) og 1994 (b). Basert på trekk med WP2-håv fra bunn-0 m (g tørrvekt m^{-2}).

20 g tørrvekt m^{-2} . Også opp mot Svalbard var det godt med dyreplankton, mens det var mindre lengst i nord og øst. Fordelingsmønsteret tyder på en stor innstrømming av dyreplankton fra Norskehavet mellom Nordkapp og Bjørnøya. Gjennomsnittsbio massen i Barentshavet i 1994 var $12.83 \text{ g } m^{-2}$ ($N=173$).

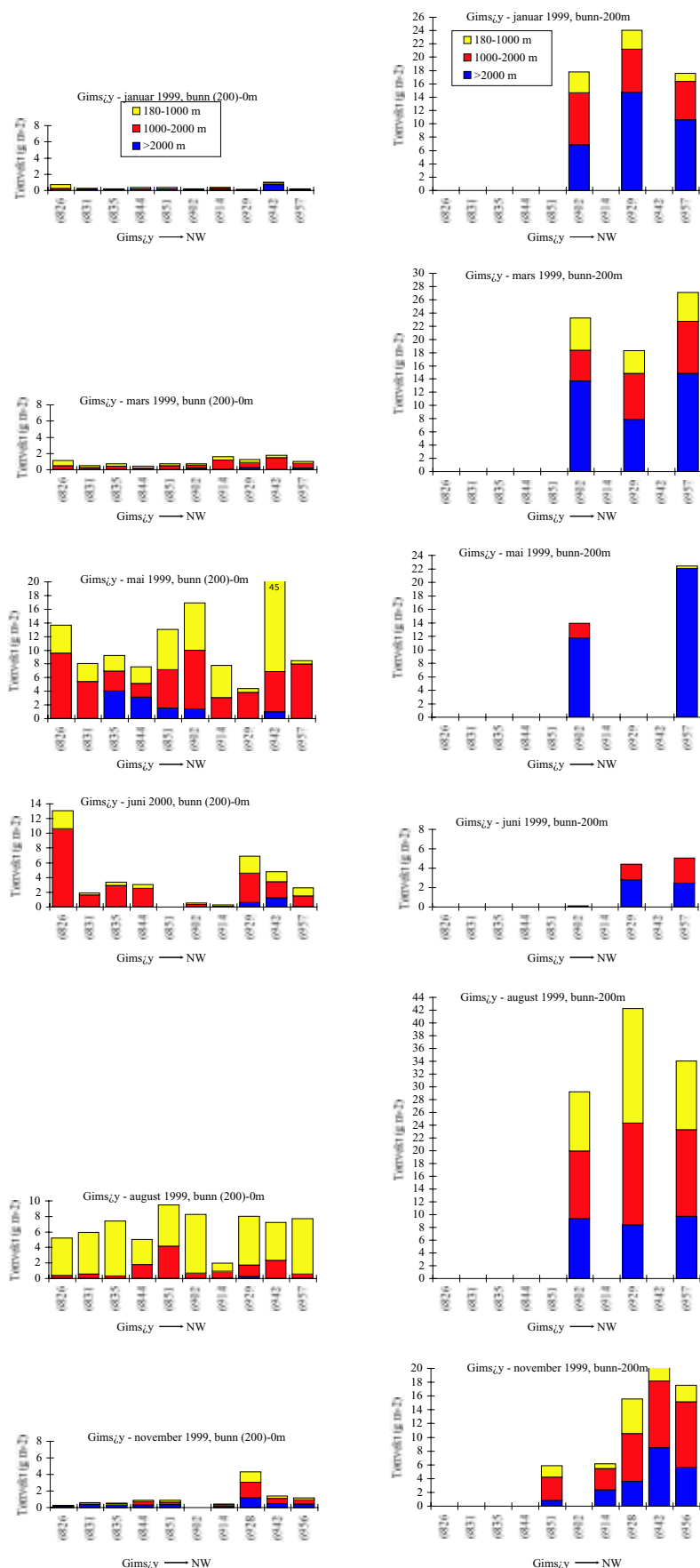
Selv om de fleste dyreplanktondata de senere årene er fra august–september, foreligger det også en del data fra andre

måneder. Tørrvektdata samlet inn fra 1979 til 1994 viser at bio massen i Barentshavet hadde et maksimum i juni–juli, og et minimum i mars (Figur 5.4).

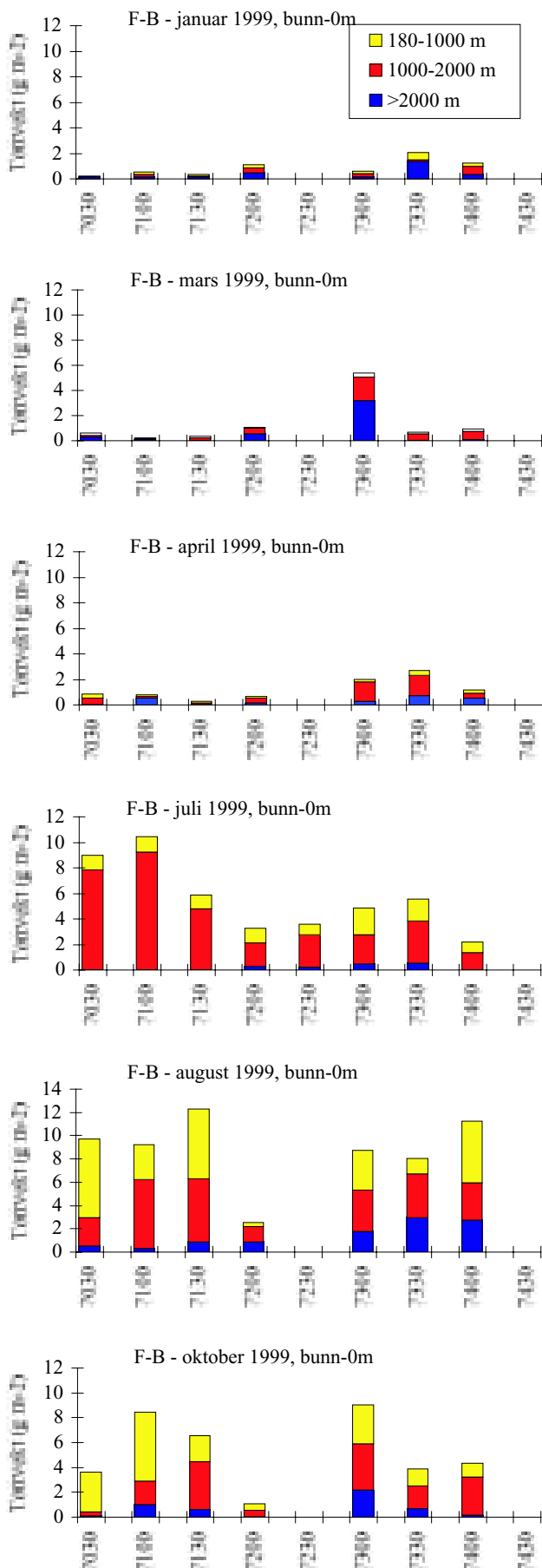
Gimsøysnittet, Fugløya-Bjørnøya og Vardø–Nord er snitt som dekkes regelmessig av Havforskningsinstituttet. På Gimsøysnittet (Figur 5.5) ligger de fire innerste stasjonene på kontinentalsokkelen, mens de ytterste (nordligste) stasjonene er på dypt vann (bunndyp opp til 3000 m). I



Figur 5.4 Biomasse av dyreplankton i Barentshavet, gjennomsnitt for 1979–1994. Observasjoner for februar og oktober–desember mangler.



Figur 5.5 Dyreplankton på Gimsøysnittet i 1999. Til venstre plankton over 200 m, til høyre plankton under 200 m dyp.

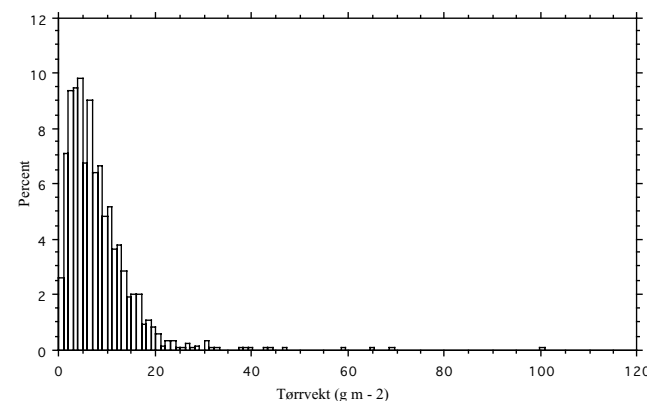


Figur 5.6 Dyreplankton på snittet Fugløya-Bjørnøya i 1999, fra bunn-0 m.

januar-mars 1999 var det kun små mengder dyreplankton i de øvre lagene over 200 m. Under 200 m på store dyp var det derimot store mengder overvintrende plankton, mellom 20 og 30 g tørrvekt m⁻², og en vesentlig del av dette var *Calanus* (svart og delvis skravert del av søylene). Grafen fra mai viser at overvintringsbestanden hadde kommet opp fra dypt vann og gitt opphav til en ny generasjon (hvit søyle) over 200 m. I juni hadde det funnet sted en overgang fra yngre til eldre stadier, mens en ny gyting (generasjon) dominerte overflateplanktonet i august. Samtidig var det en betydelig nedvandring av plankton til større dyp, der overvintrende *Calanus* dominerte i november.

Også på Fugløya-Bjørnøya var det lite dyreplankton om vinteren, for det meste under 2 g m⁻², mens våroppblomstringen genererte en markert økning etter april-mai (Figur 5.6). I juli-august var det rundt 10 g tørrvekt m⁻² i kystvannet. Den høye andelen av de minste planktonformene i august og tidlig oktober viser at det fremdeles var oppvekst av *Calanus* og andre kopepoder. Det var et gjennomgående trekk at det var relativt lite plankton på den midtre delen av snittet rundt 72°00' – 72°30'N.

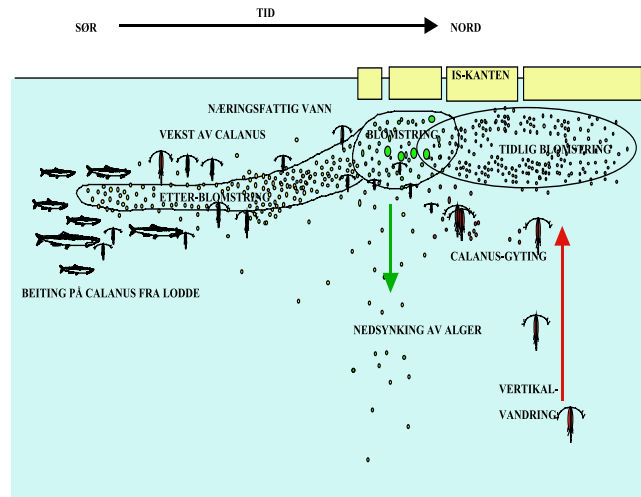
Dyreplanktonet er kjent for å være ujevnt fordelt horisontalt og vertikalt, og i Barentshavet var prøver med 4–5 g m⁻² hyppigst representert (nesten 10 %) i materialet fra 1991–1998 (Figur 5.7). Nærmere 3 % av materialet var under 1 g m⁻², og hovedtyngden av fordelingen lå under 20 g m⁻².



Figur 5.7 Frekvens av dyreplankton-biomasse i intervaller på 1 g m⁻², basert på 1182 WP2-prøver fra bunn-0 m. Barentshavet august-oktober 1991-1998.

5.4.1 Iskantblomstring

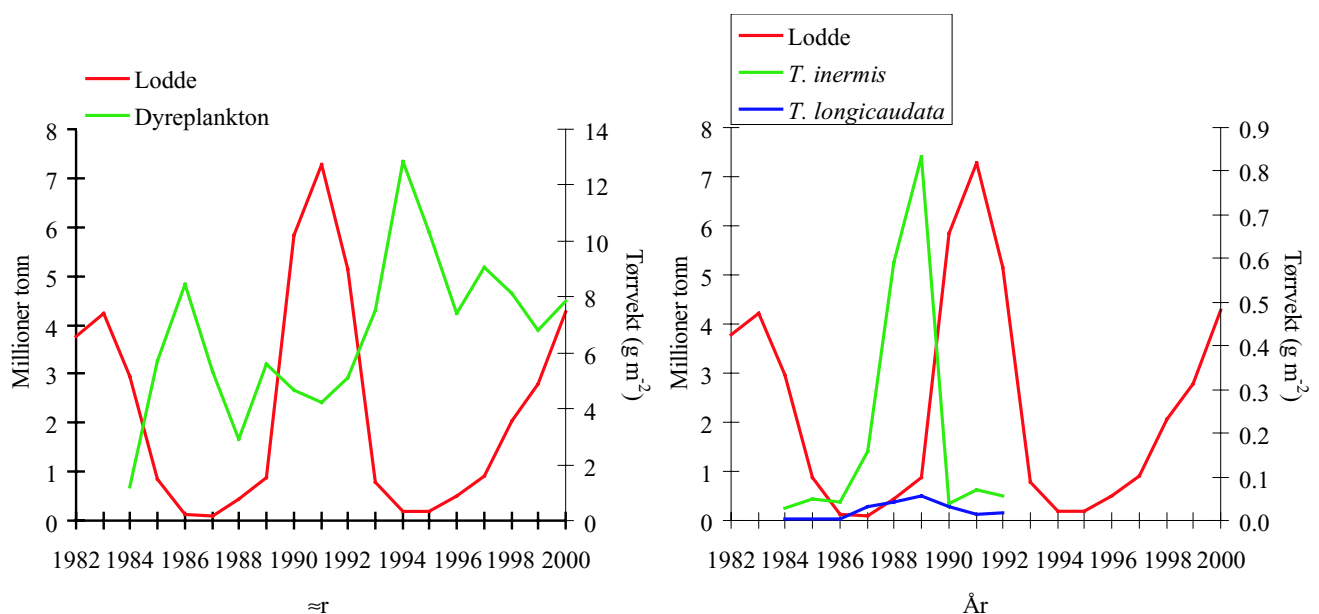
Iskantsonen utgjør et spesielt økosystem i Barentshavet. Etter hvert som isen trekker seg tilbake blir nye havområder eksponert for lys som initierer en oppblomstring av flere arter planteplankton. Parallelt med oppblomstringen finner det sted en gyting hos *Calanus* og annet dyreplankton, slik at larvene kan nyttiggjøre seg den korte men intense primærproduksjonen i de øvre smeltevannslagene. De mindre formene av dyreplankton blir beitet av større predatorformer, og planktonspisende fisk som lodde har iskantsonen som et viktig næringsområde. Hele produksjonssystemet følger iskanten på vei nordover gjennom våren og sommeren. Siden produksjonen av plante- og dyreplankton foregår konsentrert i de øvre vannlag og ved lave temperaturer er iskantblomstringen sett på som et sårbart økosystem. En skjematisk fremstilling er vist i Figur 5.8.



Figur 5.8 Skjematisk fremstilling av en iskantblomstring.

5.5 Interaksjoner mellom dyreplankton og fisk

Lodda er en planktonspisende fisk med rauåte, krill og amfipoder på menyen. I 80-årene sank bestanden i Barentshavet dramatisk, for siden å øke og derpå falle igjen på midten av 90-tallet. Selv om det er flere predatorer på dyreplankton, ikke bare fisk, er det naturlig at svingninger i loddebestanden vil influere på dyreplanktonmengden. Dette vil gå frem av Figur 5.9 der maksima i dyreplankton i 1986 og 1994 faller innenfor perioder med lite lodde, mens perioder med mye lodde kan knyttes til redusert dyreplankton. Også for de to vanligste krillartene *Thysanoessa inermis* og *T. longicaudata* kan en slik nedgang spores. Særlig var *T. inermis* tallrik da loddebestanden var nede i annen halvdel av 80-tallet, mens krillmengden falt kraftig i takt med oppgangen i loddebestanden like etter.



Figur 5.9 Utvikling av bestandene av lodde, dyreplankton og krill i Barentshavet om høsten siden 1982.

6

ISSAMFUNN

6.1 Innledning

Områder med sjøis kan ha samfunnstyper som ikke forekommer noe annet sted. Miljøet er særegent med hensyn til lys, næringsforhold, saltholdighet og substrat. I tillegg vil sjøisens drift ha betydning for assosierte organismer. Selv om enkelte arter kan forekomme i vannmassene (del av planktonet) eller på sjøbunnen (del av benthos), så vel som i isen, kan issamfunnene også bestå av arter som karakteriseres som typiske for is. Organismene i isen inngår i et næringsnett (alger, små krepsdyr, bakterier, ciliater, foraminiferer, nematoder osv.) som også omfatter høyere ledd i næringskjeden (f.eks. visse fisk, sjøfugl og marine pattedyr) som enten er direkte knyttet til isen eller som via flere ledd, kobles til næringsnettet i isen.

6.2 Isalger

Isalger er mikroalger som lever i tilknytning til is, enten i dammer på overflaten, inne i isen eller på undersiden (kvantitativt viktigst) av isen. De kan ha hele eller kun deler av livssyklusen i isen. Isalger brukes bl.a. som indikatorer på tidligere tiders klima ved at ulike samfunn kan relateres til ulike miljøregimer. Kiselalger (diatomeer) er den viktigste algegruppen, både i antall arter og biomasse, men også en rekke andre algeklasser er representert. Stadig rapporteres flere arter, særlig små flagellater som er problematisk å identifisere. Disse flagellatene spiller antagelig en større rolle i isalgesamfunnene enn tidligere antatt. Isalger kan rekrutteres fra vannsøylen, fra sjøbunnen og fra land med elvevann. Avstand til land og vanddyp i området har derfor betydning for artssammensetning. Alder på isen påvirker også artssammensetningen. Over tid vil det skje en suksesjon (utvikling av artssammensetningen) i isalgesamfunnet.

Dammer på overflaten oppstår enten ved smelting av isoverflaten, ved at sjøvann skyller over isoverflaten eller trenger opp gjennom sprekker i isen, eller når skrugarder blir dannet. Fordi saltholdigheten i damvannet har sammenheng med hvordan dammen ble dannet vil evne til å overleve i et slikt miljø i stor grad være styrt av artenes toleranse med hensyn til saltholdighet. Dermed vil ulike dammer også ha svært varierende artssammensetning. Særlig relativt ferske dammer kan ha samfunn hvor flere av artene ennå ikke er beskrevet. Organismer som lever i dammer vil dessuten være ekstra utsatt for lys, sammenlignet med andre isalger og planteplankton hvor lyset svekkes enten av isen eller av vannmassene. De kan derfor muligens egne seg som indikatorer for å oppdage endringer i UV-innstråling.

Inne i isen kan algene være mer eller mindre spredt, de kan forekomme i saltkanaler (oppstår når isen dannes og salt skilles ut) eller de kan være konsentrert i tydelige bånd. Hyppighet av de ulike indre samfunnene har bl.a.

sammenheng med hvor isen ble dannet, isens alder og årstid. Artene som forekommer der kan være vanlige både i vannmassene og på undersiden av isen. Imidlertid utvikles samfunnene slik at den relative sammensetningen av arter forandres i forhold til opprinnelsen. I saltkanalsamfunn er særlig kiselalger innenfor slektene *Gyrosigma*, *Navicula* og *Pleurosigma* vanlige, i tillegg til en rekke flagellater. Båndsamfunn, som bare har vært observert i Barentshavet noen få ganger, består som regel av arter som var tilstede i smeltevannslaget på undersiden av isen og som så ble frosset inn i isen året før (f.eks. *Thalassiosira hyperborea*).

På undersiden av isen kan algene være konsentrert i den nedre delen av isen (som regel solitære arter, dvs. danner ikke kolonier) eller rett på undersiden (oftest dominans av kolonidannende arter, men også solitære former forekommer). I det siste tilfellet kan det oppstå algematter med algetråder på opptil flere meters lengde (i de mest ekstreme tilfellene). Slike algematter flyter rett under eller er løst festet til undersiden. Strøm (og isens bevegelse) vil derfor være avgjørende for i hvilken grad dette samfunnet får utvikle seg. Forholdene for slike samfunn er best i tykk årsis (matter på 1–50 mm) og flerårsis (matter opptil flere desimeters tykkelse). Ved iskanten vil planktoniske kiselalgearter tilhørende slektene *Thalassiosira*, *Bacterosira*, *Porosira* og *Chaetoceros*, dominere samfunn på undersiden av relativt tynn is, så blir det gradvis mer av *Fossula arctica*, *Fragilariopsis oceanica*, *Nitzschia promare* og *N. frigida*, hvor *N. frigida* er mer vanlig jo eldre årsisen blir. *Melosira arctica* er typisk på undersiden av flerårsis, selv om den også kan være vanlig under eldre årsis, særlig i områder med ujevn underside. Kiselalger fra bl.a. slektene *Amphora*, *Gyrosigma*, *Haslea*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia* og *Pleurosigma* dominerer ofte i nedre del av isen. Dette er stort sett solitære arter med evne til å bevege seg mot et fast underlag. Dessuten forekommer flagellater og ciliater.

Utenom de allerede omtalte samfunnene, kan det oppstå spesielle samfunn i forbindelse med skrugarder (i tillegg til damsamfunnene) som kan ha en karakteristisk flora. Dessuten hender det at vekten av snø presser isoverflaten under vannspeilet slik at sjøvann infiltrerer nederste delen av snølaget. En del av algene i sjøvannet vil så bidra til at det utvikler seg et eget type samfunn her. Denne type samfunn har vært observert i Arktis, blant annet i Barentshavet, men det er i Antarktis at dette er en svært vanlig samfunnstype.

Marginale, men stabile (ikke dyp vertikalblanding) lysforhold gir muligheter for tidlig vekstsesong (sammenlignet med planteplankton). Men, til tross for høy biomasse er det ofte lav produktivitet pga. lysbegrensning. Imidlertid er isalger adaptert til lave lysintensiteter og algevekst kan skje ved en strålingsmengde på 0.01 % av overflatestrålingen. I Barentshavet får de tidligst nok lys i slutten av februar og veksten opphører i september/oktober (avhengig av

breddegrad). I sentrale deler av Barentshavet observeres imidlertid isalgessamfunn sjelden på undersiden av isen om sommeren (men stort sett i perioden mars–mai/juni) fordi mesteparten av isalgene løsner så snart smelting av isens underside starter. Skrugrader som ikke er snødekt kan fungere som ”lysfeller” som leder lys inn i isen. Dette ekstra lyset i tillegg til skrugardenes store overflate, fører ofte til høyere algebiomasse enn på mer flat is. Isalgessamfunn i drivis, langs råker og polynyaer vil ha gunstige lysforhold i forhold til samfunn i tettere is. Biomasse målt som mengde klorofyll per arealenhet er forbundet med de samme usikkerhetene som for planteplankton (bl.a. knyttet til adaptering (lystilpassing), fysiologisk tilstand og artssammensetning), men det er målt klorofyll *a* verdier på 12–60 mg m⁻² (eller 40–200 mg m⁻³ i de nederste 30 cm av isen) på tydelig brun is. I virkelig tette algelag kan verdiene nå 1–2 g m⁻³ og verdier på 300–600 mg m⁻² har vært antydnet for de tykkeste isalgemattene i Polhavet. Beregninger for *Melosira arctica* med en gjennomsnittlig lengde på trådene på 1 m (ofte er de lengre), er 4.26 g m⁻². Selv disse verdiene kan være for lave siden trådene ofte er tett begrodd med epifytter (påvekststalger). Pga. metodiske problemer er tall for produktivitet enda mer usikre enn biomassetallene, men vi antar at årlig produksjonen i de mest produktive områdene kan komme opp i rundt 22 gC m⁻² (gram karbon pr kvadratmeter), antagelig mer der hvor samfunnet under isen består av virkelig lange tråder. Det hevdes at isalger kan stå for 20–25 % av den totale primærproduksjonen. I Barentshavet er særlig samfunnet på undersiden av isen viktig bidragsyter. Dette samfunnet kan være svært flekkvis fordelt, hvilket gjør produksjonsanslagene enda mer usikre. Den relative betydningen av isalger i forhold til planteplankton kan relateres til hvor tett isdekket er (viktigere jo tykkere/mer permanent isen er). Algene på undersiden av isen er sjelden næringsbegrenset fordi de stadig tilføres næringsalter fra vannmasser som strømmer forbi. Heller ikke samfunnene inne i isen opplever næringsbegrensning fordi de er i kontakt med sjøvann, har bakterier som effektivt regenererer næringsalter, nyttiggjør seg av næringsalter som frigis fra isen eller en kombinasjon av disse faktorene.

Med en tidlig vekstsesong forlenges den totale produktive sesongen i et område. Dette er gunstig for beitende organismer. Dessuten er isalgene ekstra rike på fett som antas fungere som opplagsnæring for algene i mørketiden. Imidlertid er flere av isalgessamfunnene, særlig inne i isen, lite utsatt for beiting fordi de er vanskelig tilgjengelig. Unntaket er når isen smelter og algene blir tilgjengelig for beitere i de fri vannmassene. Betydningen av denne prosessen avhenger bl.a. av hvorvidt algene frigjøres gradvis eller mer/mindre på en gang. I det siste tilfellet så øker sannsynligheten for at ikke alt blir beitet før det nedbrytes/oppløses eller når sjøbunnen hvor isalgene eventuelt blir utnyttet av bunndyr. Alternativt kan de fungere som startsamfunn for neste års isalgeblomstring ved at de danner hvilesporer eller hvileceller som transporteres opp til isen igjen.

Isalger kan også ha betydning som startsamfunn for algeblomstringen ved iskanten forutsatt at planktonarter er

en del av isalgessamfunnet og at de frigjøres på et gunstig tidspunkt for en planktonoppblomstring. Sannsynligheten for dette er større i drivis enn i landfast is. Hvor viktig dette er kan også variere fra år til år. Imidlertid starter ofte planktonoppblomstringen før ismeltingen på undersiden av isen frigir algene. Sannsynligvis har derfor isalger som startsamfunn i Barentshavet størst betydning når isen har dekket atlantehavsvann. Et slikt utgangspunkt for en våroppblomstring er langt gunstigere enn om våroppblomstringen skulle basere seg på de små utgangsbestandene som finnes i selve sjøvannet. Fordi store deler av Barentshavet er såpass grunt vil sannsynligvis hvilesporer/hvileceller fra sjøbunnen være vel så viktig for å initiere en våroppblomstring i mange områder. Flere av de vanligste planteplanktonartene i en våroppblomstring kan danne hvilesporer (sterkt forkislete celler som skiller seg morfologisk fra de vegetative cellene) og overlever på denne måten en vinter i isen (eventuelt sjøbunnen). De fleste typiske isalgene har imidlertid ikke denne evnen. I stedet er det sannsynlig at de overlever vinteren i isen ved å danne hvileceller (morfologisk like de vegetative cellene) med sterkt nedsatt respirasjon. Heterotrofi har også vært foreslått, men dette er ikke påvist hos særlig mange kiselager. Imidlertid kan det muligens være av større betydning innenfor andre algeklasser.

6.3 Isfauna

Isfauna kan deles i to grupper. Subisfauna lever i vannmassene i umiddelbar nærhet av isen (beiteområde), mens ekte isfauna lever på undersiden av isen eller i vannfylte hulrom/kanaler i isen. Ekte isfauna kan bestå av autoktone arter (lever permanent i isen), f.eks. enkelte amfipoder (små krepsdyr) og alloktone arter (tilknyttet isen i deler av året/deler av livssyklus), f.eks. polartorsk og noen amphipoder. I Barentshavet øker betydningen av autokton isfauna nordover mot flerårsisen, men spiller en vesentlig rolle først nord for Svalbard.

Ekte isfaunasamfunn deles videre inn etter type is de lever i, dvs. gruntvanns(fastis) samfunn, drivissamfunn i ettårsis og drivissamfunn i flerårsis. Gruntvannssamfunn oppstår i grunne områder, men kan pga. isdrift også observeres i områder med større dyp. Typiske arter er amfipodene *Onisimus litoralis* og *Gammaracanthus loricatus*. Drivissamfunn i ettårsis betyr at her må samfunnene etableres på nytt når isen fryser til. Dette er tilfelle for store deler av Barentshavet. Amfipoden *Apherusa glacialis* er typisk for dette samfunnet, men artssammensetningen påvirkes av avstanden til flerårsis og vanddyp. Drivissamfunn i flerårsis har hovedvekt av autoktone arter, spesielt amfipodene *A. glacialis*, *Onisimus nanseni*, *O. glacialis* og *Gammarus wilkitzkii*.

Flere hoppekrepsarter (*Calanus glacialis* - ishavsåte og *C. finmarchicus* - rauåte), planktoniske amfipoder (særlig *Themisto libellula*) og krill (hovedsakelig *Thysanoessa inermis*, men også *T. raschii*) kan spille en betydelig rolle i vannmassene nær isen (subisfauna).

Variasjon i vind og isdrift vil gi store variasjoner i artssammensetning/biomasse fra år til år i Barentshavet. Det gjelder bl.a. det relative forholdet mellom autoktone (varierer med tilførsel av is nordfra) og alloktone arter. Dessuten vil ulike arter fordele seg ulikt under isen (ved iskanten, skrugarder, huler osv.) som følge av ulike krav til bl.a. næring, beskyttelse og fysiologi. Dermed påvirkes tilgjengeligheten av ulike isfauna-arter som byttedyr. Amphipodene *Apherusa glacialis*, *Onisimus* spp. og *Gammarus wilkitzkii* utgjør som oftest hoveddelen av den totale biomassen av virvelløse isfauna i Barentshavet. Siden utbredelsen til disse er nært knyttet til flerårsis antar vi at bestandene i Barentshavet normalt bare utgjør mellom en tidel og en hundredel av bestandene nord for Svalbard. Den vanligste amphipoden i Barentshavet er *A. glacialis* (normal levealder 1.5 år). Den kan forekomme på relativt slette flater på undersiden av isen, såvel som på sideflater. *Onisimus* spp. (levealder 2–3 år) forekommer også på flater under isen, men kan i tillegg være vanlig inne i saltkanaler og småsprekker. Til forskjell fra de to foregående, finnes *G. wilkitzkii* (levealder minst 4 år) sjelden på slett is, men helst i smeltehull og sprekker. I Barentshavet viste en undersøkelse at *A. glacialis* hovedsakelig ernærer seg på isalger, mens *G. wilkitzkii* og *Onisimus* spp. ernærer seg på calanoide kopepoder (har spesialiserte ben til svømming og kryping og mange har spesialiserte ernæringsmåter) i tillegg til isalger, mens *Themisto libellula* og spesielt polartorsk hovedsakelig utnytter calanoide kopepoder. Rollen autokton isfauna spiller i næringsnettene gjenspeiler seg i maveanalyser hos f.eks. polartorsk og alkekonge. Hos polartorsk i Barentshavet utgjør isfauna bare rundt 0.2 % av matinntaket,

men mer enn 25 % nord for Svalbard. Tilsvarende for alkekonge hvor verdiene er henholdsvis ca. 25 og 100 %. Subisarten *T. libellula* kan være det viktigste næringsdyret hos grønlandssel. Isfauna som ikke beites blir et bidrag til bentisk/pelagisk næringsnett når isen smelter.

Autoktone amphipoder har evne til osmoregulering (kan regulere saltbalansen aktivt). Dette er energikrevende, men en forutsetning for å kunne overleve i et miljø hvor saltholdigheten kan svinge mellom 0 og 35. Til sammenligning tolererer ikke *Themisto libellula* saltholdigheter utenfor området 28–35. Muligheten autoktone amphipoder har til å opprettholde samme osmolaritet i kroppsvæskene som i miljøet rundt gjør dem også kuldetolerante (kan overleve i lav temperatur). Polartorsken har løst dette ved å ha makromolekyler (antifrysestoffer) som hindrer/bremser vekst av iskrystaller i blodet. Det er også visse forskjeller innenfor de autoktone amphipodene med hensyn til hvordan de reagerer på temperaturvariasjoner. Hos *Apherusa glacialis* øker stoffskiftet minimalt ved en temperaturøkning fra 0 til 5 °C, mens *Gammarus wilkitzkii* og *Onisimus glacialis* er langt mer sensitive for den samme temperaturøkningen. Imidlertid ser man et økt stoffskifte hos *A. glacialis* om temperaturen stiger til 10 °C, men dette er mer enn hva isfaunen normalt vil oppleve i Barentshavet. Isfauna vil være særlig utsatt for giftige forbindelser med lang oppholdstid i de øvre vannlagene, sånn som f.eks. HCH (heksaklorsykloheksan) og HCB (heksaklorbenzen). Dessuten vil et kompakt isdekket redusere muligheten slike forbindelser har til å fordampe og dermed økes oppholdstiden deres i et område.

7

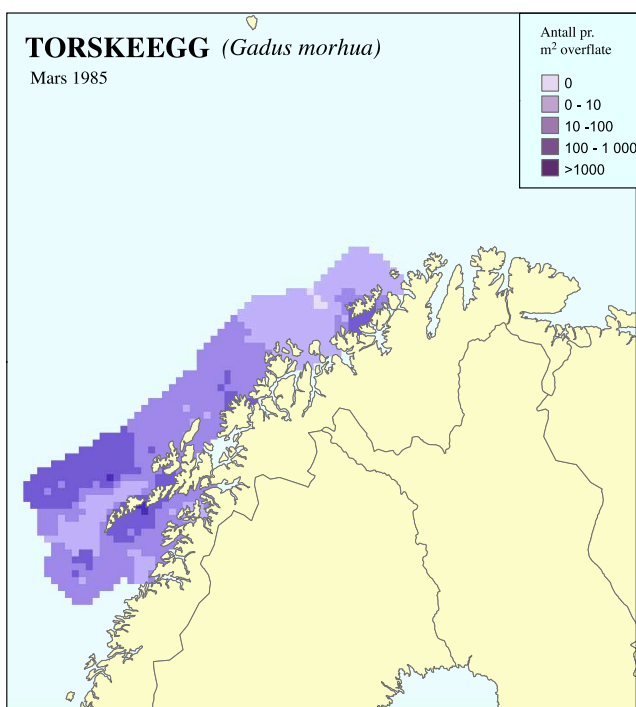
EGG, LARVER, YNGEL OG 0-GRUPPE

Havforskningsinstituttet har utført egg- og larveundersøkelser på de viktigste fiskebestandene mer eller mindre kontinuerlig siden krigen. Postlarveundersøkelser i juli måned foregikk i perioden 1978–1991 mens 0-gruppeundersøkelser har foregått i samarbeid med Russland i hele perioden fra 1965. Teksten og figurene underbygger på disse undersøkelsene.

7.1 TORSK

7.1.1 Gyting

Torsken gyter i Vestfjorden og på bankene utenfor Lofoten, Vesterålen og Troms i mars/april måned (Figur 7.1). Torsken gyter i sprangskiktet mellom kyststrømmen og det underliggende atlantehavsvannet der temperaturen er 4 grader. Hvor stor del av gytebestanden som gyter inne i selve Vestfjorden synes å være styrt av de hydrografiske forholdene. Det kan også være "homing" inne i bildet, slik at torsk som for eksempel er gytt på Røstbanken i sin tid kommer tilbake til dette området for å gyte. De brå skiftningene fra år til år der majoriteten av torsken kan gyte på Røstbanken et år for så å gyte inne i Vestfjorden det påfølgende året tyder imidlertid på at det er de hydrografiske forholdene som er viktigst når det gjelder hvor hovedtyngden av torsken skal gyte.



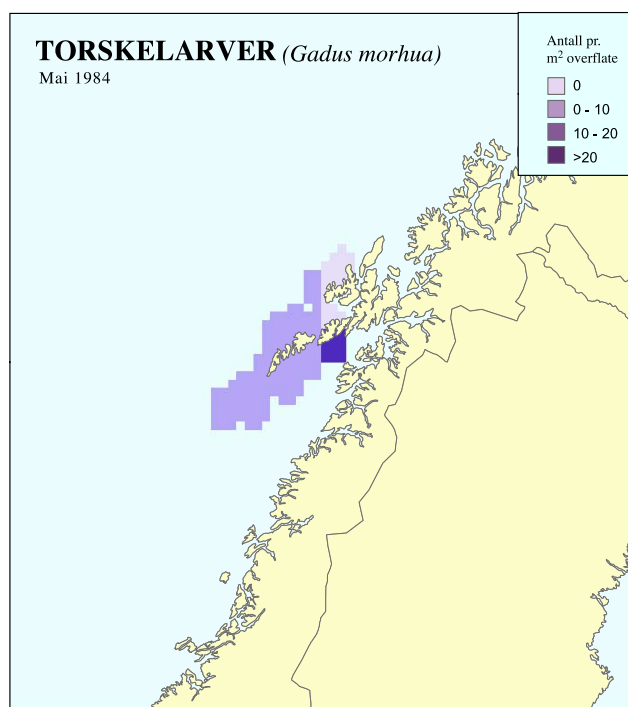
Figur 7.1 Fordeling av torskeegg i april måned i området Lofoten–Troms.

Eggene er lettere enn sjøvann og stiger sakte opp mot overflaten i kyststrømmen. Kyststrømmen blir på denne måten transportrutene for egg, larver og yngel i de første

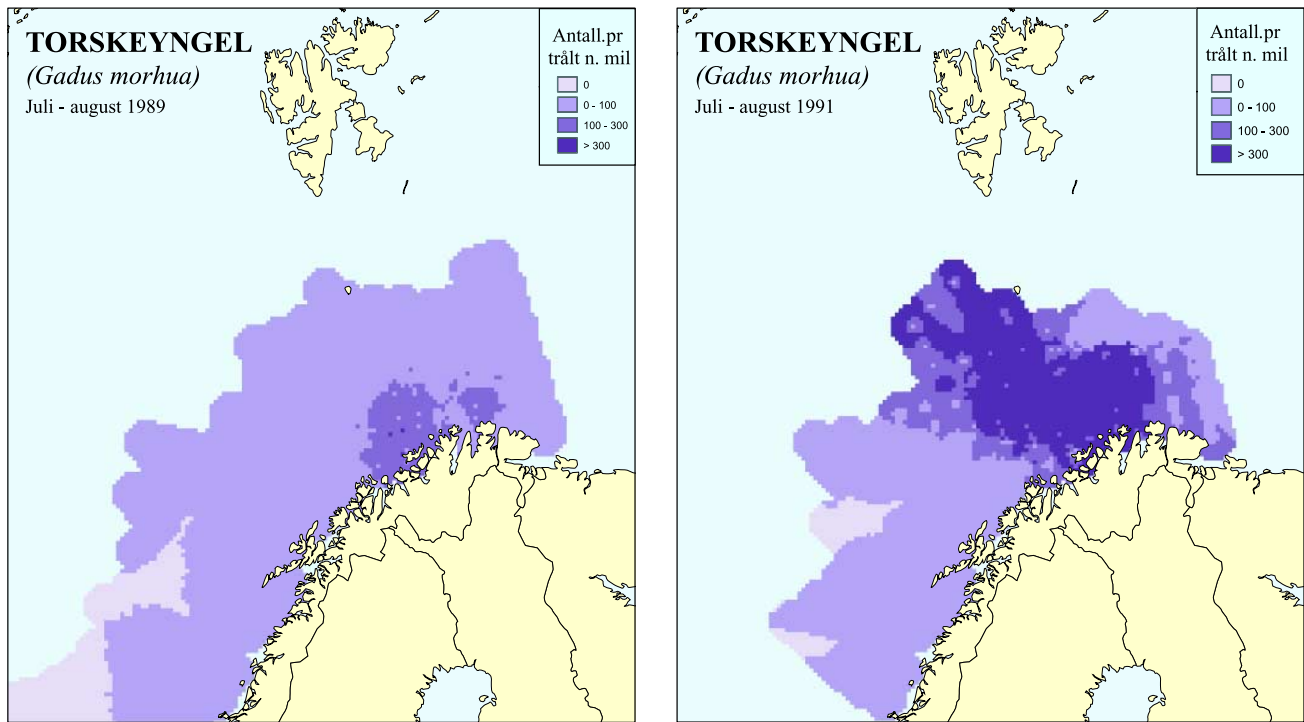
månedene av torskens liv. Vind og bølger vil på sin side blande eggene nedover i vannmassene igjen, slik at vertikalfordelingen av eggene i et gitt tidspunkt er styrt av værforholdene. I helt vindstille perioder vil eggene være konsentrert helt opp i overflateskiktet i enorme tettheter. I tillegg vil de passive eggene være styrt av de rådene strømforholdene i området i hele inkubasjonsperioden og vil få en horisontal transport som er avhengig av de rådende strømretningene i det dypet eggene befinner seg. Eggutviklingen varer ca. tre uker avhengig av temperaturforholdene og torskelarvene klekker i slutten av april måned. På dette tidspunktet er det rundt en tiendepart igjen av de som opprinnelig ble gytt. Geleplankton, andre planktonorganismer og fisk har tatt godt for seg av torskkeeggene i tillegg til at mange har dødd pga. feilutvikling inne i selve egget.

