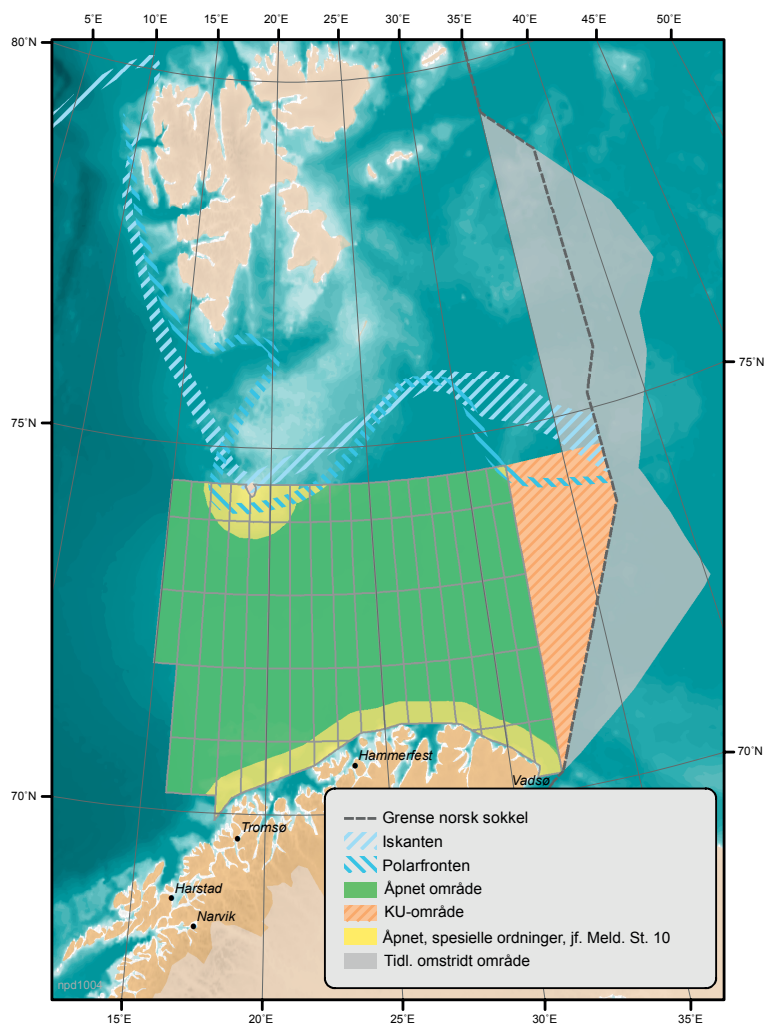
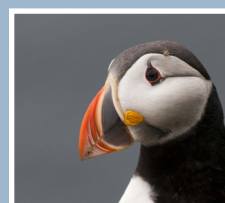
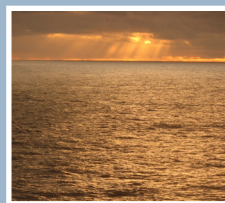


Kunnskap om marine naturressurser i Barentshavet sørøst

Konsekvensutredning for Barentshavet sørøst
Utarbeidet på oppdrag fra Olje- og energidepartementet



Innledning ved Olje- og energidepartementet

Åpningsprosessen for Barentshavet sørøst

Før et område kan åpnes for petroleumsvirksomhet må det gjennomføres en åpningsprosess. En åpningsprosess har som formål å utrede det faglige grunnlaget for Stortingets beslutning om åpning av et område.

En åpningsprosess består av to hovedelementer. Den ene delen er en vurdering av ressurspotensialet i området. Den andre delen er en vurdering av de næringsmessige, miljømessige og andre samfunnsmessige virkninger av petroleumsvirksomhet i området (konsekvensutredning).

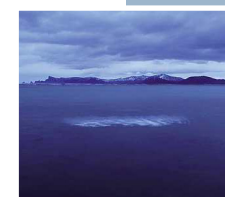
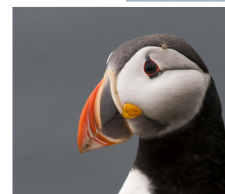
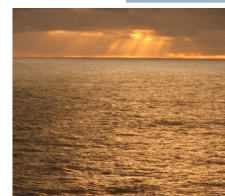
Konsekvensutredningen skal belyse spørsmål som fare for forurensning og økonomiske og samfunnsmessige virkninger petroleumsvirksomhet kan ha. En konsekvensutredning er en sentral del av en åpningsprosess og gjennomføres i regi av Olje- og energidepartementet.

Første del av konsekvensutredningsprosessen innebærer utarbeidelse av et utredningsprogram. Utredningsprogrammet angir temaene for konsekvensutredningen. For å belyse de ulike temaene utarbeides det ulike fagutredninger. Olje- og energidepartementet oppsummerer de ulike utredningene i en konsekvensutredningsrapport som sendes på offentlig høring.

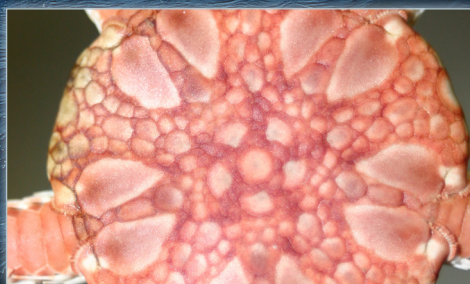
Utredningene, høringsuttalelsene, vurderingen av ressurspotensialet og annen relevant informasjon som har framkommet i prosessen danner grunnlag for en melding til Stortinget. Stortinget tar stilling til åpning eller ikke åpning av hele eller deler av det aktuelle område, inklusive eventuelle vilkår.

Denne rapporten er en av flere faglige utredningsrapporter som inngår i en serie underlagsrapporter til Konsekvensutredning om virkninger av petroleumsvirksomhet i Barentshavet sørøst. Utrederen står inne for det faglige innholdet i rapporten.

Utredningen er laget på oppdrag for Olje- og energidepartementet. Arbeidet vil inngå i en konsekvensutredningsrapport som er planlagt sendt på offentlig høring 4. kvartal 2012. Det er lagt opp til at regjeringens vurdering av spørsmålet om åpning av områder for petroleumsvirksomhet i Barentshavet sørøst legges frem for Stortinget våren 2013.



Kunnskap om marine naturressurser i Barentshavet sørøst



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

PROSJEKTRAPPORT  HAVFORSKNINGSINSTITUTTET <i>INSTITUTE OF MARINE RESEARCH</i> Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN Tlf. 55 23 85 00, Faks 55 23 85 31, www.imr.no <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Tromsø</td> <td style="width: 25%;">Flødevigen</td> <td style="width: 25%;">Austevoll</td> <td style="width: 25%;">Matre</td> </tr> <tr> <td>9294 TROMSØ</td> <td>4817 HIS</td> <td>5392</td> <td>5984</td> </tr> <tr> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> <td>Tlf. 37 05 90 00</td> <td>STOREBØ</td> <td>MATREDAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> <td>Tlf. 55 23 85 00</td> </tr> </table>		Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre	9294 TROMSØ	4817 HIS	5392	5984	Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 37 05 90 00	STOREBØ	MATREDAL			Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00	Distribusjon: Åpen HI-prosjektnummer 14179 Oppdragsgiver: Olje- og energidepartementet Oppdragsgivers referanse: Dato: 15. juni 2012
Tromsø	Flødevigen	Austevoll	Matre															
9294 TROMSØ	4817 HIS	5392	5984															
Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 37 05 90 00	STOREBØ	MATREDAL															
		Tlf. 55 23 85 00	Tlf. 55 23 85 00															
Rapport: Rapport fra Havforskningen	Nr. - år 21-2012	Program: Forskningsprogram olje-fisk																
Tittel: Kunnskap om marine naturressurser i Barentshavet sørøst Resources in the Southeastern Barents Sea - status of knowledge		Forskningsgruppe:																
Redaktør: Jan Helge Fosså Forfattere (alfabetisk): Asgeir Aglen, Yngve Børshheim, Melissa Chierici, Elena Eriksen, Jan Helge Fosså, Carsten Hvingel, Edda Johannesen, Lis Jørgensen, Tor Knutsen, Lars-Johan Naustvoll, Mette Skern-Mauritzen, Jan Sundet, Frode Vikebø Bidragstydere teknisk (alfabetisk): Ingunn E. Bakketeig, Karen Gjertsen, Elen Hals, Per Arne Horneland, Eva Marie Skulstad, Hege Iren Svensen, Trude H. Thangstad		Antall sider totalt: 58																
Sammendrag (norsk): Utredningsområdet domineres av innstrømmende atlantisk vann fra vest og er derfor i de fleste år isfritt. Polarfronten ligger rett nord for området. Næringssaltforholdene er gode og sikrer en høy primærproduksjon om våren og gode beiteforhold for fisk. Produksjonsforholdene er ikke unike for utredningsområdet, men gjelder et større område av de sentrale og østlige delene av Barentshavet. Området er betydningsfullt for noen av våre viktigste fiskebestander som lodde, torsk, hyse og sild. Lodden bruker området både som larver, 0-gruppe og som beiteområde for eldre fisk. Det er ganske årvisst betydelige forekomster av 0-gruppe og eldre torsk i mesteparten av området, og 0-gruppe hyse kan enkelte år være tallrik. I sørlige deler er det årvisst betydelige forekomster av 1-gruppe og eldre hyse, og også betydelige forekomster av ungsild (0-3 år) i perioder med god rekruttering. For rekene er spesielt den nordlige delen av området viktig. Både bardehval og tannhvalen kvitnos bruker området til beiting, og grønlandsselen bruker området i sine årlige beitevandring. Iskanten er vanligvis nord for området slik at prosessene knyttet til iskanten har vanligvis ikke særlig betydning for økosystemet. Hvis iskanten kommer langt sør kan det få stor betydning for forekomst i utredningsområdet av beitende lodde, polartorsk, og is-tilknyttede pattedyr som ringsel og storkobbe, isbjørn og hvalross.																		
Summary (English): The status of knowledge of the resources in the Southeastern Barents Sea is reported. The area is dominated by Atlantic watermasses flowing eastwards. The planktonic production is high and secure good feeding conditions for some of the most important fish stocks in the area, namely capelin, cod, haddock, herring and deep-sea shrimp. Baleen whales and whitebeaked dolphin use the area for feeding and the harp seal has feeding migrations through the area. The ice edge is normally located north of the area, but in cold years it can be located further south. In such cases the ecology is changed and the presence of feeding capelin, polar cod and ice associated mammals such as ringed seal, bearded seal, polar bear and walrus in the area will change.																		
Emneord (norsk): Barentshavet sørøst, Gråsonen, marine ressurser		Subject heading (English): Southeastern Barents Sea, marine resources																

Innhold

Bakgrunn	6
Utvidet sammendrag	7
1 Innledning	10
2 Fysisk og kjemisk miljø	12
2.1 Havstrømmer og temperaturforhold	12
2.2 Isforhold.....	16
Utredningsområdet	18
2.3 Karbonkjemi og havforsurning.....	19
Utredningsområdet	19
3 Plankton	20
3.1 Næringssalter og primærproduksjon.....	20
Næringssalter	20
Primærproduksjon	21
Utredningsområdet	22
3.2 Dyreplankton	23
Generelt	23
Krill.....	24
Amphipoder.....	25
Dyreplankton og pelagisk fisk.....	26
Sesongmessige betraktninger	27
Utredningsområdet	27
4 Fisk	28
4.1 Kommersielle fiskearter.....	28
Lodde i Barentshavet.....	29
Nordøstarktisk torsk	31
Nordøstarktisk hyse	34
Nordøstarktisk sei	35
Nordøstarktisk båkveite.....	36
Snabeluer (<i>Sebastes mentella</i>) i Barentshavet og nordlige Norskehavet	37
Vanlig uer (<i>Sebastes marinus</i>) i Barentshavet og østlige Norskehavet.....	39
Norsk vårgytende sild.....	40
Kysttorsk.....	42
Steinbitartene	42
4.2 Ikke-kommersielle fiskearter	42
Arter og utbredelse	42
Utredningsområdet	45
5 Sjøpattedyr	45
5.1 Hval.....	46
Utredningsområdet	48
5.2 Sel... ..	48
Utredningsområdet	49
6 Havbunnsfauna	49
6.1 Reker.....	49
Fiskeriet	49
Ressursen	50
Utbredelse i utredningsområdet.....	50
6.2 Bunndyr	51

	Bakgrunn/generelt	51
	Utredningsområdet	51
	Langtidsovervåkning	52
	Utredningsområdet	53
	Store iøyenfallende arter.....	57
	Utredningsområdet	60
7	Nye/introduserte arter	60
7.1	Kongekrabbe	60
	Utredningsområdet	61
7.2	Snøkrabbe	61
	Utredningsområdet	63
8	Økologisk viktige områder	63
8.1	Generelt.....	63
8.2	Polarfronten og iskanten	63
	Polarfronten	63
	Iskanten.....	64
9	Referanser	64

Bakgrunn

Gråsoneavtalen mellom Norge og Russland ble avløst av delelinjeavtalen 7. juli 2011. Dette innebar at et nytt område av Barentshavet på 44 000 km² ble norsk og kan åpnes for petroleumsvirksomhet. Olje- og energidepartementet (OED) har derfor satt i gang en åpningsprosess med konsekvensutredning etter petroleumsløven.

Området er på størrelse med den norske delen av Nordsjøen. Når det gjelder fiskeressursene har disse vært forvaltet i samarbeid med Russland og i tråd med internasjonale avtaler og råd fra ICES også i tiden da det var gråsoneavtalen som gjaldt.

Alle deler av Barentshavet er av stor betydning for en bærekraftig høsting av marine biologiske ressurser, og derfor er også Barentshavet sørøst et viktig område.

I Havforskningsinstituttets høringsuttalelse til forslaget til program for konsekvensutredning påpekte vi viktigheten av å legge til grunn et best mulig kunnskapsgrunnlag for utredningsarbeidet. OED har på bakgrunn av dette gitt Havforskningsinstituttet i oppdrag å utarbeide en rapport om vår nåværende kunnskapsstatus om marine naturressurser i dette havområdet. Den foreliggende rapporten er ment å inngå som et felles kunnskapsgrunnlag i den pågående konsekvensutredningen for Barentshavet sørøst.

Utvidet sammendrag

Rapporten gir en oversikt over miljøforhold og de marine naturressursene i utredningsområdet "Barentshavet sørøst".

Hydrografi. Utredningsområdet ligger like øst for Nordkappbanken og sør for Sentralbanken, et område som domineres av innstrømmende atlantisk vann, men hvor det også forekommer innslag av kystvann i de sørlige delene. Utredningsområdet vil i hovedsak påvirkes av vannmasser og vannmasseinnhold vestenfor (oppstrøms) og i mindre grad av vannmasser østenfor (nedstrøms). Polarfronten ligger rett ved området i nord.

Isdekke. Områdene rundt utredningsområdet er som regel isfrie året rundt på grunn av innstrømmingen av atlantisk vann. I perioden 1989–2011 var det bare i 2003 at isgrensen ved maksimal utbredelse i slutten av mars strakk seg ned i nordlige deler av utredningsområdet. Det er imidlertid viktig å understreke at denne grensen er dynamisk og at lavere konsentrasjoner av is også kan inntreffe lenger sør og vest.

Karbonsjyemi og havforsurning. Barentshavet kan få signifikante endringer i pH om få årtier. Dette kan få betydning for økosystemenes struktur og funksjon. På det nåværende tidspunkt er det imidlertid for tidlig å si hva effektene blir, men det er viktig å være oppmerksom på at endringer kan komme om få år. Eventuelle endringer i biologien og økologien i området bør derfor tolkes mot denne bakgrunnen.

Primærproduksjon. Næringssalter og planteplankton er i stor grad påvirket av havstrømmer og biologiske prosesser. I mange tilfeller vil primærproduksjon og næringssalter knyttes til vannpakker som transporteres gjennom et område og vil ikke være knyttet til spesifikke områder. Topografiske forhold vil kunne føre til at enkelte områder er mer produktive enn andre. Utredningsområdet har gode næringssaltforhold i vinterperioden og kan dermed sikre en høy primærproduksjon og planteplanktonbiomasse, spesielt om våren. Disse produksjonsforholdene er ikke unike for utredningsområdet, men gjelder et større område av de sentrale og østlige delene av Barentshavet.

Dyreplankton. Utredningsområdet har relativt lav forekomst av dyreplankton når bestandene måles i august–september, men er lokalisert midt i transportruten for plankton inn til de sørlige og østlige deler av Barentshavet. Et relativt langstrakt område i russisk sektor av Barentshavet like vest av Novaja Semlja har vanligvis høye konsentrasjoner av dyreplankton. Dette området er mest sannsynlig avhengig av å få tilført dyreplankton gjennom utredningsområdet for å opprettholde mengde og konsentrasjoner på et høyt nivå. Dessuten er det betydelige forekomster av krill øst for utredningsområdet, særlig arten *T. raschii*, som bare i liten grad tilføres med strømmene inn i Barentshavet. Utredningsområdet er imidlertid viktig for de aller fleste arter som føres med atlantisk vann og kystvannmasser inn i Barentshavet.

Fiskeri. Barentshavet er et av de viktigste fiskeriområder for Norge, spesielt for artene lodde, torsk, reke, hyse, steinbitartene og uerartene. En del av fisket etter sei foregår utenfor kysten av Finnmark og Nord-Troms, og en del av fisket etter sild foregår i overgangsområdet mellom Barentshavet og Norskehavet. Alle de nevnte fiskeriene, med unntak av sildefisket, foregår også i noen grad i ulike sesonger i det aktuelle utredningsområdet.

Lodde av ulike aldersgrupper finnes i det aktuelle utredningsområdet: om sommeren er det larver, om høsten og vinteren er det yngel (0-gruppe). Samtidig bruker voksen lodde området som beite- og overvintringsområde. Mengden av lodde varierer mellom aldersgruppene, men det ser ut som at 0-gruppfisk vil dominere der om høsten og vinteren. Både bunndyp og substrat tilsier at det er lite sannsynlig at gyting foregår innenfor utredningsområdet, men mer kystnært er det viktige gytefelt både øst, sør og vest for området.

Nordøstarktisk torsk (skrei). Egg og nyklekte larver finnes kun sporadisk i utredningsområdet, mens postlarver kan enkelte år være tallrike i sørlige del av området. Det er ganske årviss betydelige forekomster av 0-gruppe og eldre torsk i mesteparten av området. Viktige oppvekstområder for 1–4 år gammel torsk ligger øst/sørøst (nedstrøms) for området.

Nordøstarktisk hyse. Egg og larver finnes kun sporadisk i utredningsområdet, mens 0-gruppe kan enkelte år være tallrike. Det er årviss betydelige forekomster av 1-gruppe og eldre hyse i sørlige deler av området. Området er viktig for hysefisket, spesielt sør for 72°N. Viktige oppvekstområder for 1–3 år gammel hyse strekker seg videre sørøst (nedstrøms) for området.

Nordøstarktisk sei. Forekomstene av sei er ubetydelige. Sporadisk blir det fisket litt sei nær den sørligste snippen av området (Nordfargrunnen og Østbanken). Kystnært langs Varangerhalvøya er det imidlertid et betydelig seifiske.

Nordøstarktisk blåkkeite. Spredte forekomster av voksen fisk fins i mesteparten av området. Historisk har det vært noe fiske etter blåkkeite i de dypeste områdene øst av Vardø.

Snabeluer. Larver er ikke påvist, men 0–2 år gammel fisk av gode årsklasser er utbredt i mesteparten av området. Eldre fisk er også utbredt i mesteparten av området.

Vanlig uer. Spredte forekomster av 2 år og eldre fisk i mesteparten av området. Forekomster av yngre livsstadier er lite kartlagt.

Norsk vårgytende sild. Ingen forekomster av egg, larver eller voksen sild, men betydelig forekomster av ungsild (0–3 år) i sørlige deler av området i perioder med god rekruttering.

Kysttorsk. Gyte- og oppvekstområdene for kysttorsk er utenfor utredningsområdet. Det antas at egg og larver i svært liten grad transporteres til havs. Prøvetaking fra torskefisket viser sporadiske innslag av voksen kysttorsk i den sørligste snippen av området.

Steinbit. Blåsteinbit, flekksteinbit og gråsteinbit finnes spredt i mesteparten av utredningsområdet. Gytefelt og oppvekstområder er ikke kartlagt.

Ikke-kommersielle fiskearter. Det er det såkalte atlantiske fiskesamfunnet som finnes i utredningsområdet. Dette samfunnet er også utbredt mot vest og øst. I tillegg til torsk og hyse domineres samfunnet av krokulke, gapeflyndre og kloskate som lever nært knyttet til bunnen og spiser bunndyr.

Sel. I utredningsområdet vil grønlandsselen opptre i utredningsområdet vår og høst/vinter i forbindelse med sine årlige beitevandring. Isassosierte sel (ringsel og storkobbe) kan forekomme sporadisk avhengig av mengde is i utredningsområdet.

Hval. Utredningsområdet dekker deler av bardehvalenes beitehabitat tidlig om sommeren i sør og seinsommer i nord. Også tannhvalen kvitnos beiter innenfor utredningsområdet. Vågehvalfangst gjennomføres i den sørlige delen av området om våren og tidlig sommer.

Reker. Det er tidvis store rekeforekomster i området, spesielt i den nordligste delen. Trålfisket har i enkelte år tatt opp mot 30–50 % av de årlige fangstene i Barentshavet i dette området. Utover reke av kommersiell størrelse, må det forventes tilstedeværelse av bunnslått yngel og i perioden mai–august også av rekelarver (pelagisk). Egg bæres av hunnen og finnes således assosiert med de voksne rekene, primært i perioden august–mai.

Bunndyr. Ifølge russisk litteratur kan utredningsområdet deles inn i to faunistiske områder. Den sørlige delen er karakterisert som et ”varmtvannsområde”, mens den nordlige delen er karakterisert som et ”dypt område” med mange arter som lever av organisk materiale på og i sedimentet. Analyser av nyere materiale antyder at det finnes fire bunndyrsamfunn i området. For øvrig er det ikke registrert noen spesielle arter eller habitatforekomster i utredningsområdet. Dette må imidlertid regnes som foreløpige konklusjoner. MAREANO skal kartlegge området i nærmeste fremtid.

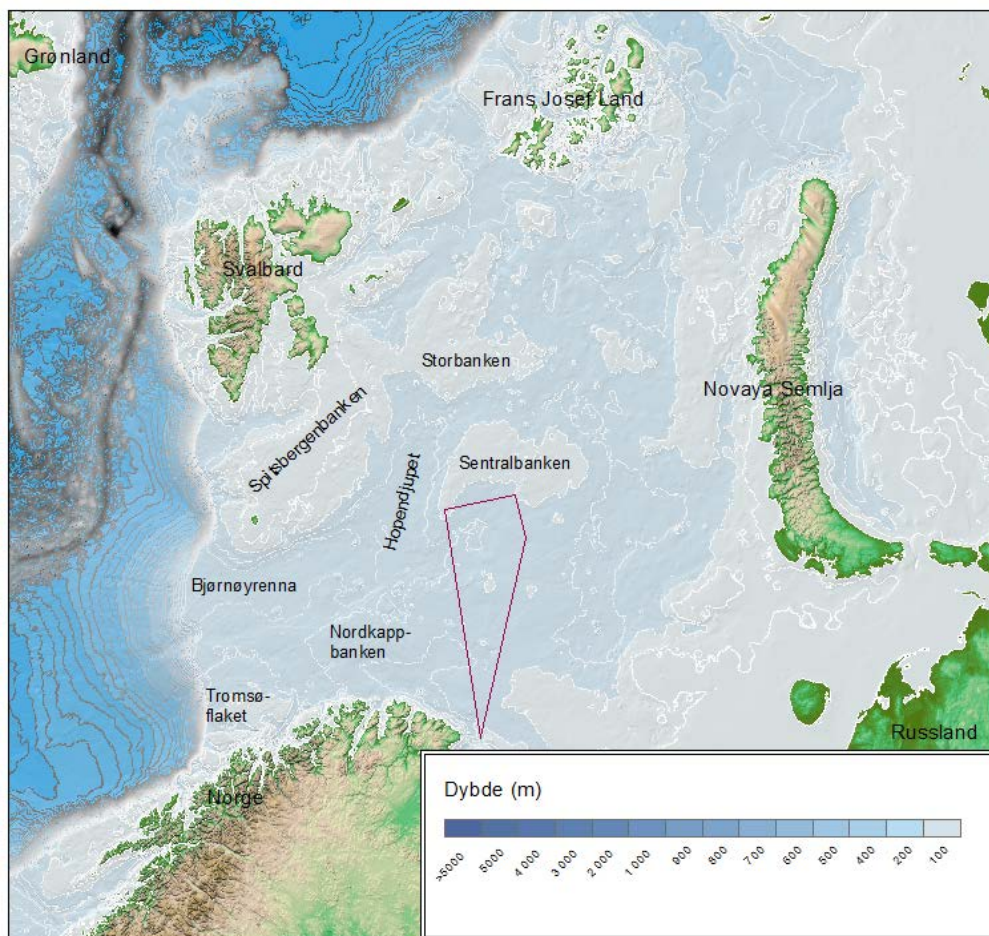
Kongekrabbe. Det er lite som tyder på at det er særlige høye tettheter av krabbe i området. Utbredelsen på russisk side og enkeltfunn av krabbe til havs på norsk side tilsier likevel at det er noe kongekrabbe i området.

Snøkrabbe. Det er usikkert hvor mye snøkrabbe som befinner seg i området, sannsynligvis er det lave tettheter. Uansett om snøkrabben ser ut til å få en mer nordlig utbredelse enn kongekrabben, indikerer funnene langs Finnmarkskysten at den også vil kunne spre seg til de sørlige områdene.

Økologisk viktige områder. Utredningsområdet har ikke økologiske forhold som skiller seg ut som spesielle, men er generelt betydningsfullt for noen av våre viktigste fiskeressurser. Marine pattedyr bruker området til beiting og vandring. Polarfronten og iskantens mulige påvirkning på økologien i utredningsområdets nordlige del er diskutert.

1 Innledning

Barentshavet er et subarktisk grunt sokkelhav på rundt 1,6 millioner km² (Carmack et al. 2006). I vest grenser Barentshavet mot Norskehavet ved kontinentalskråningen mellom nordkysten av Norge og sørspissen av Svalbard, i nord mot Polhavet ved toppen av kontinentalskråningen, i øst mot Novaya Semlja og i sør mot den norske og russiske kyst. Gjennomsnittsdypet i Barentshavet er på 230 m, med et maksimum på rundt 500 m i Bjørnøyrenna og flere grunnere bankområder med dybder fra 50 til 200 m (Figur 1.1). Topografien har stor betydning for hvordan vannmassene beveger seg og blir fordelt (Figur 1.2).

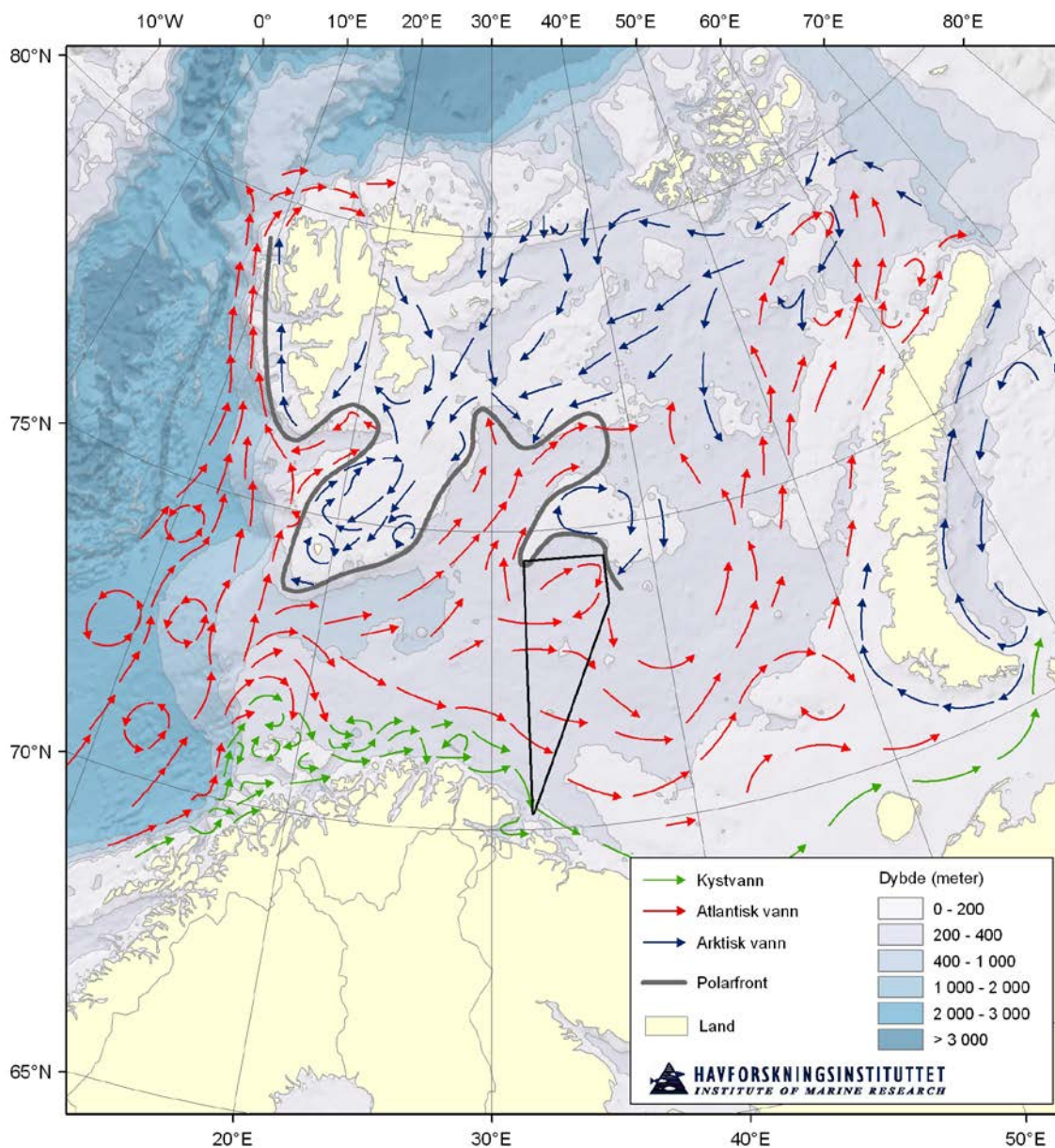


Figur 1.1. Barentshavet med sentrale banker. Utredningsområdet "Barentshavet Sørøst" er vist med rød ramme.

Rundt Polhavet er Barentshavet det største sokkelhavet og står for nærmere 50 % av den samlede primærproduksjonen til sokkelhavene (Sakshaug 2004). Den store produksjonen samt den sterke innstrømningen av næringsrikt vann fra Norskehavet, gjennomsnittlig rundt 2 Sv (1 Sv=1 mill. m³/s) (Smedsrud et al. 2010), gir grunnlag for et av verdens største fiskerier.

Barentshavet er et av de viktigste fiskeriområder for Norge, spesielt for artene lodde (*Mallotus villosus*), torsk (*Gadus morhua*), reke (*Pandalus borealis*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), steinbitartene (*Anarhichas* spp) og uerartene (*Sebastes* spp). En del av fisket etter

sei (*Pollachius virens*) foregår utenfor kysten av Finnmark og Nord-Troms, og en del av fisket etter sild (*Clupea harengus*) foregår i overgangsområdet mellom Barentshavet og Norskehavet. Alle de nevnte fiskerier, med unntak av sildefisket, foregår også i noen grad i det aktuelle utredningsområdet.



Figur 1.2. Sirkulasjon og dybdeforhold i Barentshavet. Lengden på pilene representerer ikke styrke på strømmene.

Havforskningsinstituttet har i flere årtier samlet inn vitenskapelige data fra disse fiskeriene, egne tokt, hydrografiske snitt og modellarkiv, se oversikt nedenfor.

