

Fisken og havet, særnummer 1b–2009

## Forvaltningsplan Barentshavet – rapport fra overvåkingsgruppen

Redaktører:

Knut Sunnanå, Maria Fosshem og Gro I. van der Meeren

Utarbeidet i samarbeid mellom:

Akvaplan-niva

ARCTOS-nettverket

Artsdatabanken

Direktoratet for naturforvaltning

Fiskeridirektoratet

Forsvarets forskningsinstitutt

Havforskningsinstituttet

Kystverket

Meteorologisk institutt

NIFES - Norsk institutt for ernærings- og sjømatforskning

NILU - Norsk institutt for luftforskning

NINA - Norsk institutt for naturforskning

NIVA - Norsk institutt for vannforskning

Norges geologiske undersøkelse

Norsk Polarinstitutt

Oljedirektoratet

Petroleumstilsynet

Sjøfartsdirektoratet

Statens forurensningstilsyn

Statens Strålevern

Veterinærinstituttet

Redaksjonskomiteen har bestått av:

Knut Sunnanå, Maria Fosshem og Gro I. van der Meeren (*Havforskningsinstituttet*)

Per Arneberg (*Norsk Polarinstitutt*)

Ragnhild Kluge (*Statens forurensningstilsyn*)

Anne Britt Storeng (*Direktoratet for naturforvaltning*)

Svein-Håkon Lorentzen (*Norsk institutt for naturforskning*)

[www.imr.no](http://www.imr.no)



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Illustrasjoner på kapitelforsider

Kapittel 1: *Kjartan Mæstad*

Kapittel 3: *George McCallum*

Kapittel 4: *Kari Østervold Toft*

Kapittel 5: *Per Eide*

Kapittel 7: *Kjartan Mæstad*

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet mars 2009

Grafisk form og produksjon: Havforskningsinstituttet

Trykk: Bodoni

I samarbeid med.....	1
Innhold.....	3
Forord.....	5
Sammendrag.....	6
<b>Kapittel 1 Innledning</b> .....	9
1.1 Overvåking av det marine økosystem.....	10
1.1.1 Menneskelig aktivitet og verdiskaping	
1.1.2 Indikatorer og vurderingskriterier	
1.1.3 Måling av økosystemets tilstand	
1.1.4 Eksisterende overvåking og behov for ny kunnskap	
1.1.5 Konkrete forvaltningsmål	
1.1.6 i-Nord	
<b>Kapittel 2 Sammenhenger i økosystemet</b> .....	13
2.1 Samlet påvirkning og sammenhenger i økosystemet.....	14
2.1.1 Fiskeripåvirkete endringer i det nordvestlige Atlanterhavet de siste 40 årene	
2.1.2 Kollaps i loddebestanden i 1986	
2.1.3 Implikasjoner for arbeidet til Overvåkinggruppen	
<b>Kapittel 3 Beskrivelse av havområdet</b> .....	19
3.1 Overvåkingsplattformer.....	20
3.1.1 Satellitt- og flybaserte observasjoner	
3.1.2 Skipsbaserte observasjoner	
3.1.3 Kontinuerlige stasjoner	
3.1.4 Tidsbegrensede program -og prosjektaktiviteter	
3.1.5 Andre plattformer (aktivitetsrapportering)	
3.1.6 Vurdering av plattformenes funksjonalitet for en økosystembasert overvåking	
<b>Kapittel 4 Status for indikatorene</b> .....	23
4.1 Havklima.....	24
4.1.1 Isutbredelse i Barentshavet	
4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringssalter i faste snitt	
4.1.3 Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet	
4.2 Iskanten.....	33
4.2.1 Planteplankton: Biomasse og produksjon ved iskanten	
4.3 Planteplankton.....	34
4.3.1 Tidspunkt for våroppblomstring	
4.3.2 Planteplankton: Biomasse og produksjon uttrykt ved klorofyll a	
4.3.3 Artssammensetning	
4.4 Dyreplankton.....	38
4.4.1 Dyreplanktonbiomasse	
4.4.2 Artssammensetning	
4.5 Fiskebestander det ikke fiskes på.....	41
4.5.1 Biomasse og utbredelse av ungsild	
4.5.2 Biomasse og utbredelse av kolmule	
4.6 Fiskebestander det fiskes på.....	44
4.6.1 Gytebestand hos torsk	
4.6.2 Gytebestand hos lodde	
4.6.3 Gytebestand hos blåkveite	
4.6.4 Gytebestand hos vanlig uer – fiskebestand under gjenoppbygging	
4.6.5 Gytebestand hos snabeluer – fiskebestand under gjenoppbygging	

4.7 Bunnlevende organismer .....	50
4.7.1 Artssammensetning og mengde av bunndyr i forskningstrål	
4.7.2 Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn	
4.7.3 Forekomst av kongekrabbe	
4.8 Sjøfugl og sjøpattedyr.....	55
4.8.1 Romlig fordeling av sjøfuglsamfunn	
4.8.2 Bestandsutvikling hos sjøfugl	
4.8.3 Romlig fordeling av sjøpattedyr	
4.8.4 Bifangst av nise	
4.9 Fremmede arter .....	66
4.9.1 Fremmede arter	
4.10 Sårbare og truede arter .....	68
4.10.1 Røddlistede arter	
4.11 Forurensende stoffer .....	71
4.11.1 Strandsjøppel	
4.11.2 Tilførsler	
4.11.3 Forurensning i sedimenter	
4.11.4 Forurensning i bunnlevende dyr	
4.11.5 Forurensning i fisk	
4.11.6 Forurensning i sjøpattedyr	
4.11.7 Forurensning i sjøfugl – polarlomvi	
4.11.8 Radioaktivitet	
<b>Kapittel 5 Evaluering</b> .....	97
5.1 Økologisk kvalitet.....	98
5.2 Evaluering av tilstanden i økosystemet.....	99
5.2.1 Havklima og primærproduksjon	
5.2.2 Næringsnettverket rundt de kommersielle fiskebestandene	
5.2.3 Trygg sjømat	
5.3 Grunnlaget for evalueringen av økosystemet: De enkelte indikatorene .....	102
5.3.1 Indikatorer for det fysiske miljø	
5.3.2 Indikatorer for plankton	
5.3.3 Indikatorer for fisk	
5.3.4 Indikatorer for bunndyr	
5.3.5 Indikatorer for sjøfugl	
5.3.6 Indikatorer for sjøpattedyr	
5.3.7 Indikatorer for fremmede arter	
5.3.8 Indikator for sårbare og truede arter	
5.3.9 Indikatorer for forurensning	
<b>Kapittel 6 Videre arbeid</b> .....	109
6.1 Koordinering og samordning av overvåking.....	110
6.1.1 Økosystemtokt	
6.1.2 Koordinering av aktivitet	
6.2 Vurdering av systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser.....	111
6.2.1 Indikatorsystemet	
6.2.2 Indikatorer for det fysiske miljø og plankton	
6.2.3 Indikatorene for bunndyr, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr	
6.2.4 Indikatorene for forurensning	
6.2.5 Indikatorene for verdifulle og sårbare områder	
6.3 Overvåkingsmetodikk.....	116
6.4 Norsk-russisk samarbeid om hav og miljø.....	117
6.5 Mulige nye indikatorer .....	118
6.5.1 Fiskeriaktivitet	
6.5.2 Fiskedødelighet	
6.5.3 Størrelse/kjønnsmodning av fisk	
6.5.4 Larver og yngel	
6.5.5 Forsuring av havet	
6.6 Formidling til offentligheten .....	119
6.7 Prioriteringer for utvidet rapport i 2010.....	120
<b>Kapittel 7 Referanser</b> .....	121



## Forvaltningsplan Barentshavet – rapport fra overvåkingsgruppen 2009

Oppfølgingen av St.meld. nr. 8 (2005-2006) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) er nå inne i en viktig fase der revisjonen av planen står for døren i 2010. Den rådgivende gruppe for overvåking av Barentshavet og områdene utenfor Lofoten (Overvåkingsgruppen), sammen med de andre fora som er oppnevnt av den interdepartementale styringsgruppen, legger i 2009 frem viktige bidrag og forbereder nå arbeidet med en felles rapport som skal levere nødvendige innspill til prosessene i 2010. Overvåkingsgruppen ledes av Havforskningsinstituttet med sekretariat i Tromsø, og har for tiden tre ansatte knyttet til dette arbeidet.

Overvåkingsgruppen er bredt sammensatt med deltakelse fra relevante direktorater/tilsyn og offentlige institusjoner, og etter behov andre med forsknings- og overvåkingsvirksomhet i området. Følgende institusjoner er medlemmer i gruppen og deltar i arbeidet eller mottar informasjon fra gruppens arbeid: Akvaplan-niva, ARCTOS-nettverket, Artsdatabanken, Direktoratet for naturforvaltning, Fiskeridirektoratet, Forsvarets forskningsinstitutt, Havforskningsinstituttet, Kystverket, Meteorologisk institutt, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Norges geologiske undersøkelse, Norsk institutt for luftforskning, Norsk institutt for naturforskning, Norsk institutt for vannforskning, Norsk Polarinstitutt, Oljedirektoratet, Petroleumstilsynet, Sjøfartsdirektoratet, Statens forurensningstilsyn, Statens Strålevern og Veterinærinstituttet. Faglig forum har også fast representasjon i gruppen.

Årets rapport legger vekt på å presentere sammenhenger i økosystemet, selve overvåkingssystemet og indikatorene som i forvaltningsplanen er gitt som viktige elementer i overvåkingssystemet som mål på økologisk kvalitet. Rapporten gir også en evaluering av økosystemets funksjon og tilstand, som er det viktigste bidraget fra Overvåkingsgruppen til Faglig forum. Overvåkingsgruppens rapport sendes også til den interdepartementale styringsgruppen ved Miljøverndepartementet med kopi til Fiskeri- og kystdepartementet. Rapporten er tilgjengelig som utkast i elektronisk format fra 15. februar 2009 og en trykket versjon vil være offentlig tilgjengelig fra 31. mars 2009.

Gruppen har hatt en rekke møter og rapporten har vært vurdert av gruppen i plenum. Innholdet gjenspeiler oppfatningen til medlemmene i gruppen. Det faglige innholdet i kapitler uten angitte forfattere står for gruppens ansvar, mens noen kapitler har angitt forfattere eller ansvarlige leverandører der disse har et ansvar for det faglige innholdet av bidraget. Sekretariatet har redaktøransvar for rapporten.

Tromsø, 15. februar 2009

Knut Sunnanå, Maria Fossheim og Gro I. van der Meeren

Økosystemet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er et av de rikeste, reineste og mest produktive havområdene i verden. Men økosystemet er også sårbart, spesielt for menneskelig påvirkning og klimaendringer.

En økosystembasert forvaltning av menneskelige aktiviteter i Barentshavet, slik det er beskrevet i forvaltningsplanen, forutsetter en løpende vurdering av hvordan økosystemets tilstand endrer seg i forhold til de målene som er satt. Målene er knyttet til tema som forurensing, trygg sjømat, akutt forurensing og biologisk mangfold.

Miljøet påvirkes stadig av menneskelig aktivitet. Fiskeriaktiviteten er stor og vi opplever allerede en økning i aktivitet i maritim transport og leting og produksjon av olje og gass som kan representere en fare for miljøet. Havisen smelter og vi kan se for oss en økt bruk av Nordvest- og Nordøst-passasjen. Det er også forutsett økende fiskeriaktivitet og skipstrafikk med turisme i Arktis, og dette gir nye og svært krevende utfordringer for å skaffe pålitelige prognoser samt støtte til søk og redningsorganisasjoner.

For å kunne overvåke den økologiske kvaliteten i havområdet er det viktig å velge representative indikatorer. Det er også viktig å etablere referanseverdier for de valgte indikatorene og å få fastlagt tiltaksgrenser for når en eventuell endring skal føre til at tiltak vurderes iverksatt. Den økologiske kvaliteten i et økosystem er et uttrykk for systemets tilstand. Den omfatter både biologiske, fysiske og kjemiske forhold, inkludert resultatet av menneskeskapt påvirkning.

Natur- og fiskeriforvaltning ble etablert før det var kjent og akseptert i hvor stor grad ulike elementer i naturen henger sammen. Det ble derfor tidlig utviklet system som var sektorbasert og ikke tok hensyn til omkringliggende faktorer. Dette gjelder også i stor grad for forvaltningen av Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.

Med etableringen av Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) er hensikten å innføre helhetlig økosystembasert forvaltning. Dette er vesentlig forskjellig fra en sektorbasert forvaltning. En viktig grunn til å innføre økosystembasert forvaltning er nettopp den økende erkjennelsen av at de biologiske og fysiske elementer i økosystemer påvirker hverandre, både direkte og indirekte. Dette gjelder også menneskelige aktiviteter.

Det er lite forvaltningen kan gjøre for å påvirke naturlige prosesser, men kjennskapen til prosessene

er viktig for å kunne forvalte de menneskelige aktivitetene i forhold til et dynamisk økosystem på en bærekraftig måte og under store svingninger. Det er viktig å tilrettelegge ressursuttak for å unngå at skadevirkninger på systemet. For å kunne forstå økosystemet tilstrekkelig, er det særlig viktig å finne fram til nøkkelartene, som har de største rollene som drivkrefter i prosessene, og å forstå sammenhengene mellom disse artene og de øvrige delene av økosystemet.

Barentshavet avgrenses i vest av Norskehavet og i øst av Novaya Semlja. Havet ligger på kontinentalsokkelen mellom 70°N og 82°N, fra norskekysten i sør til kanten mot Polhavet i nord. Arealet er ca 1.6 mill km<sup>2</sup>. Gjennomsnittlig dybde er på ca 230m og varierer fra store grunnområder med ca 100m til dype renner på ca 400m. Økosystemet påvirkes av kaldt vann fra Polhavet som møter varmt vann fra Atlanterhavet og norskekysten. Området der disse vannmassene møtes kalles polarfronten. Strømsystemene i Barentshavet er styrt av topografien på bunnen, der dype renner og bankområder danner løp og barrierer for vannmassene.

Overvåking av et havområde på størrelse med Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er en krevende oppgave. For å kunne gjennomføre en rasjonell overvåking trengs funksjonelle "overvåkingsplattformer". Dette er alt fra faste plattformer som satellitter, fly, skip, småbåter og kontinuerlige stasjoner for innsamling av data til tidsbegrensede prosjekter (plattformer), som vanligvis er knyttet opp mot spesifikke problemstillinger.

De forskjellige tematiske plattformene er, når det gjelder den biologiske delen, ofte styrt ut i fra et ressursperspektiv. Dette gjør at en har forholdsvis god informasjon om de høstbare ressursene, men mangler en del informasjon om arter som faller utenom denne kategorien. I et økosystemperspektiv er det ønskelig med et større fokus også på temaer som faller utenom ressursbegrepet, men som er sentrale for bærekraftige økosystemer, som for eksempel bunndyrsamfunn.

En helhetlig forvaltning av våre marine økosystemer krever at vi rår over en hel "verktøykasse" av metoder og modeller som gir innsikt fra ulike sider og på forskjellige nivåer i økosystemet. Selv med en velfyllt verktøykasse tilpasset våre havområder, står vi overfor den utfordringen at vi ikke kan overvåke alle elemen-



Foto: Monika Billås

ter til enhver tid. Vi må velge ut de elementene som kan gi oss den beste informasjonen og de raskeste indikasjonene på at noe er i ferd med å endre seg.

Økosystemets funksjonalitet kan beskrives ved transport av biomasse opp gjennom næringskjeden, fra primærprodusenter i form av planteplankton nederst, til topp-predatorer som sjøpattedyr, sjøfugl og mennesket øverst. Systemet av bunnlevende dyr utgjør en stor biomasse og mengden biomasse som omsettes i dette systemet er for en stor del ukjent, selv om det i de seinere år er lagt et betydelig fokus på å beskrive denne delen av økosystemet.

Det er observert en klar økning i temperaturen i vannmassene i Barentshavet gjennom en lengre periode, noe som blant annet gir seg utslag i store endringer i isdekket. I løpet av 2007 var isdekningen generelt mye mindre enn langtidsgjennomsnittet. Isdekningen i november var den laveste siden 1951. Siste års observasjoner viser imidlertid at temperaturen nå synker noe og at isdekket er noe større enn i de to foregående årene.

Det er grunn til å merke seg at størstedelen av samlet primærproduksjon gjennom året ifølge modeller skjer i de varme, sørvestlige deler av Barentshavet. Derfra blir biomassen transportert videre inn i Barentshavet via beiting av dyreplankton og videre oppover i næringskjedene.

Til tross for at halvparten av produsert planteplankton ender opp på havbunnen, har vi i dag ingen indikatorer som kobler primærproduksjonen mot bunndyr og bunndyrsamfunn.

I 2008 var det relativt lav innstrømning av atlantisk vann om våren, spesielt i februar-mars og mai-juni. Det er også indikasjoner på en lavere primærproduksjon, men hvorvidt dette kan ha medvirket til den observerte reduksjonen i dyreplanktonbiomassen i 2008, er vanskelig å si noe om.

Det observeres endringer i mengden av fisk som torsk og lodde, og det er i denne rapporten også forsøkt å beskrive noen av mekanismene som påvirker disse sammenhengene. Mye tyder på at disse prosessene

styres indirekte av endringene i temperatur, men at resultatene av variasjonene i stor grad er avhengig av gjensidig påvirkning og i noen grad fiskeriene.

Det kan observeres et nærmest omvendt forhold mellom lodde og dyreplankton, og variasjonene i målt dyreplanktonbiomasse reflekterer godt variasjoner i loddebestandens størrelse. Det synes som om beiting på dyreplankton i 2008 har økt, og da kanskje særlig fra loddebestanden som nå er i sterk vekst.

Det har tidligere vært en periode med stort overfiske av torsk, men dette uregulerte, urapporterte og ulovlige fisket er nå betydelig redusert. Torskebestanden takseres nå med de høyeste mengdeindeksene som er målt siden 1995 og 1998.

Målingene av sjøfugl i 2008 bekreftet fjorårets signal om en betydelig hekkesvikt i mange sjøfuglbestander langs kysten fra Lofoten til Finnmark, og flere sjøfuglbestander i dette området har vært i nedgang i lengre tid. Dette kan være indikasjoner på matmangel i deler av økosystemet, og dette temaet er belyst ytterligere i årets rapport. Slik matmangel kan i sin tur påvirke tilgangen av mat for skalldyr, fisk og sjøpattedyr. Kolonier av sjøfugl er ofte nært knyttet til forekomst av pelagisk fisk og dyreplankton, og endringer i hekkebestander og ungeproduksjon vil derfor gi indikasjoner om endringer i produsert biomasse i de områder som ligger nært de forskjellige koloniene.

Fordelingen av sjøpattedyr synes å være knyttet til spesifikke byttedyr: knøl, vågehval og finnhval er assosiert med gytemoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen er assosiert med yngre lodde og kolmule.

Med den nye kunnskapen om sammenhengene mellom sild og lodde har man nå en bedre mulighet til å tilpasse forvaltningen i forhold til den samlede effekten som temperatursvingninger har på det biologiske mangfoldet, betydningen av mengdeforholdene mellom nøkkelarter og fiskerienes betydning på systemet. For å kunne forstå økosystemet tilstrekkelig, er det særlig viktig å finne fram til flere nøkkelarter, de som har de største rollene som drivkrefter i prosessene, og å forstå sammenhengene mellom disse artene og de øvrige delene av økosystemet.

Barentshavet er et viktig oppvekst- og høstingsområde for norsk sjømat. Dette gjelder spesielt for den arten som tradisjonelt har betydd mest for norsk sjømatseksport, nemlig norsk-arktisk torsk. Sjømattryggheten i forhold til miljøgiftinnhold er avhengig av lokalt og langtransportert forurensningsnivå. Men i forhold til nivå i ulike fiskearter vil parametre som alder, vekt, sesong og hvilket trofisk nivå fisken høster på være avgjørende.

Forvaltningen av Barentshavet har og bør fortsette å ha sterkt fokus på forurensning, spesielt på fremmede (menneskeskapte) stoffer som påvirker de biologiske prosessene og kan forringe kvaliteten av sjømat som høstes i havområdet. Selv om overvåkingsresultater i stor grad viser lave verdier av miljøgifter og radioaktive stoffer, med unntak av POP og Hg i topp-predatorer, er det viktig å huske at arktiske områder er mer sårbare for forurensning enn andre områder. Dyr øverst i arktiske næringskjeder akkumulerer betydelige mengder fettløselige miljøgifter, kanskje spesielt fordi fett som opplagsnæring og isolasjon spiller en sentral rolle i arktiske dyrs evne til å overleve.

De grenseverdier som er etablert for humant konsum av sjømat er basert på en blanding av vitenskapelig tilnærming og ALARP-prinsippet. Dette siste betyr at man setter grenseverdier så lavt som praktisk mulig. Det varierer mye hvilke miljøgifter som anses som problematiske i ulike sjømatprodukter. For filet av mager fisk er kvikksølv ansett som den mest problematiske mens det for eksempel i torskelever er flere organiske miljøgifter som er problematiske, spesielt dioksin og dioksinlignende PCB. I skalldyr derimot er det ofte kadmium og i noen tilfeller bly som er de miljøgifter som ligger nærmest grenseverdiene.

Overvåkingsgruppen skal løpende koordinere gjennomføringen av overvåking i havområdet i tilknytning til forvaltningsplanen, sammenstille overvåkingsresultater og vurdere informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser.

Overvåkingsgruppen har vurdert det slik at de pågående aktiviteter, spesielt feltaktiviteter, er tilstrekkelig til at nødvendig informasjon kan samles inn gjennom prioritering av innsats. Det er behov for å øke mengden innsamlet informasjon etter hvert, men opparbeiding av materiale må gis prioritet slik at informasjonen faktisk kan gjøres tilgjengelig for de respektive indikatorene.

En viktig oppgave for overvåkingsgruppen har vært å vurdere hvordan de foreslåtte indikatorene og referansenivåene fungerer i forhold til overvåking av havområdet. De aller fleste indikatorene fra forvaltningsplanen er presentert i denne rapporten. Noen få er ennå ikke utviklet tilstrekkelig fordi de enten mangler overvåkingsserier eller fordi det er uklart hvilke overvåkingsparametre som bør brukes.

Overvåkingsgruppen finner likevel at det er nødvendig å trekke inn annen informasjon som presenteres, blant annet den felles norsk-russiske ressurs- og miljørapporten og annen statusrapportering som foretas av de enkelte instituttene og av andre overvåkingsprogrammer.

Overvåkingsgruppens vurdering er at de indikatorene som foreligger til vurdering dekkes i tilstrekkelig grad med dagens metodikk for innsamling av data. En videre utvikling av overvåkingsmetodikk vil i første rekke kunne gå mot fast instrumenterte overvåkingspunkter og overvåking fra satellitt. De første vil kunne levere kontinuerlige måleserier som vil kunne vise variasjoner over alle tidsskalaer og satellitter vil i tillegg kunne gi data fra fenomener på og nær havoverflaten over hele planområdet.

Tradisjonelt er det lettere å samle inn større datamengder enn man har kapasitet til å analysere og ofte resulterer dette i en reduksjon av datainnsamling styrt av analysekapasitet. Spesielt innen temaet sjømattrygghet synes dette å være en utfordring. Det bør vurderes om ikke analysekapasiteten må utvides for å kunne følge opp behovet for etablering av tidsserier som kan gi informasjon om utvikling av status.

Overvåkingsgruppen har arbeidet en del med å få på plass indikatoren for bunnlevende organsimer og her er det norsk – russiske forskernettverket av uvurderlig betydning. Dette prosjektet ledes fra norsk side av Havforskningsinstituttet og det er nær kontakt med prosjektets leder og sekretariatet for overvåkingsgruppen. Prosjektet er i 2009 inne i en mellomfase der det skal leveres sluttrapport, men det vil bli arbeidet for å få til en videreføring av dette nettverket fra 2010. Fra overvåkingsgruppens side vurderes nettverket som et viktig middel for å få etablert en god indikator for bunnlevende organismer.

Overvåkingsgruppen har vurdert om utvalget av indikatorer gir den ønskede informasjon om tilstanden i økosystemet og i hvilken grad man kan si noe om den menneskelige påvirkning av økosystemet. Utvalget av indikatorer preges av at det mangler indikatorer som beskriver effekter av påvirkning, ved at de indikatorene som er tatt i bruk alle er tilstandsindikatorer eller påvirkningsindikatorer. Flere av indikatorene for fisk og bunnlevende biomasser gir en svært indirekte indikator for påvirkning og overvåkingsgruppen mener det må vurderes å få på plass parametre for indikatorene som på en mer direkte måte måler påvirkning, og at det også fremskaffes indikatorer som måler effekten av påvirkning.

Formidling og presentasjon av overvåkingsgruppens resultater i 2010 og gruppens vurderinger av mulige revisjoner av forvaltningsplanen for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten, vil samordnes med rapporteringen fra Faglig forum i 2010.





# Kapittel I

Innledning



## Overvåking av det marine økosystem



Økosystemet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er et av de rikeste, reneste og mest produktive havområdene i verden. Men økosystemet er også sårbart, spesielt for menneskelig påvirkning og klimaendringer. Overvåking av økosystemet er en stor utfordring, og koordinering av aktivitet, og evaluering av tilstand og utvikling er prioriterte oppgaver for forvaltningen. Årets rapport fra Rådgivende gruppe for overvåking av Barentshavet (Overvåkingsgruppen) setter søkelys på disse utfordringene, og tar spesielt opp hvordan selve overvåkingen knyttes til vurdering av økologisk kvalitet, og måloppnåelse for forvaltningen.

En økosystembasert forvaltning av menneskelige aktiviteter i Barentshavet, slik det er beskrevet i forvaltningsplanen, forutsetter en løpende vurdering av hvordan økosystemets tilstand endrer seg i forhold til de målene som er satt. Målene er knyttet til tema som forurensing, trygg sjømat, akutt forurensing og biologisk mangfold. Under disse temaene ligger det konkrete forvaltningsmål. Det settes opp kriterier for evaluering, status for måloppnåelse og behov for kunnskap for en forbedret forvaltning, og ut fra dette vil det være mulig å evaluere måloppnåelse, basert på den overvåking som finner sted. Gjennom en slik overvåking av økosystemet, med spesiell fokus på økologiske kvalitetsmål, skal forvaltningen varsles om endringer som medfører behov for tiltak. Det er her viktig å skille mellom endringer som skyldes menneskeskapte påvirkninger og endringer som skjer uavhengig av menneskeskapt påvirkning, for å kunne sette i verk nødvendige og riktige tiltak.

### **1.1.1 Menneskelig aktivitet og verdiskaping**

Miljøet påvirkes stadig av menneskelig aktivitet og vi opplever allerede en økning i aktivitet i maritim transport og leting og produksjon av olje og gass som kan repre-

sentere en fare for miljøet i Barentshavet. Havisen smelter og vi kan se for oss en økt bruk av Nordvest- og Nordøst-passasjen. Det er også forutsett økende fiskeriaktivitet og skipstrafikk i forbindelse med turisme i Arktis. Dette gir nye og svært krevende utfordringer for å skaffe pålitelige prognoser samt støtte til søk og redningsorganisasjoner.

En bred forståelse av vårt marine miljø er av stor verdi i seg selv for en kunnskapsintensiv nasjon som Norge. På samme tid vil en større, integrert overvåkingsaktivitet på lang sikt kunne gi grunnlag for en bedre forvaltning av marine økosystemer og ressurser, som igjen kan gi grunnlag for verdiskaping på nasjonalt og internasjonalt nivå. Helhetlig overvåking vil derfor kunne føre til utvikling av grunnleggende kompetanse både via studier av spesifikke forhold i norske farvann, og ved å styrke en helhetlig forståelse av strukturen, funksjoner og arts mangfoldet i økosystemet.

Et slikt overvåkingssystem vil imidlertid ikke kunne erstatte den tradisjonelle overvåking som betinger feltaktivitet året gjennom både på hav og land. Slike feltundersøkelser har mange formål – de fleste knyttet til konkrete prosjekter av tidsbegrenset varighet.

Men – det er også en lang rekke aktiviteter som har som formål å gjenta målinger hvert år for å etablere og vedlikeholde tidsserier som kan gi informasjon om endringer i økosystemet. Registrerte endringer av målte verdier kan så inkluderes i beregninger for å evaluere kvaliteten av både forvaltningen og av økosystemet selv.

### **1.1.2 Indikatorer og vurderingskriterier**

Den økologiske kvaliteten i et økosystem er et uttrykk for systemets tilstand. Den omfatter både biologiske, fysiske og kjemiske forhold, inkludert resultatet av menneskeskapt påvirkning.

For å kunne overvåke den økologiske kvaliteten i havområdet er det viktig å velge representative indikatorer. Det er også viktig å etablere referanseverdier for de valgte indikatorerne og å få fastlagt tiltaksgrenser for når en eventuell endring skal føre til at tiltak vurderes iverksatt.

Tiltaksgrense er en grense for endring av en indikator målt i forhold til referanseverdien, som varsler behov for å vurdere tiltak. Tiltaksgrensene som foreslås for de ulike påvirkningsfaktorene, er ikke et uttrykk for måloppnåelse. Grensene er fastsatt for

å varsle forvaltningen når tilstanden til den målte indikatoren viser en utvikling i økosystemet som gjør at tiltak må vurderes. I de tilfellene der indikatoren avspeiler påvirkning fra menneskelige aktiviteter, er det derfor knyttet tiltaksgrenser til dem.



Foto: Øystein Paulsen

En indikator er en variabel størrelse som karakteriserer en del av økosystemet. Indikatorene brukes for å kunne vurdere om forvaltningsmålene er nådd eller om utviklingen i økosystemet er på rett vei. Referanseverdien angir den økologiske kvaliteten i et tilsvarende mest mulig upåvirket økosystem, der det er tatt hensyn til naturlige variasjoner og naturlig utvikling. For høstbare bestander vil dette være en føre var-verdi.

Indikatorer med tilknyttede tiltaksgrenser vil varsle om endringer i den biologiske delen av økosystemene knyttet til direkte påvirkning fra menneskelige aktiviteter i havområdet eller som følge av langtransportert forurensning. Indikatorer og tiltaksgrenser for forurensning er valgt ut fra behovet for måling opp mot mål for helse- og miljøfarlige kjemikalier og radioaktivitet, og for trygg sjømat. I utvelgelsen er det lagt vekt på indikatorens rolle i økosystemet, forvaltningsrelevans, relevans i forhold til internasjonale forpliktelser og praktisk gjennomførbarhet. I tillegg er det lagt vekt på å følge utviklingen i noen kommersielle arter for å kunne si noe om kvaliteten deres som mat for mennesker.

### 1.1.3 Måling av økosystemets tilstand

Det er kun den menneskeskapte påvirkningen på økosystemene som det er mulig å påvirke. Men for å kunne relatere menneskelig aktivitet til de naturlige svingningene i økosystemene, er det helt vesentlig med overvåking av en lang rekke parametere som er grunnleggende for et økosystems tilstand og virkemåte. Dette gjelder blant

annet faktorer som temperatur, saltholdighet, vanntransport, utbredelse av havis, næringssaltfordeling, samt forekomst og produksjon av plante og dyreplankton. Endringer i de fysiske og kjemiske parametrene i økosystemene er i liten grad påvirket av menneskelig aktivitet i området. Det samme gjelder oppblomstringen av plante- og dyreplankton. Det er likevel viktig å overvåke disse parametrene regelmessig. Det er i hovedsak valgt ut indikatorer der det allerede foreligger lange tidsserier og der det foregår en systematisk overvåking. Til denne typen indikatorer er det naturlig nok ikke knyttet tiltaksgrenser.