7.1.2 Torskelarver

På tross av at det er en transport av torskkeegg ut av Vestfjorden og videre nordover befinner mesteparten av de klekkeferdige eggene seg i Vestfjorden og i Vesterålsfjorden (Figur 7.2). De nyklekkede larvene er også helt avhengige av de horisontale og vertikale vannbevegelsene. I helt stille vær foretar de en viss vertikalbevegelse, men den minste omrøring vil virke inn på vertikalfordelingen. De største konsentrasjonene av nyklekkede torskelarver befinner seg på et dyp mellom 10–20 m. Torskelarvene utnytter vannbevegelsene (turbulensen) til å skaffe seg mat.



Figur 7.2 Fordeling av torskelarver i mai måned i området Lofoten–Vesterålen



Figur 7.3 Fordeling av torsk yngel i juli. Et år med små forekomster (1989) til venstre, og et år med gode forekomster (1991) til høyre.

De foretar bare små rykkvise svømmebevegelser avbrutt av pauser der de titter etter nauplier. Får de øye på en nauplie nærmer de seg langsomt for så å åpne gapet og suge nauplien inn. Torskelarvene er helt avhengige av nauplier av rauåte som for. Disse utgjør mer enn 90 % av matinntaket deres. Ved en gitt nauplietetthet vil antallet nauplier som kommer innenfor synsfeltet til torskelarvene øke med økende turbulens. Dette gir seg utslag i en klar positiv sammenheng mellom antall nauplier i torskelarvens mage og økende turbulens. Torskelarven flytter seg nordover langs kysten i rykk og napp. Den blir holdt tilbake over bankområder som Sveinsgrunnen og Malanggrunnen der byttedyrene også oppkonsentreres, men transporteres raskt forbi de dypere områdene mellom bankene.

7.1.3 Torsk yngel

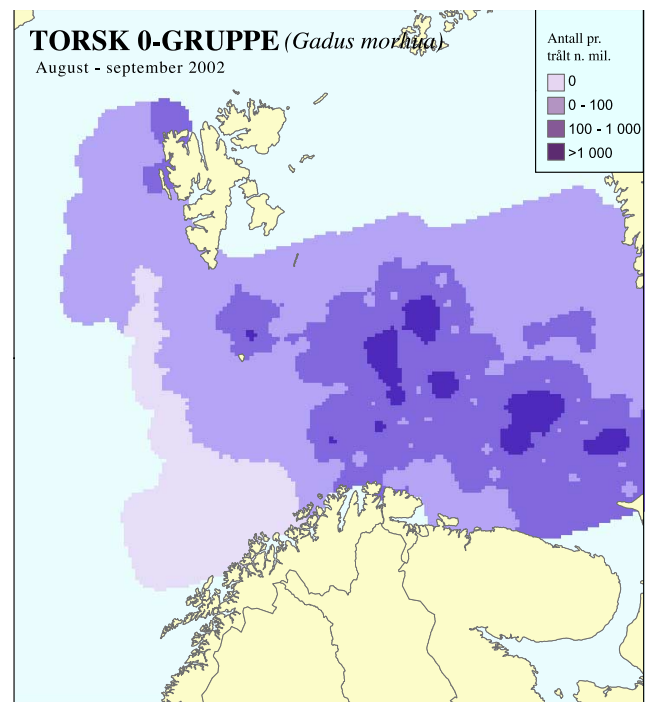
Torskelarven forvandles (metamorfoserer) til yngel når den er 11–12 mm. Da dannes det skjell, blodlegemer og gjeller og torskelarven har blitt en miniatyrgave av en torsk. Torskelarvene metamorfoserer i hele området fra Vestfjorden og videre nordover på yttersiden av Lofoten, Vesterålsfjorden, Vesterålsbankene og bankene utenfor Troms.

Yngelen begynner etter hvert å spise eldre kopepodittstadier av rauåte. Torsken er i det hele tatt helt avhengig av raudåtas forskjellige stadier i hele sitt pelagiske først halvår. Yngelen transporteres av kyststrømmen videre nordover langs kysten og i juli måned er mesteparten av årsklassen samlet over Tromsøflaket et stort bankområde ut for Nord-Troms (Figur 7.3). Torsk yngelen oppholder seg også høyt oppe i vannmassene og mesteparten befinner seg over 20 meter. I juli måned er torsk yngelen ca 3 cm lang og beiter

på forskjellige kopepodittstadier av rauåte.

7.1.4 0-gruppe (årets yngel)

Siden 1965 har man drevet yngelundersøkelser i Barentshavet i august/september måned. Barentshavet sør for 76° 30' N og området vest for Svalbard opp til 80° N dekkes med norske og russiske fartøyer. Bakgrunnen for undersøkelsene er at man vil skaffe et tidlig mål på årsklassenes styrke.



Figur 7.4 Fordeling av 0-gruppe torsk i august/september 2002. Figuren viser et år med middels tallrikhet og vid utbredelse av 0-gruppe torsk.

På denne tiden har torsk blitt transportert videre inn i Barentshavet og står i et belte fra Svalbard sørøstover til Novaya Semlja (Figur 7.4). Utbredelsesområdet forandrer seg ikke så mye fra år til år, mens tetthetene varierer 1000 ganger fra et godt til et dårlig år. 0-gruppen står i et slør fra overflaten til 60 m. Torsken er nå blitt ca. 7 cm lang. Kopepodittstadier av rauåte er fremdeles hovednæringen, men de største har i tillegg begynt å predatere på 0-gruppe sild, lodde og uer. Utover høsten bunnslår torsk seg og den pelagiske fasen er over.

7.1.5 Rekrutteringsmekanismer

Når en ser på torskerekruttering mot temperatur er det en klar sammenheng som viser at "høy" temperatur er en nødvendig, men ikke tilstrekkelig betingelse for en god rekruttering. Det betyr at i kalde år får en bare dårlige årsklasser mens i varme år kan en både få gode og dårlige årsklasser. Forklaringen på dette er at temperaturen både har en direkte og indirekte effekt. En direkte effekt ved at torskelarvene vokser bedre ved gode til middels byttedyrtettheter når temperaturen er høy. En indirekte effekt ved at høy turbulens (mye vind) opptrer hyppigere i år med høy temperatur, og at innstrømming av vann fra Norskehavet med mye rauåte skjer hyppigere i år med høy sjøtemperatur. En kan se på hele det pelagiske stadiet som et stadium der de tetthetsuavhengige faktorene er bestemmende for hvor mange rekrutter en vil få. Det synes å være en lineær sammenheng mellom gytebestandens størrelse og antallet rekrutter i denne perioden. Stigningen på denne linjen vil være bestemt av miljøets bæreevne slik at det i år med liten bæreevne (lite mat, lav temperatur, mange predatorer) vil bli produsert få rekrutter selv med en

stor gytebestand, mens man i år med høy bæreevne vil ha et kjempeutbytte av en stor gytebestand, og rike årsklasse vil bli produsert. Dette gir seg også uttrykk ved at det i gode år er høy individuell størrelsen på 0-gruppen mens i dårlige år er 0-gruppen liten. Utover høsten/vinteren bunnslår torsk seg, den begynner å ernære seg på bunndyr og går inn i et tetthetsavhengig stadium. Dette gir seg uttrykk ved at 1 år gammel torsk fra rike årsklasser er liten mens 1-åringene fra små årsklasser er stor.

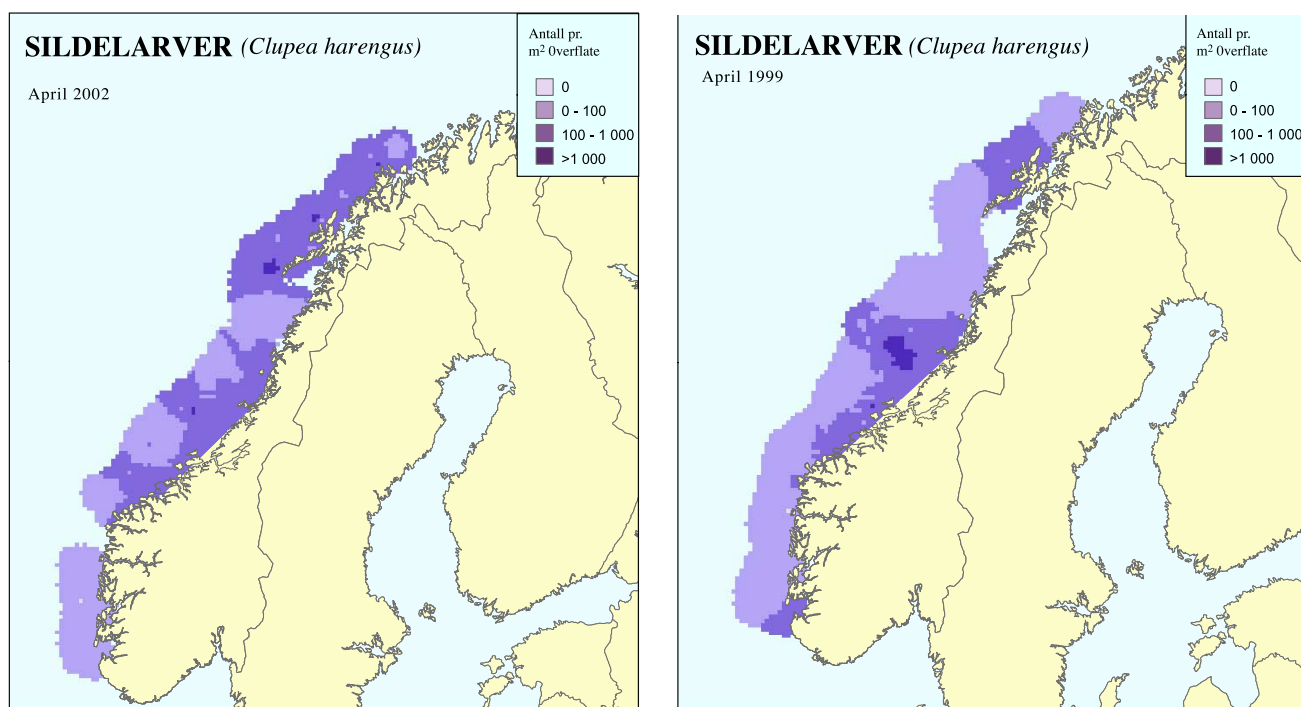
7.2 NORSKVÅRGYTENDE SILD

7.2.1 Gyting

Silda vandrer ut fra overvintringsområdet i Vestfjorden i januar og setter kursen sør eller nordover. Lengden og retningen på gytevandringen er avhengig av gyteerfaring, kondisjon og hydrografiske forhold. Det er den største silda som er i best kondisjon som vandrer lengst. Silda ankommer gytefeltet i januar/februar. Den gyter på kystbankene fra Egersund til Vesterålen i perioden fra februar til april. Den maksimale gytingen inntreffer gjerne i månedskiftet februar/mars. Silda gyter 5–10 meter over bunnen slik at den kan se denne under seg. Gytefeltene har grusbunn, det er god vannutskifting og dybden er 50–150m. Eggene er tyngre enn sjøvann og synker raskt til bunnen der de kleber seg til underlaget. Inkubasjonstiden er ca. 3 uker avhengig av temperaturen.

7.2.2 Sildelarver

De nyklekkede sildelarvene svømmer opp i den eufotiske sonen der de begynner å spise fra de er 2-3 dager gamle



Figur 7.5 Fordeling av sildelarver i april måned i et år (2002) der en stor andel av sildelarvene ble klekket på de nordlige gytefeltene (venstre) og et år (1999) der en liten andel stammet fra disse gytefeltene (høyre).

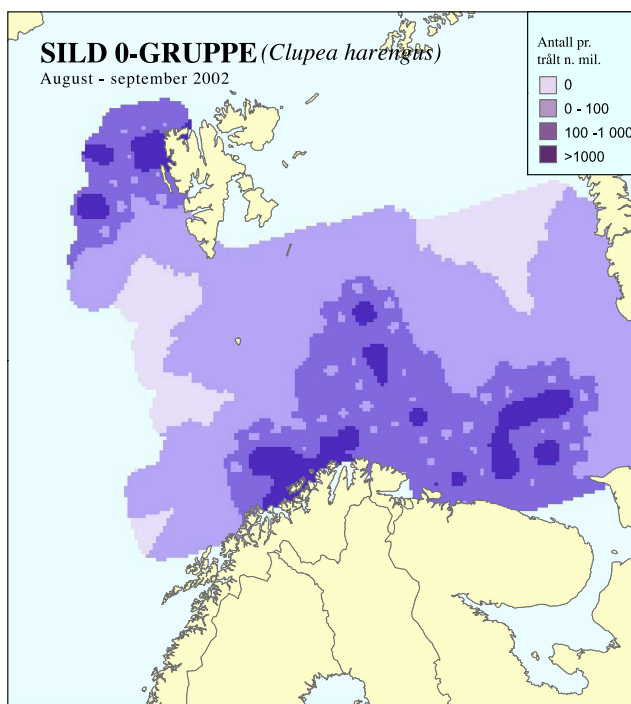
(Figur 7.5). Plommesekken er oppbrukt etter ca 10 dager, og de er da allerede gode jegere som i hovedsak beiter på egg og nauplier av rauåte. Senere går de over på forskjellige kopepodittstadier både av rauåte og andre kopepoder. Sildeelarvene driver som torskelarvene nordover langs kysten i rykk og napp med lengre opphold over kystbanker og raskere transport over dype områder. I løpet av april/mai sprer de seg ut over hele midtnorsk sokkel og videre nordover på Røstbanken, Vesterålsbankene, bankene utenfor Troms og Tromsøflaket.

7.2.3 Sildeyngel

Silda metamorfoserer først når den er 40–50mm lang. Da blir den blank, den får skjell, blodlegemer og gjellene begynner å fungere. Samtidig samler silda seg i tette stimer som respons på de forskjellige predatorerne, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr som ernærer seg på silda.

7.2.4 0-gruppe

Under 0-gruppeundersøkelsene i august/september finner enn gjerne silda lenger vest enn torsken (Figur 7.6). Silda står i tette stimer i den vestlige delen av Barentshavet. Utover høsten og den første vinteren finner en noe av silda i norske fjordsystemer mens hovedtyngden av en god årsklasse befinner seg i Barentshavet ut for Varangerhalvøya og sørøstover inn i Russisk sone. De tre første leveårene har silda en beitevandring øst–vest i Barentshavet mens tyngdepunktet forflytter seg vestover fra år til år inntil silda vandrer ut fra Barentshavet og inn i Norskehavet som treåring og blander seg med gytebestanden.



Figur 7.6 Fordelingen av 0-gruppe sild i Barentshavet i august/september 2002, et år med middels tallrikhet.

7.2.5 Rekrutteringsmekanismer

Rekrutteringen til silda kan ses på som en firetrinnsraket, der alle trinnene må fungere for at en skal nå målet; en god årsklasse. Det første trinnet er at det må være en kvalitativ og kvantitativ god gytebestand tilstede. Det andre trinnet er at det må klaffe (matche) mellom klekkingen av sildeelarvene og våroppblomstringen slik at det er nok nauplier tilstede når sildeelarvene skal ha sitt første næringsopptak. Det tredje trinnet er at det må være gode oppvekstforhold på midtnorsk sokkel i mai/juni slik at silda vokser forbi de forskjellige predatorerne før disse har fått desimert sildeårsklassen for mye. Det fjerde trinnet er at veien inn i Barentshavet må være åpen. Den må ikke være sperret av fisk (kolmule, sild) eller pattedyr som vil desimere årsklassen kraftig. For at raketten skal nå målet må den i tillegg ha en god styringsmekanisme, dvs. strømsystemene må transportere sildeyngelen inn i Barentshavet.

7.3 LODDE

7.3.1 Gyting

Lodda gyter inne i selve Barentshavet når den har blitt 3–4 år. Lodda er en laksefisk og de fleste dør etter at de har gytt første gang. Lodda gyter på grusbanker på 30–50 m dyp. De graver ned eggene i grusen. Egg og plommesekkarver utvikler seg nede i grusen for så å svømme ut når forholdene er gode.

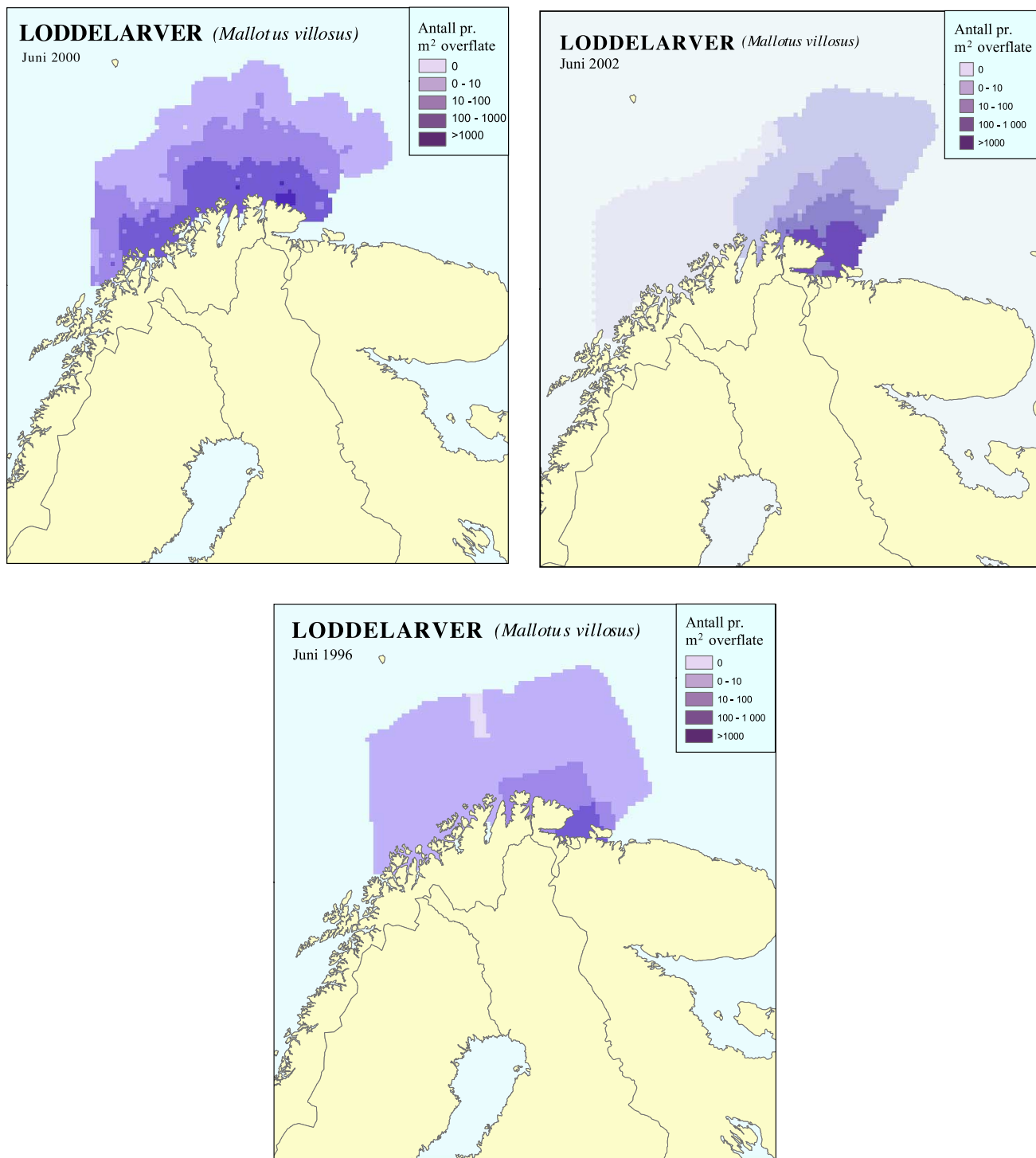
7.3.2 Larver, yngel og 0-gruppe

Larvedriften går nordøstover (Figur 7.7) og en finner gjerne 0-gruppe lodde i kalde vannmasser nord for de boreale artene torsk, hyse og sild (Figur 7.8).

Temperatur og næringsforhold i Barentshavet er begrensende for larvenes vekst slik at lodda ikke klarer å gjennomgå en fullstendig metamorfose den første sommeren. De overvintrer altså som larver eller "glasslodde" som vi kaller dem. Først neste vekstsesong er de store nok til å metamorfosere. Lodda foretar sør–nord beitevandring etter som polarfronten flytter seg nordover i produksjonssesongen. Lodda er en nøkkelart i Barentshavet som omdanner mye av sekundærproduksjonen (dyreplankton) til fiskeprotein. Lodda er selv et svært viktig byttedyr for fisk, fugl og sjøpattedyr.

7.3.3 Rekrutteringsmekanismer

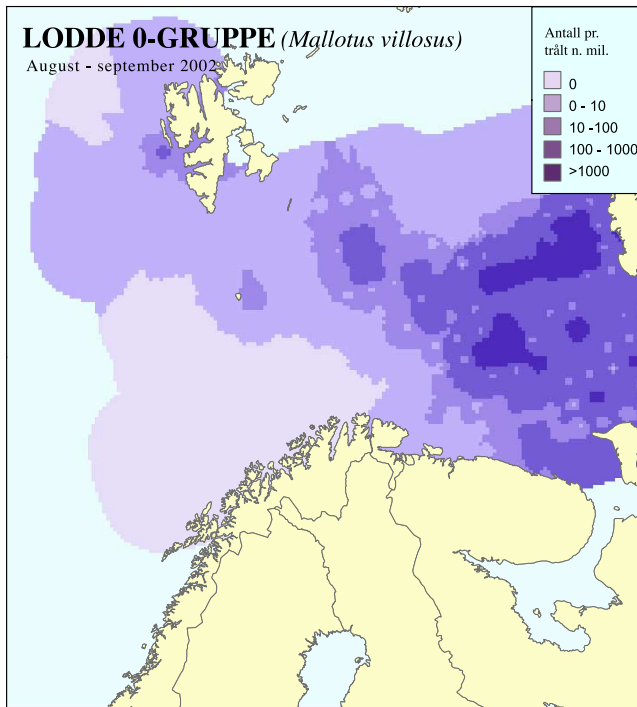
En ser en klar sammenheng mellom rekruttering og gytebestandens størrelse hos denne arten. Dette er ofte tilfelle i fysisk styrte økosystem. I boreale områder der en finner flere biologiske tilbakekoblingsmekanismer vil det ikke være noen slik klar sammenheng. Det som imidlertid virker inn på loddas rekruttering er tilstedeværelsen av ungsild i Barentshavet. Disse vil effektivt beite ned mesteparten av loddelarvene, og vi har ikke observert noen



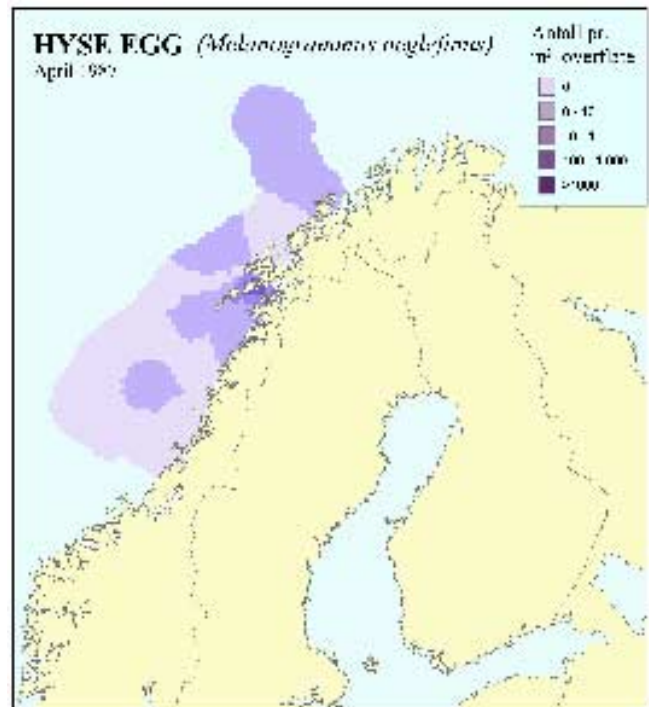
Figur 7.7 Loddelarvefordelingen i et år med høy larveproduksjon og vestlig gyting 2000 (over til venstre) og god larveproduksjon og østlig gyting (over til høyre). Larvefordelingen i et år med liten larveproduksjon (under). Disse målingene strekker seg ikke inn i Russisk sone. Så særlig i år med østlig gyting er bare en del av larvefordelingen vist.

gode årsklasser i år med mye ungsild tilstede. En stor sildeårsklasse som vi får i gjennomsnitt hvert 7–10 år vil altså etterfølges av dårlig lodderekuttering i 2–3 år noe

som igjen vil føre til en dramatisk nedgang i bestanden av den kortlivete lodda.



Figur 7.8 Fordelingen av 0-gruppe lodde i Barentshavet i august/september 2002, et år med middels tallrikhet.



Figur 7.9 En karakteristisk fordeling av hyseegg i april måned i området Lofoten-Tromsøflaket.

7.4 HYSE

7.4.1 Gyting

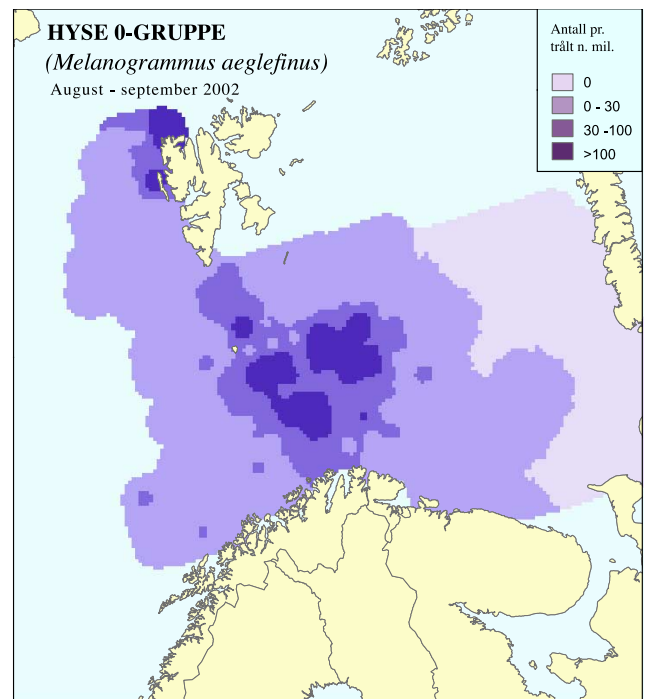
Hysa gyter nord i Nordsjøen, på bankene ut for Møre og i Vestfjorden. Hovedgytefeltet synes imidlertid å være vestskråningen av Tromsøflaket. Hysa gyter på relativt stort dyp og den gyter i snitt 2 uker senere enn torsken (Figur 7.9). Denne gyteadferden fører til at hyseeggene er mye mer spredd når de kommer opp til overflaten.

7.4.2 Hyselarver

Hyselarvene er mer allsidige i spiseseddelen enn torskelarver. De viser et svært aktivt næringssøk og de vokser veldig raskt.

7.4.3 Yngel og 0-gruppe

Hysas brede matseddel og aktive næringssøk fører til at 0-gruppe hyse i snitt er mye større enn torsken. 0-gruppe hyse har en mer vestlig utbredelse enn torsken (Figur 7.10). Vekstforskjellen mellom torsk og hyse tar torsken raskt igjen når den opptar et bentisk levesett mens hysa forsetter sitt pelagiske levesett.



Figur 7.10 Fordeling av 0-gruppe hyse i Barentshavet i august/september 2002, et år med høy tallrikhet.

8

FISKEBESTANDENE

8. Innledning

Dette avsnittet behandler i hovedsak de viktigste kommersielle artene som fiskes i Barentshavet, men som ledd i Havforskningsinstituttets overvåking av fiskebestandene legges også alle arter som registreres i trålfangstene inn i instituttets database. Over 500 artsnavn er totalt registrert og av disse er 135 arter lagt inn i databasen MapArt som brukes til å framstille på kart hvor og i hvilke mengder de forskjellige artene er registrert. MapArt dekker alle de områdene Norge har direkte fiskeriinteresser, men som karteksemplene viser er MapArt kartene velegnet også for Barentshavet separat. Basen er et godt verktøy for å beskrive ikke kommersielle arter og vil derfor også være av stor betydning i spørsmål om biodiversitet. I forbindelse med arbeidet opp mot en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet er det viktig å nevne at slike data også finnes i en database i tillegg til de langt mer omfattende data som nyttes som grunnlag for forvaltningsrådgivningen for de kommersielle artene.

8.2 Kommersielle arter

Med de kunnskaper vi i dag har er det tre fiskebestander som i stor grad ”styrer” det produksjonssystemet vi høster av i Barentshavet:

Lodda beiter i stor grad på planktonet som produseres langs iskanten i nord etter hvert som isen trekker seg tilbake om våren og sommeren, og transporterer denne produksjonen til de sørligere deler av Barentshavet hvor den blir tilgjengelig om vinteren for torsk og flere andre predatorer i form av loddebiomasse.

Torsken beiter i stor grad på lodde når den er tilgjengelig, ellers på sild, plankton og andre organismer. Veksten er best og kannibalismen er lavest når det er mye lodde tilgjengelig. Sild kan ikke fullt ut erstatte lodde som mat for torsken, kanskje fordi den er vanskeligere å få tak i.

Silda vil i år med god rekruttering drive i store mengder som sildeyngel inn i Barentshavet. De blir der i tre år før de vandrer ut til Norskehavet. Ungsilda spiser plankton og konkurrerer med lodda om maten i den sørlige delen av Barentshavet. Silda spiser også loddelarver, og når det er ungsild i Barentshavet blir rekrutteringen av lodde svært dårlig og biomassen av lodde reduseres sterkt. Ungsilda går ikke langt nok nord om sommeren til å kunne beite på produksjonen ved iskanten, og dermed stopper transporten av biomasse fra iskanten til torsken og andre predatorer lenger sør. Den totale produksjonen av biomasse blir mindre enn når lodda dominerer systemet.

For lodde, torsk og sild ligger de viktigste oppvekstområder for ungfisken i den sørøstlige og sørlige del av Barentshavet.

Alle de økonomisk viktige fiskebestandene i Barentshavet er ressurser som vi deler med andre land, og hvor Norge har et ansvar overfor disse landene for å forvalte bestandenes miljø på en bærekraftig måte. Russland er langt den viktigste ”medeier” i fiskeressursene, og dette vises ved at for nesten alle fiskebestandene i Barentshavet fastsettes totalkvoter og andre forvaltningstiltak av Den norsk-russiske fiskerikommisjon, dvs. av Norge og Russland i fellesskap. Unntaket er norsk vårgytende sild, som ikke blir fisket i Barentshavet, og hvor forvaltningen styres av de fem landene som er med i ”gruppen av kyststater for norsk vårgytende sild” NEAFC (Den nordøstatlantiske fiskerikommisjon). For alle artene er forvaltningen basert på råd fra ICES (Det internasjonale råd for havforskning). Alle råd fra ICES er nå basert på en ”føre var” tilnærming.

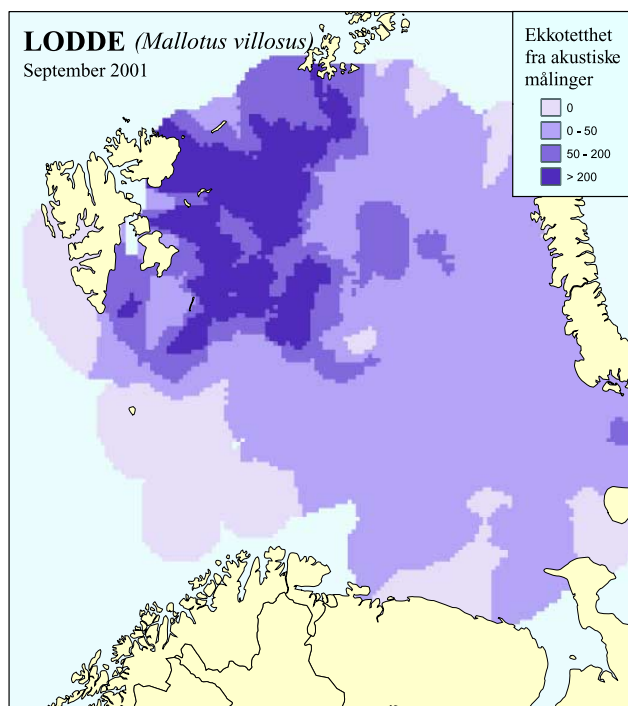
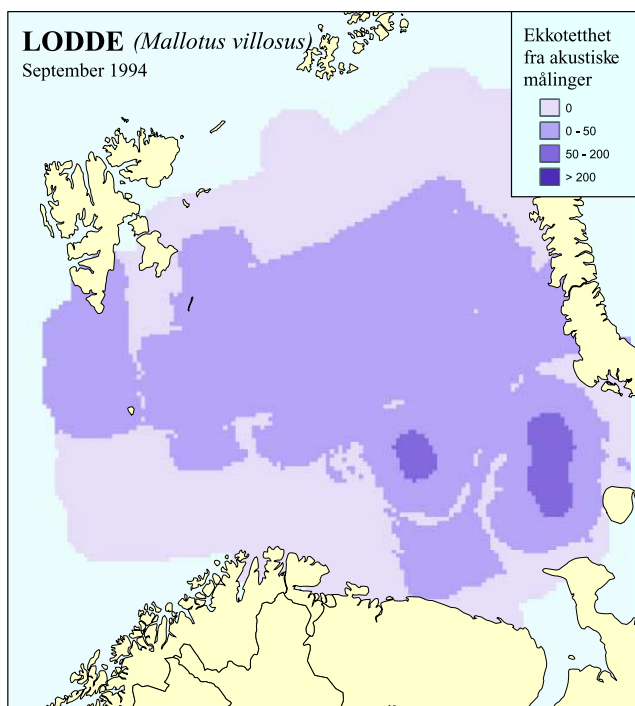
Informasjon om fiskebestandene blir innhentet på overvåkingstokter som går til faste tider hvert år. Detaljert informasjon om bestandenes utbredelse er tilgjengelig bare for de tidsperiodene og de områdene hvor vi har tokt. Områdene som toktene har dekket kan variere noe fra år til år, dette gjenspeiles derfor i utbredelseskartene. For de artene hvor utbredelseskart er vist, er det derfor nødvendig å være oppmerksom på at artene også kan finnes utenfor området som er angitt på kartene. Vi får også informasjon fra fiskeristatistikken og fra tokter som egentlig har andre formål.

Internasjonal fiskeristatistikk får vi fra ICES. Det aktuelle utredningsområdet dekkes av ICES statistikkområder I, II- og IIB.

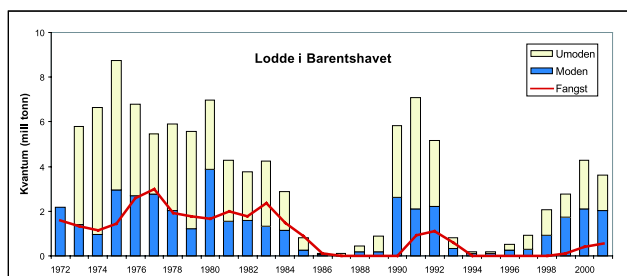
8.2.1 Lodde (*Mallotus villosus*)

Lodda er en liten laksefisk (inntil ca. 18 cm). Den er en typisk pelagisk stimfisk, og kan på vei til gytefeltene opptre i meget store, tette stimer. Gytingen foregår på sandbunn på fra 20 til 100 m dyp fra Sørøya og østover til Vardø, vesentlig i mars–april, men gyting om sommeren er også registrert – særlig lenger østover, ved Murmankysten. Eggene kleber seg til bunnsstratet, og klekkes etter 25–60 dager avhengig av temperaturen. Larvene driver med kyststrømmen østover og vokser opp i den østlige del av Barentshavet, vesentlig øst for 29°E og sør for 74°N. Første vinteren kan lodda bli ca. 6 cm, neste vinteren ca. 10 cm, tredje vinteren ca. 13 cm. De blir kjønnsmodne vesentlig som 3- og 4-åringer, når hunnene er 14–15 cm og hannene 15–16 cm. Det later til at alle hanner dør etter gyting, mens en liten andel av hunnene overlever.

Lodda er en planktonspiser, og om sommeren vandrer den nordover for å beite. Den følger da fronten av planktonproduksjonen som oppstår etter hvert som isfronten trekker seg nordover. Enkelte år kan den største lodda (3- og 4-åringer) finnes så langt nord som 78–79°N i september. I slutten av september eller begynnelsen av oktober begynner



vandringen sørover mot gytefeltene. Når lodda kommer inn i varmere vann samles den ofte i store "vandrestimer".



Havforskningsinstituttet har målt bestandsnivået ved hjelp av akustisk instrumentering i september hvert år siden 1973. Bestanden var på sitt høyeste nivå i 1975 med nesten 9 millioner tonn målt. I 1986 - 87 og igjen i 1995 var bestanden nede på et meget lavt nivå. Disse "bestandskollapsene" synes å ha sammenheng med en sterk økning i bestandene av predatorer (ungsild og ung torsk) i disse periodene. Reguleringene har i stor grad tatt hensyn

til at lodda er et viktig byttedyr for torsken i Barentshavet, og torskens beregnede konsum av lodde har derfor vært et viktig element i reguleringen av fisket.

Det industrielle fisket etter lodde har utviklet seg fra 1960-årene. Fisket har i stor grad fulgt variasjonene i bestanden, men siden 1979 har fisket også vært regulert gjennom bilaterale avtaler med Sovjetsamveldet/Russland. Den tillatte fangsten har vært fordelt med 60 % til Norge og 40 % til Russland. Fisket var stoppet i periodene 1988–1990 og 1994–1998 på grunn av lavt bestandsnivå.

Lodda har en sentral rolle i økosystemet i Barentshavet. Den fungerer som mellomledd mellom dyreplankton og en rekke predatorer som står høyere i næringskjeden, samtidig som den i stor grad beiter i den nordlige del av Barentshavet, mens gyting og mye av predasjonen foregår i den sørlige del av Barentshavet. Lodda kan derfor betraktes som en transportør av årets produksjon fra nord til sør. Viktige predatorer er torsk, sel, hval og sjøfugl.

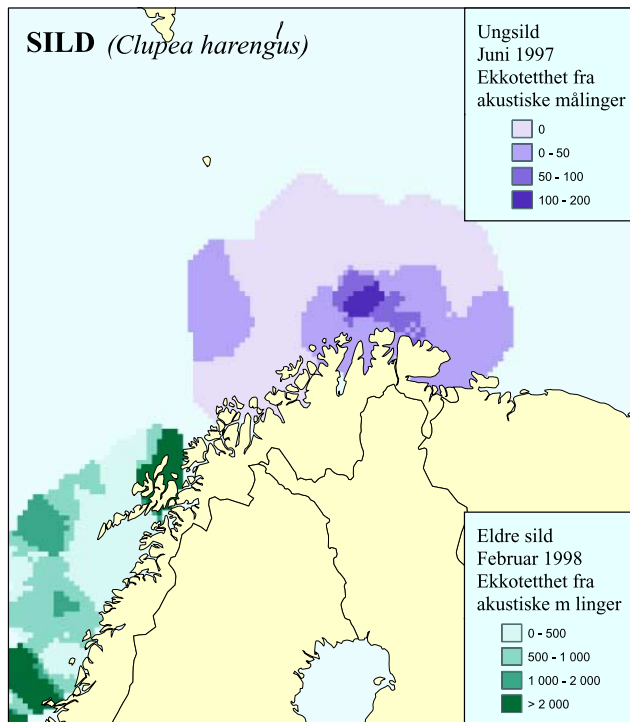
Lodde. Fangst (tusen tonn) i Barentshavet.										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 ²
Norge										
vinter	620	402	0	0	0	0	0	50	283	369
sommer	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0
totalt	693	402	0	0	0	0	0	50	283	369
Russland										
vinter	247	170	0	0	0	0	0	33	95	168
sommer	159	0	0	0	0	1	1	23	28	0
totalt	406	170	0	0	0	0	0	56	123	168
Andre	24	14	0	0	0	0	0	0	8	8
Total	1123	586	0	0	0	0	0	106	414	545
Anbefalt kvote ¹	1100	630	0	0	0	0	0	80	435	630

Kilde: ICES.

¹ Kvoteanbefalingen gjelder kun et fiske i perioden januar til april

² Foreløpige tall

8.2.2 Sild (*Clupea harengus*)



Barentshavet er et viktig oppvekstområde for norsk vårgytende sild, og assosieres spesielt med god rekruttering og sterke årsklasser. I tillegg til norsk vårgytende sild finnes det også "Kvitsjøsild" i den sørøstlige delen av Barentshavet. Dette er en sildestamme som gyter i Kvitsjøen, men i antall er den svært liten sammenlignet med de store årsklassene av norsk vårgytende sild.