0-gruppetokt om høsten (august–september) siden 1965. Målet med toktet er å beregne indekser for mengden 0-gruppe av de viktigste kommersielle artene (torsk, hyse, sild og lodde) og andre arter. 0-gruppeindeksen brukes i bestandsberegninger, og i rekrutteringsstudier. Siden 2004 har 0-gruppeundersøkelsene blitt en del av økosystemtoktet.

Loddetokt om høsten (september–oktober) siden 1973. Siden 2004 har loddetoktet blitt en del av økosystemtoktet.

Loddelarvetokt i juni i årene 1981–2006. Målet med loddelarvetoktet er å beregne mengdeindekser og kartlegge utbredelsen av loddelarver og sildlarver, men alle fiskelarver har vært registrert.

Bunntråltokt og akustikktokt om vinteren (januar–mars) siden 1981. Målet med bunntråltoktet er å beregne mengden bunnfisk med spesiell fokus på torsk.

Økosystemtokt med bunntrål, pelagisk trål og akustikk om høsten (august–oktober) siden 2004. Økosystemtoktet dekker hele den isfrie delen av Barentshavet og omfatter fysikk, fisk, plankton, bentos, fugl, pattedyr og forurensning. Bentos ble inkludert fra 2006. Det går vanligvis tre norske fartøy på norsk side og ett til to russiske fartøy som dekker russisk område.

Akustikktokt i fjorder og på kystbanker i Finnmark og Troms om høsten (oktober) siden 1995.

I tillegg til ovenfornevnte tokt har Havforskningsinstituttet overvåket hydrografien i Barentshavet i to **faste snitt**, Fugløya–Bjørnøya (siden 1964) og Vardø–Nord (siden 1953). Siden 1977 har snittene blitt tatt henholdsvis 6 og 4 ganger årlig. I tillegg til hydrografi tas det prøver av næringssalter, klorofyll *a* og dyreplankton. I tillegg finnes en del data fra Semøyene–Nord og fra Bjørnøya–Vest. PINRO, Murmansk, har en lang tidsserie med liknende data for Kolasnittet.

I samarbeid med Meteorologisk institutt har Havforskningsinstituttet gjennom forskningsrådsprosjektet SVIM etablert et døgnmidlet modellarkiv for perioden 1958 til 2011 med horisontal oppløsning på 4x4 km og 30 vertikale lag som inneholder 3D strøm, salt, temperatur, turbulens og overflatehevning. Arkivet er fritt tilgjengelig for alle interesserte og er på ca. 12 TB.

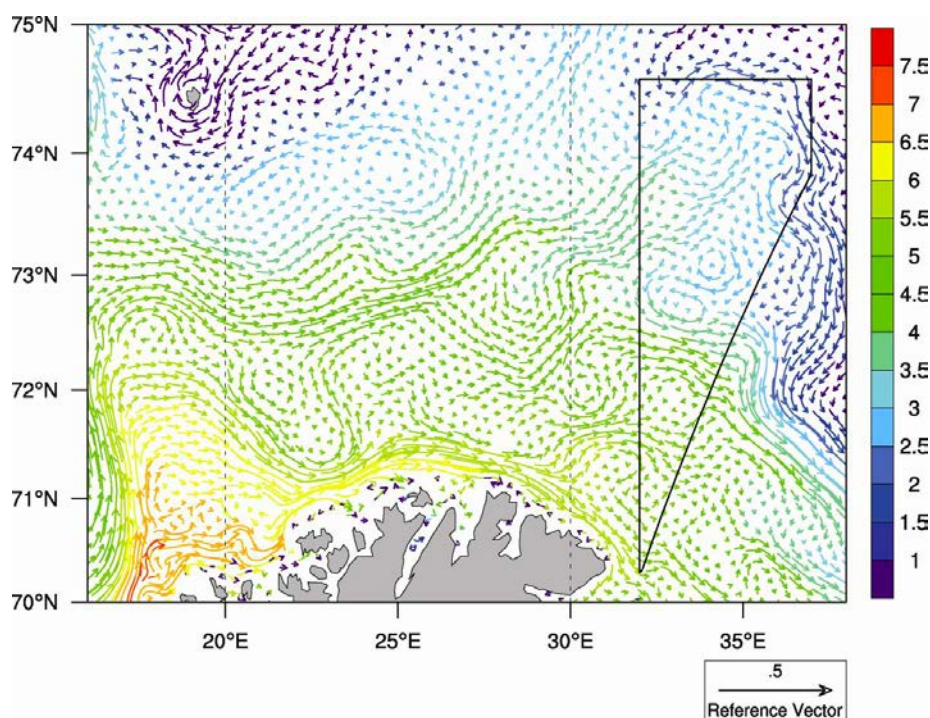
I den foreliggende rapporten brukes informasjon fra disse kildene. Det kan også nevnes at instituttet utfører overvåking av forurensningstilstanden i fisk og sedimenter i Barentshavet hvert 3. år, men i denne rapporten har vi ikke tatt med dette. Vi vurderer heller ikke effekter av annen menneskelig aktivitet eller foretar noen form for sårbarhetsanalyser.

2 Fysisk og kjemisk miljø

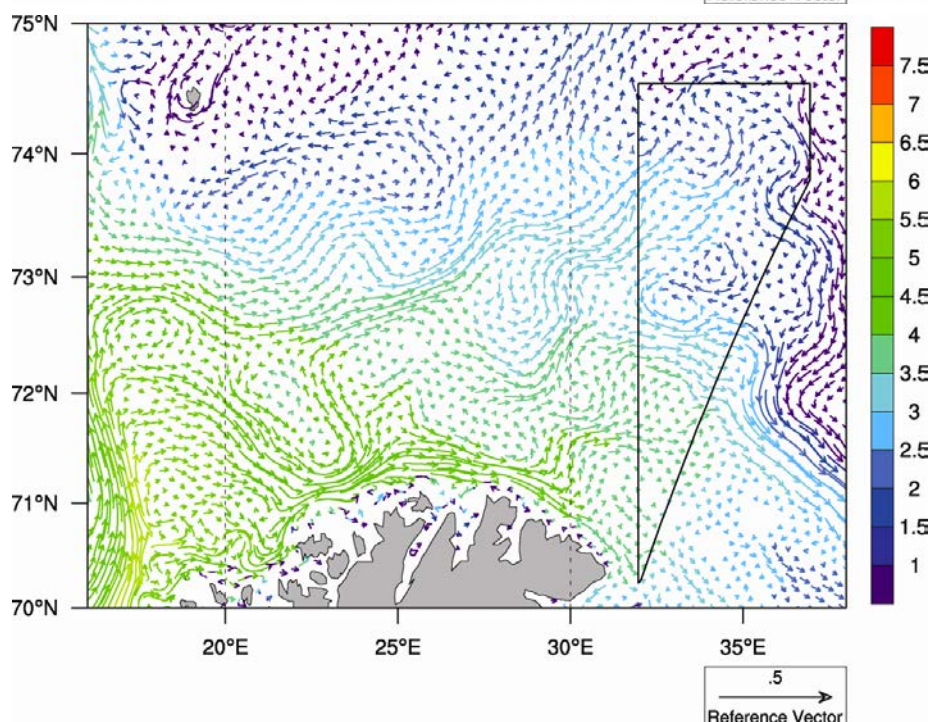
2.1 Havstrømmer og temperaturforhold

Barentshavet kan karakteriseres som et gjennomstrømningshav hvor atlantisk vann (karakterisert ved saltholdighet rundt 35,0 og temperatur rundt 4–6 °C) kommer inn i sørvest og går ut i Polhavet i nordøst mellom Novaja Semlja og Franz Josefs land. Det

innstrømmende atlantehavsvannet følger kontinentalskråningen fra Vesterålen til utsiden av Tromsøflaket, hvor strømmen deler seg i en sørlig gren som går rundt Tromsøflaket og følger parallelt med kysten gjennom utredningsområdet mot Novaja Semlja, og en nordlig gren som følger Bjørnøyrenna og Hopendjupet mot nordøst (Figur 1.2 og 2.1) og nordlige deler av utredningsområdet. Lenger sør langs norskekysten går Kyststrømmen, som har sitt opphav i Skagerrak og tar med seg avrent materiale fra de baltiske og norske kystene inn i de sørlige delene av Barentshavet. Netto innstrømning av kystvann er 1,8 Sv (Skagseth et al. 2011). Dette kystvannet er ferskere ($\approx 34,4$) enn atlantehavsvannet på grunn av elveavrenning, men har vanligvis høyere temperatur.

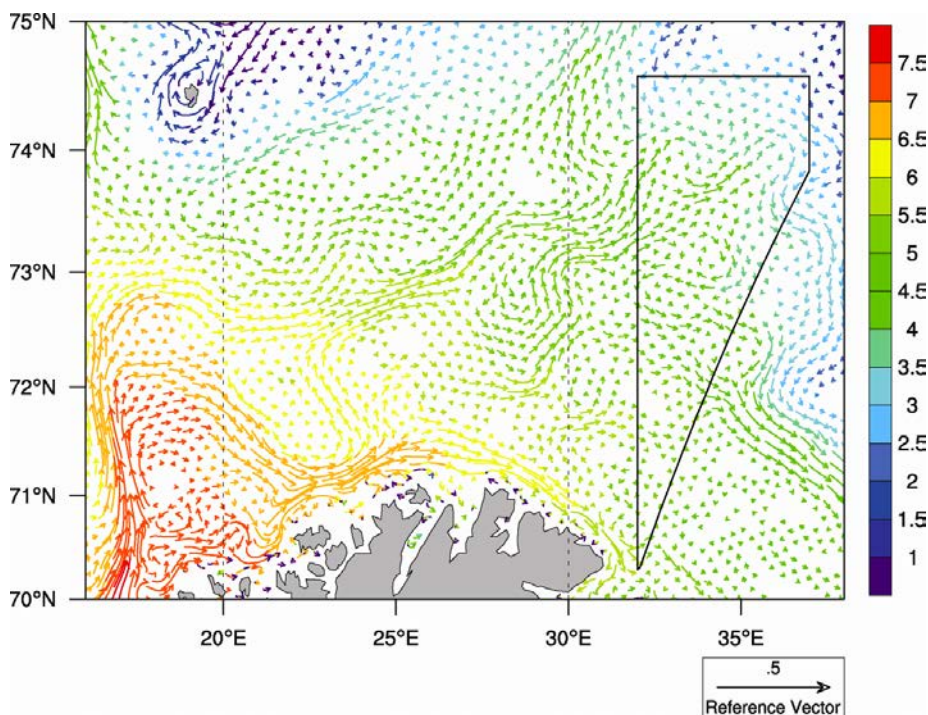


Figur 2.1.a.
November–januar.
Sirkulasjon og
temperatur i 20 m dyp
for midlet over 1995–
2005 fra ROMS-
modellen med 4x4 km
horisontal oppløsning.

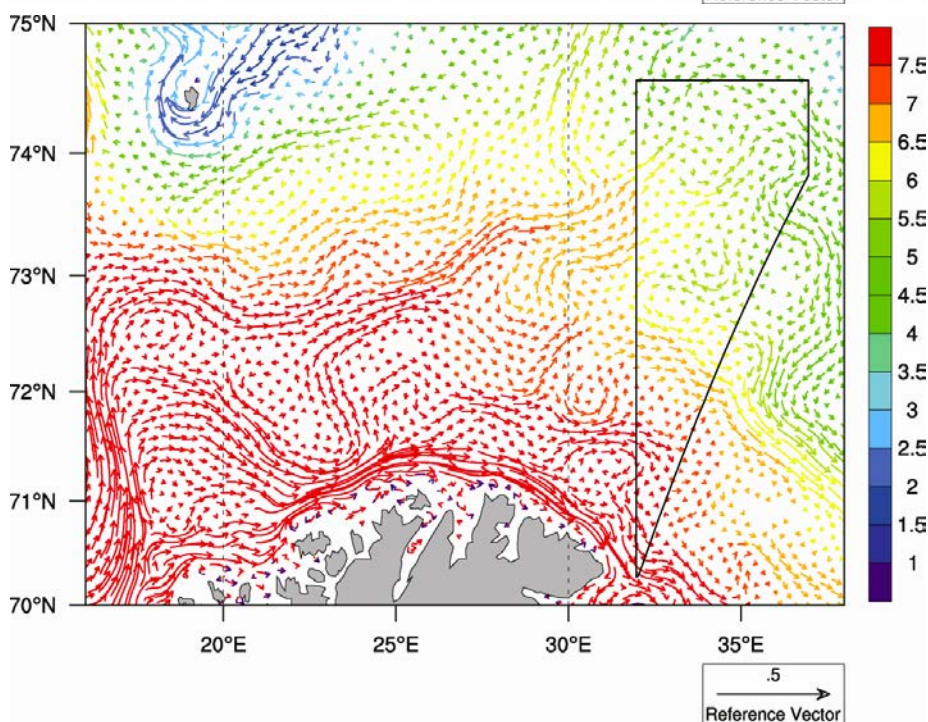


Figur 2.1.b.
Februar–april.
Sirkulasjon og
temperatur i 20 m dyp
midlet over 1995–2005
fra ROMS-modellen
med 4x4 km horisontal
oppløsning.

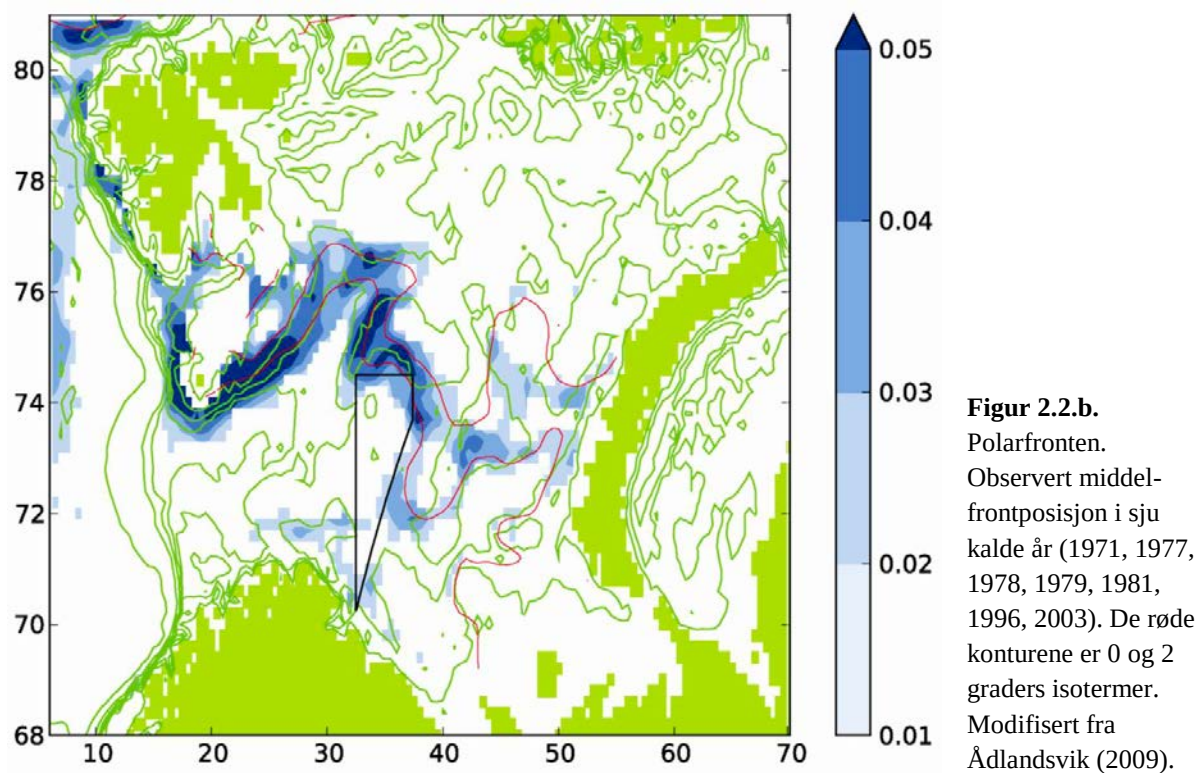
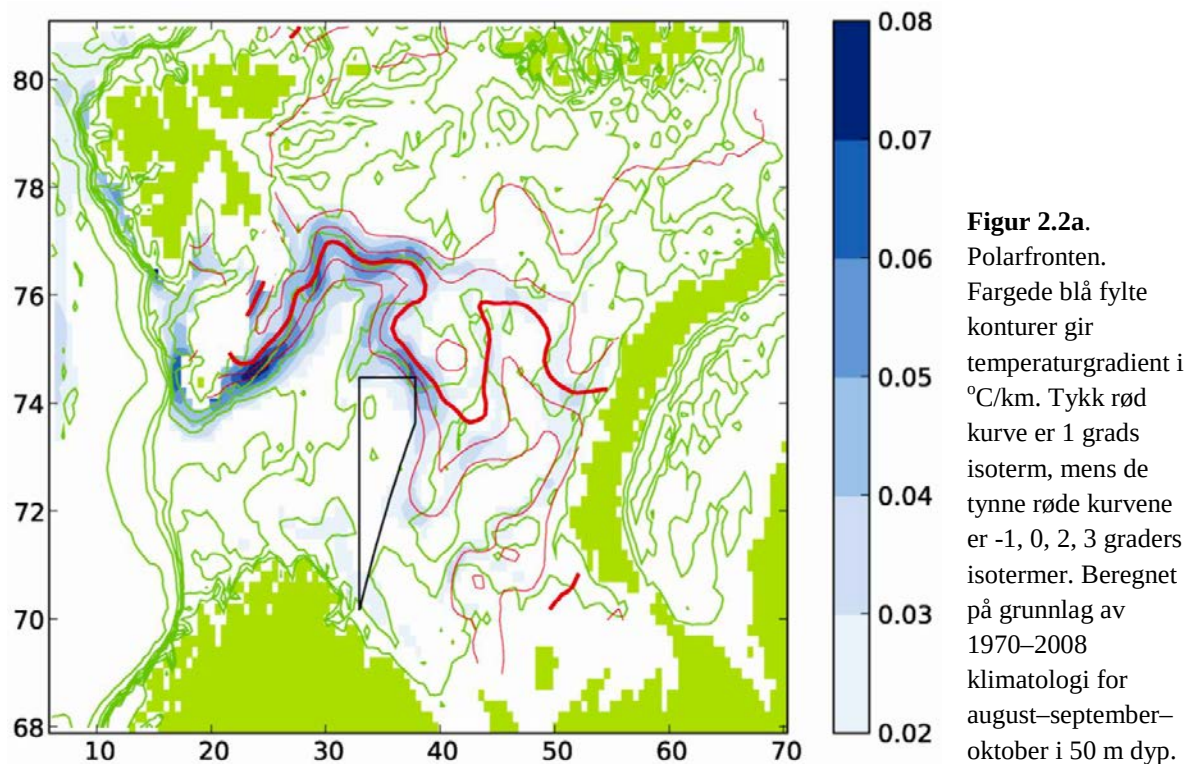
De sentrale og nordlige deler av Barentshavet er i mindre grad påvirket av ferskvanns-avrenning fra land. I det nordlige Barentshavet strømmer arktisk vann med lavt saltinnhold og temperaturer under 0 °C fra Karahavet og Polhavet i nordøst mot sørvest. Polarfronten definerer skillet mellom arktisk og atlantisk vann, og både temperatur- og saltgradienten er markant i dette frontområdet. Fronten er relativt klart definert av topografien i vest hvor den følger de sørlige delene av Spitsbergenbanken, Storbanken og Sentralbanken, mens den er mer uklar i øst (Figur 2.2). Atlantisk, kyst og arktisk vann er tre hovedvannmasser i Barentshavet med ulik opprinnelse, særegne kvaliteter og ulik fordeling. I tillegg blir det lokalt dannet andre typer vannmasser.

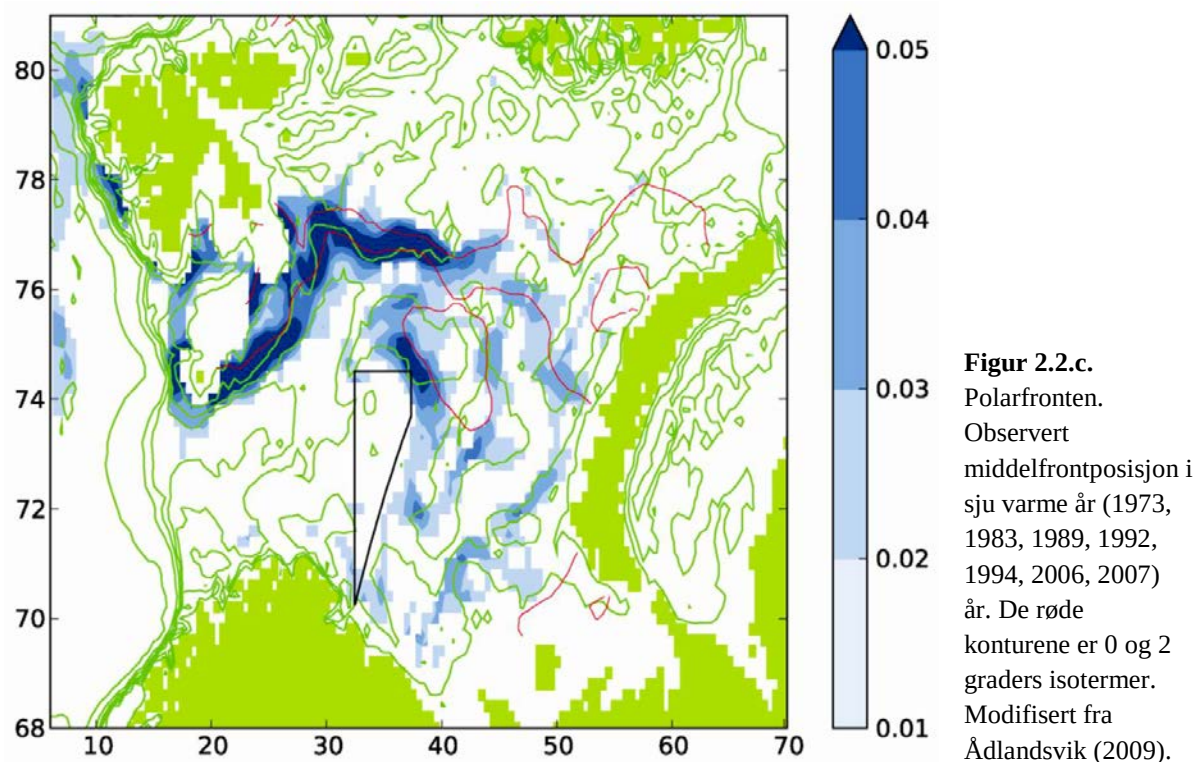


Figur 2.1.c. Mai–juli. Sirkulasjon og temperatur i 20 m dyp midlet over 1995–2005 fra ROMS-modellen med 4x4 km horisontal oppløsning.



Figur 2.1.d. August–oktober. Sirkulasjon og temperatur i 20 m dyp midlet over 1995–2005 fra ROMS-modellen med 4x4 km horisontal oppløsning.



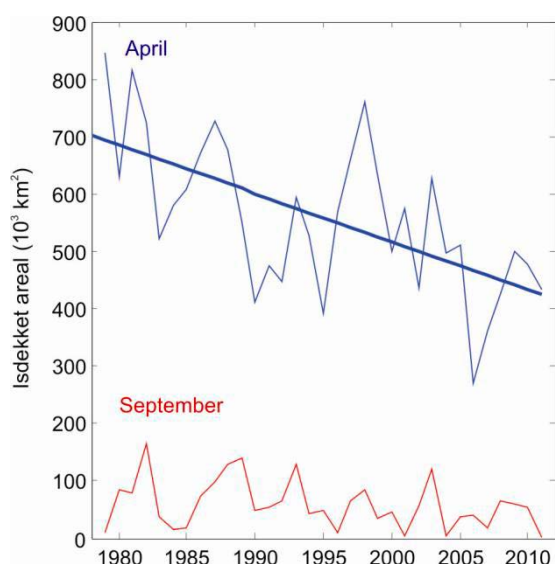


Barentshavet er også karakterisert ved lokale virvler med størrelse fra 5–10 km. Virvlene har stor betydning for retensjonen av organismer med liten egenbevegelse som plankton og fiskelarver. De største og mest stabile virvlene finner vi over de store bankene som Spitsbergbanken, Sentralbanken og bankene langs Norskekysten inkludert Nordkappbanken og Tromsøflaket. Her går de i retning med klokken, mens over dypområder som Ingøydjupet finner en virvler som går motsatt vei. En finner også sterke tidevannsstrømmer i Barentshavet, spesielt i sør og vest, men den halvdaglige skiftingen gjør at de har liten betydning for netto transport av vann. Derimot bidrar de til vertikal blanding av vannmassene og tilføring av næringssalter til overflatelagene.

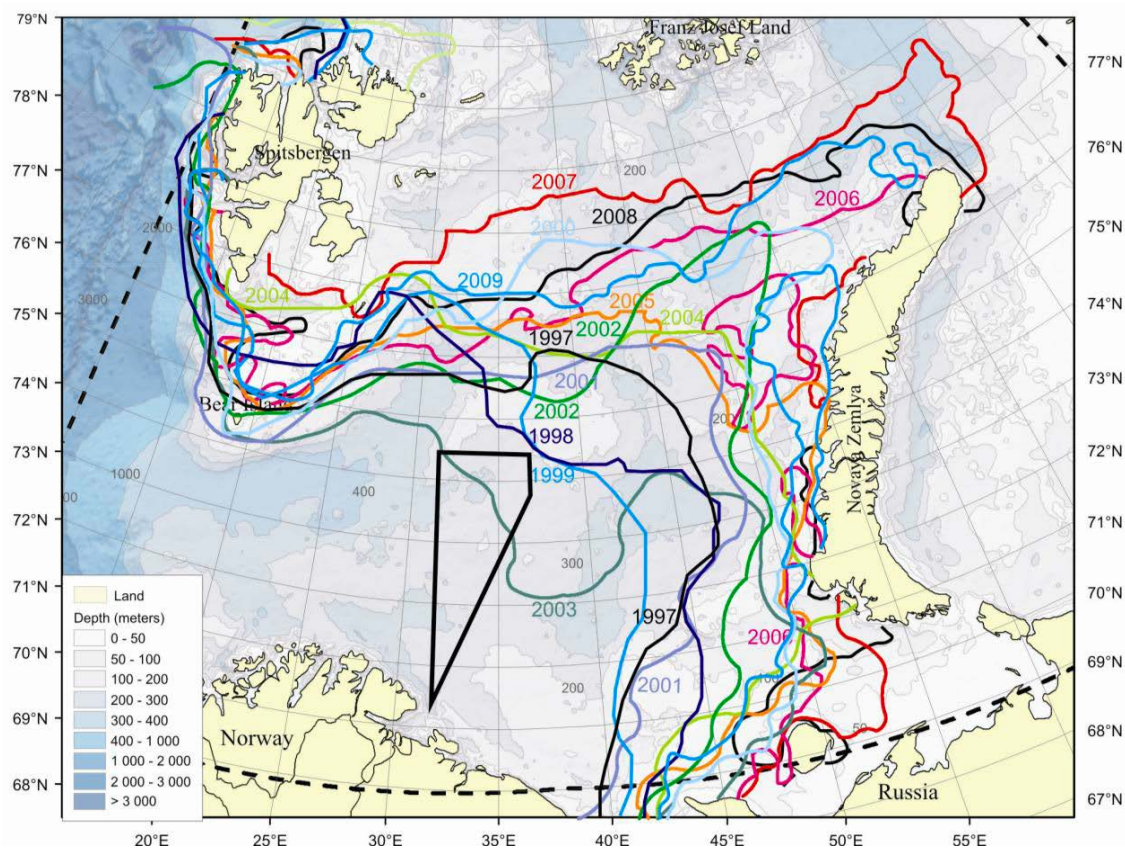
2.2 Isforhold

Sentralt for dynamikken i Barentshavet er også det sesongvariable isdekket (Figur 2.3). Inntil 90 % av Barentshavet kan være dekket av is om vinteren, men vinterisen som blir dannet er ettårig, slik at store deler av havet har en årlig dynamikk med frysing og påfølgende smelting. Isutbredelsen varierer mye mellom år (Figur 2.4), og endrer seg i naturlige sykluser på 6–10 og 60–70 år. Når isdekket er på et minimum kan iskanten variere fra år til år med flere hundre kilometer (Johannessen et al. 2004). De siste 200 år har isdekket blitt redusert med 60 % (Vinje 2001). Dette kan ses i sammenheng med høyere lufttemperatur og mengden av/temperaturen på det innstrømmende atlantisk havsvannet. Isutbredelsen varierer med mengden (m^3/s) og kjernetemperaturen av atlantisk vann som renner gjennom den sørvestlige åpningen av Barentshavet (Figur 2.5), sammen med store mengder plankton, fiskelarver og -yngel som blir advektet inn med både kyststrømmen og atlantisk havsstrømmen.

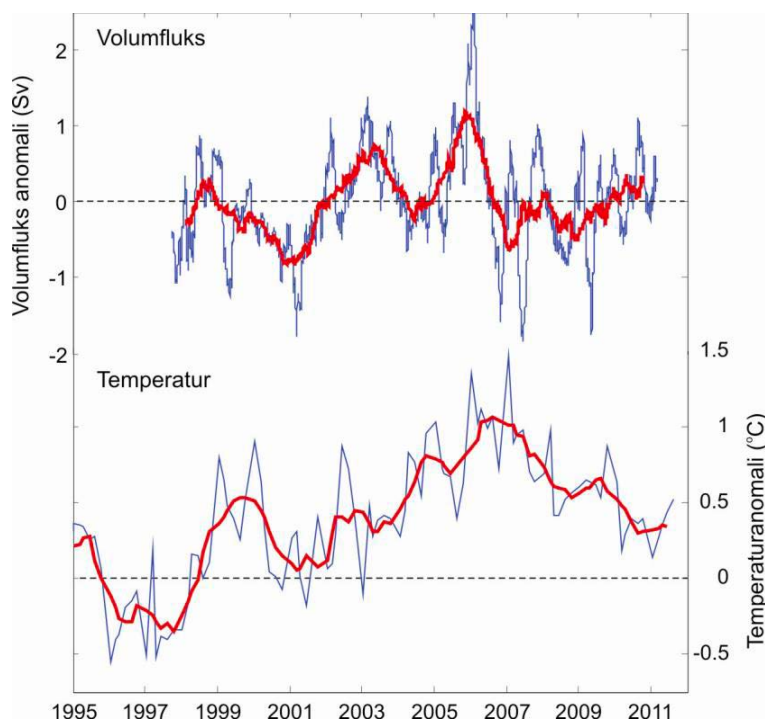
Dynamikken knyttet til den årlige issmeltingen og områdene rundt iskanten er svært viktige for økosystemet Barentshavet. Smeltingen utover sommeren fører til et overflatelag av vann med høyere temperatur, lavere saltinnhold og lavere tetthet enn vannmassene under. Slike stabile overflatelag fører til rask oppblomstring av planteplankton straks det er tilstrekkelig med lys. Smeltesonen trekker stadig nordover utover sommeren, hvilket fører til en progressivt nordgående iskantoppblomstring som berører store deler av Barentshavet (Sakshaug & Skjoldal 1989).



Figur 2.3. Isdekket areal i Barentshavet ved maksimum (april) og minimum (september) for området 10–60° Ø og 72–82° N (Havforskningsrapporten 2012).



Figur 2.4. Maksimal isgrense i slutten av mars i ulike år. Grensen er satt ved 40 % konsentrasjon av is (Fisken og havet 1-2008 med oppdateringer).



Figur 2.5. Øverste panel. Avvik i transport av atlantehavsvann (sett i forhold til middelet over 1997–2011) som strømmer inn i Barentshavet fra sørvest. 1Sv = 1 mill. m³/s. Nederste panel. Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet i 50–200 m dyp (sett i forhold til middelet over 1997–2006). For begge panelene viser blå og rød kurve henholdsvis 3 og 12 måneders middel (Havforskningsrapporten 2012).