I tillegg til å skille menneskeskapte påvirkninger fra naturlige svingninger i naturen, gir en slik overvåking opplysninger som kan bidra til å forutsi endringer i produksjonsforholdene og dermed få betydning for høstingen av de marine ressursene.

Bestandsutvikling hos lomvi og forurensning i isbjørn er eksempler på indikatorer. Fastsettelsen av referanseverdier for de ulike indikatorene er basert på vitenskapelige råd så langt det er mulig. Slike referanseverdier vil bli utviklet videre etter hvert som man får mer kunnskap. Eksempler på referanseverdier vil være føre var-gytebestanden for påvirkning av fiskebestandene, mens referanseverdien for forurensning i isbjørn vil være henholdsvis null med hensyn på menneskeskapte stoffer og naturlig bakgrunnsnivå for andre stoffer.

### 1.1.4 Eksisterende overvåking og behov for ny kunnskap

Det foregår allerede en utstrakt overvåkingsevne i havområdet, og det er derfor viktig å se på muligheten for å utvide eller utnytte pågående virksomhet bedre. Videre er det lagt vekt på at nye indikatorer som tas i bruk, i størst mulig grad skal bygge på eksisterende langtidsserier, og at de skal være målbare. På de områdene der det kan formuleres tiltaksgrenser, er det vesentlig at indikatorene kan vise effekten av eventuelle avbøtende tiltak. I eksempelet med isbjørn vil tiltaksgrensen for menneskeskapte forurensningsstoffer være alle nivåer over null.

Overvåkingen skal så langt som mulig bygge på allerede pågående eller planlagt overvåking og internasjonale forpliktelser. Dette gjøres for å sikre fortsettelsen av allerede eksisterende tidsserier samtidig som fremtidige forsknings- og overvåkingbehov blir knyttet til det fortløpende arbeidet med forvaltningsplanen. Det legges også opp til at ny overvåking i størst mulig grad gjøres som tilleggsundersøkelser på allerede eksisterende tokt.

Overvåkingen av marine økosystemer må, samtidig som langsiktighet for tidsserier opprettholdes, også være dynamisk med mulighet for endringer og oppdateringer når ny kunnskap tilsier det. Siden overvåking etter forvaltningsplanen er et system i første generasjon, vil overvåkingen naturlig nok ha en sentral rolle i oppfølgningen og videreutviklingen av systemet.

### 1.1.5 Konkrete forvaltningsmål

Målet for forvaltning av biologisk mangfold i planområdet er at mangfoldet i økosystemet, herunder naturtyper, arter og gener, og økosystemets produktivitet skal opprettholdes. Samtidig er det en forutsetning for en bærekraftig forvaltning av de høstbare ressursene at mangfoldet opprettholdes. Det foregår derfor en omfattende overvåking av fiskeressursene i området.

Ved eventuelle større akutte oljeutslipp i området er det viktig å ha en basisovervåking på plass for å kunne overvåke og vurdere langtidseffektene av utslippet.

### 1.1.6 i-Nord

Det er også et ønske å kunne utvikle et overvåkingssystem som samler inn data i nær sann tid og som kan brukes til å holde en løpende, høy beredskap med mulighet for å sette inn tiltak i forbindelse med akutte hendelser. Et prosjekt, med navnet i-Nord, for utvikling av et slikt system er startet opp og vil ha fokus på følgende punkter:



Foto: Øystein Paulsen

- Overvåking og kontroll av skipstrafikk og oljevernberedskap, økologisk vurdering av havområder, samt operasjonelle meteorologiske og oseanografiske tjenester.
- Omfattende bruk av satellitt-, luft- og skipsbårne, samt drivende og fortøyde, plattformer for datainnsamling.
- Numeriske modeller som opererer på dags- og ukbasis, og som gir tilstrekkelige prognoser for hav, is og meteorologi på dag til dag basis.
- Tilstrekkelig datahåndtering og formidling som grunnlag for hav- og atmosfærisk forskning i Arktis og Barentshavet, herunder klimaovervåking og vurdering.

Prosjektet er basert på utviklingen av en egen strategi for nordområdene, med et uttrykt mål om å ha en ledende rolle i overvåking av Barentshavet og Polhavet, og som omfatter en forsvarlig og bærekraftig forvaltning. Resultatet skal bli et internasjonalt anerkjent og omfattende dynamisk overvåkingssystem for Arktis og Barentshavet.



# Kapittel 2

Sammenhenger  
i økosystemet



## 2.1 Samlet påvirkning og sammenhenger i økosystemet



Foto: M. Blikås

Natur- og fiskeriforvaltning ble etablert før det var kjent og akseptert i hvor stor grad ulike elementer i naturen henger sammen. Det ble derfor tidlig utviklet system som var sektorbasert og ikke tok hensyn til omkringliggende faktorer. Også forvaltningen av Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten har stort sett vært sektorbasert. Dette betyr at aktuelle forvaltningstiltak som regel baseres på kunnskaper om hvilke effekter aktivitet innen egen sektor har på de delene av økosystemet som egen sektor har ansvaret for. For fiskeriforvaltningen innebærer for eksempel sektorbasert forvaltning at en hovedsakelig er opptatt av hvilke effekter fiskeriene har på de enkelte fiskebestandene det fiskes på og der kvotefastsetting er basert på maksimalt kvantumsmessig eller økonomisk utbytte over tid. Lenge ble de kommersielle fiskebestandene forvaltet slik, og kvoter og andre tiltak har basert seg på kunnskap om dette. Med det har i de senere tiårene vært en økende erkjennelse av at menneskelig påvirkning og disse bestandene i seg selv er viktige aktører i større økosystem.

Med etableringen av Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) er hensikten å innføre helhetlig økosystembasert forvaltning. Dette er vesentlig forskjellig fra en sektorbasert forvaltning. En viktig grunn til å innføre økosystembasert forvaltning er nettopp den økende erkjennelsen av at de biologiske og fysiske elementer i økosystemer påvirker hverandre, både direkte og indirekte. Dette gjelder også menneskelige aktiviteter. De ulike sektorenes aktiviteter har større eller mindre effekt på de naturlige elementene i økosystemet, og dette skjer samtidig som systemet også er utsatt for naturlig variasjon. For eksempel påvirkes fiskebestandene av både klima og oseanografiske forhold samtidig som fiskeriene påvirker enkeltbestander og interaksjoner mellom bestandene. Sjøfugl (og andre toppredatorer) påvirkes av både klimaets innvirkning på næringsdyrene (fra dyreplankton til fisk) og fiskerier (direkte gjennom bifangst og indirekte ved fiskerienes påvirkning på næringskil-

dene). Annen menneskelig aktivitet, som for eksempel oljevirkksomhet og skipstransport (gjennom oljesøl fra uhell) kommer som en ytterligere påvirkningsfaktor. Et sentralt moment innen økosystembasert forvaltning er derfor at en på grunnlag av kunnskap om hvordan de enkelte nivåene i naturlige økosystem påvirker hverandre, forvalter de totale effektene av alle sektoraktivitetene på en slik måte at den samlede påvirkningen på økosystemet holdes innenfor akseptable grenser.

Dette gjelder ikke bare i de situasjonene hvor menneskeskapte påvirkninger er de sterkeste og mest åpenbare drivkreftene, men også i systemer hvor naturlige prosesser kan føre til store endringer. Det er lite forvaltningen kan gjøre for å påvirke naturlige prosesser, men kjennskapen til slike er viktig for å kunne forvalte et dynamisk økosystem på en bærekraftig måte og under store svingninger tilrettelegge ressursuttak og annen bruk for å unngå skadevirkninger på systemet og brukerne. Å vurdere hva som er samlet effekt av

ulike menneskeskapte påvirkninger og naturlige prosesser på de forskjellige komponentene i økosystemet er en komplisert oppgave. Dette skyldes at ulike deler av økosystemet kan påvirke hverandre slik at en påvirkning som er påført ett sted kan spres til andre deler av systemet. Her skal vi gjennom to eksempler belyse dette og illustrere hvordan kunnskap om både naturlige og menneskeskapte sammenhenger i økosystemet kan bidra til å forstå samlede effekter. Eksempelene er fra det nordvestlige Atlanterhavet og Barentshavet. Avslutningsvis skal vi kort drøfte hvilke implikasjoner dette har for Overvåkingsgruppens arbeid med utvikling av indikatorer.

### **2.1.1 Fiskeripåvirkete endringer i det nordvestlige Atlanterhavet de siste 40 årene**

Det nordvestatlantiske økosystemet, utenfor kysten av USA og Canada, har gjennomgått dramatiske endringer de siste 40 årene. Fra å være et fiskerikt rovdyrstyrt økosystem som også var et attraktivt fis-

keriområde, er økosystemet nå relativt fiskefattig med strenge begrensninger i fiskeriene. Samtidig har virvelløse arter svingt seg opp og blitt dominerende i systemet. Både biodiversiteten og fiskerinæringen har endret seg betydelig.

**Fra stor fisk**

På grunn av at havområdet i geologisk sammenheng er relativt ungt og har vært forstyrret av en rekke istider de siste millioner år, er næringsnett relativt enkelt. I store trekk kan det deles inn i fire distinkte trofiske nivå og har en relativ lav artsdiversitet på hvert nivå. Arkeologiske funn viser at fisk, torsk og andre storvokste fiskearter, i minst 4000 år tilbake var en stabil og viktig komponent som toppredatorer i systemet. Da europeerne kom til området for 400-500 år siden vakte både den store mengden torsk og størrelsen på fisken oppmerksomhet. Kartlegging av gyteområder, først i 1880-årene og siden i 1920-årene viste at det var få endringer i stedsvalg og utstrekning av gyting over tid. Mekanisering og utvikling av fiskeriteknologi utover fra 1930-årene førte imidlertid til en rask nedgang både i bestand og fiskestørrelse.

**Via kråkeboller**

Allerede i 1940-årene var stor fisk blitt utfisket langs kysten i så betydelig grad at de mistet sin opprinnelige avgjørende betydning for strukturen av økosystemet. Mindre fiskearter, uten kommersiell betydning, opplevde en markert reduksjon i rovdryppresset. Det samme reduserte rovdryppresset førte også til økt overlevelse av

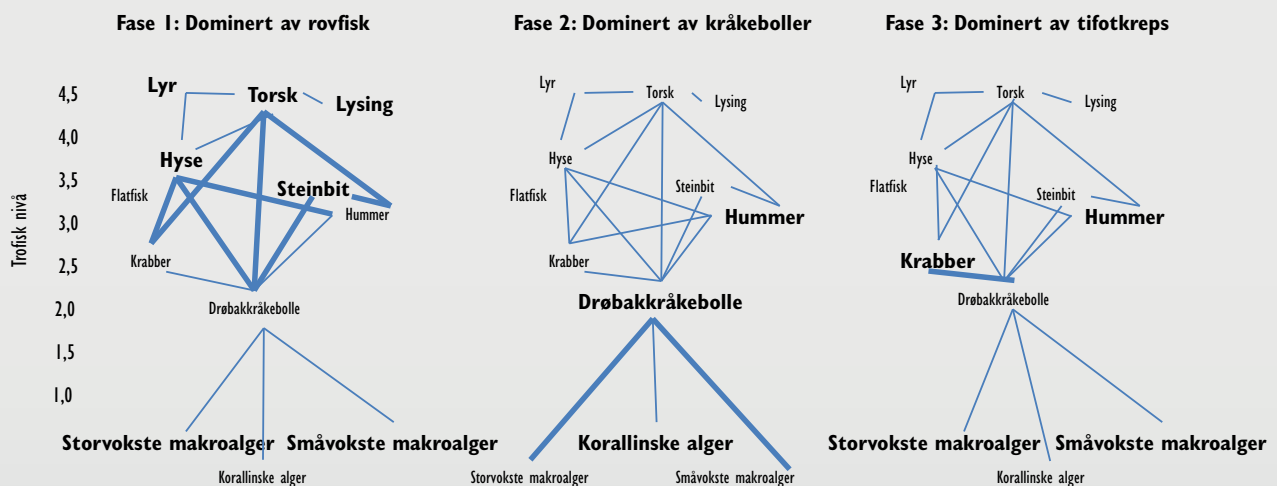
virvelløse dyr. Langs Maine-kysten fikk for eksempel både ulker og kråkeboller en oppsving og ble viktigere arter i økosystemet. Redusert beitepress på kråkeboller regnes som hovedårsak til at store områder av opprinnelig tareskog var beitet ned på midten av 1960-tallet utenfor Maine, og framover til midten av 1980-årene så langt nord som til Nova Scotia i Canada. Utenom i små lommer der strøm hindret kråkebollene i å slå seg ned, ble bunnen preget av kalkalger som ga lite skjul for fiskeyngel, men gode forhold for kråkeboller og andre pigghuder. Oppvekstforholdene for kråkebollenes naturlige fiender var derfor i en stor utstrekning borte. Denne situasjonen varte i mer enn 20 år, som er godt over den gjennomsnittlige levetiden for en drøbakkråkebolle (15 år), og kan derfor anses for å være en ny, stabil struktur av økosystemet.

**Til krabber**

Denne stabiliteten varte imidlertid ikke etter at det i 1987 ble igangsatt kommersielt fiske på drøbakkråkebollene. På mindre enn 10 år var kråkebollebestanden desimert til under det kritiske nivået som åpner for tilgroing av tare igjen. Tareskogen brukte fra 1 til 3 år på å etablere seg da beitepresset forsvant. Det ble satt i verk vernetiltak for å hindre nedfisking av kråkebollene. Dette førte delvis til stans i det kommersielle fisket og det ble opprettet verneområder for kråkeboller. Likevel har tareskogen holdt stand. I dag er det tifostrukturen, særlig småvokste krabbearter og tanglopper, som holder nede kråkebollebestanden ved å spise små individer når

de bunnslår seg. Større krabber tar for seg av de store kråkebollene. Frodig tareskog og fravær av rovfisk gir krabbene gode oppvekstforhold og overlevelsesmuligheter. Langs den nordvest atlantiske kysten er det derfor tifostrukturen som i dag er den viktigste drivkraften i økosystemet, som for inntil 60 år siden ble drevet av storvokst fisk. Det er fremdeles ikke tegn til at torsk og annen storvokst fisk kommer tilbake. Det er for tidlig å si om dette er et nytt stabilt system, siden dette defineres ut fra levetiden til nøkkelarter i økosystemet. Gjennomsnittlig levetid for større krepsdyr er minst 20 år. Systemet har tilsynelatende vært stabilt siden midten av 1990-årene, og blir nå overvåket nøye uten at det er noen endringer å spore. Selv om en endring kan skje fort, så vil en reetablering av det samme systemet kunne ta meget lang tid, om det i det hele tatt er mulig. De ulike fasene systemet har gått gjennom er illustrert i Figur 2.1.1.1.

Dette eksempelet viser hvordan påvirkning ett sted i økosystemet (nedfisking av storvokst fisk) fører til endringer i andre komponenter (økning i kråkebollebestand som gir nedbeiting av tareskog). Kombinert med ytterligere fiskeripåvirkning (nedfisking av kråkeboller) har dette gitt et økosystem med en helt annen sammensetning, struktur og egenskaper enn utgangspunktet. For å forstå slike prosesser, kreves det inngående kjennskap til hvordan ulike arter påvirker hverandre. Dette kan kombineres med generell økologisk kunnskap, som for eksempel teorier om at lav artsdiversitet og sterke interaksjoner mellom



**Figur 2.1.1.1**

Næringsnett fra kystsonen ved Maine, USA for Fase 1: historisk tid fram til 1970 årene, Fase 2: 1970 til 1990 årene, Fase 3: Nåtiden, siden 1995. Figuren fremhever de artene som i tidsperiodene har dominert systemet, hver plassert i forhold til sin plass i det trofiske systemet der 1 er alger, 2 til 3 er ryggradsløse dyr og fisk går fra 3 til 4,5 etter i hvor stor grad de er spesialiserte rovdyr. Det er ikke kjent i hvilken grad flatfisk inngår i dette nettverket. Linjene viser trofiske koblinger, der de fete linjene viser betydelig påvirkning. (Grunnen til at hummer i fase 3 ikke har større betydning, er fordi den får mye av sin føde i hummertener med fluktåpninger.) Figuren er tegnet etter Steneck et al. 2004.

trofiske nivå gjør økosystem mer utsatt for denne typen omfattende skifter. Sammen kan det gi et styrket grunnlag for å forstå samlet effekt av den typen menneskelig påvirkning som det nordvestatlantiske økosystemet har blitt utsatt for. Det er samtidig viktig å understreke at dette er en komplisert øvelse og at mulighetene til å forstå systemene kan være begrenset eller ta lang tid å oppnå. Det er for eksempel enda ikke full forståelse av selv det kystnære, relativt enkle systemet som er beskrevet her. Blant annet er det fremdeles et uløst spørsmål hvorfor bestanden av storvokst fisk ikke tar seg opp.

*Kilde: Beskrivelsen og drøftelsen av dette eksempelet er basert på Steneck et al. (2004) og referanser i denne.*

### 2.1.2 Kollaps i loddebestanden i Barentshavet i 1986

Lodda er en pelagisk stimfisk og en nøkkelart i Barentshavet. Lodda ernærer seg av dyreplankton og beiter i stor utstrekning langs iskanten. Den gyter langs kysten av Nord-Norge som 3-5 åring. Omtrent alle individer dør etter første gangs gyting.

#### Effekten på fisk og plankton

Gjennom det meste av 1970-tallet og frem til 1984 var loddebestanden i Barentshavet på flere millioner tonn. I løpet av de to neste årene falt den med over 95%, til det i 1986 bare var rundt 100 000 tonn igjen (Hamre 1994). Denne kollapsen fikk store konsekvenser for øvrige deler av økosystemet, blant annet for den viktige predatoren torsk (Gjøsæter et al. 2009). Lodde er et viktig byttedyr for torsk, som etter kollapsen skiftet til andre og mindre gunstige byttedyr, inkludert eget avkom. Disse kunne ikke erstatte bortfallet av lodde, noe som førte til at torsken vokste betydelig saktere og kjønnsmodnet senere. Dødelighet blant ungtorsk på grunn av kannibalisme var også høy og viser generelt en klar sammenheng med svingningene i loddebestanden (Gjøsæter et al. 2009; Hamre 1994). Det undersøkes nå i hvor stor grad kjønnsmoden torsk hopper over gytingen et år når den har opplevd en lengre periode med dårlig næringstilgang, blant annet i form av lite lodde. Etter kollapsen i lodde i 1986 ble torskebestanden satt under kraftig press, blant annet på grunn av kannibalisme og redusert vekst, og strenge forvaltnings-tiltak måtte settes inn for å hindre sammenbrudd også i denne bestanden.

Mellomstore dyreplankton er en viktig gruppe byttedyr i Barentshavet. De spises av lodde, ungsild, kolmule, unge stadier av torsk og andre fiskearter samt av en rekke andre organismer. Beitepresset fra lodda er så sterkt at mengden mellomstor dyreplankton går opp når loddebestanden

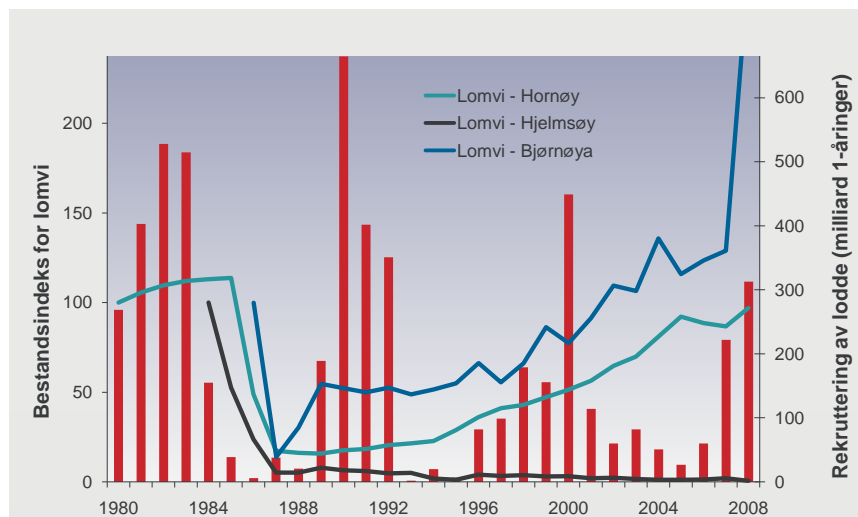
går ned og omvendt (Gjøsæter et al 2009). Kollapsen i loddebestanden førte derfor til at også et viktig element som ligger under lodda i næringsnettet ble betydelig påvirket.

#### Effekten på sjøfugl og sjøpattedyr

Kollapsen i loddebestanden påvirket også toppredatorer som vågehval, grønlandssel og lomvi. Vågehvalen hadde lavere kondisjon i perioder med loddekollaps (Haug et al. 2002). Fisk utgjør en viktig del av dietten til grønlandssel, og store mengder grønlandssel trakk inn til Norskekysten etter kollapsen, sannsynligvis som en følge av matmangel i de åpne havområdene (Haug og Nilssen 1995). En annen art som kan påvirkes er lomvi. Arten beiter ofte på lodde, og da loddebestanden kollapset i 1986, kollapset også lomvibestanden i Barentshavet. (Figur 2.1.2.1, Vader et al. 1990, Barrett og Krasnov 1996). I januar 1987 ble det rapportert om store mengder utsultede lomvier som drev i land langs kysten av Barentshavet. Den forhøyede dødeligheten varte til tidlig på sommeren, og var da hovedsakelig lokalisert til Øst-Finnmark (Vader et al. 1990). Den påfølgende sommeren ble det rapportert om en tilbakegang på ca. 85% i hekkebestandene på Bjørnøya, Hjelmsøya, og Hornøya i forhold til bestandene som ble talt i 1986 (Vader et al. 1990, Lorentsen 2007).

Også tellinger fra vinterhalvåret i åpent hav rapporterte om en tilbakegang på 70% fra 1986 til 1987 og en fullstendig mangel på lomvi i de tradisjonelle oppvekstområdene for lodde. Hekkebestanden på Bjørnøya var dobbelt så stor i 1988 som i 1987 og doblet seg igjen til 1989. Dette indikerer at dødelighet var rundt 50% fra 1986 til 1987. Det tyder også på at den meget lave hekkebestanden i 1987 skyldtes primært en kraftig overdødelighet av voksenfugl, samt at mange av de gjenværende individene stod over hekkesesongen pga manglende kondisjon. Bilder tatt av samme hekkekoloni på Bjørnøya i 1986 og 1987 illustrerer dramatikken i nedgangen (Figur 2.1.2.2).

Også for Hjelmsøya og Hornøya antyder overvåkingsresultatene i de påfølgende årene at tilbakegangen fra 1986 til 1987 skyldtes en overdødelighet av voksenfugl (Lorentsen 2007). Undersøkelser på Hornøya i 2006 og 2007 viser at ca 20% av dietten til lomvi besto av lodde (Barrett & Erikstad 2007 & 2008), mot ca 60% på begynnelsen av 1980-tallet. Også for andre sjøfuglarter på Hornøya: lunde, alke og krykkje, ble det registrert lave andeler av lodde i dietten i 2006 og 2007 (Barrett & Erikstad 2007 & 2008). Andelene av tobis og sild var imidlertid høye for alle artene.



**Figur 2.1.2.1**

Rekrutteringen av lodde (1-åringer) og trendlinjer for lomvi på Hornøy, Hjelmsøy og Bjørnøya i perioden 1980-2008 (bestandsindeksen er basert på at verdien er satt til 100 for første telleår). Kollapsen av loddebestanden i 1986 førte til en kraftig nedgang i de tre lomvipopulasjonene. Bestandene på Hornøy og Bjørnøya har siden tatt seg oppover, mens lomvikolonien på Hjelmsøya fremdeles er på et svært lavt nivå. Økende predasjon og forstyrrelse fra en voksende havørnbestand er en viktig årsak til dette. Kolonien var allerede i 1986 betydelig redusert i forhold til bestandsnivået på 1960-tallet sannsynligvis som en følge av bifangst i drivgarn etter laks. Kollapsen i loddebestanden i 1986 var likevel avgjørende for den sterke reduksjonen i lomvibestanden fra 1986 til 1987. Dagens lave bestandsnivå kan derfor best forklare som en samvirkende effekt av kollapsen i loddebestanden og andre faktorer der stor grad av forstyrrelse og predasjon fra havørn er en viktig medvirkende årsak.





**Figur 2.1.2.2**

Kolonien av lomvi på Feitnakken på Bjørnøya før (1986) og etter (1987) kollapsen i loddebestanden.  
Foto: 1986, Vidar Bakken, Norsk Polarinstitutt; 1987, Olof Olsson, Norsk Polarinstitutt.

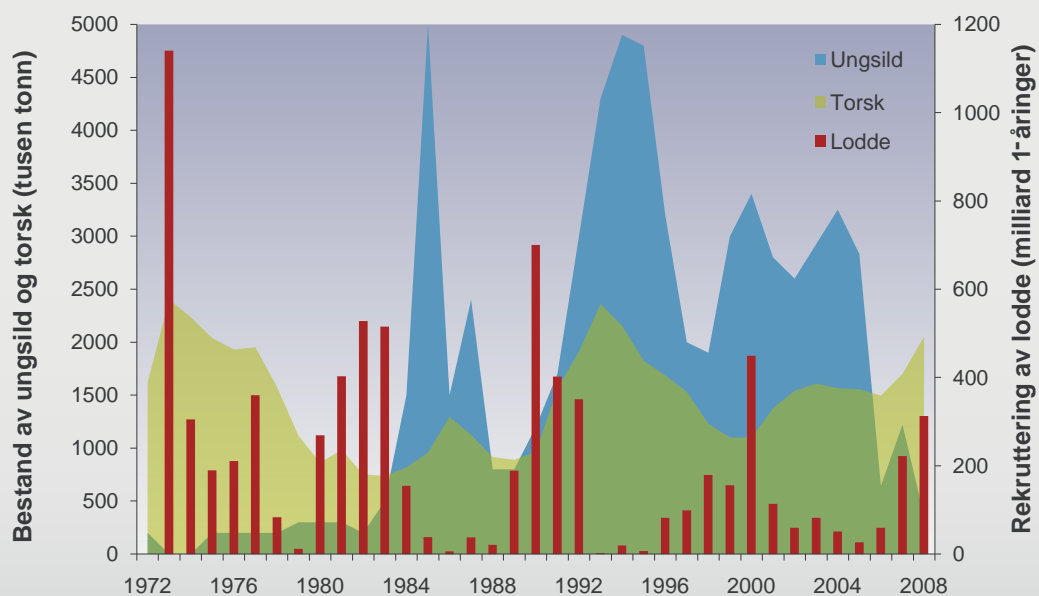
### Hva var årsaken til kollapsen i loddebestanden?

Kollapsen i loddebestanden i 1986 var først og fremst forårsaket av predasjon fra ungsild på loddelarver (Figur 2.1.2.3). Den økte predasjonen var indirekte utløst av endringer i temperatur (Gjøsæter og Bogstad 1998, Hjermand et al. 2004, Hjermand et al. MS, Ciannelli et al. 2005) og av en forbedret forvaltning av silda som førte til en sterk sildestamme. Både torsk og sild gyter langs norskekysten og driver som larver inn i Barentshavet. Mens torsken etter dette kun forlater området for å gyte, forlater silda Barentshavet som tre-fire åring og vender ikke tilbake. Silda i Barentshavet spiser loddelarver og kan også konkurrere med eldre lodde om

zooplankton (Gjøsæter og Bogstad 1998; Hallfredsson og Pedersen 2006, 2007). Torsk spiser lodde som er ett år gammel og eldre, og torsk er den viktigste predatoren på lodde. Likevel ser predasjon fra torsk ut til å ha relativt lite å si for størrelsen på loddebestanden, kanskje bortsett fra når bestanden er liten ((Lindstrøm et al. 2009). Dette bunner blant annet i at lodde har nesten total gytedødelighet. Fordi livssyklusen er kort, vil det være rekrutteringsvikt som først og fremst raskt fører til dramatiske bestandssvingninger. Dette er typisk i kortlivete arter som har stor reproduksjonsevne men bare produserer en til to ganger i løpet av livet, har rask vekst og er tolerante for vekslende miljøforhold (Pianka 1970).

### Hvorfor skjedde det?

For sild og torsk påvirkes rekrutteringen av temperatur. Rekrutteringen er relativt dårlig i kalde år og jevnt over bedre i år med høyere temperatur. Dette ser ut til å være en kombinert effekt av at temperatur fører til økte mengder byttedyr og virker direkte på fiskens vekstrate (Ottersen og Loeng 2000). På grunn av overfiske og kalde år med dårlig rekruttering var bestanden av norsk vårgytende sild kollapset fra slutten av 1960-tallet til begynnelsen av 1980-tallet, og lite sildeelarver kom drivende inn i Barentshavet (Hamre 1994, Toresen og Østvedt 2000). Fredning bidro til vekst i sildebestanden. I 1983 var det relativt varmt og rekruttering av både sild og torsk var god. Som følge av dette



**Figur 2.1.2.3**

Totalbestanden av ungsild og torsk (moden og umoden fisk) i Barentshavet, samt rekrutteringen av lodde (1-åringer) i perioden 1972-2008. Kollapsen av loddebestanden i 1986, 1993 og 2003 sammenfaller med en betydelig mengde ungsild i Barentshavet.

økte predasjonen på loddelarver fra sild (Hjermann et al. 2004, Ciannelli et al. 2005). Dette førte til rekrutteringsvikt i 1984 og 1985 og dermed kollaps i bestanden (Hjermann et al. MS). Flere analyser tyder på at det betydelige fiskepresset på loddebestanden ikke spilte noen betydelig rolle for å utløse kollapset (Gjøsæter 1995, Hjerman et al MS). Gjenoppbyggingen av loddebestanden kan imidlertid ha blitt forsinket av et fortsatt fiskeri til våren 1986 siden larveoverlevingen i 1986 var svært god og en større gytebestand kunne ha produsert en mye sterkere årsklasse allerede da (Gjøsæter 1995).

#### Hvor står vi i dag?

Etter 1986 har loddebestanden kollapset ytterligere to ganger, i 1993 og i 2003. Alle de tre kollapsene har vart i 4-5 år. I alle tilfellene ser økt predasjon fra sild ut til å være hovedårsaken (Figur 2.1.2.3, Gjøsæter og Bogstad 1998, Mikkelsen og Pedersen 2006). En stor bestand av ungsild i Barentshavet er imidlertid en nødvendig, men ikke tilstrekkelig betingelse for at loddebestanden skal kollapse. Verken torskebestanden eller det direkte loddefisket ser ut til å ha hatt en fremtredende og direkte effekt på noen av kollapsene i bestanden (Gjøsæter 1995, Hjermann et al. MS). I tillegg til stor sildeb Bestand må det åpenbart også være overlapp i tid og rom mellom sild og loddelarver for å utløse predasjon. Trolig er graden av overlapp et viktig styrende elementet for å utløse rekrutteringsvikt og siden kollaps. Det er likevel enda ingen full forståelse av prosessene som fører til kollapsene i loddebestanden i Barentshavet.

Som antydnet ovenfor, fører kollapsene i loddebestanden til endringer i en rekke andre komponenter i økosystemet i Barentshavet. Et viktig trekk er at sild erstatter lodde som den viktigste planktonbeiteren. Kun lodde og polartorsk kan utnytte den store produksjonen langs iskanten, og av disse to er det bare lodde som "transporterer" denne produksjonen til de sentrale og sørlige delene

av havområdet. Samtidig kan en relativt liten biomasse av sild blokkere reproduksjonen til lodde og dermed erstatte en stor biomasse av lodde. Energifytten og strukturen i økosystemet endres derfor betydelig når loddebestanden kollapse (Hjermann et al. 2004).