Norsk vårgytende sild gyter på bunn med fjell-, sand- og grusbunn langs norskekysten fra Karmøy til Vesterålen, vanligvis på fra 40 til 100m dyp. Eggene kleber seg til bunnsubstratet og til hverandre, ofte i tykke lag. Eggene klekkes etter ca. 3 uker (5° C), og larvene driver da med kyststrømmen nordover. De havner etter hvert inne i fjordene, og i enkelte år-ofte med flere års mellomrom, havner store deler av larvene som småsild i Barentshavet.

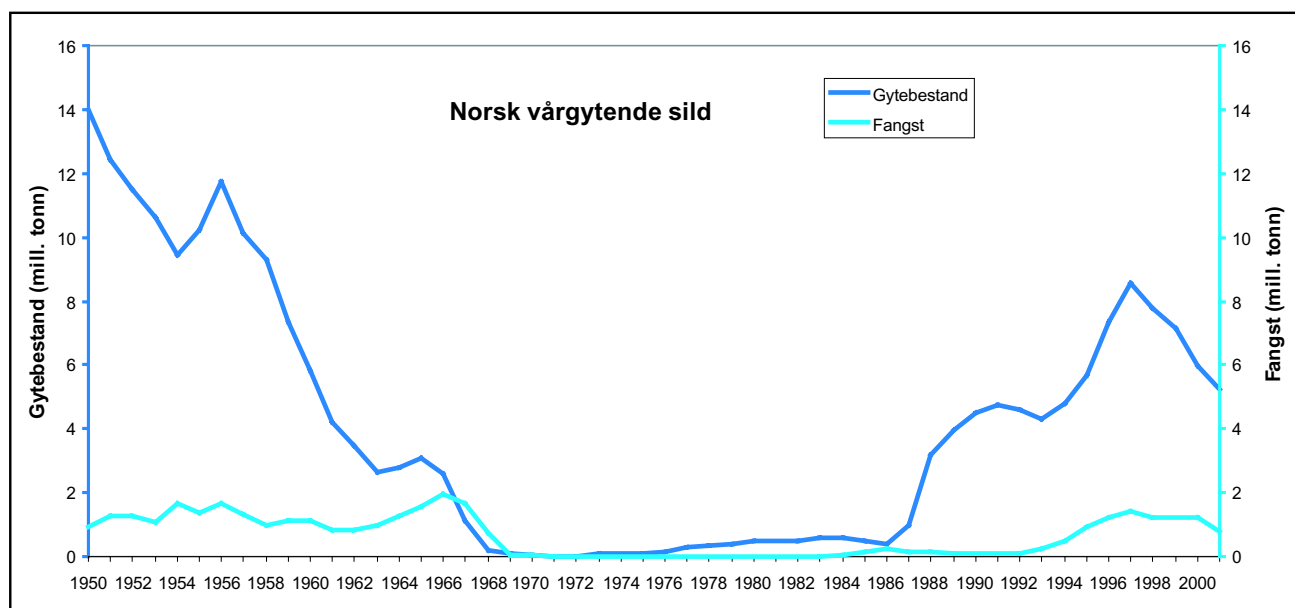
Silda som havner i Barentshavet blir der til den er ca. 3 år gammel, og vandrer deretter ut i Norskehavet. I Barentshavet står silda gjerne i sørøst om vinteren, men vandrer lenger nordover og vestover om sommeren. Som 3-åringer (noe avhengig av vekst) vandrer ungsilda vest- og sørover, til Norskehavet. De første par årene beiter de gjerne i den østlige delen av Norskehavet. De fleste blir kjønnsmodne som 5-åringer, og er da i overkant av 30 cm. Etter gytingen, som foregår i mars, vandrer silda ut i Norskehavet. For silda som har gytt på Møre-kysten går beitevandringen til å begynne med vestover, og deretter nordover, og så øst til området vest av Bjørnøya. Derfra begynner silda å vandre innover mot Lofoten i juli-august, og fra september til januar finner vi hele sildebestanden i Vestfjorden, Ofotfjorden og Tysfjorden. Midt i januar begynner den modnende silda å vandre sørover langs kysten. En stor del stopper opp underveis for å gyte, men i slutten av februar kommer hovedtyngden til gytefeltene ved Møre, og en mindre del fortsetter sørover til Karmøy eller Jæren.

Både ung sild og eldre sild er planktonspisere, men det er påvist at silda også tar fiskelarver. Det er vist at ungsilda i Barentshavet tar loddelarver, og at rekrutteringen til loddebestanden blir svak når det er mye ungsild i Barentshavet.

Det er et karakteristisk trekk ved denne bestanden at den utviser store endringer i bestandsstørrelse som figuren nedenfor viser. Den forandrer også gyte- og beiteområde. Rekrutteringen er svært ujevn, men det synes som om det er en forutsetning for god rekruttering at en stor del av yngelen driver inn i Barentshavet og vokser opp der. Barentshavet er således et nøkkelområde for rekrutteringen.

Viktige predatorer på sild i Barentshavet er større fisk, vesentlig torsk, hyse og sei, og sjøpattedyr som grønlandssel, vågehval og knølhval, samt sjøfugl.

Gytebestanden var i 1950 på over 13 millioner tonn, og fangstene i 1950-årene og første halvdel av 1960-årene lå



Fangst (tusen tonn) av norsk v rgytende sild.										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
F r, yene			2,9	57,1	52,8	60,0	68,1	55,5	64,2	34,4
Island			21,1	174,1	165,0	220,2	197,8	203,4	186,4	78,2
Norge	91,1	199,8	380,8	529,8	699,2	861,0	743,9	740,6	716,6	493,0
Russland	13,3	32,6	74,4	102,0	119,3	168,9	124,0	157,3	158,3	108,3
EU				40,1	180,4	116,4	89,2	78,5	93,4	57,5
Total	104,4	232,4	479,2	903,1	1216,7	1426,5	1223,0	1235,3	1218,9	771,5
Fastsatt kvote	80,0	200,0	¹⁾	¹⁾	¹⁾	1500,0	1300,0	1300,0	1250,0	850,0

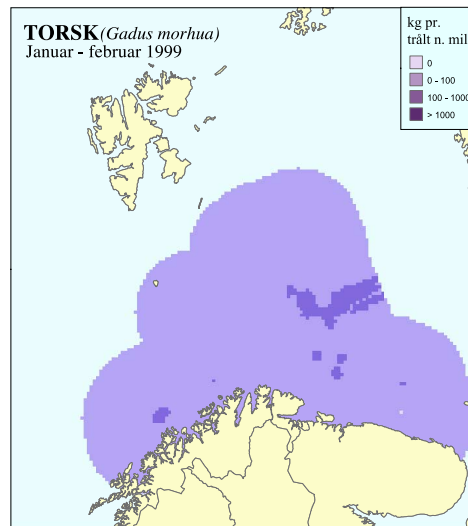
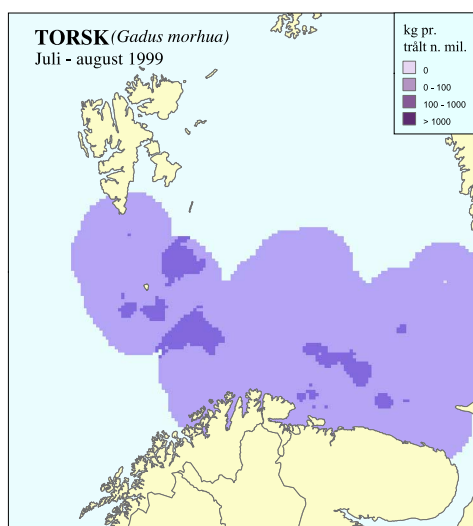
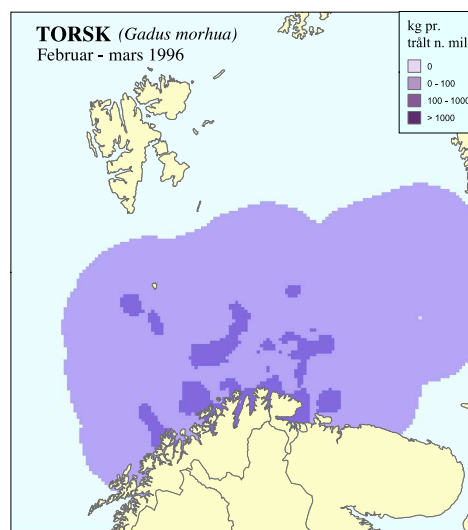
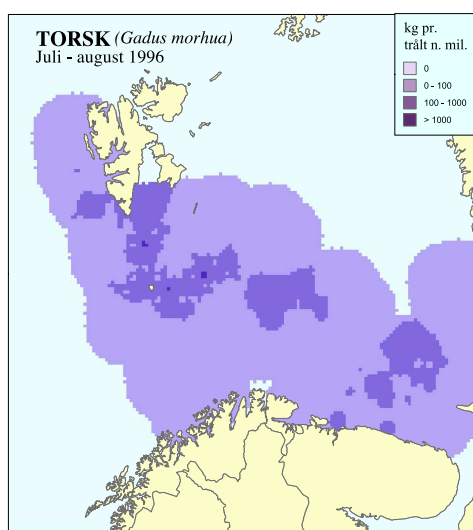
¹⁾ Ikke internasjonal enighet om totalkvote

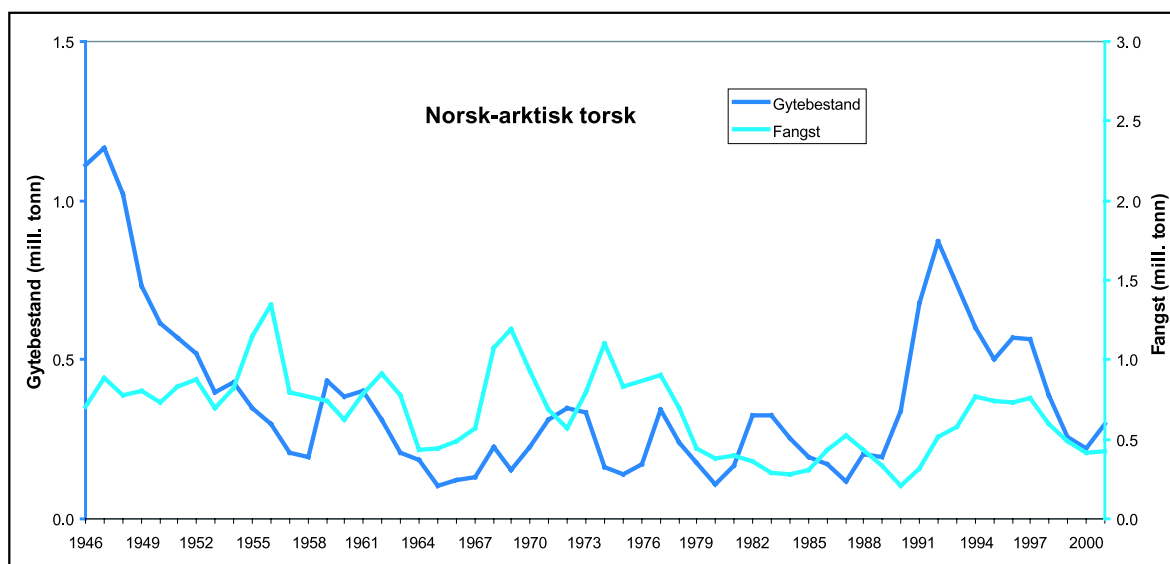
for de fleste av årene mellom 1 og 2 millioner tonn. I 1966 var fangsten nesten 2 millioner tonn. Samtidig skjedde det en nedkjøling av Nordatlanteren i midten av 1960-årene som førte til at beiteområdet for norsk vårgytende sild ble sterkt redusert. Kombinasjonen av høyt fangstnivå og mindre gunstige naturforhold førte til at bestanden kollapset rundt 1970. Fra 1970 til 1985 oppholdt bestanden seg kun i norske kystfarvann, og Norge innførte meget strenge reguleringer og tildels forbud mot alt fiske etter sild. Først fra 1994 var det igjen grunnlag for internasjonalt fiske i åpent hav. Fisket på bestanden reguleres nå av årlige avtaler innenfor gruppen av "Kyststater for norsk vårgytende sild" og den nordøst-atlantiske fiskerikommisjonen (NEAFC).

Norges andel av den totale fangsten innenfor denne rammen er 57 %. Fangster fordelt på land siden 1992 er gitt i tabellen over. Det blir ikke fisket på ungsilda i Barentshavet.

8.2.3 Torsk (*Gadus morhua*)

Den store torskebestanden i Barentshavet blir i regulerings-sammenheng kalt "norsk-arktisk torsk". I tillegg har vi en eller flere bestander av "kysttorsk" som lever i fjord- og kystområder og ofte gyter i fjordbunnene. Bestanden av kysttorsk er liten i forhold til norsk-arktisk torsk, og vi vil her bare ta for oss den siste.





Norsk-arktisk torsk er utbredt fra området sør for Stadt til nord for Spitsbergen, og fra Eggakanten i vest til Novaja Zemlya i øst. Den kjønnsmodne torsken (skrei) gyter i februar - april i norske kystområder fra Hordaland i sør til Vest-Finnmark i nord. Hovedgytefeltet er utenfor Lofoten, og det nordligste større gytefeltet er i Breivikbotn på Sørøya. Gytingen foregår pelagisk (oppe i sjøen) mellom 50 til 200 m dyp, og de befructede eggene stiger opp mot overflaten og klekkes etter ca. 15 døgn, avhengig av temperaturen. Eggene og larvene føres med kyststrømmen til oppvekstområdene i Barentshavet og nord for Spitsbergen. Ettersom yngelen vokser, begynner den å søke mot dypere vann, og den bunnslår seg i oktober - desember når den er 10 - 12 cm lang. De to første årene vil ungtorsken vesentlig være fordelt i de østlige deler av utbredelsesområdet, men ettersom torsken vokser seg større vil også sesongvandringene øke i lengde. Gytemodning inntreffer ved en lengde på 60 - 90 cm, dvs. ved 6 - 10 års alder. Gytevandringen fra beiteområdene i Barentshavet sørover til gytefeltene foregår i 200 - 400 m dyp.

Torsken er en rovfisk, som jakter både ved bunnen og høyere opp i sjøen. Den tar større planktonorganismer (amfipoder, krill), reker, lodde, sild, polartorsk, uer og hyse,

og kannibalisme opptrer enkelte år i betydelig grad. Lodda er et spesielt viktig byttedyr, og en god loddebestand fører til god vekst og god kondisjon på torsken.

Viktige predatorer på torsk er antagelig først og fremst sel og hval, i tillegg til at torsken er kannibal.

Torskebestanden varierer sterkt i størrelse som figuren over viser. Dette har sammenheng både med rekruttering (gode og dårlige årsklasser), med næringstilgang (forekomst av lodde og andre byttedyr) og med klima. Sterk innstrømming av atlantisk vann fører til en mer østlig fordeling. Dessuten er bestanden meget hardt beskattet, og med en lavere beskatningsgrad har bestanden potensiale for et vesentlig høyere utbytte enn i dag (ca. 600 000–700 000 tonn i året, mot 400 000 tonn i dag). Fisket etter norsk-arktisk torsk reguleres av den norsk-russiske fiskerikommissjon, og kvotene fastsettes i prinsippet med et mindre kvantum til "tredjeland", og resten delt likt mellom Norge og Russland, se tabell under. Norge har dessuten en separat kvote på kysttorsk, som ligger fast på 40 000 tonn, og bildet kompliseres ytterligere av at Norge ofte får overført en del av russernes kvote i bytte mot andre fiskeslag.

Norsk-arktisk hyse er utbredt langs kysten fra Stadt og nord-

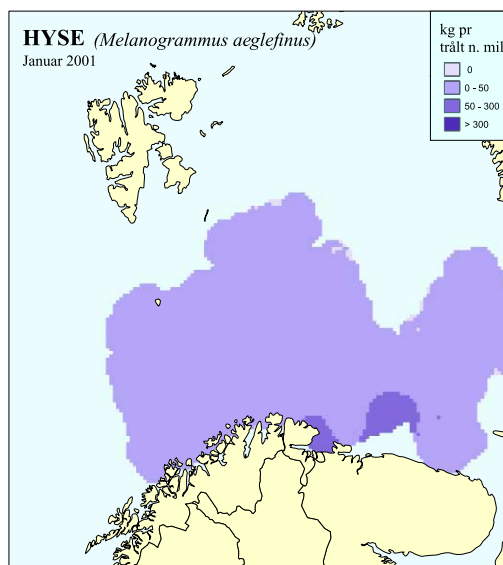
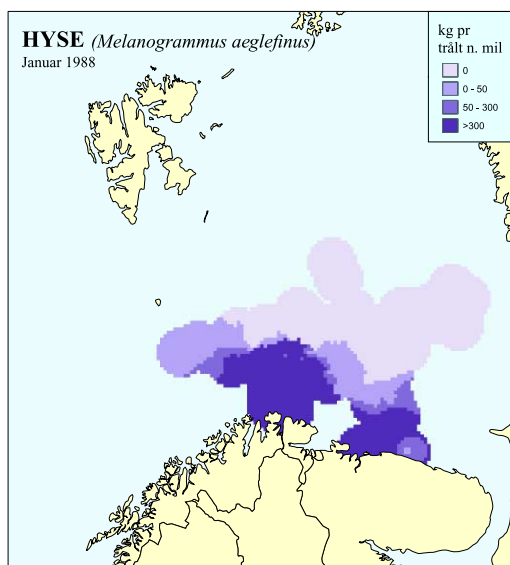
Norsk-arktisk torsk. Landinger (tusen tonn) fordelt på nasjoner										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Frankrike	0	3,6	2,0	4,9	5,4	5,4	1,2	2,1	2,6	2,9
Færøyene	11,7	17,4	22,8	22,3	17,8	20,1	14,3	13,7	13,4	12,5
Grønland	3,3	5,4	6,9	7,5	6,5	6,4	6,4	4,1	5,8	5,7
Island	0	9,4	36,7	34,2	23,0	4,2	1,4	2,0	7,4	5,8
Norge ^{1,2}	168,5	221,1	318,4	320,0	319,2	357,8	284,6	223,4	192,7	188,4
Russland	182,3	244,9	291,9	296,2	305,3	313,3	244,1	210,4	166,2	183,6
Spania	6,2	8,8	14,9	15,5	15,9	17,1	14,2	9,0	8,7	9,2
Storbritannia	6,1	11,3	15,6	16,3	16,1	18,1	14,3	11,3	9,1	8,7
Tyskland	3,9	5,9	8,3	7,4	8,3	6,7	3,8	3,0	3,1	5,7
Andre m/kvot	1,2	1,9	5,3	6,6	8,7	11,7	8,2	5,9	5,1	5,0
Andre u/kvot	0	2,0	23,3	9,1	6,2	1,6	0	0	0	0
Total	383,2	531,6	746,1	740,0	732,2	762,4	592,6	484,9	414,1	426,3

Kilde: ICES

¹ Kysttorsk ikke inkludert

² Inkludert norske fartøyers fiske på russisk kvote

8.2.4 Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*)



over til ca. 80°N langs vestkysten av Spitsbergen. I Barentshavet har hysa en noe mer sørlig og vestlig utbredelse enn torsken. Kjente gyteområder er utenfor Nordvestlandet, Trænabanken–Vesterålen, og på Tromsøflaket i fra 200 til 600 m dyp. Eggene er pelagiske, og egg og larver driver nordover og inn i Barentshavet, eller nordover langs vestkysten av Spitsbergen. Som ettåringer finnes de langs Finnmarks- og Murman-kysten, men trekker lenger nordover når de blir eldre. Rike årsklasser sprer seg også lenger

østover. Hysa blir kjønnsmoden ved en lengde på 40–60 cm (alder 4–7 år). Hysa spiser mer bunnorganismer enn torsken, men tar også pelagiske organismer som krill og amfipoder. Torsken er en viktig predator på hysa.

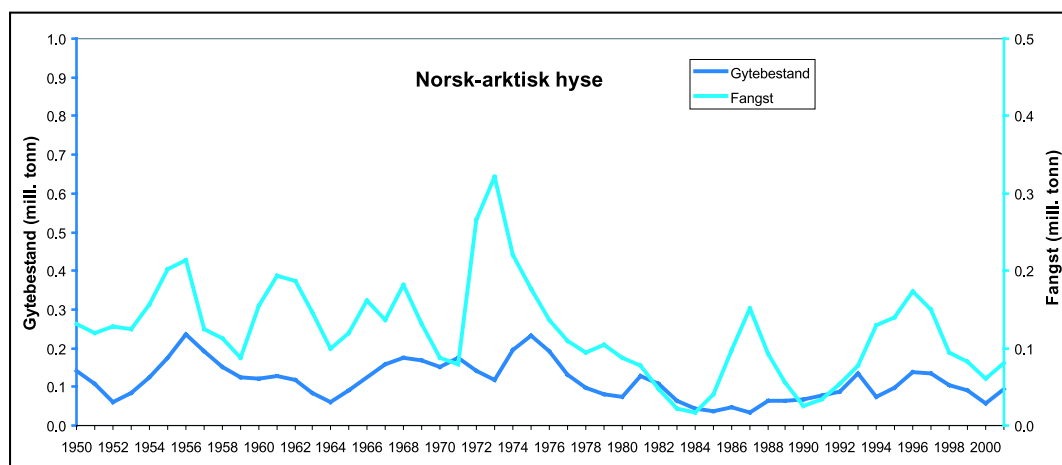
Bestanden av hysa viser store periodiske svingninger, se figur nedenfor. Forutsatt en gunstig langsiktig forvaltning antas det at bestanden av norsk-arktisk hysa har et fangstpotensiale på 150 000 tonn i året.

Norsk-arktisk hysa. Landinger (tusen tonn) fordelt på nasjoner

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Frankrike	0,1	0,2	1,2	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	0,1	0,2	0,2
Færøyene	1,1	1,1	0,5	2,8	2,8	3,7	3,3	1,6	1,0	0,6	1,2
Grønland		1,7	0,9	0,8	1,4	1,5	1,9	0,9	0,3	0,4	0,5
Norge ¹	19,3	30,2	36,6	64,7	72,9	89,5	97,8	68,8	48,6	34,1	41,3
Russland	12,4	19,7	34,7	51,8	54,5	73,9	41,2	20,6	30,5	22,8	34,3
Storbritannia	0,5	0,6	1,8	4,7	3,1	2,3	2,3	1,2	0,7	0,8	1,1
Tyskland	0,2	0,4	1,2	2,4	2,7	0,9	1,0	0,4	0,4	0,9	0,6
Andre	+	+	0,7	0,9	0,7	0,2	0,3	0,1	0,1	0,8	1,0
Total	33,6	53,9	77,6	128,7	138,7	173,3	148,8	93,9	82,3	61,3	81,3

Kilde: ICES

¹ Inkludert norske fartøyers fiske på russisk kvote

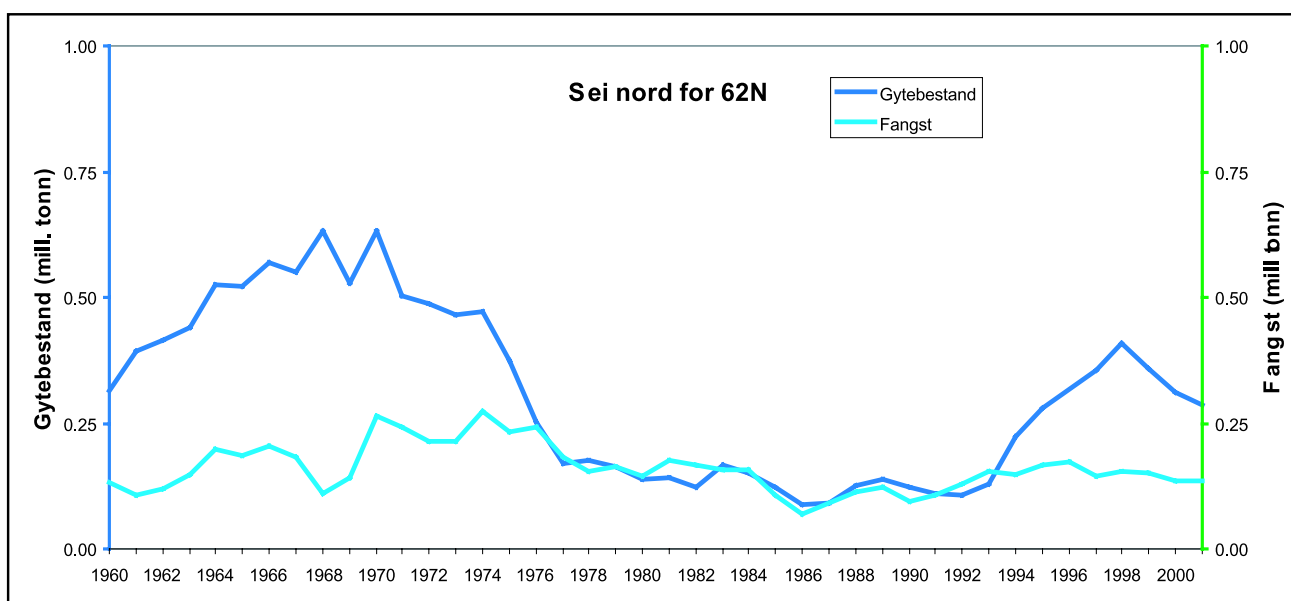
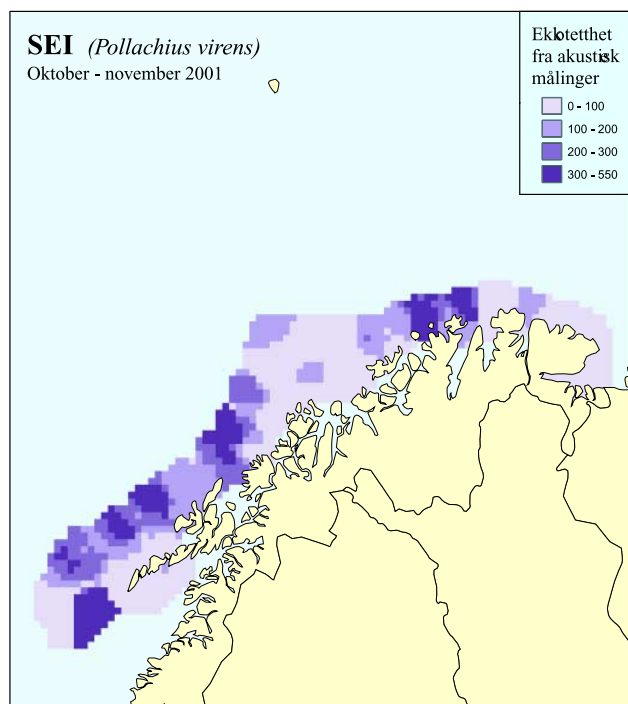


8.2.5 Sei (*Pollachius virens*)

Noen år finnes det store mengder årsyngel av sei i Barentshavet og helt nord til kysten av Vest-Spitsbergen. Yngelen stammer fra gyteområder mellom Stadt og Vesterålen, og driver nordover med kyststrømmen. Det meste holder seg første leveåret langs kysten og i fjordene. Etter som seien vokser til, vandrer den til de ytre deler av kysten og til bankene utenfor. Seien gyter første gang ved en lengde på 50–70 cm, dvs. når den er 4–8 år gammel, og vandrer da tilbake sørover fra beiteområdene langs kysten nordpå.

Seien spiser mer plankton enn de andre store torskefiskene, men stor sei tar også fisk. Det er antatt at stor sei er en viktig predator på sild langs kysten, og på lodde under loddegytingen.

Som det fremgår av tabellen under er det Norge som høster mest av seien nord for 62° N. Også når det gjelder seien er det store variasjoner i bestanden som figuren under viser.



Landinger av sei (tusen tonn) tatt nord for 62°N.

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Frankrike	1,9	0,6	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	0,6	0,2	0,3
Færøyene	0,2	+	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,5
Norge	119,8	139,3	141,6	165,0	166,1	137,0	144,4	141,8	125,9	124,5
Russland	1,0	9,5	1,6	1,1	1,2	1,8	3,8	3,9	4,5	5,0
Storbritannia	0,5	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2
Tyskland	3,5	3,7	1,9	0,9	2,6	2,9	2,9	2,5	2,6	2,7
Andre	0,7	0,1	0,6	0,1	0,3	0,4	1,0	0,9	1,0	0,9
Total	127,6	153,6	146,5	168,2	171,5	143,7	153,8	150,2	134,7	134,1

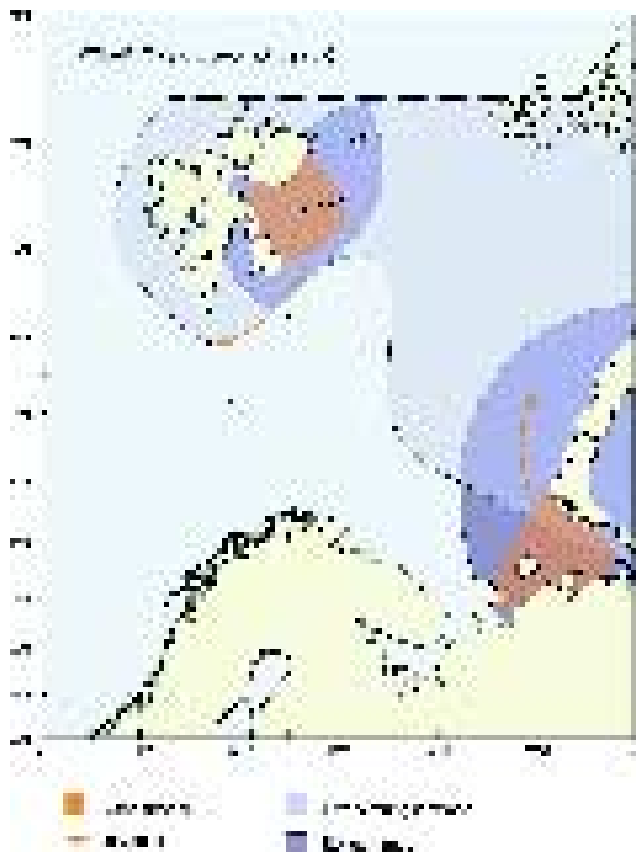
Kilde: ICES arbeidsgrupperapport

8.2.6 Polartorsk (*Boreogadus saida*)

Polartorsken er en liten, halvpelagisk torskefisk som lever i arktiske områder. Den er en ekte kaldtvannsart som både gyter, vokser opp og beiter i vann ned mot og under 0° C. I Barentshavet foregår gytingen særlig i sørøst, men antagelig også i området øst for Spitsbergen. Det er uvisst om vi har å gjøre med en eller to populasjoner i Barentshavet.

Det er lite kjent hva polartorsklarvene lever av, men kopepoder og kopepodeegg er trolig viktige næringsemner. Voksen polartorsk spiser planktoniske krepsdyr, mest kopepoder, men større polartorsk tar også krill. Polartorsken spiller en viktig rolle i økosystemet i Barentshavet, og viktige predatorer er større fisk, sjøpattedyr og fugl.

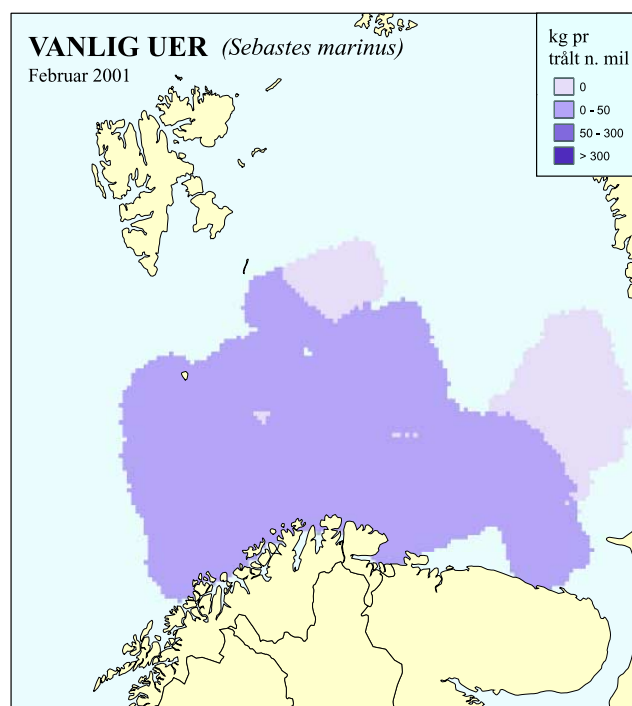
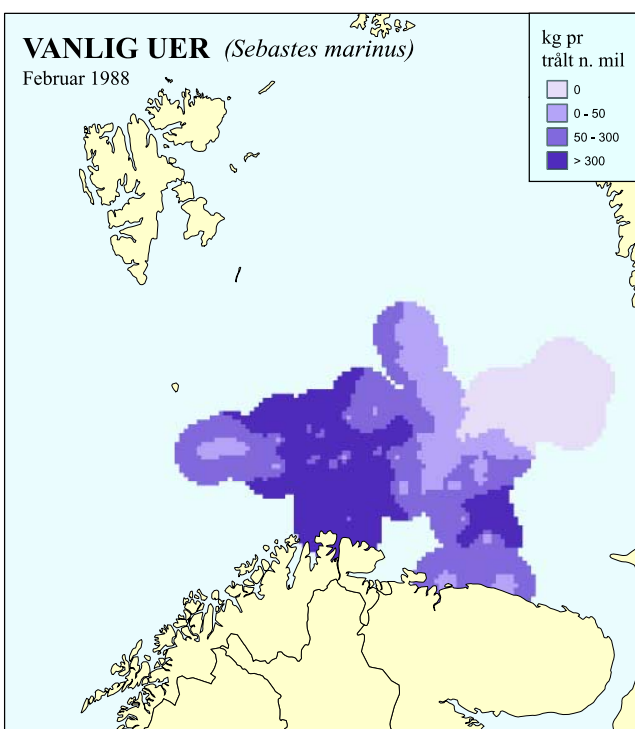
Polartorsken har i tidligere perioder vært en viktig kommersiell art, men siden 1970-årene har det ikke vært noe særlig fiske på bestanden.

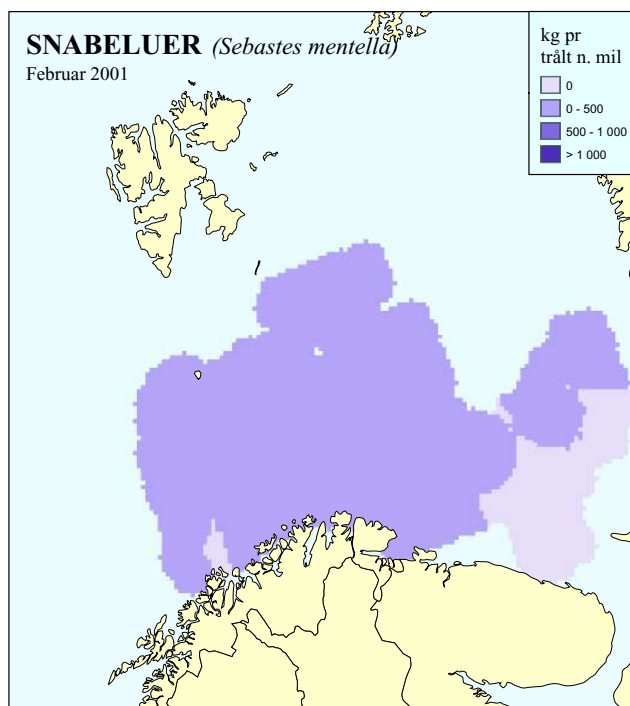
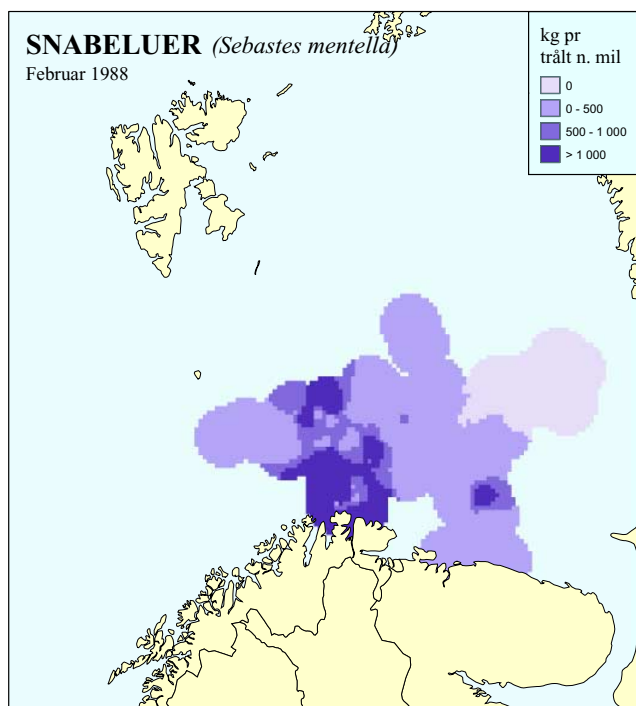


8.2.7 Vanlig uer (*Sebastes marinus*) og snabeluer (*S. mentella*)

Det finnes tre arter av uer i Barentshavet: “vanlig uer”, “snabeluer” og “lusuer”. De to første artene er gjenstand for kommersielt fiske. De to kommersielle artene føder levende unger pelagisk langs kontinentalskråningen utenfor norskekysten i april-mai. Yngelen stiger opp til over-

flatelagene og driver med strømmen nordover, inn i Barentshavet og langs vestkysten av Spitsbergen, og i år med god rekruttering kan vi finne tette forekomster av ueryngel i de øvre vannlagene. Voksen vanlig uer finnes fra 100 til 500 m dyp på kontinentalsokkelen, langs kysten og i noen fjorder. Snabeluer har en noe dypere utbredelse, fra 400 m og nedover, og er mer knyttet til kontinentalskråningen. Begge arter er utbredt i Svalbard-området, særlig er dette et vanlig





område for snabeluer. Tøktene som ligger til grunn for kartene er avgrenset til det sørlige Barentshavet, og kartene er derfor ikke representative for utbredelsen ved Svalbard. Området som ble dekket av tokt i 2001 er større enn i 1988.

Ueren lever av plankton, sild og andre fisk. Predatorer er større fisk (torskefisk, kveite, blåkveite).

Størrelsen på de to uerbestandene er usikker, men et nesten totalt fravær av ueryngel i Barentshavet i de siste 10 år har ført til en urovekkende lav rekruttering til uerbestandene.