Utredningsområdet

Bjørnøyrenna, Tromsøflaket og Nordkappbanken danner de største topografiske strukturene i Barentshavet (Figur 1.1). Gråsonen ligger like øst for Nordkappbanken og sør for Sentralbanken, et område som domineres av innstrømmende atlantisk vann, men hvor det også forekommer innslag av kystvann i sørlige deler. Utredningsområdet vil i hovedsak påvirkes av vannmasser og vannmasseinnhold vestenfra (oppstrøms) og i mindre grad av vannmasser østenfor (nedstrøms).

Områdene rundt utredningsområdet i Barentshavet er som regel isfrie året rundt på grunn av innstrømmingen av atlantisk vann. I perioden 1989–2011 var det bare i 2003 at isgrensen (tatt som 40 % iskonsentrasjon) ved maksimal utbredelse i slutten av mars strakk seg ned i den nordøstlige delen. Det er imidlertid viktig å understreke at denne grensen er dynamisk, og at lavere konsentrasjoner av is også kan inntreffe lenger sør og vest.

Figur 2.2a viser at i gjennomsnitt vil polarfronten i sommermånedene august–oktober ligge like nordøst for utredningsområdet, men for de syv kaldeste årene i perioden 1970–2008 er polarfronten forskjøvet inn i den nordøstlige delen sammenlignet med langtidsmiddelet. Polarfronten er i stor grad topografisk styrt (låst til bunntopografi) i vest og i nord, men mer varierende i øst. Dette kommer tydelig frem når Figur 2.2b og 2.2c sammenlignes. Merk at dannelse av is ikke inntreffer i atlantiske vannmasser. Med andre ord vil isen maksimalt kunne dekke områdene frem mot polarfronten, selv om isdekket ofte er mer tilbaketrukket enn polarfronten.

Figur 2.1 viser igjen de tidligere beskrevne grenene av atlantisk vann som strømmer inn i Barentshavet enten langs kysten og kyststrømmen eller langs sørsiden av Bjørnøyrenna mot

mer sentrale deler av Barentshavet. Det atlantiske vannet strømmer inn mot polarfronten og dukker gradvis inn under arktisk vann og videre mot nordøstlige deler av Barentshavet. Strømmønsteret inn i Barentshavet er topografisk styrt, og mellom sesonger er det i hovedsak strømstyrke og temperatur som endres (sterkere og kaldere om vinter og tidlig vår som følge av mer energioverføring fra atmosfæren og sesongmessig avkjøling).

2.3 Karbonkjemi og havforsurning

Prognoser for havforsurning viser med all tydelighet at nordlige havområder, for eksempel Polhavet og Barentshavet, kan få signifikante endringer i pH om få årtier. Det er relativt bred enighet om at dette kan få betydning for økosystemenes struktur og funksjon. På det nåværende tidspunkt er det imidlertid for tidlig å si hva effektene blir, men det er viktig å være oppmerksom på at endringer i økosystemet i utredningsområdet på grunn av havforsurning kan komme om få år. Eventuelle endringer i biologien og økologien i området bør derfor tolkes mot denne bakgrunnen.

Havområdene ved høye breddegrader påvirkes sterkt av den nåværende økningen av CO₂ i atmosfæren (Steinacher et al. 2009). I arktisk vann er det naturlig mye CO₂ fra før, relativt høy påvirkning av ferskvann og lave temperaturer. Dette fører til at arktisk vann vil bli raskere undermettet med hensyn til kalkmineraler enn vann i tempererte strøk når det globale partialtrykket av CO₂ (pCO₂) i atmosfæren stiger. Atlanterhavsvann som strømmer nordover i Barentshavet blir nedkjølt, og dette fører til økende undermetning relativt til atmosfærens CO₂-innhold, noe som igjen medfører opptak av atmosfærisk CO₂ som gir lavere pH og redusert metningsgrad for kalkmineraler (Mauritzen 1996).

Partialtrykket av CO₂ (pCO₂) i overflaten er ca. 350 µatm om vinteren, hvilket er undermettet relativt til atmosfærens pCO₂ som er 390 µatm. Den høye biologiske produksjonen i Barentshavet bidrar til videre reduksjon av pCO₂ med ca. 100 µatm fra vinter til sommer (juli/avg.) (Omar et al. 2007). Fransson et al. (2001) beregnet karboneksport til ca. 60 g C m⁻², og at 70 % av havets CO₂-opptak av atmosfærisk CO₂ var drevet av fotosyntetisk binding av karbon. I Barentshavet økte partialtrykket av CO₂ med 42±31 µatm i tidsrommet 1967 til 2001 (Omar et al. 2003), noe som tilsvarer økningen i atmosfæren i samme tidsrom. Disse observasjonene bekrefter at området tar opp CO₂ og at pH synker slik som modellene viser. Det høye standardavviket for estimatet viser at det er behov for mer data for å bestemme utviklingen med ønskelig presisjon. Nyere overvåking av karbonkjemi i barentshavsåpningen viser den samme utviklingen.

Utredningsområdet

Endringer i isdekke og mengde smeltevann kan eventuelt gi endringer i havets CO₂-opptak på grunn av endringer i dypvannsdannelse og smeltevannets stabilisering av vannsøylen. Disse endringene er tydelige i utredningsområdet i det sentrale Barentshavet inklusiv utredningsområdet, som tidligere var sterkere influert av is enn i det siste tiår, og som sannsynligvis ikke kommer til å være isdekt om vinteren i nærmeste framtid. Nøyaktig hvilke forandringer i karbonkjemi vi kan forvente er umulig å bestemme fordi det mangler oppdaterte og nøyaktige målinger både i utredningsområdet og i det sentrale og nordlige

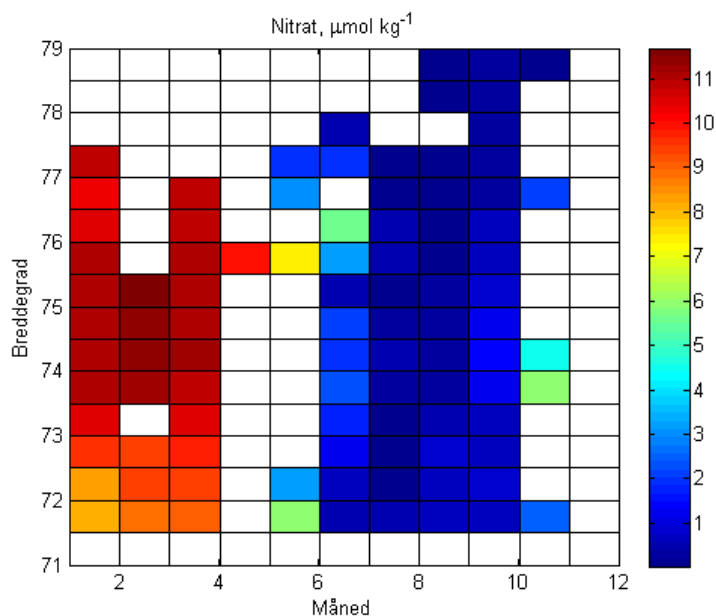
Barentshavet. Slike målinger bør bli prioritert i fremtidige undersøkelser. Foreløpig kan man bare slå fast på generelt grunnlag at den sterke koblingen mellom primærproduksjon og fysiske prosesser medfører at en klimaendring kommer til å påvirke den biologiske karbonpumpen og opptaket av karbon i sjøvann og havforsurningen.

3 Plankton

3.1 Næringssalter og primærproduksjon

Næringssalter

Næringssaltene er essensielle for primærproduksjonen. Alle celler krever nitrogen, fosfor og en rekke mikronæringsstoffer, kiselalgene krever i tillegg silisium. Figur 3.1 viser tidsutviklingen gjennom året for konsentrasjonen av nitrat i de øverste 20 m mellom 30 og 40°Ø, fra sør til nord i Barentshavet.

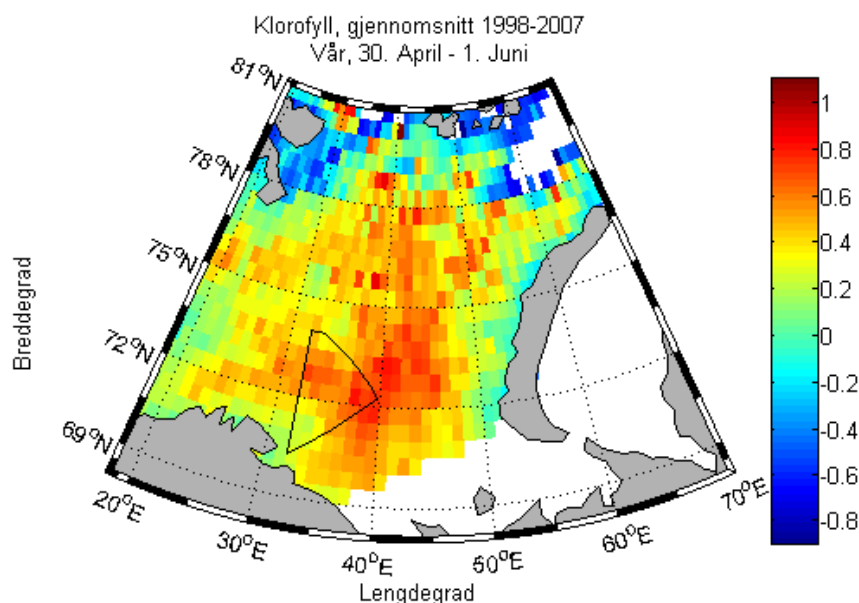


Figur 3.1. Hovmøller-diagram over årsvariasjon for nitrat i sektoren mellom 30 og 40°Ø i Barentshavet. Data er alle målinger mellom 0 og 20 m dyp fra Havforskningsinstituttets ekspedisjoner i området mellom 2000 og 2010.

Årsvariasjonen i mengden næringssalter følger et fast mønster, med mindre mellomårlege variasjoner i mengde plankton og tidspunkt for topp og bunnverdier, avhengig av vær, strøm og lagdeling av vannmassene. Vinterverdiene av næringssalter er høye på grunn av vertikal blanding av vannmassene fra overflaten ned til bunnen. I løpet av mars–april øker stabiliteten i vannsøylen og primærproduksjon starter for fullt. I perioden april til juni er det stor primærproduksjon og stort forbruk av næringssalter, noe som resulterer i en kraftig reduksjon i konsentrasjonen av næringssalter (Figur 3.1). Når næringssaltene kommer på et lavt nivå kulminerer våroppblomstringen og etterfølges av en periode med lavere konsentrasjoner av planteplankton.

Om sommeren er næringssaltverdiene forholdsvis lave og kun unntaksvis kan høyere verdier registreres. Sent på høsten til tidlig vinter vil igjen næringssaltkonsentrasjon øke gjennom

blandingsprosesser. Vinterverdiene av næringssalter er høyest mellom ca. 73 og 76°N, dette omfatter Sentralbanken og store deler av utredningsområdet. Vinterverdiene forklarer god produktivitet i dette området under våroppblomstringen (Figur 3.2). Det er påvist økende saltholdighet og minkende innhold av silikat i atlantehavsvannet som strømmer inn gjennom barentshavsåpningen i de siste 20 år (Rey 2012). Nedgangen i silikat i dette tidsrommet er på omtrent 20 %, og vil sannsynligvis resultere i en tilsvarende nedgang i vekstgrunnlaget for kiselalger. Det er også en nedgang i nitrat, men den er bare omkring 7 % i løpet av det samme tidsrommet.



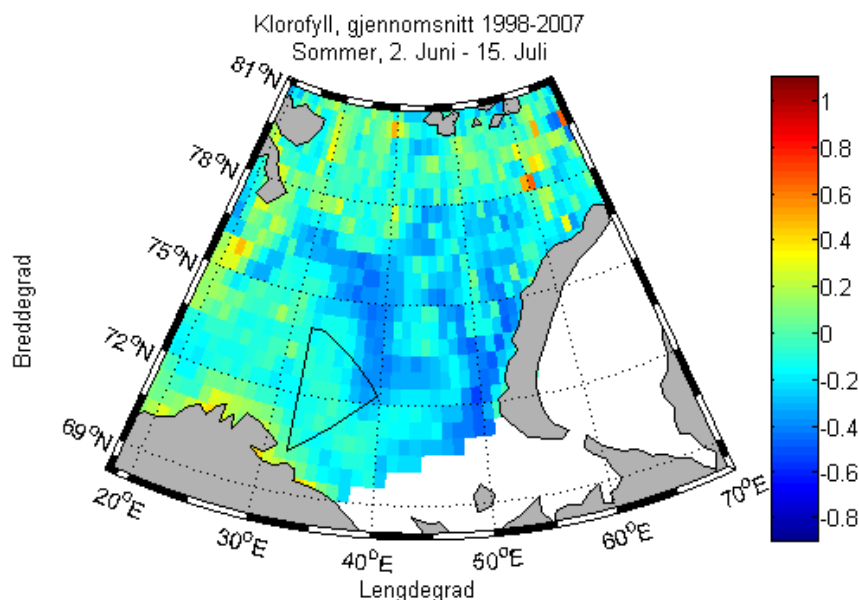
Figur 3.2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll ($\log_{10}$ av mg klorofyll/ m^3) i løpet av våroppblomstringen årene 1998–2007. Data fra SeaWiFS (NASA).

Primærproduksjon

Planteplanktonets vekst styres av flere faktorer. De viktigste er tilgang på næringssalter, tilstrekkelig sollys samt at de fysiske forholdene ligger til rette. Mikroalgene er avhengig av en stabilitet i vannsøylen som holder algene i overflaten hvor det er tilstrekkelig sollys for å opprettholde fotosyntese. Når disse forholdene er tilfredsstillt, vil tilgangen på næringssalter være avgjørende for veksten og mengdene av planteplankton. Planteplanktonet gjennomgår en suksisjon gjennom året, der mengde og artssammensetningen vil variere med årstidene og de fysisk-kjemiske forholdene.

Produksjonen starter med en større våroppblomstring dominert av kiselalger (ulike arter innen slektene *Chaetoceros*, *Thalassiosira* og *Fragilariopsis*). Våroppblomstringen kommer først i gang langs kysten og ved iskanten og deretter i de åpne sentrale delene av Barentshavet. Mengden av klorofyll, et mål for planteplanktonbiomasse, i øvre vannlag under våroppblomstringen er høyt også mellom 73 og 76°N, men det er interessant å merke at høye klorofyllverdier strekker seg langt lenger nord, over Storbanken helt opp til rundt 79°N (Figur 3.2). Våroppblomstringen fører til at silikat blir uttømt og arter som ikke er avhengig av dette næringssaltet vil overta produksjonen. I første fase er den kolonidannende flagellaten *Phaeocystis pouchetii* som er fremtredende, deretter en rekke mindre flagellater og fureflagellater (f.eks. *Gymnodinium* og *Ceratium*). I sommerperioden finner man alltid langt

lavere klorofyllverdier i hele Barentshavet (Figur 3.3). Likevel utgjør produksjonen etter våroppblomstringen en viktig del av årsproduksjonen. I denne perioden er selve algebiomassen ganske lav, men algesamfunnet domineres av hurtigvoksende arter av små flagellater. Disse er viktig næring for mikrodireplanktonet (ciliater) som sammen med planteplanktonet er viktig næring for dyreplankton. Utover høsten vil biomassen og diversiteten av planteplanktonet avta, før man går inn i et vinterminimum.

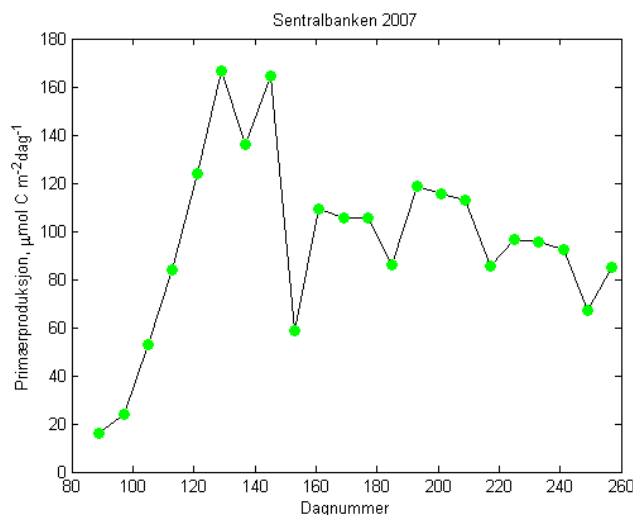


Figur 3.3. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll ($\log_{10}$ av mg klorofyll/ m^3) i perioden etter våroppblomstringen årene 1998–2007. Data fra SeaWiFS (NASA).

En typisk fordeling av primærproduksjonen gjennom året er vist for Sentralbanken i Figur 3.4. Årsproduksjonen i dette området er $18,5 \mu\text{mol C m}^{-2}\text{år}^{-1}$, basert på satellittdata. Gjennomsnittet for hele Barentshavet ligger rundt $14,5 \mu\text{mol C m}^{-2}\text{år}^{-1}$ basert på satellitt, dette er omtrent dobbelt så høyt som estimatene fra modellsimuleringer ($7,75 \pm 1,5 \mu\text{mol C m}^{-2}\text{år}^{-1}$, Wassmann et al. (2006)). Det blir en viktig oppgave å finne ut av årsakene til uoverensstemmelsene mellom de forskjellige produksjonsestimatene. Resultatene fra modellsimuleringer av romlig og tidsmessig fordeling stemmer bra overens med empiriske data.

Utredningsområdet

Næringssalter og planteplankton er i stor grad påvirket av havstrømmer og biologiske prosesser. I mange tilfeller vil primærproduksjon og næringssalter knyttes til vannpakker som transporteres gjennom et område og vil ikke være knyttet til spesifikke områder. Topografiske forhold vil kunne føre til at enkelte områder er mer produktive enn andre. Utredningsområdet har gode næringssaltforhold i vinterperioden og kan dermed sikre en høy primærproduksjon og planteplanktonbiomasse, spesielt om våren. Disse produksjonsforholdene er ikke unike for utredningsområdet, men gjelder et større område av de sentrale og østlige delene av Barentshavet.



Figur 3.4. Tidsforløp av primærproduksjon over Sentralbanken mellom 20. mars og 15. september 2007. Forløpet er representativt for utredningsområdet nord for 71°N. Data er fra satellitten SeaWiFS som er bearbeidet gjennom VGPM (Vertically Generalized Production Model, Behrenfeld og Falkowski 1997).

3.2 Dyreplankton

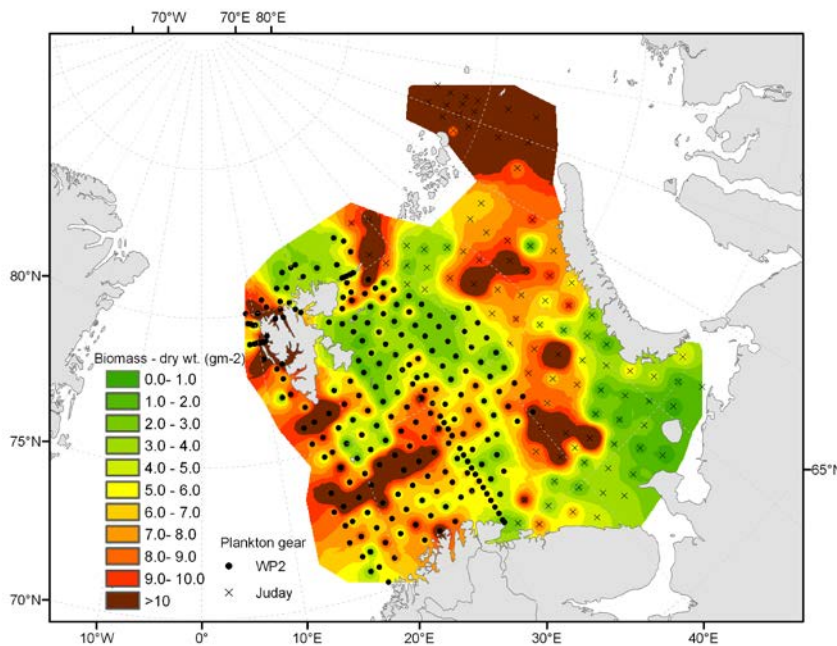
Generelt

Dyreplankton utgjør næringsgrunnlaget for fiskelarver og -yngel i tillegg til de store bestandene av pelagisk fisk som lodde, sild og polartorsk. Det er flere grunner til de store konsentrasjonene av fettrikt dyreplankton i Barentshavet (Figur 3.5). For det første gir våroppblomstringen av planteplankton samt oppblomstringen ved iskanten gode beiteforhold for herbivor (plantespisende) dyreplankton. I tillegg er det stor innstrømming av dyreplankton til Barentshavet særlig fra Norskehavet med Atlanterhavsstrømmen og sannsynligvis også via kyststrømmen (Dalpadado et al. 2012), dessuten via Polhavet over kontinentalskråningen nord for Svalbard. Arktisk dyreplankton og isfauna fra Polhavet blir også tilført når isen trekker sørover og senere avgis lenger sør under ismeltingen. De høye konsentrasjonene av mellomstort dyreplankton, som for eksempel raudåte (*Calanus finmarchicus*) er lokalisert til den sørvestlige delen av Barentshavet sør for Svalbard og til et langstrakt område i øst mot Novaja Semlja. I den nordre delen av Barentshavet er det også forhøyede konsentrasjoner, som mest sannsynlig har et betydelig innslag av raudåtenes nære slektinger, ishavsåte (*Calanus glacialis*) og feitåte (*Calanus hyperboreus*).

Dyreplanktonet i Barentshavet er dominert av hoppekreps og krill, både i biomasse og som føde for fisk. Det finnes en rekke hoppekrepsarter, men den 3–4 mm lange raudåten er dominerende og særlig i forbindelse med våroppblomstringen da denne arten alene kan utgjøre 80–90 % av den samlede dyreplanktonbiomassen i Barentshavet. I arktisk vann og ved polarfronten er to andre hoppekrepsarter, *Calanus glacialis* og *Calanus hyperboreus* tallrike.

Hoppekreps har 6 larvestadier og 6 kopepodittstadier. De overvintrer på dypt vann som kopepodittstadium IV og V. Overvintringsbestanden av raudåte i Barentshavet er i størrelsesorden $<10\,000\text{ m}^{-2}$ mot $>50\,000\text{ m}^{-2}$ i Norskehavet. Utpå våren vandrer hoppekrepsen opp og går over til stadium VI (voksen) og gytingen foregår i forbindelse med planteplanktonoppblomstringen i april–juni. Utover sommeren har kopepodittstadiene I–IV stor vekst, og seint på våren og sommeren kan en observere konsentrasjoner på 100 000–400

000 individ m^{-2} . Hoppekreps har én dominerende generasjon om året i Barentshavet, mot to lenger sør, og utpå sommeren vandrer kopepoditter i stadium IV og V til dypere vann for overvintring.



Figur 3.5. Fordeling av dyreplankton gitt som tørrvekt (g/m^2) fra bunn til overflate i august–september 2011. Data basert på håvredskapene WP2 (Norge) og Juday (Russland). Russiske data fra den østre del av Barentshavet gjengitt med tillatelse fra Dr. Emma Orlova, PINRO.

Små dyreplankton har liten egenbevegelse slik at den horisontale utbredelse i stor grad er bestemt av havstrømmer og temperatur. Store mengder dyreplankton blir ført inn i Barentshavet med atlantisk vann fra sørvest. Beregninger foretatt av Dalpadado et al. (2012) antyder at en biomasse rundt 8 millioner tonn våtvekt av mellomstort dyreplankton tilføres Barentshavet hvert år via inngangen til Barentshavet i vest (Fugløya–Bjørnøya). Omsatt til produksjon kan dette bety i størrelsesorden 40 millioner tonn, eller omkring 33 % av totalproduksjonen av mellomstort dyreplankton på størrelse med *C. finmarchicus* (krill er ikke inkludert).

Om vinteren står raudåten dypt, i stor grad under terskeldypet til Barentshavet. Det er derfor i forbindelse med oppvandringen om våren at transporten inn i Barentshavet er særlig stor. Tidspunktet for oppvandringen i forhold til innstrømmingen av atlantehavsvann er derfor avgjørende for raudåtemengden i Barentshavet et gitt år.

Krill

Nest etter *Calanus* er krillen det dominerende dyreplanktonet i biomasse. Storkrillen, *Meganyctiphanes norvegica* er den største arten, men først og fremst viktig i de sørvestlige delene av Barentshavet. I resten av Barentshavet dominerer *Thysanoessa inermis*, *Thysanoessa raschii* og *Thysanoessa longicaudata*, aller mest de to førstnevnte. Krillen går i liten grad inn i arktiske vannmasser. Gytingen skjer om våren som 2-åringer for *T. inermis*, som 1-åringer for *T. longicaudata*. Eggene finnes relativt oveflatenært i de frie vannmassene og videre utvikling skjer også der. *M. norvegica* gyter langs norskekysten og avkommet driver

inn i Barentshavet. Med den økte oppvarmingen i Barentshavet kan det ikke utelukkes at denne arten også vil reprodusere i Barentshavet hvis temperatur og fødetilbud tillater dette.

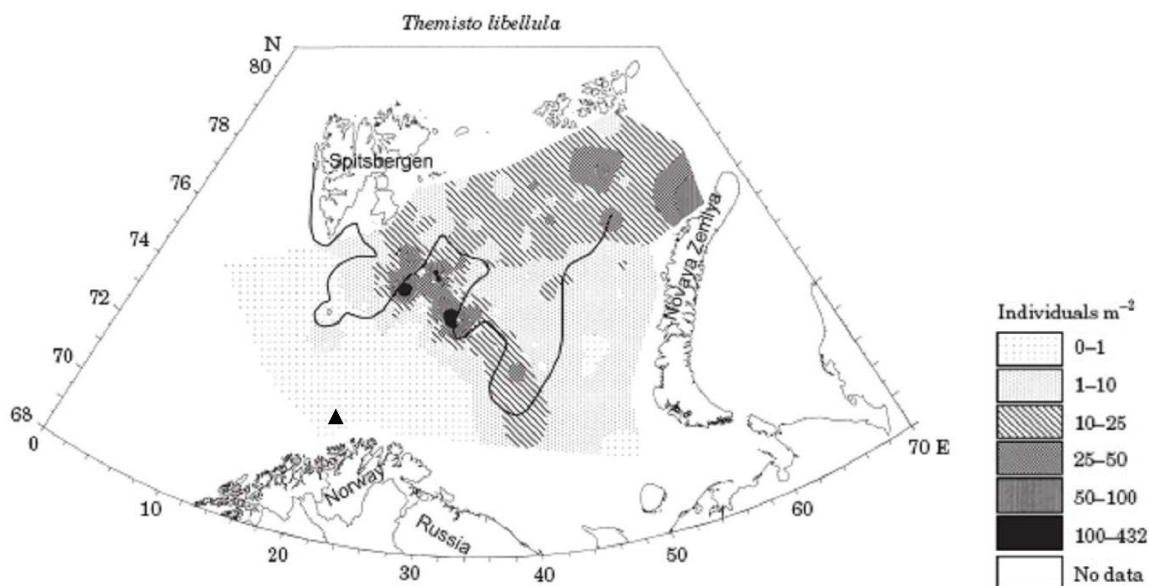
I de senere år er også en annen tradisjonelt mer sørlig forekommende krillart *Nematoscelis megalops* blitt klart mer tallrik i Barentshavet. Driftsruter og eventuelle økologiske konsekvenser av en økt bestand av denne arten er forbundet med større usikkerhet. *Thysanoessa raschii* er den krillarten som nest etter *Thysanoessa inermis* er mest tallrik i Barentshavet. Arten har sitt kjerneområde i de grunnere sørøstlige delene av Barentshavet og synes å foretrekke noe kaldere og ferskere vannmasser enn de andre artene. Gyteperioden for denne arten antas å være mai og juni.

De fleste krillartene som er omtalt her, foretar døgnlige vertikalvandring til overflaten om natten og til de dypere deler av vannsøylen om dagen gjennom store deler av året. Tidvis vil enkelte arter også kunne forekomme i svært tette konsentrasjoner eller sågar stimer, en adferd som trolig kan skyldes sesongmessig overføring av spermatoforer (sperm) mellom hanner og hunner, gyting, særlig gode beiteforhold eller spesifikke oseanografiske forhold.

Krillartene beiter for det meste på planteplankton, men spesielt *M. norvegica* og *T. longicaudata* beiter også på små dyreplankton. Russiske estimater har gitt krillkonsentrasjoner på 70–114 mg m⁻³ i den øvre del av vannsøylen. Estimatenes er imidlertid usikre fordi krill er vanskelig å fange kvantitativt med tradisjonelle planktonredskaper da de har stor svømmeevne og lett unnviker slike redskaper. De fanges dessuten lite representativt av pelagiske fisketråler, da disse har variabel og oftest for stor maskevidde.

Amfipoder

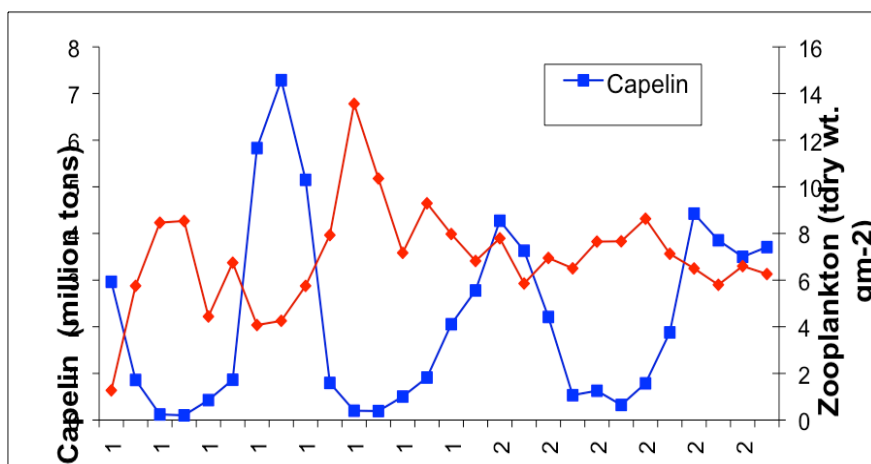
Amfipoder er en annen viktig dyreplanktongruppe i Barentshavet som utgjør et trofisk bindeledd mellom hoppekreps og fisk, sjøfugl og sel, siden de i hovedsak har annet dyreplankton som hovedføde. *Themisto libellula* er godt tilpasset arktiske forhold og kan forekomme i store mengder i de nordlige delene av Barentshavet (Figur 3.6). Som en konsekvens av dette finner en tydelig negativ sammenheng mellom biomasse av *T. libellula* og innstrømming av atlantehavsvann. Den noe mindre slektningen *Themisto abyssorum* har en mer spredt utbredelse i atlantisk vann. Begge artene er pelagiske og gjennomfører hele sin livssyklus i de frie vannmassene. Amfipodene er 1- eller 2-årige med en yngelperiode som sammenfaller med våroppblomstringen. Under et omfattende survey i 1994 fantes den høyeste biomassen av amfipoder i arktisk vann (100 g våtvekt m⁻²). *T. libellula* dominerte i mer enn 90 % av fangstene. *T. abyssorum* er mest konsentrert sør for polarfronten med opptil 50 individ m⁻².



Figur 3.6. Horisontal fordeling av *Themisto libellula* i Barentshavet basert på gjennomsnittlig antall/m² for tokt i årene 1984–1996. Den svarte linjen indikerer Polarfronten. Innsamling er ikke foretatt utenfor skravert område (etter Dalpadado et al. 2001).