Under de to siste loddekollapsene har effektene på loddas predatorer (torsk, grønlandssel, lomvi m.fl.) vært mye mindre enn under det første loddekollapset (Gjøsæter et al. 2009). Dette skyldes blant annet at det har vært en annen størrelses-sammensetning i torskebestanden, og mer alternativt fiskebytte tilgjengelig for predatorerne under disse kollapsene enn under det første kollapset. Stor torsk er den mest betydelige kannibalen og den er det blitt mindre av. I dag kan vi derfor forvente at svikt i tilgangen på lodde i mindre grad vil føre til kannibalisme på ungtorsk enn tilfellet var tidligere. Modellanalyser viser at fiskeri har liten direkte betydning for loddebestanden, men den påvirker størrelsesstruktur og mengde av torsk og dermed indirekte også lodden (Lindstrøm et al. 2009).

#### Oppsummering

En sentral lærdom er at man ikke kan forstå hvordan naturlige prosesser bidro til kollapsen i loddebestanden i 1986 uten kunnskap om en del sammenhenger i økosystemet. Økt temperatur var involvert, men dette virket ikke direkte. Snarere virket det indirekte gjennom økt rekruttering av sild som noen år senere ble en viktig utløsende faktor for kollapsen. Uten kunnskap om sammenhengene mellom sild og lodde har man ikke mulighet til å tilpasse forvaltningen til denne samlede effekten som temperatursvingninger og fiskerier på denne måten har på viktige fiskebestander. Videre viser eksemplet at man trenger kunnskap om sammenhengen mellom disse fiskebestandene og de øvrige delene av økosystemet for å kunne forstå den samlede effekten på økosystemet som helhet.

#### 2.1.3 Implikasjoner for arbeidet til Overvåkingsgruppen

Eksemplene viser at en kan styrke mulighetene til å forstå samlet påvirkning av ulike faktorer på et økosystem dersom en har kunnskap om hvordan de ulike artene påvirker hverandre. Om det er menneskeskapte påvirkninger som er viktige drivkrefter, så har forvaltningen en viktig rolle for å styre at ingen uopprettelig endring skjer. Det er lite forvaltningen kan gjøre for å påvirke naturlige prosesser, men kjennskapen til slike er viktig for å kunne forvalte et dynamisk økosystem på en bærekraftig måte og under store svingninger tilrettelegge ressursuttak for å unngå at skadevirkninger på systemet og brukerne. For å kunne forstå økosystemet tilstrekkelig, er det særlig viktig å finne fram til nøkkelartene, som har de største rollene som drivkrefter i prosessene, og å forstå sammenhengene mellom disse artene og de øvrige delene av økosystemet. Overvåkingsgruppen bør derfor arbeide med å få frem kunnskap om hvordan de ulike indikatorene kan påvirke hverandre og andre elementer i økosystemet i Barentshavet, og vurdere om noen indikatorer er viktigere enn andre i å gi innsikt og forståelse av sammenhengene i økosystemet.

Dette innebærer arbeid på tre felter:

- Samle eksisterende kunnskap om hvordan indikatorene henger sammen med andre komponenter i økosystemet. Denne oppgaven tilligger Overvåkingsgruppen i sin helhet.
- Gjøre ny forskning på sammenhenger som man tror er viktige, men har for lite kunnskap om. Overvåkingsgruppen bør i arbeidet med indikatorene identifisere slike kunnskapsbehov og bidra til at de blir rapportert (gjennom Faglig forums rapporter).
- Dersom det er nødvendig, utvikle indikatorene slik at de gir bedre informasjon om sammenhenger mellom den enkelte indikator og andre deler av økosystemet.

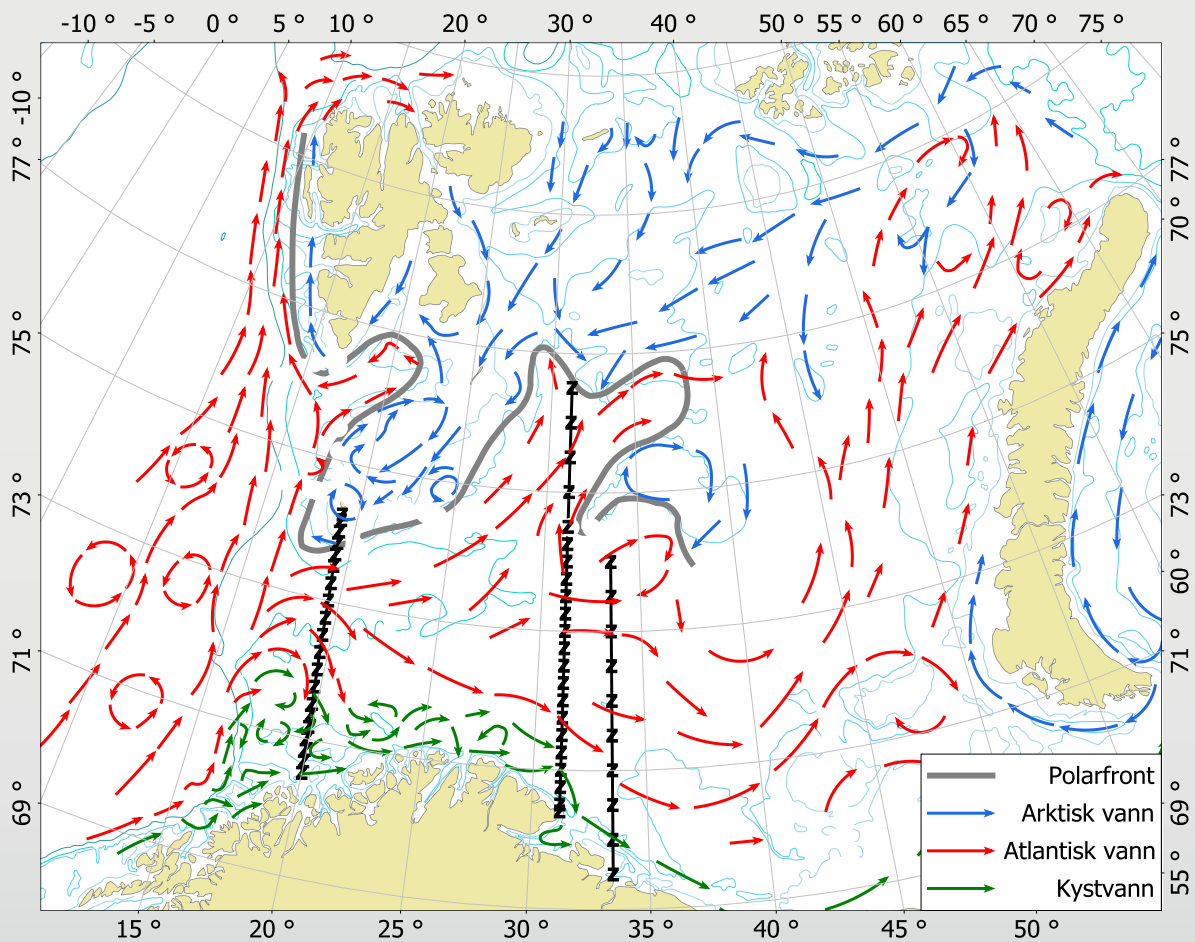
# Kapittel 3

Beskrivelse av  
havområdet

# 3.1

## Overvåkingsplattformer

Barentshavet avgrenses i vest av Norskehavet og i øst av Novaya Semlja. Havet ligger på kontinentalsokkelen mellom 70°N og 82°N, fra norskekysten i sør til kanten mot Polhavet i nord. Arealet er ca 1.6 mill km<sup>2</sup>. Gjennomsnittlig dybde er på ca 230m og varierer fra store grunnområder med ca 100m til dype renner på ca 400m. Økosystemet påvirkes av kaldt vann fra Polhavet som møter varmt vann fra Atlanterhavet og norskekysten. Området der disse vannmassene møtes kalles polarfronten. Strømsystemene i Barentshavet er styrt av topografien på bunnen, der dype renner og bankområder danner løp og barrierer for vannmassene. Hvert sekund strømmer ca 2 mill tonn varmt vann inn i Barentshavet fra sør. Variasjoner i temperatur og mengde, gjennom året og fra år til år, bestemmer store deler av variasjonene i økosystemet. Overvåking av et havområde på størrelse med Barentshavet er en krevende oppgave, og det trengs i overveiende grad feltaktivitet på havet for å gjennomføre en slik oppgave. I tillegg til Barentshavet omfatter overvåkingen som er definert i forvaltningsplanen også havområdene rundt Svalbard og utenfor Lofoten.



**Figur 3.1**

Viktige trekk ved sirkulasjonsmønsteret for vannstrømmer i Barentshavet. Snittene Fugløya-Bjørnøya, Vardø-Nord og Kolasnittet er angitt med målepunkter.

I St.meld. nr. 8 (2005-2006) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) legges det opp til utvikling av et system for samordnet overvåking av økosystemets tilstand, og overvåkinggruppen er et viktig element i dette. Gruppens mandat til å koordinere slik overvåkingsevne må bygge på god kunnskap om pågående overvåkingsevne. Overvåking av et havområde på størrelse med Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er en krevende oppgave og for å kunne gjennomføre en rasjonell overvåking trengs funksjonelle "overvåkingplattform". Dette er alt fra faste plattformer som satellitter, fly, skip, småbåter og kontinuerlige stasjoner for innsamling av data til tidsbegrensede prosjekter (plattformer) som gjerne er knyttet opp mot spesifikke problemstillinger.

Det er mange brukere av den kunnskapen som genereres fra de forskjellige overvåkingplattformene som er i funksjon, og det er en lang rekke institusjoner som samler inn, bearbeider, og rapporterer informasjon om økosystemet i Barentshavet. Mange av disse institusjonene bruker de samme overvåkingplattformene. Overvåkinggruppen ønsker her å presentere en systematisk fremstilling av de plattformer som bidrar med data til de indikatorene som er i bruk i dagens overvåkingssystem, og hvilke institusjoner som benytter disse plattformene.

### 3.1.1 Satellitt- og flybaserte observasjoner

Det brukes en god del satellittbaserte observasjoner for å overvåke parametre knyttet til havets overflate, som for eksempel isdekke, temperatur og primærproduksjon. Dette er ofte data som også samles inn til andre formål og det kreves betydelig bearbeiding for å legge disse observasjonene til rette for de indikatorene som brukes av overvåkinggruppen. Indikatoren som henter informasjon fra satellitter er først og fremst isutbredelse.

Satellittsporing og direkte observasjoner av fartøy bidrar til overvåking av fiskerikaktivitet og registrering av fartøyers gjennomfart.

### 3.1.2 Skipsbaserte observasjoner

Norge har lange tradisjoner med havforskning og i Barentshavet var allerede de tidligste toktene på 1800-tallet fokusert på oppgaven med å beskrive områdets fysiske og biologiske karakter. Slike undersøkelser må likevel gjennomføres årlig, og ofte flere ganger for året, for å kunne følge trendene i utviklingen.

Havforskningsinstituttets toktvirksomhet er den langt største for kartlegging av

havområdet og har i de siste 5 år fokusert på dekning av hele forvaltningsplanområdet med 3 fartøyer i august og september. Disse økosystemtoktene er et samarbeid med forskningsinstituttet PINRO i Murmansk som bidrar med 2 fartøyer i samme periode i russisk sone. Data samlet inn under disse toktene brukes til rapportering av følgende indikatorer: temperatur, saltholdighet og næringsalter, plankton uttrykt som klorofyll a, dyreplanktonbiomasse, artssammensetning av dyreplankton, biomasse og utbredelse av ungsild og kolmule, gytebestand av lodde, blåkveite og ueartene, artssammensetning og mengde av bunndyr i forskningstrål, romlig fordeling av sjøpattedyr, forekomst av snøkrabbe, forurensing i fisk og reker, forurensing og tungmetaller i sedimenter og radioaktivitet.

I tillegg til disse økosystemtoktene har både Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt andre tokt med forskningsfartøy i forvaltningsplanområdet til andre tider av året. Disse toktene bidrar med observasjoner til indikatorene gytebestand av torsk, og forurensing i isbjørn og ringsel. En lang rekke institusjoner deltar og samler inn egne observasjoner på disse toktene, samtidig som Havforskningsinstituttet også samler inn observasjoner på oppdrag fra andre institusjoner.

I regi av MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen) samles det inn data om søppel på noen utvalgte strender på Svalbard.

Langs kysten av Norge utføres det årlige feltundersøkelser i regi av Statens forurensningstilsyn sitt Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP). Programmet samler inn informasjon om konsentrasjon av marine miljøgifter i sedimenter, blåskjell og torsk.

I forbindelse med offshorevirksomheten er operatørene pålagt å utføre grunnlagsundersøkelser i Barentshavet før de kan starte leteboring. Oppstart av overvåking skjer i forbindelse med oppstart av aktiviteten i en region. Miljøovervåking offshore foregår i regioner hvor hver region undersøkes hvert tredje år.

Feltaktivitet, spesielt til vanns, er en relativt kostbar måte å samle inn observasjoner på og det legges stor vekt på å utnytte fordelene ved å gjøre så mange forskjellige observasjoner som mulig underveis.

### 3.1.3 Kontinuerlige stasjoner

Målestasjonen på Zeppelin-fjellet er den eneste fast oppsatte målestasjonen som leverer målinger som inngår i overvåkingens sett av observasjoner. Her

måles tilførsler av fremmedstoffer gjennom atmosfæren og det finnes lange tidsserier for følgende komponenter: PCB, PAH, DDT, HCH, HCB, pesticider, CO, CO<sub>2</sub> (SU, Sverige), metan, klimagasser og erstatningsstoffer, kvikksølv, sporelementer, svovelkomponenter, nitrogenkomponenter, kjemisk karakterisering av partikler i luft og uorganiske hovedkomponenter i nedbør.

### 3.1.4 Tidsbegrensede program og prosjektaktiviteter

#### MAREANO

MAREANO ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)) er et program for kartlegging av havbunnen i norske kyst- og havområder; fysisk, kjemisk og biologisk. I perioden 2006-2010 fokuseres det på områdene utenfor Lofoten og i det sørlige Barentshavet til den norsk-russiske grensen. Informasjon fra MAREANO bidrar til å bedre kunnskapsgrunnlaget for de områdene i forvaltningsplanen som ikke er åpnet for petroleumsvirksomhet før revidering av forvaltningsplanen i 2010 finner sted. På bakgrunn av dette, vil områdene Nordland VII, Troms II og Eggakanten prioriteres i den videre kartleggingen, inklusiv områdene dypere enn 1000 m.

#### SEAPOP

SEAPOP (*seabird populations*, [www.sea-pop.no](http://www.sea-pop.no)) ble startet i 2005 for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og er et helhetlig og langsiktig overvåking- og kartleggingsprogram for norske sjøfugler. Programmet er per 2008 landsdekkende og vil bidra til å fremskaffe og vedlikeholde grunnleggende kunnskap om sjøfugl. Det er spesielt fokusert på innhenting av data som gjør det mulig å modellere effekter av menneskets inngrep og skille disse fra det som primært skyldes naturlig variasjon. Arbeidet organiseres og utføres av Norsk institutt for naturforskning (NINA) i samarbeid med Norsk Polarinstitutt (NP) og Tromsø Museum, Universitetsmuseet (TMU), og er så langt finansiert av Miljøverndepartementet (MD), Olje- og energidepartementet (OED) og Oljeindustriens Landsforening (OLF).

SEAPOP tar sikte på å kartlegge fordelingen av hekkende, mytende (myte = fjærskifte), rastende og overvintrende sjøfugl i antall, tid og rom i hele planområdet. Sjøfuglenes fordeling i havområdene programmet dekker vil primært bli modellert ved hjelp av tverrfaglig kunnskap om de ulike miljøfaktorene de er påvirket av. Det nasjonale overvåkingprogrammet for sjøfugl har pågått siden 1980-tallet og er nå en integrert del av SEAPOP. I tillegg til bestandsutvikling overvåkes nå også reproduksjon, voksenoverlevelse og diett til et utvalg arter på nøkkellokale-

liteter spredt over forvaltningsplanområdet (Røst, Anda, Hjelmsøya, Hornøya, Bjørnøya og Vest-Spitsbergen). Gjennom programmet vil det også bli gjennomført en rekke mer kortvarige prosjekter, bl.a. innrettet mot å løse viktige spørsmål om økologi og habitatvalg til sjøfugl som er særlig sårbare for visse miljøpåvirkninger eller på annen måte har spesiell interesse eller verneverdi.

Feltaktivitet knyttet til tidsavgrensede prosjekter finansiert gjennom nasjonale og internasjonale forskningsmidler, er en viktig plattform for innsamling av ny kunnskap med potensial for etablering av overvåkingsserier. ARCTOS-nettverket (Arctic marine ecosystem research network) har bidratt betydelig gjennom prosjektene CABANERA (carbon flux and ecosystem feed back in the northern Barents Sea in an era of climate change), til å kartlegge polarfronten og den marginale issonen, og har bidratt til ny kunnskap om de fysiske forhold og primærproduksjonen i disse områdene.

Indikatorer som bruker informasjon fra slike tidsbegrensede program og prosjektaktiviteter er fra CABANERA: biomasse og produksjon av planteplankton ved iskanten, samt planktonproduksjon i hele Barentshavet; MAREANO: utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn, forekomst av kongekrabbe og fremmede, sårbare og truede arter; SEAPOP: romlig fordeling av sjøfugl. For alle disse indikatorene er det ønskelig å gjøre innsamling av informasjon til en permanent virksomhet, og det er noe arbeid på gang for å få til dette.

### 3.1.5 Andre plattformer (aktivitetsrapportering)

Fiskefartøy og handelsfartøy som trafikkerer området er pålagt forskjellige typer rapportering. Fiskefartøy sender sine posisjoner på faste tidspunkt, og disse observasjonene gir grunnlag for beregning av fiskeriaktiviteten i hele området. Indirekte vil slik kartlegging også fortelle om fordelingen av de viktigste artene som inngår i de respektive fiskeriene.

Det rapporteres også fangstmengde av de forskjellige artene fordelt på statistiske områder i hele Barentshavet og samlet kan denne informasjonen gi grunnlag for å beregne fiskerienes påvirkning på økosystemet. Overvåkingsgruppen vil foreslå at denne informasjonen utvikles til en egen indikator for fiskerienes påvirkning.

### 3.1.6 Vurdering av plattformenes funksjonalitet for en økosystembasert overvåking

Biologisk er de forskjellige tematiske plattformene ofte styrt ut i fra et ressursperspektiv. Dette medfører forholdsvis god informasjon om de høstbare ressursene, men noe mangelfull informasjon om arter som faller utenom denne kategorien. I et økosystemperspektiv er det ønskelig med et større fokus på temaer som faller utenom ressursbegrepet, for eksempel bunndyrsamfunnet.

Hovedplattformen i dagens overvåking er Havforskningsinstituttet sin dekning av Barentshavet i august-september de siste 5 årene. Dette området var også dekket av fartøy i samme tidsrom tidligere, men innsamling av observasjoner var ikke koordinert på den måten det har vært de siste år.

En slik koordinert innsamling synes å være kostnadseffektiv og bidrar til samtidige observasjoner som gir grunnlag for en god beskrivelse av endringer i økosystemet.

Det er med bekymring at overvåkingsgruppen noterer seg at Havforskningsinstituttet vil redusere denne feltaktiviteten i betydelig grad i 2009. For 2009 skal det ikke gjennomføres økosystemtokt, men enkelttokt for lodde og årets yngel av alle fiskeslag (0-gruppe).

For indikatorene som går på utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn, fremmede arter og sårbare og truede arter mangler det systematisk overvåking. For alle disse indikatorene er det ønskelig å gjøre innsamling av informasjon til en permanent virksomhet. For indikatoren om artssammensetning og mengde av bunndyr i forskningstrål er det et stort materiale som foreligger, men som ikke er bearbeidet. En bearbeiding av dette datamaterialet vil gi oss verdifull informasjon om bunndyrforholdene i det nordøstlige Barentshavet.

Detaljeringsgraden i målinger fra feltbasert overvåking er ofte ikke god nok, verken i tid eller rom, til å gi et ønsket bilde av økosystemet. Bruk av egnede modeller for egenskaper og sammenhenger i økosystemet sammen med hensiktsmessige beregninger kan gi resultater som i stor grad kan supplere informasjonen fra feltaktivitet. Resultater av slike beregninger kan også bidra til at tolkingen av informasjonen fra indikatorene kan gjøres lettere og mer forståelig for forvaltningen og folk flest.



Status for  
indikatorene

# Kapittel 4

# 4.1

## Havklima

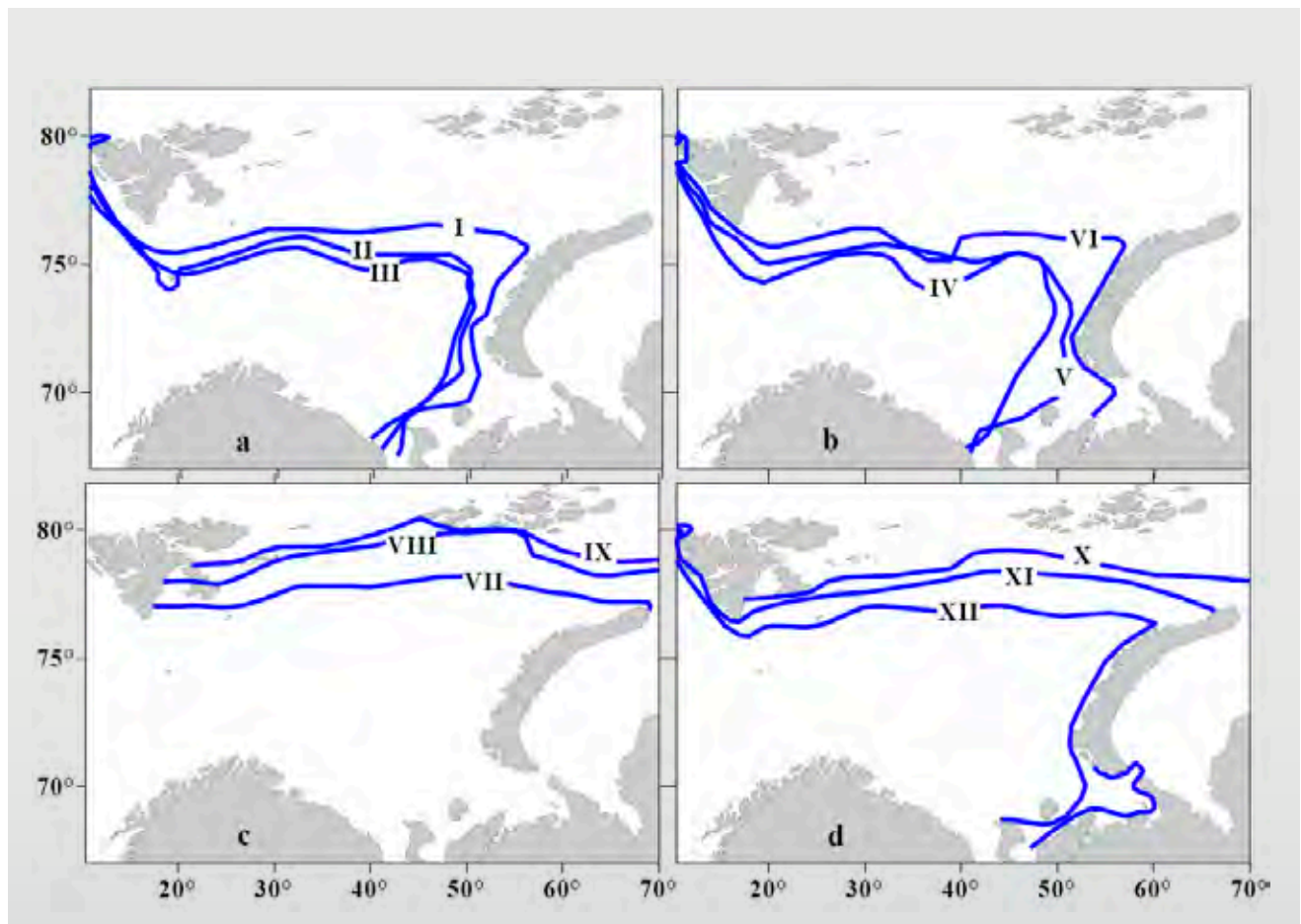
I dette kapitlet vil de indikatorene som er listet i forvaltningsplanen bli gjennomgått. Noen få indikatorer er enda ikke klare for rapportering. De fleste indikatorene er nå vel etablert og fungerer bra. Det er imidlertid et stort potensial for videre utvikling, og flere av indikatorene som presenteres vil bære klart preg av dette. Klassifisering av indikatorene som tilstandsindikatorer og indikatorer for menneskelig påvirkning, er i henhold til kriterier som er beskrevet i Indikatorrapporten. I beskrivelsen av indikatorene er det også gitt en punktliste som relaterer indikatoren til datakilder, referanseverdier og tiltaksgrenser.

Det er også gitt en kort referanse til hvordan den enkelte indikator berører de verdifulle og sårbare områdene (VSO) i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Disse områdene er gitt i forvaltningsplanens kapittel 3.2 om særlig verdifulle og sårbare områder og omhandler havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket, inkludert Eggakanten (Lofoten),

Tromsøflaket, kystnære områder for øvrig – fra Tromsøflaket til grensen mot Russland (Kystnært), Iskanten, Polarfronten og kystnære havområder rundt Svalbard inkludert Bjørnøya (Svalbard).

De tre indikatorene som presenteres for havklima søker å gi et bilde av situasjonen for det fysiske produksjonsmiljøet i

Barentshavet. Tilgjengelig åpent vannareal gjennom vekstsesongen, temperatur i disse vannmassene og netto innstrømming av næringsrikt vann fra Atlanterhavet er sentrale indikatorer i en slik beskrivelse. Indikatorne må ses på som indirekte indikatorer for egenskaper i det fysiske miljøet. Ytterligere kommentarer blir gitt under evaluering lengre bak i rapporten.



**Figur 4.1.1.1**  
Langtidsposisjon (middelverdier) for iskant i Barentshavet i første (a), andre (b), tredje (c) og fjerde (d) kvartal av et år. Romertall viser utbredelsen for enkelte måneder. Fra Zubakin 1987.



#### 4.1.1 Isutbredelse i Barentshavet

##### Institusjoner

Norsk Polarinstitutt (NPI), Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt (met.no)

##### Forfattere:

Sebastian Gerland (NPI), Stein Tronstad (NPI), Olga Pavlova (NPI) og Randi Ingvaldsen (Havforskningsinstituttet)

##### Datagrunnlag:

NSIDC, <http://nsidc.org/data/nsidc-0051.html> og iskart fra Den Nasjonale Iskarttjenesten ved Meteorologisk institutt (Informasjon fra ulike satellitter og observasjoner).

##### Referanser til data:

Stiansen and Filin, 2008.

##### Type indikator

Tilstandsindikator

##### Referanseverdi

Midlere verdier 1979-2008

##### Tiltaksgrense

Ingen

##### SVO-relevans

Iskanten – Polarfronten – Svalbard

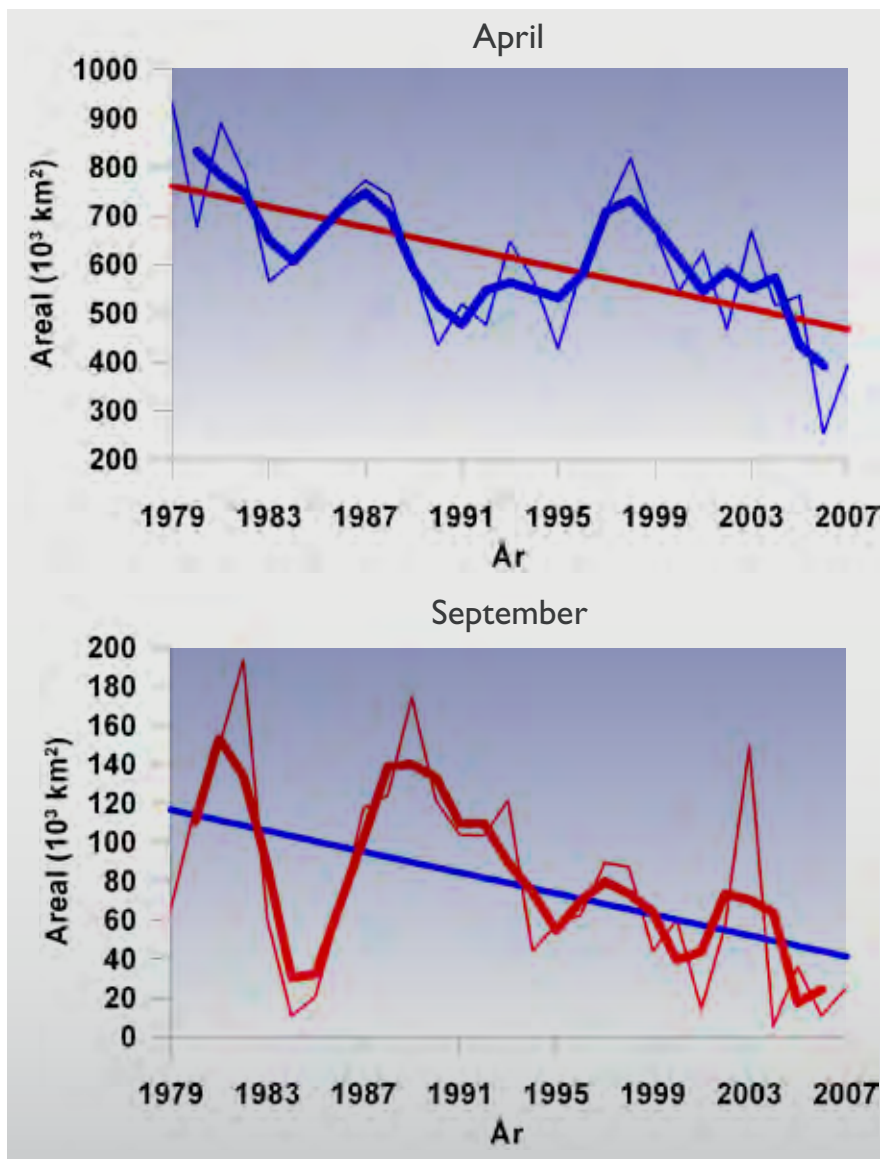
Isutbredelse i Barentshavet er et sesongmessig fenomen. Isfrysingen starter vanligvis i oktober i de nordlige og østlige delene av området, og iskanten trekker seg sørover og vestover gjennom vinteren (Figur 4.1.1.1). Maksimal isutbredelse er vanligvis i april. Utover våren når solinnstrålingen øker starter vårmeltingen og iskanten trekker seg nordover og østover. Den prosessen foregår frem til slutten av august og første halvdel av september, og havområdet har oftest et sesongminimum i isutbredelse i september.

Havområdet er karakterisert av store mellomårlege variasjoner i isforhold (se fig. 4.1.1.2). Variasjon i isutbredelse er nært knyttet til mengder instrømmende atlantisk vann og nordlige vinder i de Nordiske hav (Sorteberg og Kvingedal, 2006), samt isflukser fra Nordpolbassenget til Barentshavet. Isen har en relativt kort (1-2 år) responstid til temperaturendringer i atlantisk vann; distribusjon av sjøis i det østlige Barentshavet endres vanligvis

litt senere enn i den vestlige delen. Russiske beregninger antyder en nedadgående trend (3.5% per tiår) i omfanget av havis siden slutten av 1960-årene (Stiansen og Filin, 2009).