Vanlig uer (<i>Sebastes marinus</i>). Landinger (tusen tonn) i Det nordøstlige Atlanterhav												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Danmark/Grønland	+		0,6	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Frankrike	1,7	0,7	1,3	0,9	0,7	0,7	0,7	1,0	0,5	+	+	+
Færøyene	0,3	0,2	+	0,1	+	+	+	+	0,1	+	+	+
Irland						+		+	+	+	-	+
Island					+	+				+	+	+
Norge	23,9	15,9	12,7	13,1	15,0	13,5	15,6	14,2	16,5	16,8	13,0	8,8
Portugal			+	0,1	0,1	+	0,1	0,1	+	+	+	+
Russland	1,5	1,1	0,8	1,3	1,2	0,6	0,7	1,6	1,6	1,7	1,1	1,0
Spania			+	+	+		0,1	+	+	+		+
England og Wales	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	
Skottland		+	+	+	+	+	0,1	+	0,1	+	0,1	0,1
Tyskland	0,4	1,0	0,5	0,7	1,0	0,5	0,5	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2
Total	28,1	19,0	16,2	16,7	18,1	15,6	18,0	17,5	19,2	19,0	14,5	10,2

Kilde: ICES

Snabeluer (<i>Sebastes mentella</i>). Landinger (tusen tonn) i Det nordøstlige Atlanterhav												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001	2002
Danmark/Grønland	+	+		+	+	+	+	+	+	0,1	+	+
Frankrike	0,1	0,1	+	0,1	0,1	+	0,1	+	0,1	+	+	+
Færøyene	0,1	0,5	+	+	+	+	+	+	+	0,1	0,1	0,1
Irland					+	+	+	+	+	+	+	+
Island											+	+
Norge	10,2	33,6	10,8	5,2	6,5	2,6	6,1	4,7	9,7	7,9	6,2	14,3
Polen								+	+	+	+	+
Portugal	0,8	0,2	1,0	1,0	0,9	0,9	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2
Russland	17,4	14,3	3,6	6,3	5,0	6,3	0,9	3,0	3,6	2,7	3,5	3,8
Spania		+	+	+	+	0,1	0,3	0,3	0,2	+	0,1	0,2
England og Wales	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Skottland		+	+		+	+	+	+	+	+	0,1	0,1
Tyskland	6,4			+	+	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Total	35,1	48,7	15,6	12,9	12,7	10,3	8,1	8,6	14,0	11,2	10,2	18,9

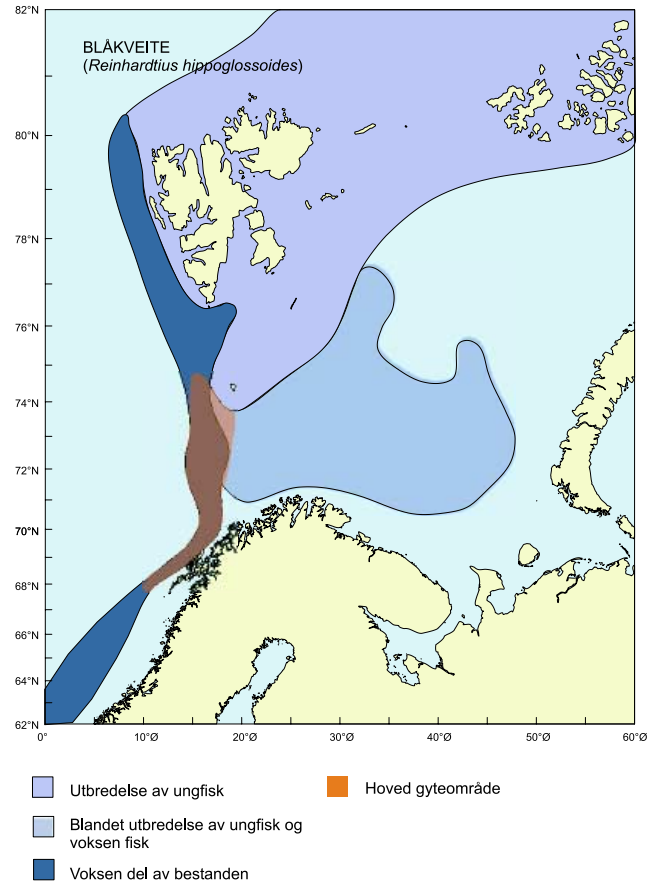
Kilde: ICES arbeidsgrupperapport

8.2.8 Blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*)

Blåkveita er en stor flyndrefisk som også lever pelagisk, i kalde vannmasser. Den finnes bl.a. ved Novaja Semlja og nord for Spitsbergen, sørover langs kontinentalskråningen utenfor norskekysten, ved Færøyene, rundt Island, langs Øst-Grønland nord til om lag 79°N og ved Jan Mayen. Ett av de kjente større gytefeltene er langs kontinentalskråningen fra Vesterålen nordover til Bjørnøya. Oppvekstområdene ligger grunnere og tildels i kaldere vann enn gytefeltene. Blant annet synes det som om Isfjorden, Kongsfjorden, Hinlopenstretet og områdene ved Kong Karls Land er viktige oppvekstområder, men det er også registrert ungfisk av blåkveite øst for Franz Josef Land.

Blåkveita er en glupsk rovfisk, og spiser for en stor del blekksprut og fisk, spesielt kolmule og sild. Viktige predatorer er håkjerring og flere arter småhval.

Blåkveita er en høyt verdsatt kommersiell art, og ved konsekvent gjennomførte reguleringer kan antagelig fangstene økes på lenger sikt.

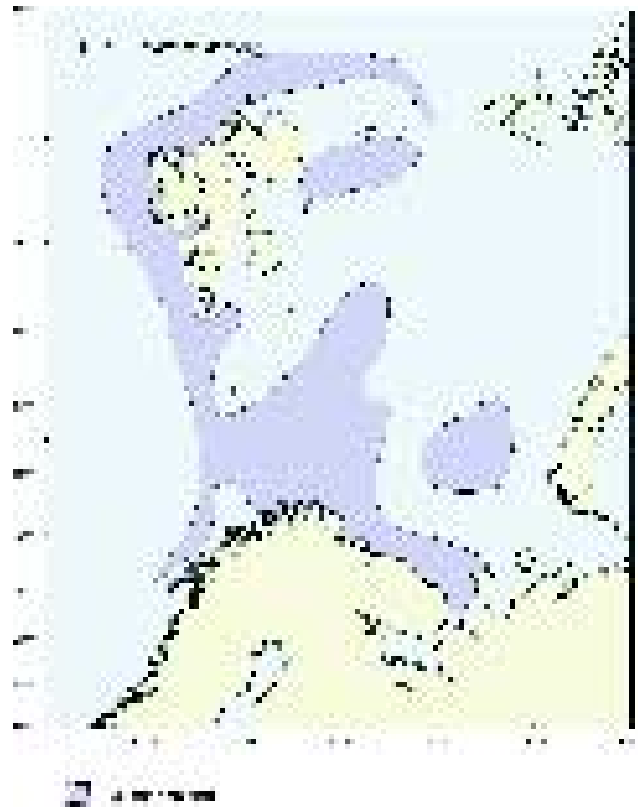


8.2.9 Reke (*Pandalus borealis*)

Dypvannsrekene som det fiskes på i Barentshavet finnes vanlig dypere enn 100 m. Det er antatt at rekenes vandring i stor grad er basert på passiv drift med strømmen. Det er således mulig at rekebestanden i Barentshavet er sterkt avhengig av rekruttering fra et område "oppstrøms", men vi har foreløpig lite kunnskap om dette. Både dyp, saltholdighet, temperatur og bunnens beskaffenhet, har betydning for rekens utbredelse. Dypvannsreken har vertikale vandring, men er mer knyttet til bunnen jo eldre den er.

Rekene er "protandriske hermafroditter" (først hanner, deretter hunner), og gyter først ved alder 4–10 år, avhengig av temperatur. Data fra 90-tallet viser at gytealder i sørlige Barentshav er fire år, i midtre og nordlige Barentshav fem år og eldre og i Svalbardområdet 6–10 år. Gytingen i Barentshavet skjer i juni–oktober og klekkingen skjer i mai–juni neste år. Ved Svalbard har reken ofte et hvileår mellom hver gyting, mens den har årlige gytinger lenger sør. Larvene lever pelagisk og gjennomgår 11 skallsifter før de bunnslår. Bunnvannstemperaturen styrer varighet av de ulike livsfasene. Maks alder er 7–10 år.

Rekene lever av små plankton- og bunnorganismer, og tildels også av dødt organisk materiale. De er viktige byttedyr for en rekke kommersielle fiskeslag som torsk, hyse, blåkveite og uer.



Reker. Landinger (tusen tonn) fra Det nordøstlige Atlanterhav nord for 62°N											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2001	2002
Norge	39,7	39,7	32,7	20,1	19,3	25,4	29,1	44,8	52,6	55,0	41,2
Russland	29,4	20,9	22,4	7,1	3,6	5,7	1,5	4,9	10,8	19,6	5,8
Andre	6,2	8,0	0,8	1,1	2,3	3,3	5,2	6,1	12,3	8,2	8,1
Total	75,3	68,6	55,9	28,3	25,2	34,5	35,7	55,8	75,7	82,8	55,2

Kilde: ICES

Total bestand i Barentshavet og ved Svalbard økte svakt fra 1995, men norske data viser en nedgang fra 1998 til 2000 (sannsynlig grunn: svak 1996 årsklasse, samtidig med at torsken spiste mye av denne årsklassen i 1997). Det var normal styrke på årsklassen i 1997. Høyest biomasseindeks forekom i 1984, deretter har biomasseindeksen vært redusert til 30–60 % av dette.

Kun fartøyer fra land som tradisjonelt har fisket reker i fiskevernsonen ved Svalbard og i Svalbards territoriale og indre farvann kan drive rekefiske der. Rekefiske er regulert med konsesjonskrav, minstemål (15 mm ryggskjoldlengde) og innblandingskriterier av fisk (maksimum 10 torske/hyse-/ueryngel og 3 blåkveiteyngel per 10 kg reke).

8.2.10 Kongekrabbe (*Paralithodes camtschatica*)

Kongekrabben er en Stillehavsart som er satt ut i Barentshavet av sovjetrussiske myndigheter i 1960-årene. Det er delte meninger om hvorvidt denne arten skal oppfattes som et skadedyr eller som en lovende ressurs. Krabben er nå utbredt langs kysten fra Kapp Kanin i øst til Vest-Finnmark, og den er også registrert så langt nord som Gåsbanken. Krabben ekspanderer fremdeles vestover langs norskekysten, og det blir meldt om hyppige bifangster også på Finnmarkskysten vest for Nordkapp, og mer sporadiske fangster så langt sørvest som Vesterålen og Lofoten.

Fisket etter Kongekrabbe forvaltes av Den norsk-russiske fiskerikommisjon, og for 2002 er kvoten satt til 400 000 krabber, fordelt med 300 000 til Russland og 100 000 til Norge.

8.3 Ikke kommersielle arter

Havforskningsinstituttet har totalt samlet data om over 500 artsnavn på årsbasis. En del av artene opptrer i basen med forskjellig navn dvs. norske, engelske eller latinske og det forekommer derfor en del dobbeltregistreringer på navn. Av disse er 135 arter sortert ut og lagt inn i instituttets MapArt database som framstiller dataene på kart. Kartene dekker hele det området Norge har direkte fiskeriinteresser slik det framgår av MapArt kartene. Disse kan hentes fra instituttets internettsider (www.imr.no). Tabellen nedenfor

lister de arter som foreligger i databasen. Datagrunnlaget for de ikke-kommersielle artene er ikke like godt som for de kommersielle, men gir allikevel en god indikasjon om mengde og utbredelse. Som en illustrasjon på hvordan fordeling og mengde kan framstilles er det nedenunder vist noen eksempler både for fisk som til en viss grad fiskes, flekksteinbit og gapeflyndre og arter som kun registreres, kloskate og krokulke. I figurene er det prøvd å gi en best mulig oversikt over utbredelsen i perioden 1995 til og med 1999. Datagrunnlaget er basert på bunntål fra egne fartøyer (reketål; redskapskode 3200-3299), og data fra kommersielle fangster med bunntål (redskapskode 3100-3199).

Som det framgår av tabellen har vi i noen tilfeller valgt å slå sammen noen av artene vi har registrert til en gruppe eller familienivå. Grunnen er at vi ser det kan være stor usikkerhet knyttet til bestemmelse av den/de aktuelle arten/e. Noen arter har vi utelatt på grunn av usikkerhet, arbeidsmengde og relevans. På noen av kartene ser vi også at den aktuelle arten dukker opp i områder som den vanligvis ikke ferdes. Dette kan skyldes feil i artsbestemmelse, og/eller geografisk posisjon.

For databasen MapArt er det lagt inn noen begrensninger i framstillingen:

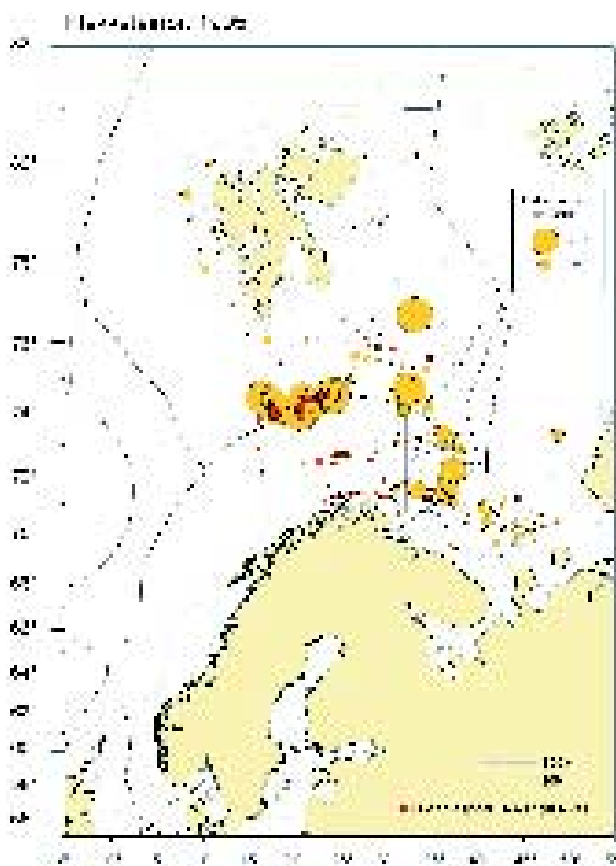
- Det er kun brukt stasjoner med en kvalitet lavere enn 3, dvs at fiskefangsten gir et representativt bilde av artssammensetningen.
- Arter fra stasjoner uten angitt posisjon er ikke tatt med.
- Kun tråling med bunntål er tatt med. Det vil si trål med redskapskode fra og med 3100 til og med 3299.
- Arter som det ikke er registrert med antall, er bare angitt som en observasjon (rød firkant) på kartene.

Fordelingen av fangstene er framstilt som "utbredelsesbobler". Boblene på kartene er lineære og beskriver fangstantallet per trålstasjon (ikke standardisert). Hvis vi på en stasjon har registrert en art uten å angi mengde i antall, vil denne observasjonen være representert med en liten rød firkant.

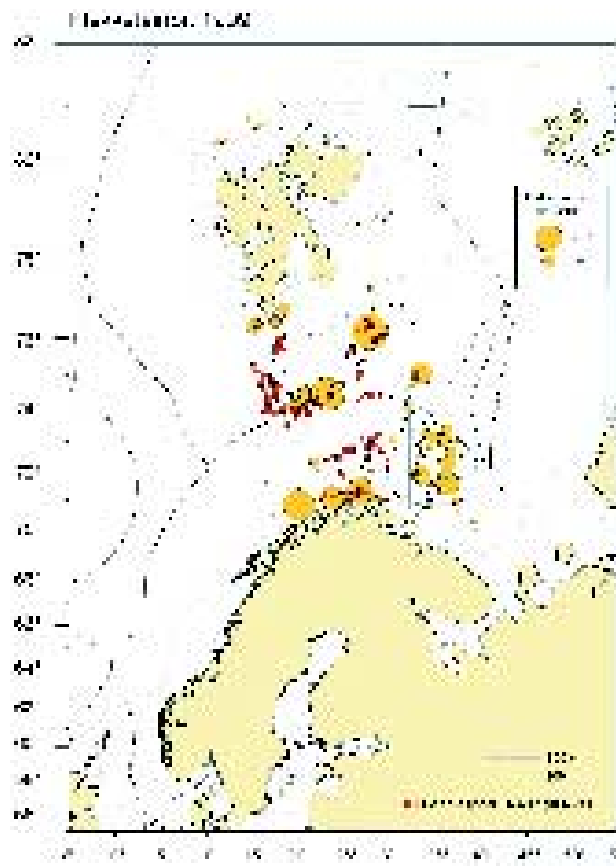
N	Latin	NORSK	ENGELSK
1	<i>Ommastrephes sagittatus</i>	Akkar	Flying Squid
2	<i>Lycodes frigidis</i>	Arktisk ålebrosme	
3	<i>Lycodes pallidus</i>	Blek ålebrosme	
4	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Blåkjeft	Blue-Mouth Redfish
5	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Blåkveite	Greenland Halibut
6	<i>Molva dypterygia</i>	Blålange	Blue Ling
7	<i>Anarhichas denticulatus</i>	Blåsteinbit	Jelly Catfish
8	<i>Lophius piscatorius</i>	Breiflabb	Anglerfish (Monk)
9	<i>Sprattus sprattus</i>	Brisling	Sprat
10	<i>Brosme brosme</i>	Brosme	Tusk
11	<i>Lycodes eudipleurostictus</i>	Båndålebrosme	
12	<i>Aphanopus carbo</i>	Dolkfisk	Black Scabbardfish
13	<i>Taurulus bubalis</i>	Dvergulke	Sea Scorpion
14	<i>Trachinus draco</i>	Fjesing	Greater Weever
15	<i>Anarhichas minor</i>	Flekksteinbit	Spotted Catfish
16	<i>Callionymidae</i>	Fløyfiskfamilien	Dragonets
17	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Gapeflyndre	Long Rough Dab
18	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Glassvar	Megrim
19	<i>Gymnocanthus tricuspis</i>	Glattulke	Arctic Staghorn Sculpin
20	<i>Gonatus</i>	Gonatus sp.	
21	<i>Gymnelis viridis</i>	Grønlandsålebrosme	
22	<i>Bathyraja spinicauda</i>	Gråskate	Spinetail
23	<i>Anarhichas lupus</i>	Gråsteinbit	Cat-Fish
24	<i>Chimaera monstrosa</i>	Havmus	Rabbitfish
25	<i>Petromyzon marinus</i>	Havnøye	Sea Lamprey
26	<i>Ammodytes marinus</i>	Havsil	Sandeel
27	<i>Lycenchelys muraena</i>	Havålebrosme	
28	<i>Belone belone</i>	Hørgjel	Garfish
29	<i>Chirolophis ascanii</i>	Hornkvabbe	Yarrel'S Blenny
30	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	Hornulke	Four Horned Sculpin
31	<i>Raja lintea</i>	Hvitskate	Sailray
32	<i>Merlangius merlangus</i>	Hvitting	Whiting
33	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Hyse	Haddock
34	<i>Lamna nasus</i>	Håbrann	Porbeagle Shark
35	<i>Galeus melastomus</i>	Hågjel	Blackmouthed Dogfish
36	<i>Somniosus microcephalus</i>	Håkjerring	Greenland Shark
37	<i>Zeugopterus punctatus</i>	Hårvar	Common Topknot
38	<i>Macrourus berglax</i>	Isgalt	Rough Rattail
39	<i>Raja hyperborea</i>	Isskate	Arctic Skate
40	<i>Arctogadus glacialis</i>	Istorsk	
41	<i>Raja radiata</i>	Kloskate	Starry Skate
42	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Knurr	Grey Gurnard
43	<i>Triglops pingeli</i>	Knurrulke	Ribbed Sculpin
44	<i>Micromesistius poutassou</i>	Kolmule	Blue Whiting
45	<i>Paralithodes camtschatica</i>	Kongekrabbe	King Crab
46	<i>Arctiellus europaeus</i>	Krokulke	
47	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Kveite	Halibut
48	<i>Maurolucus muelleri</i>	Laksesild	Pearlside
49	<i>Paralepididae</i>	Laksetobisfamilien	Barracudinas
50	<i>Molva molva</i>	Lange	Ling
51	<i>Lumpenus lumpretaeformis</i>	Langhalet langebarn	Snake Blenny
52	<i>Notolepis rissoi</i>	Liten laksetobis	
53	<i>Mallotus villosus</i>	Lodde	Capelin
54	<i>Microstomus kitt</i>	Lomre	Lemon Sole
55	<i>Sebastes viviparus</i>	Lusuer	Norway Redfish
56	<i>Lycenchelys</i>	Lycenchelys sp.	

57	<i>Lycodes</i>	Lycodes sp.	
58	<i>Pollachius pollachius</i>	Lyr	Pollack
59	<i>Merluccius merluccius</i>	Lysing	Hake
60	<i>Myctophiformes</i>	Lysprykkfisk	
61	<i>Scomber scombrus</i>	Makrell	Mackerel
62	<i>Scomberesox saurus</i>	Makrelljedde	Saury Pike
63	<i>Lycenchelys kolthoffi</i>	Marmorert ålebrosme	
64	<i>Mullus surmuletus</i>	Mulle	Red Mullet
65	<i>Raja fullonica</i>	Nebbskate	Shagreen Ray
66	<i>Lycodes reticulatus</i>	Nettålebrosme	
67	<i>Careproctus reinhardti</i>	Nordlig ringbuk	
68	<i>Lycodes rossi</i>	Nordlig ålebrosme	
69	<i>Raniceps raninus</i>	Paddetorsk	Tadpole-Fish
70	<i>Cottunculus microps</i>	Paddeulke	
71	<i>Squalus acanthias</i>	Piggå	Spurdog
72	<i>Raja clavata</i>	Piggskate	Thornback Ray
73	<i>Scophthalmus maximus</i>	Piggvar	Turbot
74	<i>Liparis schantarensis</i>	Polarringbuk	
75	<i>Boreogadus saida</i>	Polartorsk	Polar Cod
76	<i>Trigla lucerna</i>	Rødknurr	Tub Gurnard
77	<i>Pleuronectes platessa</i>	Rødspette	European Plaice
78	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Rognkjeks	Lumpsucker
79	<i>Anisarchus medius</i>	Rundhalet langebarn	
80	<i>Raja fyllae</i>	Rundskate	Round Ray
81	<i>Limanda limanda</i>	Sandflyndre	Dab
82	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Sandkutling	Sand Goby
83	<i>Pollachius virens</i>	Sei	Saithe
84	<i>Clupea harengus</i>	Sild	Atlantic Herring
85	<i>Trisopterus luscus</i>	Skjeggorsk	Bib
86	<i>Phycis blennoides</i>	Skjellbrosme	Greater Fork-Beard
87	<i>Lycodes squamiventer</i>	Skjellålebrosme	
88	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	Skolest	Roundnose Grenadier
89	<i>Platichthys flesus</i>	Skrubbe	Flounder
90	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Slettvar	Brill
91	<i>Myxine glutinosa</i>	Slimål	Hagfish
92	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Smørflyndre	Witch
93	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Småflekket rødhai	Smallspotted Catfish
94	<i>Ammodytes tobianus</i>	Småsil	Lesser Sandeel
95	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	Småvar	Norwegian Topknot
96	<i>Sebastes mentella</i>	Snabeluer	Deep-Sea Redfish
97	<i>Echiodon drumondi</i>	Snyltefisk	Pearlfish
98	<i>Onogadus argentatus</i>	Sølvtangbrosme	Arctic Rockling
99	<i>Gadiculus argenteus</i>	Sølvorsk	Silvery Pout
100	<i>Lycenchelys sarsi</i>	Sørlig ålebrosme	
101	<i>Raja oxyrinchus</i>	Spisskate	Longnosed Skate
102	<i>Gymnelis retrodorsalis</i>	Spitsbergen ålebrosme	
103	<i>Zeus faber</i>	St. Petersfisk	John Dory
104	<i>Lycodes seminudus</i>	Storhodet ålebrosme	
105	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Storsil	Greater Sandeel
106	<i>Raja batis</i>	Storskate	Skate
107	<i>Argentina sphyraena</i>	Strømsild	Argentine
108	<i>Porifera</i>	Svamper	Sponges
109	<i>Paraliparis bathybi</i>	Svart ringbuk	
110	<i>Etmopterus spinax</i>	Svarthå	Velvet Belly
111	<i>Eumicrotremus derjugini</i>	Svartkjeks	Leatherfin Lumpsucker
112	<i>Trisopterus minutus</i>	Sypike	Poor-Cod
113	<i>Trachurus trachurus</i>	Taggmakrell	Horse Mackerel
114	<i>Agonus decagonus</i>	Tiskjegg	Atlantic Poacher

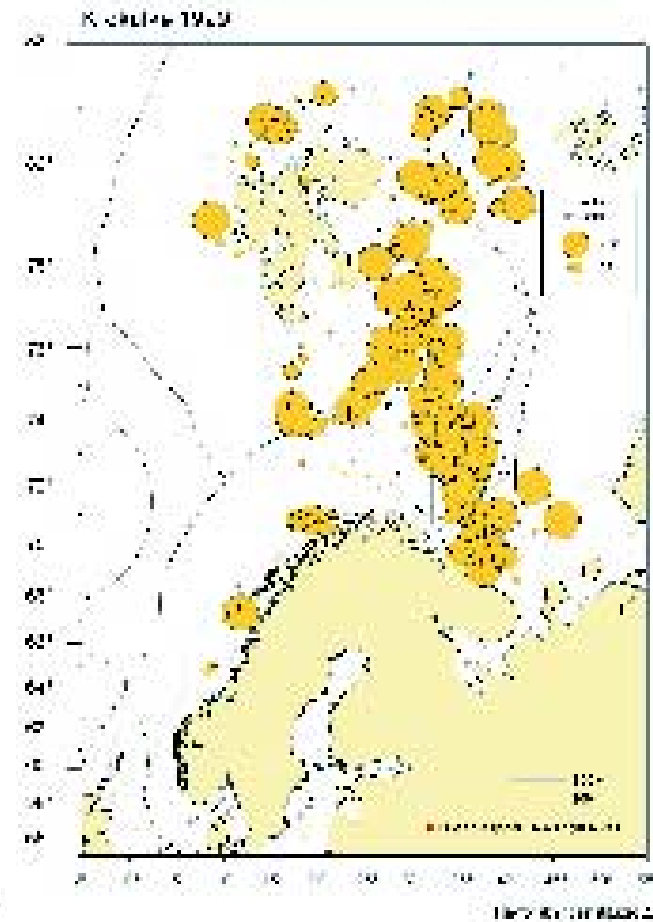
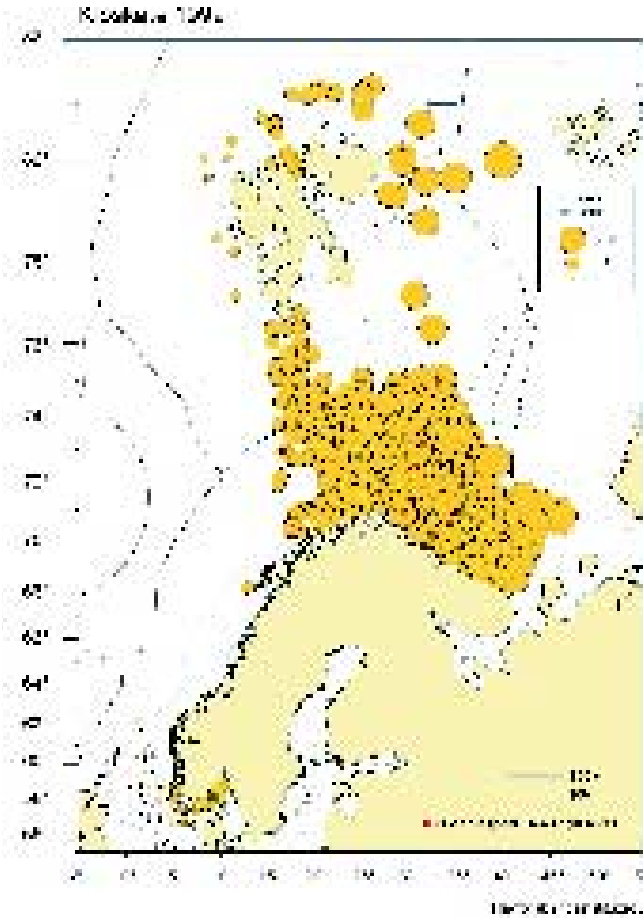
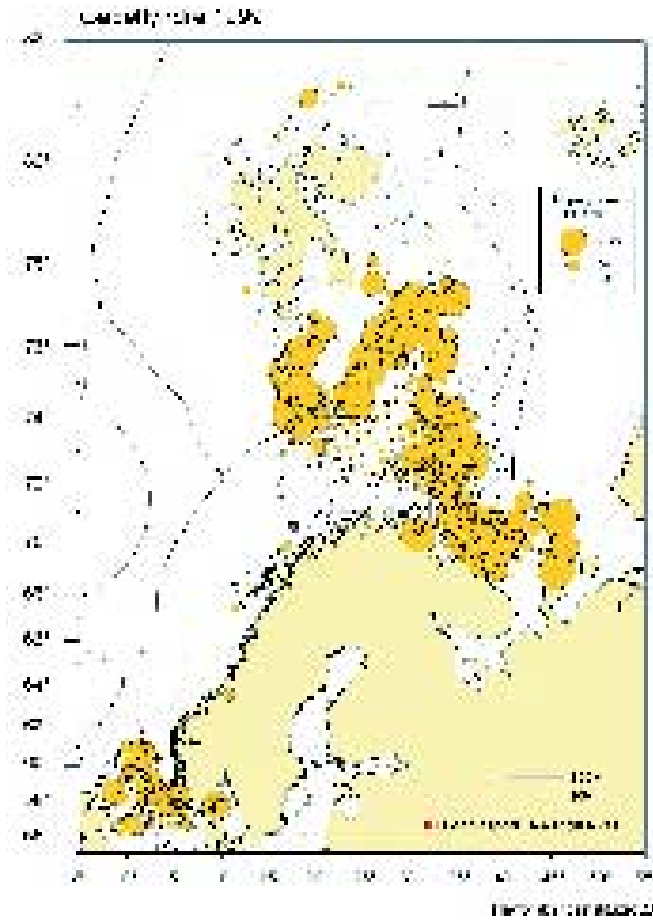
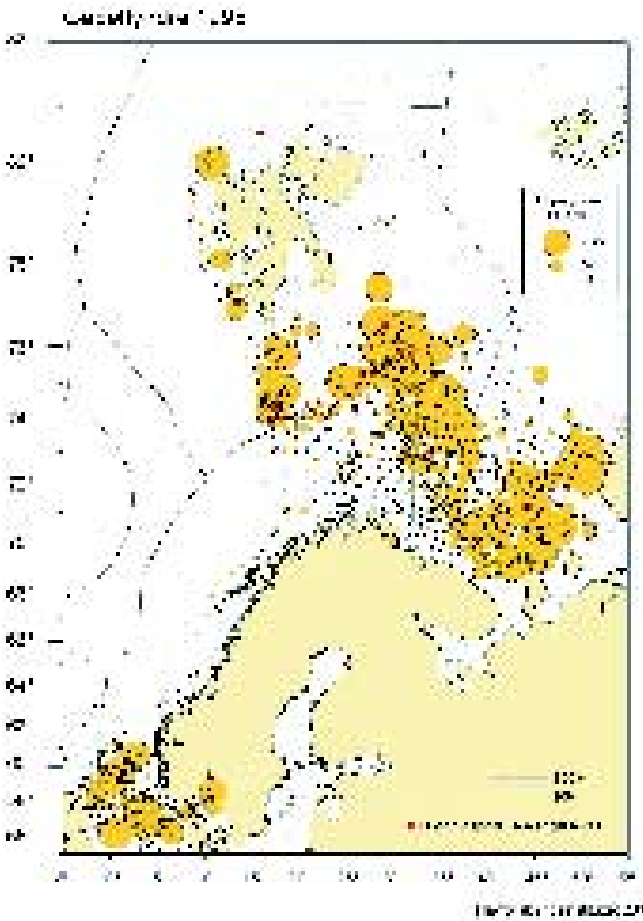
115	<i>Ammodytes</i>	Tobis	Sandeels
116	<i>Icelus bicornis</i>	Tornulke	Twohorn Sculpin
117	<i>Gadus morhua</i>	Torsk	Cod
118	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Trepigget stingsild	Three-Spined Stickleback
119	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Tretrådet tangbrosme	Three-Bearded Rockling
120	<i>Solea vulgaris</i>	Tunge	Sole
121	<i>Leptoclinus maculatus</i>	Tverrhalet langebarn	Spotted Snake Blenny
122	<i>Lycodes esmarki</i>	Ulvefisk	Esmark'S Eelpout
123	<i>Callionymus lyra</i>	Vanlig fløyfisk	Common Dragonet
124	<i>Liparis liparis</i>	Vanlig ringbuk	Sea Snail
125	<i>Sebastes marinus</i>	Vanlig uer	Golden Redfish
126	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Vanlig ulke	Bull-Rout
127	<i>Lycodes vahlii</i>	Vanlig ålebrosme	Vahl'S Eelpout
128	<i>Argentina silus</i>	Vassild	Greater Argentine
129	<i>Eumicrotremus spinosus</i>	Vortekjeks	
130	<i>Polyprion americanus</i>	Vrakfisk	Wreck-Fish
131	<i>Trisopterus esmarkii</i>	Øyepål	Norway Pout
132	<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	European Eel
133	Zoarcidae	Ålebrosmefamilien	Eel-Pouts
134	<i>Zoarcetes viviparus</i>	Ålekvabbe	Eel-Pout
135	<i>Octopoda</i>	Åttearmet blekksprut	Octopods



Figur 10.10: Fiskefangst



Figur 10.11: Fiskefangst



9

SJØPATTEDYR

9.1 Generell introduksjon

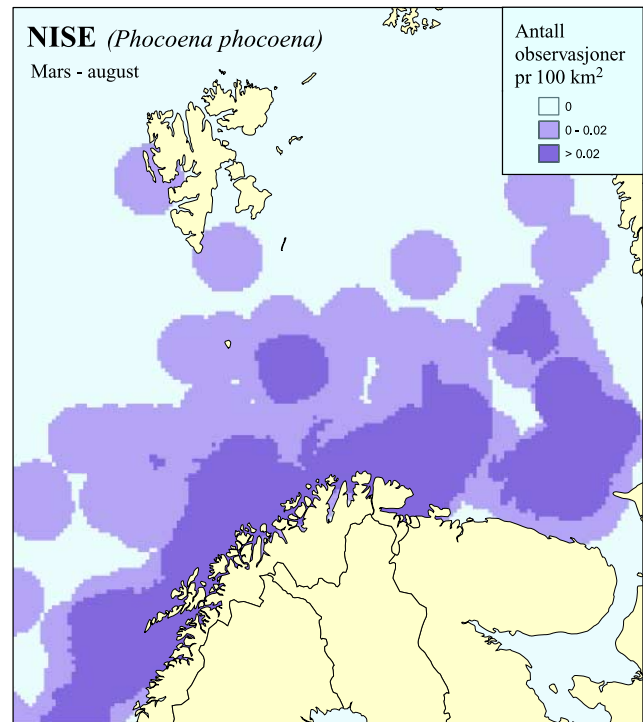
De nordlige havområdene er også viktige områder for flere av våre sjøpattedyr. Selene dominerer i antall, hvalene i biomasse. Kvitnos, kvitskjeving, spekkhogger, nise, narhval, hvithval, spermhval, nebbhval, blåhval, finnhval, seiqual, vågehval, knølhval, grønlandshval, hvalross, ringsel, storkobbe, grønlandssel, steinkobbe og klappmyss kan alle forekomme i Barentshavet/Svalbardområdet. Spekkhoggere, finnhval, knølhval, og vågehval vandrer nordover og inn i Barentshavet om sommeren for å beite på de store forekomstene av dyreplankton og fisk, men om høsten drar de sørover til tempererte parrings- og kalvingsområder. Andre kan oppholde seg i Barentshavet året rundt (eks. hvithval, narhval og grønlandshval). Det samme gjelder for småhvalene springere og niser, samt for grønlandssel, havert og steinkobbe i det sørlige Barentshav. Flere av sjøpattedyrene i dette området opptrer i bestander som strekker seg utenfor landegrensene, Norge deler derfor forvaltningsansvaret med en rekke andre land. Dette blir ivaretatt av forvaltningsorganer som den Internasjonale hvalfangstkommisjon (IWC), International Council on the Exploration of the Sea (ICES) og North Atlantic Marine Mammal Commission (NAMMCO).

De fleste sjøpattedyrene er toppkonsumenter med unntak av noen bardehvaler som er sekundærkonsumenter, dvs. de ernærer seg fra trinn to i de marine næringskjedene. Arter med omtrent samme fødevalg kan utnytte ulike fraksjoner av samme ressurs. For eksempel utnytter ringsel og grønlandssel begge polartorsk, men grønlandsselen spiser oftest større individer som befinner seg på større dyp enn små polartorsk.

I forhold til de kommersielle fiskeartene har sjøpattedyrene blitt viet mindre oppmerksomhet, og vi har derfor mindre kunnskap om sjøpattedyrenes vandringer, habitatkrav, tallrikhet og fordeling. I de følgende avsnitt beskrives hver av de vanligste artene som forekommer i området Lofoten–Barentshavet. For noen av artene vises fordelingskart. Disse kartene er basert på tilfeldige observasjoner innsendt til Havforskningsinstituttet samt observasjoner fra Havforskningsinstituttets hvaltellingstokt. Fordi fordelingen av sjøpattedyrobservasjoner er svært påvirket av hvor det har vært observatører, må kartene kun tolkes som en grov indikasjon på artenes fordeling.

9.2 Nise (*Phocoena phocoena*)

Nisen er generelt en kystbunden art som oppholder seg i grunne farvann (< 200 m dyp; Figur 9.1). Nisene opptrer i små flokker, og forekommer langs hele norskekysten. Av rundt 95 000 niser i norske farvann befinner 11 000 individer seg i havområdene nord for Lofoten og i



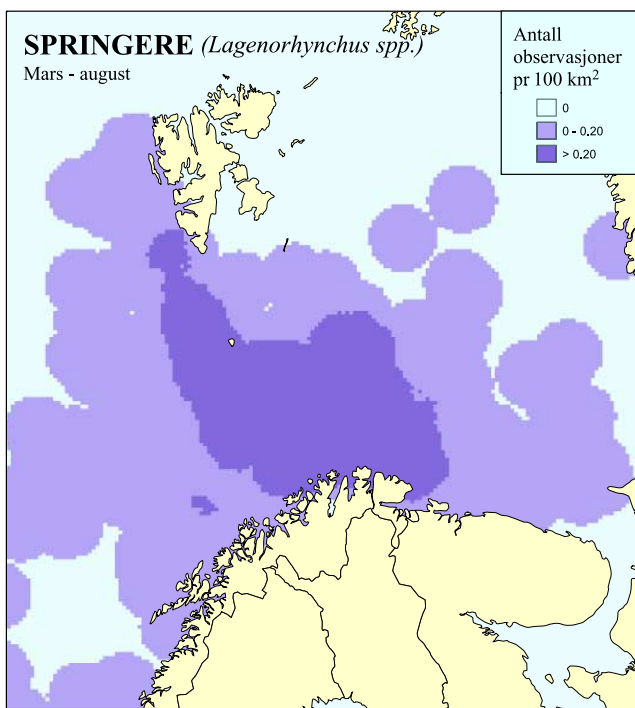
Figur 9.1 Fordeling av nise-observasjoner i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 853 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra talletokt) i mars–august, 1987–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på nisens egentlige fordeling.

Barentshavet. Nisene er stasjonære, og telemetristudier av niser i Varangerfjorden har vist at niser kan oppholde seg inne i de samme fjorder gjennom hele året. Det er derfor antatt at nisene i Barentshavet tilhører en annen bestand enn nisene lenger sør langs norskekysten. I Barentshavområdet oppholder nisene seg i områdene sør for polarfronten (Figur 9.1) og beiter på sild og lodde, samt blekksprut.

9.3 Springere – kvitskjeving (*Lagenorhynchus acutus*) og kvitnos (*L. albirostris*)

Kvitskjeving og kvitnos er to mindre tannhvalarter som er vanskelig å skille fra hverandre i felt. De behandles derfor under et felles avsnitt i denne rapporten. Springerne forekommer i flokker på opp til 30 individer og beiter på sild og torskefisk, og kanskje også på lodde og blekksprut. Kvitnosen er en sokkelart som gjerne holder seg i grunne, kystnære farvann, mens kvitskjevingen fortrinnsvis finnes over dypere vann. (Figur 9.2). Vi vet lite om deres vandringer. Basert på et talletokt utført i juli–august 1995

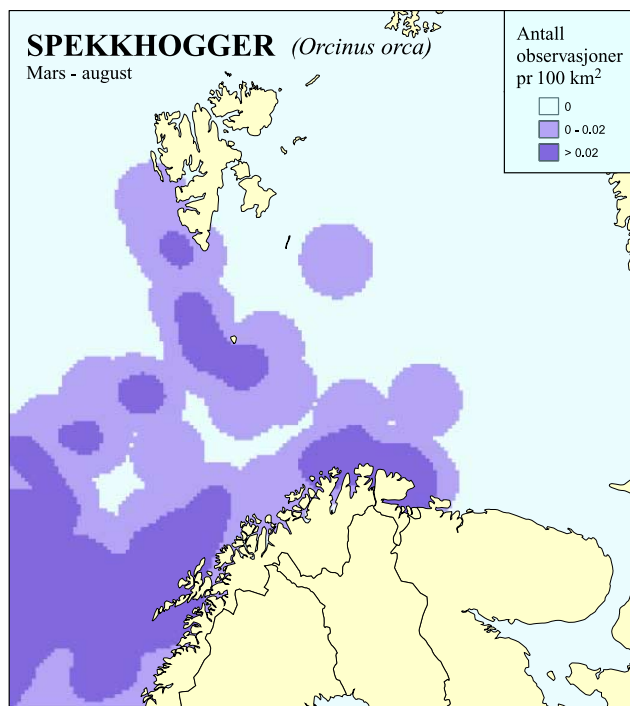
ble antall springere langs norskekysten og i Barentshavet anslått til 131 500 individer, hvorav 50 000 individer befant seg i Barentshavområdet. Kvitnosen kan være tallrik rundt Bjørnøya og helt opp til iskanten. Den kan opptre i flokker på flere hundre dyr, men er vanligst i mindre flokker.



Figur 9.2 Fordeling av springer-observasjoner (kvitnos og kvitskjeving) i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 2 068 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra telletokt) i mars-august, 1987–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på springernes egentlige fordeling.