Dyreplankton og pelagisk fisk

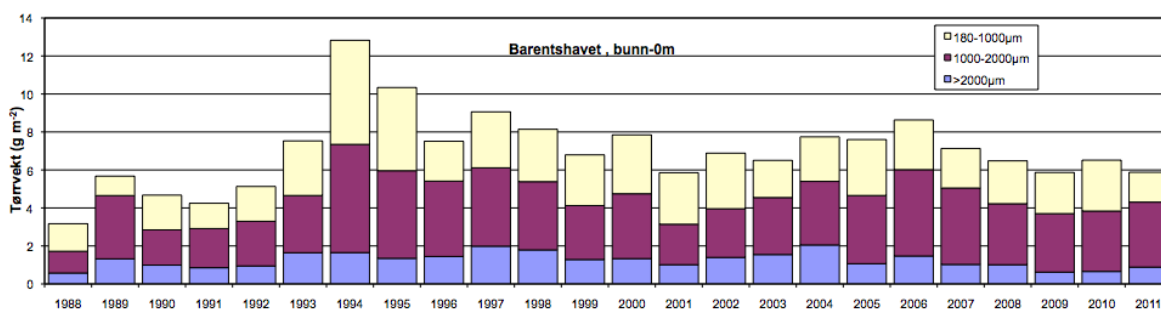
Dynamikken i det pelagiske dyreplanktonsamfunnet er sterkt influert av beitende planktivor fisk, hvor bestandsstørrelsen og fordeling av lodde spiller en sentral rolle. Wassmann et al. (2006) estimerte at en bestand på 5 millioner tonn lodde måtte beite over halvparten av Barentshavet for tilgjengelig dyreplankton for å opprettholde sin årlige produksjon. Konsekvensene av loddebeiting på krill ble undersøkt av Dalpadado & Skjoldal (1996) som fant klare sammenhenger mellom størrelsen på krill- og loddepopulasjonen og konkluderte med at loddemengden i stor grad er styrende for krillbestandene i Barentshavet. Det er også vist en negativ sammenheng mellom de generelle planktonforekomstene i Barentshavet og loddemengdene (Figur 3.7).



Figur 3.7. Årlige variasjoner i dyreplanktonbiomasse og loddebestanden i Barentshavet (1984–2011). Data er basert på WP2-håv (plankton) og akustiske estimat (lodde).

Estimat av den totale dyreplanktonmengden i Barentshavet har blitt utført siden 1988 (Figur 3.8). I de siste årene har mengden dyreplankton vært noe lavere enn langtidsmidlet, men

relativt stabilt til tross for en betydelig loddebestand. Atlantisk vann er mest rikt på dyreplankton, og en antar at en betydelig tilførsel av dyreplankton via atlantehavsvann og kystvann kan ha kompensert et høyt beitepress fra en stor loddebestand.



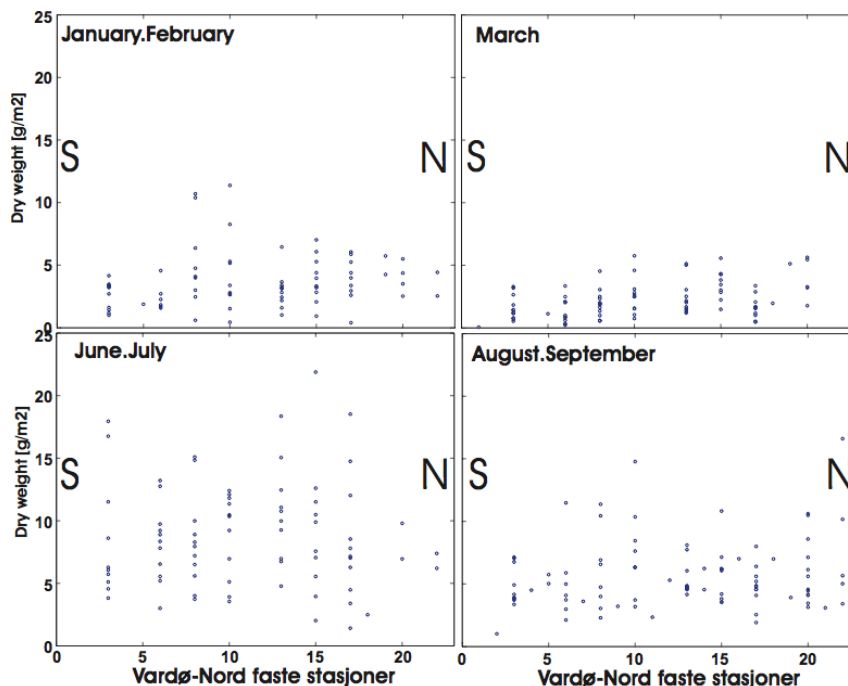
Figur 3.8. Tørrvekt av dyreplankton i Barentshavet beregnet på grunnlag av håvtrekk fra bunn til overflate i perioden august–september. Fraksjonen <2000 µm består for det meste av hoppekreps mens fraksjonen >2000 µm i hovedsak består av amfipoder og krill.

Sesongmessige betraktninger

Figur 3.9 viser mengdene dyreplankton på Vardø–Nord-snippet som er lokalisert langs lengdegrad 31°13'Ø. Snippet omfatter 22 stasjoner fra syd til nord (72°24'N til 76°30'N). Snippet befinner seg like vest for utredningsområdet og vil slik gi visse indikasjoner på sesongmessige forhold med hensyn på dyreplankton i området. Generelt vises at det er lite mellomstort dyreplankton over hele snippetet i perioden januar til mars. Til tross for betydelig variabilitet finner vi de høyeste verdiene på enkeltstasjoner i juni–juli. Årsakene til dette er sannsynligvis at årets generasjon av raudåte er spesielt tallrik i denne perioden samtidig som tilførsel med atlantisk vann fra vest er betydelig (Dalpadado et al. 2012). Selv om mengdene advektert biomasse er på sitt høyeste i august–september, synes dyreplanktonet å bli noe redusert i denne perioden (jf. Figur 3.9). Dette skyldes mest sannsynlig at lodde og andre predatorer har forsynt seg godt av planktonet som registreres 1–2 måneder tidligere. Dessuten utelukkes det ikke at noe av dyreplanktonet allerede har vandret ned for å overvintre og til dels kan stå så dypt at de unngår innsamlingsredskapene.

Utredningsområdet

Utredningsområdet har relativt lav forekomst av dyreplankton når bestandene måles i august–september (jf. Figur 3.5). Derimot er det lokalisert midt i transportruten for dyreplankton som advekteres inn til de sørlige og østlige deler av Barentshavet. Det påpekes at et relativt langstrakt område i russisk sektor av Barentshavet like vest av Novaja Semlja normalt har høye konsentrasjoner av dyreplankton (Figur 3.5). Dette området er mest sannsynlig avhengig av å få tilført dyreplankton gjennom utredningsområdet for å opprettholde mengde og konsentrasjoner på et høyt nivå. Dessuten er det betydelige forekomster av krill øst for utredningsområdet (Zhukova et al. 2009), særlig arten *T. raschii*, som bare i liten grad tilføres med strømmene inn i Barentshavet. Utredningsområdet er imidlertid viktig for de aller fleste arter som føres med atlantisk vann og kystvannmasser inn i Barentshavet. I disse vannmassene er det tidvis betydelige mengder og konsentrasjoner av *C. finmarchicus*, krill, særlig *Meganyctiphanes norvegica*, samt amfipoden *Themisto abyssorum*.



Figur 3.9. Sesongmessig variasjon for dyreplankton tørrvekt [g/m^2] langs Vardø–Nord-snippet, faste stasjoner 1–22 i Barentshavet basert på WP2-håvtrekk fra bunn til overflate. Data representerer summen av størrelsesfraksjonene $>180\ \mu\text{m}$ og $>1000\ \mu\text{m}$ for årene 2000–2011. S: Sør, N: Nord.

4 Fisk

4.1 Kommersiell fiskearter

I dette kapitlet brukes begrepet larve for perioden fra klekking til ut juli måned, mens begrepet 0-gruppe brukes fra august og ut året. Begrepet ynge brukes stort sett synonymt med 0-gruppe.

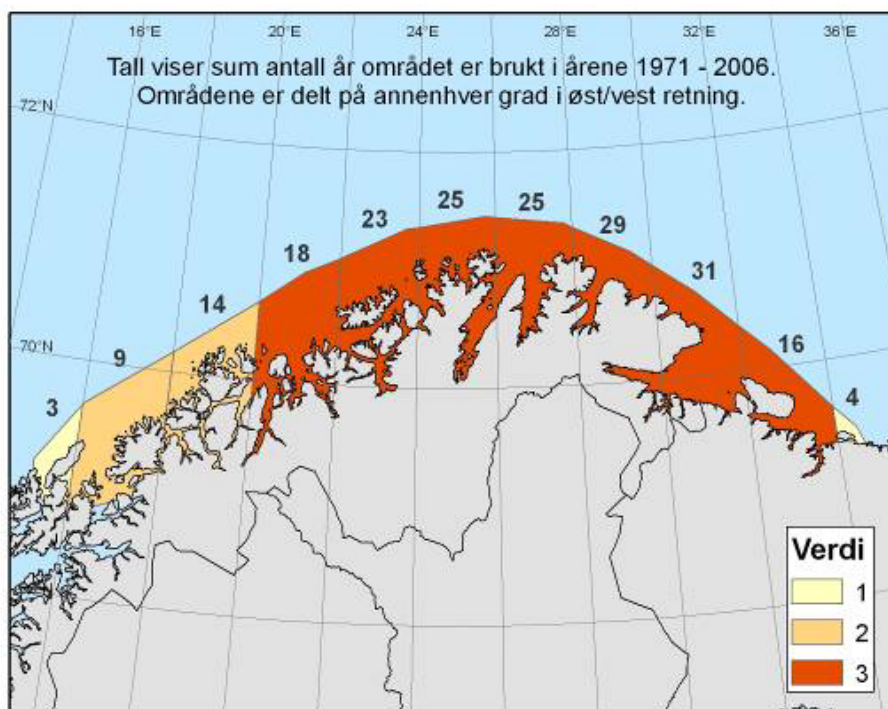
Barentshavet er et av de viktigste fiskeriområder for Norge, spesielt for artene lodde (*Mallotus villosus*), torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), steinbitartene (*Anarhichas* spp) og uerartene (*Sebastes* spp). En del av fisket etter sei (*Pollachius virens*) foregår utenfor kysten av Finnmark og Nord-Troms, og en del av fisket etter sild (*Clupea harengus*) foregår i overgangsområdet mellom Barentshavet og Norskehavet. Alle de nevnte fiskerier, med unntak av sildefisket, foregår også i noen grad i det aktuelle utredningsområdet.

Barentshavet er et viktig oppvekstområde for flere kommersielt og økologisk viktige fiskebestander, inkludert lodde, norsk vårgytende sild, nordøstarktisk torsk og hyse. Disse bestandene gyter langs norskekysten (lodde, torsk, hyse og sild) og Murman-kysten (lodde) og offshore langs kontinentalsokkelen (hyse) i februar–april. Egg og/eller larver blir transportert nord- og østover, med Den norske atlantehavsstrømmen og Den norske kyststrømmen (Marti 1956; Bergstad et al. 1987; Gjøsæter 1998; Orvik et al. 2001). De aktuelle fiskebestandene er også beskrevet i grunnlagsrapporten for konsekvensutredning av Goliat-feltet (Skaret og Olsen 2007). Mer detaljerte beskrivelser av livshistorie og fødevalg kan finnes der.

Lodde i Barentshavet

Gyting og egg

Lodda gyter kystnært med topp i mars–april. Eggene legges på sand- og grusbunn. Gytefeltene varierer mye fra år til år (Gjøsæter 1998). Områdene som er oftest benyttet ligger mellom Sørøya og Varangerfjorden, mens noen sjeldne år kan den gyte så langt vest som Andøya eller så langt øst som Kildin (Figur 4.1)



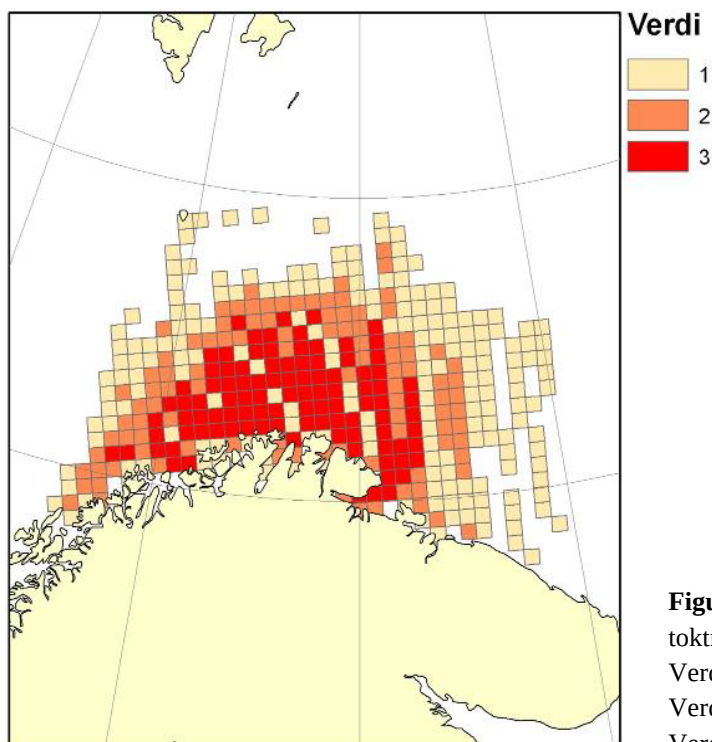
Figur 4.1 Gytefelt lodde. Antall år innenfor perioden 1971–2006 hvor det har foregått gyting innenfor ulike regioner (sektorer med 2° østlig lengdeutstrekning). Avgrensningen i nordlig retning er ikke presist angitt. Verdi 1: området brukt færre enn 5 år. Verdi 2: områder brukt 5–15 år. Verdi 3: brukt mer enn 15 år. Gjelder for tidsrommet februar-mai.

Larver og 0-gruppe

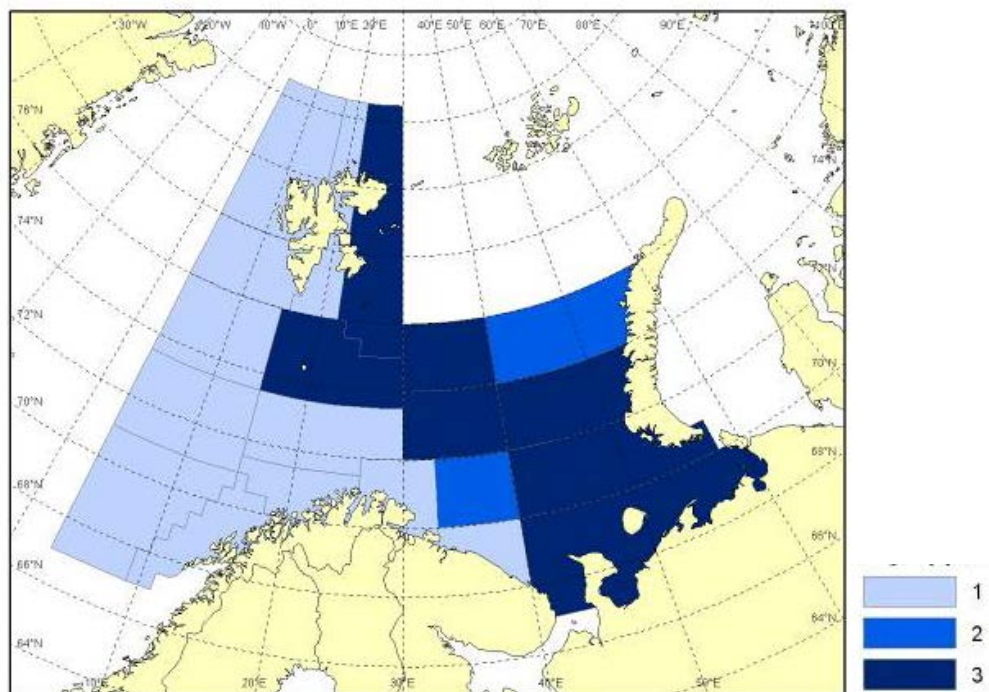
Basert på 20 år (innenfor perioden 1986–2006) med observasjoner fra loddelarvetoktet er det laget kart som viser hvor loddelarver oftest har vært observert (Figur 4.2). Tetthet av loddelarver er ikke tatt hensyn til her, men de tetteste konsentrasjonene av loddelarver ble generelt observert nærmest kysten. Områdene ble inndelt i tre kategorier, fra 1 til 3: områder hvor loddelarver ble observert færrest år (1–4) ble gitt lavest verdi (1), mens områder hvor loddelarver ble observert flest år (10 eller flere år) fikk verdi 3. Områder med loddelarver av verdi 1 og 2 ligger i noen grad i det aktuelle utredningsområdet. Her har tettheten av loddelarver (per tauet distanse) variert fra 100 til 2000. I løpet av sommeren vil en betydelig mengde loddelarver drifte gjennom utredningsområdet.

Utpå sensommeren og høsten er loddeyngelen (5–6 måneder gammel) fordelt over nesten hele Barentshavet. Biomasseberegninger av 0-gruppe lodde basert på 0-gruppetokt og økosystemtokt i Barentshavet (Eriksen et al. 2011) er tilgjengelig for perioden 1993–2011. Områdene ble inndelt i tre kategorier fra 1 til 3, hvor 3 er der de største konsentrasjonene av loddeyngel ble observert (Figur 4.3). Gjennomsnittsbiomassen for hver kategori er

henholdsvis 0,9 000 tonn (kategori 1); 5,6 000 tonn (kategori 2); og 13,5 000 tonn (kategori 3). De nordlige deler av utredningsområdet (nord for 72°N) har kategori 3, de sørlige har kategori 2 og 1. Fordelingen av loddeyngel endrer seg ikke mye i løpet av den første vinteren.



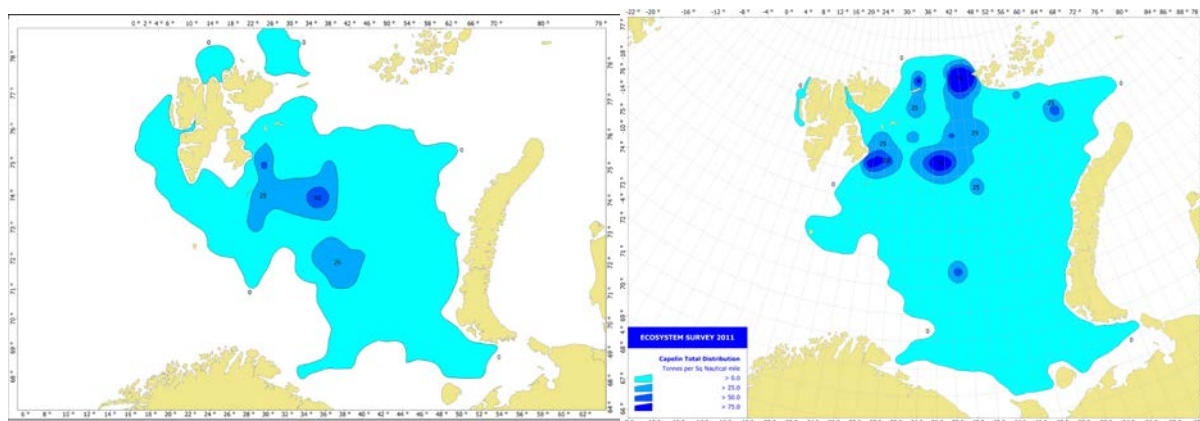
Figur 4.2. Forekomst av loddelarver i toktmålinger i juni i årene 1986–2006. Verdi 1: larver observert i 1–4 av årene. Verdi 2: larver observert i 5–9 av årene. Verdi 3: larver observert i 10 eller flere år.



Figur 4.3. Fordelingen av biomasse av loddeyngel (0-gruppe lodde) i august–september. Gjennomsnitt innenfor fiskeristatistiske hovedområder for årene 1993–2009 i tusen tonn. Verdi 1: 0,9, verdi 2: 5,6, verdi 3: 13,5.

1 år og eldre fisk

Lodde er generelt fordelt over hele Barentshavet, men årlige migrasjonsmønstre og utbredelse er i stor grad bestemt av strømforhold, vanntemperatur og beiteforhold. I senere år har lodda tidlig på høsten vært observert langt nord (sør for Franz Josefs land). Beitevandring går nordover langs iskanten om sommeren eller tidlig høst og sørover til overvintringsområdet sør for iskanten på senhøsten. Den modne lodda samler seg lenger sør enn den umodne, og begynner på gytevandring i løpet av vinteren (Figur 4.4).



Figur 4.4. Utbredelse av lodde (1år og eldre) i august–september i 2007 (venstre) og 2011(høyre).

Loddebestanden i Barentshavet er verdens største. Den har gjennom historien vist dramatiske svinginger. Bestanden har kollapset tre ganger siden undersøkelser startet i 1972. 0-gruppe mengdeindekser gir første indikasjon på årets yngel, selv om mengden av 2–3-åringer varierer med beite- og miljøforholdene i løpet av de første årene. Bestanden har de siste årene vært i god forfatning, men beitepresset på grunn av en stor torskebestand er for tiden høyt. Loddemengden i det aktuelle utredningsområdet varierer mellom år.

Utredningsområdet

Lodde av ulike aldersgrupper finnes i det aktuelle utredningsområdet: om sommeren er det larver, om høsten og vinteren er det yngel (0-gruppe), samtidig bruker voksen lodde området som beite- og overvintringsområde. Mengden av lodde varierer mellom aldersgruppene, men det ser ut som at 0-gruppefisk vil dominere der om høsten og vinteren. Den sørligste snippen av området går inn i det som er indikert som gytefelt i Figur 4.1. Både bunndyp og substrat tilsier imidlertid at det er lite sannsynlig at gyting foregår innenfor utredningsområdet, men mer kystnært er det viktige gytefelt både øst, sør og vest for området.

Nordøstarktisk torsk

Gyting og egg

Gyting foregår i mars–april. Hovedgytefeltene er i området fra Senja til Vestfjorden. Litt gyting foregår også i kystnære områder lenger nord. Eggene driver med kyststrømmen og er i stille vær mest konsentrert i de øvre 30 m. Russiske eggtokt i perioden 1959–1980 har dokumentert noe egg helt øst til 28°Ø. I senere år har det vært sporadiske rapporter fra fiskere om gytende skrei også i Øst-Finnmark, men omfanget er ukjent og disse eggforekomstene har ikke vært kartlagt.

Larver og 0-gruppe

Larvene klekker ca. 3 uker etter gyting. De første ukene har larvene lite egenbevegelse og blir transportert med strømmen. De ernærer seg på nauplier av raudåte (*Calanus finnmarchicus*). Larvene metamorfoserer (forvandles til å se ut som voksen fisk) allerede ved ca. 12 mm lengde. Den blir da gjerne kalt postlarve eller yngel. Betegnelsen 0-gruppe brukes først ved ca. 6 cm lengde (august). Fordelingen av postlarver i juni–juli ble kartlagt i årene 1979–1992. Figur 4.5 viser simulering av drift for partikler sluppet ut nær overflata på gytefeltene i mars–april. Simulert fordeling i april–mai samsvarer med fordelingen observert i de russiske eggtoktene, og fordelingen i juni–juli samsvarer med observasjonene i postlarvetoktene. Simuleringene for august–september gir mer kystnære fordelinger enn fordelingen av 0-gruppe observert på 0-gruppe toktene i august–september (Figur 4.6). Simuleringsresultatene for august–september kan være beskrivende for sent klekte og sentvoksende larver, men for 0-gruppe er de noe misvisende. 0-gruppen har betydelig egenbevegelse, og utover høsten foretar den gradvis større vertikalvandring. Ut i oktober vil mesteparten av 0-gruppen være bunnslått. Det betyr at den i perioder holder seg nært bunnen hvor den beiter på organismer som lever på eller like over bunnen.

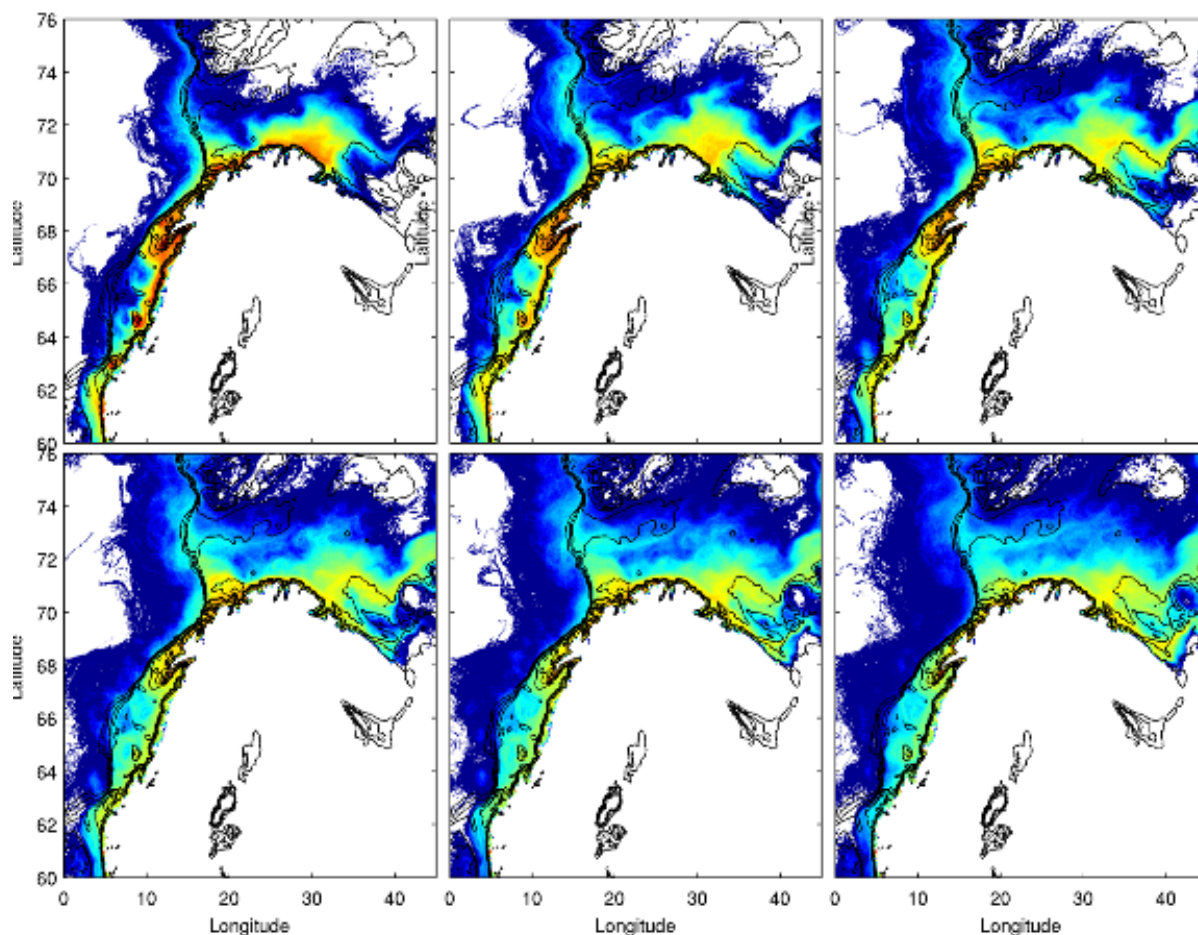
0-gruppetoktene viser at torskeyngelen i august–september (5–7 måneder gammel) fordeler seg over hele Barentshavet, med hovedtyngden i den sentrale delen. Figur 4.6 viser biomasseberegninger av torskeyngel basert på 0-gruppeundersøkelser (0-gruppetokt og økosystemtokt i Barentshavet) i perioden 1993–2009. Områdene ble inndelt i tre kategorier fra 1 til 3, hvor 3 er der de største konsentrasjonene av torskeyngel ble observert (Figur 4.6). Gjennomsnittsbiomassen for hver kategori er henholdsvis fra 0,7 (kategori 1) til 6,0 (kategori 2) og 25 000 tonn (kategori 3). Store deler av utredningsområdet har kategori 3, resten har kategori 2.

1 år og eldre fisk

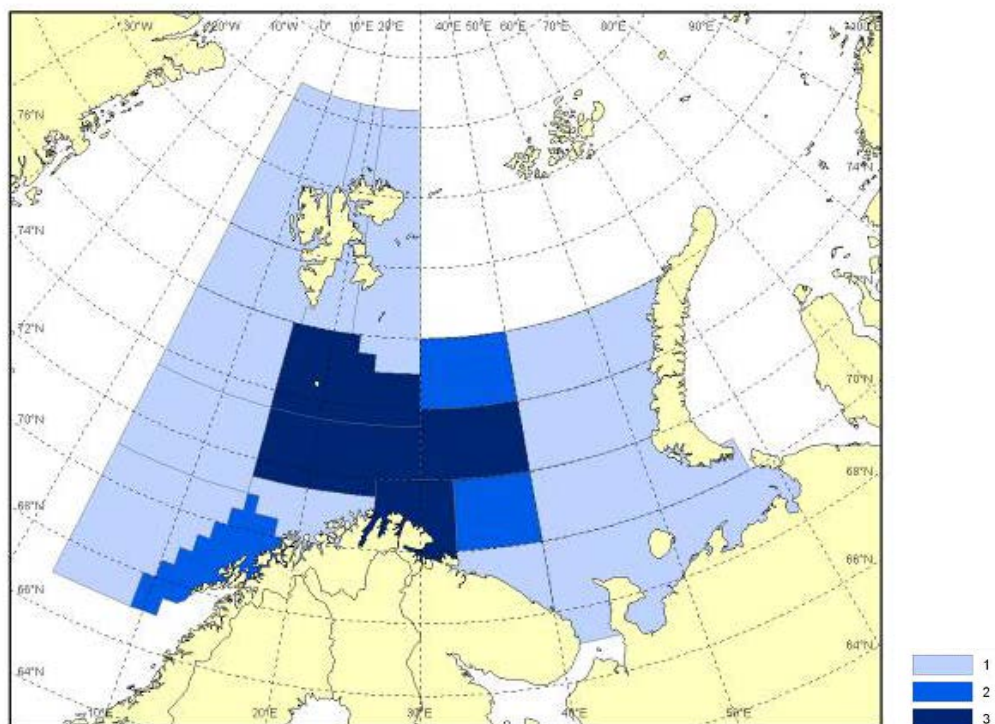
Ett år og eldre torsk er utbredt i hele Barentshavet sør for polarfronten. Deler av bestanden foretar vandring inn til kysten; beitevandring til loddegytefeltene og gytevandring til torskegytefeltene. Torskebestanden har de siste årene vokst og er i god forfatning.

I utredningsområdet

Egg og nyklekte larver finnes kun sporadisk i utredningsområdet, mens postlarver kan enkelte år være tallrike i sørlig del av området. Det er ganske årvisst betydelige forekomster av 0-gruppe og eldre torsk i mesteparten av området. Viktige oppvekstområder for 1–4 år gammel torsk ligger øst/sørøst (nedstrøms) for området.



Figur 4.5. Torskelarver, resultat av driftsmodeller. Øverst: april-juni, nederst: juli-september.



Figur 4.6. Biomassefordeling av torskeyngel (0-gruppe) i Barentshavet. Gjennomsnitt innenfor fiskeristatistiske hovedområder for årene 1993–2009 i tusen tonn. Verdi 1: 0,7, verdi 2, 6,0, verdi 3: 25.