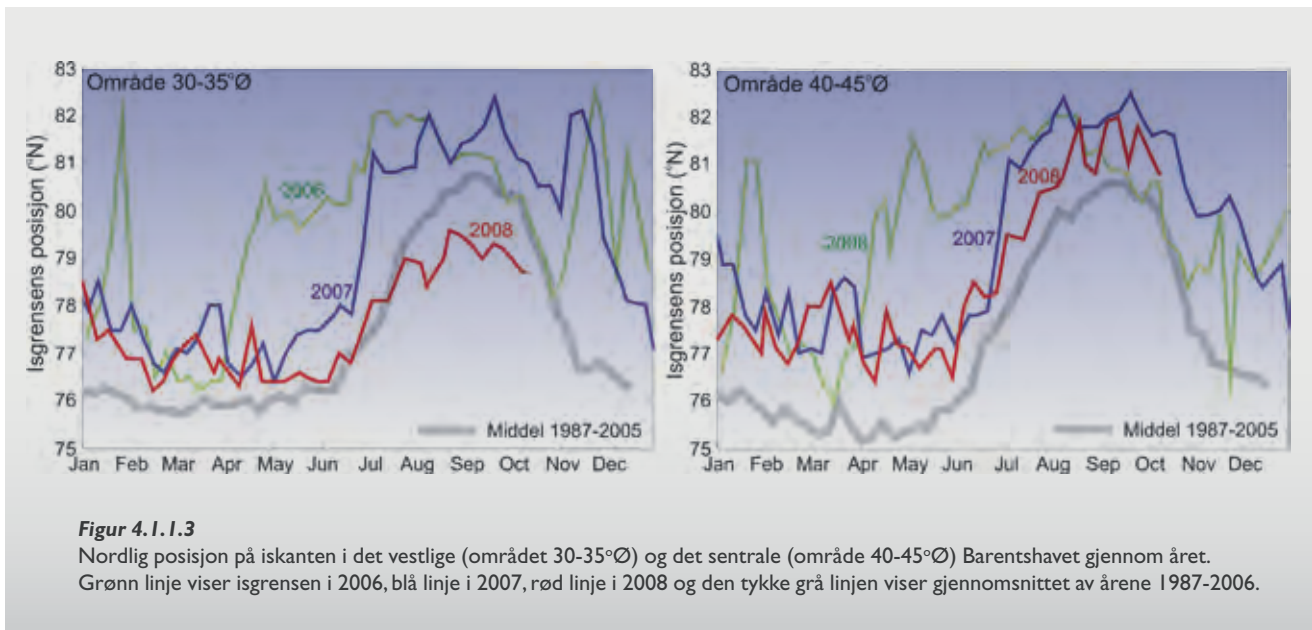
Ved utgangen av vinteren kan isen i det nordlige Barentshavet bli inntil 130-150 cm tykk (Stiansen og Filin, 2009). Under påvirkning av vind, strømminger og tidevann, vil det være hyppige bevegelser i isen og det dannes drivis. I løpet av vinteren kan tykkelsen av drivisen i det sørøstlige Barentshavet komme 70-80 cm. Istykkelse i Barentshavet blir også overvåket på fastis ved Hopen. Slike observasjoner gjennomføres siden 1966, og man kan se en tilbakegang i istykkelse med omtrent 10 cm per tiår (Gerland et al. 2008).

For Barentshavet er midlere isutbredelse beregnet for månedene april og september i perioden 1979-2007 innenfor et nærmere angitt areal. Isutbredelsen er målt som arealer med iskonsentrasjon over 15%. Tids-



**Figur 4.1.1.2**

Isutbredelse for Barentshavet 1979-2007 (terskel: > 15% iskonsentrasjon; data er basert på observasjoner fra passive mikrobølgesatellitter) mens det er maksimum utbredelse (april) og minimumsutbredelse (september). Det er vist månedsmiddelverdier (tynne kurver), løpende middelverdier over 3 år (april og september henholdsvis; tykk linje), og den lineare trenden. Det blir tydelig at den mellomårlege variasjonen er stor, men også at trender er tydelig både ved maksimums- og minimumsutbredelse. 2008 data er ikke inkludert i diagrammene fordi datakvaliteten er lavere før data er igjenprosessert (gjøres ett år etter observasjonen).



**Figur 4.1.1.3**

Nordlig posisjon på iskanten i det vestlige (området 30-35°Ø) og det sentrale (område 40-45°Ø) Barentshavet gjennom året. Grønn linje viser isgrensen i 2006, blå linje i 2007, rød linje i 2008 og den tykke grå linjen viser gjennomsnittet av årene 1987-2006.

serien er basert på passive mikrobølgedata fra instrumentene SMMR (Nimbus-7) og SSM/I (DMSP), med en romlig oppløsning på 25 km (figur 4.1.1.2)

For april, måneden med størst isutbredelse i Barentshavet, viser tidsserien en negativ trend i perioden 1979-2007. Men det er også betydelig variasjon i isutbredelse i april mellom år (Figur 4.1.1.2, øvre del). Det kan nevnes at 2006 var et absolutt minimum for aprilisutbredelse i observasjonsperioden 1979-2007.

For september, som representerer sesongminimum, viser tidsserien også en negativ trend for hele perioden (Figur 4.1.1.2, nedre del). Siste gang en enkelt septembeutbredelse lo over trendlinjen var 2003.

De mellomårslige variasjoner i isutbredelsen er generelt så stor i Barentshavet at det trenges et lengre tidsrom enn for eksempel bare 10 år for å gjøre utsagn om trender.

September 2007 har vært en ny minimumsrekord for havisutbredelse i Arktis (siden daglige satelittmålinger foreligger, 1979), med betydelig mindre is enn ved den forrige rekorden i 2005 (se for eksempel Stroeve et al. 2008). Det område som var sterkest påvirket var Nordpolbassenget mellom Alaska og Øst-Sibir, der et stort område ble isfritt. Også i Barentshavet var 2007 et år med lite is på sommeren 2007, mens det samtidig var relativt mye havis i Framstredet vest for Svalbard. Som en følge av lite is i 2007, kommer det til å bli en økt andel av førsteårsis i forhold til flerårsis i polbassenget fremover. Minimumsutbredelsen i september 2008 for helarktis var også veldig lavt, men litt større enn rekorden i september 2007. Det kan konstateres at de to siste sommer 2007

og 2008 skiller seg tydelig fra årene før (1979-2006) med sin veldig lave isutbredelse (Arctic report card 2008).

De mellomårslige variasjoner (minimumsutbredelse) for helarktis korrelerer ikke umiddelbart med mellomårslige variasjoner i Barentshavet. Men trender peker i samme retning. Det trenges mer arbeid for å undersøke forholdet mellom den regionale utviklingen og den panarktiske utviklingen for forskjellige sesonger og forskjellige år.

I forbindelse med det reduserte isdekket som har vært observert i Barentshavet de siste årene, har det også vært endringer i geografisk område og tidspunkt for smeltingen om våren. Dette har stor betydning for primærproduksjonen siden smeltingen skaper et stabilt overflatelag som er en forutsetning for våroppblomstringen nær iskanten. I 2006 var forholdene helt spesielle og isgrensen trakk seg nordover mye tidligere på våren enn vanlig (Figur 4.1.1.3). I de sentrale deler av Barentshavet var isgrensen i mai 2006 helt nord på 80° N, hvilket vil si at området sør for dette som vanligvis stabiliseres av vårsmelting, ikke ble det året. Dette kan ha ført til en endret primærproduksjon i området. Den sesongmessige variasjonen i 2007 var mer som gjennomsnittet selv om isgrensen lå 150-200 km lenger nord enn gjennomsnittet over perioden. Den sterkeste smeltingen både i vestlige og sentrale deler foregikk i juni, 2-4 uker tidligere enn gjennomsnittet. I 2008 var forholdene i det nordvestlige Barentshavet noe spesielle. Om vinteren lå isgrensen betydelig lenger nord enn gjennomsnittet, og selv om vårsmeltingen foregikk samtidig og med samme rate som gjennomsnittet antyder, stagnerende smeltingen allerede i midten av

juli. I området øst av Spitsbergen lå isen sommeren 2008 betydelig lenger sør enn vanlig og områder som de siste årene har vært tilgjengelig for våroppblomstring var i 2008 isdekket. I de sentrale delene av Barentshavet hadde isgrensen den samme sesongmessige variasjonen som er gjennomsnittet over perioden, selv om isgrensen lå noe lenger nord.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer rimelig godt i forhold til det den er ment å belyse. Det kan imidlertid være nødvendig med noen justeringer: Isutbredelse i Barentshavet kan være vanskelig å forstå ved å se på Barentshavet alene. For en god forståelse kan det være nødvendig å se på isutbredelsen i hele eller større deler av Arktis. Justeringer kunne også inneholde et mer detaljert syn på isen, dvs. trekke inn forskjellige istyper og istykkelse, i den grad data er tilgjengelig. Dette ble nå allerede gjort delvis i denne rapporten. Dette vil en komme i mer detalj tilbake til i forbindelse med rapporten for 2009.

#### Økosystem-vurdering

Et økende isdekke etter en periode med svært mye åpent vann hele året vil kunne endre fordelingsmønsteret for en del arter av fisk og sjøpattedyr. Fordeling og mengde av primærproduksjon kan også endres. Forandring av istykkelse og snømengde kan bety endrete lysforhold og dermed habitatforhold for økosystemet tilknyttet isen.

#### 4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringsalter i faste snitt

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Randi Ingvaldsen og Francisco Rey

##### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet. Temperatur og saltholdighetsdata eldre enn 2 år er tilgjengelig hos ICES ([www.ices.dk](http://www.ices.dk)). For andre data, ta kontakt med Havforskningsinstituttet

##### Type indikator

Tilstandsindikator

##### Referanseverdi

Middel over hele måleperioden

##### Tiltaksgrænse

Ingen

##### SVO-relevans

Kystnært - Iskanten - Polarfronten - Svalbard

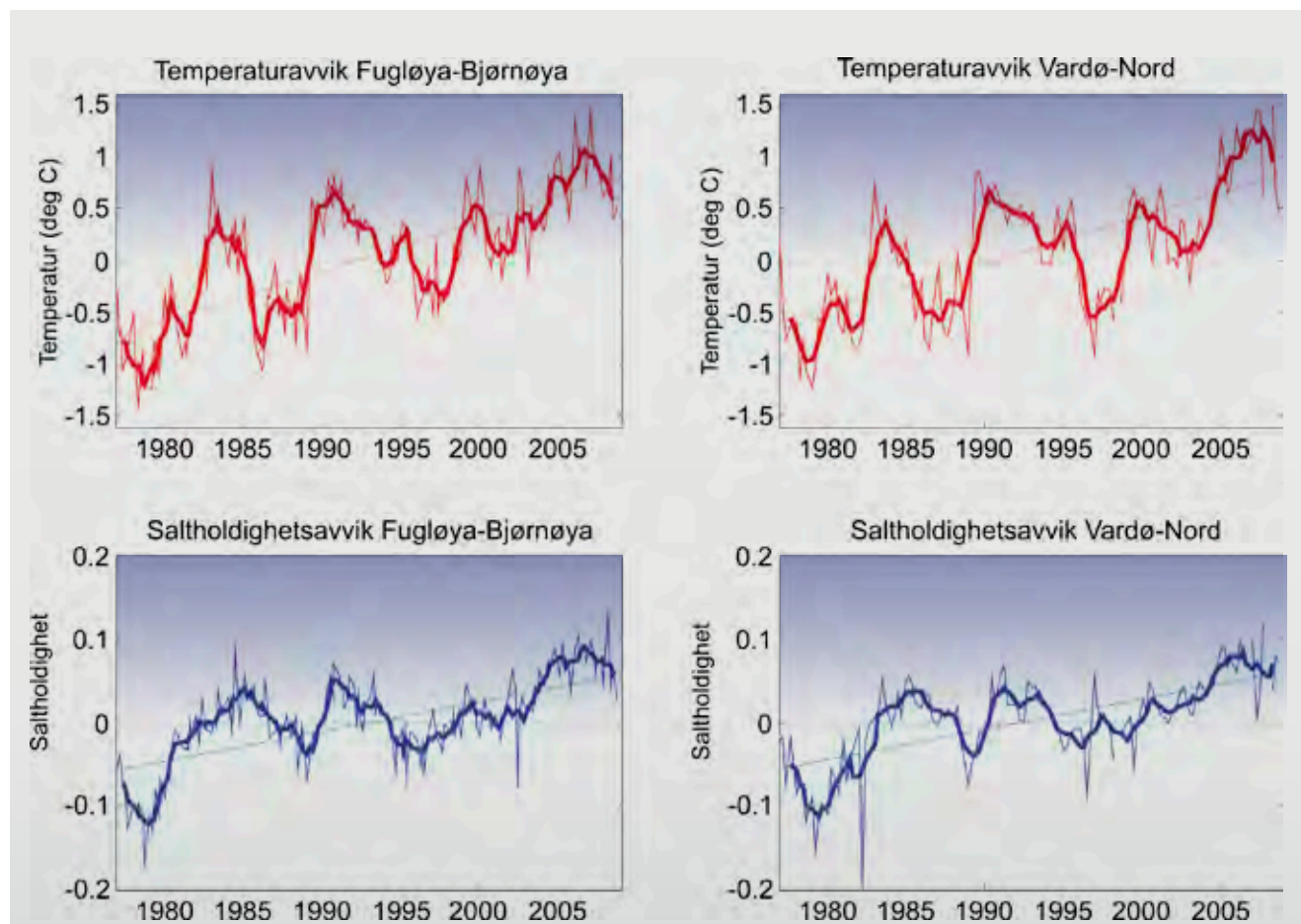
Snittene som er valgt er Fugløy-Bjørnøya og Vardø-Nord, og plasseringen av disse er vist på figur 3.1.1. Disse snittene dekker havstrømmene inn i Barentshavet og tas henholdsvis 6 og 4 ganger per år. Snittene

gir en god pekepinn om klimastatusen i det sørvestlige Barentshavet og viser at temperaturene har hatt en oppadgående trend fra 1977 (Figur 4.1.2.1). Trenden antyder en økning på omkring 1,5°C over denne perioden. Fordi tidsseriene startet på et kaldt tidspunkt i den naturlige klimasyklusen er en oppadgående trend over perioden å vente. Det var imidlertid varmt i Barentshavet også i 1930 og 1950-årene, men ikke fullt så varmt som i de siste årene. Alle årene 2004-2007 hadde faktisk høyere årlig gjennomsnittstemperatur enn det varmeste året under siste varmeperiode (som var 1938).

I 2008 er det fremdeles varmt, men sett under ett er 2008 litt kaldere enn årene før (Figur 4.1.2.1). Figuren antyder at havtemperaturen nå er på vei ned og at vi nå kan vente en kaldere periode eller i hvert fall en stabilisering av dagens temperatur for en periode. En nedgang i temperaturen var ventet fordi 2006 var et rekord-år med svært høye temperaturer både sommer og vinter. De andre årene i perioden 2004-2008 har vært karakterisert av spesielt høye vintertemperaturer. Dette skyldes at luft-

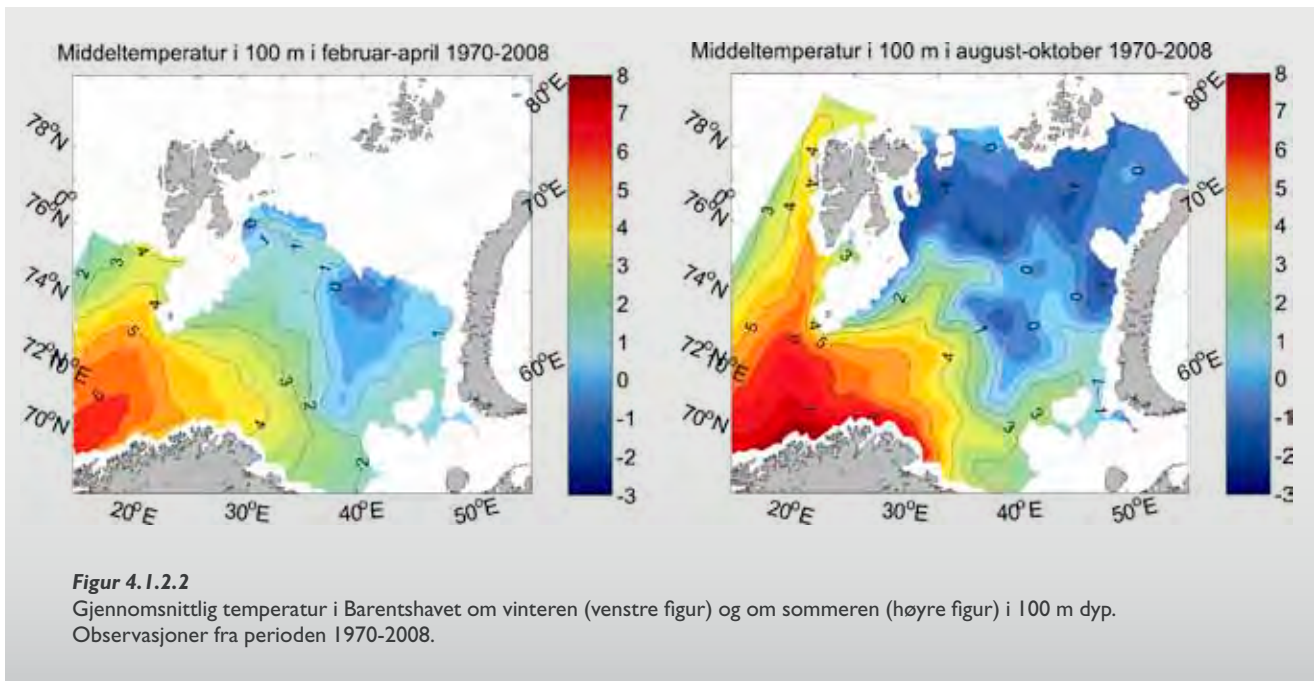
temperaturene har vært mye høyere enn normalt i de siste årene slik at vinteravkjølingen har vært mye mindre enn vanlig. Dette gir en forskyvning i sesongsyklusen i Barentshavet og slik har det også vært i 2008.

Sjøtemperaturene i Barentshavet er på sitt kaldeste i mars fordi luften da har avkjølt havvannet gjennom hele vinteren (figur 4.1.2.2). Sen vinteren 2008 var det imidlertid svært varmt i Barentshavet, og temperaturen i 100 m dyp var 0,5-2°C over langtidsmiddelet i hele det sørvestlige området (Figur 4.1.2.3). Hele den østlige delen var mer enn 1°C varmere enn middelet, og på Vardø-Nord var det et positivt avvik på over 1,5°C, noe som er det høyeste observert siden tidsserien startet (Figur 4.1.2.1). Dette skyldes en kombinasjon av at atlantehavsvannet som strømmer inn i området fra sør var varmt og høye lufttemperaturer gjennom vinteren slik at avkjølingen av vannmassene var mye mindre enn vanlig. Sjøtemperaturene øker utover våren, og er på sitt høyeste i august-september (Figur 4.1.2.2). En streng kuldeperiode i slutten av april sammen med



Figur 4.1.2.1

Temperatur og saltholdighetsavvik i Atlanterhavsvannet i perioden 1977-2008. Figurene til venstre viser snittet Fugløy-Bjørnøya og figurene til høyre viser snittet Vardø-Nord. Tynn linje viser ufiltrerte data, tykk linje 1 års glidende middel og den rette skrå linjen viser trend. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med 30-års middelet fra perioden 1977-2006.



lav innstrømning av atlantehavsvann på våren 2008 (kapittel 4.1.3) førte imidlertid til at den sesongmessige økningen i temperatur var mye mindre enn vanlig i 2008. Avviket i temperatur i forhold til langtidsmiddelet var derfor lavere på sensommeren 2008 enn om vinteren (Figur 4.1.2.3), spesielt i vestlige deler av Barentshavet. I Fugløya-Bjørnøya og Vardø-Nord var temperaturen i august bare omkring 0,5°C over middelet.

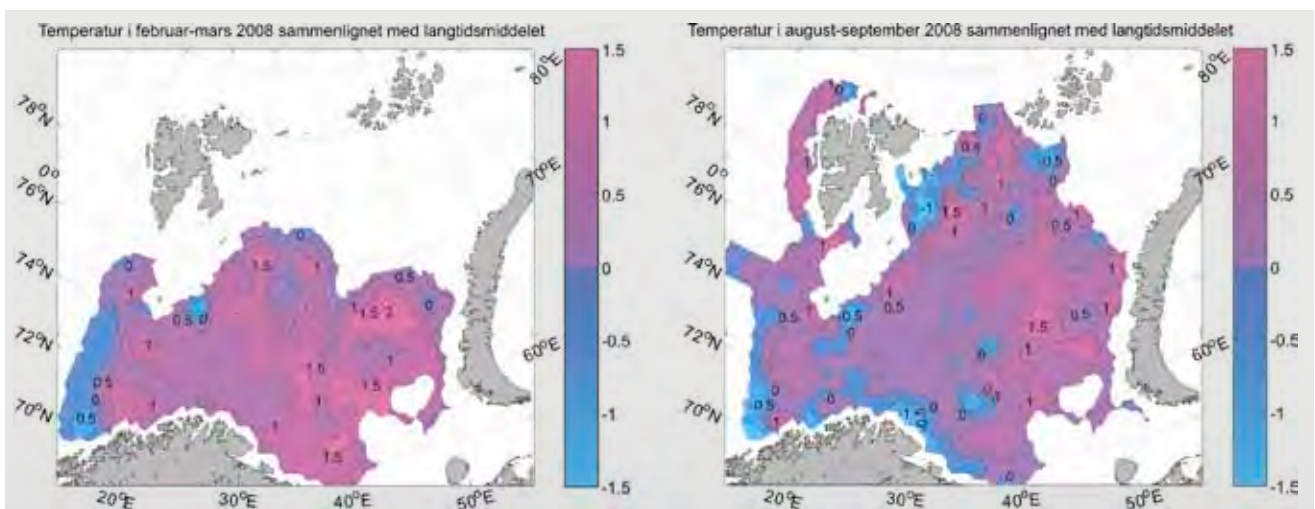
Næringssaltene, spesielt nitrat og silikat, er essensielle for veksten av de vanligste planteplanktonartene i Barentshavet. Deres fordeling om vinteren gir en pekepinn på mengden som er tilgjengelig før vekstsesongen starter om våren. Fordelin-

gen om sommeren gir i tillegg en indikasjon om hvor vellykket planteplanktonets vekst har vært. Pga i Barentshavet finnes det forskjellige vannmasser har man valgt å dele denne presentasjonen i to: en for Kystvannet (saltholdighet under 35 i de øverste 100 m) og Atlanterhavsvannet (saltholdighet over 35 i hele vannsøylen).

Figur 4.1.2.4. viser gjennomsnittskon-sentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i Fugløya-Bjørnøya og Vardø-Nord snittene hvert år i perioden 1995-2008. Det er små forskjeller i næringssaltkonsentrasjonene i Fugløya-Bjørnøya snittet i de tre lagene, noe som tyder på en god vertikalblan-ding av vannmassene om vinteren. De tre

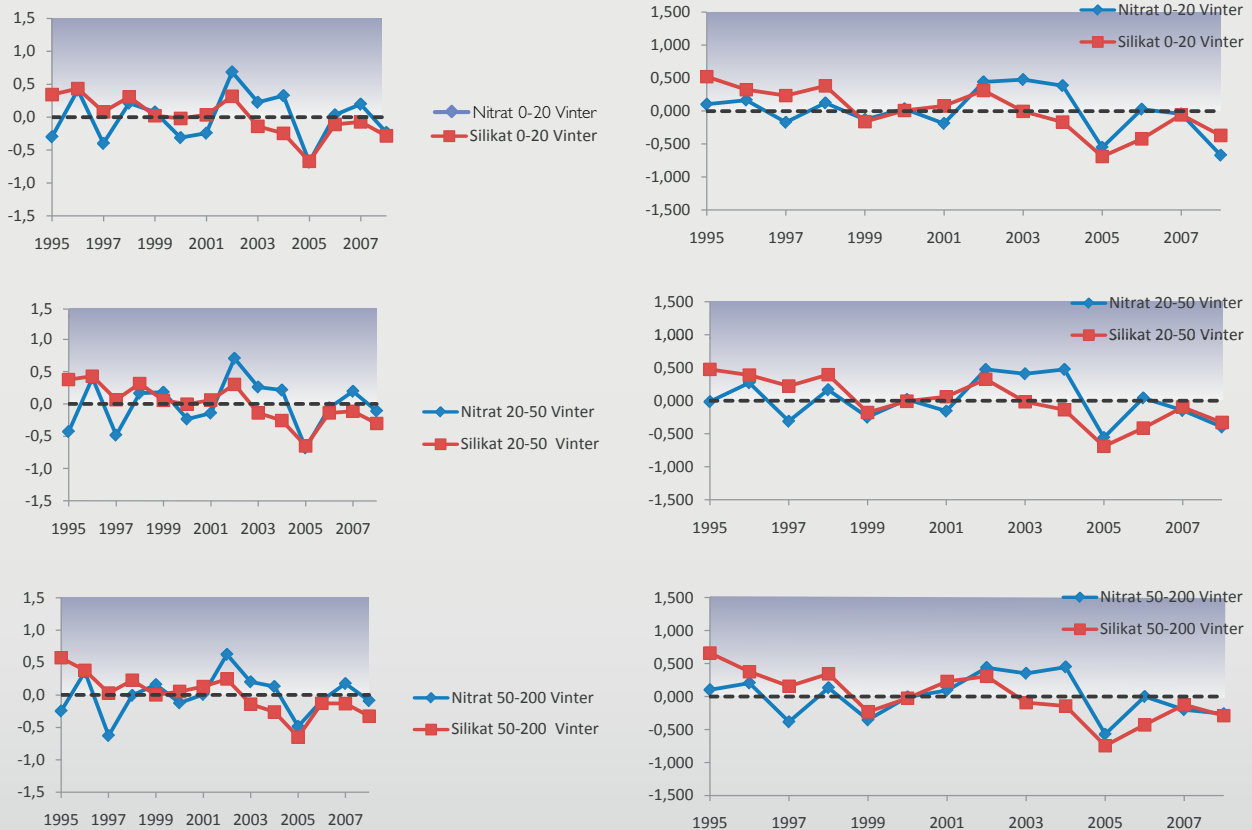
lagene som er valgt for målingene representerer det produktive øverste laget hvor våroppblomstringen finner sted, et mid-lag hvor akkumulering og sinking av planteplankton om sommeren bidrar til et vist konsum av næringssalter, og et dypt-lag der bioproduksjon er minimalt..

Nitrat viser mellomårlege variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 11.1  $\mu\text{mol l}^{-1}$  i de øverste 50 m for hele perioden. Tilsvarende verdi for laget 50-200 m er 11.2  $\mu\text{mol l}^{-1}$ . Silikat viser også liknende variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 4.7  $\mu\text{mol l}^{-1}$ , men den klar nedgående "trend" fra 5.1  $\mu\text{mol l}^{-1}$  i 1995 til 4.1  $\mu\text{mol l}^{-1}$  i 2005 observert i forrige rapport ser ut til å ha stabilisert seg. Silikat konsentrasjoner for



**Figur 4.1.2.3**

Temperaturavvik i 100 m dyp i februar-mars 2008 (venstre figur) og i august-september 2008 (høyre figur). Avvikene er beregnet ved å sammenligne med middelet over hele perioden med tilgjengelige data som er 1970-2008.



**Figur 4.1.2.4**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995 – 2008.

2006, 2007 og 2008 var hhv 4.5, 4.6 og 4.4  $\mu\text{mol l}^{-1}$ .

Tilsvarende forhold som i Fugløya-Bjørnøya snittet finner man i Vardø-Nord snittet, men med noe lavere konsentrasjoner av nitrat og høyere konsentrasjoner av silikat (Figur 4.1.2.4).

Om sommeren er det, pga. biologisk forbruk av nærings saltene i de øverste lagene, større forskjell mellom lagene samt større årlige variasjoner enn om vinteren (Figur 4.1.2.5.). Spesielt i laget 0-20 meter er det stor årlige variabilitet både i nitrat og silikat. Høye verdier tyder på at planteplanktonets vekst er blitt mindre fram til måle tidspunkt enn i årene med lave verdier. Laget 20-50 m viser også en nedgang i nærings saltene i forhold til vinteren men i mindre grad enn laget 0-20 m. I laget 50-200 meter var gjennomsnittet litt høyere enn om vinteren, 11.3  $\mu\text{mol l}^{-1}$  for nitrat og 4.8  $\mu\text{mol l}^{-1}$  for silikat, samtidig som de mellomårlige variasjonene var noe større.

Den nedgående "trend" for silikat i det dypeste laget i perioden 1995-2005 var også tydelig om sommerne 2006, 2007 og 2008. Forholdene i Vardø-Nord snit-

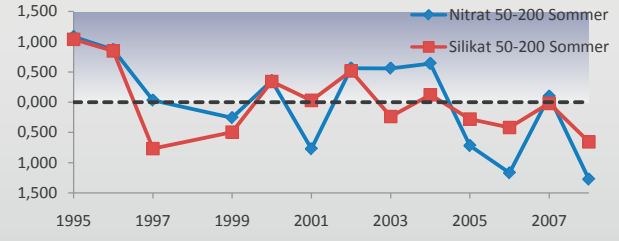
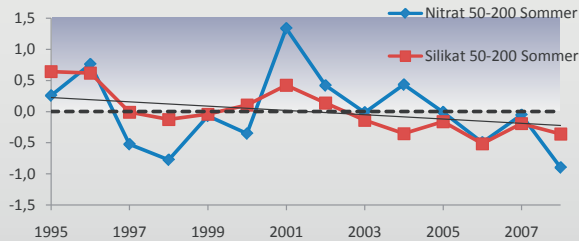
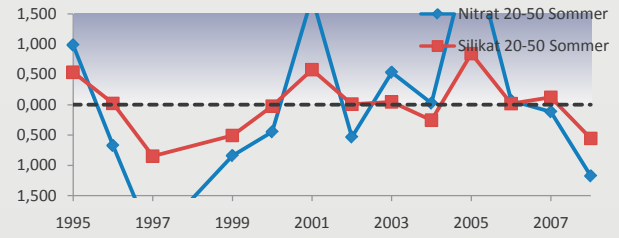
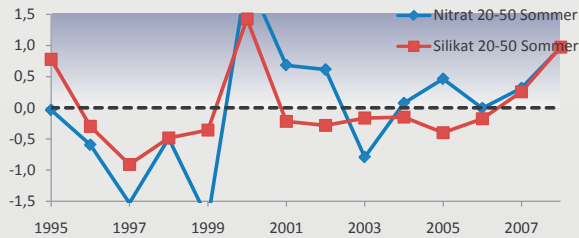
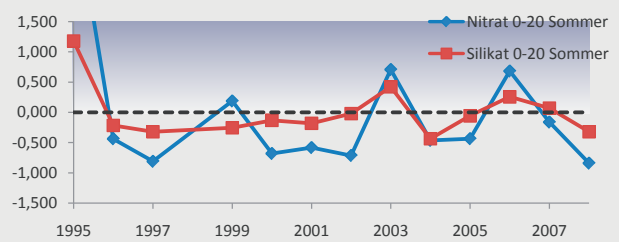
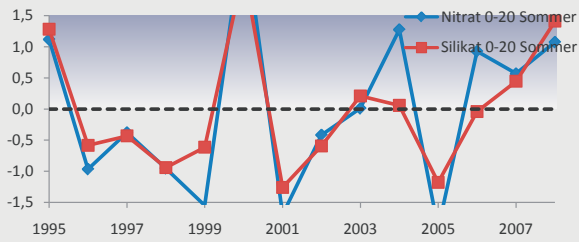
tet om sommeren var stor sett de samme som ved Fugløya-Bjørnøya snittet, men konsentrasjonene av både nitrat og silikat var noe lavere.