9.4 Spekkhogger (*Orcinus orca*)

Rundt 3000 spekkhoggere oppholder seg i norske farvann. Spekkhoggerne forekommer langs hele norskekysten og i Barentshavet med kjerneområder utenfor Møre-kysten, Lofoten og Finnmarkskysten (Figur 9.3). Spekkhoggerne vandrer helst i flokk (4–10 dyr) som holder sammen hele livet, noen ganger over flere generasjoner. Om våren følger spekkhoggerne fordeling i stor grad fordelingen av vårgytende sild. Utbredelsen av spekkhoggerne varierer derfor mellom årstider. Om vinteren oppholder de seg typisk i kjerneområdene, mens om sommeren kan de ha en spredt fordeling i Norskehavet og Barentshavet (Figur 9.3). I tillegg til sild, spiser spekkhoggeren hovedsakelig annen type fisk og blekksprut. Om vinteren, når silda samles i Vestfjorden, kan det være rundt 550 spekkhoggere i Vestfjorden og omliggende områder.



Figur 9.3 Fordeling av spekkhogger-observasjoner i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 378 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra telletokt) i mars–august, 1987–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på spekkhoggerne egentlige fordeling.

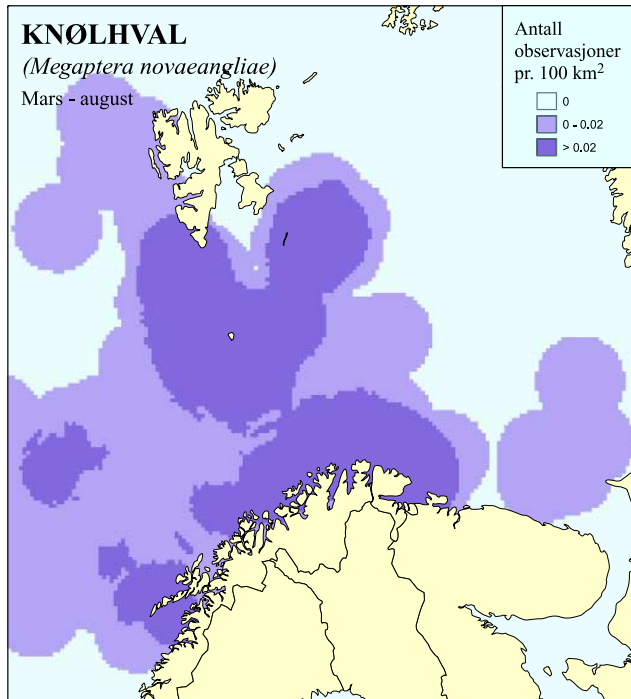
9.5 Hvithval (*Delphinapterus leucas*)

Hvithval er sosiale dyr og opptre i flokker fra ganske få dyr til over 1000 individer. Den oppholder seg gjerne i fjorder og kystnære områder, men vi vet relativt lite om hvithvalens biologi og utbredelse i Barentshavet og Svalbardområdet. Basert på studier fra Vest-Grønland er det antydnet at klima kan ha betydning for trekkruter langs kysten der. Ved Svalbard observeres hvithvalen hyppigst i Isfjorden og Van Mijenfjorden og ellers ofte i fjordene på vestsiden av Spitsbergen foran brefronter og elvemunninger om sommeren. Antall observasjoner må imidlertid relateres til at det i disse områdene er flest observatører. Forskning på hvithval med bl.a. satellittmerking, viser at de også beveger seg opp og ned langs østkysten av Svalbard, langs iskanten og et stykke innover i isen. Fødevalg er fisk (polartorsk er spesielt viktig), blekksprut og bunnlevende krepsdyr (reker og krabber).

9.6 Knølhval (*Megaptera novaeangliae*)

Knølhvalens utbredelse i Atlanterhavet strekker seg fra tropiske til arktiske regioner. Fra mai til januar oppholder den seg i Barentshavområdet (Figur 9.4) og beiter hovedsakelig på lodde, men også krill, vingesnegl, polartorsk og annen stimfisk kan inngå i føden. I januar starter en sørvestlig

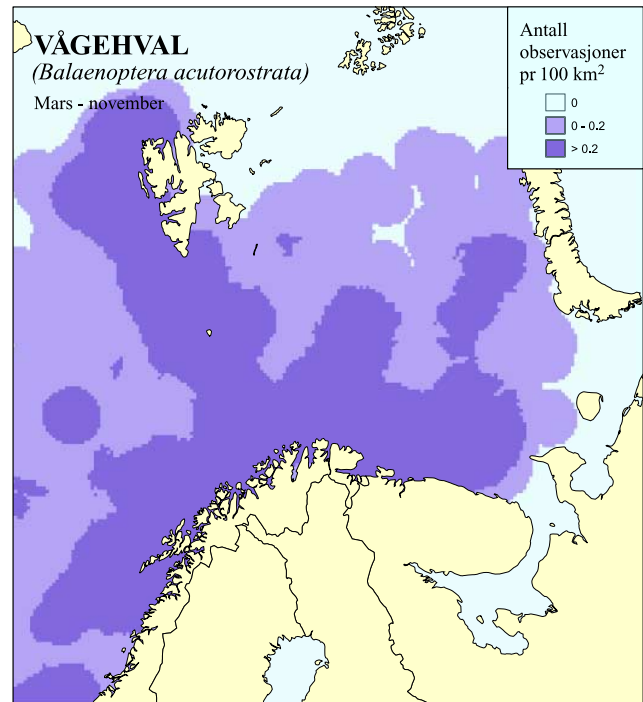
vandring langs norskekysten og videre til kalvingsområder i det vestlige Atlanterhav. Knølhvalen lever i tett assosiasjon med lodda i Barentshavet. Basert på talletokt utført om sommeren (juni–august) 1987–1989 ble totalbestanden av knølhval i norske farvann anslått til ca. 1000 individer, og ca. 210 individer i Barentshavet.



Figur 9.4 Fordeling av knølhval-observasjoner i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 508 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra talletokt) i mars–august, 1987–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på knølhvalens egentlige fordeling.

9.7 Vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*)

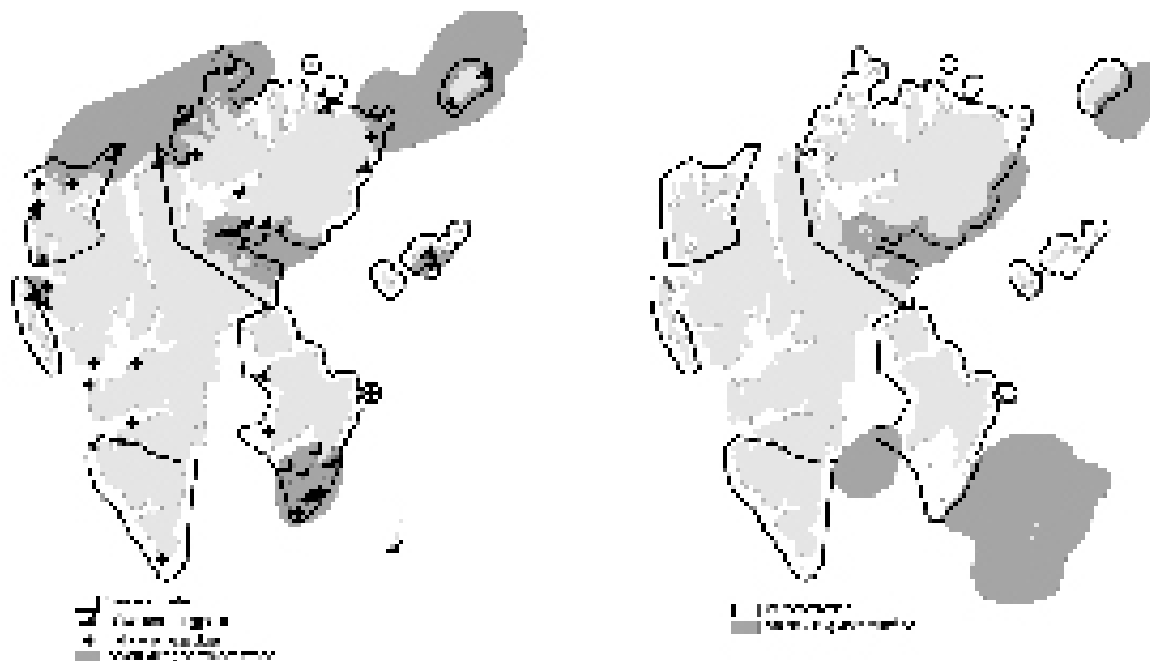
Vågehvalen er den vanligste bardehvalen i norske farvann. Den kalver sannsynligvis i tropiske farvann og foretar næringsvandring til Barentshavet, gjerne helt nord til iskanten, om sommeren (Figur 9.5). Vågehvalen oppholder seg i Barentshavområdet fra mai til oktober, og forekommer i store deler av Barentshavet sør for iskanten (Figur 9.5). I Barentshavet beiter den på krill og amfipoder, samt sild og lodde og eventuelt annen fisk. Den har et mer allsidig fødevalg enn de andre bardehvalene. Farvannene rundt Bjørnøya er blant de områdene i Barentshavet med størst tetthet om sommeren (Figur 9.5). I 1995 ble sommerbestanden (juli og august) av vågehval i Barentshavområdet anslått til 46 800 individer mens det totalt var 118 300 individer i norske farvann. Siden 1995 er 150 til 750 vågehval årlig tatt i kommersiell fangst, over halvparten av disse hvalene er blitt fanget i farvannene nord for Lofoten.



Figur 9.5 Fordeling av vågehval-observasjoner i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 16 862 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra talletokt) i mars–november, 1984–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på vågehvalens egentlige fordeling.

9.8 Hvalross (*Odobenus rosmarus*)

Hvalrossene er svært sosiale dyr og kan opptre i flokker på flere hundre dyr, men forekommer vanligvis i mindre flokker. Hvalrossen foretrekker drivisområder, men har faste liggeplasser på land når isen er borte. Tidligere utbredelse i Svalbardområdet omfattet et større område enn i dag, men fordi bestanden er i vekst kan disse bli gjenerobret. På Svalbard er det sterk overvekt av hanner, bortsett fra i de nordøstlige farvannene. Utbredelsen styres delvis av isutbredelse og vi finner derfor ulike forekomster om sommeren og om vinteren (Figur 9.6), i tillegg er vinterutbredelsen i stor grad styrt av fordelingen av drivis, som kan variere mye fra år til år. Viktige sommerutbredelsesområder er nord for Spitsbergen og Nordaustlandet, ved Kvitøya og syd for Edgeøya. Vi vet mindre om vinterutbredelsen, men områdene sør for Nordaustlandet, omkring Hopen og sørøst av Tusenøyene, samt sørøst av Kvitøya er antatt viktige vinterområder. Hvalrossen ernærer seg hovedsakelig av skjell (butt sand-skjell er sannsynligvis viktigst; det er usikkert i hvilken grad haneskjell og hjerteskjell utnyttes), men også andre bunndyr, samt noe fisk. Mesteparten av fødeopptaket skjer på dyp mellom 10 og 50 m, men den kan ha fødedykk ned til minst 80 m. Det antas at det finnes ca. 2000 dyr i Svalbardområdet.



Figur 9.6 Liggeplasser i bruk, forlatte liggeplasser og antatt viktigste leveområder for hvalross ved Svalbard.

9.9 Ringsel (*Phoca hispida*)

Ringsel er den mest tallrike selen i isfylte deler av Barentshavet og ved Svalbard. Den oppholder seg i området hele året. Ringsel opptrer som oftest enslig. Fastisområder i fjordene og langs kysten av Svalbard er de viktigste kaste- og hvileområdene om vinteren og våren. Brefronter hvor snøen akkumuleres effektivt antas å være særdeles viktig. Her kan ringseler hule ut rom i snøfonner. Disse snøhulene gir beskyttelse mot vær og vind, og til dels mot rovdyr. De fleste ringselungene blir født i slike huler i mars–april. Hele vinteren tilbringer ringselen i sjøen under fastisen, men holder pustehull åpne ved hjelp av klørne på framsveivene. Viktigste føde er polartorsk (spises både vinter og sommer), men også små reker og andre krepsdyr inngår i dietten. Andelen krepsdyr fra undersiden av isen, særlig *Themisto*, øker om sommeren. Ringselen er et viktig byttedyr for isbjørnen, men også hvalross, spekkhogger og håkjerring kan være predatorer. I tillegg kan fjellrev, polarmåse og ismåse ta unge ringselunger.

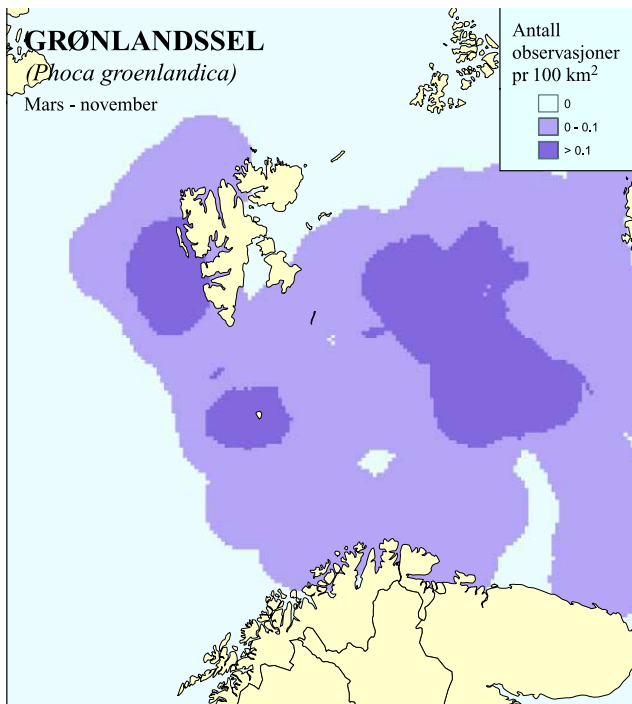
9.10 Storkobbe (*Erignathus barbatus*)

Også storkobben er vanlig i isfylte deler av Barentshavet og den opptrer nesten alltid alene. Storkobben kan være tallrik langs nordkysten av Spitsbergen og Nordaustlandet, i fjordene på vestkysten av Spitsbergen og i Storfjordområdet. Den er også tallrik i drivisen i Barentshavet. Storkobben ligger gjerne på små isflak i åpen is under hårfellingen i mai–juni og når ungene (som straks er svømmedyktige)

fødes. Fordi hovedføde er bunndyr (fisk, skjell, snegler, krabber og reker), forekommer den stort sett i grunne (< 100 m) kystnære områder, men den har vært observert ved 84°N. Til forskjell fra ringselen unngår den områder med sammenhengende fastis fordi den ikke har evne til å holde pustehull åpne på samme måte som ringsel. I stedet foretrekker den isen langs råker eller drivende isflak. Isbjørn er eneste predator av betydning.

9.11 Grønlandssel (*Phoca groenlandica*)

Grønlandssel er en vanlig selart i Barentshavet. Rundt 1.7 millioner grønlandssel overvintrer i østisen. Hver vår, etter kasteperioden, foretar disse selene næringsvandring nordover og vestover i Barentshavet (Figur 9.7). Grønlandsselen beiter typisk på polartorsk i områder nær iskanten, ellers beiter den på stimfisk som lodde og sild, men også på reker og andre krepsdyr. I oktober/november trekker grønlandsselen tilbake til overvintringsområdene i Østisen. Sammen med hvalross er grønlandssel den mest sosiale selarten og kan forekomme i store flokker i åpent hav på vandring mot isområdene. Russland har forvaltningsansvaret for Østisen-bestanden, og det foregår kommersiell fangst fra både Norge og Russland. Kvoten i 2002 er på 53 000 dyr hvorav Norge kan fangste 5000 dyr (angitt i voksenekvivalenter; 1 voksen sel er ekvivalent med 2.5 unger ved omregninger). Det er grønlandssel som enkelte år forårsaker såkalte "selinvasjoner" langs norskekysten.



Figur 9.7 Fordeling av grønlandssel-observasjoner i området Lofoten og Barentshavet, basert på totalt 16 862 observasjoner (tilfeldige observasjoner og observasjoner fra talletokt) i mars–november, 1984–2001. Merk at fordelingen av observasjoner er svært avhengig av hvor det har vært observatører. Kartet gir derfor kun en grov indikasjon på grønlandsselens egentlige fordeling.

9.12 Havert (*Halichoerus grypus*)

Haverten forekommer i kolonier langs hele norskekysten. Av rundt 4 400 individer i Norge forekommer rundt 2000 individer i Nordland og rundt 1 100 i Troms og Finnmark. Haverten oppholder seg gjennom hele sin livssyklus i kystnære områder. Den samler seg i store kolonier i kasteperioden (yngler på land i september–desember) og i hårfellingsperioden om sommeren, mens den i resten av året kan være spredt vidt omkring langs kysten i næringsøk. Næringsvalg hos haverten er lite kjent, men vi antar at laksefisk, dypvannsfisk og bunnfisk og en del virvelløse dyr er viktig. Det er et generelt forbud mot fangst av havert, men det gis adgang til jakt av havert i områder hvor bestandene vurderes jaktbare. I 2002 er den totale fangstknoten på havert 355 individer, hvorav 60 individer kan fangstes i området Vesterålen til Varanger. Rundt 5 % av alle merkede havarter, hovedsakelig ungdyr, taes som bifangst i garn og torskeruser.

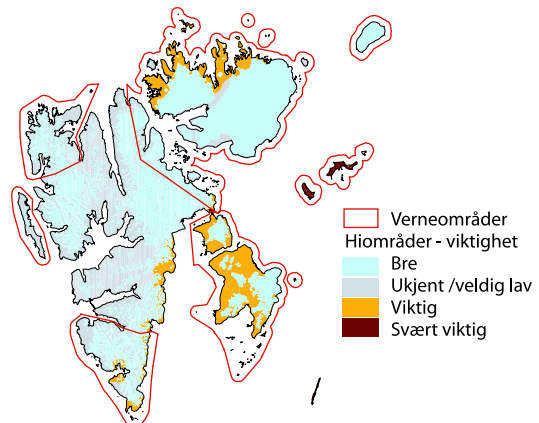
9.13 Steinkobbe (*Phoca vitulina*)

I likhet med haverten forekommer også steinkobben i kolonier langs norskekysten, også den oppholder seg gjennom hele sin livssyklus i kystnære områder. I kontrast

til haverten oppholder steinkobben seg nær koloniene året rundt, og er derfor en relativt stedbunden art. Den ligger mye på land. Steinkobben er sannsynligvis en opportunist i matveien, hvilke fisk den spiser avhenger av tilgjengeligheten av fiskeartene. I de deler av utbredelsesområdet hvor steinkobben spiser økonomiske viktige fiskeslag anser fiskerne denne som et skadedyr, som det bør kunne jantes på. Bestanden i Norge er på rundt 6 700 dyr. Langs kysten av Troms og Finnmark ble det i perioden 1994–1998 observert i underkant av 1 300 individer. I tillegg finnes det ca. 500 individer ved Svalbard, de fleste i området ved Prins Karls Forland. Som haverten, er også steinkobben generelt fredet, men fangstknoter gis i områder hvor bestandene vurderes jaktbare. I 2002 er den totale fangstknoten på steinkobbe 504 individer, hvorav 237 individer kan fangstes i de tre nordligste fylkene. I tillegg taes rundt 6 % av den totale bestanden, hovedsakelig ungdyr, i Norge som bifangst i fiskeriredskaper. I 1988 døde rundt 20 000 steinkobber i Nordsjø-området av viruset Phocine Distemper Virus (PDV). PDV dukket igjen opp i Oslofjorden sommeren 2002. Det er usikkert hvordan dette vil påvirke steinkobbe-bestanden. I 1988 hadde PDV liten betydning for de nordlige steinkobbekoloniene.

9.14 Isbjørn (*Ursus maritimus*)

Isbjørnen ved Svalbard tilhører en bestand med utbredelse fra Østgrønland til nordvestlige deler av Russland. Isbjørnen kan vandre over store områder. Den foretrekker iskantområdene, der det er mest sel. Om sommeren trekker mange dyr nordøstover til områder nord for 80°N, mens de om vinteren kan vandre sørvestover til iskanten på rundt 76°N. Drektige isbjørnbinner går i hi i snøen senhøstes. Kong Karls Land og Hopen er de viktigste hiområdene (Figur 9.8). Hopen har de siste par årene blitt benyttet i mindre grad enn tidligere, kanskje fordi det har vært mildere vintre og mindre is rundt Hopen i disse årene. Andre viktige hiområder er Edgeøya, Barentsøya og Storfjordområdet. Ringsel og storkobbe er hovedføde, men grønlandssel blir noe vanligere om sommeren. Isbjørnen er også åtseleter (f.eks. på død hval) og den kan ta levende rein og hvalross. Vi antar at det finnes ca. 3000 isbjørn i Svalbardområdet (ca. 5000 i hele bestanden), men disse tallene er svært usikre.



Figur 9.8 Hiområder på land for isbjørn på Svalbard.

10

BUNNFAUNA

10.1 BUNNDYR

Store deler av bunnfaunaen er stasjonær og avspeiler dermed de lokale miljøforhold. Bunndyr kan derfor brukes som indikatorer på miljøkvalitet. Bunndyrfaunaen ved Polarfronten lever i et meget varierende miljø og må være tilpasset både arktisk-boreale og arktiske forhold. Men disse havområdene må kunne karakteriseres som lite undersøkt med hensyn til bunndyrtbredelse. Det er ikke mange undersøkelser av bunnfaunaen i Barentshavet, sett i forhold til havområdets store betydning som fiskeriområde. Russiske forskere er kanskje de som har gjort mest med hensyn på å kartlegge bunnfaunaen i Barentshavet. Kystområdene og fjordene på Svalbard er imidlertid best undersøkt, og nylig er det utgitt en oversikt over bentiske makroorganismer på Svalbard, Bjørnøya og Jan Mayen.

Langs norskekysten beskrives stadig nye kaldtvannskorallrev, noen dekker store arealer. De kan forekomme på dypt vann, på skrenter ned mot fjordbunnen, på terskler, på fjellpartier som reiser seg opp fra en ellers flat bunn osv. Korallrev har som regel et stort artsmangfold som vil bli påvirket ved tråling eller annen aktivitet. Det samme gjelder svampområder, hvis betydning og lokalisering ennå er utilstrekkelig undersøkt.

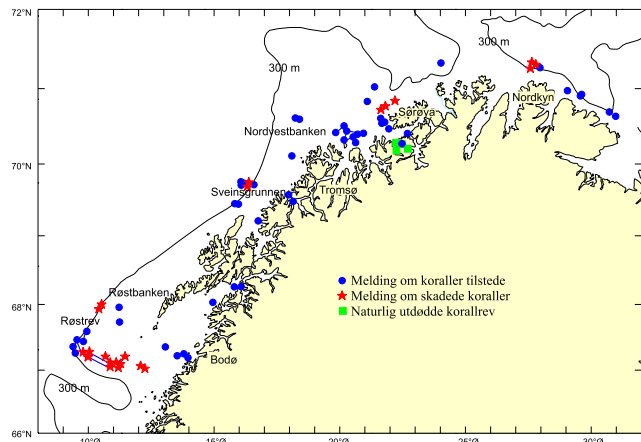
10.2 KORALLREV

De norske kaldtvannskorallrevene dannes av *Lophelia pertusa* som er en steinkorall (Scleractinia) i familien Caryophyllidae. *Lophelia* forekommer i de fleste hav unntatt i polarområder og lever i dybdeområdet 40–2000 m. Utenfor Trøndelagskysten danner den sammenhengende rev eller banker opp til ca. 35 m høye og 1 km lange. Revkompleksene kan imidlertid bli mye lengre, for eksempel er revet på Sularyggen ca. 14 km langt. De grunneste forekomstene finnes i Trondheimsfjorden på rundt 40 m dyp, mens de dypeste forekomstene er i Stillehavet på dyp rundt 3000 m. Nær sokkelkanten, utenfor Norskekysten finnes *Lophelia*-revene på dyp mellom 200 og 500 m. Revene er vanligst i vann med saltholdighet høyere enn 34 og en temperatur på mellom 4 og 8 °C. *Madrepora oculata* er en annen steinkorall som ofte kan påtreffes sammen med *Lophelia*, men denne korallen bygger ikke store rev.

10.2.1 Forekomst av rev fra Lofoten og nordover

Det finnes mye koraller fra Lofoten og nord og østover til og med Finnmark (Figur 10.1). Noen av disse forekomstene er godt dokumentert, for eksempel i Stjernesundet og nord for Fugløya, mens andre ikke er verifisert i nyere tid, for eksempel utenfor Syltefjord, Berlevåg og Nordkyn i Øst-Finnmark. Det er ikke kjent om *Lophelia*-korallene vokser videre østover på den russiske siden. Det er heller ikke kjent

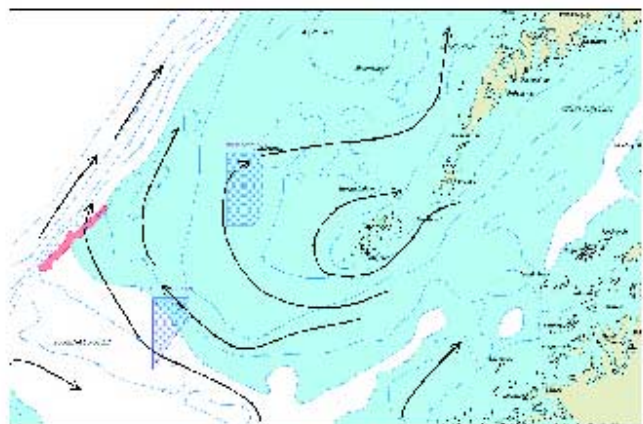
om arten har en nordligere fordeling, for eksempel nordover mot Svalbard langs skråningen inn til Barentshavet.



Figur 10.1 Forekomst av korallrev fra Lofoten og nordover. Alle forekomstene og tilstanden til korallrevene er ikke verifisert. Derfor brukes foreløpig terminologien ”melding”. Noen forekomstene er imidlertid godt kjent fra litteraturen, for eksempel ved Fugløya og Sørøya.

10.2.2 Røstrevet

Et ”nytt” stort korallområde langs eggakanten 110 km vest for Røst ble dokumentert av Havforskningsinstituttet så sent som i mai 2002 (Figur 10.2). Størsteparten av revet ligger mellom 300 og 400 m dyp. Det er 35 km langt og opptil 2.8 km bredt og er derved det største korallrevet av *Lophelia*-typen som noensinne er registrert. Flateinnholdet er rundt 100 kvadratkilometer. Røstrevet er derved nesten 3 ganger lengre, og har et 10 ganger større flateinnhold enn Sularevet som hittil har vært det største kjente *Lophelia*-rev.



Figur 10.2 Et stort korallrev på eggakanten vest av Røst ble kartlagt i 2002. En konsesjon for Hydro (nordligst) og Statoil er tegnet inn. Sorte piler angir bunnstrømmene i området.

10.2.3 Revenes økologiske betydning

Artsmangfold

Revene er store biologiske konstruksjoner med en kompleks romlig struktur som gjør dem til et egnet leveområde for mange fastsittende og frittlevende organismer, dvs. stor variasjonen i mikrohabitater og dermed høyt arts mangfold på revene. Hittil er det foretatt få undersøkelser av den tilknyttede faunaen, men det er allerede funnet 614 arter på *Lophelia*-revene langs norskekysten. Faunaen på *Lophelia*-rev er altså artsrik, men inneholder få arter som ikke også finnes på andre substrater eller bunntyper. I Nordøst-Atlanteren er det foretatt 4 faunaundersøkelser på korallrevene. Av totalt 775 arter er bare 14 felles for disse undersøkelsene. Dette tyder på at antall arter tilknyttet revene er adskillig høyere enn hittil beskrevet.

Fisk

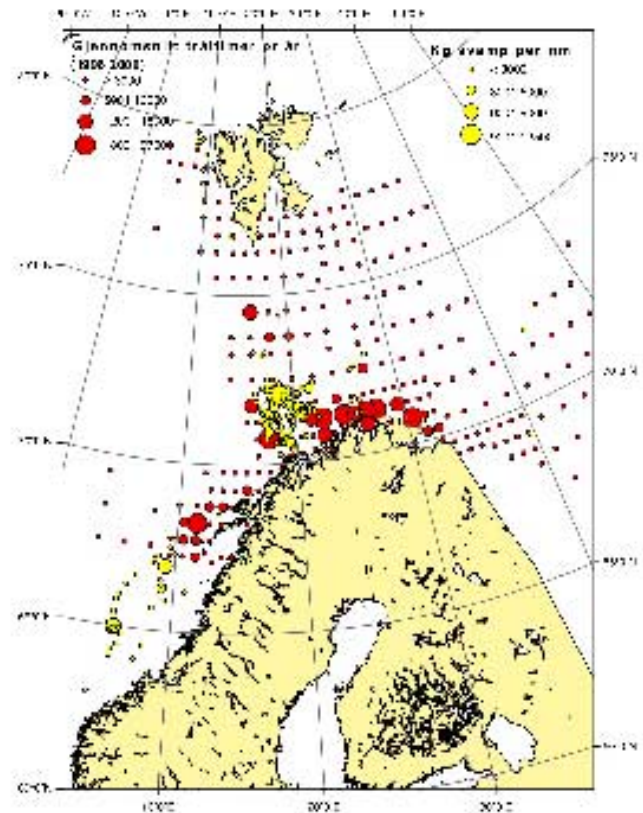
Brosme, lange og uer (vanlig uer og lusuer) er de vanligste fiskeartene på revene, og det er vanligvis mer fisk på revene enn i området utenfor. Uer er observert svømmende et par meter over substratet, liggende på substratet eller i huler mellom korallhodene. Brosme er også observert, men mer spredt enn uer. Det er mye som ennå ikke er undersøkt angående korallrevens betydning for fisk. Havforskningsinstituttet har utført eksperimentelt fiskeri med line og garn ved Storegga. Mengden av uer, lange og brosmen ble kvantifisert på og utenfor *Lophelia*-rev. Resultatene viste at det var signifikant mer uer i revhabitatet enn utenfor. Det var også mer lange og brosmen selv om dette ikke var statistisk signifikant. Mageundersøkelser tyder på at brosmen bruker korallrevene som spisested, mens uer spiser mest plankton og således er knyttet til den planktoniske fødekjeden.

Bioprospektering

Det høye arts mangfoldet på korallrevene innebærer også at det kan være ukjente genetiske ressurser knyttet til revsystemene. Det var denne tankegangen som fikk tyske forskere til å dra til Sularevet for å drive bioprospektering. De var spesielt på jakt etter bakterier som lever i svamper som det er mye av i de samme områdene som korallrevene vokser i.

10.3 SVAMPSAMFUNN

Fiskerne kaller svampområdene gjerne for oste- eller soppbunn fordi de store *Geodia*-svampene kan ligne på store oster eller sopp. Det er kjent at svampområder er utbredt i deler av Barentshavet, for eksempel på Tromsøflaket, spesielt i Snøhvitområdet. Det foreligger imidlertid ikke noen oversikt over utbredelsen av svampsamfunnene. Forskjellige arter foretrekker forskjellige bunntyper, men generelt vil vi vente at svampene vokser i strømrrike områder på bunntyper som sand og grus med mer eller mindre innslag av større steiner. Havforskningsinstituttets bunnråundersøkelser har registrert mengden store svamper i fangstene fra 1981 til nå. Resultatene av dette viser at det er registrert spesielt mye svamp på Tromsøflaket (Figur 10.3).



Figur 10.3 Mengden svamp (per nautisk mil trålt) i Havforskningsinstituttets trålfangster i tiden 1981 og 2001. Trålintensiteten fra kommersielle trålere i tiden 1996–2000 er også vist. Dette antyder påvirkningsgrad på bunndyrsamfunn i de forskjellige områdene.

I forbindelse med korallundersøkelsene og ved analyser av videoer fra oljeselskapene er det mange observasjoner på hvordan fisk også er knyttet til svamper. Det er vanlig å se uer i områder med mye svamp. Uerne ligger gjerne oppi de traktformede svampene eller de ligger på bunnen rett ved siden av svampene. Det er også vist at svampsamfunnene har en rik assosiert invertebratfauna. Det er derfor grunn til å anta at svampene har en viktig økologisk betydning både for fisk og mange invertebrater. Dette er imidlertid meget lite undersøkt.

10.4 ANDRE BENTHOSORGANISMER I BARENTSHAVET OG SVALBARD-OMRÅDET

Benthos kan deles i planter og dyr; bunnflora og bunnfauna. Bunnfloraen domineres av makroalger, men enkelte lavarter og mikroalger lever i fjæra. På større dyp kan bentiske mikroalger (særlig kiselalger) overleve på havbunnen dersom lysforholdene er tilfredsstillende. Det er registrert totalt 163 bentiske marine makroalger og blågrønne bakterier (5 arter) ved Svalbard. Grønnalger utgjør 20–30 %, brunalger 35–45 % og rødalger 35–45 %. Ved Svalbard er det dominans av flerårige arter (ofte er bare deler av algen flerårig). Sjøtemperatur er viktig for utbredelse av makroalger. Derfor vil mange arter fra fastlandet

ikke overleve ved Svalbard hvor artene er tilpasset lave temperaturer både mht. overlevelse og reproduksjon. Fordi makroalgene er avhengige av fotosyntese, så vil lysforholdene påvirke artene (forekomst, produksjon osv.). På grunn av den lange mørketiden er det nødvendig med mørketoleranse, dvs. artene må være i stand til å overleve perioder uten lys. Mange har spesielt vekstmønster hvor de produserer opplagsnæring når det er lyst og vokser i mørkeperioden. Lyset kan i tillegg være svekket pga. is, snø på isen og partikler (planteplankton, sand/sediment) i vannmassene. Mekaniske effekter av isen (isskuring) gjør at det er lite alger i fjæresonen, men velutviklede tareaskog kan forekomme på større dyp. Imidlertid domineres substratet mange steder av sand og grus som ikke vil gi feste for makroalger. Dessuten vil issmelting og elvevann påvirke saltholdigheten og dermed forekomst av arter i enkelte områder. Vanlige tarearter på Svalbard er butare (*Alaria esculenta*) og fingertare (*Laminaria digitata*). Stortare (*Laminaria hyperborea*) forekommer også på Svalbard, men den er ikke like vanlig som på fastlandet hvor den utgjør nærmere 90 % av all tareaskog.

Når det gjelder bunnfauna regner vi med at det er mer enn 1000 benthosarter innenfor fiskevernsonen rundt Svalbard. De vanligste dyregrupper er svamp (Porifera), nesledyr (Cnidaria), børsteormer (Polycheta), krepsdyr (Crustacea), bløtdyr (Mollusca), mosedyr (Bryozoa), pigghuder (Echinodermata), sjøpunger (Ascidiacea) og fisk som steinbitarter og flatfisk. En sammenligning av Sassenfjorden på Svalbard og et tilsvarende område i Nordsjøen viste imidlertid liten forskjell i total diversitet. Påvirkning av Atlanterhavsstrømmen resulterer i mange av de samme artene i enkelte områder som langs den nordlige delen av Norskekysten. Det har imidlertid blitt hevdet at økt atlantisk influens har ført til at enkelte typiske atlantiske arter har utvidet sitt utbredelsesområde nordover.

En sammenligning mellom resultatene fra benthosundersøkelser i perioden 1949–1959 med resultater fra 1878–1931 synes å tyde på at økt atlantisk influens var skyld i at flere typisk atlantiske arter i den siste perioden var å finne langs vestkysten av Svalbard helt opp til 80 °N, arter som med få unntak ikke var registrert der i første periode. Isolerte kaldtvannsbasseng i terskelfjorder og andre områder påvirket av arktisk vann har ofte karakteristiske arktiske arter (eks. *Portlandia arctica* og *Yoldiella*-arter).

Høy primærproduksjon kun i korte perioder i de frie vannmasser og under isen fører til spesielle levekår for bunnfaunaen som utnytter sedimentert biogent (biologisk opprinnelse) materiale som føde. Dessuten kan mengde sedimentert variere fra år til år. Mengde som sedimenterer påvirkes dessuten av beitende dyr i de frie vannmasser.

I tidevannssonen (littoralsonen) fungerer sydspissen av Spitsbergen som en biogeografisk grense. På vestkysten dominerte subarktiske arter som *Balanus balanoides*, *Littorina saxatilis*, *Gammarus oceanicus* mens den arktiske arten *Gammarus setosus* dominerer på østkysten. Det er en kombinasjon av flere faktorer som temperatur, saltholdighet

og isforhold og ikke én enkelt faktor som skaper slike zoogeografiske soner. Når det gjelder sublittorale bunnsamfunn så er det ikke forskjell i antall arter mellom nord/øst for Svalbard og syd/vest for Svalbard til tross for lavere bunntemperatur i nord og øst. Imidlertid vil «partikkelregn», dvs. tilførsel av partikler mot bunnen, ofte føre til flere arter på utsiden enn innsiden av en fjord, selv om noen har et tilpasset filtreringsapparat for dette. Jo mer vertikal flate, jo større innslag av organismer som ikke tåler «partikkelregn» vil det være.

Typiske terskelfjorder og andre fjorder med fint sediment i de dype delene av fjorden (f.eks. Van Mijenfjorden, Magdalenefjorden, Kongsfjorden, indre deler av Liefdefjorden, Woodfjorden) har dominans av få, men karakteristiske arter som børstemark og bløtdyr. Ofte er det økt diversitet mot munningen av en fjord. Dette er særlig utpreget i terskelfjorder som Van Mijenfjorden. I dype områder på vestsiden av Svalbard (på kontinentalsokkelen) er det dype renner som går inn til fjordene (Kongsfjordrenna, Isfjordrenna, Bellsundhola). Sediment vil akkumuleres og det dannes en horisontal bløtbunn som egner seg for tråling med bunntål. Det er disse områdene som har største fangst av reker rundt Spitsbergen. Grunne områder vest og nord for Svalbard som Sørkappbanken, Sentinelleflaket, Sjubreflaket og Breiboflaket er sterkt påvirket av Atlanterhavsstrømmen og bunnen består ofte av renskurt fjell og stein. Arter i slike områder er som regel ømfintlige for «partikkelregn» tilført med smeltevann. De er ofte de samme som på skrånende bunn i fjordene. Ved Kapp Linné finnes f.eks. store mengder av bløtbunnskorallen *Gersemia rubiformis*, ishavsmusling (*Hiatella arctica*), haneskjell (*Chlamys islandica*) og kolonidannende sjøpunger.

Bjørnøya har ingen områder som er påvirket av breslam. Her gir kraftig strøm dominans av grus og stein i bevegelse på bunnen i tillegg til fast fjell. Også her skjer en isskuring i grunnvannsområdene, vanligst ned til 6–8 m, mens det enkelte steder er indikasjoner på isskuring ned til 20 m. I slike områder er det få fastsittende organismer i littoralsonen. Sublittoralsonen (fast grunn) domineres av svært velutviklet tareaskog, hvor særlig sukkertare (*Laminaria saccharina*) er viktig. Dette er viktig oppvekst- og beiteområde for flere fiskeslag, ærfugl, teist og sel. Også *Ischyrocerus* spp. (et krepsdyr), andre krepsdyr og snegler er vanlige. Sublittoralsonen med grus- og sandbunn domineres av amfipoder.

I Barentshavet viste en undersøkelse i nordvest to typer bunnsamfunn. Grunne bankområder (<200 m) med grovt sediment og steiner som var dominert av sjøstjerner og dypere kløfter og skråninger (>200 m) med fint sediment var dominert av endobentiske organismer. Grunne og strømeksponerte områder gir større biomasse enn dypere områder hvor fint sediment akkumuleres. Antagelig er faunaen av samme type som omtalt over (flakene/bankene vest og nord for Svalbard), men dette er ikke godt nok undersøkt.

Også flere fiskegrupper regnes som benthos. Fiske med bunntål etter flatfisk (særlig blåkveite og gapeflyndre) og

andre bunnfisk, kan resultere i 20–25 fiskeslag i samme hal, de fleste under 20 cm. De tilhører gruppen ålebrosmer, langebarn, rognkjeks, ringbuker, ulker og panserulker. I tillegg til blåkveite og gapeflyndre beskattes gjerne mindre bestander av kveite, rødsplette, sandflyndre, skrubbe, lomre og smørflyndre gjennom bifangst.