Nordøstarktisk hyse

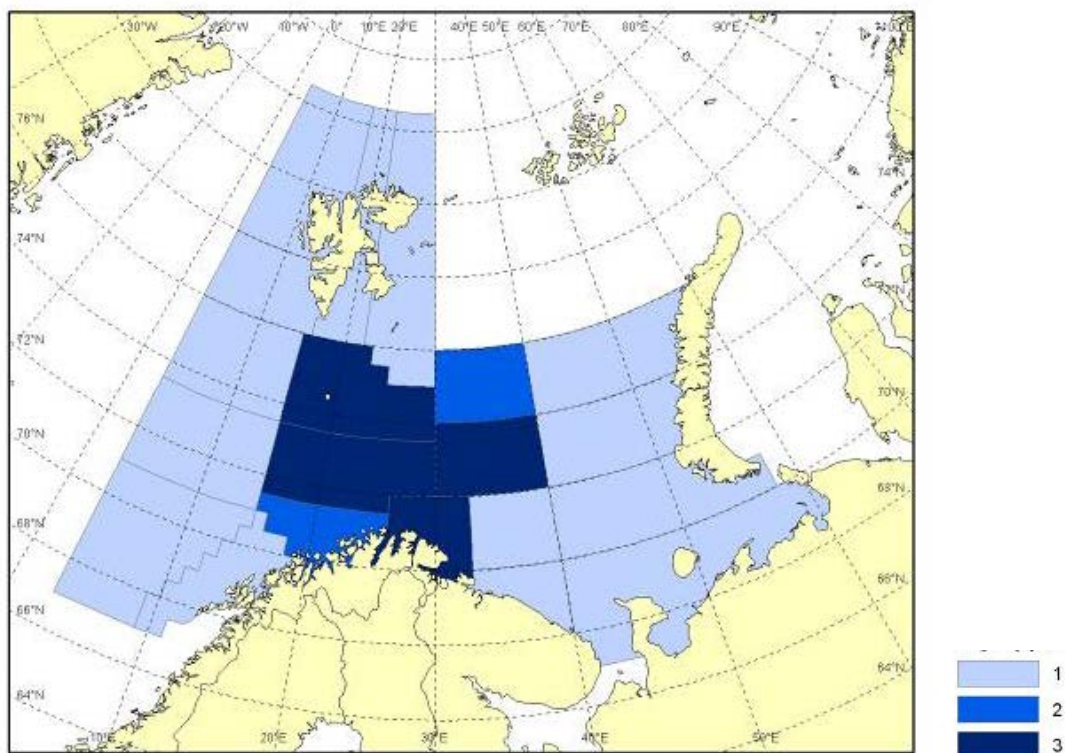
Gyting og egg

Hysa gyter i mars–juni. Kjente gytefelt er langs eggakanten; vest for Tromsøflaket, utenfor Vesterålen og ut for Mørebankene. Hysa gyter ganske dypt (200–600 m) og eggene stiger sakte oppover i vannsøylen samtidig som de spres utover. Både egg, larver og 0-gruppe har en noe mer vestlig fordeling enn for torsk.

Larver og 0-gruppe

I august–september blir 0-gruppe hyse (5–7 måneder gammel) generelt funnet i sentrale og vestlige deler av Barentshavet. Mengden av 0-gruppe varierer dramatisk mellom årene. Den var lav på 1980-tallet, relativt høy på 1990-tallet og rekordhøy på begynnelsen av 2000-tallet. I denne siste perioden ble 0-gruppe hyse funnet over store områder i de østlige og nordlige delene av Barentshavet. Utbredelsen bestemmes i stor grad av strømforhold i løpet av larvedriften, samt vanntemperatur og beiteforhold.

Biomasseberegninger av hyseyngel basert på 0-gruppeundersøkelser (0-gruppetokt og økosystemtokt i Barentshavet) er tilgjengelig for perioden 1993–2011. Områdene ble inndelt i kategorier fra 1 til 3, hvor 3 er der de største konsentrasjonene av hyseyngel ble observert (Figur 4.7). Gjennomsnittsbioassen for hver kategori er henholdsvis 0,4 (kategori 1), 3,0 (kategori 2) og 13000 tonn (kategori 3). Store deler av utredningsområdet har kategori 3, nordøstlige delen har kategori 2 og sørøstre delen kategori 1. Utredningsområdet er et viktig oppvekstområde, spesielt ved forekomst av sterke årsklasse.



Figur 4.7. Biomassefordeling av hyseyngel (0-gruppe) i Barentshavet. Gjennomsnitt innenfor fiskeristatistiske hovedområder for årene 1993–2009 i tusen tonn. Verdi 1: 0,4, verdi 2: 3,0, verdi 3: 13.

1 år og eldre fisk

Ett år og eldre hyse er utbredt i store deler av Barentshavet, men ikke så langt nord som torsken. Hysa foretrekker sjøtemperaturer over 2 °C. 1–3 år gammel fisk er mest konsentrert i sørøst. Hysebestanden er i god forfatning.

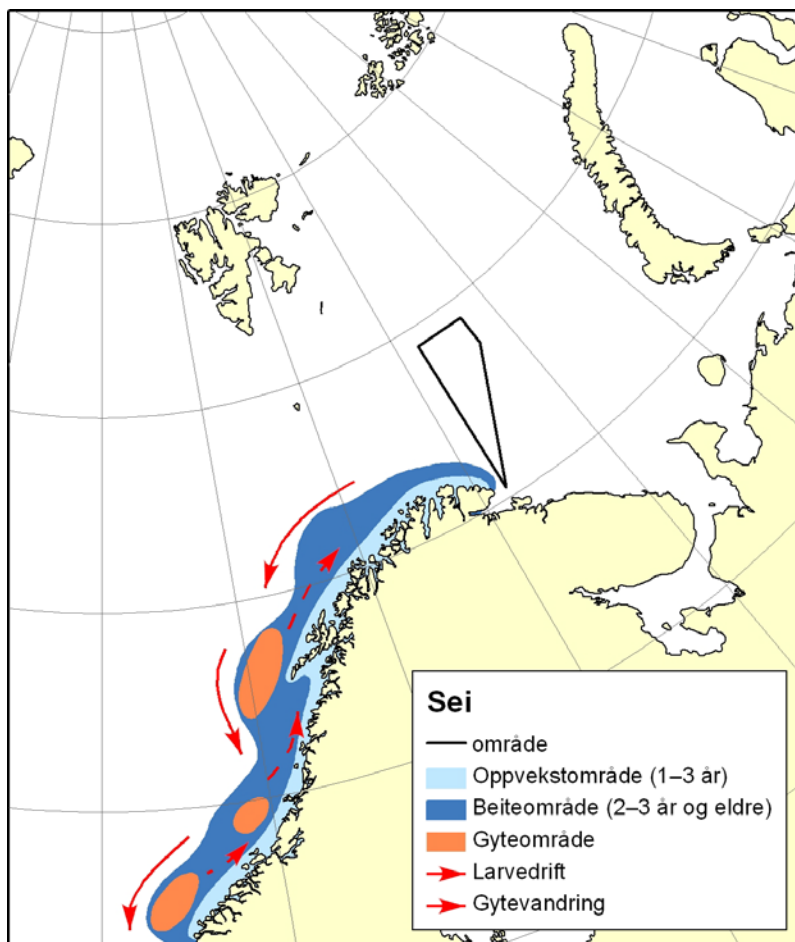
I utredningsområdet

Egg og larver finnes kun sporadisk i utredningsområdet, mens 0-gruppe kan enkelte år være tallrike. Det er årlig betydelige forekomster av 1-gruppe og eldre hyse i sørlige deler av området. Området er viktig for hysefisket, spesielt sør for 72°N. Viktige oppvekstområder for 1–3 år gammel hyse strekker seg videre sørøst (nedstrøms) for området.

Nordøstarktisk sei

Gyting og egg

Seien gyter om vinteren med en topp i februar. De viktigste gytefeltene er langs eggakanten fra Vesterålen og sørover (Figur 4.8). Eggene når ikke innover i Barentshavet.



Figur 4.8. Nordøstarktisk sei.

Larver og 0-gruppe

Larvene spres utover på kystbankene og et stykke ut i havet, mens det aller meste av 0-gruppen ender opp i strandsonen, også i Finnmark. Enkelte år (for eksempel 1984 og 2004) har det også vært registrert en del 0-gruppe i Barentshavet, men de fleste år har Barentshavet liten betydning for rekrutteringen.

1 år og eldre fisk

1–3 år gammel fisk foretrekker kystnære, grunne områder. Mesteparten av den eldre fisken finnes på kystbankene og i fjordene. Seibestanden har vært i god forfatning de siste 15 år, men er nå minkende.

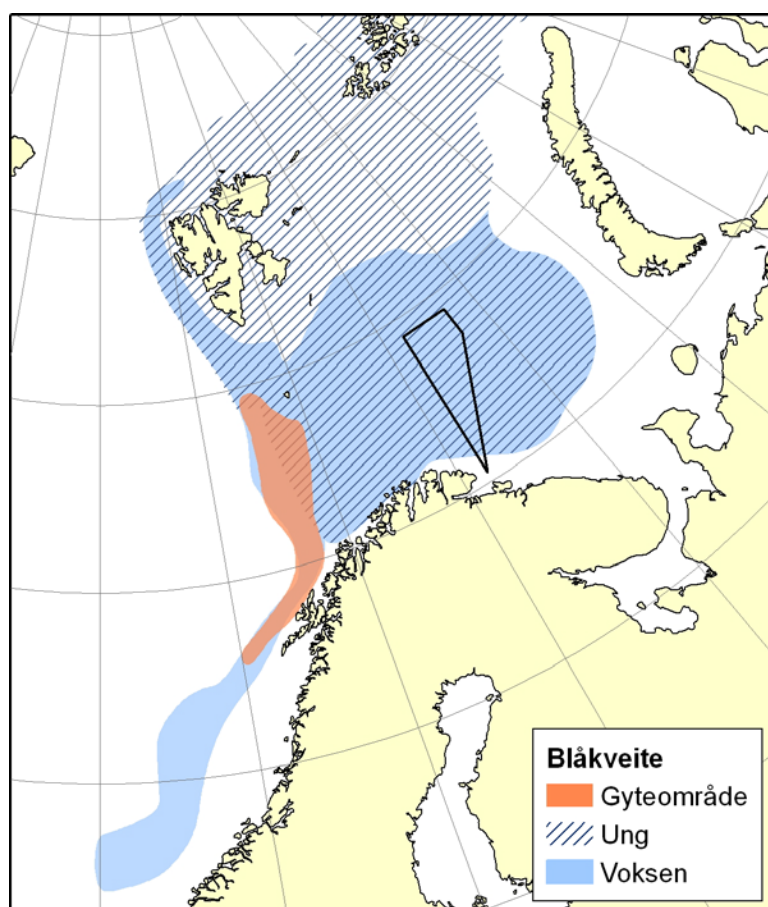
I utredningsområdet

Forekomstene av sei er ubetydelige. Sporadisk blir det fisket litt sei nær den sørligste snippen av området (Nordfargrunnen og Østbanken). Kystnært langs Varangerhalvøya er det imidlertid et betydelig seifiske.

Nordøstarktisk blåkkeite

Gyting og egg

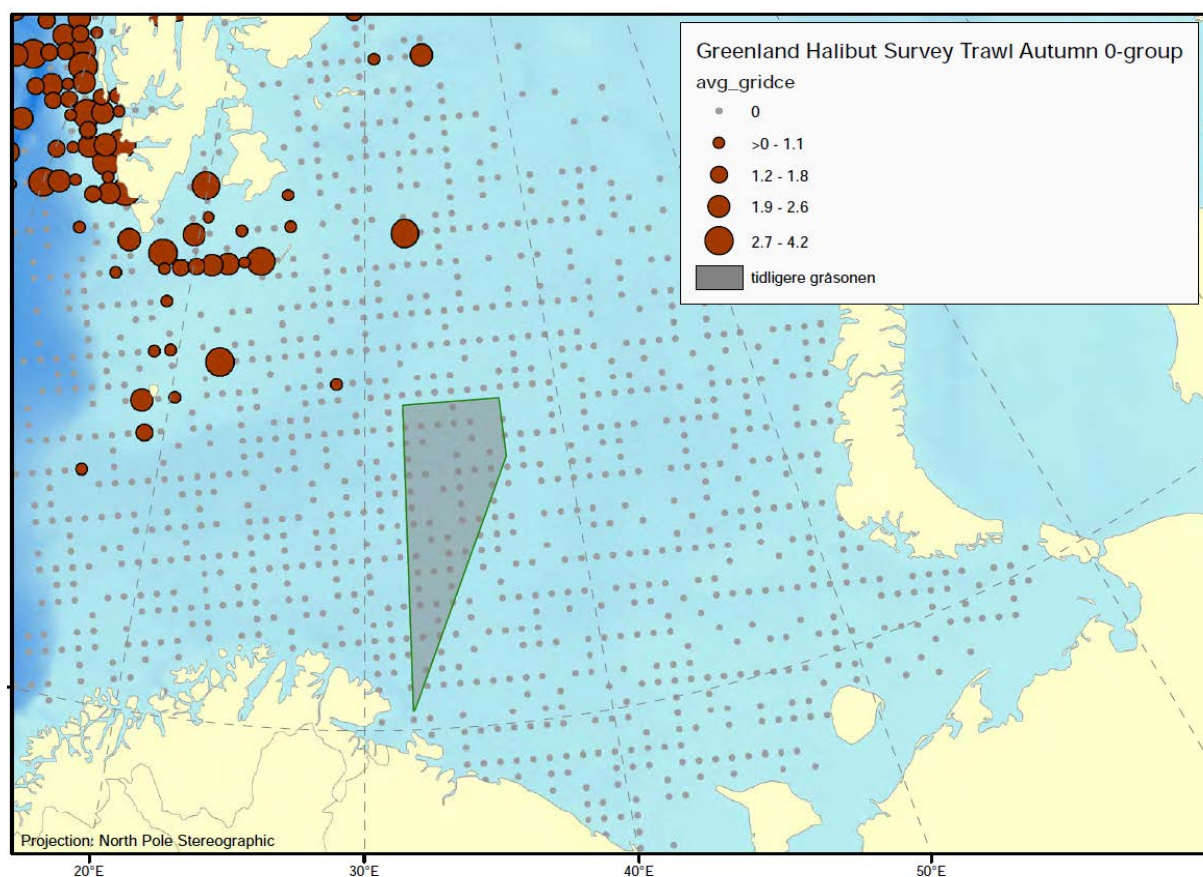
Blåkkeita har en utstrakt gyteperiode med en topp i desember–januar (Albert et al. 1998). De viktigste gytefeltene er langs eggakanten fra Bjørnøya sørover til Røstbanken (Figur 4.9).



Figur 4.9. Nordøstarktisk blåkkeite.

Larver

Larveutbredelsen er ikke kartlagt, men strømmodeller tilsier at larvene spres nordover langs eggakanten vest og nord av Spitsbergen, samt at noe kan strømme innover i Bjørnøyrenna (Ådlandsvik et al. 2004). Dette samsvarer med fordelingen av 0-gruppe observert på 0-gruppetoktet (Figur 4.10)



Figur 4.10. Nordøstarktisk blåkkeite. Gjennomsnittlig tetthet av 0-gruppe blåkkeite (logaritmisk skala) registrert på toktene i 2002–2011. Antall per nautisk mil trålt.

1 år og eldre fisk

Voksen fisk er mest konsentrert i eggakanten på 400–1000 m bunndyp, men finnes også spredt utover i de dypere deler av Barentshavet.

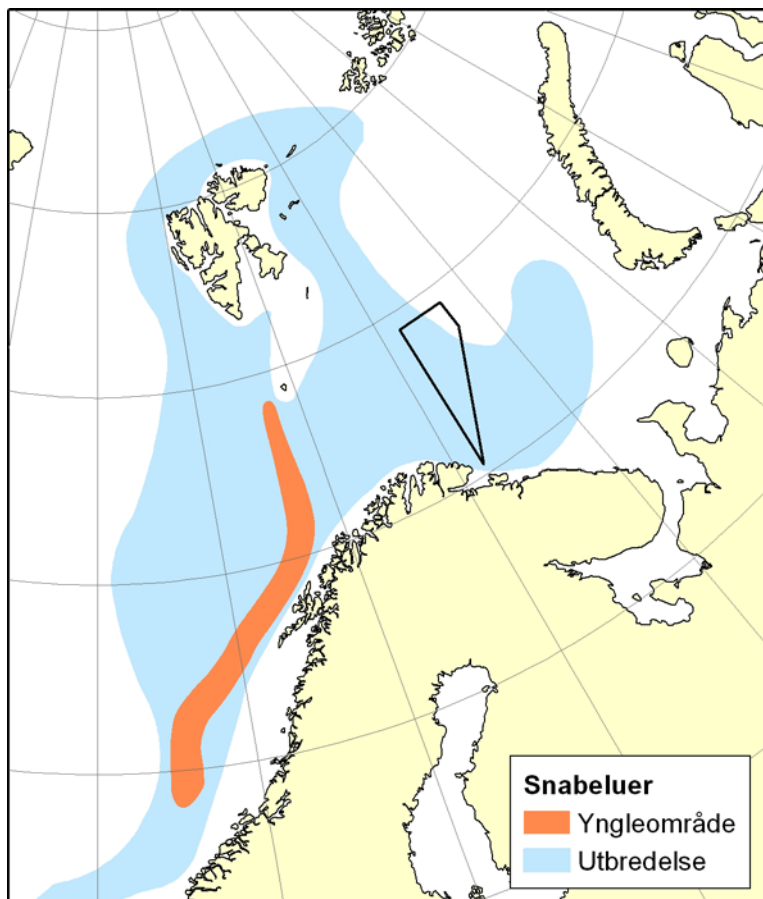
I utredningsområdet

Spredte forekomster av voksen fisk fins i mesteparten av området (Wienerroither et al. 2011). Historisk har det vært noe fiske etter blåkkeite i de dypeste områdene øst av Vardø.

Snabeluer (*Sebastes mentella*) i Barentshavet og nordlige Norskehavet

Gyting og egg

Snabeluer parrer seg om høsten. Den yngler (slipper de klekkeklare eggene) i mars–april langs eggakanten fra Bjørnøya og sørover til 64°N (Figur 4.11).



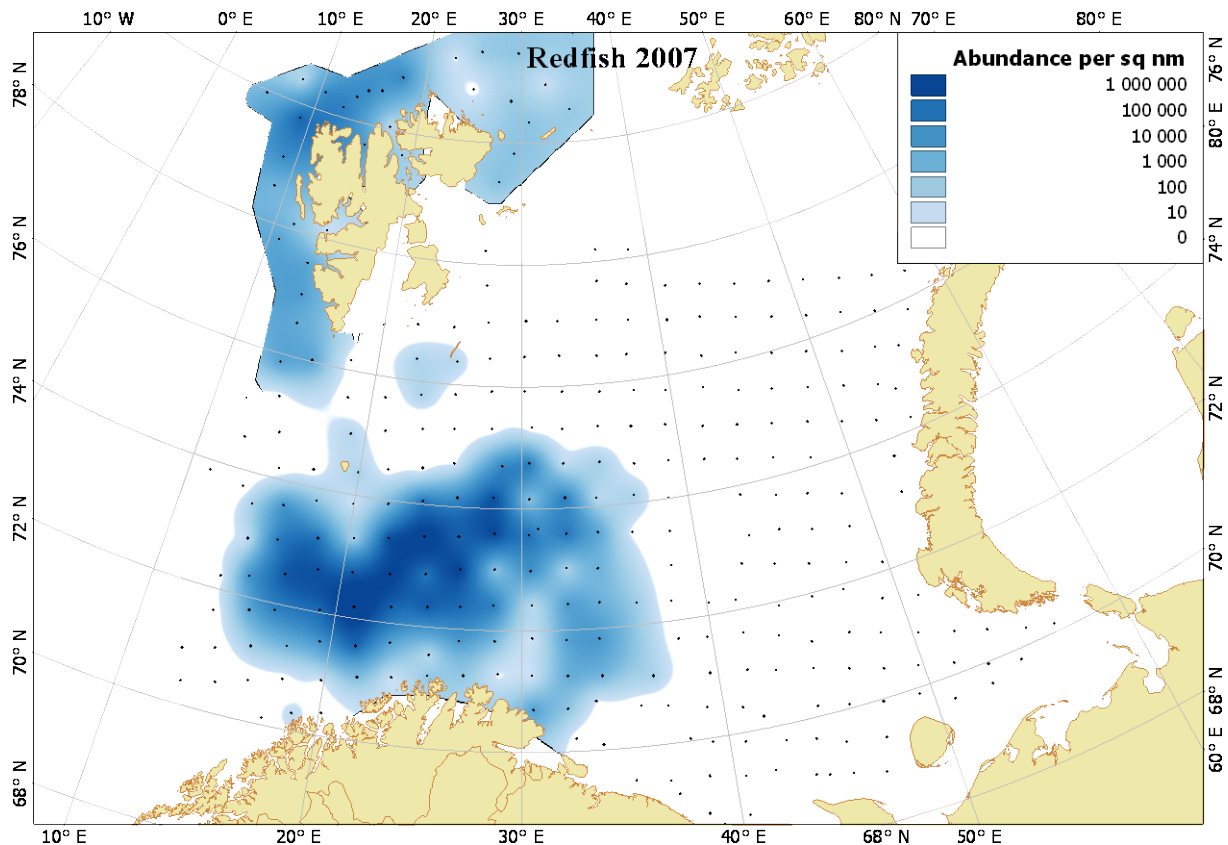
Figur 4.11. Snabeluer i Barentshavet og nordlige Norskehavet.

Larver og 0-gruppe

Larvene transporteres med varme strømmer fra gyteplassene inn i Barentshavet, spesielt mot Svalbardområdet. På 0-gruppetoktet i august–september blir snabelueryngel (5–8 måneder gammel) funnet i de vestlige og nordvestlige områder. Store årsklasser er som 0-gruppe også utbredt i det sentrale Barentshavet og i Hopen-dypet. Mengden av 0-gruppe har vist noe periodisk variasjon. Den var høy (gjennomsnitt 144 milliarder individer) på 1980-tallet, lav på 1990-tallet og høyere igjen siden 2005. I seks av de syv årene etter 2005 har målingene vært høyere enn den høyeste verdi målt i perioden 1996–2004. I 2007 og 2010 var målingene over langtidsgjennomsnittet (63 milliarder). Utbredelse av yngel er i stor grad bestemt av strømforholdene i løpet av larvedriften, samt vanntemperatur og beiteforhold i områdene hvor larvene transporteres. Snabelueryngel lever pelagisk innenfor utredningsområdet samt vest og nord for området. Det aktuelle utredningsområdet kan betraktes som mindre viktig oppvekstområde for snabeluer, men ved forekomst av sterke årsklasse kan tettheten av yngel komme opp i flere tusen individer per kvadrantnautisk mil (Figur 4.12).

1 år og eldre fisk

1–2 år gammel snabeluer har en utbredelse omtrent som 0-gruppen. Eldre snabeluer er utbredt i nesten hele Barentshavet hvor bunndypet er mer enn 300 m. Deler av gytebestanden finnes også pelagisk i nordlige deler av Norskehavet. De siste analyser tilsier at gytebestanden har hatt god vekst de siste 15 år. En serie med svakere årsklasser vil gi noen år med nedgang før de sterkere årsklassene, som er født etter 2005, igjen kan gi vekst i gytebestanden.



4.12. Utbredelse av snabelueryngel (0-gruppe) i august–september 2007 i Barentshavet.

I utredningsområdet

Larver er ikke påvist i området, men 0–2 år gammel fisk av gode årsklasser er utbredt i mesteparten av området. Eldre fisk er også utbredt i mesteparten av området.

Vanlig uer (*Sebastes marinus*) i Barentshavet og østlige Norskehavet

Gyting og egg

Vanlig uer parrer seg om høsten. Den yngler (slipper de klekkeklare eggene) i april–mai i eggakanten utfor Vesterålen, Haltenbanken og Storegga (Figur 4.13).

Larver

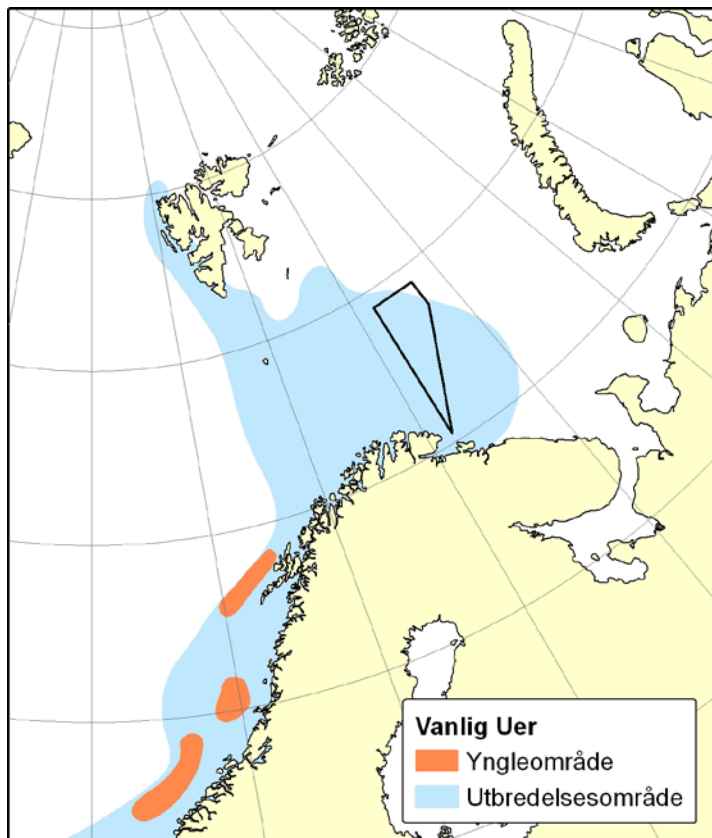
Larvene spres nordover med strømmen, men noe transporteres inn til kysten og fjordene. Både larver og 0-gruppe vanskelig å skille fra snabeluer. Mengde og utbredelse av tidlige livsstadier er derfor dårlig kartlagt for vanlig uer i Barentshavet.

1 år og eldre fisk

Vanlig uer lever litt grunnere enn snabeluer og er mest konsentrert langs Finnmarkskysten og ved Bjørnøya, men spredte forekomster finnes i store deler av Barentshavet.

I utredningsområdet

Spredte forekomster av 2 år og eldre fisk i mesteparten av området. Forekomster av yngre livsstadier er lite kartlagt.



Figur 4.13. Vanlig uer i Barentshavet og østlige Norskehavet.

Norsk vårgytende sild

Gyting og egg

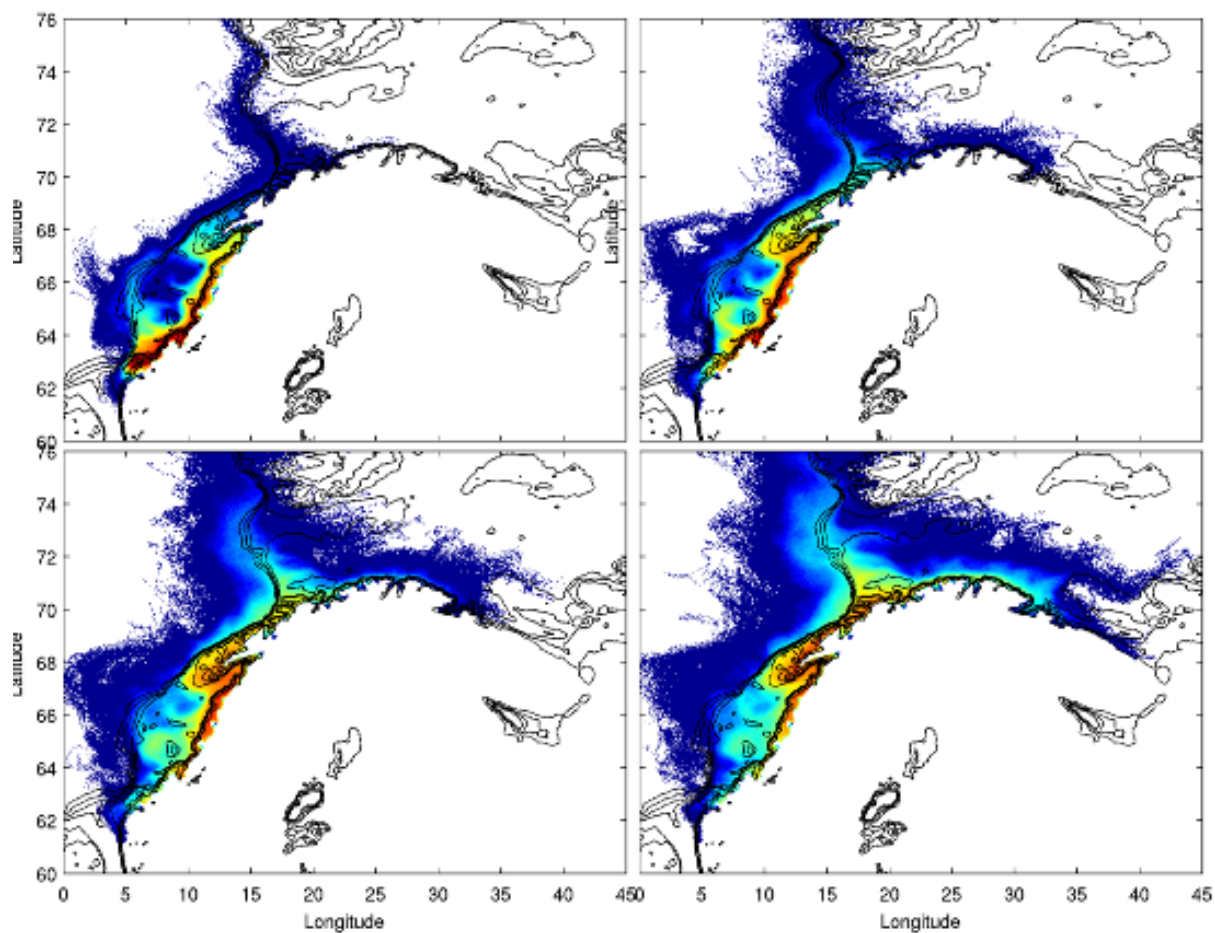
Silda gyter i februar–mars på grus- og steinbunn hvor eggene fester seg til sedimentet. Gytingen skjer på kystbankene fra Egersund til Vesterålen. I de siste 20 årene har Mørebankene vært viktigst.

Larver og 0-gruppe

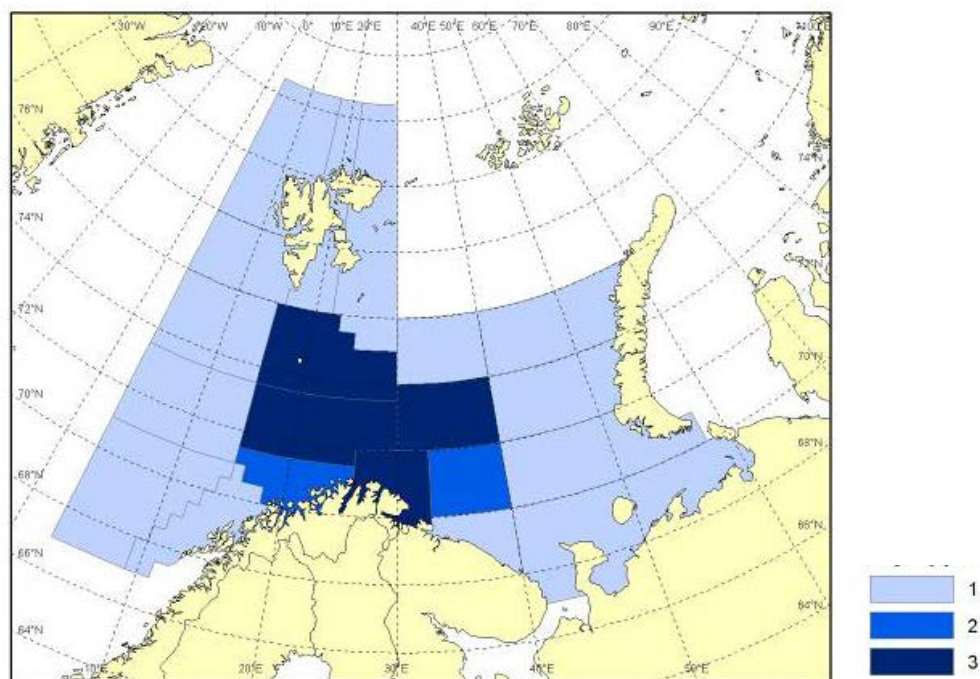
Larvene transporteres med strømmen nordover. Noe vokser opp i fjordene og i skjærgården langs kysten, men for de store årsklassene er det viktigste oppvekstområdet i Barentshavet. Figur 4.14 viser resultat av strømdriftmodell for månedene april–juli. Biomassefordeling for 0-gruppe sild i Barentshavet er vist i Figur 4.15. Her har nesten hele utredningsområdet sør for 74°N høyeste kategori (3), mens området nord for 74°N har kategori 1. Kartet er et gjennomsnitt for årene 1993–2009, og fordelingen er sterkt påvirket av de årene med store 0-gruppeforekomster (1996, 1997, 1998, 2000 og 2004).