Det er ennå ikke klar hva som er årsaken til den nedgående "trend" i silikat men man kan ikke se bortifra at det kan ha en forbindelse med den oppgående "trend" observert både i temperatur og saltholdighet i samme periode. En mer detaljert studie av forholdene, især variasjoner i dypt til blandingslaget i Atlanterhavsvannet i det nordlige Norskehavet om vinteren, kan muligens avsløre årsaken. Nærings saltene blir regenerert i blandingslaget om vinteren. Det dype vinterens blandingslaget blir, mer organisk materiale blir utsatt for remineralisering og dermed større mengder nærings salter blir disponibelt for produksjon etterfølgende våren. Men silikat regenereres saktere enn både nitrat og fosfat samtidig som ofte fjernes fra det øverste laget om sommeren via synkende diatomeer. Disse to fakta kan delvis forklare at, for eksempel ved et grunnere vinter blandingslag, relativt mindre silikat blir regenerert i forhold til nitrat og fosfat. I de siste årene har Atlanterhavsvannet som strømmer inn i området fra sør varmt

Dette kombinert med at vinteravkjøling i Barentshavet vært mye mindre enn vanlig har sannsynligvis ført til en grunnere vertikalblanding og dermed mindre silikat.

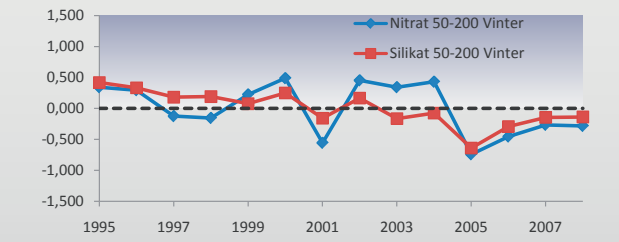
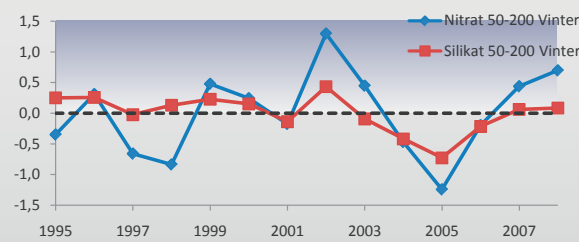
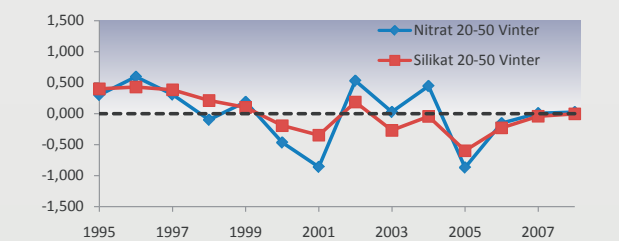
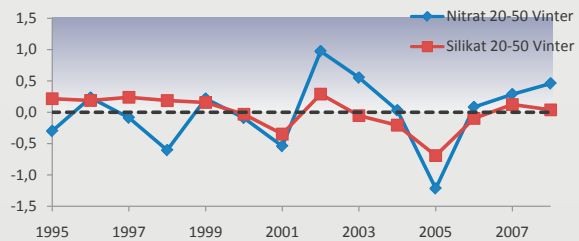
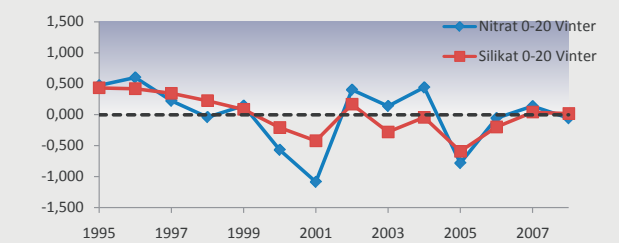
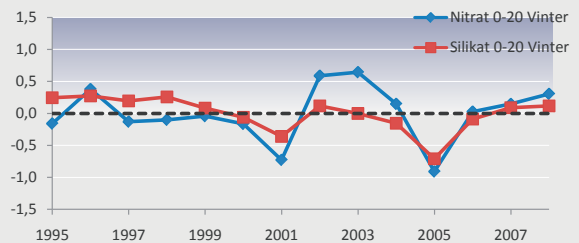
Nitrat og fosfat blir bruk av samtlige planteplankton arter mens silikat blir brukt hovedsakelig av diatomeene. Tidlig om våren blir en betydelig men variabelt del av nitrat og fosfat brukt av små flagellater som ikke bruker silikat. Dette gjør at mengden av nærings saltene disponibelt til diatomeenes våroppblomstringen blir mindre, samtidig som diatomeene som regel ikke kan vokse optimalt ved silikat konsentrasjoner lavere enn 1-2  $\mu\text{mol l}^{-1}$ . Etter våroppblomstringen av diatomeene blir det som er igjen av nærings saltene brukt opp igjen av flagellater. Siden diatomeene er hovedføde for en stor del av dyreplanktonet, er planteplanktonets sammensetning tidlig om våren av stor betydning for hvor mye av produksjonen blir direkte overført til høyere trofiske nivåer.

I det sørlige Barentshavet finner man i hovedsak vannmasser som stammer fra den Norske Kyststrømmen karakterisert med høyere temperaturer og lavere saltholdighet enn Atlanterhavsvannet.



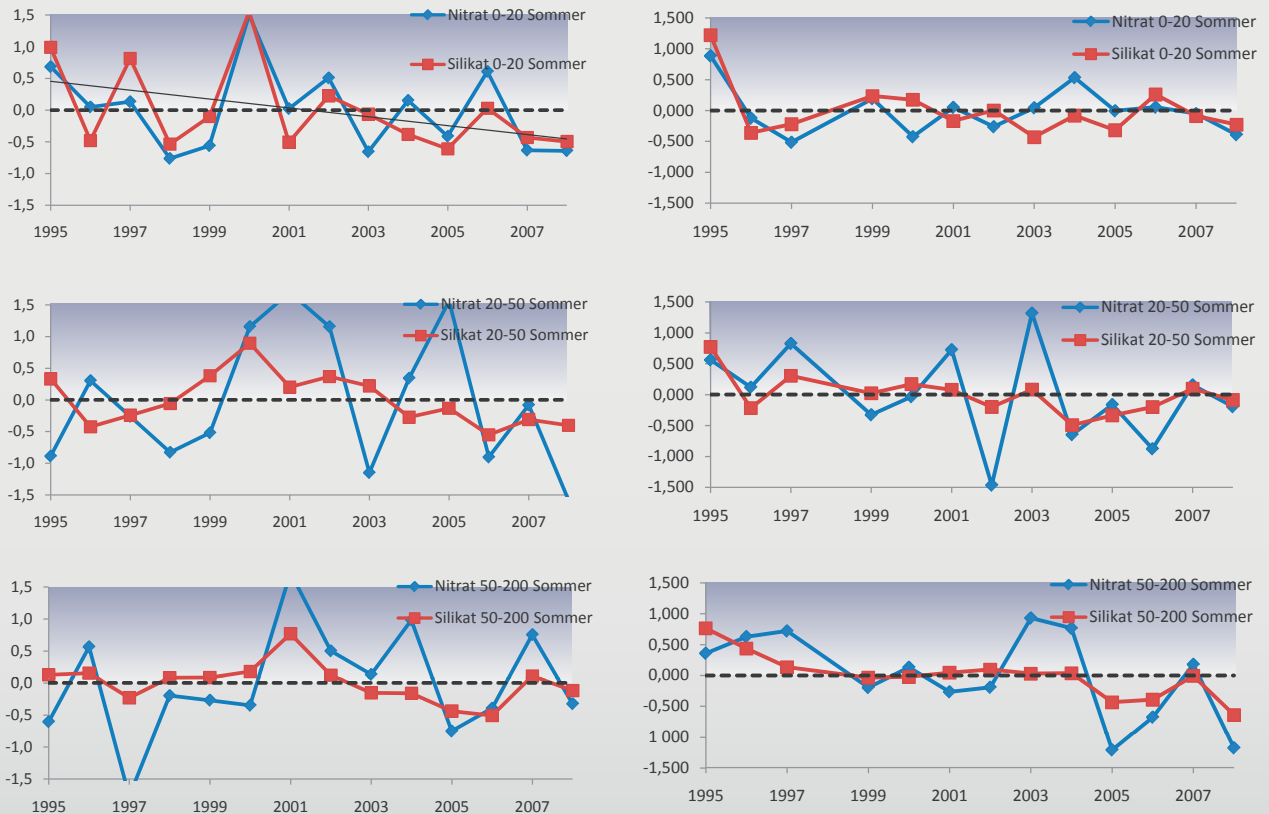
**Figur 4.1.2.5**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995 – 2008.



**Figur 4.1.2.6**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995 – 2008.



**Figur 4.1.2.7**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløy-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995 – 2008.

Næringssaltforholdene i disse vannmassene kan sees i Figurene 4.1.2.6 og 4.1.2.7.

Om vinteren er konsentrasjonene i lagene 0-20 m og 20-50 m ganske like i begge snitt, noe som reflekterer gjennomblendingen ned til 50 m dyp. I det dypeste lag er konsentrasjonene noe høyere gjennom hele året, noe som tyder på at disse vannmassene ikke er utsatt for noe betydelig blanding med vannmassene ovenfor. Hovedårsaken er det permanente skille mellom kystvannet på toppen og vannmasser med opprinnelse i Atlanterhavsvannet i bunnen. Om sommeren blir næringssaltene i det øverste laget i kystvannet brukt i større omfang enn i Atlanterhavsvannet. Men det er også en stor forskjell mellom snittene. På begge snitt finner det største forbruk av næringssalter sted i de øverste 20 meter. Mens på Fugløy-Bjørnøya snittet er det ubetydelig forbruk av silikat i laget mellom 20-50 meter i motsetning til Vardø-Nord snittet. Dette viser hvor stor betydning det øverste lag i kystvannet har for diatomeenes våroppblomstringen ved Fugløy-Bjørnøya snittet.

#### Teknisk vurdering

Indikatorerne fungerer i forhold til det de er ment å belyse og revisjon er ikke nødvendig.

#### Økosystemvurdering

Oppvarmingen av Barentshavet gjennom en lengre periode har kunnet bidra til en hurtigere omsetning av biomasse i systemet og dermed en annen fordeling av resirkulerte næringssalter enn observert tidligere. Oppvarmingen har nøye sammenheng med økt innstrømming av næringsrikt Atlanterhavsvann. En endring i dette mønsteret ved en redusert innstrømming kan føre til endringer i fordelingen av biomasse, i forhold til hva som er observert de siste 5 årene.

#### 4.1.3 Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Randi Ingvaldsen

##### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet. For andre data, ta kontakt med Havforskningsinstituttet

##### Type indikator

Tilstandsindikator

##### Referanseverdi

Middel over hele måleperioden

##### Tiltaksgrense

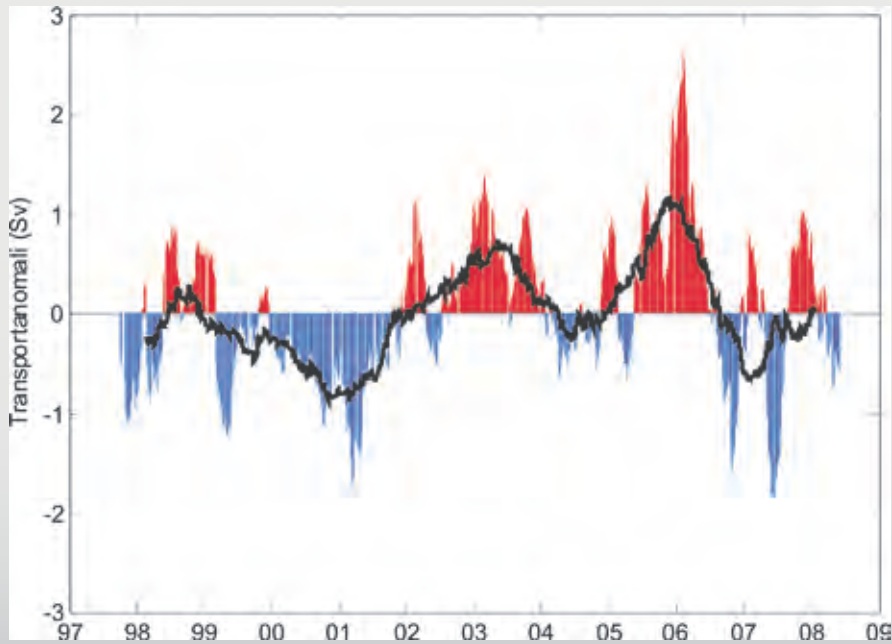
Ingen

##### SVO-relevans

Tromsøflaket - Kystnært - Iskanten - Polarfronten - Svalbard

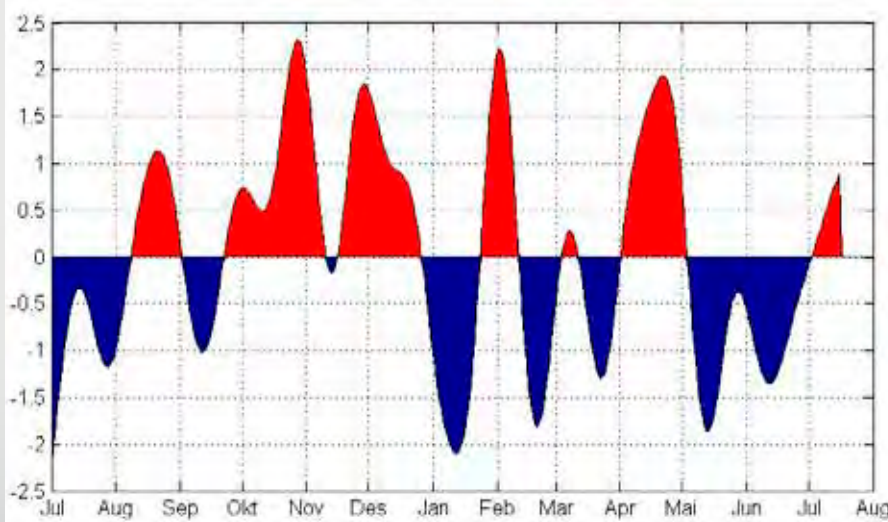
Transporten av atlantehavsvann, og hvordan den varierer i tid, er svært viktig for forståelse av endringer i klimaet og for transport egg, larver, og dyreplankton inn i Barentshavet. Det er en klar sammenheng mellom innstrømmingen og årsgjennomsnittelig mengde dyreplankton i Fugløy-Bjørnøya snittet. Innstrømmingen er vanligvis større om vinteren enn om sommeren, og viser stor variasjon (Figur 4.1.3.1). Transporten var betydelig lavere i perioden før årsskiftet 2002 enn den var i perioden 2003-2006. Den høyeste innstrømmingen fant sted i 2005-2006 og både sommeren 2005 og den etterfølgende vinteren (2006) skilte seg ut med svært høy innstrømming. Etter dette har imidlertid innstrømmingen vært lavere og mer varierende. I 2008 har det vært relativt lav innstrømming våren, spesielt i februar-mars og mai-juni (Figur 4.1.3.2). Data fra sommeren 2008 er foreløpig ikke klare, men seriene og atmosfærefeltene tyder på at innstrømmingen denne sommeren har tatt seg opp mot middelet. Årsaken til de observerte variasjonene er knyttet til variasjoner i vindforholdene vest i Barentshavet.

Tidsserien av transport startet i august 1997, så det er ikke mulig å si noe om hvordan den siste 10-årsperioden har vært sammenlignet med tidligere.



**Figur 4.1.3.1**

Transport av atlantehavsvann inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya-Bjørnøya snittet) gitt som avvik fra middelet for måleperioden. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). 3 måneders (skraverte områder) og 1 års glidende middel er vist.



**Figur 4.1.3.2**

Transport av atlantehavsvann inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya-Bjørnøya snittet) fra juli 2007 til juli 2008 gitt som avvik fra middelet for måleperioden. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). Tidsserien er filtrert med 1 måneders glidende middel.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer i forhold til det den er ment å belyse og revisjon er ikke nødvendig.

#### Økosystem-vurdering

En økt innstrømming til Barentshavet etter en periode med svakere innstrømming vil kunne påvirke mengden og fordelingen av dyreplankton biomasse i Barentshavet.



# 4.2

## Iskanten

Indikatoren som presenteres i dette kapitlet er koblet til beskrivelsen av produksjonen som skjer etter hvert som isen smelter og trekker seg nordover om sommeren. Det skapes da spesielle forhold som gir høy planteplanktonproduksjon. Primærproduksjonen er intens, men blant annet fordi vannet er så kaldt er det begrenset med dyreplankton til stede for å beite på planteplanktonet. Mye av planteplanktonet synker derfor til bunns og kan nyttiggjøres av bunndyrssamfunnene. Indikatoren kan kobles til biomasse av dyreplankton og lodde. Indikatoren Planteplankton: Biomasse og produksjon ved iskanten (4.2) er i år identisk med fjorårets bidrag. Oppdatering kommer neste år basert på publikasjoner som er under utarbeidelse.

### 4.2.1 Planteplankton: Biomasse og produksjon ved iskanten

#### Institusjoner

ARCTOS nettverk

#### Forfattere

Paul Wassmann og Marit Reigstad

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet

#### Referanser til data

Data fra NFR prosjektene Arktisk Lys og Varme og CABANERA

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Middel over de siste 10 år

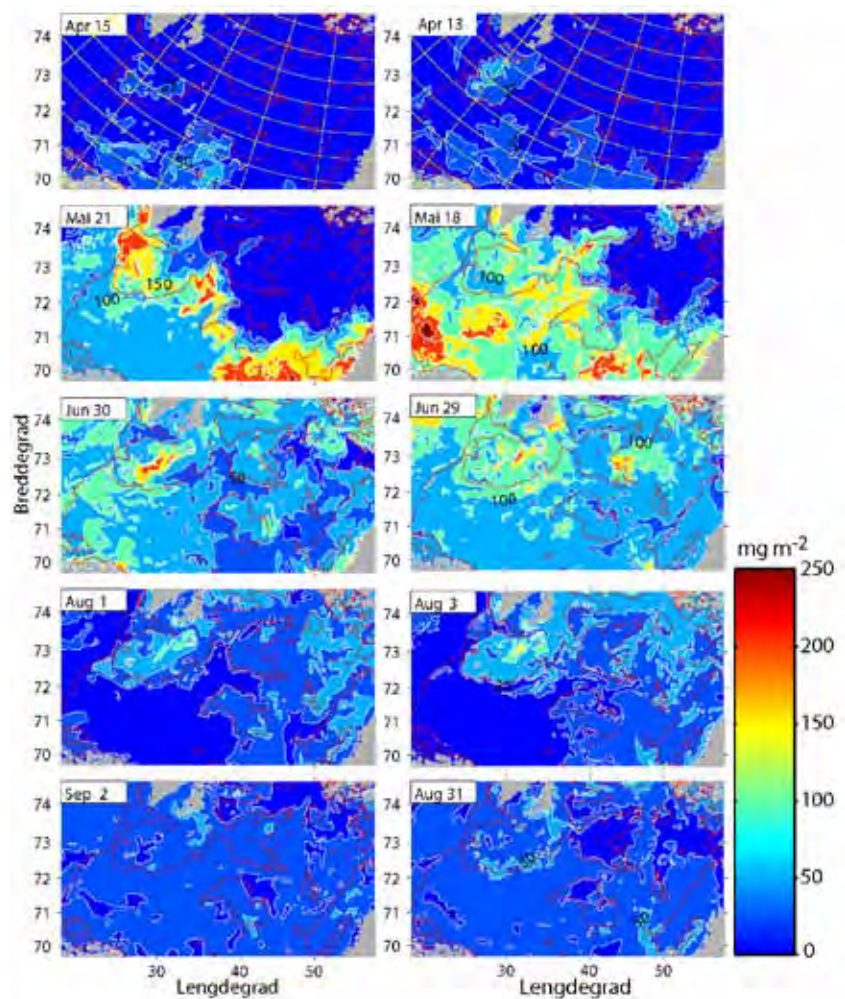
#### Tiltaksgrense

Ingen

#### SVO-relevans

Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Klorofyll er lett å måle, enten med sonder in situ eller ekstrahert fra filtrerte partikler. Det finnes svært mange klorofyllmålinger over hele Barentshavet. Disse er å finne hos ulike institusjoner (f. eks. Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitut, Norges fiskerihøgskole (Universitetet i Tromsø) etc.), men er ikke sammenfattet i en database. Alle data er trolig tilgjengelige. I tillegg til observasjoner finnes det gode simuleringer gjennom SINTEF sin SINMOD modell og i Fig. 4.2.1.1 vises det en oversikt over den romlige fordelingen av integrert klorofyll, fordelt over to ulike år og årstider. Det er opplagt en svært variabel indikator når det gjelder tid (tidspunkt for blomstring, årstid, og år) og rom. Våroppblomstringen ved iskanten er lett synlig i mai når smeltende is, lys og vinterakkumulerte næringssalter gir gode muligheter for planteplanktonvekst som er sterk nok for utstrakt beiting fra dyreplankton og økt utsynking av planteplanktonceller og fekaler. Planteplanktonveksten er større enn tapet gjennom beiting og utsynking. Beitepresset fra dyreplankton på våroppblomstringen er sterkt variabel



Figur 4.2.1.1

Variabilitet av integrert klorofyll ( $\text{mg m}^{-2}$ ) i april, mai, juni, august og september for 1998 (kaldt år, til venstre) og 1999 (varmt år, til høyre). Skala til høyre.

pga. varierende overvintring, beiting på dyreplankton og adveksjon fra Norskehavet. Klorofyllkonsentrasjonen kan derfor variere sterkt og gir ikke nødvendigvis en indikasjon på planteplanktonproduktivitet. Klorofyll *a* datagrunnlaget må derfor diskuteres i lys av betydelig variabilitet. Man kan også fort feiltolke klorofyll *a* data med hensyn til produktivitet. For å kunne være en indikator for produktivitet måtte klorofyllkonsentrasjon korrigeres for beiting og utsynking, men dette er knapt mulig.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling

#### Økosystemvurdering

Mengden klorofyll ved iskanten under isens smelting kan gi en indikasjon av tilgjengelig biomasse for beitende dyreplankton, fisk, hval og bunndyr i denne delen av Barentshavet. Akkumulering av biomasse oppover i næringskjeden er viktig for hvor mye som kan høstes av kommersielle arter; men å måle klorofyll alene er ikke tilstrekkelig. Primærproduksjon og særlig den såkalte nye produksjon (basert på opptak av vinterakkumulert nitrogen) danner et bedre vurderingsgrunnlag.

# 4.3

## Planteplankton

Indikatoren klorofyll *a* som presenteres her har som formål å belyse planteplankton som er essensielt for produktiviteten i havet, som føde for høyere trofiske organismer og som næringsgrunnlag for dyr på bunnen. Planteplanktonet er hovedprimærprodusentene i havet. De er frittlevende mikroskopiske alger som ved hjelp av pigmentet klorofyll kan fange opp solenergien og via fotosyntesen omdanne uorganiske forbindelser ( $\text{CO}_2$ , næringsalter, osv) til organiske forbindelser som er næringsgrunnlaget for alle dyr i havet, fra bakterier til hval. Lave konsentrasjoner er de under  $0.5 \text{ mg l}^{-1}$ , og maksimale konsentrasjoner opp mot  $20 \text{ g l}^{-1}$  har blitt målt ved iskanten. Det finnes ikke tiltaksgrenser for klorofyll.

Mengden klorofyll som befinner seg i vannmassene er dermed en brukbar indeks for planteplankton biomasse. Klorofyll *a* konsentrasjoner kan, under visse forutsetninger, også tolkes som en indikator for produktivitet og primærproduksjon, ved at planteplanktonets biomasse er en funksjon av konsentrasjonen av pigmentet klorofyll *a*. Men fordi planteplanktonet blir beitet ned av dyreplanktonet, viser klorofyllkonsentrasjonene langt større variasjoner. Planteplankton, for eksempel målt som klorofyll *a*, kan direkte relateres til produksjon tidlig i vekstsesongen når veksten normalt er betydelig større enn beitetapet. Dette krever

innsikt i hvor stor beitingen fra dyreplankton er. I flere områder i Barentshavet og særlig langs sokkelskråningen finnes det store mengder med overvintrende hoppekrepser som utøver et betydelig beitepress på planteplankton. Presset kan være så stort at planteplankton aldri finnes i større mengder, til tross for stor primærproduksjon (se Ratkova et al. 1999; Slagstad et al. 1999; Wassmann et al. 1999). Også i Barentshavet er beitepresset stort (Wassmann et al. 2006) og klorofyll *a* er derfor ofte ikke en tydelig indikator for produktivitet. Med stor beitepress kan mangel på klorofyll *a* føre til betydelig feiltolkning av produktivitetsregimet.

### 4.3.1 Tidspunkt for våroppblomstring

#### Institusjoner

ARCTOS nettverk, Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Paul Wassmann, Marit Reigstad, Tobias Tamelander og Lars-Johan Naustvoll

#### Datagrunnlag

Observasjoner av Havforskningsinstituttet

#### Referanser til data

Stiansen and Filin, 2008. Olsen et al, 2003.

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

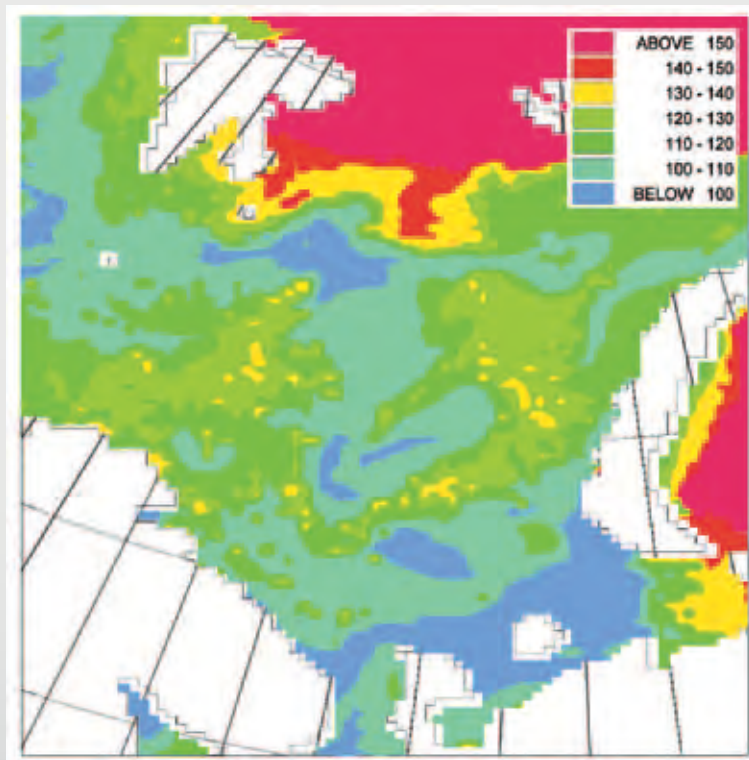
Ingen

#### Tiltaksgrense

Ingen

#### SVO-relevans

Kysten - Iskanten - Polarfronten - Svalbard



Figur 4.3.1.1

Dag for maksimum våroppblomstring av diatomeer i 2007(modellert med ROMS numerisk modell) (Stiansen og Filin, 2009).

Dette kan være en god indikator som forteller om endringer i fysisk miljø med betydning for oppstart av den produktive sesongen. Det er behov for faste observasjoner fra ulike områder som kan benyttes som grunnlag. Ved å bruke kombinasjon av næringsaltdata (kons. vil gå ned når algeveksten tiltar), fysiske vannmassestruktur jfr. Olsen et al. 2003, kan tidspunkt for våroppblomstringen angis avhengig av observasjonsfrekvens. Kvaliteten vil avhenge av relevante observasjoner fra relevante områder i relevante perioder. Bruk av satellittbilder som viser overflatekonsentrasjon av klorofyll kan muligens fungere som en komplementær informasjonskilde, men med begrensninger gitt av skydekke og begrenset informasjon om dypere chl *a* fordeling.

Alternativt kan det etableres rigger/ overvåkningsstasjoner som settes ut med instrumentering som inkluderer CTD, lys og nitrat for kontinuerlig overvåkning i prioriterte områder. Utfordringen er utplassering av rigger i sterkt trafikkerte områder eller

isdekkede områder med sonder som må stå nært overflaten der produksjonen først skjer (10-20 m dyp).

**Teknisk vurdering**

Indikatorer er under utvikling og trenger videre arbeid

**Økosystem-vurdering**

Tidspunkt for våroppblomstring har betydning for produksjon av larver og yngel.