Haneskjell (*Chlamys islandica*) er sirkumpolar. I norsk økonomisk sone finnes den ved Jan Mayen, i Barentshavet og ved Svalbard, i tillegg til på kysten av Troms og Vesterålen, og små lokale bestander på Vestlandet. På norskekysten lever den på 20–60 m dyp, ved Bjørnøya og Svalbard også noe dypere. Haneskjellressursene nord for Svalbard er de størst i norsk økonomisk sone. I 1986 ble det funnet seks haneskjellfelt på vest- og nordsiden av Svalbard. I 1997 ble et nytt felt øst for Moffen (Parryflaket) undersøkt for første gang. Haneskjell har en maksimumsalder ved Svalbard på 25–30 år. De blir kjønnsmodne når de er 3–6 år. Egg og larver er pelagisk og kan spres over store områder. Larver bunnslår etter et par måneder. Fordi de får føde ved å filtrere vannmassene, finnes de i størst tetthet i områder med sterk strøm. Tidligere ble det fisket haneskjell i Barentshavet. Det var en storsatsing på midten av 1980-tallet og i 1987 var 15–20 norske skjelltrålere med fabrikk i drift. Den sterke beskatningen førte til så sterk nedgang i bestanden at fisket raskt ble ulønnsomt og i 1996 ble siste skjelltråler solgt. De siste årene var kun to trålere i aktivitet. Manglende kunnskap om rekruttering og dødelighet gjør det vanskelig å anslå mulig utbytte fra de enkelte bestandene over lengre tid. 1990-tallet hadde jevn nedgang i skjelltetthet på alle felt, men registrering av småskjell ved Bjørnøya og Moffen i 1996 indikerer imidlertid nye sterke årsklasser som kan nå fangstbar størrelse 6–8 år senere. Parryflaket har lavere fangstindeks per skrapetrek enn for feltene ved Moffen, men høyere enn ved Bjørnøya. Ved skjellskraping beskattes de aktuelle feltene 100 % (veldig arealintensivt). Det er usikkert hvordan biodiversiteten påvirkes på lang sikt.

Hjerteskjell (*Ciliatocardium ciliatum*) har blitt undersøkt i forbindelse med tokt til Svalbardsonen. Det er usikkert i hvilken grad denne og haneskjell utnyttes som føde av storkobbe og hvalross som sannsynligvis har butt sandskjell som hovedføde. Hjerteskjell kan leve i inntil 30 år. Analyser av skjellet kan gi viktige sjøklimateindikasjoner. Hjerteskjell regnes for god mat og høstes i andre deler av Europa, m.a.o. arten er potensiell kommersiell ressurs også i våre farvann.

10.5 TRUSLER MOT BENTISKE SAMFUNN

Vi har valgt å trekke fram denne problematikken spesielt fordi dette tidligere har vært et lite påaktet problemområde til forskjell fra trusler mot øvrige organismesamfunn. I de aller siste år har imidlertid fiskerimyndighetene fredet enkelte korallrev.

10.5.1 Fiskeri

Bunntråling er en rask og effektiv teknikk for høsting av fisk og reker. Data kan tyde på at tråling i tidevannssonen og etter

muslinger har størst effekt, mens tråling i fiskerisammenheng har mindre effekt (med unntak av der hvor det er korallrev). Fauna i relativt fint sediment (mudder o.l.) påvirkes i større grad enn fauna i grovere, mer ustabil sediment. Fauna i mindre fysisk stabile habitater kommer seg raskere etter tråling og bebos av mer opportunistiske arter. Dersom et område belastes gjentatte ganger kan dette føre til permanent forandring. Det er rimelig å anta at områder med periodevis intensiv bunntråling hele tiden vil befinne seg i et «ungt» suksjonsstadium med hensyn til re-kolonisering og reparasjon, og kan derfor for eksempel ikke brukes for å se på klimaendringer.

Det er bunntråling som er den største trusselen mot korallrevene. Bunntråling knuser og ødelegger revene. Havforskningsinstituttet har dokumentert store skader på fiskebankene og langs eggakanten og estimert at mellom 30 og 50 % av revene kan være ødelagt eller negativt påvirket. Fiskerimyndighetene har på denne bakgrunnen lagt ned forbud mot å ødelegge korallrev i norske havområder og noen områder er stengt mot bunntråling. Dette er for eksempel gjort for et område som inneholder Sularevet og Haltenpiperevene.

Kryptobionter (dyr som lever skjult inne mellom korallskjellene) kan bli drept direkte, men også eksponert og utsatt for predasjon når korallene blir revet opp og knust. Dette kan føre til en kortvarig økt fangst av fisk som beiter på disse dyrene. Korallgrener med fastsittende fauna begraves eller legges ugunstig (f.eks. opp-ned) noe som vil medføre død for noen og redusert vekst i et suboptimalt område for andre. I noen områder hvor hele rev blir knust og det foregår tråling med jevne mellomrom vil etter hvert de fleste dyr som lever tilknyttet korallene forsvinne.

Hvordan artsdiversiteten i korallområdene bygges opp etter en rasering vet vi ikke noe om, men antar at når korallene får vokse i fred vil den assosierte faunaen etter hvert etablere seg på nytt. Ved tråling vil variasjonen og habitatkompleksiteten reduseres, mens gjenveksten av korallene og revene vil øke disse.

Bunntråling er også den største trusselen mot svampesamfunnene. På trålt bunn er det vanlig å se bare små svamper. I områder som ikke er trålt er det vanlig å finne store svamper. Fiskerne oppfatter svampene som et problem i trålingsaktiviteten fordi enkelte steder kan det være så mye svamp at trålposen fylles helt opp. Det sies at enkelte steder hvor det var mye svamp tidligere er det nå «rensket opp» slik at tråling er mulig. Å rense områder for svamp er også kjent fra for eksempel Færøyene.

Den økologiske effekten av bunntråling i svampområder er ikke undersøkt, men den kan vise seg å være av stor betydning både for invertebrater og fisk. Antakelig kan effektene sammenliknes med effektene som framkommer ved nedtråling av korallrev.

I de senere år har fiskerne også begynt å ta i bruk såkalte dobbeltråler. To eller flere tråler blir koplet sammen og det

blir festet et stort og tungt lodd mellom trålene for at disse skal holde kontakt med bunnen. En dobbeltrål vil dermed ikke bare påvirke bunnen som to enkeltråler til sammen, men i tillegg vil loddet mellom trålene pløye bunnen. Dette vil medføre ytterligere påvirkning på bunndyrsamfunnene. Tråling fører til resuspensjon av bunnsedimenter og frigjøring av næringssalter nær bunnen. Det er også funnet store bunnlevende havbørstemarker sammen med betydelige mengder resuspendert sediment i sedimentfeller 25 m over bunnen. Ved åpninger av nye trålfelt på Nordvestbanken er det påvist sedimentpartikler i sedimentfeller høyt over bunnen og sedimentpartikler er funnet i pelagisk redskap så høyt som 100 m over bunnen. Dette viser at det finner sted en stor økning av partikler i vannet på trålfeltene. Partiklene kan synke ned på korallrev (og andre bunndyrsamfunn) og føre til en økning i korallenes renseaktivitet. Slik rensing er ressurskrevende og kan føre til at korallene blir stresset eller får problemer med å opprettholde energibalansen. Nedsilting er en av de viktigste faktorene til at tropiske koraller dør på verdensbasis.

10.5.2 Oljevirkosomhet og annen menneskeskapt påvirkning

De tropiske korallrevene er i sterk tilbakegang over hele kloden. Det er mange menneskeskapt påvirkninger som er årsak til dette, og av de viktigste kan nevnes, alle typer av fiskeri og innfangning av levende dyr til akvarieindustrien, avskogning og endringer i landbruk som fører til økte partikkelmengder i elvevann og påfølgende nedsilting av rev, forurensning og eutrofiering, samt økte temperaturer i forbindelse med El Nino-år.

Nivåer av forurensende forbindelser i bentiske organismer kan brukes som indikator på forurensingsbelastning i et område. Imidlertid vil skadelige effekter være avhengig av type forbindelse og de ulike artenes evne til å "håndtere" påvirkningen.

Hvor sårbare *Lophelia*-korallene er overfor forurensning, økte partikkelmengder i vannet eller substanser av forskjellig slag er så godt som ukjent. Det burde vært foretatt undersøkelser på hvordan korallene reagerer på substanser vi vet blir sluppet ut fra oljevirkosomheten og hvordan økte partikkelmengder fra bunntråling og oljerelatert virksamhet påvirker disse dyrene.

Figur 10.2 viser plasseringen av to oljekonsesjoner, en for Statoil og en for Hydro i forhold til Røstrevet. I dette området går bunnstrømmen som vist av pilene i figuren. Det går en strøm inn sør i Trænadypet og det er en utadgående strøm langs nordsiden av Trænadypet. Denne strømmen går gjennom Statoilkonsesjonen og fortsetter rett bort på Røstrevet før den går sammen med hovedstrømmen av atlantehavsvannet langs eggakanten. Det betyr at eventuelle forurensninger, partikler etc. fra Statoilblokken vil fraktes rett bort til revet.

Havforskningsinstituttet har også undersøkt aktuelle forekomster lenger øst i dette området, men har ikke funnet store levende rev. I området er det mye tråling. Døde rev ser meget nedslammet ut. Vi har ingen undersøkelser som viser at bunntrålingen har slammet ned revene, men det er en mulig forklaring.

II

SJØFUGL

Barentshavet har en av verdens høyeste tettheter av sjøfugl. Det er beregnet at havområdet sommerstid huser omlag 20 millioner individer. Mange av bestandene er av stor nasjonal og internasjonal betydning, og havområdet er således en viktig sjøfuglregion i global sammenheng.

11.1 TIDLIGERE UTREDNINGER OG GRUNNLAGSLITTERATUR

Sjøfuglforekomstene i Barentshavet er beskrevet tidligere i flere utredninger, blant annet i forbindelse med åpning av Barentshavet Syd, Troms II, Troms III for leteboring, og i forbindelse med utredningsprogrammet for Barentshavet Nord. I tillegg har det gjennom det bilaterale samarbeidet med Russland blitt utarbeidet flere rapporter som samlet sett utgjør viktig grunnlagsdokumentasjon for sjøfuglene i Barentshavet. Status for 41 marine arter er beskrevet for den nordlige delen av Norskehavet og i Barentshavet (inkl. Kvitsjøen), og det nåværende og fremtidige trusselbildet er beskrevet med anbefalinger for videre kartlegging, forskning og overvåking.

11.2 SJØFUGLENE OG DERES ROLLE I ØKOSYSTEMET

Betegnelsen *sjøfugler* omfatter tradisjonelt fuglearter som har sitt leveområde i det marine miljø, og som henter sin næring her. Gruppen er imidlertid ikke klart definert, og avhengig av graden av marin tilknytning som legges til grunn, kan antallet arter som inngår i gruppen variere. 57 arter er definert som sjøfugler i Norge, inkludert Svalbard, og det er foreslått at disse burde inngå i konsekvensanalyser på den norske kontinentalsokkelen. Av de 57 artene har 18 arter marin tilknytning, hovedsakelig utenom hekkesesongen. Omkring 40 arter kan derfor regnes som regelmessig hekkende sjøfugler i den nordlige delen av Norskehavet og Barentshavet. Disse omfatter arter fra 10 familier, med til dels svært ulikt levesett og biologi. En kort presentasjon av noen av de mest tallrike artene er gitt i tabell 11.1 og 11.2.

De mest typiske sjøfuglene (alkefugler, stormfugler, skarver og havsule) tilbringer mesteparten av sin tid på og henter all sin næring fra havet. Kun i hekkesesongen er de avhengig av å oppsøke land, men også i denne perioden foregår de fleste aktivitetene på sjøen, bla. næringssøk, hvile, fjærstell og kurtise. Sjøfugler har gjennomgående sen kjønnsmodning, høy levealder og en lav reproduksjonsrate. Dette er en tilpasning til et ustabil miljø hvor næring ofte er en begrensende faktor for et vellykket hekkeresultat. Sjøfuglenes evne til å takle endringer i deres livsmiljø er derfor langt mindre, og restitusjonstiden betydelig lengre enn for arter som har en høyere reproduksjonsrate. Dette gjør sjøfuglene spesielt sårbare for menneskeskapt miljøpåvirkning.

Sjøfuglene spiller en viktig rolle som bindeledd mellom hav og land. Dette er særlig fremtredende i arktiske områder. Gjennom tilførsel av næringsstoffer via ekskrementer og byttedyrrester, muliggjør sjøfuglene en rik vegetasjon i nærheten av hekkekoloniene. Denne produksjonen utnyttes av en lang rekke arktiske terrestre fugler og pattedyr, f.eks. gjess, rype, reinsdyr og polarrev.

11.3 NÆRINGSGRUNNLAG

De store sjøfuglbestandene i Barentshavet er i stor grad et resultat av høy primær- og sekundærproduksjon (plante- og dyreplanktonproduksjon) og store bestander av små, pelagiske fiskearter som lodde, sild og polartorsk. Sjøfuglenes næringsvalg spenner over et vidt spekter av arter, og variasjonen kan være stor både gjennom året, mellom år og mellom regioner. Imidlertid er krepsdyr, lodde, sild, polartorsk og tobis svært viktige næringssemner for mange arter. Det er særlig de yngre årsklassene av sild som er viktig næring for sjøfuglene, mens lodda er et attraktivt næringsemne gjennom hele sin livssyklus på grunn av sin begrensede størrelse. Sildeyngel og ungsild er spesielt viktig for en rekke sjøfuglbestander langs kysten av Nord-Norge. Lodda er en nøkkelart for store sjøfuglbestander over nesten hele Barentshavet, men arten erstattes i nord av polartorsken, som hovedsakelig er knyttet til kalde, arktiske vannmasser, og som ofte finnes i assosiasjon med is. Polartorsken utgjør et viktig næringsemne for flere sjøfuglarter i den nordlige delen av Barentshavet.

11.4 UTBREDELSE

Sjøfuglenes utbredelse i Barentshavet er i hovedsak styrt av klimatiske, oseanografiske og biologiske forhold, med en særlig markert gradient fra sørvest til nordøst, fra varmt og saltholdig atlantehavsvann i sydvest til kaldt saltfattig polart vann i nord og øst. Området hvor disse vannmassene møtes kalles polarfronten og dette frontsystemet er et viktig beiteområde for sjøfuglene. Fordelingen av vannmasser og polarfrontens beliggenhet gjenspeiles også i utbredelsesmønstrene til de ulike sjøfuglartene. Særlig påfallende er den betydelige forskjellen i artsutvalget på norskekysten og i Svalbardområdet. Fastlandskysten har et høyere antall arter, både hekkende og overvintrende, enn de nordlige områdene. Arter som skarver og havsule finnes kun på norskekysten, mens polarmåke, ismåke og alkekonge bare finnes som hekkefugler på de nordlige øyene i Barentshavet.

En viktig forskjell mellom den sørlige og nordlige delen av Barentshavet er at i den nordlige delen vil det alltid finnes isfylte områder. Iskantens beliggenhet kan variere mye fra år til år. Om sommeren og høsten, når isen vanligvis har sin minimale utbredelse, ligger ofte iskanten på 81°N på

Norsk navn	Vitenskapelig navn	Best. est. fastlandet	Årstall	Best. est. Svalbard	Årstall	Best. est. Barentsreg.	Årstall	Kommentar/status
Islom	<i>Gavia immer</i>	-	-	0-3	1986-1998	-	-	Bjørnøya er artens østligste hekkeområde. Hekker her trolig år om annet.
Havhest	<i>Fulmarus glacialis</i>	360 000 - 585 000	1990	100 000 - 1 000 000	1994	100 000 - 1 000 000	-	Har på fastlandet hatt en positiv bestandsutvikling siden 1920.
Havsule	<i>Morus bassanus</i>	2 200	1995	-	-	-	-	Fordelt på fire kolonier. Funnet hekkende på kysten av Murmansk i 1996 (Kharlov Island).
Storskarv	<i>Phalacrocorax carbo</i>	6 500	1985-1995	-	-	8 000	-	Hekker på fastlandskysten til Kvitsjøen.
Toppskarv	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	8 800	1982-1995	-	-	9 150	-	Hekker på fastlandskysten til og med kysten av Kolahalvøya.
Hvitkinngås	<i>Branta leucopsis</i>	-	-	23 000*	1990-tallet	267 000*	-	Økt raskt fra 1940-tallet (300 individer). Også hekkeutbredelse er utvidet.
Ringgås	<i>Branta bernicla</i>	-	-	4 000-6 000*	1990-tallet	-	-	Var den vanligste gåsarten på Svalbard (50 000 ind.) med vid utbredelse. Dun- og eggssanking, samt mangel på føde i vinterkvarteret sannsynlige medvirkende årsaker til nedgang.
Ærfugl	<i>Somateria mollissima</i>	50 000	1982-1990	17 000	1981-85	109 000	1945-1995	-
Praktærfugl	<i>Somateria spectabilis</i>	-	-	500	1982-85	<10 000	-	-
Havelle	<i>Clangula hyemalis</i>	-	-	?	-	?	-	Ingen data på hekkepopulasjonens størrelse.
Polarsvømmesnipe	<i>Phalaropus fulicarius</i>	-	-	150-300	1981	?	-	Dramatisk nedgang i Kongsfjorden og på Bjørnøya, men usikkert om dette gjelder for resten av Svalbardpopulasjonen.
Tyvjo	<i>Stercorarius parasiticus</i>	4 000-8 000	1995	1 000	1994	25 000-39 000	-	Få historiske data eksisterer om utvikling i bestanden.
Storjo	<i>Catharacta skua</i>	20-30	1990-1995	200-350	1995	230-390	-	Første hekkefunn i Barentshavområdet på Bjørnøya i 1973.
Sabinemåke	<i>Xema sabini</i>	-	-	2-6?	1993-96	2-6?	-	Få data eksisterer, men det er indikasjoner på at bestanden var større i begynnelsen av forrige århundre.
Fiskemåke	<i>Larus canus</i>	>20 000	1990-tallet	5	1996	>28 500	-	-
Gråmåke	<i>Larus argentatus</i>	100 000	1990-1995	?	(få)	126 200	-	-
Polarmåke	<i>Larus hyperboreus</i>	-	-	4 000-10 000	1970-96	7 000-17 000	1936-1997	Ingen data på bestandsutvikling. Antatt relativt stabil på Bjørnøya.
Svartbak	<i>Larus marinus</i>	25 000	1995	100	1995	33 000	-	1960-tallet: økning i populasjonen i Barentshavet. Sannsynlig sammenheng med utvikling av fiskeindustrien. Sist på 1970-tallet: Nedgang. Sannsynlig sammenheng med overfiske. Andre halvdel av 1980-tallet: langsom økning ettersom fiskebestandene tok seg opp.
Krykkje	<i>Rissa tridactyla</i>	487 000	1980-1990	270 000	1980-94	Ca. 900 000	-	Selv om noen kolonier er redusert på Spitsbergen, så er sannsynligvis Svalbardpopulasjonen økende.
Ismåke	<i>Pagophila eburnea</i>	-	-	Ca. 200	1980-95	>2 000 ?	-	Svalbardpopulasjonens størrelse er ikke kjent på grunn av dårlig dekning ved tellinger, men sannsynligvis er det mer enn 200 par som hekker på Svalbard, antagelig minst 750 par. Trenden på Svalbard er ukjent. Anslag ved tellinger er usikre siden arten muligens skifter hekkelokalitet fra år til år.
Rødnebbterne	<i>Sterna paradisaea</i>	20 000	1994	<10 000	1994	<130 000	-	Ingen informasjon på trendutvikling, men populasjonsstørrelsen har sannsynligvis endret seg lite de siste årtier.
Lomvi	<i>Uria aalga</i>	10 000 - 15 000	1974-1996	100 000	1995	130 000 - 150 000	-	Største koloni i Barentshavet er på Bjørnøya (100 000 par i 1995). På Spitsbergen 200 par fordelt på 3 kolonier (hvorav to ikke hadde registreringer ved siste telling).
Polarlomvi	<i>Uria lomvia</i>	1 000-2 000	1964-1992	ca. 850 000	1973-95	Ca. 1 750 000	1936-1995	Dramatisk nedgang i populasjonen i 1986-87. I 1989 en tredobling. Relativt stabil vekst siden 1990.
Alke	<i>Alca torda</i>	25 000 - 30 000	1966-1994	100	1994	25 000 - 35 000	-	En økning på 17 % fra 1981-1989, men stor variasjon mellom lokaliteter. Eks. reduksjon på 31 % i Kongsfjorden-Krossfjorden området, økning på 600 % i Hornsund.
Teist	<i>Cephus grylle</i>	30 000	1985	20 000	1989	60 000 - 80 000	-	-
Alkekonge	<i>Alle alle</i>	-	-	>1 000 000	1994	>1 300 000	-	Vet relativt lite om status og det mangler data om endringer i bestandsstørrelse for Barentsregionen.
Lunde	<i>Fratercula arctica</i>	2 000 000	1990	10 000	1989	2 000 000	1990	Har sett nedgang på Grønland det siste århundret, antagelig pga. klimatiske forandringer med varmere vann ved de sørligste koloniene.

* Bestandsestimaterne er oppgitt som antall individer i overvintringsområdene. For Ringgås gjelder det hele Barentshavbestanden (Anker-Nilssen et al. 2000).

Tabell 11.1 Bestandsestimater for utvalgte sjøfuglarter i Barentshavet. Bestandsstørrelsene er oppgitt for henholdsvis fastlandet (nordlige del av Nordland, Troms og Finnmark), Svalbard og totalt i Barentsregionen (inkl. Kvitsjøen). Bestandsestimatene er oppgitt som antall hekkende par. Best.est. = Bestandsestimat, Barentsreg. = Barentsregionen.

Art/beskrivelse	Utbredelse	Hekking	Tilhold utenom hekkesesong	Ernæring	Kommentarer
Havhest <i>Fulmarus glacialis</i>	Nesten circumpolar, hekker i tempererte og arktiske områder av Holoarktis	Smale hyller i bratte fuglefjell, også nunatak	Langt til havs, pelagisk	Pelagiske smådyr (blekksprut, børstemark, vingene, krepsdyr, småfisk) i havoverflaten	Som andre stormfugler: sent kjønnsmoden, til gjengjeld: lav dødelighet blant voksne (under 5 % pr. år), dvs. de kan bli meget gamle.
Havsule <i>Morus bassanus</i>	Forekommer i den nordlige delen av Atlanterhavet Hovedforekomst på de britiske øyer	Bygger reir. Hekker kolonivis på øyer og holmer, gjerne i assosiasjon med andre sjøfuglarter	Pelagisk	Pelagiske stimfisk (sild, lodde, tobis)	Hekker i Nord-Norge fordelt på fire kolonier (1995). Funnet hekkende på kysten av Murmansk i 1996 (Kharlov Island).
Storskarv <i>Phalacrocorax carbo</i>	Nordvest Europa gjennom Asia og Afrika til Australasia	Bygger reir. Hekker kolonivis på holmer og øyer	Kystnært i Nord-Norge, Midt-Norge, Vestlandet, Skagerrak, Kattegat	Yngre årsklasser av torskfisk, tobis, lodde	
Toppskarv <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Vestkysten av Afrika, Middelhavet, Svartehavet, Vest-Europa nord til Barentshavet	Bygger reir. Hekker kolonivis på holmer og øyer	Kystnært i Nord-Norge og Midt-Norge	Tobis og yngre årsklasser av ulike torskfisk	
Hvitkinngås <i>Branta leucopsis</i>	Høyarktisk, tre adskilte populasjoner som hekker henholdsvis i Nordost-Grønland, på Svalbard og på Novaja Semlja	På klippeavsatser, på skjær, gresskledd holmer, som regel nær sjøen, noen ganger lenger inn i landet	Svalbardbestanden overvintrer ved Solway mellom England og Skottland. Vårtrekk: Stopper på Helgelandskysten, Høsttrekk: stopper på Bjørnøya	Variert plantekost	Lett å følge overlevelse, siden familieguppene holder sammen i vinterhalvåret.
Ærfugl <i>Somateria mollissima</i>	Holoarktisk, hekker langs Europas kyster fra Frankrike til Nordost-Sibir. Også Svalbard, Grønland, og det nordlige Nord-Amerika	Talrik på holmer langs vestkysten av Svalbard (noe på andre deler av Svalbard). Noen også spredt på tundraen	Gruntvannsområder langs kysten	Ulike typer bunndyr (særlig muslinger), men også små krepsdyr i fjæresonen	Mennekelige forstyrrelser på hekkelasen kan føre til ekstra stress som igjen kan føre til at de oppgir hekking eller predatorer kan stjele egg dersom hunnene skremmes av reiret.
Polarmåke <i>Larus hyperboreus</i>	Hekker cirkumpolar i høyarktiske strøk, i Europa bare på Island, Jan Mayen og Svalbard	Høyt i fuglefjell, gjerne over andre sjøfugl/små staure/enkelstående klipper/holmer	Langs kysten, men også i åpent/isyfyllt hav	Marine dyr (fisk, krepsdyr, bløtdyr, pigghuder) som de tar ved havoverflaten eller som er skyllet opp på stranden. Også andre fuglearter (egg/unger) samt voksne alkekonger	Samme økologiske funksjon som rovfugler andre steder.
Krykkje <i>Rissa tridactyla</i>	Hekker cirkumpolar, i Europa finnes den ned mot Bretagne	Smale hyller i bratte fuglefjell ytterst ved kysten, også inne på landet. Alltid i små/store kolonier	Til havs, pelagisk (kan trekke helt til Antarktis)	Ulike fiskearter og krepsdyr (polartorsk, lodde, krill, amfipoder)	Bygger reir. Dermed er de mindre utsatt for at egg og unger faller ut dersom voksne blir skremt bort (eks. helikopter) enn lomvi/polarlomvi som legger egg direkte på fjellhyllen.
Ismåke <i>Pagophila eburnea</i>	Hekker i høyarktiske strøk i det nordlige Canada, nordlige Grønland, på Svalbard, Frans Josef Land og mot Severnaja Semlja	Smale hyller eller grunne groper i bratte fjell nær kysten, på flate holmer, på nunatak. Mindre kolonier (10-20 par)	Overvintrer pelagisk i isfylte farvann og langs iskanten	For en stor del av selkjøtt og selspekk, men også ekskrementer fra isbjørn og sel, samt krepsdyr og fisk som den finner i vannoverflaten eller på isflak	Biologi lite kjent. Kan være toppredator. Dette har betydning ved akkumulering av miljøgifter.
Rødnebbterne <i>Sterna paradisaea</i>	Circumpolar, hekker i Europa mot sør til Frankrike	Oftest på øyer, reir direkte på bakken (tørr grus/fuktig mose)	Overvintrer i havområder på den sørlige halvkule (noen helt ned til Antarktis)	Hovedsakelig fisk (vesentlig polartorsk) og ulike krepsdyr	En av de trekktugler som trekker lengst mellom sommer- og vinterkvarter. Tåler stor variasjon i rekrutteringen.
Lomvi <i>Uria aalge</i>	Holoarktisk, hekker i Europa fra Spania til Bjørnøya og Novaja Semlja	Smale hyller/platåer i bratte fuglefjell. Alltid i kolonier	Kystfarvann og til havs	Nesten utelukkende pelagisk fisk (lodde viktigst i Barentshavet)	Bjørnøya: største hekkende populasjon i Barentshavet. 1987: Bestanden redusert med 85-90 % ved Bjørnøya (antagelig sammenheng med sammenbrudd i loddebestand). Bestandssituasjonen på fastlandet kritisk.
Polarlomvi <i>Uria lomvia</i>	Hekker cirkumpolar i høyarktiske strøk. Mer nordlig enn lomvi	Klippehyller i bratte fuglefjell. Alltid i små/store kolonier	Kystfarvann og i åpent/isyfyllt hav	Hovednæring er lodde, polartorsk, amfipoder, krill, reker. Kan dykke helt ned til 200 m på matsøk	Generelt for alkefugl: mister flyveevne i noen uker etter hekking. Er da ekstra sårbare ved f.eks. oljeforurensning.
Teist <i>Cepphus grylle</i>	Holoarktisk, circumpolar utbredelse, i Europa sør til De britiske øyer	Klippestrand. Alene eller i kolonier sammen med andre sjøfugl	Kystfarvann og i åpent/isyfyllt hav (ikke-hekkende individer)	Ulike fiskearter og krepsdyr. Kystnære dykker etter bunnfisk (ulker og langebarn), ikke-hekkende organismer under isen (polartorsk og amfipoder)	Er mer knyttet til helt kystnære farvann i hekketiden enn andre alkefugler.
Lunde <i>Fratercula arctica</i>	Hekker langs kystene i det nordlige Atlanterhav, i Europa mot sør til Frankrike	Gressbevokste skråninger, i urer og fjellsprekker langs kysten og på øyer. Små (langt mot nord)/store kolonier (lenger sør)	Kystfarvann og lenger til havs	Mest fisk, men noe krepsdyr og vingene	Ikke samme tilbakegang i antall ved Svalbard som den som er observert lenger sør (Røst) hvor mangel på sild er den sannsynlige forklaring.
Alkekonge <i>alle</i>	<i>Alle</i> Høyarktisk, hekker Vest-Grønland, Jan Mayen, Island, Svalbard, Frans Josef Land, Novaja Semlja og Severnaja Semlja	Hovedsakelig i fjellsider på øyer og langs kysten, men også i fjell lenger inn. Ofte store kolonier	Kystfarvann og til havs	Hoppekrep. Voksne spiser også noe fiskekavler og amfipoder	Vanskelig å takserer fordi de hekker i steinur.

Tabell 11.2 Omtale av utvalgte sjøfuglarter i Barentshavet.

nordsiden av Svalbard, men kan enkelte år ligge så langt syd som til 77°N. I mars, når isen som regel har sin maksimale utbredelse, kan den ligge så langt sør som til Bjørnøya på 74°N. Iskanten er et produktivt område i arktiske farvann. Denne produksjonen utnyttes av flere arter av sjøfugl på flere trofiske nivåer.

11.5 HEKKEBESTANDENE

Hekkebestanden av sjøfugler i Barentshavet er anslått til omlag 12 millioner individer. Legger vi til den delen av bestanden som ikke hekker (ikke kjønnsmodne fugler og voksne fugler som ikke går til hekking), men som likevel har tilhold i havområdet sommerstid, stiger dette tallet til omlag 20 millioner individer. Dette estimatet inkluderer imidlertid ikke de tre arktiske gjessene (hvitkinngås, kortnebbgås og ringgås), og kun ærfugl av de marine dykkendene. Det reelle estimatet er derfor noe høyere. De store hekkebestandene fordeler seg på nærmere 2000 kolonier som er relativt jevnt fordelt langs kysten av Norge og Russland, og de arktiske øyene. Mange av koloniene er imidlertid små, og for en del kolonier er status ikke kjent. Av kolonier med over 1000 hekkende par huser Svalbard ca. 130, mens norskekysten fra polarsirkelen og nordover huser ca. 80 kolonier. På russisk side er det totalt ca. 90 kolonier med over 1000 hekkende par.

De mest tallrike artene er polarlomvi, alkekonge og lunde, som alle opptrer med bestander på over 1 million par. Disse tre artene utgjør til sammen over 50 % av alle sjøfuglene i havområdet. Polarlomvien utgjør alene nærmere 50 % av sjøfuglenes biomasse. De øvrige artene som dominerer i antall er krykkje og havhest. Disse har begge hekkebestander i størrelsesorden 0.5–1 million par. Til sammen utgjør de fem artene alkekonge, polarlomvi, krykkje, lunde og havhest over 90 % av hekkebestanden i området. I tillegg til de fem vanligste artene er også skarvene, de marine dykkendene, flere måkearter og de øvrige alkefuglene karakterarter til alle årstider. Om sommeren suppleres denne listen med svømmesnipper, joer, terner og arktiske gjess, som alle overvintrer utenfor Barentshavet. Sjøfuglforekomstene i Barentshavet er totalt sett relativt jevnt fordelt på norsk og russisk side, men med en noe ulik artsfordeling.

Mange av bestandene som opptrer i Barentshavet er av stor nasjonal og internasjonal betydning, og havområdet må regnes som en viktig sjøfuglregion i global sammenheng. Mange av artene inngår i både nasjonale og internasjonale rødlistene. Stelleranda er nasjonal ansvarsart for Norge. Hos denne arten overvintrer store deler av den vest-sibiriske bestanden i Varangerfjorden.

11.6 BESTANDSSTATUS FOR NOEN UTVALGTE ARTER

Sjøfuglsamfunnet i Barentshavet er i stadig forandring som følge av både naturlige og menneskeskapte påvirkningsfaktorer. Noen arter har hatt en betydelig bestandsvekst de

siste 20–30 år, mens andre har hatt en betydelig tilbakegang. Her nevnes kun noen utvalgte eksempler.

Lomvien har hatt en dramatisk nedgang siden 1960-tallet. Størst har nedgangen vært i de nordnorske koloniene vest for Nordkapp. Allerede i 1984 var den nordnorske lomvibestanden bare 25 % av hva den var i 1964. Tilstanden for den nordnorske bestanden er fortsatt kritisk, og hvis den negative trenden fortsetter er det sannsynligvis bare et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs kysten. Årsaken til nedgangen er trolig en kombinasjon av bl.a. drukning i fiskeredskaper og næringsmangel som følge av sammenbruddet i sildebestanden og loddebestanden på henholdsvis 1960- og 1980-tallet.

Nordlig sildemåke (underart av sildemåke) har også hatt en tilsvarende nedgang, og regnes nå som nærmest borte fra Norge. Årsaken her er uklar, men endringer i byttedyrtilgangen, og sammenbruddet i sildebestanden er sannsynlige forklaringer.

Lunden har også hatt en dramatisk nedgang de siste 20 årene. Hekkebestanden på Røst er nå nede på 27 % av hekkebestanden i 1979, en nedgang som tilsvarer mer enn en million lundepar. Imidlertid utgjør fortsatt Røst den største sjøfuglkolonien på det europeiske fastlandet. Nedgangen i lundebestanden skyldes reproduksjonssvikt som følge av mangel på 0-gruppe sild.

Havsule og **storjo** er to arter som har vist en betydelig bestandsvekst. Havsulen etablerte seg første gang i 1946 på Runde utenfor Ålesund. I 1961 etablerte arten seg i Finnmark, og bestanden har siden den gang vært i jevn vekst. I 1995 ble bestanden anslått til ca. 3 700 par. Storjoen ble først funnet hekkende på Bjørnøya i 1970, deretter på Loppa i Vest-Finnmark i 1976. Bestanden har siden vært voksende, særlig etter 1988. I 2000 talte bestanden et sted mellom 230–390 par.

11.7 SJØFUGLENES UTBREDELSE GJENNOM ÅRET

I det følgende vil det bli gitt en kort sesongmessig beskrivelse av sjøfuglforekomstene i Barentshavet.

11.7.1 Vårsesongen

Vårbestandene utgjøres hovedsakelig av fugler på trekk tilbake til hekkeområdene, eller av bestander som har overvintret i området. Artsutvalget om våren har derfor mange likhetstrekk med høstsesongen. Mange arter returnerer tidlig til hekkeplassene. Dette gjelder spesielt de artene hvor hele eller deler av bestanden overvintrer innenfor havområdet. Selv på Svalbard kan enkelte arter være på plass i koloniene allerede i mars (f.eks. havhest). I den nordlige delen av Barentshavet samles sjøfuglene i råker inne i isen eller ved iskanten. Dette gjelder særlig

alkefugl som kan forekomme i store konsentrasjoner på denne tiden. Etter hvert som isen åpner seg nordover, trekker fuglene etter, og starter hekkingen så snart hekkeplassene er tilgjengelige. For ærfugl og de arktiske gjessene kan det enkelte år ta noe tid før hekkingen kan begynne. Disse artene er avhengige av snø og isfrie holmer og øyer, og at isen mellom øyene og fastlandet forsvinner, slik at polarreven ikke kan ta seg ut til hekkeplassene.

11.7.2 Sommersesongen

Sommerbestandene utgjøres hovedsakelig av de hekkende bestandene, samt ikke-kjønnsmodne fugler og fugler som av ulike grunner ikke har gått til hekking. I tillegg kommer en del arter som kun besøker havområdet på streif sommerstid. Hekkesesongen starter for de fleste sjøfuglartene i april–mai og avsluttes i juli–august. De viktigste hekkefuglene i den nordlige delen av Barentshavet er havhest, arktiske gjess, ærfugl, måkefugler som polarmåke og krykkje, og alkefugler som polarlomvi og alkekonge. På fastlandet er skarvene, ærfugl, mange av måkeartene, rødnebbterne og alkefugler som lunde, lomvi og teist de dominerende artene.

11.7.3 Høstsesongen

Utover høsten skjer det en sørvestlig forflytning av sjøfuglbestandene i Barentshavet. Fugler fra norskekysten og Svalbard beveger seg i stor grad ut av havområdet mot overvintringsområder i nordvest-Atlanteren, men blir trolig erstattet av store bestander fra den russiske delen av Barentshavet. Disse bestandene overvintrer pelagisk i de isfrie delene av Barentshavet eller langs kysten av Nord-Norge. Noen trekker også videre vest- og sørover. De fleste artene har dette markerte sørvestlig trekket, og høstbestandene utgjøres derfor i all hovedsak av trekkende og streifende fugler. Arts- og individantallet holder seg likevel relativt høyt i havområdet helt fram til oktober måned, ikke minst fordi de fleste andefuglene gjennomgår fjærfelling i området før de trekker sørover.

Lomvi, polarlomvi og alke gjennomfører et såkalt ”svømme-trekk” etter endt hekking. En av foreldrefuglene, oftest hannen, svømmer da vekk fra kolonien og ut i åpent hav med den ikke-flygedyktige ungen. Tidspunktet for svømmetrekket varierer noe fra år til år, men hoveddelen foregår i juli og august. Polarlomvi foretar etter dette et trekk sørvestover i Atlanterhavet, og en betydelig del av bestanden overvintrer sør og vest av Grønland. Det samme gjelder for alkekonge. Alkefuglene myter i åpent hav i perioden august til oktober. Det samme gjør de arktiske lommene.

Både på Svalbard og langs fastlandskysten samles marine dykkender (f.eks. ærfugl, praktærfugl og havelle) og gjess i grunne, næringsrike områder langs kysten for å gjennomføre mytingen (fjærskiftet), og for å bygge opp fettreservene før trekket starter mot overvintringsområdene lenger sør.

I denne perioden mister fuglene flygeevidnen og er svært sårbare for alle typer menneskelig forstyrrelser.

Mange av de typiske sjøfuglene lever et nomadeliv i åpent hav gjennom det meste av året, og streifer over store områder både i høst-, vinter- og vårsesongen. Dette er karakteristisk for havhest, lirer, måkefugler som polarmåke og krykkje og de fleste alkefuglene. Hos en del arter trekker de fleste eller alle individene ut av området i løpet av høsten for å overvintrer utenfor Barentshavet. Denne gruppen omfatter havsule, svømmesnipen, joer og terner.

11.7.4 Vinterområder

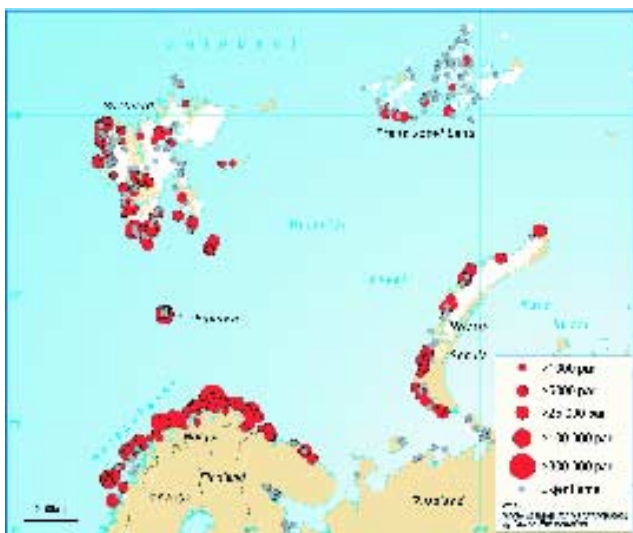
Vi har begrenset kunnskap om sjøfuglenes fordeling i Barentshavet vinterstid, men med den nordlige delen av Barentshavet dekket av is, er det den sørvestlige delen av havområdet, inkludert norskekysten, som primært huser de overvintrende bestandene i området. Mange av de pelagiske artene opptrer i svært betydelige antall gjennom hele vinterhalvåret i denne delen av Barentshavet (f.eks. lomvi og polarlomvi). Selv om datagrunnlaget er spinkelt, peker iskantsonen og bankområdene utenfor Finnmarkskysten seg ut som et kjerneområde for pelagiske alkefugler, særlig polarlomvi. De sørlige deler av kontinentalskråningen mellom Norskehavet og Barentshavet (Eggakanten) er spesielt produktivt og viktig for pelagiske arter som havhest og krykkje.