1 år og eldre fisk

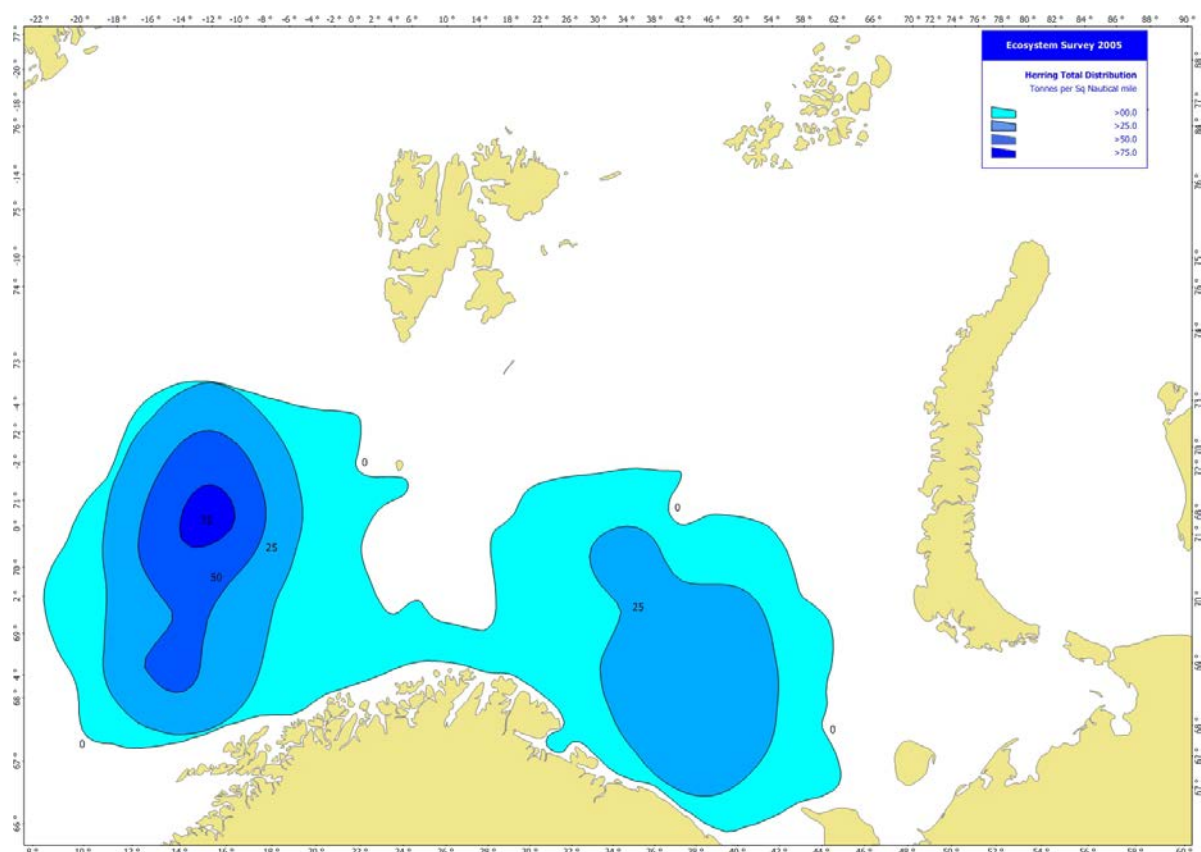
0-gruppe som vokser opp i Barentshavet holder seg i dette havområdet i 2–3 år før den vandrer ut til beiteområdene i Norskehavet. I perioder med god rekruttering er det betydelig mengder ungsild (Figur 4.16), mens etter en periode med dårlig rekruttering er det svært lite sild i Barentshavet. Den voksne silda vandrer i veldig liten grad innover i Barentshavet. Siden 2003 har den voksne silda overvintret vest/nordvest av Andøya (Figur 4.16). Gytebestanden har vært høy siden midten av 1990-tallet, men er nå minkende på grunn av svakere rekruttering.



Figur 4.14. Sildelarver, resultat av driftsmodeller. Øverst: april-mai, nederst: juni-juli.



Figur 4.15. Biomassefordeling av 0-gruppe sild i Barentshavet. Gjennomsnitt innenfor fiskeristatistiske hovedområder for årene 1993–2009 i 1000 tonn. Verdi 1: 12, verdi 2: 73, verdi 3: 298.



Figur 4.16. Tetthetsfordeling (tonn per kvadratnautisk mil) av sild observert høsten 2005 (august–oktober). Den østlige konsentrasjonen er ungsild (1–3 år). Den vestlige konsentrasjonen er voksen sild i ferd med å samle seg i overvintringsområdet.

I utredningsområdet

Ingen forekomster av egg, larver eller voksen sild, men betydelige forekomster av ungsild (0–3 år) i sørlige deler av området i perioder med god rekruttering.

Kysttorsk

Gyte- og oppvekstområdene for kysttorsk er utenfor utredningsområdet. Det antas at egg og larver i svært liten grad transporteres til havs. Prøvetaking fra torskefisket viser sporadiske innslag av voksen kysttorsk i den sørligste snippen av området.

Steinbitartene

Både blåsteinbit (*Anarhichas denticulatus*), flekksteinbit (*Anarhichas minor*) og gråsteinbit (*Anarhichas lupus*) finnes spredt i mesteparten av utredningsområdet (Wienerroither et al. 2011). På toktene er det stort sett voksne individer som er fanget. Gytefelt og oppvekstområder er ikke kartlagt.

4.2 Ikke-kommersielle fiskearter

Arter og utbredelse

Det er registrert over 200 fiskearter i Barentshavet, hvorav ca. 100 blir registrert årlig på forskningstokt (Wienerroither et al. 2011). Av disse blir 10–15 utnyttet kommersielt,

mens de resterende er enten uomsettelig småfisk eller for lite tallrike til å kunne utnyttes kommersielt.

Fiskeartene kan inndeles på forskjellige måter: taksonomisk, zoogeografisk og økologisk.

Taksonomisk tilhører de ca. 200 fiskeartene i Barentshavet 66 forskjellige fiskefamilier. Imidlertid er de fleste artene fra sju forskjellige familier: torskfamilien (*Gadidae*), ringbukfamilien (*Liparidae*), skatefamilien (*Rajidae*), ålekvabbefamilien (*Zoarcidae*), ulkefamilien (*Cottidae*), flyndrefamilien (*Pleuronectidae*) og brosmefamilien (*Lotidae*) (Dolgov et al. 2011).

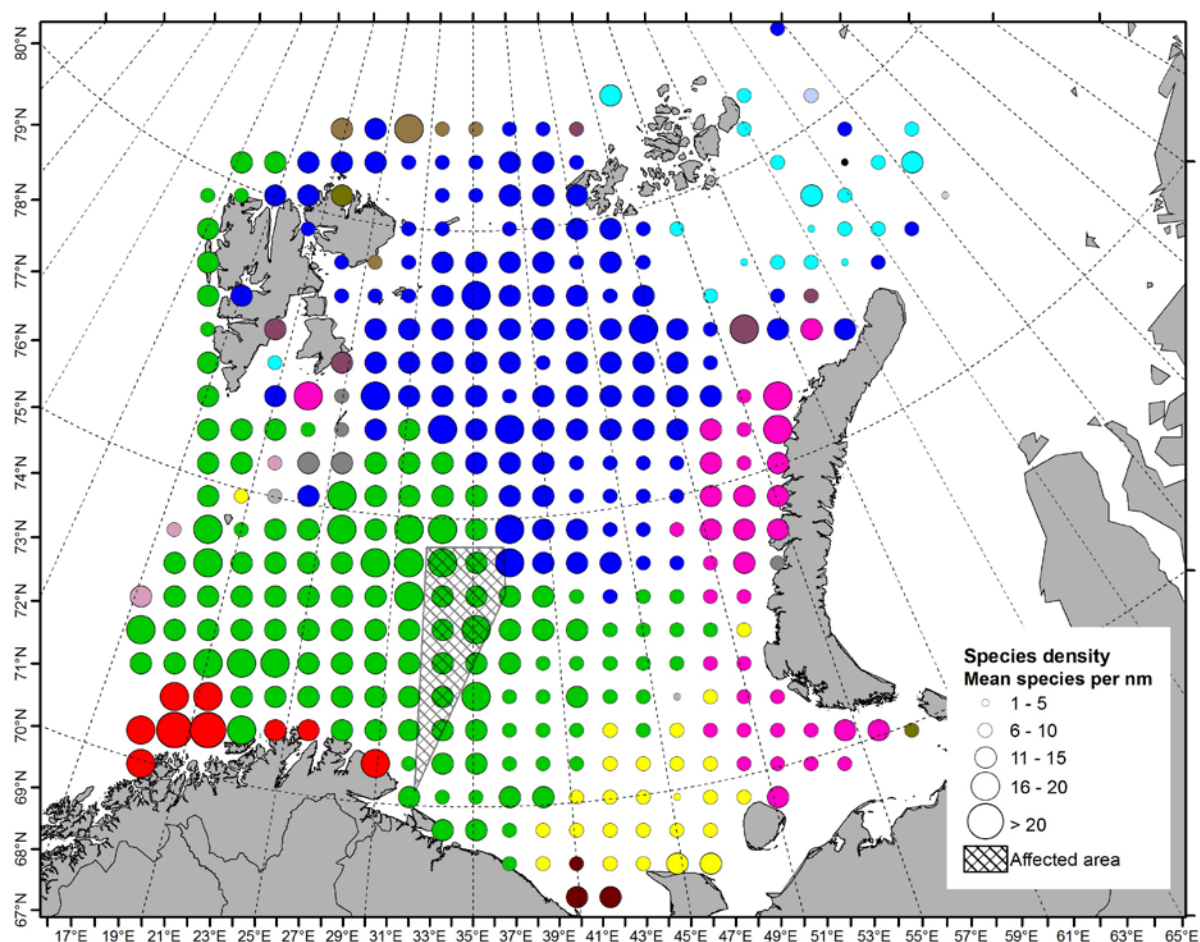
Zoogeografisk kan fiskeartene i Barentshavet deles i to hovedgrupper: boreale og arktiske arter. Disse kan igjen deles i undergrupper. De boreale artene har sin nordlige utbredelsesgrense i Barentshavet. De arktiske artene har spesielle tilpasninger til kaldt vann og lav produktivitet. De vokser sakte, og de fleste er småvokste. Noen arktiske arter er utbredt sirkumpolært, men for mange er artstilørighet og global utbredelse ikke kjent (Mecklenburg et al. 2011).

Økologisk gruppering kan ta utgangspunkt i flere forhold, for eksempel kan fisk deles i migrerende eller ikke-migrerende arter, i trofiske grupper ut fra hva de spiser, og ut fra hva slags fysisk habitat de finnes i. For mange av de ikke-kommersielle artene er økologien dårlig kjent. Det er vanlig å dele fiskeartene etter om de lever tilnyttet bunnen eller i de frie vannmasser. De fleste av de pelagiske artene er stimfisk som lever av plankton. Demersale arter er tilknyttet havbunnen i større eller mindre grad. Noen er nært knyttet til havbunnen, de graver seg ned i substratet og spiser bunndyr som lever der (for eksempel mange flyndrefisk), mens andre, som torsk, vandrer mellom bunnen og pelagialen, hvor de beiter på stimfisk. Ca. 90 % av fiskeartene i Barentshavet er bunnlevende (Dolgov et al. 2011).

Fiskeartene kan også grupperes i ulike fiskesamfunn basert på forekomst. De artene som har like krav til fysisk habitat vil forekomme sammen og dermed tilhøre samme samfunn. Data fra det norsk-russiske økosystemtoktet har vært brukt til slik gruppering, og ut fra dette kan 87 demersale fiskearter grupperes i seks hovedsamfunn (Figur 4.17, Johannesen et al. 2012). Disse fordeler seg langs dyp- og temperaturgradienter, tre samfunn er kystnære gruntvannssamfunn, mens tre finnes på dypere vann. Tre er tilknyttet kaldt vann og domineres tallmessig av arktiske arter, mens tre er tilknyttet varmere vann og domineres av boreale arter.

Som Figur 4.17 viser, er det det atlantiske samfunn man finner i utredningsområdet. Dataene på demersale fiskearter fanget på økosystemtoktet i Barentshavet (2004–2009) er griddet, og så er gridcellen gruppert vha. clusteranalyse med hensyn til arts sammensetning. De mest dominerende kommersielle artene når det gjelder forekomst og antall i dette samfunnet er torsk og hyse, som er utbredt i store deler av området i stort antall og med høy biomasse. De ikke-kommersielle artene som dominerer i det atlantiske samfunnet er kloskate (*Amblyraja radiata*), gapeflyndre (*Hippoglossoides platessoides*) og krokulke (*Artidiellus atlanticus*). Alle er bunnfisk som er nært knyttet til bunnen. Gapeflyndre fortrekker bløtbunn og sandbunn,

kloskate sand- og mudderbunn, og krokulke bløtbunn. Alle spiser bunndyr (bentos) og store individer av kloskate og gapeflyndre tar også en del fisk.



Figur 4.17. Fiskesamfunn i Barentshavet (modifisert fra Johannesen et al. (2012)). Sirkler med samme farge har lik artssammensetning og størrelsen på sirklene er proporsjonal med gjennomsnittlig antall arter per stasjon. Dataene bygger på økosystemtoktet 2004–2009. Lilla: kystnært kaldtvannssamfunn, gult: sørøstlig gruntvannssamfunn, rød: kystnært varmtvannssamfunn, turkis: høyartisk samfunn, blått: arktisk samfunn, grønt: atlantisk samfunn. Utredningsområdet er skravert.

Viktige beitehabitat og byttedyr. Utredningsområdet strekker seg fra kysten i sør til banker i nær tilknytning til polarfronten i nord. Det er ikke kjent hvor viktig det berørte området er som beiteområde for de ikke-kommersielle artene. Utbredelsen i august–september (2004–2009) til 100 fiskearter er presentert i fiskeatlas for Barentshavet (Wieneroither et al. 2011), men da det ikke er kjent hvilke av de ikke-kommersielle fiskeartene det er som migrerer, vet vi ikke hvordan utbredelsen eventuelt varierer med sesongene.

Viktige gyteområder. Siden gyteområdene for mesteparten av de ikke-kommersielle artene ikke er kjent, vet vi ikke om det utredningsområdet omfatter gytefelt.

Leveområde for sårbare arter. Generelt gjelder det at demersale fiskearter, som dominerer fiskefaunaen i Barentshavet, er sårbare for forurensning og forstyrrelser i bunnsedimenter. Jo

tettere bunntilknytningen er når det gjelder habitat og næringstilgang, jo mer sårbare er de. Det er rimelig å anta at det er de langsomtvoksende, arktiske artene som er mest sårbare i Barentshavet.

Utredningsområdet

Det er det såkalte atlantiske fiskesamfunnet som finnes i utredningsområdet. Dette samfunnet er også utbredt mot vest og øst. I tillegg til torsk og hyse domineres samfunnet av krokulke, gapeflyndre og kloskate som lever nært knyttet til bunnen og spiser bunndyr. Store individer av kloskate og gapeflyndre tar også en del fisk.

5 Sjøpattedyr

Rundt 7 selarter og 17 hvalarter observeres jevnlig i Barentshavet, og de beiter på både bunnlevende og pelagiske byttedyr (Kovacs et al. 2009). Blant disse artene finner vi arter som oppholder seg i Barentshavet hele året (for eksempel nise (*Phocoena phocoena*), kvitnos (*Lagenorhynchus albirostris*), ringsel (*Phoca hispida*) og storkobbe (*Erignathus barbatus*) og arter som kommer på beitevandring i sommerhalvåret (for eksempel vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*), knølhval (*Megaptera novaeangliae*) og finnhval (*Balaenoptera physalus*).

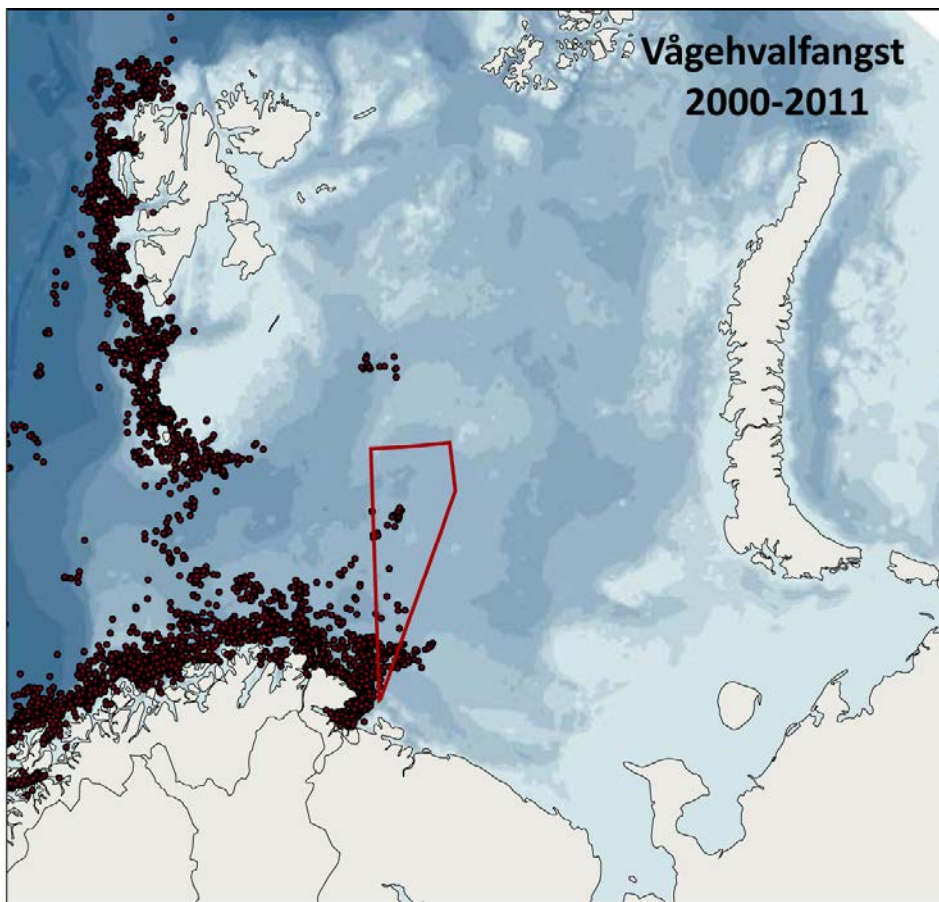
Av kystnære arter langs Finnmarkskysten finner vi selene havert (*Halichoerus grypus*) og steinkobbe (*Phoca vitulina*), oter (*Lutra lutra*) og tannhvalen nise. Både steinkobbe og oter er kategorisert som sårbare på den nasjonale rødlisten. Nisa kan også benytte mer pelagiske habitat i det sørlige Barentshavet.

Blant de pelagiske artene finner vi bardehvalene vågehval, knølhval og finnhval, samt grønlandssel (*Pagophilus groenlandicus*). Disse artene beiter over store områder i Barentshavet, fra kysten i sør til iskanten i nord. Særlig grønlandsselen kan sommer og høst være sterkt knyttet til havisen. Endelig har vi de nordlige, sterkt isassosierte sjøpattedyrene, ringsel, storkobbe, narhval (*Monodon monoceros*), grønlandshval (*Balaena mysticetus*), hvithval (*Delphinapterus leucas*), hvalross (*Odobenus rosmarus*) og isbjørn (*Ursus maritimus*). Flere av disse artene er satt på den nasjonale rødlisten; narhval er kategorisert som sterkt truet, grønlandshval som kritisk truet, hvithval er listet på grunn av liten populasjon, og hvalross som sårbar. Isbjørnen er listet på den internasjonale IUCN-rødlista som sårbar.

Til tross for at utredningsområdet strekker seg inn mot polarfronten i nord, er det, under det rådende varme havklimaet i Barentshavet, lite is i dette området. Området er derfor lite brukt av de isassosierte sjøpattedyrene (pers. kom. Jon Aars og Kit Kovacs, Norsk Polarinstitutt). Det er likevel verdt å merke seg at isen trekker ned i området i kaldere perioder, og med den kan det også komme sjøpattedyrarter som isbjørn, ringsel, storkobbe og hvalross.

5.1 Hval

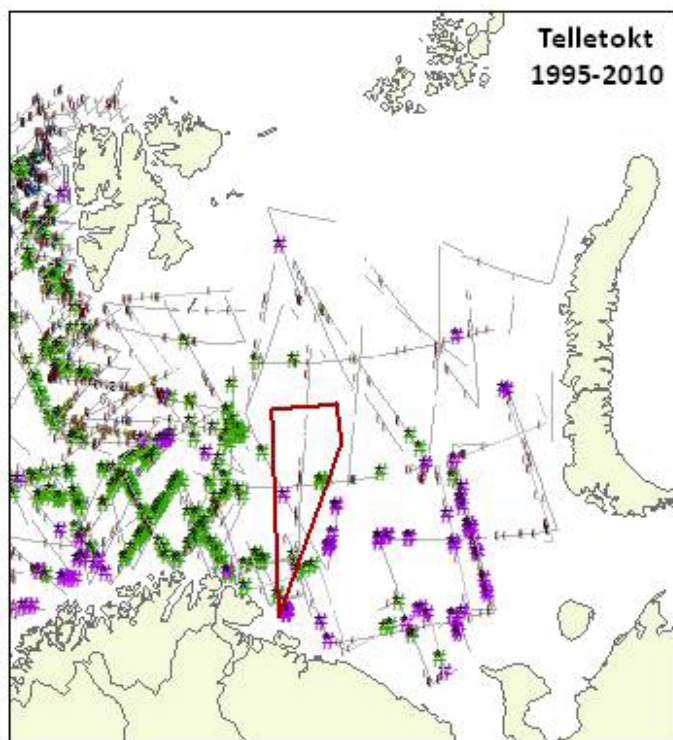
De pelagiske bardehvalene vågehval, finnhval og knølhval, samt delfinen kvitnos har størst forekomst i utredningsområdet. Bardehvalene overvintrer på sydligere breddegrader og migrerer til Barentshavet for å beite tidlig på våren. Dietten består hovedsakelig av krill og pelagisk fisk, som lodde og sild. Fordelingen og habitatbruk om våren er dårlig dekket av vitenskapelige tokt, men data fra vågehvalfangsten viser at det sørlige Barentshavet samt eggkanten er viktige habitat (Figur 5.1). Sannsynligvis er lodde på gytevandring mot kysten et viktig byttedyr i denne perioden. Utover sommeren, når isen trekker seg tilbake, utvides hvalenes fordelingsområder nordover (Figur 5.2).



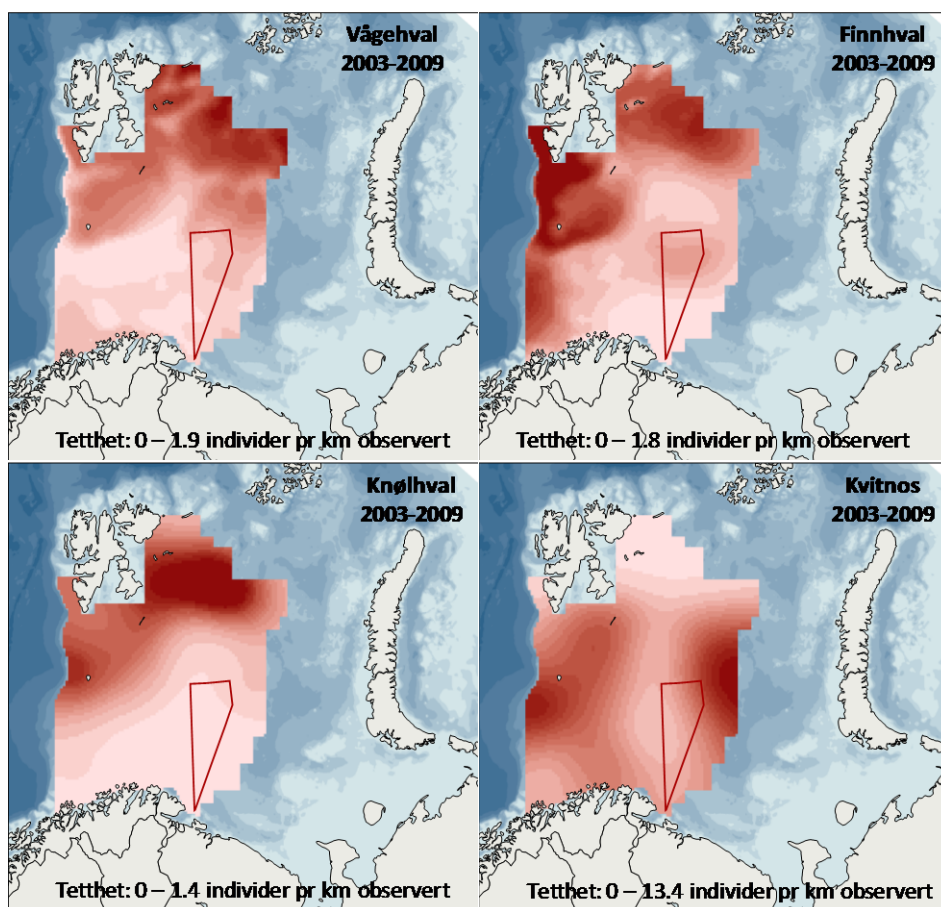
Figur 5.1.
Posisjoner for
fangst av
vågehval under
vågehvalfangsten
vår og sommer
2000–2011.

Hvaltelletokt utføres i juli, og bestandsestimat fra disse toktene viser at vi har rundt 36 000 vågehval, 1000 finnhval og 500 knølhval i Barentshavet i sommersesongen (Skaug et al. 2004, Øien 2009). I august–september finner vi de største konsentrasjonene i det nordlige Barentshavet og rundt Spitsbergen-banken (Figur 5.3, Skern-Mauritzen et al. 2011). Beiteområdene til både vågehval og finnhval inkluderer da også de grunne bankene i de nordlige deler av utredningsområdet.

Det er usikkert når hvalene emigrerer fra Barentshavet om høsten, kanskje skjer dette i oktober–november. Det er også sannsynlig at en del bardehval overvintrer i Barentshavet, og da i de isfrie områdene i sør. Hvor stor andel av hvalene som overvintrer har vi i dag ingen kunnskap om.



Figur 5.2. Observasjoner av utvalgte bardehvalarter (våge-, finn- og knølhval) og tannhvalarter (nise og kvitnos) fra hvaltelletokt i juli i perioden 1995–2010. Linjene viser strekninger dekket av sjøpattedyrobservatører, mens punktene indikerer observasjoner av sjøpattedyr.



Figur 5.3. Fordeling av utvalgte hvalarter som observert under økosystemtokt i Barentshavet i august–september i perioden 2003–2009. Kartene viser gjennomsnittlig fordeling over år basert på statistiske modeller. Dypere rødfarge indikerer større tetthet. Minimum og maksimum modellert tetthet er gitt i hver figur.

Den geografiske fordelingen av pelagiske hvalene kan variere mye mellom år, avhengig av byttedyrtilgang. Faktorer som påvirker byttedyrene vil således høyst sannsynlig påvirke hvalenes forekomst i både utredningsområdet og andre deler av Barentshavet.

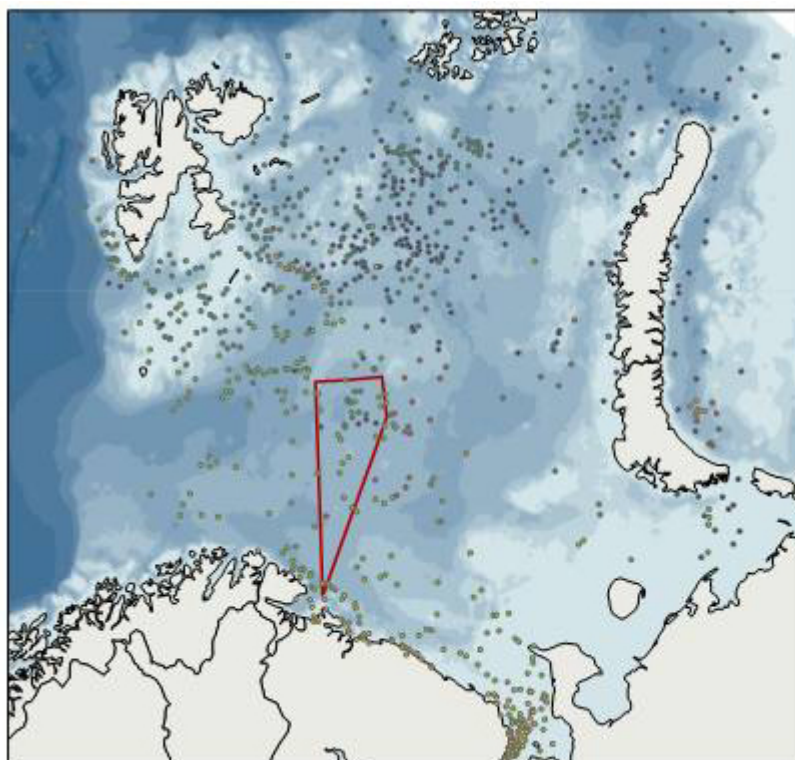
Utredningsområdet

Utredningsområdet dekker deler av bardehvalenes beitehabitat tidlig om sommeren i sør og seinsommer i nord. Også tannhvalen kvitnos beiter innenfor utredningsområdet. Hvalfangst foregår i sørlige deler av utredningsområdet vår og sommer.

5.2 Sel

Grønlandsselen er den mest pelagisk-levende arten blant selene. Den kaster i Kvitsjøen, og har en kystnær beitemigrasjon inn i norsk sone om våren (Figur 5.4), før den returnerer til Kvitsjømunningen for pelsskifte. I denne perioden beiter den gjerne på gytemoden lodde på vei til gytefeltene (Nilssen et al. 1995). Deretter gjennomfører grønlandsselen en omfattende beitemigrasjon vår, sommer og høst til sentrale og nordlige deler av Barentshavet (Figur 5.4), før den igjen returnerer til det sørøstlige Barentshavet (Nordøy et al. 2008). I denne perioden synes den å være tett tilknyttet iskant, og den beiter på både større dyreplankton (krill og amfipoder) og pelagisk fisk (lodde og polartorsk). Det finnes rundt 2.5 millioner grønlandssel i Barentshavet. Også grønlandssel fra en populasjon som kaster i Vestisen ved Grønland foretar beitevandring i Barentshavet om sommeren.

Vi vet med sikkerhet at selene migrerer gjennom utredningsområdet vår og høst, men det er usikkert i hvilken grad området blir brukt til beiting av grønlandsselen. Som for hvalene antar vi at byttedyrfordelingen, for eksempel loddas gytemigrasjon, vil være en viktig faktor som bestemmer selenes fordelinger gjennom årstidene og over år.



Figur 5.4. Grønlandsselens fordeling gjennom året. Figuren viser posisjoner fra 10 grønlandssel som ble utstyrt med satellittsendere våren 1996 i Kvitsjøen. Fargen på punktene indikerer tid på året.

Grønlandssel

Måned

- 1 - 2
- 3 - 4
- 5 - 6
- 7 - 9
- 10 - 12

Utredningsområdet

I utredningsområdet vil grønlandsselen opptre i utredningsområdet vår og høst/vinter i forbindelse med sine årlige beitevandring. Isassosierte sel (ringsel og storkobbe) kan forekomme sporadisk avhengig av mengde is i utredningsområdet.