**4.3.2 Planteplankton: Biomasse og produksjon uttrykt ved klorofyll-a**

**Institusjoner**

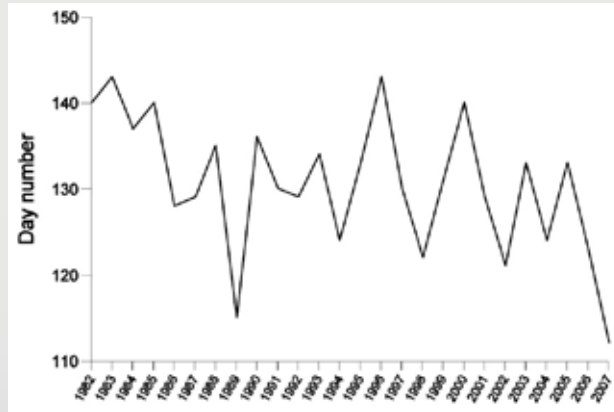
ARCTOS-nettverk, Havforskningsinstituttet

**Forfattere**

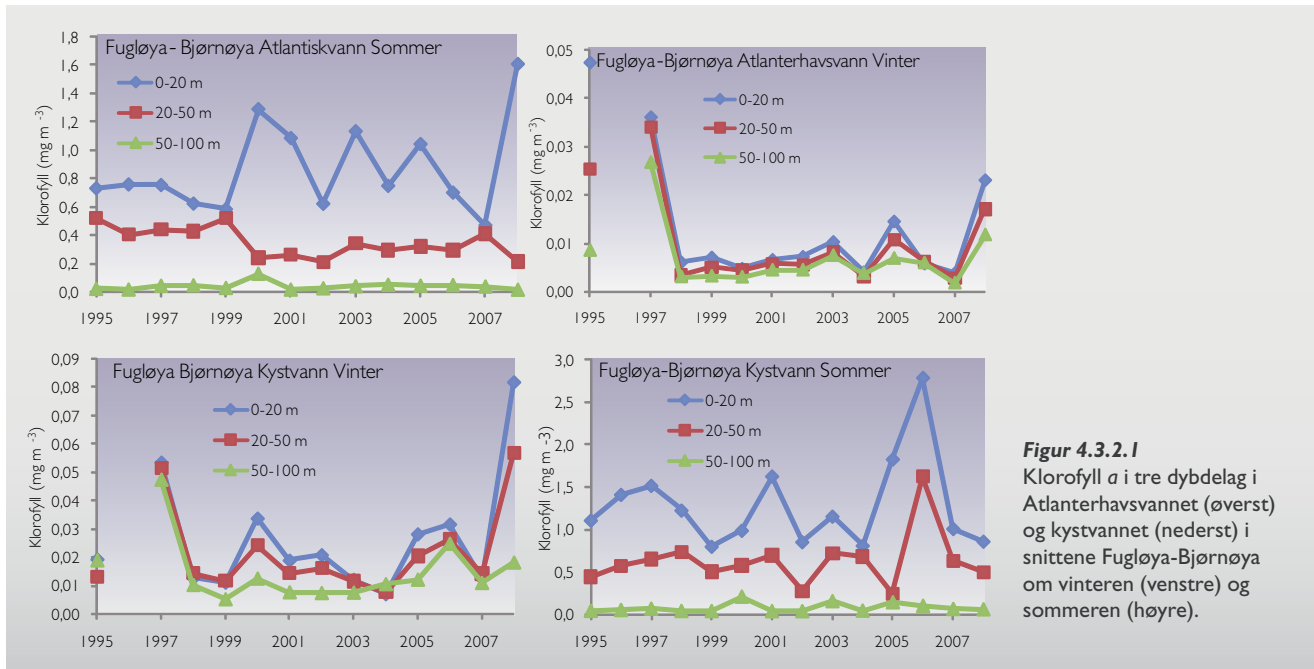
Paul Wassmann, Marit Reigstad, Tobias Tamelander og Lars-Johan Naustvoll

**Datagrunnlag**

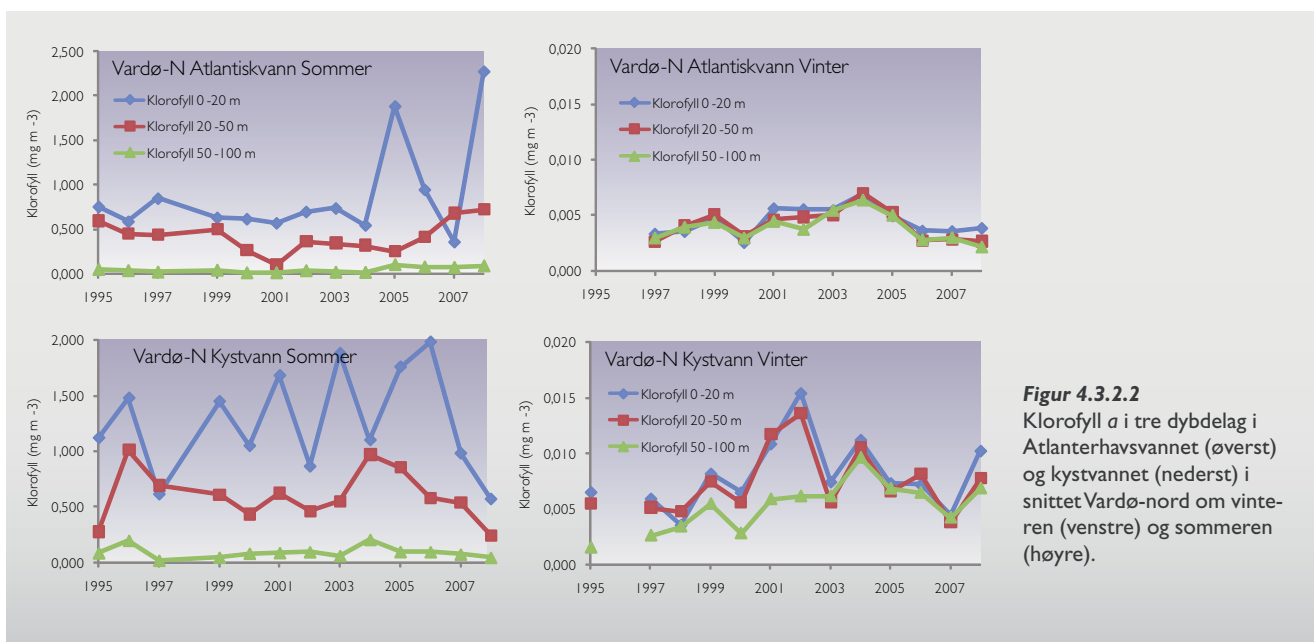
Observasjoner fra Havforskningsinstituttet



**Figur 4.3.1.2**  
Dag for maksimum oppblomstring av diatomeer i snittet Fugløya-Bjørnøya i perioden 1982 til 2007 (Modellert med ROMS numerisk modell) (Stiansen og Filin, 2009).



**Figur 4.3.2.1**  
Klorofyll a i tre dybde lag i Atlanterhavsvannet (øverst) og kystvannet (nederst) i snittene Fugløya-Bjørnøya om vinteren (venstre) og sommeren (høyre).



**Figur 4.3.2.2**  
Klorofyll a i tre dybde lag i Atlanterhavsvannet (øverst) og kystvannet (nederst) i snittet Vardø-nord om vinteren (venstre) og sommeren (høyre).

**Type indikator**

Tilstandsindikator

**Referanseverdi**

Middel over siste 10 år

**Tiltaksgranse**

Ingen

**SVO-relevans**

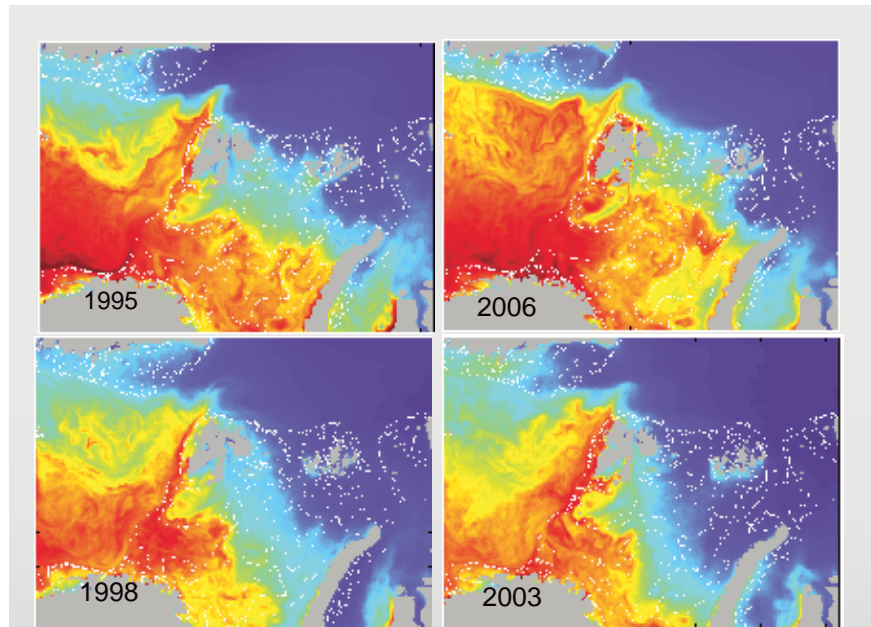
Alle

Om vinteren er planteplanktonets biomasse i Barentshavet ekstremt lav med klorofyllverdier som regel under  $0,05 \text{ mg m}^{-3}$ . Om sommeren øker konsentrasjonene kraftig. I Atlanterhavsvannet ved Fugløya-Bjørnøya-snittet (Figur 4.3.2.1) var klorofyllkonsentrasjonene i de to øverste dybdelagene ganske like fra 1995 til 1999. Fra og med 2000 og til 2005 ble det en forandring i mønsteret da konsentrasjonene i 0-20 meter økte kraftig, mens det i 20-50 meter ble observert en nedgang. Dette mønsteret ble forandret i 2006 og 2007 ved at klorofyllkonsentrasjonene gikk ned igjen til før 2000 nivået. Ved Vardø- N-snittet var forholdene ganske annerledes enn ved Fugløya-Bjørnøya snittet. I det øverste laget viste klorofyll bare små mellomårslige variasjoner, med unntak av 2005 hvor det ble observert en nesten tredobling av konsentrasjonen. I 2006 og 2007 gikk konsentrasjonene tilbake. I 20-50 meter ble det observert en nedgående "trend" i klorofyllkonsentrasjonene i perioden 1995-2005 for å øke igjen i 2006 og 2007.

I kystvannet ved Fugløya-Bjørnøya snittet (Figur 4.3.2.2) var de mellomårslige variasjonene i klorofyll ganske lik i de to øverste lagene med høyere verdier i 0-20 m lag. De høyeste konsentrasjonene ble observert i 2006. Ved Vardø-Nord snittet ble det observert store mellomårslige variasjonene i 0-20 m laget med en svak økende "trend". I de to andre lag var variasjonene langt mindre og uten noen "trend".

Feltmåling av primærproduksjon er svært arbeids- og ressurskrevende, og gir punkt-målinger med lav romlig og tidsmessig oppløsning. Dersom man ønsker å få en indikator for produktivitet i et delområde, en sesong eller et år anbefales derfor numerisk modellering, som f. eks. SINMOD modellen. Der kan man finne indikatorene for tidligere år, men ikke i nåtid. Dersom produktivitet velges som en indikator i Barentshavet er numerisk modellering eneste realistiske tilnærming.

Fig. 4.3.2.3 viser romslig fordeling av modellert primærproduksjon under fire år, med totalt sett høyere produksjon i 1995 og 2006 enn i 1998 og 2003. Det er en sammenheng mellom isdekke og årlig produksjon, slik at produksjonen er større i varme år med lite is sammenlignet med kalde år med mye is (se bl a rapport fra 2008).

**Fig. 4.3.2.3**

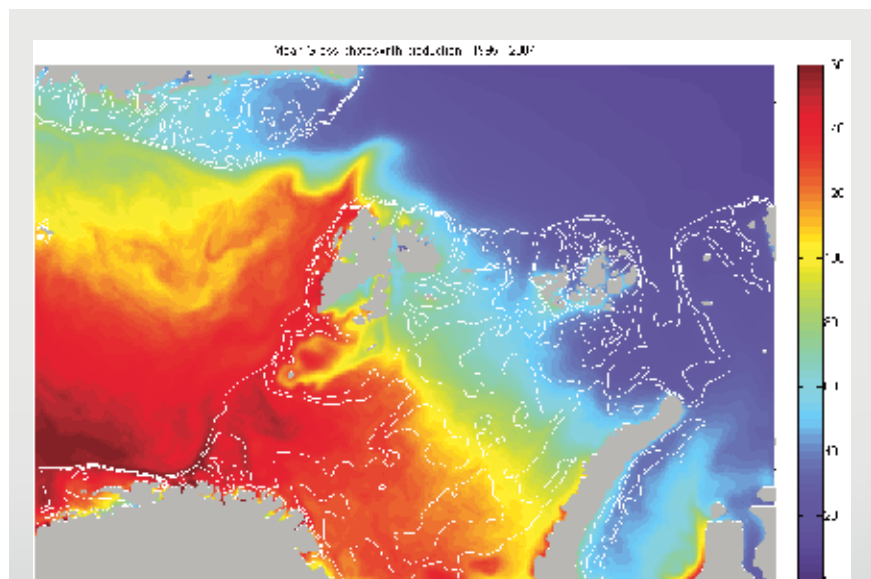
Romslig fordeling av modellert primærproduksjon ( $\text{g C m}^{-2}$ ) under fire år, med høyere produksjon i 1995 og 2006 sammenlignet med 1998 og 2003..

Fig. 4.3.2.4 viser den modellerte gjennomsnittlige primærproduksjon i perioden 1995 til 2007. Produksjonen er høyest i områdene vest og sør for isens utbredelse og lavere i området innenfor sesongsisens utbredelse. Fig 4.3.2.5 viser primærproduksjon for delområder av Barentshavet i samme periode. Variasjonen mellom år er størst i de nordligste og østligste delområdene, dvs de områder som er påvirket av sesongsis. I de fleste områder var produksjonen høyest 2006, med unntak for området vest for Svalbard og over de dype (75-150 m) delene av Svalbardbanken.

Det er betydelige forskjeller i produsert biomasse fra planteplankton i Barentshavet over året i kalde og varme år og dette skyldes først og fremst variasjonen i det isfrie arealet om vinteren, dvs arealet av varmt, innstrømmende atlantehavsvann. Produksjonen av planteplankton i polarfronten er begrenset til en relativ kort sesong, men fører til store konsentrasjoner av beitende fisk og krepsdyr i disse områdene.

**Teknisk vurdering**

En revisjon av tolkning av klorofyll a data som indikator for produktivitet synes nødvendig. Indikatoren er under

**Fig. 4.3.2.4**

Modellert gjennomsnittlig primærproduksjon ( $\text{g C m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ ) i perioden 1995 til 2007.

utvikling og det vil være behov for modellering for å utvikle indikatoren til å si noe om primærproduksjon og eventuelt noe om tilgjengelig biomasse for de øvrige deler av økosystemet i kommende år, inklusive utviklingen av høstbar biomasse

#### Økosystem-vurdering

Oppvarmingen av Barentshavet gjennom en lengre periode har kunnet bidra til en hurtigere omsetning av biomasse i systemet og dermed en annen fordeling av resirkulerte næringsalter enn observert tidligere. Oppvarmingen har nøye sammenheng med økt innstrømming av næringsrikt Atlanterhavsvann. En endring i dette mønsteret ved en redusert innstrømming kan føre til endringer i fordelingen av biomasse, i forhold til hva som er observert de siste 5 årene.

### 4.3.3 Artssammensetning

#### Institusjoner

ARCTOS-nettverk, Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Francisco Rey, Paul Wassmann, Marit Reigstad, Tobias Tamelander og Lars-Johan Naustvoll

#### Datagrunnlag

Fra NFR prosjektet Arktisk lys og varme (ALV), samt data fra fjord og Barentshavs tokt ved Havforskningsinstituttet og UiT

#### Referanser til data

Wassmann et al, 1999, Ratkova and Wassmann, 2002, Wassmann et al, 2005, Ratkova and Wassmann, 2005  
F. Rey: upubliserte data fra 80-tallet

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Historiske data

#### Tiltaksgrense

Ingen

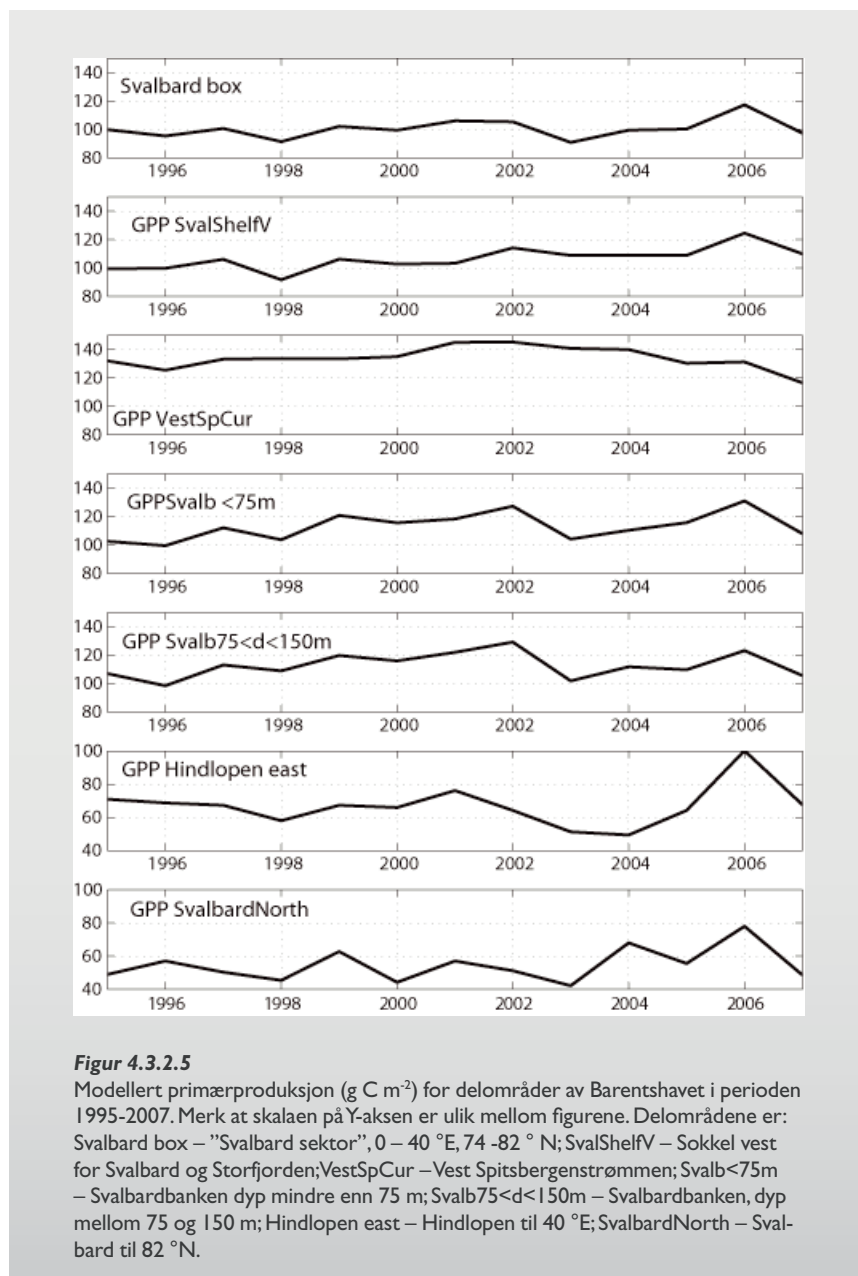
#### SVO-relevans

Alle

Planteplankton artssammensetning er en krevende indikator. Det er et stort prosjekt å samle, analysere og evaluere eksisterende planteplanktondata fra Barentshavet. Bruk av denne indikatoren krever en stor og dedikert innsats. Det må defineres basislinje data for ulike områder basert på ulike taksonomers arbeide i ulike perioder og år, det er behov for en kontinuerlig oppfølging som krever både taksonomisk kompetanse og kapasitet. Begge deler er mangelvare i Norge i dag.

Det er stadig nye metoder i utvikling for å finne alternativer til tradisjonell mikroskopi. for Utviklingen av disse metodene for bruk som indikator verktøy er trolig ikke kommet langt nok.

Som eksempel kan nevnes HPLC (High Performance Liquid Chromatography) analyser for pigment karakterisering basert på at ulike planteplanktongrupper har karak-



**Figur 4.3.2.5**

Modellert primærproduksjon ( $\text{g C m}^{-2}$ ) for delområder av Barentshavet i perioden 1995-2007. Merk at skalaen på Y-aksen er ulik mellom figurene. Delområdene er: Svalbard box – "Svalbard sektor",  $0 - 40^\circ\text{E}$ ,  $74 - 82^\circ\text{N}$ ; SvalShelfV – Sokkel vest for Svalbard og Storfjorden; VestSpCur – Vest Spitsbergenstrømmen; Svalb<75m – Svalbardbanken dyp mindre enn 75 m; Svalb75<d<150m – Svalbardbanken, dyp mellom 75 og 150 m; Hindlopen east – Hindlopen til  $40^\circ\text{E}$ ; SvalbardNorth – Svalbard til  $82^\circ\text{N}$ .

teristiske pigmenter. Det er fortsatt svakheter med denne metoden som går på at pigmentene og signalene ikke er tilstrekkelige gruppespesifikke til å unngå graverende forvekslinger. Metoden gir heller ikke tilstrekkelig oppløsning på art til bruk som indikator annet enn på gruppenivå (eks. diatomeer).

Satelittbilder: Kan identifisere blomstringer av *Emiliania huxleyii* (kalkflagellat som reflekterer lyset som hvit overflate), men er mer indikator for perioder med rolige vindforhold som favoriserer slike blomstringer.

Genetiske markører: Fortsatt langt igjen før en tilstrekkelig database kan fungere

som referanse for genetiske analyser av plankton materiale med artssammensetning som resultat.

Mikroskopiering: Tidkrevende, krever svært god taksonomisk kompetanse. Gir info om både arter og konsentrasjoner samt tilstand hos algene som observeres (eks. misdannet kalkskall hos arter ved eksponering for sure forhold (ocean acidification).

#### Teknisk vurdering

Mangel på kapasitet/ penger/ satsing til å få denne indikatoren til å fungere godt. Krever også strukturert innsamling og evaluering mot andre miljøforhold som is, temperatur, saltholdighet, næringsstoffforhold, pH, blandingsdyp, lys som alle påvirker artssammensetning og tilstand.

# 4.4

## Dyreplankton

Dyreplankton er næringsgrunnlag for en rekke planktonspisende fisk, fiskelarver og -yngel, og Havforskningsinstituttet har hatt regelmessig overvåking av mengde og arts-sammensetning av dyreplankton i Barentshavet siden 1986. Denne overvåkingen er viktig for å forstå økosystemet og svingningene i fiskebestandene, og kan bidra til forståelsen av vekslinger i bestandene av sjøpattedyr, sjøfugl og bunndyrsamfunn i Barentshavet. Endringer i klima vil påvirke produksjonsforholdene for alle ledd i næringskjeden, men kanskje særlig for plankton og fisk. Sørlige arter kan få en mer nordlig utbredelse enn før, så overvåking av artssammensetningen i planktonet kan gi tidlig varsel om endringer i økosystemet. Overvåkingen foregår i dag hovedsakelig under det store økosystemtoktet i august og september. 4–6 ganger i året overvåkes også et snitt mellom Fugløya og Bjørnøya, som dekker Barentshavets vestlige åpning, og Vardø–Nordsnittet i den sentrale delen av havområdet.

### 4.4.1 Dyreplanktonbiomasse

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Tor Knutsen og Padmini Dalpadado

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Midlere fordeling over siste 10 år

#### Tiltaksgrense

Ingen

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfrenten – Svalbard

Biomasseindikatoren gir en vurdering av tilgjengelig biomasse for produksjon av mat for planktonspisende fiskeslag. Indikatoren vil også gi et generelt bilde av resultatet av mange faktorer som påvirker produksjonen hvert år. Den er imidlertid bare en indirekte indikator på produksjon og må tolkes i sammenheng med utviklingen av biomasse eller indekser for forekomst av planktonspisende fisk, yngel og maneter i Barentshavet.

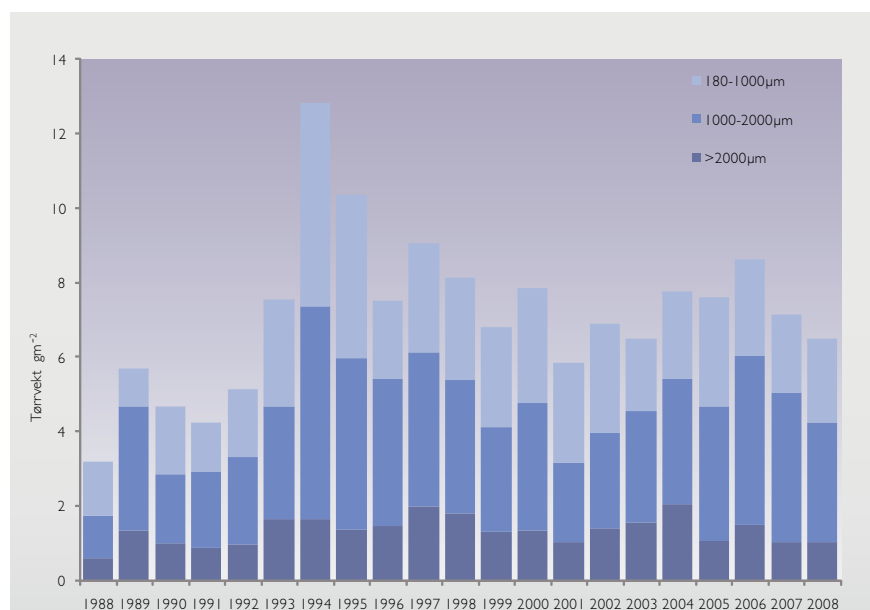
Biomasseindikatoren er basert på gjennomsnittsverdier beregnet på grunnlag av en årlig horisontaldekning av dyreplanktonbiomasse som måles i august-september hvert år i forbindelse med Økosystemtokt Barentshavet. Disse toktene gjennomføres i nært samarbeid med PINRO, og russiske data kunne inngått i denne rapporten for å nyansere tilstandsbeskrivelsen av økosystemet i Barentshavet når det gjelder dyreplankton. Indikatoren

gir en direkte sammenheng med tilgangen på biologiske ressurser i Barentshavet for en gitt tidsperiode og antyder intitalbetingelser for produksjon påfølgende sesong.

Fra 2005 til 2006 var det en økning fra 7,7 til 8,6 g tørrvekt/m<sup>2</sup>, mens det i 2007 og 2008 ble målt en gjennomsnittsverdi på henholdsvis 7,13 og 6,48 g tørrvekt/m<sup>2</sup> (Figur 4.4.1.1), altså en vesentlig reduksjon i forhold til de to foregående år. I august–september når målingene utføres, er planktonet i ferd med å vandre ned mot dypere vann, men det er fremdeles relativt mye små planktonformer igjen oppe i vannsøylen. Små planktonorganismer som

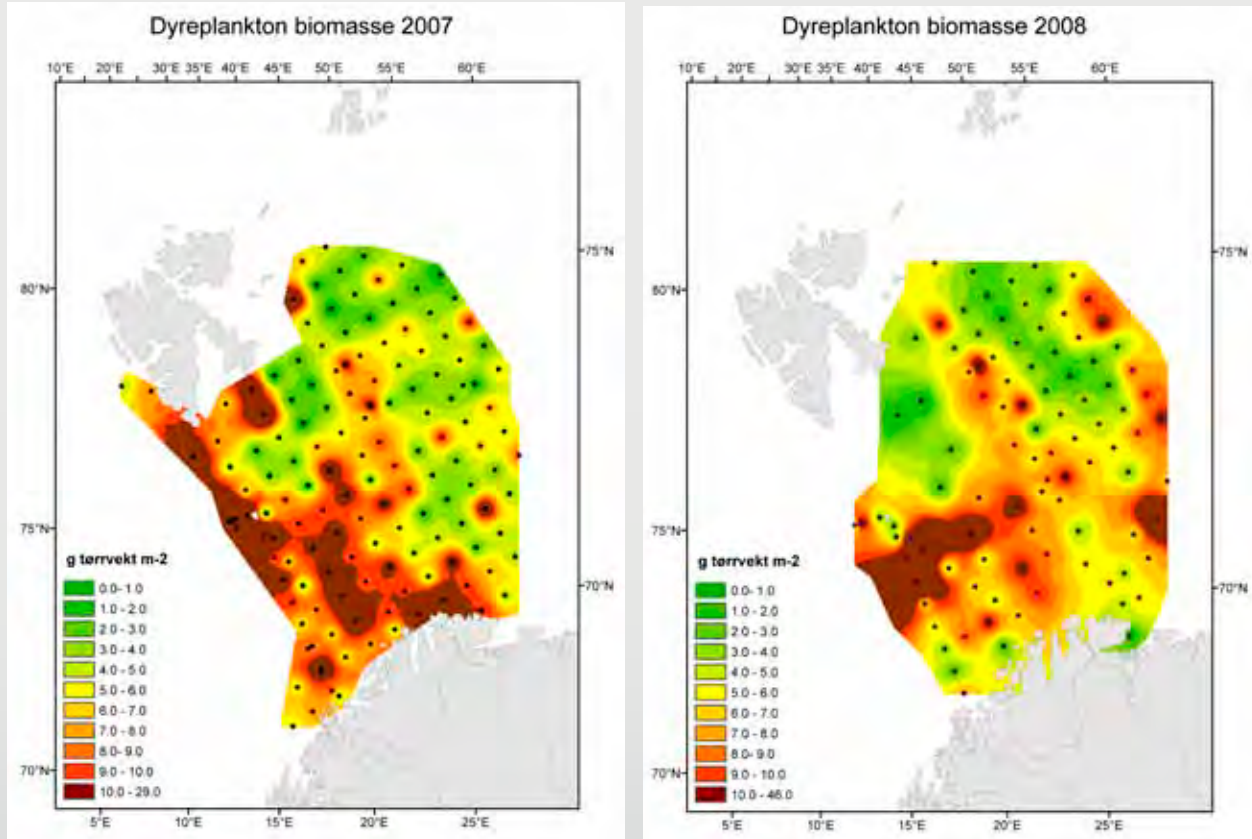
ikke lar seg fange i håv med maskevidde 180 µm, som brukes som standard, vil nok tidvis være tallrike, men ha langt mindre betydning for den stående biomasse som måles.

Utbredelsen av dyreplankton i 2008 og 2007 er vist i Figur 4.4.1.2. Situasjonen i 2008 har store likheter med situasjonen i 2007, men dekingen i 2008 bestod av vesentlig færre stasjoner enn i 2007. I likhet med 2007 ble det i 2008 funnet mest plankton i vest og spredte forekomster langs lengdegrad 30°Ø. Disse områdene er påvirket av innstrømmende varmt og planktonrikt atlantehavsvann som van-



Figur 4.4.1.1

Størrelsesfraksjonert tørrvekt av dyreplankton (g m<sup>-2</sup>) i Barentshavet beregnet på grunnlag av håvtrekk fra bunn til overflate.



**Figur 4.4.1.2**

Fordeling av dyreplankton tørrvekt ( $\text{g m}^{-2}$ ) fra bunn til overflate i 2007 (venstre) og 2008 (høyre) basert på WP2 håv.

ligvis strekker seg nord- og østover inn i Bjørnøyrenna. Figur 4.4.1.2 viser også lave forekomster av plankton nordøst for Bjørnøya, et grunnområde som er påvirket av kaldt, arktisk vann. Tradisjonelt finner vi høye planktonverdier i den nordlige delen av det undersøkte området. Dette var ikke tilfelle i 2008, selv om det er observert noen stasjoner med høye planktonverdier, særlig mot russisk sone i øst. Nær norskekysten var mengden dyreplankton lav. Et karakteristisk trekk både for 2008 og 2007 er de svært lave dyreplanktonmengdene sentralt i Barentshavet, særlig knyttet til de store, grunne bankene og tilgrensende områder.

Det er mange forhold som påvirker planktonproduksjonen og således dens stående biomasse, som måles for hele Barentshavet en gang per år. Innstrømning av plankton fra Norskehavet er én svært viktig faktor sammen med lokal produksjon og beiting. Det synes å være en tett kobling, nærmest et omvendt forhold mellom lodde og dyreplankton. Da loddebestanden var langt nede i 1994–1995, var det en mar-

kert topp i planktonmengdene. Dessuten er Barentshavet et oppvekstområde for flere kommersielle fiskearter som lever av dyreplankton. Viktige eksempler er ungsild og yngel av lodde, torsk, hyse, sei og uer. I 2008 ble det imidlertid observert en nedgang i mengden 0-guppe fisk, med unntak av lodde som økte kraftig, gaueflyndre og tosk som viste de høyeste mengdeindeksene målt siden henholdsvis 1995 og 1998. Sammen med loddebestandens totale størrelse betyr dette en betydelig beiting på dyreplanktonet i Barentshavet sammenlignet med foregående år. Hvorvidt en variabel eller lavere primærproduksjon kan ha medvirket til en reduksjon i dyreplanktonbiomassen i 2008, har man ikke tilstrekkelig opparbeidet materiale til å svare på i dag.

En vesentlig komponent i dyreplanktonsamfunnet i Barentshavet er krill. Variasjoner i krill-bestandene er imidlertid vanskelig å fange opp med innsamlingsmetodikken som benyttes i dag. Indikatoren er således mindre egnet til å vurderes opp mot variasjoner i predatorer bestander som har krill som sitt viktigste byttedyr.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer. Men: Tidsperioden for beregning av denne indikatoren er ikke i samsvar med det som er angitt i St. meld. nr 8. (2005-2006). Her er det angitt at data også fra vinterperioden de 10 siste år skal tas inn. Slik overvåkingsprogrammet er lagt opp er det kun data fra sommerperioden juli-august-september som er mulig å benytte for denne indikatoren.