De viktigste artene/artsgruppene som overvintrer forholdsvis stasjonært langs fastlandskysten er marine dykkender (f.eks. ærfugl, praktærfugl, havelle og sjøorre), skarver, gråmåke, svartbak og arktiske lommer. Tellingene langs kysten av Øst-Finnmark har vist at overvintringsbestanden av ærfugl er i størrelsesorden 50 000 individer i dette området. Omkring 22 000 stellerender overvintrer i området Varangerfjorden og østover langs kysten av Kolahalvøya. For de pelagiske artene er utbredelsen vinterstid trolig svært dynamisk, fordi fuglene nå er uavhengige av hekkeplassene og av den grunn kan følge byttedyras vandring.

11.8 SÆRLIG VIKTIGE SJØFUGLOMRÅDER

11.8.1 Hekkeområder

Barentshavet omfatter 91 kolonier som har mer enn 10 000 hekkende individer. På 18 av disse overstiger hekkebestanden 100 000 individer. Av disse har norskekysten 34 kolonier på mer enn 10 000 individer, og 13 kolonier med over 100 000 individer. Tilsvarende verdier for Svalbard er henholdsvis 37 og 7. De store fuglefjellene er jevnt fordelt i de eksponerte kystområdene, og huser majoriteten av de hekkende alkefuglene, krykkjene og havhestene (Figur 11.1). Disse fuglene har stor aksjonsradius i hekketiden, og betydelige deler av havområdet innenfor 100 km fra koloniene må regnes som viktige næringsområder. På Svalbard ligger tyngdepunktet for de mest tallrike artene i området Bjørnøya–Storfjorden–Hopen, dvs. konsentrert rundt den vestre delen av polarfronten. Koloniene i det



Figur 11.1 Kart som viser sjøfuglkolonier i Barentshavet med mer en 1000 hekkende par, samt kolonier hvor størrelse ikke er kjent.

området huser ca. 70 % av bestandene av de mest tallrike artene på øygruppen (bl.a. lomvi, polarlomvi og krykkje). I Nord-Norge er de store koloniene relativt jevnt fordelt langs kysten, men med de største forekomstene fra Lofoten og nordover. De største hekkebestandene av mindre koloniale arter finnes på vestkysten av Spitsbergen, Tusenøyene og i de ytre kystområdene av Troms og Finnmark.

11.8.2 Næringsområder

Viktige næringsområder for sjøfugl i Barentshavet er nært knyttet til oseanografiske forhold i sjøen og/eller bunntopografien. Det er særlig i konvergensområder, hvor omrøring av vannmassene skaper forhøyet biologisk produksjon, at sjøfuglene søker næring. Dette henger sammen med at sjøfuglenes viktigste byttedyr; dyreplankton, ulike krepsdyr og små pelagiske stimfisk (f.eks. lodde), forekommer i større tettheter i slike områder.

I Barentshavet er polarfronten av særdeles stor betydning, spesielt for lomviartene, men også for en rekke andre arter. I den vestlige delen av Barentshavet er polarfrontens lokalisering i stor grad styrt av bunntopografien, noe som gjør at frontens plassering er relativt stabil og forutsigbar. Polarfronten danner i stor grad grunnlaget for de store sjøfuglbestandene i området Bjørnøya–Storfjorden–Hopen. Polarfronten er forøvrig i hele sin utstrekning et viktig næringsområde for sjøfuglene året rundt, også i de østlige områdene. Langs kysten av Nord-Norge er konvergenssonen mellom den nordgående atlantehavsstrømmen og den paralleltgående norske kyststrømmen et meget viktig næringsområde. Fra Lofoten og nordover er denne konvergenssonen innenfor rekkevidde for de hekkende sjøfuglene, og dette forklarer i stor grad hvorfor koloniene av alkefugl og krykkje generelt er større nord for Lofoten.

I den nordlige delen av Barentshavet er iskanten et

viktig næringsområde, særlig om våren og forsommeren. Iskantsonen flytter seg stadig avhengig av vind og strøm. Denne sonen med åpen dravis og råker inne i fastere is, er meget produktiv i vår og sommermånedene. Flere arter sjøfugl utnytter denne produksjonen, og tilbringer mye tid i iskanten. Det er kjent at særlig polarlomvi og alkekonge kan forekomme i store konsentrasjoner langs iskanten og inne i råker om våren. I tillegg er teist vanlig forekommende i slike områder. Enkelte arter er tilpasset et liv i isen, og er tilknyttet havisen i store deler av året, som f.eks. ismåke. Områder hvor det er kjent at det stadig dannes store råker, og hvor det er funnet høye tettheter av bl.a. polarlomvi, er på Spitsbergenbanken og områdene nordøst for Hopen, mellom Spitsbergenbanken og Storbanken.

I tillegg til iskanter er brefronter et område hvor det ofte forekommer store ansamlinger av sjøfugler. Det er særlig arter som krykkje, havhest og alkekonge som samles foran breene. Årsaken er trolig at vannet som renner ut under breen virvler opp bunnvann foran breen. En slik omrøring av vannet skaper ofte større tilgjengelighet av byttedyr for sjøfugl.

For de fleste av sjøfuglartene gjelder det at de er avhengige av de store bestandene av lodde, sild, polartorsk eller tobis. Vi har i dag en mangelfull forståelse av hvordan sjøfuglene søker næringen i havet, og samspillet mellom sjøfugl og deres viktigste byttedyr. Imidlertid er det klart at sjøfuglenes næringsøk i stor grad er styrt av disse artenes forekomst og fordeling. Dette gjør at sjøfuglenes næringsområder følger dynamikken i byttedyras forekomst og vandringer, og ofte er vanskelig å avgrense i klare geografiske enheter.

For marine ender som ærfugl, praktærfugl, stellerand og for alkefugl som teist, er den sublittorale sonen et svært viktig næringsområde hele året rundt.

11.8.3 Myteområder

Gjess, ender og alkefugler gjennomgår et fullstendig skifte av vingefjærene etter endt hekkeseong. Fjærfellingen varer i 3–7 uker, og fuglene mister i denne perioden flygeferdigheten. Fjærfellingen foregår i juli/august, og artene samles da i konsentrerte myteflokker på grunne områder langs kysten (ikke alkefugl). På grunn av flokkadferden og manglende flygeeve, er fuglene svært sårbare for menneskelig forstyrrelse i denne perioden.

Viktige fjærfellingsområder (myteområder) for andefugl på Svalbard er vestkysten av Spitsbergen, de vestlige og sørlige delene av Edgeøya og Tusenøyene. På fastlandskysten er de ytre deler av Tromsø og Karlsøy kommuner, samt Tanafjorden og Varangerfjorden viktige områder. De fleste alkefuglene myter i åpent hav, men bestandene er for dårlig kartlagt til at de viktigste områdene kan pekes ut. Svømmetrekkruten for alkefugler fra Bjørnøya og Hjelmsøy ser ut til å møtes i området ved Nordkappbanken. Polarlomvien fra Hopen trekker nordøstover etter endt hekkeseong, trolig for å beite i iskantsonen.

11.8.4 Trekklokaliteter

Trekkbevegelsene hos sjøfugl i Barentshavet er gjennomgående dårlig kartlagt, og det er derfor vanskelig å peke ut de mest verdifulle områdene. De viktigste vinterkvarterene for trekkbestandene ligger imidlertid i sørvest. De fleste fuglene må på grunn av dette passere

kystfarvannene i Troms og Vest-Finnmark eller havområdene mellom Bjørnøya og fastlandet i begge trekkseonger. Store bestander passerer derfor gjennom disse områdene hver vår og høst. Flere arter fortsetter videre sørover langs norskekysten og ned til Nordsjøen. Dette gjelder bl.a. skarvene, flere av måkeartene og alke.

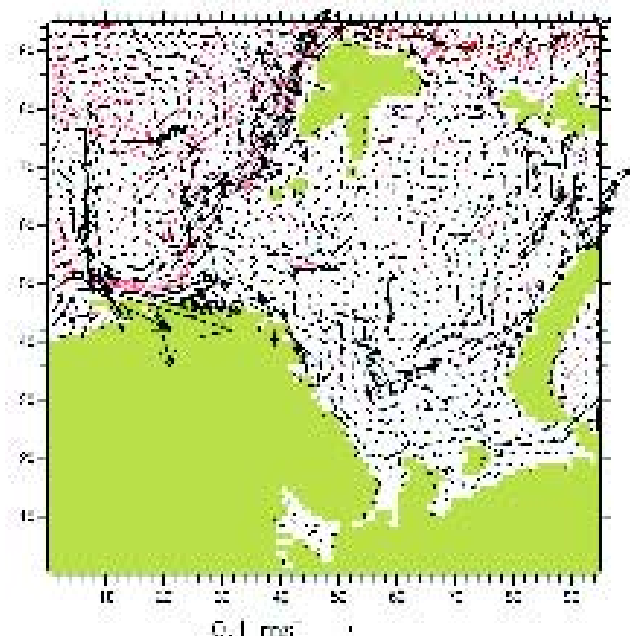
12

MODELLERING

Numeriske havsirkulasjonsmodeller og tilhørende transportmodeller er i dag et sentralt verktøy innen konsekvensutredninger. Dette kapitlet prøver å belyse status på området, mulige bruksområder og gir noen eksempler.

12.1 SIRKULASJONSMODELLER

Havsirkulasjonsmodeller brukes til å beskrive de fysiske variable temperatur, saltholdighet, strøm og vannstand i rom og tid. Slike modeller er basert på grunnleggende fysiske lover. De likningene som framkommer kan ikke løses analytisk, derfor brukes numeriske metoder som løser forenklete versjoner av likningene på et grid (rutenett). Beregningene som framkommer er svært omfattende, og krever tilgang til kraftige datamaskiner.



Figur 12.1 Modellert strøm i Barentshavet i 10 m dyp, midlet over 2dre halvår 1985. De røde isolinjene er dybdekoter.

En modellkjøring trenger en startbeskrivelse av de fysiske variablene. Med dette som utgangspunkt regner modellen seg fram i tid, styrt av ytre drivkrefter. Disse drivkreftene er i hovedsak vind og varmeutveksling med atmosfæren, ferskvannsavrenning fra land samt forholdene på de åpne rendene til modellområdet. De atmosfæriske drivkreftene tas oftest fra resultater med en atmosfærisk sirkulasjonsmodell, ferskvannsavrenning fra data og randbetingelsene fra en modellkjøring på et større område.

Kvaliteten på modellresultatene kan variere. Den største flaskehalsen er oppløsning. Et grovt rutenett får ikke med seg finere topografiske detaljer og mellomskala bevegelse med fronter og virvler. Begrensningen ligger i at et finere rutenett krever mer regnetid. Videre påvirkes resultatene av

kvaliteten på drivkreftene til modellen og valg av numeriske metoder.

Dagens modellsystem er store og komplekse som programvare betraktet. I Norge brukes i stor grad åpne modeller, hvor kildekode er fritt tilgjengelig på internett. Slike "community models" har store internasjonale utviklings- og brukergrupper. Eksempel på slike modeller er Miami Isopycnal Coordinate Model (MICOM, <http://panoramix.rsmas.miami.edu/micom>), Princeton Ocean Model (POM, <http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom>), og Regional Ocean Model System (ROMS, <http://marine.rutgers.edu/po/models/roms/index.php>). Det er i tillegg betydelig aktivitet på egenutviklede modeller. Nasjonalt er det miljøer, både i Bergen, Oslo, Trondheim og Tromsø som arbeider med numerisk havmodellering.

Figur 12.1 viser et eksempel på et midlere strømfelt fra en havmodellkjøring utført på HI med POM-modellen. Modellområdet dekker Barentshavet med et rutenett med oppløsning 20 km. Drivkreftene er fra Meteorologisk institutt (MI) hindcast arkiv og randbetingelser fra en større klimatologi utviklet i samarbeide mellom MI og HI. Hovedtrekkene i strømfeltet viser en Atlanterhavsstrøm som følger sokkelskråningen. En grein av denne strømmen kommer inn i Barentshavet. Utstrømning fra Barentshavet skjer i hovedsak nord for Novaja Semlja. Dette stemmer kvalitativt overens med det observerte strømbildet i Figur 3.2

12.2 TRANSPORTMODELLER

En viktig anvendelse av sirkulasjonsmodellene er å gi inndata til ulike transportmodeller, som modellerer drift og spredning av en forurensningskomponent eller en biologisk ressurs. Modellkonseptet kan bare brukes på passive konsentrasjoner som følger vannmassene, uten betydelig horisontal egenbevegelse. Transportmodellene kan deles i to hovedklasser. I konsentrasjonsbaserte (Eulerske) modeller løses en adveksjons- og diffusjonslikning for en konsentrasjon, på tilsvarende vis som saltholdighet og temperatur håndteres i sirkulasjonsmodellen. Alternativet er partikkelbaserte (Lagrangiske) modeller, hvor passive partikler følger den modellerte strømmen. Ekstra spredning kan legges til ved at partiklene får et tilfeldig bidrag til bevegelsen ("random walk"). I tillegg til vertikale strømhastigheter kan vertikale prosesser som oppdrift, nedblanding samt aktiv posisjonering hos organismer inkluderes i partikkelkonseptet.

12.2.1 Oljedriftsmodeller

Oljedriftsmodeller brukes operasjonelt ved oljeutslipp for kortidsvarsling av driften og spredning. Meteorologisk

institutt har det operasjonelle ansvar for slik modellering. Slike modeller brukes også i konsekvensutredninger til å vurdere ulike utslippsscenarioer.

De første oljedriftsmodellene var svært enkle. Basert på data ble det utarbeidet modeller av hvor oljen drev med en gitt prosent av vindhastigheten og med en gitt dreining til høyre pga. jordrotasjonen. Et bakgrunnstrømfelt (konstant i tid) ble addert. På denne måten kunne det kjapt og greitt beregnes oljedrift utfra vindvarsler uten å måtte dra inn en havmodell.

Dagens oljedriftsmodeller er blitt betydelig mer avanserte. Strømmen tas fra en operasjonell strømmodell. I tillegg brukes Stokes' drift (en ekstrakomponent i overflatestrømmen fra bølger) som beregnes fra en operasjonell bølgemodell. Håndteringen av oljens kjemi i sjøvann er også blitt mer avansert. Det tas nå hensyn til forskjell i egenskaper til olje fra ulike felt og en rekke prosesser som forvitring, nedblanding, emulgering, dispergering osv. er inkludert. Tradisjonelt har oljedriftsmodeller tatt utgangspunkt i utslipp på overflaten, men det arbeides nå også med dype utslipp.

12.2.2 Larvedriftsmodeller

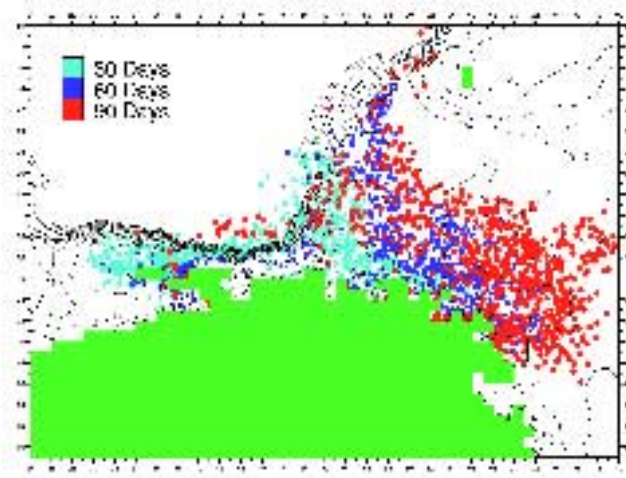
Transportmodeller brukes for drift og spredning av planktoniske organismer som driver fritt med strømmen horisontalt og har mer eller mindre evne til å velge sitt eget dyp. For næringssalt og planteplankton brukes ofte konsentrasjonsbaserte modeller, for dyreplankton brukes begge typer modeller, mens fiske-egg og fiske-larver som regel transporteres med partikkelbaserte modeller.

For larvedrift er partikkelkonseptet godt egnet. Slike modeller krever ikke så mye regnetid. Videre har en partikkel en "identitet", vi vet hvor den startet, hvor den var i går osv. Dette gjør det enklere å beregne dose (integret konsentrasjon over tid) dersom den driver i et forurenset område. Partikkelkonseptet kan naturlig utvides til individbaserte biologiske modeller som håndterer individuell vekst og overlevelse.

Ved Havforskningsinstituttet har det vært arbeidet med denne type modeller i ti år, for en rekke ulike arter. Formålet er i hovedsak vært å studere naturlige rekrutteringsprosesser. Dette dreier seg om tobis i Nordsjøen, norsk-arktisk torsk, norsk vårgytende sild, polartorsk, lodde, kolmule og blåkkeite.

Som eksempel viser Figur 12.2 partikkelbaserte modellerte fordelinger av torskelarver, etter 30, 60 og 90 dagers transport fra Lofoten med modellert strømfelt basert på vindfelt fra 1985. Kartet viser en nordgående transport, med opphopning på Tromsøflaket etter 60 dager og en hovedtransport inn i Barentshavet. En mindre andel av partiklene følger sokkelskråningen nordover mot Vest-Spitsbergen. Transportbildet stemmer kvalitativt med observerte postlarve- og 0-gruppefordelinger, men den modellerte transporten er for rask. Dette skyldes i hovedsak for dårlig oppløsning (20 km) i den underliggende sirkulasjonsmodellen. Forsøk med 4 km oppløsning gir mer

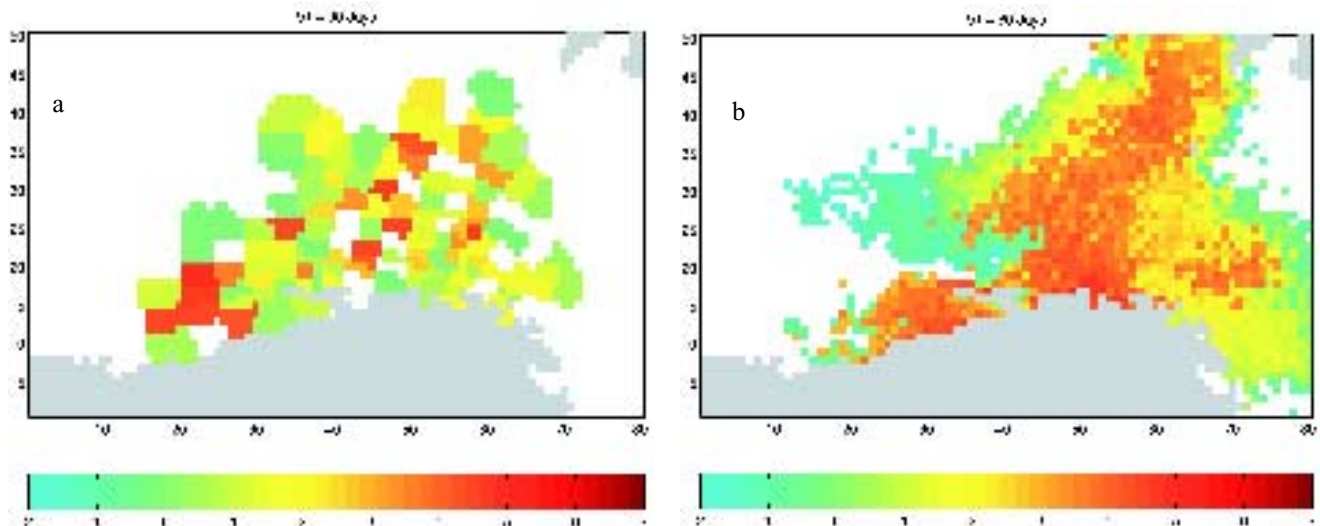
realistisk transporthastighet. Den grove modellen klarer likevel å gjenspeile mye av den store år til år variabiliteten i de observerte 0-gruppe fordelingene.



Figur 12.2 Modellert fordeling av torskelarver, gytt i Lofoten, etter 30, 60 og 90 dagers transport basert på modellert strømfelt fra 1985. Transportdyp er 10 m og en spredning på 100 m²/s er lagt til.

Larvedriftsmodeller har i mindre grad vært brukt i konsekvensutredninger. Hovedgrunnen til dette er at Havforskningsinstituttet har kartlagt fordelinger av egg og larver for en rekke arter, slik at man har hatt et brukbart grunnlag for å vurdere overlapp mellom fiskelarver og olje ved ulike utslippsscenarioer. Larvedriftsmodellering og observerte fordelingskart kan med fordel kombineres. Modellen kan starte med utgangspunkt i de observerte fordelingene og kjøres framover (og til en viss grad også bakover) i tid. På denne måten framkommer en tidsutvikling i estimatet av fordelingene. Med et modellert utslippsscenario kan overlapp mellom olje og ressurs følges over tid, noe som kan ha konsekvenser dersom de ligger i samme dyp og transporteres på sammen med strømfeltet. For denne type analyse er det et selvsagt konsistenskrav at det samme modellerte strømfelt må ligge til grunn for både oljedrifts- og larvedriftssimuleringene.

Figur 12.3 (a) viser et estimat av den observerte fordeling av sildelarver fra postlarvetokt i 1991, en meget god årsklasse for sild. Estimater er gjort ved å dele opp området i 20 km ruter (samme ruter som sirkulasjonsmodellen). Hver gridcelle gis en konsentrasjon som er beregnet fra nærmeste trålstasjon, opp til en skranke på 80 km. Dette feltet er så brukt som utgangspunkt for en larvedriftssimulering. I hver ikke tom rute slippes det ut et antall partikler med vektorer som samlet representerer totalt antall sildelarver i ruten. Partiklene transporteres med et modellert strømfelt fra 1991 i 60 dager. Her er innbakt en konstant dødelighet på 0.5 % pr. døgn. Resultatfeltet, som vises i Figur 12.3 (b), framkommer ved å summere vektene til partiklene innenfor hver rute. Effekten er en transport, i hovedsak nordover og inn i Barentshavet. Dessuten er det skjedd en betydelig glatting av det støyete startfeltet. Dette eksemplet er tatt fra arbeid ved Havforskningsinstituttet som bidro til en bredere vurdering av forholdet mellom olje og fisk.



Figur 12.3 (a) Estimat av fordeling av sildeyngel i 1991 basert på observasjoner. (b) Fordeling etter 60 dagers simulering med larvedriftsmodell. For begge figurer angir skalaen logaritmen (med grunntall 10) til konsentrasjonen (i antall pr. 1000 m²).

13

MARINE KULTURMINNER

Kulturminner under vann defineres som: Alle spor etter menneskelig virksomhet som nå ligger i eller under vann, for eksempel på grunn av skipsforlis, havarerte luftfartøyer eller oversvømmelse av landområder.

Den norske kulturminneforvaltningen har meget begrenset oversikt over kulturminner i Barentshavet. Tilsvarende har kulturminneforvaltningen liten eller ingen kontroll med de tiltak eller miljøbetingelser som er egnet til å skade dem. Men forvaltningen vurderer potensialet for kulturhistorisk interessante kulturminner som meget høyt.

13.1 KULTURMINNER

De mest sannsynlige kulturminnetypene som tiltak i Barentshavet kan komme i konflikt med, på eller i sjøbunnen, vil være skipsfunn, i tillegg til at det er et potensial for funn av oversvømte boplasser fra steinalderen langs kysten av Finnmark. I Svalbards kystnære områder kan det også være løse kulturminner relaterte til tidligere virksomheter på land. Spesielt for Barentshavet er konsentrasjonen av et betydelig antall skipsvrak fra 2. verdenskrig (Murmansk-konvoiene).

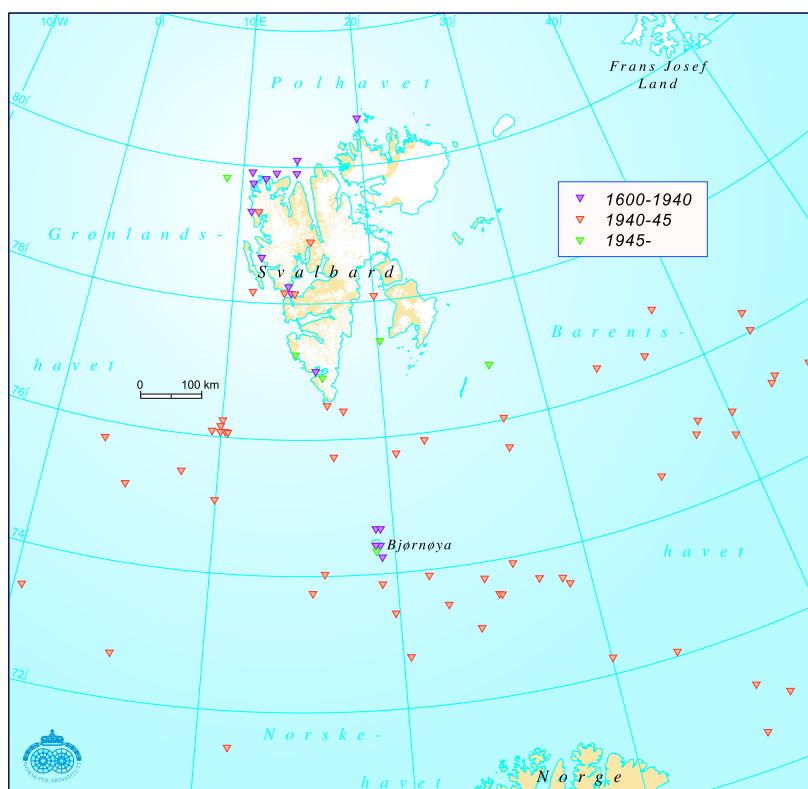
Skipsfunn vil i hovedsak stamme fra forlis, men også tap av last o.a. uten at skipet gikk ned. Forlis på dypt vann er som regel en følge av dårlig vær, skader fra is, eller

krigshandlinger. Hvis skipet ikke driver inn til kysten, synker det ofte forholdsvis helt. Det innebærer at skipet, og det skipet inneholder, deponeres samlet på sjøbunnen. Et slikt kulturminne med konstruksjoner og gjenstandsmateriale vil være fra nøyaktig samme tid, befinne seg innen en klart avgrenset lokalitet, og derfor kunne ha en betydelig større kunnskapsverdi enn mer fragmenterte funn, som er typisk ved forlis langs kysten.

Skipsfunn vil som regel være av en slik forfatning at alle tiltak som berører lokaliteten vil medføre direkte skade, eller indirekte skade gjennom endring av deponeringsmiljøet.

13.2 REGISTRERING AV KULTURMINNER

Det mangler et systematisk kartleggings- og registreringsmateriale for kulturminner under vann, slik som man har for kulturminner på land. Dette gjelder både for havområdet rundt Svalbard og utenfor fastlandskysten. Allikevel kan det ut fra kulturhistoriske- og naturgitte indikatorer bli sagt noe om graden av sannsynlighet for slike funn i forskjellige områder. Det er nå laget en database som gir en prognose for kulturminner under vann rundt Svalbard ut fra slike indikatorer (informasjon fra litteratur, eldre kart og arkiv). Basen finnes hos SMS (Sysselmannen på Svalbard) og RA (Riksantikvaren). På fastlandet har de enkelte sjøfarts- og arkeologiske museene arkiv og registre over kjente sjøfunn



Figur 13.1 Funnsteder for marine kulturminner fra ulike tidsepoker.

i sine respektive geografiske forvaltningsområder.

I 1993/94 ble det laget kart over prioriterte områder i arbeidet med forvaltning av kulturminner under vann langs fastlandskysten. På basis av informasjon fra sjøfartsmuseene og de marinarkeologiske avdelinger ved Vitenskapsmuseet i Trondheim og Tromsø Museum ble det pekt ut områder hvor det var høyt potensial for kulturminner under vann, samt en stor sannsynlighet for konflikter mellom kulturminnehensyn og tiltak eller arealplaner. Dette fungerer som et arbeidsredskap for kulturminneforvaltningen og områdene er derfor under kontinuerlig revisjon.

St.meld. nr.43 (1998–99) *Vern og bruk i kystsona* (som nevner kulturminner i kap.7.2) avfødte prosjektet Marin verneplan som er et MD/FID-samarbeid. Kandidatområder langs fastlandskysten skal utarbeides og kulturminner er inkludert. Men i forhold til kulturminner baserer dette seg kun på eksisterende kunnskap og innebærer ingen nye registreringer.

Figur 13.1 gir et inntrykk av kulturminnene i Barentshavet utenfor de kystnæsonene. Det gjelder i alt vesentlig skipsforlis fra krigen. Posisjonene bygger på forlisberetningene og er ikke etterprøvd i felt. De antas å være av meget varierende kvalitet. Enkelte eldre og noen nyere vrak er også kjent.

13.3 TRUSLER MOT KULTURMINNEBESTANDEN I BARENTSHAVET

Alle tiltak som kan medføre en mekanisk belastning på kulturminnene, eller endre bevaringstilstanden og bevaringsmiljøet ved nye kjemiske eller biologiske forhold, er egnet til å skade kulturminnene i Barentshavet.

Spesielt kan nevnes tiltak som berører bunn, f.eks. dyptråling, skjellskraping, petroleum/gassvirksomhet og andre tiltak som medfører nedgraving, pløying, spyling, suging, eller forankring. Souvenirjakt, vrakplyndring og slitasje som følge av dykkervirksomhet er en alvorlig trussel. Klimaendringer som skaper nye kjemiske og biologiske betingelser vil også påvirke bevaringsmiljøet.

13.4 JURIDISKE VIRKEMIDLER

13.4.1 Svalbard

Loven om miljøvern på Svalbard gjelder også for sjøområdet ut til territorialgrensen, det vil si fire nautiske mil (ca. 7,4 km) ut fra grunnlinjene der disse finnes, ellers fra land. Svalbardmiljøloven skiller ikke mellom kulturminner over og under vann, men definerer i utgangspunktet at kulturminnebegrepet gjelder også for kulturminner "... i sjøen, i sjøbunnen og i vassdrag ..." (§ 3 f). Alle kulturminner fra før 1946 er automatisk fredet. Yngre kulturminner over eller under vann kan fredes ved vedtak av RA. NOU 1999:21 *Lov om miljøvern på Svalbard* anbefaler

en restriktiv praksis for å gi tillatelse til arkeologiske utgravninger "over og under vann, jf. St.meld.nr. 22 (1994-95)." (NOU 1999:21:6.4.6.5.).

13.4.2 Territorialfarvann ved fastlands-Norge

Verken kulturminneloven (kml) eller lovens forarbeider tar opp lovens utstrekning i sjøen. Når en lov ikke regulerer dette nærmere, får loven anvendelse for det som defineres som norsk territorium. Norsk territorium strekker seg fire nautiske mil utenfor grunnlinjene. Kulturminneloven skiller heller ikke mellom kulturminner under og over vann. Alle kulturminner under vann eldre enn 1537 er følgelig automatisk fredet, jf. kml. § 4 (f.eks. steinalderboplasser, seilsperringer og havneanlegg). Skipsfunn er gitt en særlig beskyttelse gjennom en egen paragraf. Etter kml. § 14 tilhører "funn av mer enn 100 år gamle båter, skipsskrog, tilbehør, last og annet som har vært om bord eller deler av slike ting" i utgangspunktet staten. Men uansett eier skal handlinger eller tiltak som kan skade skipsfunn godkjennes av rette myndighet. RA er dispensasjonsmyndighet både for automatisk fredete kulturminner og skipsfunn (Dag Nævestad i: Holme 2001:I).

13.4.3 Havområdet – UNESCOs konvensjon om beskyttelse av den undersjøiske kulturarv

UNESCOs generalkonferanse vedtok denne konvensjonen med stort flertall høsten 2001. Dessverre er konvensjonen ikke vedtatt av flere viktige sjøfartsland og heller ikke av nesten hele EU, men den er vedtatt formelt riktig etter UNESCOs regler. Norge var blant de 5 land som stemte mot, på grunn av forholdet til Havrettskonvensjonen, samt jurisdiksjonsspørsmålet utenfor territorialfarvannet. De fleste land, inkludert Norge, har imidlertid sagt at de vil følge prinsippene for behandlingen av marine kulturminner som er nedfelt i konvensjonens Annex, uavhengig av om de er enig i konvensjonsteksten eller ikke.

Konvensjonen omfatter alle spor av menneskelig aktivitet under vann som har vært under vann i minst 100 år unntatt rørledninger, kabler og andre installasjoner som fremdeles er i bruk.

- Ifølge konvensjonen har statspartene eksklusiv rett til å regulere og autorisere all aktivitet vedrørende den undersjøiske kulturarv i territorialfarvannet.
- Fra grunnlinjen ut til 24 nautiske mil kan stater regulere aktivitet i henhold til Havrettskonvensjonen art. 303-2. Denne kontrollerer håndtering av og handel med gjenstander av arkeologisk og historisk art funnet til sjøs.
- Ut til 200 nautiske mil skal statene eller kapteinen på skip rapportere funn av undersjøiske kulturminner på egen sokkel. På andres sokkel skal det rapporteres til vedkommende land og UNESCO. I landets økonomiske sone har kyststaten rett til å nekte eller gi tillatelse til inngrep i undersjøiske

kulturminner. Statsparten skal konsultere andre stater som har interesse i sonen og opptre i denne forbindelsen som koordinerende stat. Den skal gi nødvendige tillatelser og kan foreta forundersøkelser som et ledd i arbeidet med å sikre undersjøiske kulturminner. Den opptre på vegne av andre stater og skal følge Havrettskonvensjonen. Ingen tiltak mot statsskip (krigsskip) skal foretas uten tillatelse fra flaggstaten.

- På åpent hav skal alle stater beskytte undersjøiske kulturminner i henhold til konvensjonen og Havrettskonvensjonens art.149. Krigsskip i ikke-kommersiell hensikt er unntatt konvensjonen i alle havsoner.

Som generell regel heter det at stater skal bevare undersjøiske kulturminner for menneskeheten. Konvensjonens fulle tekst finnes på <http://www.unesco.org/culture/laws/underwater/html>

Det finnes muligheter i UNCLOS (Havrettskonvensjonen) til å gi bestemmelser om beskyttelse av kulturminner i "tilstøtende sone" (ut til 24 nautiske mil) enten ved å utvide territorialfarvannet eller, som nevnt ovenfor, å bruke bestemmelsene i Havrettskonvensjonen art 303-2. Men situasjonen i dag er at kulturminnelovens bestemmelser gjelder ut til 4 nautiske mil; utenfor territorialgrensen finnes ingen regler om beskyttelse av kulturminner, bortsett fra bestemmelsene i petroleumsloven (ICOMOS Nytt, samt offisielle tekster).

Petroleumsloven § 10-1 annet ledd siste punktum omfatter hensyn til kulturminner:

"Alle rimelige foranstaltninger skal tas for å unngå skade på dyre- og plantelivet i havet, kulturminner på havbunnen, og forurensning og forsøpling av havbunnen, dens undergrunn, havet, luften eller på land". I Holme 2001 er det påpekt at begrepet *kulturminner på havbunnen* i petroleumsloven må forstås som kulturminner som er vernet etter kulturminneloven, altså skipsfunn etter § 14 og automatisk fredete kulturminner etter § 4. Også vedtaksfredete nyere skipsfunn bør omfattes (Holme 2001 II:122). Det påpekes videre at dette i realiteten må forstås slik at det medfører en undersøkelsesplikt for en rekke

olje- og gassaktiviteter. Overtredelser av petroleumsloven er gjort straffbare etter § 10–17. Petroleumsloven § 10–1 annet ledd siste punktum gir følgelig kulturminner, slik de er definert i kulturminneloven, et vern i forhold til petroleumsvirksomhet, men dette vernet er ikke like strengt som det kulturminneloven gir innenfor territorialgrensen.

Forskrifter til Lov om petroleumsvirksomhet, OD 1991, påpeker også i § 46 *Skipsfunn*: At skipsfunn eller funn av fornminner gjort i forbindelse med petroleumsvirksomhet straks skal meldes til nærmeste politimyndighet eller departement. Departementet kan gi pålegg om hvorledes det skal forholdes med slike funn.

Kulturminnehensyn er også trukket inn i forskriften til petroleumsloven § 22a om konsekvensutredning i plan for utbygging og drift av en petroleumsforekomst:

"En konsekvensutredning i en plan for utbygging og drift av en petroleumsforekomst skal redegjøre for virkningene utbyggingen kan ha for næringsmessige forhold og miljømessige forhold, herunder forebyggende og avbøtende tiltak. Konsekvensutredningen skal blant annet:

b) beskrive det miljø som i vesentlig grad kan bli berørt, og vurdere og avveie miljøkonsekvenser av utbyggingen, herunder:

- beskrive eventuelle materielle verdier og kulturminner som kan bli berørt som følge av utbyggingen."

I forhold til petroleumsvirksomheten kan derfor konsekvensutredninger være et viktig grunnlag blant annet for å kunne unngå konflikter eller redusere konfliktpotensialet med kulturminner. Ved å trekke inn kulturminneforvaltningen tidlig i planarbeidet, og innarbeide kulturminnehensynet som en del av ulike former for rutinemessig kartlegging og prøvetaking, vil man kunne innhente relevant kunnskap uten vesentlig større kostnader, samtidig som unødig skader på kulturminner kan unngås. En rekke av de undersøkelsene og det grunnlagsmateriale kulturminneforvaltningen trenger, inngår i petroleumssektoren egne undersøkelser i dag, men ut fra andre formål.

14

MILJØUTFORDRINGER

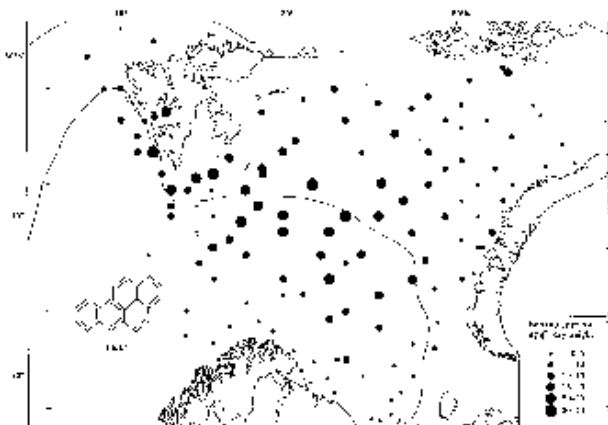
14.1 INNLEDNING

I Status rapport 2000 som OSPAR-kommisjonen har utarbeidet er miljøtilstanden i Barentshavet inkludert. Rapporten konkluderer med at havområdet er forholdsvis rent og lite forurenset. Noen miljøproblemer knyttet til forurensning ble imidlertid identifisert og kommentert. Den viktigste miljøutfordringen som ble nevnt under "issue of concern" var å unngå de negative virkningene et overfiske på fiskebestandene i Barentshavet kan medføre. I tillegg er aktuelle problemstillinger bifangst av både ikke-kommersielle og kommersielle arter, dumping av ikke-lønnsomme arter størrelsesgrupper, mulig effekter av bunntråling på bunnhabitater osv.

14.2 FORURENSNINGER

Persistente organiske miljøgifter anses som det største nåværende miljøproblemet i Barentshavet når det gjelder kjemisk forurensning. Høye konsentrasjoner av blant annet miljøgiften PCB er påvist i sjøfugl og sel på toppen av de marine næringskjedene. I isbjørn fra Svalbard, som vesentlig livnærer seg på sel, er nivåene av PCB så høye at de kan medføre negative biologiske effekter, eksempelvis effekter som påvirker dyrenes evne til reproduksjon. Det antas at bare en mindre del av tilførslene skyldes lokale kilder og aktivitetene til befolkningen som bor i de tilgrensende landområder. En vesentlig del av de organiske miljøgiftene fraktes til Barentshavet via atmosfæren fra sydligere mer industrialiserte områder. I tillegg kommer tilførsler via havstrømmene og ved avrenning gjennom de store elvene i Russland.

Belastningsnivåene av forurensning i Barentshavet følges gjennom overvåkning. Et eksempel på resultater fra Hav-



Figur 14.1 Innholdet av benzo(a)pyren i overflatesediment år 1991-1993

forskningsinstituttets overvåking er vist i figur 14.1. Innholdet av det kreftfremkallende stoffet benzo(a)pyren i bunnsediment er forholdsvis lavt sammenlignet med f.eks. bunnsedimentene i Skagerrak. Benzo(a)pyren stammer i hovedsak fra ufullstendig forbrenning av fossilt brensel som tre, kull og olje. Innholdet av PCB i bunnsedimentene er knapt sporbare. PCB og mange andre organiske miljøgifter blir, på grunn av sin evne til å bioakkumulere, vesentlig anriket i de marine næringskjedene.

Barentshavet ligger utsatt til i forhold til radioaktive utslipp, både når det gjelder lokale deponier i russiske områder som inneholder radioaktivt avfall, og fra kilder som fremdeles er aktive (atomkraftverk, atomdrevne fartøy). De største bidragene til radioaktiv kontaminering i de nordlige havområdene er imidlertid utslippene fra kjernekraftindustrien i Europa, spesielt det store britiske industrikomplekset Sellafield ved Irskesjøen. Staten strålevern i samarbeid med Havforskningsinstituttet gjennomfører en omfattende kartlegging og overvåkning av radioaktiv forurensning bl.a. i Barentshavet. Overvåkingen viser at nivåene av radioaktiv kontaminering i sjøvann, sedimenter og fisk i våre nordlige havområder er svært lavt.