6 Havbunnsfauna

MAREANO fikk i revidert nasjonalbudsjett 2011 bevilget penger til å starte opp bunnkartlegging i det tidligere omstridte området i Barentshavet. Multistråle dybdemålinger startet opp samme år og følges opp videre i 2012. Etter planen starter biologisk, geologisk og kjemisk kartlegging i 2013. Hele området antas å være kartlagt i felt innen 2020. Foreløpig må vi derfor basere vår omtale i dette kapitlet på data fra våre ordinære tokt (økotokt, vintertokt m.fl., se innledningen).

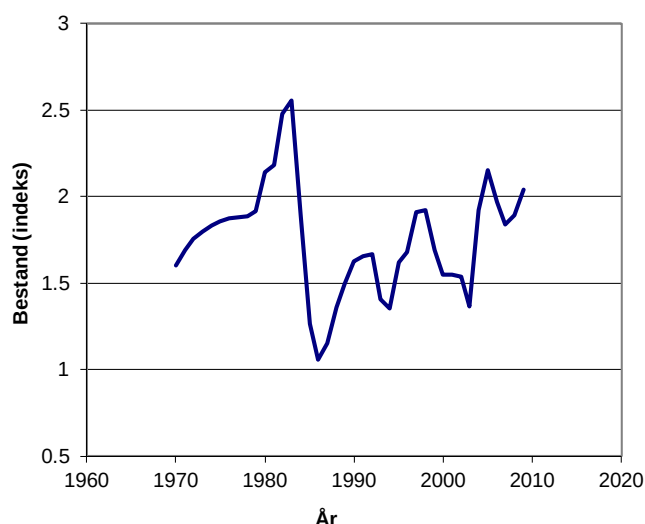
6.1 Reker

Fiskeriet

Reke (*Pandalus borealis*) er den viktigste skalldyrressursen i Nord-Atlanteren, der den danner basis for et fiskeri på ca. 400 000 tonn årlig. I Barentshavet har de årlige fangstene variert mellom 20 000 og 130 000 tonn. Målt i førstehandsverdi har rekefisket i lange perioder vært blant Norges tre viktigste fiskerier. Norske fartøyer tar rundt 90 % av den totale kvoten, mens Russland og andre land (primært fra EU) står for resten. Fiskeriet foregår hovedsakelig med store fabrikktrålere som bearbeider og pakker fangsten om bord.

Ressursen

Rekebestanden i Barentshavet følges gjennom årlige tokt, innsamling av data fra fisket og modellering (ICES CM 2011/ACOM:14). Bestanden kan karakteriseres som sunn og fiskeriet bærekraftig. Mengden av reker har variert siden fiskeriet startet i 1970 (Figur 6.1), dels som følge av skiftende fiskeriintensitet og dels på grunn av naturlig variasjon i rekens levetilstand. Siden 2005 har mengden av reke har vært stabil på et relativt høyt nivå. ICES anbefaler et fangstuttak på opptil 60.000 tonn for 2012.



Figur 6.1. Relativ bestandsutvikling for *Pandalus borealis* i Barentshavet i årene 1970–2009.

Biologi

Reke er mest vanlig på 100–600 m dyp, men finnes både grunnere (opp til 20 m) og dypere (900 m) i temperaturer mellom 1 og 6 °C. Om dagen står reken ved bunnen, hvor den hviler eller beiter på organisk sediment, små krepsdyr, mark og annet. Om natten beveger den seg opp i vannsøylen for å beite på svermene av dyreplankton. Horisontale vandringer er mindre vanlig, men eggbærende hunner har tendens til å bevege seg mot grunnere vann rundt klekking. Reke er selv føde for mange fiskearter, spesielt torsk, uer og blåkveite, men er også blitt funnet i magen på sel.

Når reken kjønnsmodnes, blir den først til hann. Senere, når reken er 4–7 år gammel, skifter den kjønn og blir til hunn. Reken kan bli opptil 10 år gammel og nå en lengde på 15–16 cm. I Barentshavet gyter reken i juni–oktober. Eggene ligger festet mellom beina på undersiden av hunnen til rognen klekker i mai–juni året etter. En gjennomsnittlig hunn bærer omkring 1700 egg. Når disse klekkes, flyter larvene til de øverste vannlagene, hvor de beiter på små plankton. Denne pelagiske larvefasen varer ca. 60 døgn.

Utbredelse i utredningsområdet

Det er tidvis store rekeforekomster i området, spesielt i den nordligste delen (Figur 6.2). Trålfisket har i enkelte år tatt opp mot 30–50 % av de årlige fangstene i Barentshavet i dette området. Siden 2004 har fangstandelen ligget på 5–15 %, delvis som følge av at området ikke har vært tilgjengelig for fiske på grunn av stengning (for høy innblanding av fiskeyngel). Utover reke av kommersiell størrelse, må det likeledes forventes tilstedeværelse av bunnslått

yngel og i perioden mai–august også av rekelarver (pelagisk). Egg bæres av hunnen og finnes således assosiert med de voksne rekene primært i perioden august–mai.

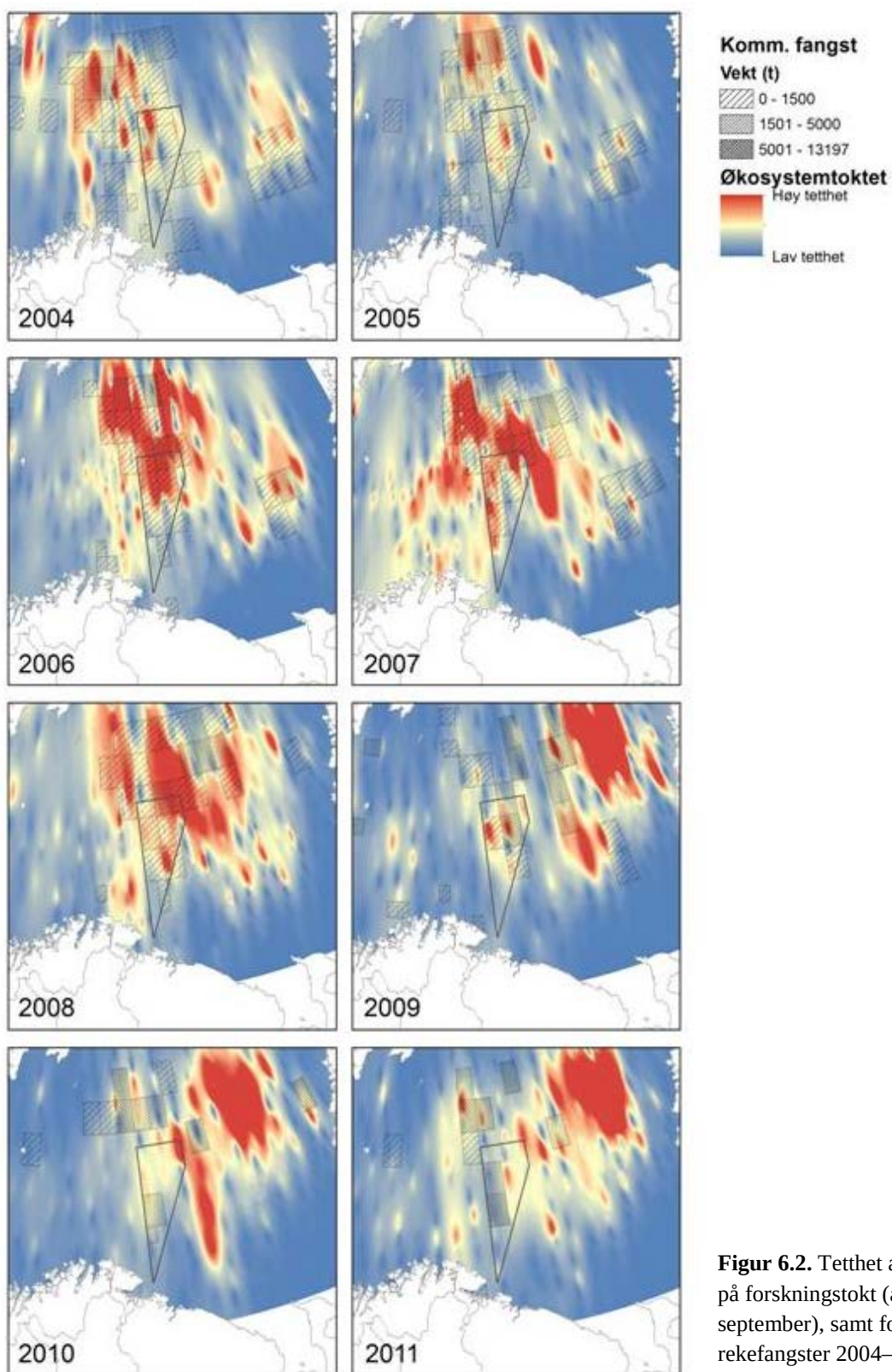
6.2 Bunndyr

Bakgrunn/generelt

På 1930-tallet foretok russiske forskere en basisundersøkelse av bunndyrssamfunn i Barentshavet (se Anisimova et al. 2011 for (1968–1970; 1991–1994; 2006–2008). Endringer i biomasse og fordeling av arktiske versus boreale arter er blitt observert og koblet til blant annet klimatiske variasjoner. Undersøkelsen i 1991–1994 konkluderte med at ”bunnsamfunnene i Barentshavet var i en naturlig og god stand”. I 2001 var det blitt identifisert rundt 2210 makrobentiske arter (individer større enn 1 mm og hovedsakelig tatt med grabb) i Barentshavet. Siden er dette antallet økt til 3300. Arter som pigghudene *Ctenodiscus crispatus*, *Molpadia borealis*, *Ophiura sarsi*, *Strongylocentrotus spp*, svampen *Geodia spp*, molluskene *Astarte spp* og *Clinocardium ciliatum* dominerer lokalt eller over store områder. Biomassefordelingen av bunndyr ser ut til å være kontrollert av dyp, havis-dekke, tråling og klima.

Utredningsområdet

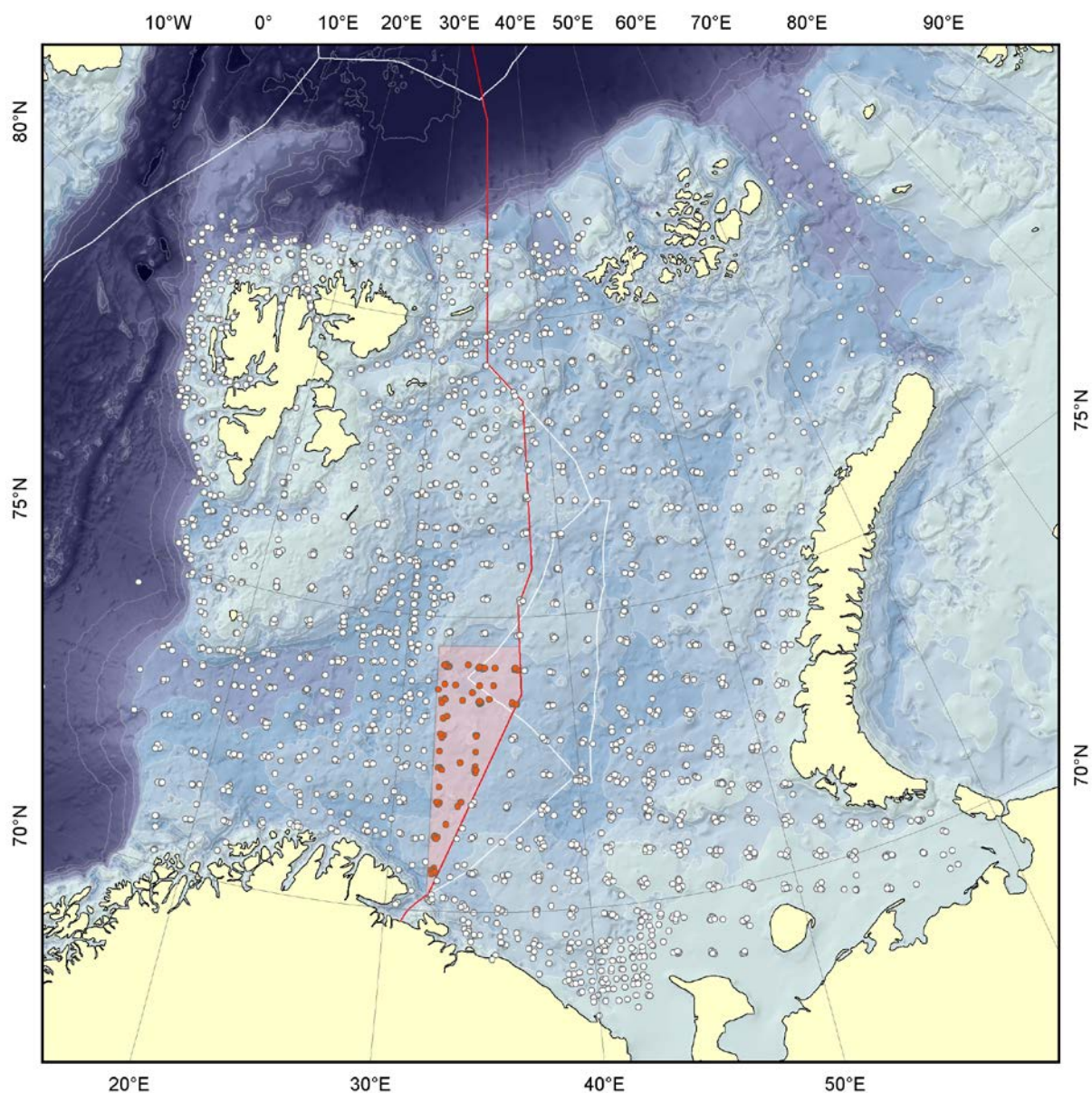
Det er registrert en gjennomsnitts biomasse på rundt 220 g/m² i den sørlige delen og 36 g/m² i den nordlige delen av utredningsområdet. Den sørlige delen er blitt karakterisert (grabbundersøkelser) som et ”varmtvannsområde” hvor blant annet kråkebollen *Brisaster fragilis* og slangestjernen *Ophiura sarsi* representerer et samfunn som lever av organisk materiale i sedimentet. Den nordlige delen av området er karakterisert som et ”dypt område” med arter som lever av organisk materiale på, og i sedimentet. Eksempler på karakteristiske og vanlige arter er mangebørstemarken *Maldane sarsi*, *Spiochaetopterus typicus* og *Terebellides stroemi*, sipunkuliden *Golfingia spp* og sjøstjernen *Ctenodiscus crispatus*.



Figur 6.2. Tetthet av reke som målt på forskningstokt (august–september), samt fordeling av rekefangster 2004–2011.

Langtidsovervåking

Store arter som lever på sedimentoverflaten (megaepifauna) blir tatt som bifangst med Campelen bunnfisktrål hvert år i forbindelse med de årlige norsk-russiske økotoktene. Artsfordelingen av bentos i antall og biomasse er blitt registrert årlig for hele Barentshavet (Figur 6.3). Utredningsområdet er blitt dekket med 25 trålstasjoner i 2006, 22 stasjoner i 2007, 17 stasjoner i 2008, 9 stasjoner i 2009 og 12 stasjoner i 2010. Totalt er 85 trålstasjoner dekket i perioden 2006–2010.



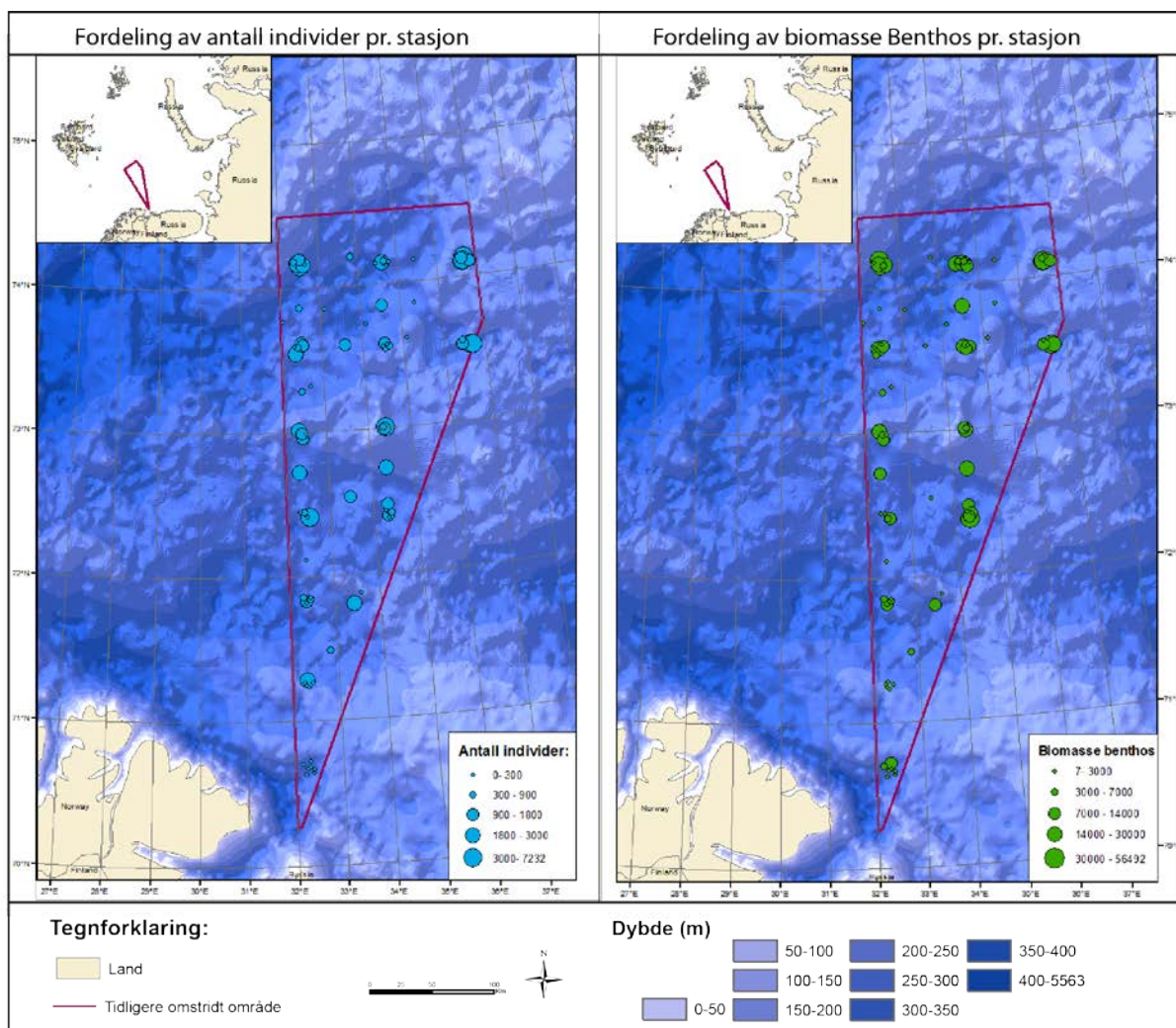
Figur 6.3. Bunnstyrstasjoner for norsk-russisk kartlegging i Barentshavet 2006-2009. Stasjoner i utredningsområdet i rødt.

Utredningsområdet

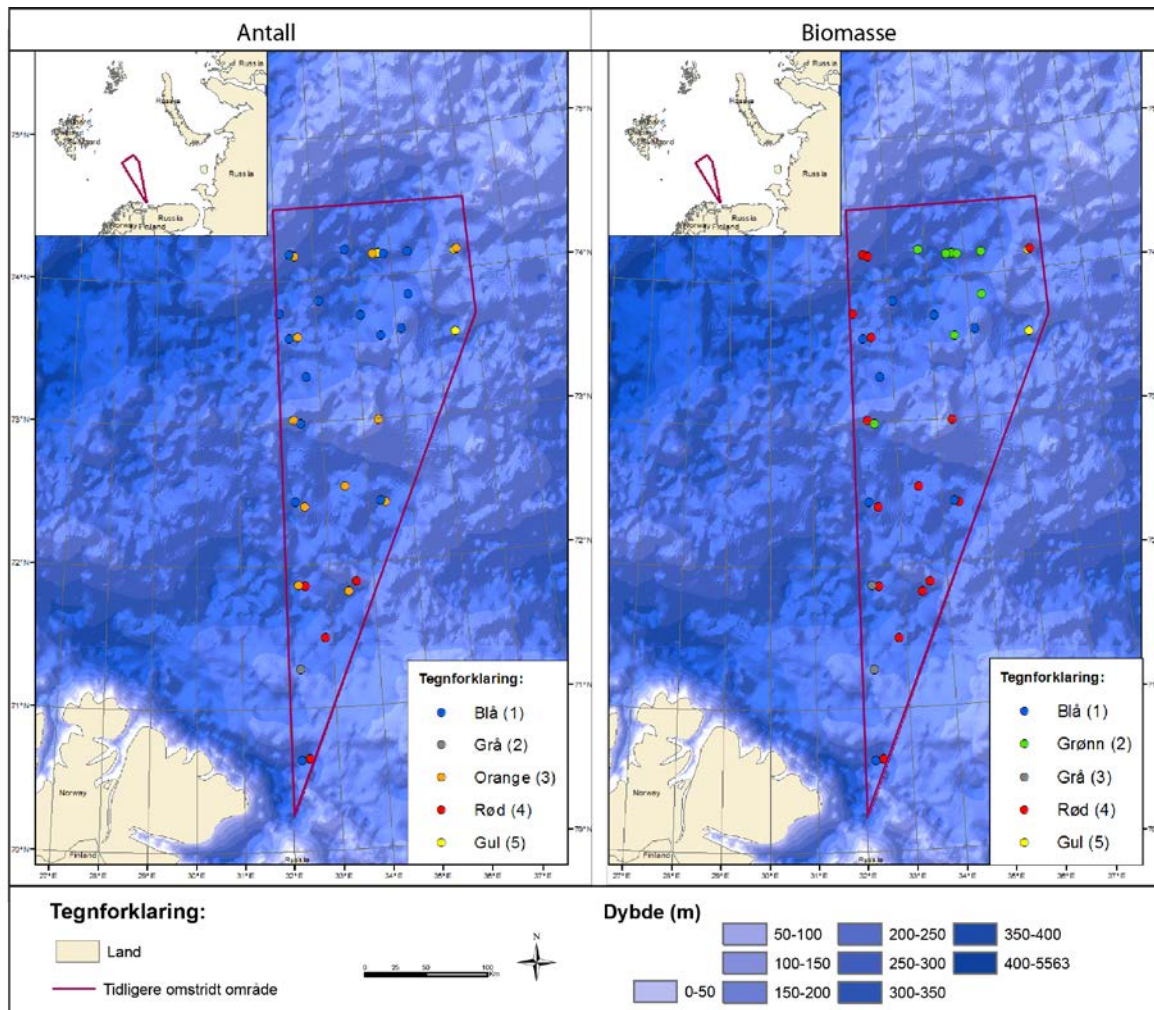
Resultatene (Figur 6.4) antyder store forskjeller mellom stasjoner i antall og biomasse, men også på samme stasjon over tid. Dette kan tyde på vanskelige bunnforhold for jevn og stabil

tråling, eller at området består av heterogene bunns substrater, og derfor varierende resultat fra trålhal til trålhal.

Statistiske analyser av dataene fra økosystemtokt antyder at det finnes flere "bunndyrsamfunn" i utredningsområdet. Dette bør eventuelt undersøkes nærmere gjennom MAREANO. En rekke arter, som sjøstjernene *Ctenodiscus crispatus* (mudderkamstjerne) og *Pontaster tenuispinus* (Tabell 1), er dominerende og vidt utbredte. Bunndyrsamfunnet i den nordlige delen er karakterisert blant annet av slangestjernene *Ophiacantha bidentata* og *Gorgonocephalus eucnemis* (medusahode) og reken *Lebbeus polaris* (gult samfunn på Figur 6.5a og b og i Tabell 1 og 2) samt manglebørstemarken *Spiochaetopterus typicus* (grønt samfunn i Figur 6.5b og Tabell 2). Bentossamfunnet i sør domineres av svamper (rødt samfunn i Figur 6.5a og Tabell 1). I nordøst er det sandreken *Sabinea septemcarinata* som dominerer (gult samfunn), og i samme del av utredningsområdet ble snøkrabben *Chionoecetes opilio* registrert.



Figur 6.4. Antall og biomasse av bunndyr per stasjon i utredningsområdet.



Figur 6.5. Fordelingen av fire identifiserte "bunndyrsamfunn" i utredningsområdet. Like farger er stasjoner med mer enn 25 % likhet.

Tabell 6.1. Antall individer av de ti mest dominante taxa for de fire identifiserte bunndyrsamfunnene i utredningsområdet. Se Figur 6.5 for geografisk utbredelse og teksten for forklaring.

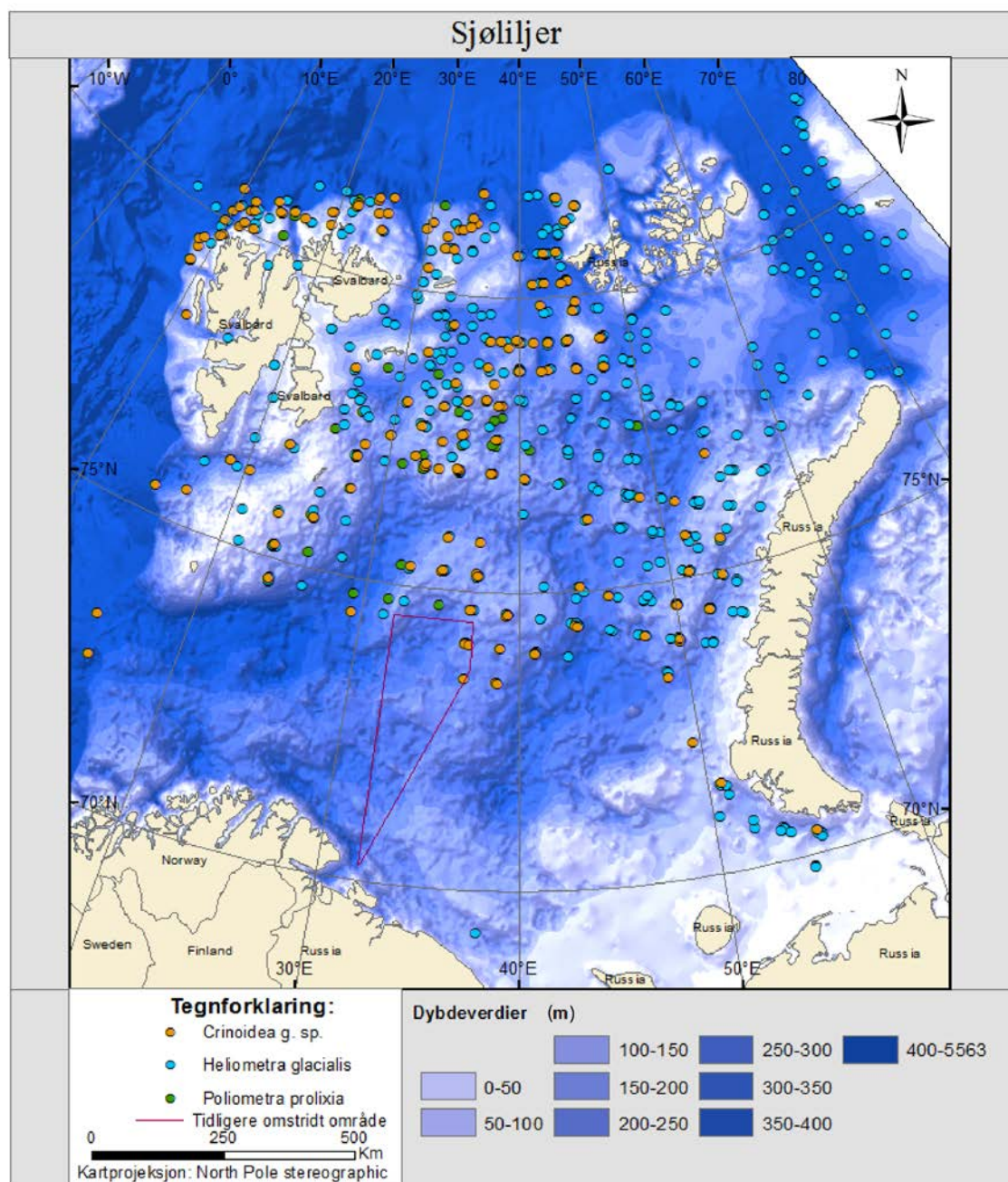
Sørlig	Vidt utbredt	Vidt utbredt	Nordlig	
Svamper	9 <i>Spiochaetopterus</i> 1 <i>typicus</i>	149 <i>Ctenodiscus</i> 2 <i>crispatus</i>	43 <i>Sabinea</i> <i>septemcarinata</i>	38 4
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	3 <i>Ctenodiscus</i> 0 <i>crispatus</i>	361 <i>Sabinea</i> <i>septemcarinata</i>	12 Sekkedyr	139
<i>Brisaster fragilis</i>	9 <i>Bathyarca glacialis</i>	127 <i>Tetilla polyura</i>	11 <i>Brada inhabilis</i>	17
<i>Pontophilus norvegicus</i>	7 <i>Pycnogonida g. sp.</i>	71 <i>Brada granulata</i>	10 <i>Ctenodiscus crispatus</i>	16
<i>Hormathia digitata</i>	6 <i>Pista maculata</i>	51 Skjell	7 <i>Molpadia borealis</i>	8
<i>Pontaster tenuispinus</i>	4 <i>Tetilla polyura</i>	50 <i>Ophiura sarsi</i>	7 <i>Pontaster tenuispinus</i>	8
Sjøanemoner	3 <i>Bryozoa</i>	47 <i>Pontaster tenuispinus</i>	6 <i>Lebbeus polaris</i>	6
<i>Scaphander punctostriatus</i>	2 <i>Ascidacea g. sp.</i>	40 <i>Sabellidae g. sp.</i>	3 <i>Icasterias panopla</i>	5
<i>Radiella grimaldi</i>	2 <i>Pectinaria hyperborea</i>	37 <i>Pycnogonida g. sp.</i>	3 <i>Spirontocaris spinus</i>	5
<i>Henricia sp.</i>	2 <i>Ophiura sarsi</i>	33 <i>Brada inhabilis</i>	3 <i>Ophiacantha bidentata</i>	4

Tabell 6.2. Biomassen av de ti mest dominante taxa i de fire identifiserte bunndyrsamfunnene i utredningsområdet. Se Figur 6.5 for geografisk utbredelse og teksten for forklaring.