#### Økosystemvurdering

Indeksen over tørrvekt av dyreplankton er en robust områdeindikator i det den representerer et gjennomsnitt for et stort geografisk område. For eksempel reflekterer variasjonene i dyreplanktonbiomasse godt loddebestandens størrelse. Det kan synes som om indikatoren har vært ganske stabil over de siste 10 år, men små endringer i tallverdiene representerer markante endringer som kan ha stor betydning for de bestandene som beiter på dyreplankton. Det kan observeres en klar nedgang i 2008 slik det også ble observert for 2007. Dette kan tolkes som om beiting på dyreplankton i 2008 har økt ytterligere i forhold til tilgjengelig dyreplanktonbiomasse, kanskje særlig fra lodde siden denne bestanden nå er i sterk vekst, med en stående biomasse i 2008 på 4,4 millioner tonn. Det er foreløpig ikke grunnlag for å si at det er observert lavere produksjon av planteplankton i systemet.

#### 4.4.2 Artssammensetning

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Padmini Dalpadado og Tor Knutsen

##### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet

##### Referanseverdi

Historiske data

##### Tiltaksgrænse

Ingen

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Indikatoren for artssammensetning er fortsatt i etableringsfasen. Prøver til beskrivelse av artssammensetning skal samles ved Fugløya-Bjørnøya snittet. Indikatoren artssammensetning vil muligens kunne splittes opp i to eller flere indikatorer avhengig av hvordan man metodisk velger å benytte artsmaterialet som opparbeides. Alt etter hvordan dette gjøres kan indikatoren bidra til informasjon om forekomst og abundans av sjeldne/introduserte arter og vise hvordan de dominerende artene veksler over tid.

Indikatoren var opprinnelig tenkt som et uttrykk for biodiversiteten i planktonsamfunnet for ulike typer vannmasser som er karakteristisk for Fugløya-Bjørnøya snittet ved inngangen til Barentshavet. På denne måten vil det være mulig å belyse endringer i planktonsamfunnet (f.eks. introduksjon av nye arter, endringer i forhold mellom arter/stadier), som antas tilført Barentshavet, og dessuten vurdere historiske endringer som har skjedd i de årene der overvåkingen har foregått. Slike data vil være mulig å inkludere i en tidsserie tilbake til ca. 1989, kanskje noe tidligere. I den senere tid er det fremkommet ønsker om å utvikle indikatorer basert på dyreplanktonartsdata som også favner ulike økoregioner og vannmassetyper i Barentshavet lengre øst og nord. På denne måten vil en kunne få bedre beskrevet endringer som skjer i de ulike deler av Barentshavet (øst-vest/syd-nord) og knytte disse til havmiljø og klima på en bedre måte enn opprinnelige foreslått. I en slik sammenheng er det mulig at en standard artsopparbeiding slik den gjøres idag ikke er tilstrekkelig, men må utvides, eventuelt avgrenses til spesielle grupper av dyreplankton som kan tenkes å være særlig sensitive for miljøendringer eller viktige som føde for planktonspisende fisk. Per i dag er det opparbeidet et større antall prøver fra årene 2004-2007. For hvert år gjelder dette fire ulike vannmasser og årstider.

Artsopparbeiding er svært tidkrevende og derfor må arbeidet begrenses til noen utvalgte områder og år. Vi kommer til å prioritere opparbeiding av snittene (både nye og historiske) og utveksling av data med PINRO (Kola snittet) fordi dette er en viktig del av pågående prosjekt. Det er viktig å bygge opp en robust artsdatabase for Barentshavet over flere år. Bare slik kan vi kartlegge kvantitative forhold som har betydning for endringer i økosystemet og få en forståelse av hvilke komponenter i dyreplanktonsamfunnet som best egner seg som indikatorer. Det anmerkes vedrørende biodiversitet at det nok er vesentlige metodiske "kunnskapshull" når det gjelder anvendelse av diversitetsindekser generelt, og særlig når disse skal tas i bruk i overvåkingssammenheng. Det eksisterer en rekke ulike indekser, og det vil kreve en vesentlig innsats for å avklare hvor egnet disse er og om dette er veien å gå for å etablere enkle, forståelige og robuste tilstandsindikatorer basert på artssammensetning. Det taes sikte på å øke fokus på dette arbeidet i kommende år.

I de senere årene er det gjort et økende antall observasjoner av mer varmekjære arter i forhold til tidligere i Barentshavet, f.eks. krillen *Nematocelis megalops*, hoppekrepsen *Gaetanus tenuispinus* (en art som likner raudåte, *Calanus finmarchicus*). Endringer i mengde og utbredelse vil trolig kunne belyses kvantitativt ved å se på historiske data. Det er også viktig å følge med i sammensetning og utbredelse av typisk dominante og økologiske viktige arktiske arter som hoppekrepsen *C. glacialis* og amfipoden *Themisto libellula* i forhold til atlantisk arter, særlig nå som havklimaet synes å være i endring. I Nordsjøen og langs vestlandskysten til Møre har man nylig demonstrert et økt innslag av den sørlige og noe mer varmekjære hoppekrepsen *Calanus helgolandicus*. Denne arten er svært lik *C. finmarchicus* som normalt har vært den dominerende formen i dette området, slik den fortsatt er i Norskehavet. Med varmere forhold i havet er *C. helgolandicus* forventet å spre seg med Atlanterhavsvann og kyststrømmene inn i mer nordlige havområder. Derfor overvåkes nå denne arten i Fugløya-Bjørnøya snittet ved inngangen til Barentshavet. Prøver fra 8 stasjoner i mars og august 1996 og 2007 er undersøkt for å se på forekomsten av *C. helgolandicus* og *C. finmarchicus*. Kun svært få individer av *C. helgolandicus* ble funnet disse årene, men noen flere i 2007 enn i 1996. Resultatene antyder at spredningen av denne sørlige hoppekrepsformen ennå ikke har nådd Barentshavet i særlig grad slik man for eksempel ser i Nordsjøen. Når prøvematerialet utvides vil

vi imidlertid få et bedre statistisk grunnlag for å vurdere situasjonen. Arbeidet med disse spørsmålene kommer til å fortsette i årene fremover. Vi vil spesielt fokusere på å analysere historiske prøver for å etablere en basis for fremtidige sammenligninger. Arbeidet vil bli gjennomført i samarbeid med planktonundersøkelsene i Nordsjøen og Norskehavet.

##### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Det foreslås at utvalgte dyreplanktondata både fra økosystemtøktene i august-september og fra snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-Nord som tas på ulike tidspunkt gjennom året, kan danne utgangspunkt for en eller flere slike artsbaserte tilstandsindikatorer. Fremdeles gjenstår å etablere en robust måte å fremstille et komplisert materiale slik at det ikke bare egner seg til forskning, men også dekker forvaltningens behov

##### Økosystemvurdering

I de senere årene er det gjort et økende antall observasjoner av mer varmekjære arter i forhold til tidligere i Barentshavet. I Nordsjøen og langs vestlandskysten til Møre har man nylig demonstrert et økt innslag av den sørlige og noe mer varmekjære hoppekrepsen *Calanus helgolandicus*. Denne arten er svært lik *Calanus finmarchicus* som normalt har vært den dominerende formen i dette området, slik den fortsatt er i Norskehavet. Med varmere forhold i havet er *C. helgolandicus* forventet å spre seg med Atlanterhavsvann og kyststrømmene inn i mer nordlige havområder. Resultatene antyder at spredningen av denne sørlige hoppekrepsformen ennå ikke har nådd Barentshavet i særlig grad slik man for eksempel ser i Nordsjøen.





## Fiskebestander det ikke fiskes på

Indikatorerne av ungsild og kolmule som presenteres i dette kapitlet relaterer seg til akkumulering av biomasse i økosystemet. Det antas at stor biomasse av fisk som beiter i Barentshavet er et tegn på økte temperaturer og økt produksjon i området – men det gjenstår å gjøre videre vurderinger av hvordan like effekter virker inn på hele økosystemet.

### 4.5.1 Biomasse og utbredelse av ungsild

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet og PINRO

#### Forfattere

Jens Christian Holst

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

#### Referanser til data

Stiansen, J.E. og A.A. Filin (red) 2008

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Historisk nivå

#### Tiltaksgrense

Ingen

#### SVO-relevans

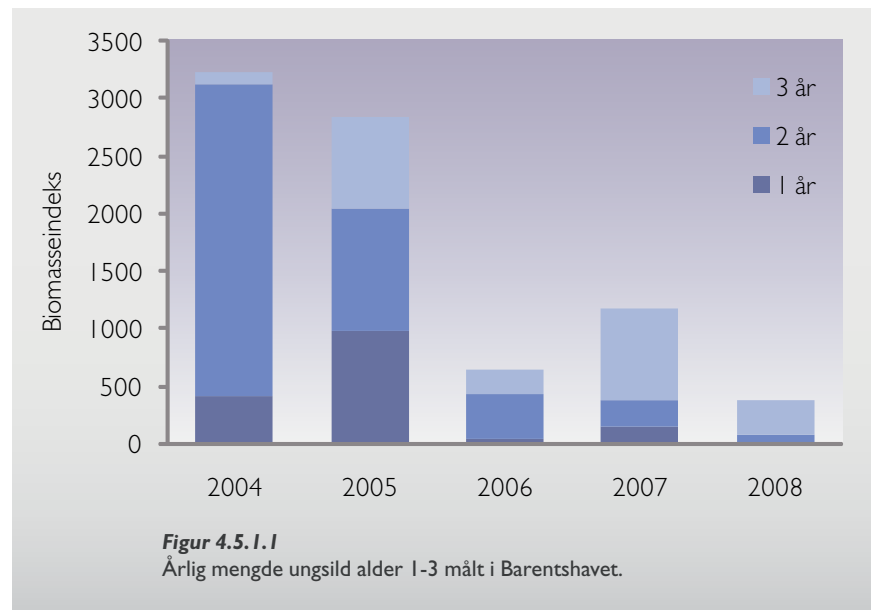
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Norsk vårgytende sild har gyteområder langs Norskekysten fra Stadt til Malangsgrunnen. Mesteparten av yngelen driver inn i Barentshavet, som er hovedoppvekstområdet for bestanden. Ved tre til fire års alder forlater ungsilda Barentshavet og lever som voksen i Norskehavsbassenget. Bestanden har et meget variabelt rekrutteringsmønster som fører til stor variasjon i mengde ungsild i Barentshavet.

Biomasse og utbredelse av ungsild i Barentshavet påvirkes både av naturlige forhold (temperatur, næringstilgang og predatorer) og av fisket, som foregår vesentlig utenfor Barentshavet. Observert år til år variasjon i mengde ungsild (Fig. 4.5.1.1) reflekterer derfor ikke størrelsen på foreldrebestanden, men gjennomsnittlig mengde ungsild over en tidsperiode på for eksempel ti år vil normalt være godt korrelert med størrelsen på den voksne bestanden. Ungsilda i Barentshavet er fredet under internasjonale avtaler og utsettes i meget liten grad for fiske.

Mengden ungsild reflekterer i størst grad eksterne forhold som foreldrebestandsstørrelse og fysisk-økologiske forhold i Norskehavet. Interne fysiske og økologiske forhold i Barentshavet vil likevel ha stor betydning for utviklingen av den enkelte årsklasse i form av vekst og dødelighet. Ungsilda kan i perioder med stor biomasse karakteriseres som en viktig økologisk faktor i Barentshavet. Silda i Barentshavet spiser loddeelarver, og når det

Den siste store ungsild-årsklassen i Barentshavet ble født i 2004. Denne er nå utvandret og systemet preges av lite ungsild. Dette betyr at loddebestanden kan forventes å rekruttere godt helt frem til det igjen blir et år gammel sild i Barentshavet. Dette kan tidligst skje våren/sommeren 2010 og årsklassene 2009 og 2010 av lodde har potensial til å bli store både i forhold til en stor gytebestand og lav predasjon på loddeelarvene fra ungsild.



Figur 4.5.1.1  
Årlig mengde ungsild alder 1-3 målt i Barentshavet.

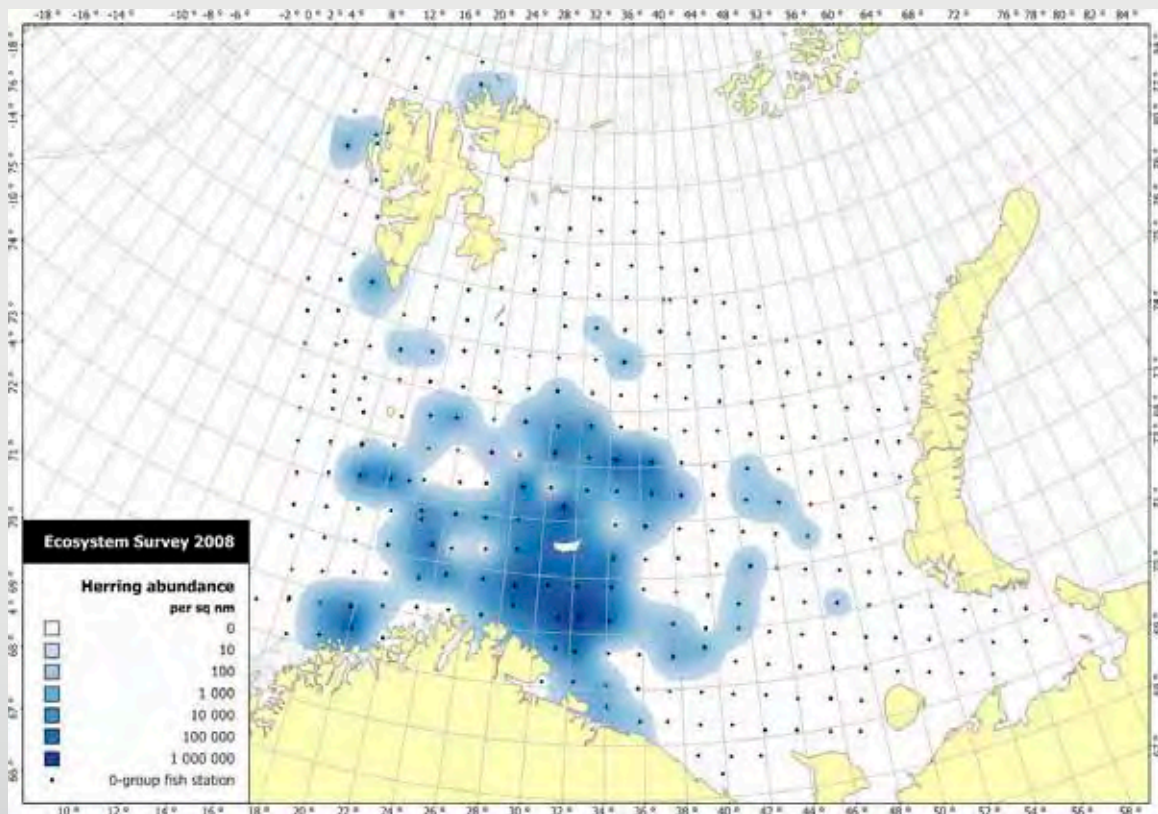
er mye ungsild i Barentshavet blir rekrutteringen til loddebestanden dårligere, og loddas rolle som transportør av biomasse fra dens beiteområder sør for iskanten til gyteområdene ved kysten blir redusert. Torsk og andre større predatorer spiser sild, men mageprøver viser at silda bare delvis erstatter lodde som mat for torsken. Når det er mye ungsild i Barentshavet blir derfor overføringen av energi fra plankton til torsk mindre effektiv, og veksten for torsk i Barentshavet blir redusert. Tilsvarende forhold kan gjelde for andre predatorer på lodde.

#### Teknisk vurdering

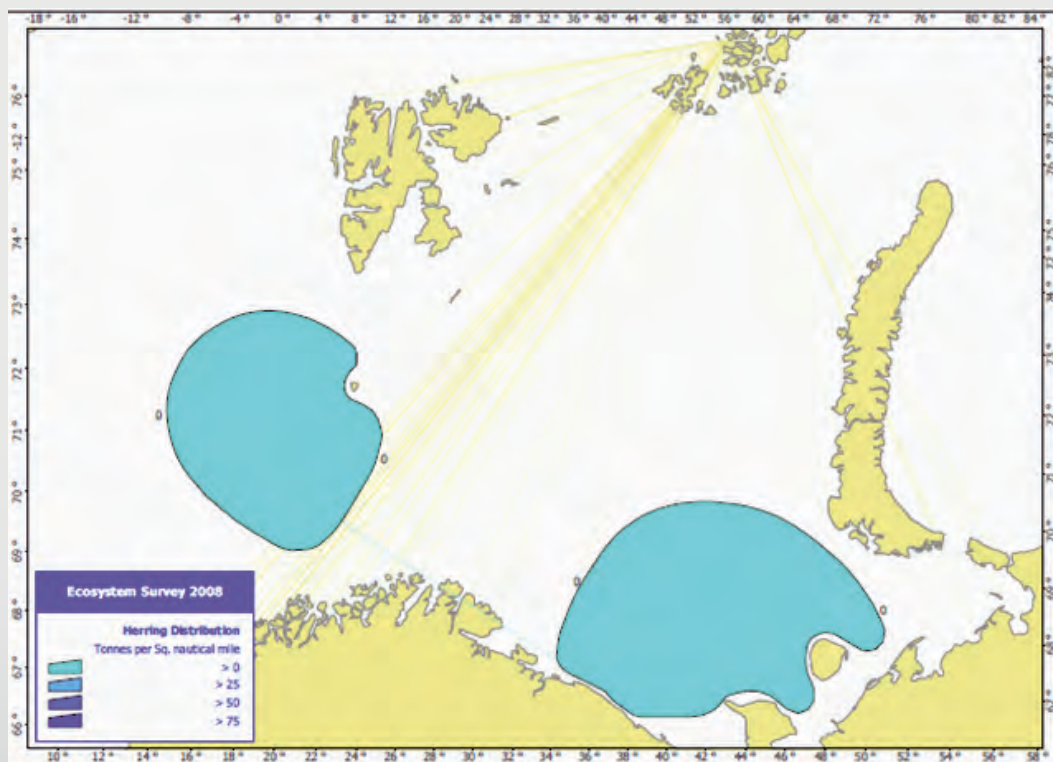
Indikatoren fungerer:

#### Økosystemvurdering

Styrken på ungsildbestanden har en betydelig innvirkning på rekrutteringen i loddebestanden (4.6.2), siden den beiter så effektivt på loddeelarver. Lodden på sin side er å anse som en nøkkelart som påvirker økosystemet i betydelig grad. Silda er derfor også en sentral aktør i økosystemet, selv om den bare opptrer i Barentshavet som ung og utvandrer før modning. Sammenlignet med de senere års fordeling er målt fordeling i 2008 ekstremt østlig. En slik fordeling vil favorisere sen vekst og, fordi utvandringen fra Barentshavet er lengdeavhengig, vil ungsilden vandre ut som eldre individer enn ved vestligere fordeling. Den totale mengden ungsild er nå og i minst et og et halvt år fremover liten i Barentshavet og sildens rolle i økosystemet vil være relativt liten i denne perioden.



Figur 4.5.1.2  
Utbredelse av 0-gruppe sild høsten 2008.



Figur 4.5.1.3  
Estimert relativ akustisk tetthetsfordeling av sild i Barentshavet i 2008  
(fra økosystemtøktet i august-oktober).

#### 4.5.2 Biomasse og utbredelse av kolmule

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet og PINRO

##### Forfattere

Are Salthaug

##### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

##### Referanser til data

Stiansen, J.E. og A.A. Filin (red) 2008

##### Type indikator

Tilstandsindikator

##### Referanseverdi

Historisk nivå

##### Tiltaksgrænse

Ingen

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Kolmulen har trolig økt i utbredelse og mengde i Barentshavet i løpet av den siste tiårsperioden. Kolmulebestandens størrelse i Barentshavet styres av naturlige forhold (temperatur, næringstilgang og predatører) og av fiskepress i andre områder (det foregår ikke fiske på kolmule i Barentshavet). Mesteparten av kolmulen i Barentshavet kommer inn fra Norskehavet når det strømmer varmt vann inn i Barentshavet fra sørvest. Det er derfor sannsynlig at biomassen av kolmule i Barentshavet styres av mengden kolmule i Norskehavet og innstrømming av varmt vann til Barentshavet. Kolmulen er planktonspiser, og tar langt på vei de samme organismene som sild og lodde. Når store mengder kolmule er til stede i den sørvestlige delen av Barentshavet er de en viktig næringskonkurrent for sild og lodde. Den kan også være et viktig byttedyr for noen predatører.

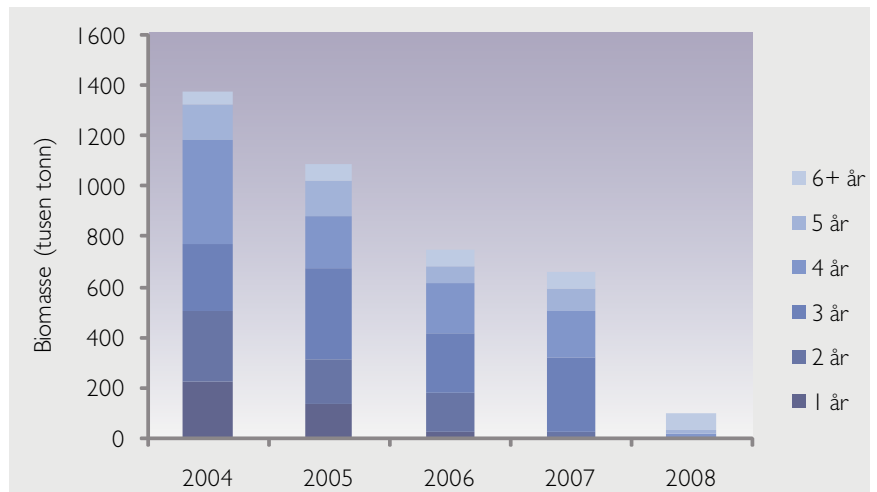
Måleserien for denne arten utgjøres av økosystemtøktet om høsten. Det finnes akustiske biomasseestimer for kolmule i Barentshavet fra og med 2004 (Figur 4.5.2.1 og 4.5.2.2).

##### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer. Men, denne indeksen er i all hovedsak styrt av menneskelige og naturgitte forhold utenfor Barentshavet (for eksempel fiskeri vest for De britiske øyer og miljøforhold i Norskehavet) og den gir derfor ikke noe god informasjon om menneskelig påvirkning i Barentshavet. Den har imidlertid i seg selv en betydning for produktiviteten i Barentshavet og er derfor viktig å følge opp.

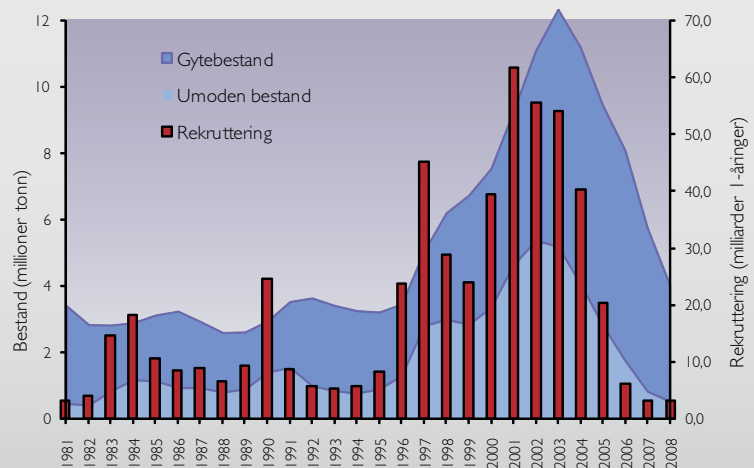
##### Økosystemvurdering

Dette er en viktig indikator, som har en betydelig påvirkning på økosystemet og flere andre indikatorer i Barentshavet. Kolmulen påføres Barentshavet fra en ekstern kilde men har en stor økologisk ved med næringskonkurrent med sild (4.5.1) og byttedyr for torsk (4.6.2). Dette igjen har stor betydning for vekst og bæreevne i torskebestanden, og slik for hele økosystemet i Barentshavet.



Figur 4.5.2.1

Estimert biomasse basert på ekkoloddregistreringer per år for kolmule i Barentshavet med bidraget fra hver aldersgruppe (fra økosystemtøktet i august-oktober).



Figur 4.5.2.2

Gytebestanden for kolmule (data fra ICES).



Figur 4.5.2.3

Estimert tetthetsfordeling (t/nm<sup>2</sup>) av kolmule i Barentshavet i 2008 basert på ekkoloddregistreringer (fra økosystemtøktet i august-oktober).

# 4.6

## Fiskebestander det fiskes på

Den viktigste effekten av fiskeriene er i dag den tilsiktede beskatningen på de kommersielle fiskebestandene som medfører endring av bestandsstørrelsen. I tillegg bidrar dette til endringer i størrelses- og alderssammensetning, genetiske egenskaper og dødelighet i bestandene. De viktigste fiskeslagene som høstes i området er torsk, hyse, sei, blåkveite, sild og lodde. Indikatoren som rapporteres her er først og fremst torsk og lodde, som begge beskattes gjennom egne fiskerier. I tillegg rapporteres det for fiskearter under gjenoppbygging: blåkveite, vanlig uer og snabeluer, som hovedsakelig høstes som bifangst.

### 4.6.1 Gytebestand hos torsk

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

#### Forfattere

Asgeir Aglen

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO Bestandsberegninger i ICES: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetailacfm.asp?wg=AFWG>

#### Referanser til data

Stiansen, J.E. og A.A. Filin (red) 2008

#### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

#### Referanseverdi

Føre var-gytebestanden

#### Tiltaksgrense

Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

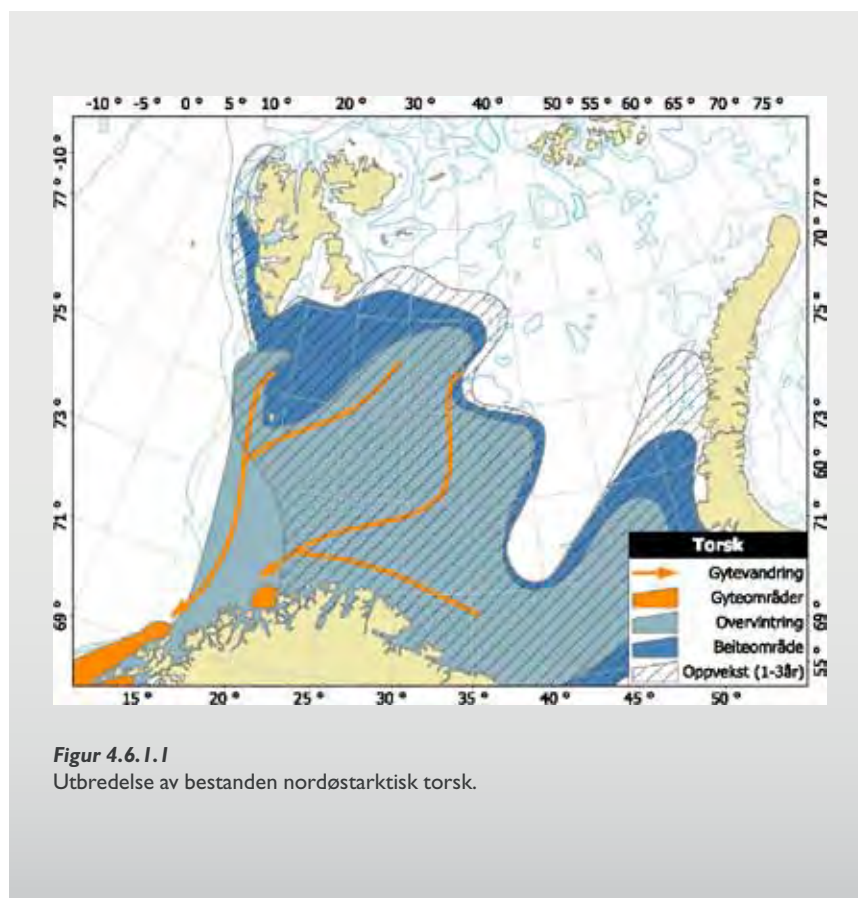
#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Torsk er en viktig predator i Barentshavet (Figur 4.6.1.1). Den voksne torsken spiser mye småfisk av mange arter, hvorav lodde er den viktigste. Nordøstarktisk torsk er ved siden av norsk vårgytende sild den bestanden som gjennom århundrer har hatt størst betydning for norske fiskerier.

Både totalbestanden og gytebestanden (Figur 4.6.1.2) er nå voksende og er over langtidsgjennomsnittet (1946–2008). Det vitenskapelige rådet for fisket i 2009 understreker at det er viktig å få slutt på all urapportert fangst. Gytebestanden av nordøstarktisk torsk i 2009 er beregnet til 840 000 tonn. Dette er over den tiltaksgrensen som er fastsatt av forvaltningen.

Avtalt kvote for 2009 er 520 000 tonn mens rådet fra ICES var på 473 000 tonn. Avtalt kvote for 2008 var 430 000 tonn. Kvoten for 2007 var 424 000 tonn. Total



Figur 4.6.1.1  
Utbredelse av bestanden nordøstarktisk torsk.

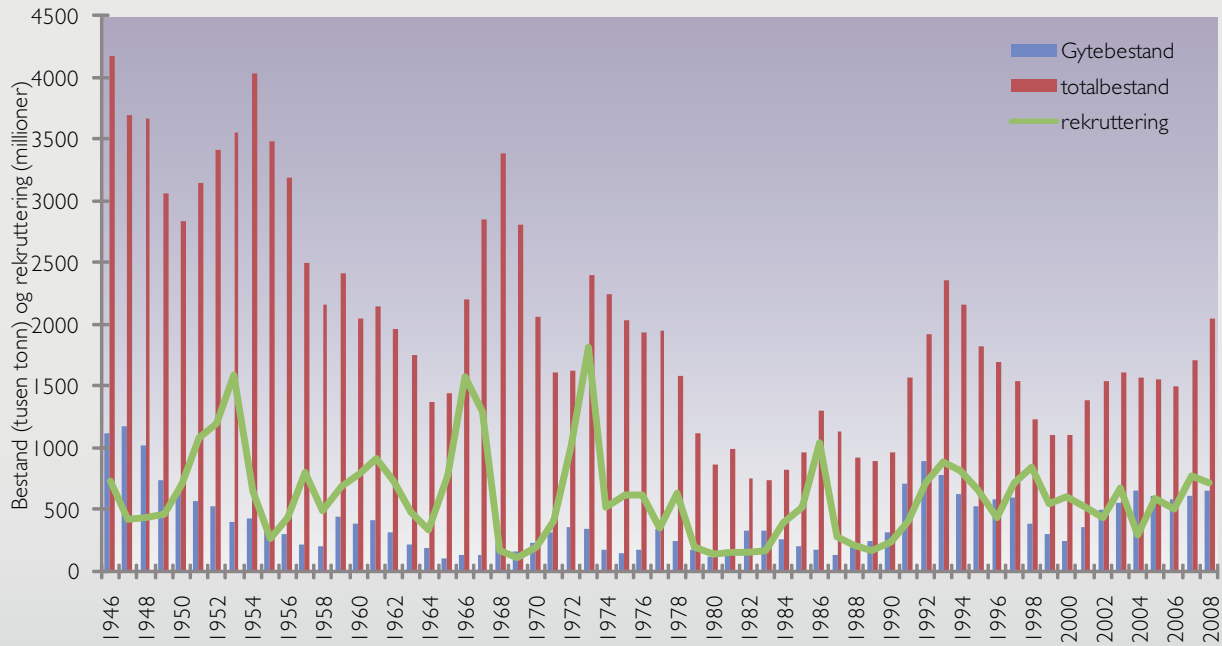
internasjonal fangst i 2007 var 487 000 tonn, basert på den norske beregningen av urapportert fiske på 41 000 tonn. Det norske fisket var 200 000 tonn i 2007. Andre fangstnasjoner i rangert rekkefølge: Russland, Færøyene, Spania, Storbritannia, Island, Grønland, Tyskland, Portugal, Frankrike, Polen og Irland. Om lag 70% av årsfangsten tas med bunntål. Resten fanges med garn, line, snurrevad og juksa. Fisket i 2007 anses for å være bærekraftig. Det urapporterte fisket ble betydelig redusert fra 2006 til 2007 og det er et prioritert mål å få helt slutt på det.