Olje- og gassutvinning har foreløpig ikke gitt vesentlige negative effekter på miljøet. Risikoen for miljøproblemer vil imidlertid øke dersom denne virksomheten eventuelt øker i nordområdene. I et rammenotat utarbeidet av Norges forskningsråd i 2001 på oppdrag fra Olje- og energidepartementet, ble det påpekt at det ikke er tilstrekkelig kunnskap om mulige miljøeffekter av oljerelatert virksomhet i kystnære områder, på dypt vann og i arktiske områder, deriblant Barentshavet. Dette gjelder både langtidseffekter av akuttutslipp og driftsutslipp, i tillegg til eventuelle effekter av selve aktiviteten (plassering av installasjoner, ankring, grøfting, transport osv.) i forhold til bl.a. biologisk mangfold og fiskeriinteresser. Den tiltagende transporten av olje fra Russland vestover utenfor Finnmarkkysten representerer også en betydelig utfordring, særlig i forbindelse med oljevernberedskapen.

Iskantsonen i Barentshavet er et komplekst og ekstremt dynamisk økosystem. Det er antatt at dette økosystemet er spesielt sårbart overfor både operasjonelle og uhellsbetingede utslipp, og i den nevnte rapporten fra Norges forskningsråd pekes det på at det er behov for utvikling av bedre redskap for å kunne vurdere den biologiske effekten av miljøgifter, gjennomføre konsekvensutredninger og miljørisikoanalyser.

14.3 CRUISETRAFIKK

Cruiseturisme er en næring i vekst og spesielt er områdene rundt Svalbard attraktive for denne næringen. Cruisetrafikken representerer en fare for skipshavari og

akutte oljeutslipp i sårbare områder, i tillegg til lokal slitasje og skader på vegetasjon og kulturminner ved ilandstigningsplassene.

14.4 KLIMAENDRINGER

Fokuset på de globale klimaendringer som følge av drivhuseffekten er stor. Det kjøres en rekke globale sirkulasjonsmodeller som basert på gitt økning i konsentrasjonen av drivhusgasser skal forutsi klimaet framover. Svakheten ved flere av disse modellene er at de ikke er i stand til å koble utvekslingen mellom hav–is–atmosfære på en tilfredsstillende måte. Selv om de fleste er enig i at temperaturen vil stige, og at den vil stige mest i de nordlige områdene, så er det stor sprik mellom modellene. En annen svakhet sett fra et marint ståsted er at resultatene fra modellene i stor grad fokuserer på det som skjer i atmosfæren og i liten grad fokuserer på endringer i havet.

Det er flere spørsmål som kan stilles ved framtidens marine klima:

- Vil havstrømmene endre seg slik at det kommer mindre atlantehavsvann til våre områder og at det dermed blir kaldere? Eller vil endringen bli minimal?
- Dersom havstrømmene endrer seg, hva skjer med frontområdene mellom ulike vannmasser? Vil polarfronten i Barentshavet endre posisjon?
- Vil en generell økning i lufttemperaturen kompensere for redusert innstrømning av atlantehavsvann?
- Hva skjer med isen?

Det er også stor usikkerhet knyttet til å ”spå” om framtiden på tross av de mange utredninger og uttalelser om dette emnet. Under Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) lages det nå en rapport som spesielt fokuserer

på klimaendringer i nordområdene og deres betydning for økosystemene. Rapporten vil være ferdig i 2004.

Som nevnt tidligere er transporten av atlantehavsvann inn i Barentshavet av helt vesentlig betydning for hele økosystemet. Store endringer i denne transporten kan føre til betydelige endringer i artssammensetningen både for fisk og andre organismer med de følger dette bl.a. kan få for vår høsting av de fornybare ressursene.

14.5 OZON

Klimaendringer kan også *forsterke* ozonreduksjonen ved å kjøle ned stratosfæren og endre sirkulasjonsmønstre. Dermed vil luft med lavt ozoninnhold føres inn i Arktis, noe som igjen vil kunne gi økt ultraviolet stråling. Dette skaper bl.a. bekymring med tanke på mulige direkte skader på biota, men også indirekte ved at karbonkretsløpets omløpshastighet begrenses. Resultatet kan bli en større produksjon av karbondioksid og drivhuseffekten kan dermed forsterkes.

14.6 INTRODUSERTE ARTER

Få barrierer i havet gir gode muligheter for artsutbredelse og færre introduserte arter sammenlignet med landejorden. Imidlertid kan nye arter introduseres, enten tilsikt som kongekrabben eller utilsiktet gjennom ballastvann eller fraktet fastsittende til skipsskrog. Klimaendringer med varmere vann kan føre til at nye arter ”innvaderer” nye områder, for eksempel synes kolmule og makrell å ha fått en langt mer nordlig utbredelse enn tidligere og befinner seg nå til tider i inngangen til Barentshavet hvor særlig kolmule kan gjøre betydelige innhogg i fiskeyngel på vei til oppvekstområdene. Introduksjon av fremmede og/eller genmodifiserte organismer kan ha effekt på det biologiske mangfoldet på ulike nivåer (økosystem, arts- og genetisk nivå).

15

HOVEDFORFATTERE

Arbeidet med denne rapporten har skjedd i et fellesskap og gjennom en lang rekke møter på Havforskningsinstituttet og i telefonsamtaler og e-post utveksling med Norsk Polarinstitutt, hvor de forskjellige bidragene er drøftet. Det er allikevel slik at enkeltpersoner har hatt hovedansvar for sammenfatningen i de enkelte kapitler. For å synliggjøre dette har vi derfor valgt å knytte hovedforfatterene til kapitlene slik dette framgår av listen nedenunder.

Sammendrag: Lars Føyn

Innledning: Lars Føyn og Cecilie H. von Quillfeldt

Marine naturtyper: Cecilie H. von Quillfeldt

Oseanografiske forhold: Harald Loeng og Cecilie H. von Quillfeldt

Primærproduksjonen: Francisco Rey

Dyreplankton: Arne Hassel

Issamfunn: Cecilie H. von Quillfeldt

Egg, larver, yngel og 0-gruppe: Petter Fossum

Fiskebestandene: Are Dommasnes

Sjøpattedyr: Mette Mauritzen og Cecilie H. von Quillfeldt

Bunnfauna: Jan helge Fosså og Cecilie H. von Quillfeldt

Sjøfugl: Hallvard Strøm

Modellering: Bjørn Ådlandsvik

Marine kulturminner: Susan Barr

Miljøutfordringer: Jarle Klungsøyr og Cecilie H. von Quillfeldt

- AKUP 1994. Statusrapport 1993. Arbeidsgruppen for konsekvensutredninger av petroleumsvirksomhet. Nærings- og energidepartementet, Oslo.
- AMAP 1997. Arctic pollution issues: A state of the Arctic Environment Report. AMAP, Oslo, 188 pp.
- AMAP 1998. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, xxi + 859 pp.
- Anker-Nilssen, T. 1987. Metoder til konsekvensanalyser olje/sjøfugl. Viltrapp 44. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V. and Strann, K.B. 1988. Konsekvensanalyse olje/sjøfugl ved petroleumsvirksomhet i Barentshavet sør for 74°30'N. Viltrapp 46. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin, A.N., Bianki, V.V. and Tatarinkova, I. P. (eds.) 2000. The status of marine birds breeding in the Barents Sea region. Norsk Polarinstitutt Rapportserie no. 113, 213 pp.
- Anthony, R.M., Barten, N.L. and Seiser, P.E. 2000. Food of arctic foxes (*Alopex lagopus*) during winter and spring in western Alaska. J. Mammal. 81: 820–828.
- Bakken, V. 2000. Seabird colony databases of the Barents Sea region and the Kara Sea. Norsk Polarinstitutt Rapportserie no. 115, 78 pp.
- Bakken, V. and Mehlum, F. 1988. AKUP – Sluttrapport, Sjøfuglundersøkelser nord for N 74°/Bjørnøya. Norsk Polarinstitutt Rapportserie no. 44, 179 pp.
- Barrett, R.T., Anker-Nilssen, T., Gabrielsen, G. and Chapdelaine, G. 2001. Food consumption by seabirds in Norwegian waters. ICES J. Mar. Sci. 58: 1–15.
- Barrett, R.T. and Krasnov, Y.V. 1996. Recent responses to changes in stocks of prey species by seabirds breeding in the southern Barents Sea. ICES J. Mar. Sci. 53: 713–722.
- Berntsen, J., Skagen, D.W. and Svendsen, E. 1994. Modelling the transport of particles in the North Sea with reference to sandeel larvae. Fish. Oceanogr. 3: 81–91.
- Bjørge, A. 1993. The harbour seal, *Phoca vitulina* L., in Norway and the role of science in management. PhD thesis, Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Norway.
- Bjørge, A. and Øien, N. 1995. Distribution and abundance of harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in Norwegian waters. International Whaling Commission Report, Special Issue 16.
- Bjørge, A. and Øien, N. 1999. Statusrapport for Havforskningsinstituttets overvåkning av kystsel. Havforskningsinstituttet Rapport SPS-9904.
- Bjørke, H., Blindheim, J. and Melle, W. 1999. Hydrographical conditions and vertical distribution of plankton and nekton in the eastern Norwegian Sea. Fisker og havet, nr. 2–1999: 1–30.
- Blacker, R.W. 1965. Recent changes in the benthos of the west Spitsbergen fishing grounds. ICNAF Spec. Publ. 6: 791–794.
- Blindheim, J. 1989. Cascading of Barents Sea bottom water into the Norwegian Sea. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 188: 49–58.
- Borgå, K. 2002. Organochlorine contaminants in Arctic marine food webs: distribution in pelagic and sympagic fauna. PhD thesis, University of Tromsø and Norwegian Polar Institute, Norway.
- Born, E.W. and Böcher, J. (eds.) 2001. The ecology of Greenland. Ilinnisiorfik, Nuuk (Greenland), 429 pp.
- Brattegard, T. and Holthe, T. (eds.) 1995. Kartlegging av egnede marine verneområder i Norge. Tilråding fra rådgivende utvalg. Utredning for DN 1995–3. Direktoratet for naturforvaltning, 179 pp.
- Båmstedt, U., Eilertsen, H.C., Tande, K.S., Slagstad, D. and Skjoldal, H.R. 1991. Copepod grazing and its potential impact on the phytoplankton development in the Barents Sea. Pp.339–353 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990. Polar Res. 10(1).
- Carsten, J. and Wefer, G. 1992. Recent distribution of planktonic foraminifera in the Nansen Basin, Arctic Ocean. Deep-Sea Res. 39(Suppl.2): 507–524.
- Christensen, I., Haug, T. and Øien, N. 1992. A review of feeding and reproduction in large baleen whales (Mysticeti) and sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in Norwegian and adjacent waters. Fauna Norvegica Serie A 13: 39–48.
- Dalpadado, P., Borkner, N. and Skjoldal, H.R. 1994. Distribution and life history of *Themisto* (Amphipoda) spp., north of 73 °N in the Barents Sea. Fisker og havet, nr. 12–1994. Havforskningsinstituttet, Bergen, 42 pp.
- Dalpadado, P., Ellertsen, B., Melle, W. and Skjoldal, H.R. 1998. Summer distribution patterns and biomass estimates of macrozooplankton and micronekton in the Nordic Seas. Sarsia 83: 103–116.
- Dalpadado, P. and Skjoldal, H.R. 1991. Distribution and life history of krill from the Barents Sea. Pp. 443–460 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990. Polar Res. 10(2).
- Dalpadado, P. and Skjoldal, H.R. 1996. Abundance, maturity and growth of the krill species *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* in the Barents Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 144: 175–183.
- Drobysheva, S.S., Nesvetova, G.I., Nesterova, V.N., Ryshov, V.M. and Chepurinov, A.N. 1988. Division of the Barents Sea in view of primary and plankton production formation type. ICES C.M. /L7, 20 pp.
- Drobysheva, S.S. and Panasenko, L.D. 1984. On consumption on the Barents Sea euphausiids. ICES C.M./L7: 1–12.
- Dunbar, M.J. 1964. Serial atlas of the marine environment. Folio 6. Euphausiids and pelagic amphipods. American Geographical Society, New York: 1–2. 8 plates.
- Eide, L.I., Reistad, M. and Guddal, J. 1985. Database av beregnede vind og bølgeparametre for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet, hver 6. time for årene 1955–81. Tech. rept. The Norwegian Meteorological Institute.
- Eilertsen, H.C., Taasen, J.P. and Weslawski, J.M. 1989a. Phytoplankton studies in the fjords of west Spitzbergen: physical environment and production in spring and summer. J. Plankton Res. 11: 1245–1260.
- Eilertsen, H.C., Tande, K.S. and Hegseth, E.N. 1989b. The potential of herbivorous copepods for regulating the spring phytoplankton bloom in the Barents Sea. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 188: 154–163.
- Eilertsen, H.C., Tande, K.S. and Taasen, J.P. 1989c. Vertical distribution of primary production and grazing by *Calanus glacialis* (Jaschnov) and *C. hyperboreus* (Krøyer) in Arctic Waters (Barents Sea). Polar Biol. 9: 253–260.
- Engedahl, H., Ådlandsvik, B. and Martinsen, E.A. 1998. Production of monthly climatological archives for the Nordic Seas. J. Mar. Syst. 14: 1–26.

- Eriksrød, G. and Ådlandsvik, B. 1997. Simulation of drift of capelin larvae in the Barents Sea. *Fisken og havet* nr. 9–1997, 31 pp.
- Estep, K.W., Nejtgaard, J.C., Skjoldal, H.R. and Rey, F. 1990. Predation by copepods upon natural populations of *Phaeocystis pouchetii* as a function of the physiological stage of the prey. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 235–249.
- Falk-Petersen, S., Hagen, W., Kattner, G., Clarke, A. and Sargent, J. 2000a. Lipids, trophic relationships, and biodiversity in Arctic and Antarctic krill. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(Suppl. 3): 178–191.
- Falk-Petersen, S., Hop, H., Budgell, W.P., Hegseth, E.N., Korsnes, R., Løyning, T.B., Ørbæk, J.B., Kawamura, T. and Shirasawa, K. 2000b. Physical and ecological processes in the Marginal Ice Zone of the northern Barents Sea during the summer melt periods. *J. Mar. Syst.* 27: 131–159.
- Falk-Petersen, S., Hopkins, C.C.E. and Sargent, J.R. 1990. Trophic relationships in the pelagic, Arctic food web. In *Proc. 24th Europ. Mar. Biol. Symp.* 1990: 315–333.
- Fjeld, P.E. and Bakken, V. (eds.) 1993. Sårbarhets- og verneverdianalyse for sjøfugl i forbindelse med leteboring etter olje/gass i Barentshavet Nord. Forslag til supplerende undersøkelser. Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 123, 67 pp.
- Fogg, G.E. (ed.) 1998. *The biology of polar habitats.* Oxford University Press, Oxford, 263 pp.
- Fosså, J.H. (ed.) 2001. *Havets miljø 2001. Fisken og havet, særnr. 2–2001,* 118 pp.
- Fosså, J.H. and Mortensen, P.B. 1998. Artsmangfoldet på *Lophelia*-korallrev og metoder for kartlegging og overvåking. *Fisken og havet* nr. 17–1998, 95 pp.
- Fosså, J.H., Mortensen, P.B. and Furevik, D.M. 2000. *Lophelia*-korallrev langs norskekysten. Forekomst og tilstand. *Fisken og havet* nr. 2–2000, 94 pp.
- Fosså, J.H., Mortensen, P.B. and Furevik, D.M. 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters; distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia* 417: 1–12.
- Frafjord, K. 1993. Food habitats of arctic foxes (*Alopex lagopus*) on the Western coast of Svalbard. *Arctic* 46(1): 49–54.
- Gjertz, I., Kovacs, K.M., Lydersen, C. and Wiig, Ø. 2000. Movements and diving of bearded seal (*Erignathus barbatus*) mothers and pups during lactation and post-weaning. *Polar Biol.* 23: 559–566.
- Golovkin, A. and Bakken, V. 1997. Seabird Bibliography 1773–1994 – Northwest region of Russia. Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 152, 94 s.
- Gulliksen, B., Holte, B. and Jakola, K.-J. 1985. The soft bottom fauna in Van Mijenfjord and Raudfjord, Svalbard. Pp. 199–215 in Gray, J.S. and Christensen, M. (eds.) *Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms. Proceedings of the 18th European Marine Biology Symposium, University of Oslo, Norway, 14–20 August 1983.* John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Gulliksen, B., Palerud, R., Brattegard, T. and Sneli, J. (eds.) 1999. Distribution of marine benthic macro-organisms at Svalbard (including Bear Island) and Jan Mayen. Directorate for Nature Management, Research Report for DN 1994–4, 148 pp.
- Hansen, J.R., Hansson, R. and Norris, S. (eds.) 1996. The state of the European Arctic Environment. EEA Environmental Monograph No. 3 (Also published as Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 141), 136 pp.
- Hansen, J.R. and Jenneborg, L.H. 1996. Part. 7. Benthic marine algae and cyanobacteria. Pp. 361–374 in Elvebakk, A. and Prestrud, P. (eds.): *A catalogue of Svalbard plants, fungi, algae and cyanobacteria.* Norsk Polarinstittutt Skrifter no. 198.
- Hansen, R. and Ådlandsvik, B. 1996. Application of a hydrodynamical model on transport of larvae of polar cod in the northern Barents Sea. *Fisken og havet* nr. 27–1996, 64 pp.
- Hasle, G.R. 1990. Arctic plankton diatoms: dominant species, biogeography. Pp. 53–56 in Medlin, L.K. and Priddle, J. (eds.) *Polar Marine Diatoms.* British Antarctic Survey, Cambridge, 214 pp.
- Hasle, G.R. and Heimdal, B.R. 1998. The net phytoplankton in Kongsfjorden, Svalbard, July 1988, with general remarks on species composition of arctic phytoplankton. *Polar Res.* 17(1): 31–52.
- Hassel, A., Johannessen, M., Bakkeplass, K., Bratland, P., Endresen, B., Erices, J., Hagebø, M., Johannessen, S.E., Seglem, K. and Strømstad, J. 1993. Planktonundersøkelsene i Barentshavet 1992. Datarapport. Internotat, nr. 1–1993. Havforskningsinstituttet, Bergen, 99 pp.
- Hassel, A., Johannessen, M., Bakkeplass, K., Hagebø, M., Erices, J., Lygren, S., Gjertsen, K., Johannessen, S.E. and Strømstad, J. 2001. Planktonundersøkelsene i Barentshavet 1999. Datarapport. Interne Notat, nr. 02–2001. Havforskningsinstituttet, Bergen, 80 pp.
- Hassel, A., Johannessen, M., Bakkeplass, K., Hagebø, M., Erices, J., Lygren, S. and Strømstad, J. 1995. Planktonundersøkelsene i Barentshavet 1994. Datarapport. Interne Notat, nr. 6–1995. Havforskningsinstituttet, Bergen, 153 pp.
- Hassel, A. and Melle, W. 1999. Plankton som råstoffkilde for fremstilling av føremidler til bruk innen fiskeoppdrett. Interne Notat, nr. 3–1999. Havforskningsinstituttet, Bergen, 30 pp.
- Holme, J. (ed.) 2001. *Kulturminnevern. Bd I og II. Økokrim.*
- Holte, B. and Gulliksen, B. 1998. Common macrofaunal dominant species in the sediments of some north Norwegian and Svalbard glacial fjords. *Polar Biol.* 19: 375–382.
- Hop, H., Hansen, J.R. and Hubert-Hansen, J.-P. (eds.) 1998. Overvåking av biologisk mangfold i norsk Arktis. Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 158, 67 pp.
- Horner, R.A. (ed.) 1985. *Sea ice biota.* CRC Press, Florida, 215 pp.
- Horner, R., Ackley, S.F., Dieckmann, G.S., Gulliksen, B., Hoshiai, T., Melnikov, I.A., Reeburgh, W.S., Spindler, M. and Sullivan, C.W. 1992. Ecology of sea ice biota. 1. Habitat and terminology. *Polar Biol.* 12: 417–427.
- Hovland, M. and Mortensen, P.B. 1999. *Norske korallrev og prosesser i havbunnen.* John Grieg forlag, Bergen, 155 pp.
- Husebø, Å., Nøttestad, L., Fosså, J.H., Furevik, D.M. and Jørgensen, S.B. 2002. Distribution and abundance of fish in deep-sea coral habitats. *Hydrobiologia* 417: 1–12.
- Hønneland, G., Jørgensen, A.-K. and Kovacs, K. 1999. Barents Sea Ecoregion. Reconnaissance Report. WWF (World Wide Fund for Nature), 118 pp.
- Ingebrigtsen, A. 1929. Whales caught in the North Atlantic and other seas. *Rapp. P.-v. Réun., Cons. Int. Explor. Mer.* LVI: 1–26.
- Ingvaldsen, R., Loeng, H. and Asplin, L. 2002. Variability in the Atlantic inflow to the Barents Sea based on a one-year time series from moored current meters. *Continental Shelf Research*, 22(2002): 505–519.
- Isaksen, K. and Bakken, V. (eds.) 1995. *Seabird Populations in the Northern Barents Sea. Source data for the impact assessment of the effects of oil drilling activity.* Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 135, 134 pp.
- Isaksen, K., Bakken, V. and Wiig, Ø. 1998. Potential effects on seabirds and marine mammals of petroleum activity in the northern Barents Sea. Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 154, 66 pp.
- Isaksen, K. and Wiig, Ø. (eds.) 1995. Conservation value assessment and distribution of selected marine mammals in the northern Barents Sea. Norsk Polarinstittutt Meddelelser no. 136, 55 pp.

- Iversen, S.A. (ed.) 2001. Havets ressurser 2001. Fisken og havet særnr. 1–2001, 153 pp.
- Jefferson, T., Leatherwood, S. and Webber, M.A. (eds.) 1994. Marine mammals of the world. FAO species identification guide. Rome: FAO and UNEP, 320 pp.
- Jonggård, Å. 1966. The distribution of *Balaenoptera* in the North Atlantic Ocean. Pp. 114–124 in Norris, K.S (ed) Whales, dolphins and porpoises. University of California Press, Berkeley, California.
- Jørgensen, L.L. and Gulliksen, B. 2001. Rocky bottom fauna in arctic Kongsfjord (Svalbard) studied by means of suction sampling and photography. *Polar Biol.* 24: 113–121.
- Kamshilov, M.M. 1961. Some long-term changes in the fauna and biological productivity of the Barents Sea and their causes. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 46: 282–287.
- Kristiansen, S. and Farbro, T. 1991. Nitrogen uptake rates in the phytoplankton and in the ice algae in the Barents Sea. Pp. 187–192 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990. *Polar Res.* 10(1).
- Kögeler, J. and Rey, F. (1999). Ocean colour and the spatial and seasonal distribution of phytoplankton in the Barents Sea. *Int. J. Remote Sensing* 20(7): 1303–1318.
- Lindström, U. 2001. Foraging ecology of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*): composition and selection of prey in the northeast Atlantic. PhD thesis, University of Tromsø, Norway
- Loeng, H. 1991. Features of the physical oceanography of the Barents Sea. Pp. 5–18 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990. *Polar Res.* 10(1).
- Loeng, H. and Ingvaldsen, R. 2001. Nye trekk ved strømmønnet ut og inn av Barentshavet og effekten på økosystemet. *Fisken og havet særnr. 2–2001 (Havets miljø):* 79–81.
- Loeng, H. and Sætre, R. 2001. Features of the Barents Sea circulation. *Fisken og havet nr. 1–2001*, 40pp.
- Lorentsen, S.-H. 2002. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater fra hekkesesongen 2001. NINA Oppdragsmelding 726: 1–36.
- Lüning, C. (ed.) 1990. Seaweeds. Their environment, biogeography, and ecophysiology. John Wiley & Sons, Inc., New York, 527 pp.
- Lønne, O.J. 1999. On productivity in ice-covered polar oceans. *NATO ASI Ser.* 156: 209–218.
- Marstrander, L./RA 2002. Konvensjon om beskyttelse av den undersjøiske kulturarv. I: ICOMOS Nytt nr.2-3/2001. ICOMOS Norge februar 2002, pp. 2–5.
- Mehlum, F. (ed.) 1989. Svalbards fugler og pattedyr. Norsk Polarinstittutt: Polarhåndbok no. 3, 139 pp.
- Melle, W. 1998. Reproduction, life cycles, and distributions of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, and *C. hyperboreus* in relation to environmental conditions in the Barents Sea. PhD thesis. Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Norway.
- Melle, W., Knutsen, T., Ellertsen, B., Kaartvedt, S. and Noji, T. 1993. Økosystemet i det østlige Norskehavet; sokkel og dyphav. Havforskningsinstituttet, Rapport fra senter for marint miljø 1993 nr. 4: 1–108.
- Melle, W. and Skjoldal, H.R. 1998. Reproduction and development of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* in the Barents Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 169: 211–228.
- Melle, W., Skjoldal, H.R., Hassel, A. and Rey, F. 1987. Reproduction of zooplankton in relation to initiation of the spring phytoplankton bloom in the Barents Sea. *ICES C.M.* 1987/ L: 30, 26 pp.
- Melnikov, I.A. 1997. The Arctic sea ice ecosystem. Gordon and Breach Science Publishers, the Netherlands, 204 pp.
- Moe, K.A., Serigstad, B. and Brude, O.W. 1998. Olje-fisk; en reduksjonistisk tilnærming til skade- og risikoberegninger ved bruk av GIS. Alpha Rapport 1012–98–1. Alpha Miljørådgivning, 26 pp.
- Mortensen, P.B. 2000. *Lophelia pertusa* (Scleractinia) in Norwegian waters. Distribution, growth, and associated fauna. PhD thesis, Department of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Norway.
- Mortensen, P.B. and Rapp, H.T. 1998. Oxygen- and carbon isotope ratios related to growth line patterns in skeletons of *Lophelia pertusa* (L) (Anthozoa: Scleractinia): Implications for determination of linear extension rates. *Sarsia* 83: 433–446.
- Mumm, N. 1993. Composition and distribution of mesozooplankton in the Nansen Basin, Arctic Ocean, during summer. *Polar Biol.* 13: 451–461.
- Niehoff, B., Klenke, U., Hirche, H.J., Irigoien, X., Head, R. and Harris, R. 1999. A high frequency time series at weathership M, Norwegian Sea, during the 1997 spring bloom: the reproductive biology of *Calanus finmarchicus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 176: 81–92.
- Nilssen, K.T., Corkeron, P., Haug, T., Skavberg, N.E. and Lindblom, L. 2002. Registrering av havertunger i Nord-Trøndelag, Nordland og Finnmark i oktober – november 2001. Fiskeriforsknings rapport nr. 5/2002.
- Noji T.T. and Rey F. 1996. Old and new perspectives on zooplankton and vertical particle flux. Keynote address in the session “The North Atlantic Components of Global Programs: Lessons to ICES GLOBEC from WOCE/JGOFS” at the ICES Statutory Meeting, 27 September – 1 October 1996, Reykjavik, Iceland.
- Piepenburg, D., Blackburn, T.H., Vondorrien, C.F., Gutt, J., Hall, P.O.J., Hulth, S., Kendall, M.A., Opalinski, K.W., Rachor, E. and Schmid, M.K. 1995. Partitioning of benthic community respiration in the Arctic (Northwestern Barents Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 118: 199–213.
- Plourde, S. and Runge, J.A. 1993. Reproduction of the planktonic copepod *Calanus finmarchicus* in the lower St. Lawrence estuary: relation to the cycle of phytoplankton production and evidence for a *Calanus* pump. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 102: 217–227.
- Reigstad, M., Wassmann, P., Wexels Riser, C., Øygarden, S. and Rey, F. 2002. Seasonal variations in hydrography, nutrients and suspended biomass in the marginal ice-zone and the central Barents Sea. *J. Mar. Syst.*
- Remmert, H. (ed.) 1980. Arctic animal ecology. Springer-Verlag, Berlin, 250 pp.
- Rey, F. 1991. Photosynthesis-irradiance relationships in natural phytoplankton populations of the Barents Sea. Pp. 105–116 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990. *Polar Res.* 10(1).
- Rey, F. 1993. Planteplanktonet og dets primærproduksjon i det nordlige Barentshavet. *Fisken og havet no 10*, 39 pp.
- Rey, F. and Loeng, H. 1985. The Influence of ice and hydrographic conditions on the development of phytoplankton in the Barents Sea. Pp. 49–63 in Gray, J.S. and Christiansen, M.E. (eds.) Marine biology of polar regions and effect of stress on marine organisms. John Wiley & Sons, London, 639 pp.
- Rey, F. and Skjoldal, H.R. 1987. Consumption of silicic acid below the euphotic zone by sedimenting diatom blooms in the Barents Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 36: 307–312.
- Rey, F., Skjoldal, H.R. and Slagstad, D. 1987. Primary production in relation to climatic changes in the Barents Sea. Pp. 29–46 in Loeng, H. (ed.) The effect of oceanographic conditions on distribution and populations dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

- Ridgeway, S.H. and Harrison, R.J. (eds.) 1981a. Handbook of Marine Mammals. Volume 1: The Walrus, Sea Lions, Fur Seals and Sea Otter. Academic Press, London, 235 pp.
- Ridgeway, S.H. and Harrison, R.J. (eds.) 1981b. Handbook of Marine Mammals. Volume 2: Seals. Academic Press, London, 359 pp.
- Ridgeway, S.H. and Harrison, R.J. (eds.) 1985. Handbook of Marine Mammals. Volume 3: The Sirenians and Baleen Whales. Academic Press, London, 362 pp.
- Ridgeway, S.H. and Harrison, R.J. (eds.) 1989. Handbook of Marine Mammals. Volume 4: River Dolphins and the larger Toothed Whales. Academic Press, London, 442 pp.
- Ridgeway, S.H. and Harrison, R.J. (eds.) 1999. Handbook of Marine Mammals. Volume 6: The second book of Dolphins and the Porpoises. Academic Press, London, 486 pp.
- Sakshaug, E., Bjørge, A., Gulliksen, B., Loeng, H. and Mehlum, F. (eds.) 1994a. Økosystem Barentshavet. Norges Allmennvitenskapelige Forskningsråd, Norges Fiskeriforskningsråd, Miljøverndepartementet, 304 pp.
- Sakshaug, E., Bjørge, A., Gulliksen, B., Loeng, H. and Mehlum, F. 1994b. Structure, biomass distribution, and energetics of the pelagic ecosystem in the Barents Sea: A synopsis. *Polar Biol.* 14: 405–411.
- Sakshaug, E., Rey, F. and Slagstad, D. 1995. Wind forcing of marine primary production in the northern atmospheric low-pressure belt. Pp. 15–25 in Skjoldal, H.R., Hopkins, C., Erikstad, K.E. and Leinaas, H.P. (eds.) *Ecology of fjords and coastal waters.* Elsevier, Amsterdam, 623 pp.
- Sakshaug, E. and Slagstad, D. 1992. Sea ice and wind: effects on primary productivity in the Barents Sea. *Atmosphere-Ocean* 30(4): 579–591.
- Sakshaug, E. and Walsh, J. 2000. Marine biology: Biomass, productivity, distributions and their variability in the Barents and Bering Seas. Pp. 163–196 in Nuttall, M. and Callaghan, T. (eds.) *The Arctic: environment, people, policy.* Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Schweder, T., Haug, H.J., Dimakos, X.K., Langaas, M. and Øien, N. 1997. Abundance estimates of northeastern Atlantic minke whales, estimates from 1989 and 1995. *The International Whaling Commission Report* 47: 453–483.
- Scott, C.L., Falk-Petersen, S., Sargent, J.R., Hop, H., Lønne, O.J. and Poltermann, M. 1999. Lipids and trophic interactions of ice fauna and pelagic zooplankton in the marginal ice zone of the Barents Sea. *Polar Biol.* 21: 65–70.
- Semb-Johansson A. (ed.) 1985. *Verdens dyr. Havets pattedyr.* J.W. Cappelen Forlag as, Oslo, 157 pp.
- Skjoldal, H.R. and Rey, F. 1989. Pelagic production and variability of the Barents Sea ecosystem. Pp. 241–286 in Sherman, K. and Alexander, L. (eds.) *Biomass yields and geography of large marine ecosystems.* AAAS Selected Symposium III, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Skjoldal, H.R., Hassel, A., Rey, F. and Loeng, H. 1987. Spring phytoplankton development and zooplankton reproduction in the central Barents Sea in the period 1979–1984. Pp. 59–89 in Loeng, H. (ed.) *The effect of oceanographic conditions on distribution and populations dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea.* Institute of Marine Research, Bergen, Norway.
- Skogen, M.D., Monstad, T. and Svendsen, E. 1999. A possible separation between a northern and southern stock of the northeast Atlantic blue whiting. *Fish. Res.* 41: 119–131.
- Slagstad, D. and Støle-Hansen, K. 1991. Dynamics of plankton growth in the Barents Sea: Model studies. Pp. 173–186 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990.* *Polar Res.* 10(1).
- Smith, W.O. (ed.) 1990. *Polar Oceanography. Part B. Chemistry, Biology, and Geology.* Academic Press, San Diego, 760 pp.
- Stirling, I. and Cleator, H. (eds.) 1981. *Polynyas in the Canadian Arctic.* Canadian Wildlife Service, Occasional Paper no. 45, 73 pp.
- Stonehouse, B. (ed.) 1989. *Polar Ecology.* Blackie and Son Ltd., Glasgow, 222 pp.
- Strann, K.B. and Vader, W. 1988. Registrering av sjøfugl i Barentshavet Syd. AKUP 1985–1988. *Tromsø, Naturvitenskap nr. 63,* 47 pp + 74 maps.
- Sundby, S. 1984. Influence of bottom topography on the circulation at the continental shelf off Northern Norway. *Fisk.dir. Skr. Ser. Havunders. 17:* 501–519.
- Svendsen, E., Fossum, P., Skogen, M.D., Eriksrød, G., Bjørke, H., Nedreaas, K. and Johannesen, A. 1995. Variability of the drift patterns of Spring Spawmed herring larvae and the transport of water along the Norwegian shelf. *ICES C.M. 1995/Q:* 25.
- Systad, G.H. and Bustnes, J.O. 1999. Fordeling av kystnære sjøfugler langs Finnmarksysten utenom hekketida: Kartlegging ved hjelp av flytelling. *NINA Oppdragsmelding 605:* 1–66.
- Syvrtsen, E. 1991. Ice algae in the Barents Sea: Types of assemblages, origin, fate and role in the ice-edge phytoplankton bloom. Pp. 277–287 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990.* *Polar Res.* 10(1).
- Theisen, F. (ed.) 1997. Dokumentasjon og vurdering av verneverdier på Bjørnøya. *Norsk Polarinstitutt Meddelelser no. 143,* 96 pp.
- Theisen, F. and Brude, O.W. (eds.) 1998. Evaluering av områdevernet på Svalbard. Representativitet og behov for ytterligere vern. *Norsk Polarinstitutt Meddelelser no. 153,* 143 pp.
- Thingstad, T.F. 1990. (ed.) *Olje i Barentshavets økosystem. En oppsummering av resultater fra Pro Mare med relevans for vurdering av konsekvenser av forskningsprogrammet Oljevirkosomhet i Barentshavet Nord.* AKUP Rapport, 40 pp.
- Toresen, R. (ed.) 2000. *Havets ressurser 2000. Fisken og havet særnrr. 1–2000,* 156 pp.
- Torgersen, T., Kaartvedt, S., Melle, W. and Knutsen, T. 1997. Large scale distribution of acoustical scattering layers at the Norwegian continental shelf and the eastern Norwegian Sea. *Sarsia* 82: 87–96.
- Usachev, P.I. 1961. *Fitoplankton U Severnogo Polyusa (Posboram P.I. Shirshova Na Pervoi Dreifuyshegei Stantsii “Svernnyi Polyus” 1937–1938).* *Trudy Vsesoyuznogo Gidrobiologicheskogo Obshchestva* 11: 189–208, Akademiya Nauk Sssr.
- Vikebø F. 2000. Transport av egg og larver fra norsk-arktisk torsk fra gyteområdene i Lofoten. Master thesis. Geophysical Institute, University of Bergen.
- von Quillfeldt, C. H. 1996. Ice algae and phytoplankton in North Norwegian and Arctic waters: species composition, succession and distribution. PhD thesis, University of Tromsø, Norway.
- von Quillfeldt, C.H. Ed. 2002. *Marine verdier i havområdene rundt Svalbard. Oversikt over marine områder i territorialfarvannet og fiskevernsone med behov for vern eller andre forvaltningstiltak.* Norsk Polarinstitutt Rapportserie no. 118, 100 pp.
- Wassmann, P., Andreassen, I.J. and Rey, F. 1999. Seasonal variation of nutrients and suspended biomass on a transect across Nordvestbanken, north Norwegian shelf, in 1994. *Sarsia* 84: 199–212.
- Wassmann, P., Peinert, R. and Smetacek, V. 1991. Patterns of production and sedimentation in the boreal and polar Northeast Atlantic. Pp. 209–228 in Sakshaug, E., Hopkins, C.C.E. and Øritsland, N.A. (eds.) *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, 12–16 May 1990.* *Polar Res.* 10(1).
- Wassmann, P., Ratkova, T.N., Andreassen, I.J., Vernet, M., Pedersen, G.

- and Rey, F. 1999. Spring bloom development in the marginal ice zone and the central Barents Sea. *Publicazioni delle Stazione Zoologica di Napoli, Marine Ecology*, 20(3–4): 321–346.
- Weslawski, J.M. 1994. *Gammarus* (Crustacea, Amphipoda) from Svalbard and Franz Josef Land – distribution and density. *Sarsia* 79(2): 145–150.
- Weslawski, J.M., Kwasniewski, S. and Wiktor, J. 1991. Winter in a Svalbard fjord ecosystem. *Arctic* 44(2): 115–123.
- Weslawski, J.M. and Legezynska, J. 1998. Glaciers caused zooplankton mortality? *J. Plankton Res.* 20: 1233–1240.
- Weslawski, J.M., Ryg, M., Smith, T.G. and Øritsland, N.A. 1994a. Diet of ringed seals (*Phoca hispida*) in a fjord of West Svalbard. *Arctic* 47(2): 109–114.
- Weslawski, J.M., Szymelfenig, M., Zajaczkowski, M. and Keck, A. 1999. Influence of salinity and suspended matter on benthos of an Arctic tidal flat. *ICES J. Mar. Sci.* 56 (Suppl.): 194–202.
- Weslawski, J.M., Wiktor, M., Zajaczkowski, M. and Swerpel, S. 1993. Intertidal zone of Svalbard. *Polar Biol.* 13: 73–79.
- Zelikman, E.A. 1958. On gonad maturation and female productivity in species of euphausians abundant in the Barents Sea. *Doklady Biological Sciences (English Translation of Doklady Akademii Nauk SSSR.) Seriya Biologiya* 118: 118–121.
- Zenkevitch, L. 1963. *Biology of seas*. George Allen & Unwin Limited, London, 955 pp.
- Øien, N. 1990. Sighting surveys in the Northeast Atlantic in July 1988: Distribution and abundance of Cetaceans. *International Whaling Commission Report* 40: 499–511.
- Øien, N. 2000. Bestandsforhold og fangst. I *Spekkhogger – staurkval* (Damsgård, B. and Haug, T., eds.) *Ottar – Tidsskrift ved Tromsø Museum* 2,3 –9.
- Øien, N. and Hartvedt, S. 1995. Distribution of a selection of marine mammal species in the northern part of the Barents Sea. I *Conservation value assessment and distribution of selected marine mammals in the northern Barents Sea* (Wiig, Ø. and Isaksen, K. eds.). *Norsk Polarinstitutt Meddelelser* 136: 33–45.
- Ådlandsvik, B. 1998. Modelling advection of herring larvae from post larval observations. *Foreløpig rapport*. Havforskningsinstituttet. 11pp.
- Ådlandsvik, B. 2000. Modelling transport of eggs and larvae of Greenland halibut in East-Greenland waters. Pages 49-78 in Woll, A.K., Boje, J., Hjørleifsson, E. and Gundersen, A.C. (eds) *Greenland halibut in East Greenland waters. TemaNord 2000: 585*. Nordic Council of Ministers.
- Ådlandsvik, B., Gundersen, A.C., Nedreaas, K.H., Stene, A. and Albert, O.T. 1999. Modelling the advection and diffusion of eggs and larvae of northeast Arctic Greenland halibut. *ICES CM 1999/K: 03*.
- Ådlandsvik, B. and Sundby, S. 1994. Modelling the transport of cod larvae from the Lofoten area. *ICES mar. Sci. Symp.* 198: 379–392.