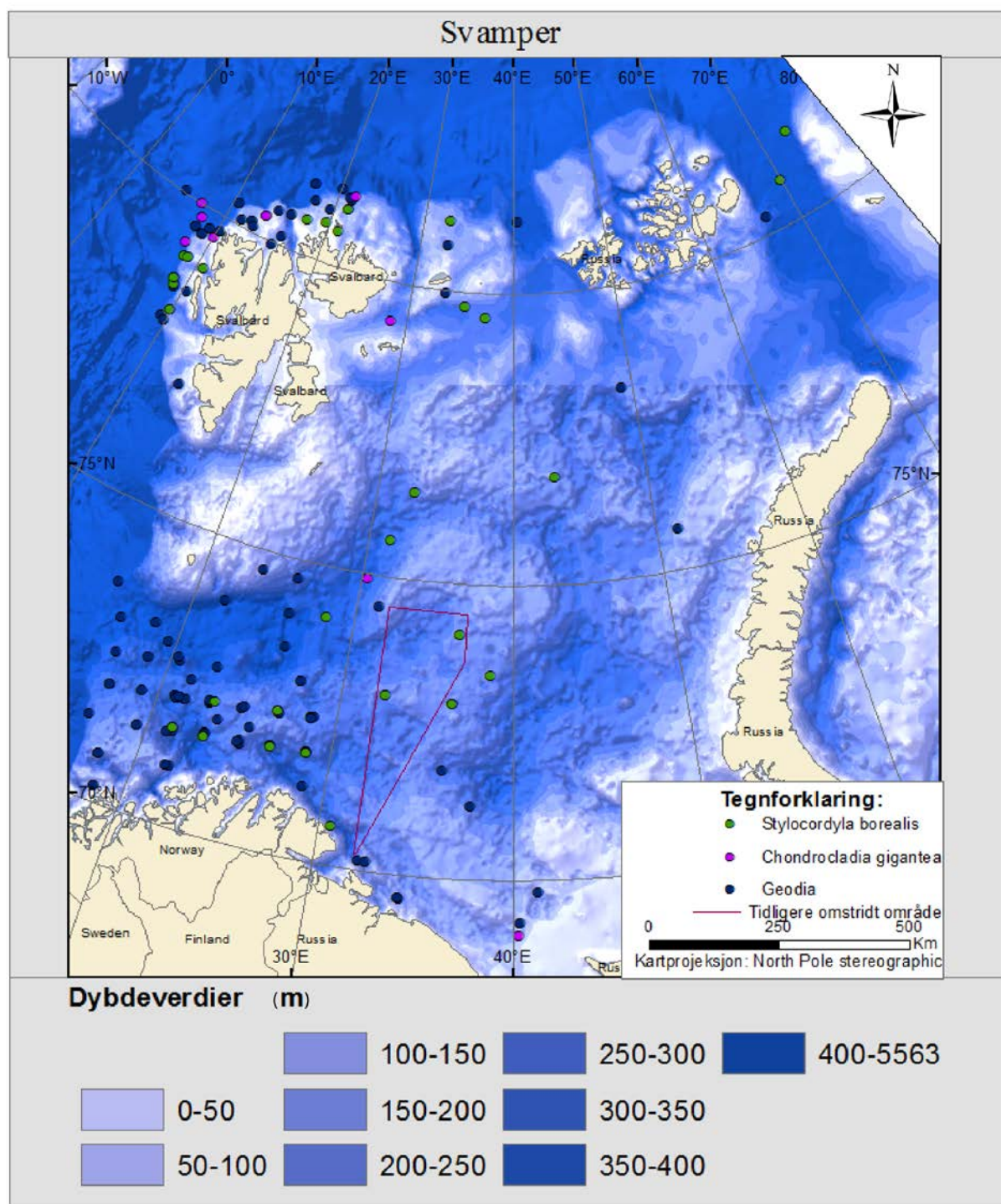
Vidt utbredt	Vidt utbredt	Nordlig	Nordlig	
Svamper	989 <i>Ctenodiscus crispatus</i>	87 <i>Icasterias panopla</i>	879 <i>Sabinea septemcarinata</i>	137 7
<i>Ctenodiscus crispatus</i>	490 <i>Urasterias linckii</i>	42 <i>Ctenodiscus crispatus</i>	159 <i>Myxilla sp.</i>	265
<i>Hormathia digitata</i>	345 <i>Thenia muricata</i>	36 <i>Spiochaetopterus typicus</i>	99 <i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	198
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	246 <i>Tetilla polyura</i>	32 <i>Sabinea septemcarinata</i>	75 Sekkedyr	145
<i>Bathyarca glacialis</i>	177 <i>Diplosolen intricarius</i>	25 <i>Pontaster tenuispinus</i>	67 <i>Chionoecetes opilio</i>	95
Sjøanemoner	146 Skjell	23 <i>Molpadia borealis</i>	58 <i>Ctenodiscus crispatus</i>	28
<i>Pista maculata</i>	109 Sjøanemoner	20 <i>Brada inhabilis</i>	58 <i>Urasterias linckii</i>	25
<i>Urasterias linckii</i>	73 <i>Molpadia borealis</i>	20 <i>Asterias rubens</i>	35 <i>Pontaster tenuispinus</i>	20
<i>Sabinea septemcarinata</i>	71 <i>Brada granulata</i>	18 <i>Ophiura sarsi</i>	27 <i>Lebbeus polaris</i>	15
<i>Icasterias panopla</i>	54 <i>Radiella grimaldi</i>	15 Mangebørstemark	24 <i>Spirontocaris spinus</i>	13

Store iøynefallende arter

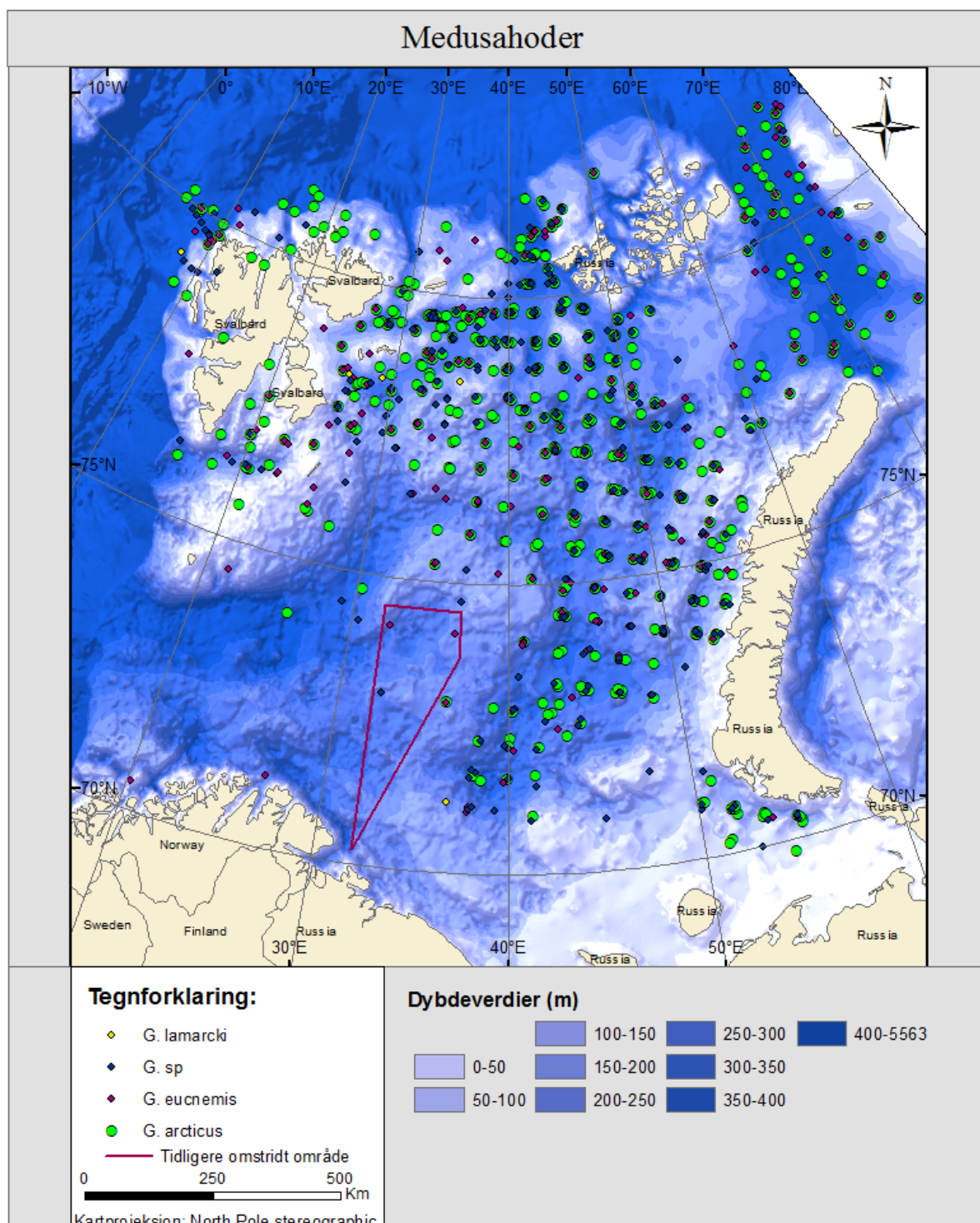
Sjøliljene *Heliometra glacialis* og *Poliometra proluxa* står, slik som sjøfjær, på stilk festet i sedimentet. Det ble funnet sjøliljer i den nordlige delen av utredningsområdet (Figur 6.6). Svampsamfunn, bestående blant annet av den store *Geodia* spp-gruppen, samt enkeltindivider av *Stylocordyla borealis* og *Chondrocladia gigantea* ble funnet i (*Stylocordyla borealis*) eller i området rundt (*Chondrocladia gigantea*) utredningsområdet (Figur 6.7). Andre store arter som slangestjerner innen familien "*Gorgonocephalus* spp" er registrert nord og vest for utredningsområdet (Figur 6.8).



Figur 6.6. Geografisk fordeling av sjøliljer (mest sannsynlig to arter) i Barentshavet. Gul: Crinoidea, blå: *Heliometra glacialis*, grønn: *Poliometra proluxa*.



Figur 6.7. Geografisk fordeling av tre taxa av svamper i Barentshavet. Grønn: *Stylocordyla borealis*, lilla: *Chondrocladia gigantea*, blå: *Geodia* spp.



Figur 6.8. Geografisk fordeling av medusahoder *Gorgonocephalus* spp i Barentshavet.

Utredningsområdet

Ifølge russisk litteratur kan utredningsområdet deles inn i to faunistiske områder. Den sørlige delen er karakterisert som et "varmtvannsområde", mens den nordlige delen er karakterisert som et "dypt område" med mange arter som lever av organisk materiale på og i sedimentet. I utredningsområdet er også bentos kartlagt gjennom Havforskningsinstituttets årlige "økosystemtokt". Analyser av dette materialet antyder at det finnes fire bunndyrsamfunn i området. For øvrig er der ikke registrert noen spesielle arter eller habitatforekomster. Dette må imidlertid regnes som foreløpige konklusjoner. Som nevnt i innledningen til kapitlet skal MAREANO inn i området å kartlegge, og man gjør foreløpig regning med å være ferdig i 2020.

7 Nye/introduserte arter

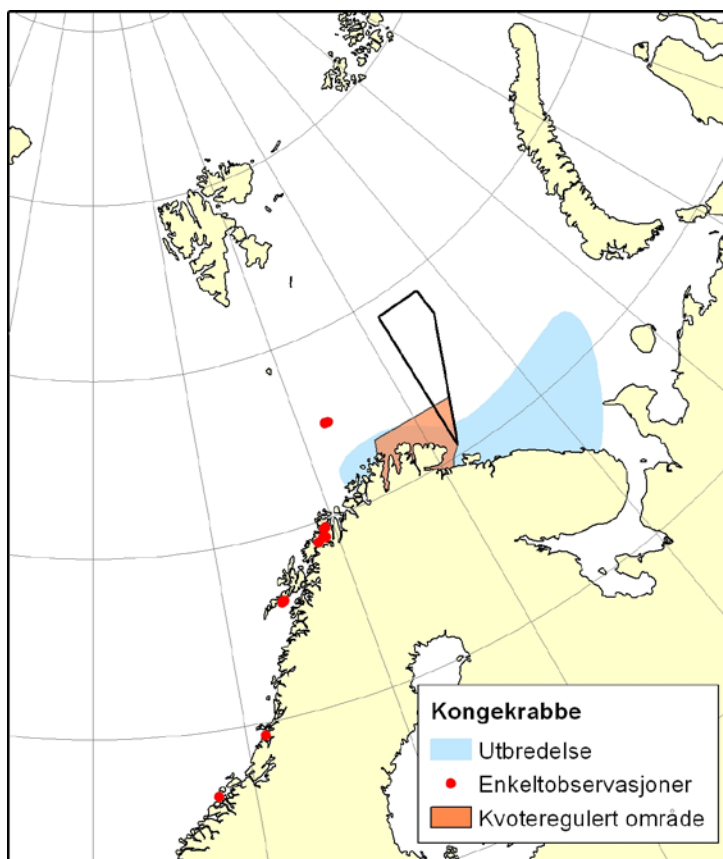
7.1 Kongekrabbe

Kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) ble introdusert til Barentshavet av russerne på 1960- og 70-tallet og har siden spredt seg til betydelige områder i den sørlige delen av dette havområdet. Den mest omfattende beskrivelsen av kongekrabbe i norsk sone er å finne i Stortingsmelding nr. 40 (2006–2007). På norsk side har krabben først og fremst en utbredelse nært kysten ut til ca. 12–14 nm fra land, mens den på russisk side har en betydelig større utbredelse til havs (Figur 7.1) En antar at dette kan skyldes den forskjellige bunntopografien på norsk og russisk side i det sørlige Barentshavet.

Hunnene bærer de befruktede eggene under bakkroppen i ca. 11 måneder før de vandrer opp på grunne områder (< 20–30 m) om våren. Da klekkes de gamle eggene, og gyting og parring foregår innenfor en tidsramme på ca. én måned. Larvene er pelagiske i 30–60 dager før de bunnslår på svært grunne områder (< ~10 m). Der oppholder de seg frem til de er ca. 3 år gamle og har da en skjoldlengde på ca. 50 mm.

Utenom tidsperioden for gyting og parring, beiter den voksne delen av krabbebestanden på dypere områder, ned mot 300–400 m dyp. Som voksne opptre hanner og hunner i hovedsak separate, og hunnene har som regel en grunnere fordeling enn hannene. Dette indikerer at kongekrabben er avhengig av grunne områder for å kunne gjennomføre reproduksjonen, og at den dermed kan gjennomføre lange migrasjoner knyttet til årstid.

Kongekrabben er som nevnt en fremmed art i økosystemet i Barentshavet og er i utgangspunktet en uønsket art. I den norske forvaltningen, som er forskjellig fra den russiske, har en likevel valgt å forvalte kongekrabben som en fiskeressurs i et område i Øst-Finnmark. Grensene for dette området er øst for 26°Ø og sør for 71°30'N. Innenfor dette området ønsker en å opprettholde et langsiktig, økonomisk lønnsomt fiskeri etter krabben. Utenfor det angitte området er målet for forvaltningen å holde krabbebestanden lavest mulig for å begrense videre spredning. Dette innebærer at den sørlige delen av det aktuelle utredningsområdet vil overlappe med deler av området hvor krabben skal forvaltes som en fiskeressurs på norsk side (Figur 7.1).



Figur 7.1. Kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*). Tette forekomster (blå skravering), området for kvoteregulert fiske (rød skravering) og enkelt-observasjoner av krabben i norsk sone (røde fylte sirkler).

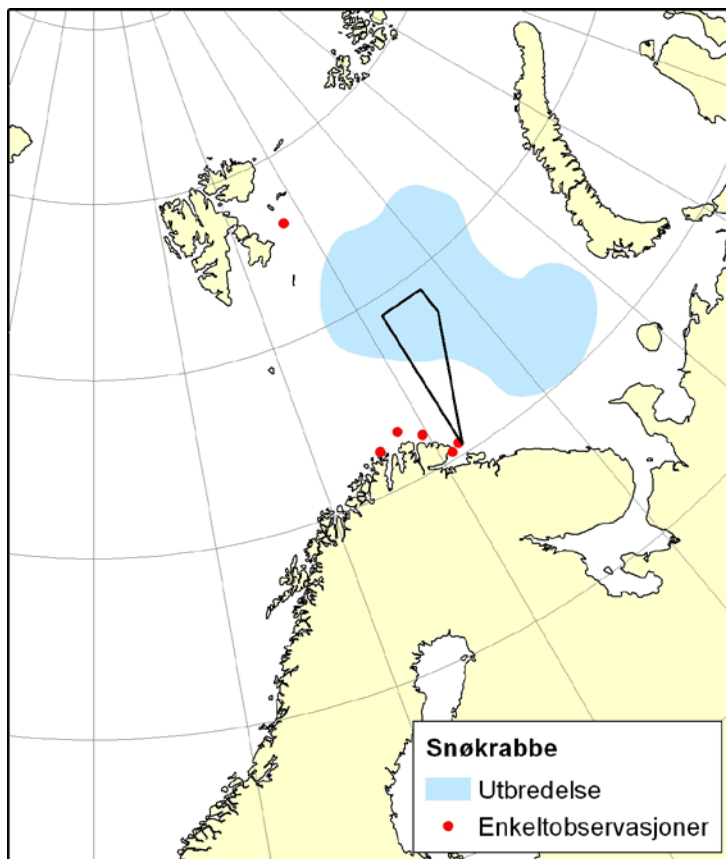
En er ikke kjent med eventuelle studier på effekter av oljevirkksomhet på krabber, men siden kongekrabben er svært bevegelig, er det sannsynlig at den i stor grad vil være i stand til å unngå eksponering for eventuelle utslipp. Kongekrabbens hovednæring er bunndyr som mark, muslinger og pigghuder. En eventuell påvirkning på bunnfauna fra oljevirkksomhet vil derfor kunne ha en indirekte innvirkning på levemulighetene for krabben i slike områder. I den pelagiske fasen vil også larvene kunne være utsatt for påvirkninger fra oljesøl siden de har begrenset egenbevegelse og ikke kan bevege seg bort fra eventuelle utslipp.

Utredningsområdet

Observasjonene av kongekrabbe i utredningsområdet er foreløpig sparsomme, men det er lite som tyder på at det er særlige høye tettheter av krabbe der. Utbredelsen på russisk side og enkeltfunn av krabbe til havs på norsk side tilsier likevel at det er noe kongekrabbe i området.

7.2 Snøkrabbe

Snøkrabben (*Chionoecetes opilio*) er også en fremmed art i Barentshavet, men det er ikke kjent hvordan den ble introdusert. Denne krabben er mest tallrik i de østlige (russisk) delene av havområdet med de største konsentrasjonene i områdene rundt Gåsbanken (Figur 7.2). Snøkrabben foretrekker generelt lavere temperaturer i sine leveområder enn kongekrabben, og observasjoner så langt indikerer at den får en mer nordlig og østlig utbredelse enn kongekrabben. Imidlertid viser flere funn av krabben langs kysten av Finnmark at det kan tenkes en overlappende utbredelse med kongekrabben med tiden.



Figur 7.2. Utbredelse (blå skravering) og enkeltobservasjoner (røde fylte sirkler) av snøkrabbe *Chionoecetes opilio* i Barentshavet.

Snøkrabben har en noe forskjellig biologi fra kongekrabben. Dette består først og fremst i at snøkrabben har et såkalt "terminalt skallskifte" hvor den slutter å vokse, et siste skallskifte som gjerne faller sammen med inntreden av kjønnsmodningen for begge kjønn. I de naturlige utbredelsesområdene skjer dette terminale skallskiftet etter ca. 8–9 år. Krabben lever sjelden mer enn ca. fem år etter det terminale skallskiftet.

Siden gyting og klekking foregår på dyp ned mot ca. 150–200 m, har ikke snøkrabben behov for tilgang på grunne områder. Parringen foregår sent på vinteren, og hunnene kan gå med ferdig befruktet utrogn i 1–2 år avhengig av temperatur. Mye tyder på at snøkrabben i Barentshavet har en 2-årig reproduksjonssyklus. Eggene klekkes om våren, og larvene har en lang pelagisk fase på tre til fire måneder, noe som innebærer at larvene kan transporteres lange avstander mellom klekking og bunnslåingssted.

Snøkrabben er i dag ikke en kommersiell fiskeressurs i Barentshavet, men den ventes å kunne bli det i løpet av få år, spesielt i russisk sone. Foreløpig blir denne arten kun betraktet som en introdusert art på norsk side og det er ikke kjent om den vil bli forvaltet på noen annen måte slik som kongekrabben (Alsvåg et al. 2009).

I og med at den voksne snøkrabben vil være i stand til å unngå eventuelle utslipp fra oljevirkksomhet, vil det først og fremst være larvene som kan være utsatt. Spesielt siden den pelagiske larvefasen er svært lang. Utover dette ernærer snøkrabben seg også av bunnfaunaen, slik at effekter på bunndyr indirekte vil kunne påvirke snøkrabben.

Utredningsområdet

Det er usikkert hvor mye snøkrabbe som befinner seg i området, sannsynligvis er det lave tettheter. Uansett om snøkrabben ser ut til å få en mer nordlig utbredelse enn kongekrabben, indikerer funnene langs Finnmarkskysten at den også vil kunne spre seg til de sørlige områdene.

8 Økologisk viktige områder

8.1 Generelt

Utredningsområdet kan betegnes som en gjennomsnittlig del av det sørlige og midtre Barentshavet uten de helt spesielle økologiske forhold. Samtidig er alle deler av Barentshavet av stor betydning for Norges marine biologiske ressurser, og derfor er også Barentshavet sørøst et viktig område. Det nordøstre hjørnet av utredningsområdet kan bli influert av økologiske prosesser tilknyttet iskanten eller polarfronten. Det diskuteres derfor spesifikt senere i kapitlet.

Utredningsområdet karakteriseres av en strøm fra vest mot øst med vann av atlantisk opprinnelse. Vannmassene bringer med seg plankton som til dels transporteres videre mot øst og inn i russisk sone. Primærproduksjonen følger en årssyklus som ikke skiller seg fra områdene rundt, bortsett fra i nord.

Når det gjelder fiskeressursene er området betydningsfullt for noen av våre viktigste bestander som lodde, torsk, hyse og sild. Lodda bruker området både som larver, 0-gruppe og som beiteområde. Det er ganske årvisst betydelige forekomster av 0-gruppe og eldre torsk i mesteparten av området, 0-gruppe hyse kan enkelte år være tallrik, og det er årvisst betydelige forekomster av 1-gruppe og eldre hyse i sørlige deler av området. I perioder med god rekruttering er det betydelige forekomster av ungsild (0–3 år) i sørlige deler av området. For rekene er spesielt den nordlige delen av området viktig, og man kan finne både larver og bunnslått yngel i tillegg til voksne individer. Både bardehval og tannhvalen kvitnos bruker området til beiting, og grønlandsselen bruker området i sine årlige beitevandring.

8.2 Polarfronten og iskanten

Gjennom arbeidet med forvaltningsplanen for Barentshavet, St.meld. nr. 8 (2005-2006) og Meld. St. nr. 10 (2010-2011), er polarfronten og iskanten definert som særlig verdifulle og sårbare områder i miljø- og ressursmessig forstand, og krever derfor særlig aktsomhet. De spesielle økologiske prosessene som karakteriserer polarfronten og iskanten er godt beskrevet andre steder, for eksempel i St.meld. nr. 8 (2005-2006), så det tar vi ikke med her, men vi kan kort nevne at begge systemene representerer områder med høy biologisk produksjon og høyt biologisk mangfold.

Polarfronten

Polarfronten ligger nær utredningsområdet i nord-nordøst (Figur 2.2). Fronten flytter seg noe med årstiden, men er i vest og nord bundet av bunntopografien. Årsvariasjoner i polarfrontens

beliggenhet skyldes forskjeller i balansen mellom det atlantiske og det arktiske vannet. Dette er spesielt fremtredende i den delen av Barentshavet hvor utredningsområdet ligger, men som Figur 2.2 viser, ligger selve fronten rett utenfor utredningsområdet. Vi regner derfor ikke med at de økologiske prosessene som er knyttet til polarfronten får nevneverdig betydning for utredningsområdet, bortsett fra i noen kalde år.

Iskanten

I tidsserien som er presentert i Figur 2.4. er det bare ett år at iskanten går så langt sør som inn i utredningsområdet. Det ser derfor ikke ut til at økologiske prosesser knyttet til iskanten vanligvis har særlig betydning for økosystemet her. Hvis iskanten imidlertid er langt sør slik som i 2003, endres dette. Et slikt år kan få stor betydning for forekomst i utredningsområdet av beitende lodde, polartorsk, og is-tilknyttede pattedyr som ringsel og storkobbe, isbjørn og hvalross.

9 Referanser

- Albert, O.T., Nilsen, E.M., Stene, A., Gundersen, A.C., Nedreaas, K.H. 1998. Spawning of the Barents Sea/Norwegian Sea Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). ICES CM 1998/O:22. 19 pp.
- Alvsvåg, J., Agnalt, A.-L., and K.E. Jørstad 2009. Evidence for a permanent establishment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea. Biol. Invasions 11: 587-595.
- Anisimova, N.A., Jørgensen, L.L., Lubin, P., Manushin, I. 2011. Benthos. In The Barents Sea. Ecosystem, resources, management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation, pp. 315-328. Ed. by T. Jakobsen. and V.K. Ozhigin. Tapir Academic Press, Trondheim. Chapter 4.1.2.
- Behrenfeld, M.J., Falkowski, P.G., 1997. Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. Limnology and Oceanography 42(1): 1-20.
- Bergstad, O.A., Jørgensen, T., Dragesund, O. 1987. Life history and ecology of gadoid resources of the Barents Sea. Fish Res 5: 119-161.
- Carmack, E., Barber D, Christensen J, Macdonald R, Rudels B, Sakshaug E. 2006. Climate variability and physical forcing of the food webs and the carbon budget on panarctic shelves. Prog Oceanogr 71:145–181.
- Dalpadado, P., Borkner, N., Bogstad, B., Mehl, S. 2001. Distribution of *Themisto* (Amphipoda) spp in the Barents Sea and predator-prey interactions. ICES J Mar Sci 58:876-895.
- Dalpadado, P., Skjoldal, H.R. 1996. Abundance, maturity and growth of the krill species *Thysanoessa inermis* and *T. longicauda* in the Barents Sea. Mar Ecol Prog Ser 144:175-183.
- Dalpadado, P., Ingvaldsen, R.B., Stige, L.C., Bogstad, B., Knutsen, T., Ottersen, G., Ellertsen, B. 2012. Climate effects on Barents Sea ecosystem dynamics. ICES Journal of Marine Science doi:10.1093/icesjms/fss063.
- Dolgov, A.V., Johannesen, E., Høines, Å. 2011. Main species and ecological importance. Sidene 193-200 i Jakobsen T, Ozhigin VK (redaktører). The Barents Sea - ecosystem, resources and management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation. Trondheim: Tapir Academic Press.
- Eriksen, E., Bogstad, B., Nakken, O. 2011. Ecological significance of 0-group fish in the Barents Sea ecosystem. Polar Biol 34:647–657, doi 10.1007/s00300-010-0920-y.
- Fransson A., Chierici M, Anderson L.G., Bussman I., Jones E.P and Swift J.H. 2001. The importance of shelf processes for the modification of chemical constituents in the waters of the eastern Arctic Ocean: implication for Carbon fluxes. Continental Shelf Research 21: 225-242.
- Gjøsæter, H. 1998. The population biology and exploitation of Capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea. Sarsia 83: 453-76.

- Johannesen, E., Høines, Å.S., Dolgov, A.V., Fossheim, M. 2012. Demersal Fish Assemblages and Spatial Diversity Patterns in the Arctic-Atlantic Transition Zone in the Barents Sea. *PLoS ONE*. 7(4):e34924.doi:10.1371/journal.pone.0034924.
- Kovacs, K.M., Haug, T., Lydersen, C. 2009. Marine mammals of the Barents sea. In: Sakshaug E, Johnsen G, Kovacs KM (eds) *Ecosystem Barents Sea*. Tapir Academic Press, Trondheim, p 453-496.
- Marti, Yu.Yu. 1956. Life cycle of Atlanto-Scandinavian herring. *Trudy PINRO* 9: 5-61 (in Russian). Mauritzen, C., 1996. Production of dense overflow waters feeding the North Atlantic across the Greenland±Scotland Ridge. Part 1: evidence for a revised circulation scheme. *Deep-Sea Research* 43: 769±806.
- Mecklenburg, C.M., Møller, P.R., Steinke, B. 2011. Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography. *Marine Biodiversity* 41:109-140.
- Nilssen, K. T. 1995. Seasonal distribution, condition and feeding habits of Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). In: A.S. Blix, L. Walløe and Ø. Ulltang (eds) *Whales, seals, fish and man*. Amsterdam, Elsevier Science B.V p 241-254.
- Nordoy, E. S., Folkow, L. P., Potelov, V., Blix, A.S. 2008. Seasonal distribution and dive behaviour of harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) of the White Sea-Barents Sea stock. *Polar Biology* 31: 1119-1135
- Omar, A., Johannessen, T., Kaltin, S., Olsen, A. 2003. Anthropogenic increase of oceanic pCO₂ in the Barents Sea surface water. *Journal of Geophysical Research-Oceans* 108(C12).
- Omar, A., Johannessen, T., Olsen, A., Kaltin, S., Rey, F. 2007, Seasonal and interannual variability of the air-sea CO₂ flux in the Atlantic sector of the Barents Sea. *Marine Chemistry*.
- Orvik, K.A., Skagseth, Ø., Mork, M. 2001. Atlantic inflow to the Nordic Seas: current structure and volume fluxes from moored current meters, VM-ADCP and SeaSoar-CTD observations, 1996-1999. *Deep-Sea Res I* 48:937-957.
- Rey, F. 2012. Declining silicate concentrations in the Norwegian and Barents Seas. *ICES Journal of Marine Science* 69(2): 2008-212.
- Sakshaug, E. and Skjoldal, H.R., 1989. Life at the ice edge. *Ambio*, 18 (1): 60-67.
- Sakshaug, E. 2004. Primary and secondary production in the Arctic Seas. In: Stein R, Macdonald RW (eds) *The organic carbon cycle in the Arctic Ocean*. Springer, Berlin, p 57-82
- Skagseth, Ø., Drinkwater, K.F., Terrile, E. 2011. Wind- and buoyancy-induced transport of the Norwegian Coastal Current in the Barents Sea, *J. Geophys. Res.*, 116, C08007, doi:10.1029/2011JC006996.
- Skaret, G., Olsen, E. 2007. Konsekvensutredning for utbygging og drift av Goliat. Grunnlagsrapport: Naturressursar og miljøforhold i Barentshavet 2007. Havforskningsinstituttet / Norsk institutt for naturforskning. 60 pp.
- Skaug, H. J., Øien, N., Schweder, T., Bøthun, G. 2004. Abundance of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in the Northeast Atlantic: Variability in time and space. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 870-886.
- Skern-Mauritzen, M., Johannessen, E., Bjørge, A., Øien, N. 2011. Baleen whale distributions and prey associations in the Barents Sea. *Marine Ecology Progress Series* 426:289-301.
- Smedsrud, L. H., Ingvaldsen, R., Nilsen, J.E.Ø., Skagseth, Ø. 2010. Heat in the Barents Sea: Transport, storage, and surface fluxes. *Ocean Sci.* 6: 219-234.
- Steinacher, M., Joos, F., Frolicher, T.L., Plattner, G.K., Doney, S.C. 2009. Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled Carbon cycle-climate model. *Biogeosciences* 6(4): 515-533.
- Vinje, T. 2001. Fram Strait ice fluxes and atmospheric circulation: 1950-2000, *Journal of Climate* 14: 3508-3517.
- Wassmann, P., Reigstad, M., Haug, T., Rudels, B., Carroll, M.L., Hop, H., Gabrielsen, G.W., Falk-Petersen, S., Denisenko, S.G., Arashkevich, E., Slagstad, D., Pavlova, O. 2006. Food webs and Carbon flux in the Barents Sea. *Progress in Oceanography* 71: 232-287.

- Wienerroither, R., Johannesen, E., Dolgov, A., Byrkjedal, I., Bjelland, O., Drevetnyak, K., Eriksen, K.B., Høines, Å., Langhelle, G., Langøy, H., Prokhorova, T., Prozorkevich, D., Wenneck, T. 2011. Atlas of the Barents Sea Fishes. IMR/PINRO Joint Report Series No 1/2011. 272 sider.
- Zhukova, N.G., Nesterova, V.N., Prokopchuk, I.P., Rudneva, G.B. 2009. Winter distributions of euphausiids (Euphausiacea) in the Barents Sea (2000–2005). *Deep Sea Res*, 56:1959–1967.
- Øien, N. 2009. Distribution and abundance of large whales in Norwegian and adjacent waters based on ship surveys 1995-2001. In: Øien, N., Pike D. (eds) *North Atlantic Sighting Surveys. Counting the whales in the North Atlantic, 1987-2001*. North Atlantic Marine Mammal Commission Scientific Publications 7: 31-44.
- Ådlandsvik, B., Gundersen, A.C., Nedreaas, K.H., Stene, A., Albert, O.T. 2004. Modelling the advection and diffusion of eggs and larvae of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the North-East Arctic. *Fish Oceanogr* 13(6): 403-415.
- Ådlandsvik, B. 2009. Vannmasser og polarfront i Barentshavet. <http://acia.npolar.no/litteratur/vannmasser-og-polarfront-i-barentshavet>.