#### Teknisk vurdering

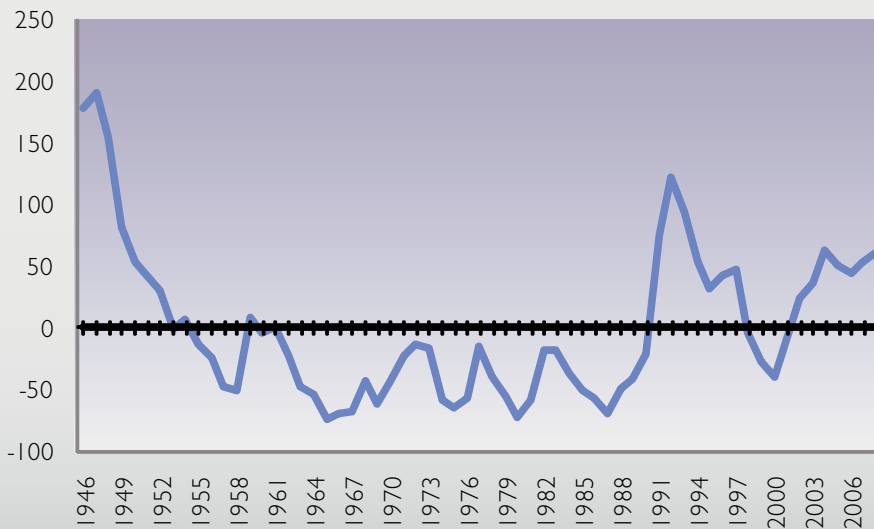
Indikatoren fungerer

#### Økosystemvurdering

Torsk er en viktig predator i Barentshavet. Den voksne torsken spiser mye småfisk av mange arter, hvorav lodde er den viktigste (4.6.2). Når loddebestanden er lav, så vil det påvirke torskens vekst, overlevelse i de første leveårene, kjønnsmodning og gytefrekvens. Den vil da beite mer på annen fisk som ungfisk av hyse, sild (4.5.1) og torsk (kannibalisme), og mer på dyreplankton (4.4) og reke. Torsken blir også beitet på av sjøpattedyr (4.8.3).


**Figur 4.6.1.2**

Nordøstarktisk torsk. Gytebestand (brune søyler), totalbestand (blå søyler) og rekruttering (kurve). Det er størrelsen på totalbestanden som sier mest om fangstgrunnet. Gytebestanden er viktig for å sikre god rekruttering.


**Figur 4.6.1.3**

Nordøstarktisk torsk. Anomalier (%) for årlige verdier av gytebiomasse. Dette er årlige avvik i forhold til langtidsgjennomsnittet.

#### 4.6.2 Gytebestand hos lodde

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

##### Forfattere

Sigurd Tjelmeland

##### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO Bestandsberegninger i ICES: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetailacfm.asp?wg=AFWG>

##### Referanser til data

Gjøsaeter, H. et al. 2009  
Stiansen, J.E. og A.A. Filin (red) 2008

##### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

##### Referanseverdi

Føre var-gytebestanden

##### Tiltaksgrense

Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

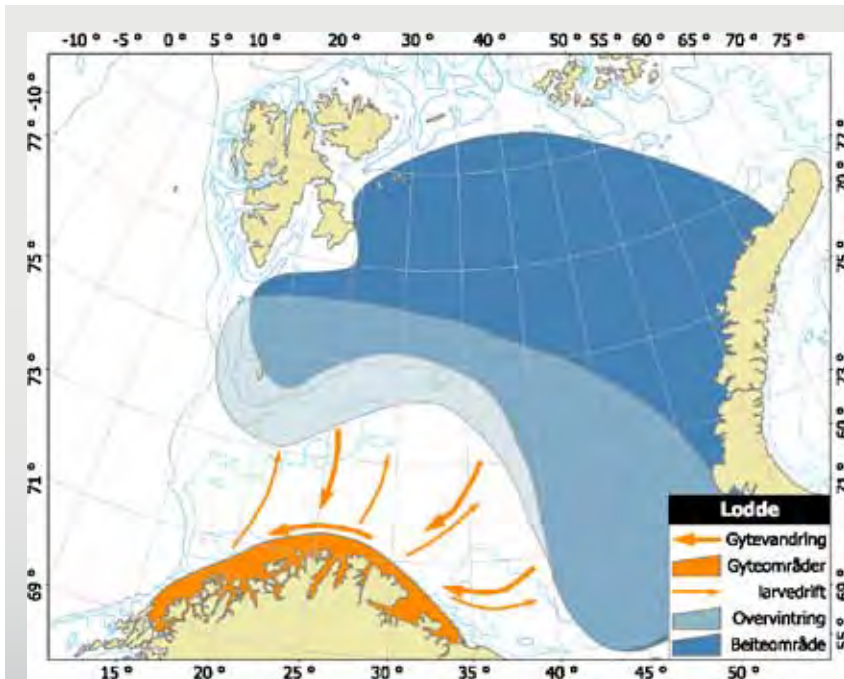
##### SVO-relevans

Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

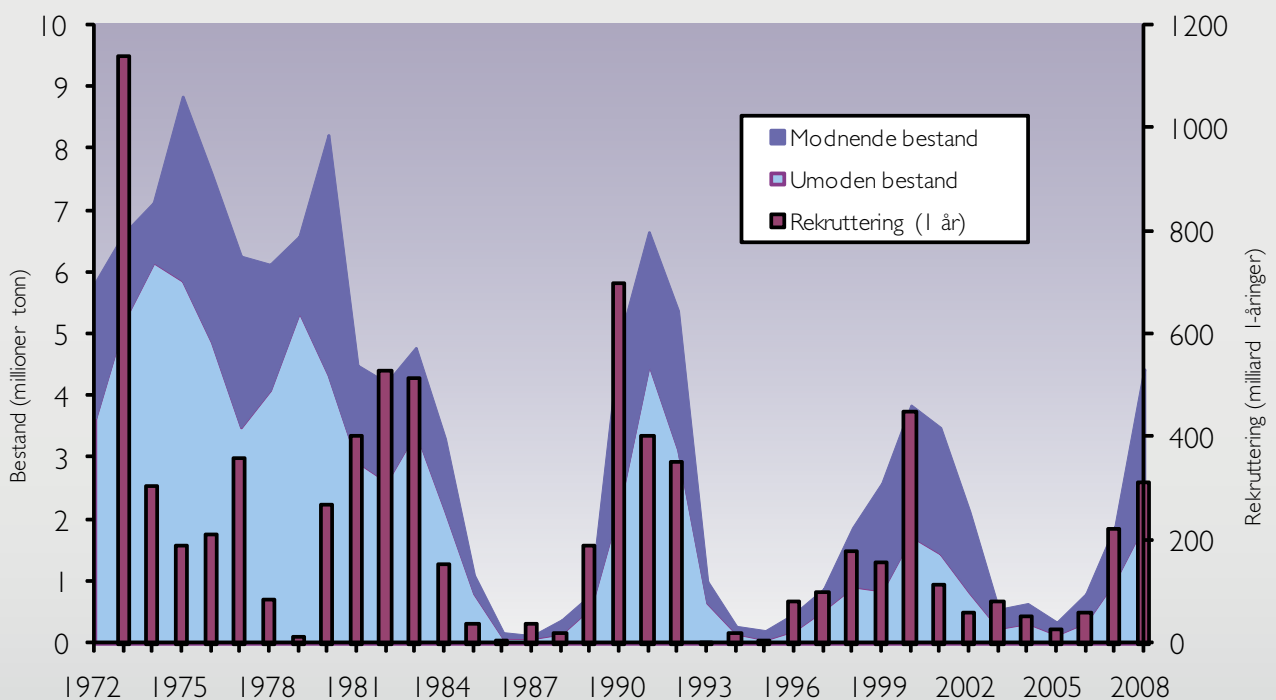
Barentshavslodda gyter langs den nordlige kysten av Norge og ernærer seg som unge og voksne i de produktive områdene i det nordlige Barentshavet, helt opp til iskanten (Figur 4.6.2.1). Gytingen foregår på bunnen i grunne, kystnære områder og etter klekkingen transporteres larvene inn i det sentrale Barentshavet. Både de tidlige og

voksne stadiene av lodde er viktig næring for fisk, sjøfugl og sjøpattedyr, og lodda er en nøkkelarart i Barentshavet. Lodda er fordelt sentralt og nord i Barentshavet under beiteperioden sommer/høst.

Det har vært 3 bestandssammenbrudd siden 1983, knyttet til sterke årsklasser av sild i Barentshavet (Figur 4.6.2.2.). Rekrutteringen sviktet sist gang fra 2001, da bestanden fortsatt var stor. Det har ikke vært kommersielt fiske fra 2003 til og med 2007. Det ble påvist en oppgang i 2007 og loddebestanden i Barentshavet har fortsatt å øke i 2008. Fisket er igjen åpnet, med en kvote på 380 000 tonn for vinteren 2009.



Figur 4.6.2.1  
Utbredelse av loddebestanden.



Figur 4.6.2.2  
Totalbestand (blå) og gytebestand (fiolett) av lodde i Barentshavet.  
Antall rekruttert målt er gitt som søyler.

Bestandsmålingen i september 2008 resulterte i et overslag over totalmengden på 4.4 millioner tonn, der 2.5 millioner tonn var modnende fisk som vil gyte våren 2009 (Figur 4.6.2.1.). Den blandede norsk-russiske fiskerikommisjonen har vedtatt

en forvaltningsregel som går ut på at det skal være mindre enn 5% sannsynlighet for at gytebestanden skal komme under 200 000 tonn (Blim) ved gytetidspunktet. ICES gir sine råd om loddeforvaltningen ut fra denne regelen.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

#### Økosystemvurdering

Lodde er en nøkkelart som påvirkes og påvirker en rekke andre indikatorer, fra plankton til sjøfugl. Den er også kommersielt en viktig art. Det er derfor en relativt lang måleserie bak denne indikatoren som gjør at den er svært viktig å følge opp.

### 4.6.3 Gytebestand hos blåkveite

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

#### Forfattere

Åge Høines

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

#### Referanser til data

ICES 2008, Høines, Å. S. og A.C. Gundersen 2008

#### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

#### Referanseverdi

Føre var-gytebestanden (ikke kjent)

#### Tiltaksgrense

Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

#### SVO-relevans

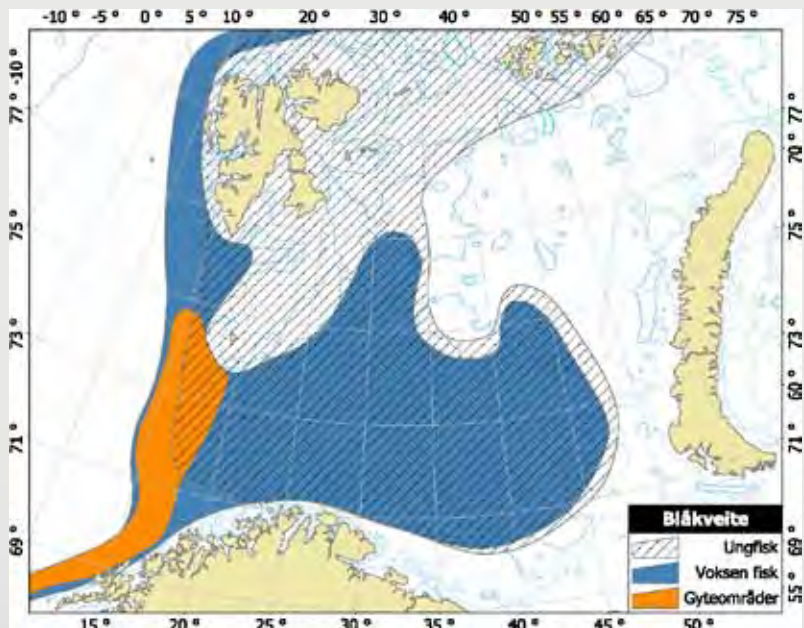
Nei

Blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*) er en flatfisk med svært vid utbredelse, som er karakterisert ved kontinuerlig utbredelse langs de dype kontinentale skrånningene fra østlige del av Canada til nord for Spitsbergen. Blåkveite i Nordøst-Atlanteren har en utbredelse med hovedandelen av den voksne bestanden langs eggakanten fra 62°N til nordøst for Spitsbergen. Det viktigste området for ungfisk er rundt Svalbard, nord og øst for Spitsbergen og østover forbi Frans Josef Land. I Barentshavet finner vi blåkveite i de dypere kanalene mellom bankene. De høyeste konsentrasjonene finnes i dybdeområdet 500-800 m mellom Norge og Bjørnøya, som også er antatt å være det viktigste gyteområdet for denne bestanden. Hovedgytingen foregår i desember/januar.

Arten foretrekker kalde vannmasser og forekommer sjelden i vann varmere enn ca. 4°C. Den ligner kveite, men blandsiden er pigmentert og er bare litt lysere enn øyesiden, noe som indikerer et mer pelagisk levesett. Hunnfisken blir størst, opp til 1,2 m, men i våre farvann sjelden over 1 m. Hannene blir sjelden større enn 65-70 cm. Viktigst føde er fisk, blekksprut og krepsdyr.

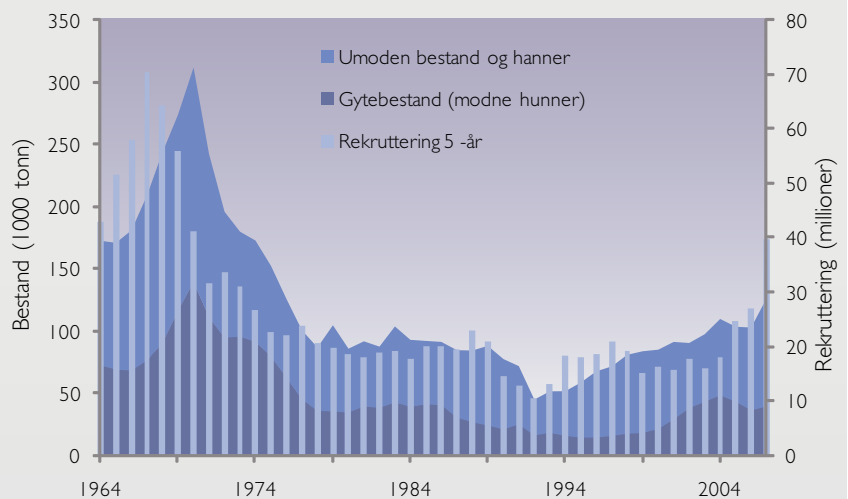
Blåkveite har et aktivt levesett med migrasjoner både vertikalt og horisontalt og den er en langlivet art som bare tåler lav beskatning.

Det illustrative assessmentet som blir gjort av ICES indikerer at gytebestanden har vært på et lavmål siden sent på 80-tallet, men en gradvis økning er observert frem til 2004. Etter 2004 har det vært en utflating. Rekrutteringen har vært stabil på et lavt nivå siden begynnelsen på 80-tallet, men de siste målene på rekruttering har vist en økning.



Figur 4.6.3.1

Utbredelseskart over den nordøst-arktiske blåkveitebestanden.



Figur 4.6.3.2

Utvikling av totalbestand (mørkt blå) og gytebestand (modne hunner, lys blå) av nordøst-arktisk blåkveite. Antall rekrutter som antall 5-åringer gitt som søyler.

Avtalt kvote for 2007 var 2 500 tonn satt av norske myndigheter til et begrenset kystfiske. I tillegg ble det i Den Blandede Norsk-Russiske fiskerikommisjon avsatt 4 900 tonn til hver av partene for forskningsformål, til sammen 9 800 tonn. Anbefalingen fra ICES var å ikke overstige en fangst på 13 000 tonn.

Total internasjonal fangst i 2007 var 14 800 tonn, inkludert forskningsfangst. Av dette utgjorde norsk fangst 8 200 tonn og russisk 6 150 tonn. Om lag 62 % av årsfangsten ble tatt med bunntål. Resten fanges med garn og line.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Assessmentet på blåkveite er svært usikkert og det har hovedsakelig bare vært brukt som indikasjon på trender. Alderslesing på denne arten er problematisk og usikker og assessmentet de siste årene er kjørt med bruk av kun russiske alderslesinger. De benytter samme metodikk som norske alderslesere brukte frem til 2006, men dette er en metode som vi nå ikke fester lit til. Blåkveita synes å bli vesentlig eldre enn det som før var antatt. Dette er også støttet opp av merkeforsøk. I 2006 ble den norske alderslesingsmetodikken endret etter et par år med utvikling av nye rutiner, og dermed kan ikke disse brukes sammen med de russiske dataene. I 2011 er det planlagt et nytt "benchmark" assessment i ICES-regi hvor hele komplekset skal gjennomgås og dette vil mest sannsynlig endre mye på serien.

#### Økosystemvurdering

I fravær av definerte referansepunkter kan ikke denne bestanden evalueres fullt ut. Blåkveite er lite utsatt for predasjon. Den har et allsidig kosthold, der både blekksprut, fisk og krepsdyr inngår, men det mangler data som sier noe i hvilken grad blåkveita påvirker byttedyrbestandene den beiter på eller i hvor stor grad tilgang og kvalitet på byttedyrene påvirker vekst og rekruttering hos blåkveite.

### 4.6.4 Gytebestand hos vanlig uer – fiskebestand under oppbygging

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet og ICES

#### Forfattere

Kjell Nedreaas og Benjamin Planque

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og ICES

#### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

#### Referanseverdi

Føre var-gytebestanden (ikke kjent)

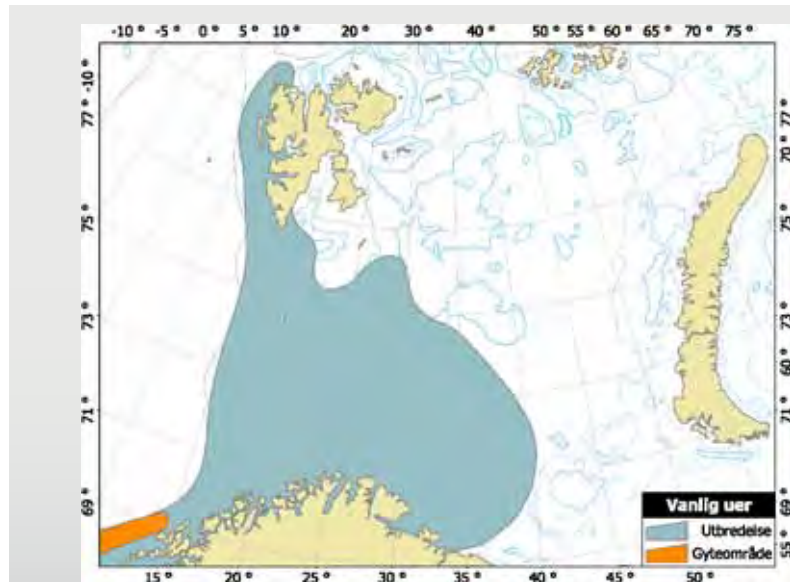
#### Tiltaksgrænse

Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

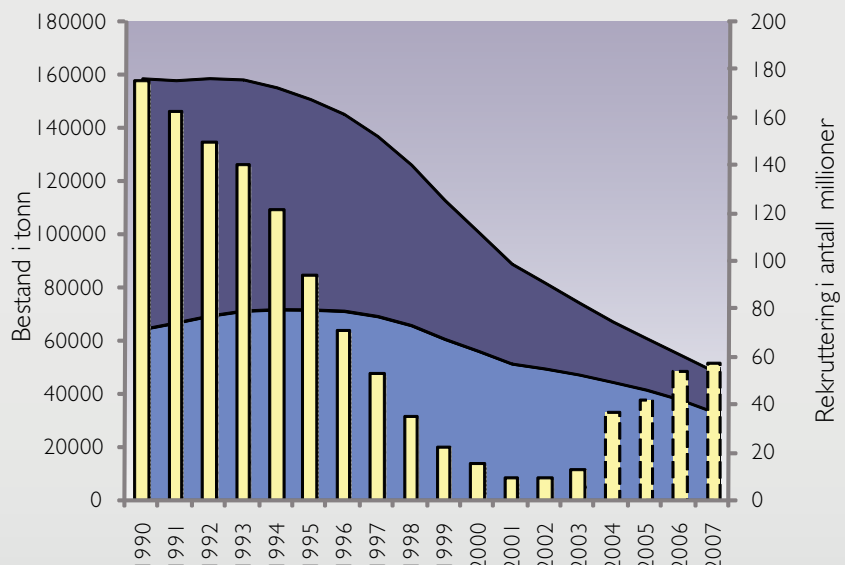
#### SVO-relevans

Nei

Nye og oppdaterte data for denne bestanden (fiskeri- og toktdata) forandrer ikke ICES sin bestandsvurdering. Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden tidlig på 1990-tallet. Toktresultat og fangstrater fra trålfisket viser en klar reduksjon i forekomstene, og indikerer at bestanden nå er nær et historisk lavmål. Årsklassene har



Figur 4.6.4.1  
Utbredelseskart over bestanden nordøst-arktisk vanlig uer.



Figur 4.6.4.2  
Resultat fra eksperimentelle bestandsberegninger av nordøst-arktisk vanlig uer (*Sebastes marinus*) som bekrefter utviklingen observert på instituttets tokt og fra data innsamlet fra fiskeriene. Områdene i figuren viser totalbestand av 3 år og eldre vanlig uer (mørkt + lyst område), gytebestand (lyst område), og rekruttering til bestanden (antall 3 åringer; søyler). En tilsynelatende bedret rekruttering de siste årene er usikker på grunn av mulige feil i artsidentifisering.

vært rekordlave det siste tiåret. Bestanden er derfor svært svak. Gitt den lave produksjonen til vanlig uer, ventes denne situasjonen å vedvare i mange år.

ICES gjentar sitt råd fra i fjor om forbud mot direkte fiske etter vanlig uer i ICES områdene I og II. Stenging av områder må opprettholdes, og tillatte bifangstgrænser bør settes så lave som mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling.

#### Økosystemvurdering

Vanlig uer lever av plankton i de første leveårene, deretter større plankton og fisk. Vanlig uer er også føde for annen fisk. I det pelagiske larvestadiet blir den beitet på av mange arter som har overlappende utbredelse, både sild (4.5.1), kolmule (4.5.2) og torskefisk. Som yngel og ungfisk blir den beitet på av torskefisk og kveite.



#### 4.6.4 Gytebestand hos snabeluer – fiskebestand under oppbygging

**Institusjoner**

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

**Forfattere**

Kjell Nedreaas og Benjamin Planque

**Datagrunnlag**

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

**Type indikator**

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

**Referanseverdi**

Føre var-gytebestanden (ikke kjent)

**Tiltaksgrænse**

Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

**SVO-relevans**

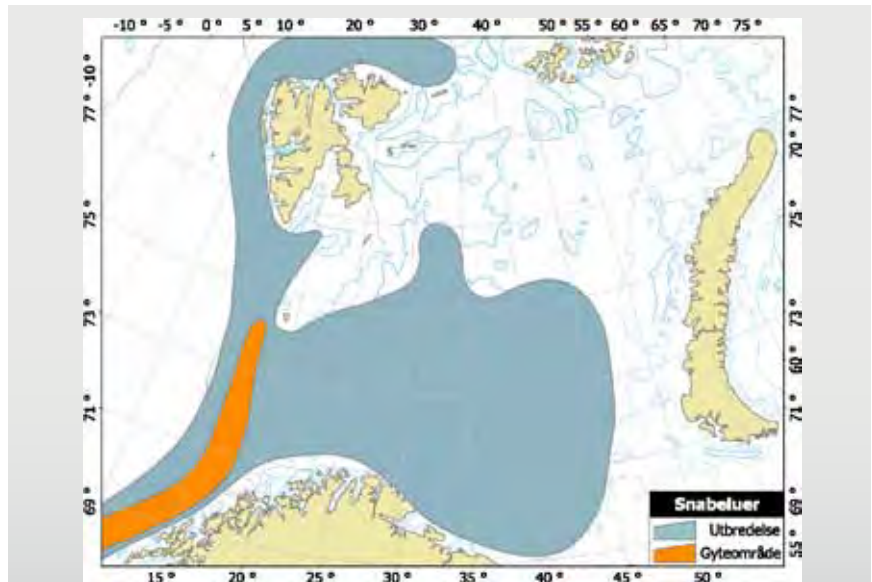
Nei

Et nytt år med data for denne bestanden for- andrer ikke ICES sin bestandsvurdering. Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden 1991, og ICES vurderer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne. Toktresultat viser at bestanden er nær et historisk lavmål. Bare årsklassene født før 1991 kan bidra til gytebestanden i nevneverdig grad, siden de etterfølgende 15 årsklassene er svært svake. I oppvekstområdene i Barentshavet observeres det imidlertid tegn på bedre rekruttering av yngel. Det er derfor svært viktig at denne yngelen får det beste vern fra å bli tatt som bifangst i alle fiskerier, inkl. rekefisket. Dette vil sikre at de rekrutterende årsklassene får bidra så mye som mulig til gjenoppbyggingen av bestanden. Selv om størrelsen på gytebestanden er ukjent, vil bestanden av snabeluer ikke kunne gi grunnlag for et direkte fiskeri på mange år på grunn av rekrutteringssvikten siden 1991.

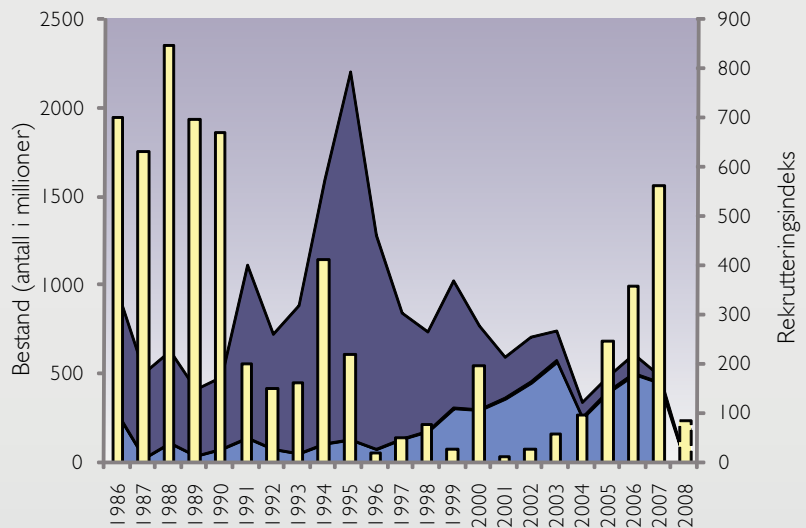
Det har utviklet seg et direkte fiskeri utenfor de økonomiske sonene i Norskehavet, med en klar økning av fangstene (28 458 tonn i 2006). Dette gir stor grunn til bekymring. Fra og med 2007 har den Nordøstatlantiske fiskerikommisjonen (NEAFC) kuttet ned på dette fiskeriet ved å sette en årlig kvote som kan fiskes i et kappfiskeri (olympisk fiske) i internasjonalt farvann.

For å kunne verifisere en eventuell økning av gytebestanden, er det nødvendig at hele utbredelsesområdet av voksen snabeluer i ICES områdene I og II blir kartlagt, både den snabelueren som står ved bunnen og pelagisk. Pelagiske- og bunnfisktokt må planlegges og utformes slik at mulige vandringer til fisken blir tatt hensyn til.

ICES gjentar sitt råd fra i fjor og tilrår forbud mot direkte trålfiske etter snabeluer i ICES områdene I og II. Stenging av områ-



**Figur 4.6.5.1**  
Utbredelseskart over snabeluerbestanden.



**Figur 4.6.5.2**  
Utviklingen av snabeluerbestanden (*Sebastes mentella*) slik den er registrert på instituttets tokt nord for 69°N i Barentshavet og ved Svalbard. Mørkt område: umoden 15-29 cm snabeluer (antall i millioner, venstre akse). Lyst område: snabeluer (antall i millioner) større enn 30 cm. 0-gruppeindeksen (fra årlige tokt med flytetrål i Barentshavet/Svalbard) er vist som mål på rekrutteringen (søyler, høyre akse).

der må opprettholdes, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lave som mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekrefte.

**Teknisk vurdering**

Indikatoren er under utvikling.

**Økosystemvurdering**

Snabeluer lever av plankton i de første leveårene, deretter av større plankton og fisk. Snabeluer er også føde for annen fisk. I det pelagiske larvestadiet blir den beitet på av mange arter som har overlappende utbredelse, både sild (4.5.1), kolmule (4.5.2) og

torskefisk. Som yngel og ungfisk blir den beitet på av torskefisk og blåkveite (4.6.3), og voksen snabeluer er også et ettertraktet bytte for klappmyss. Snabeluerens betydning som føde for nordøst-arktisk torsk (4.6.1) er årlig kvantifisert tilbake til 1984. Forvaltningen av uerbestandene er et eksempel på bestander som for tiden ikke er store nok til å utnytte og omsette tilgangen av planktonorganismer. Ueryngelen er viktig planktonspisere, og frem til 1990 var det store mengder snabelueryngel i Barentshavet hver sommer og høst som utnyttet planktonproduksjonen, og som utgjorde et viktig næringstilbud for andre fiskeslag. Vi vet ikke om andre planktonspisere som har overtatt denne nisjen, og vi må sikre oss at vi har nok planktonspisende fisk i de ulike havområdene slik at planktonproduksjonen blir utnyttet til produksjon av fisk.

# 4.7

## Bunnlevende organismer

De indikatorene som presenteres for bunnlevende organismer representerer også flere andre faktorer. For tiden er det flere indikatorer under utvikling som gir informasjon om den delen av økosystemet som befinner seg på og i havbunnen. Energi- og biomasseomsetningen i den delen av økosystemet er sannsynligvis meget omfattende og de vil derfor være viktig å utvikle indikatorer for dette. Samtidig er biodiversiteten absolutt størst på og i bunnen og variasjoner i biodiversitet kan derfor best måles i bunndyrssamfunn. Kongekrabben er en introdusert art (se også kap. 4.9) og beskattes gjennom et intensivt fiske.

### 4.7.1 Artssammensetning og mengde av bunndyr i forskningstrål

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Lis Lindal Jørgensen og Knut Sunnanå

#### Datagrunnlag

RegFisk database (familienivå) og PINRO/IMR database (artsnivå)

#### Referanser til data

Anon. 2007

Russian-Norwegian Benthos Network (Felles Norsk-Russisk Miljøvernkomisjon)

Stiansen, J.E. og A.A. Filin (red) 2008

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Ingen ennå, men er under bearbeidelse

#### Tiltaksgrense

Ingen ennå, men er under bearbeidelse

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

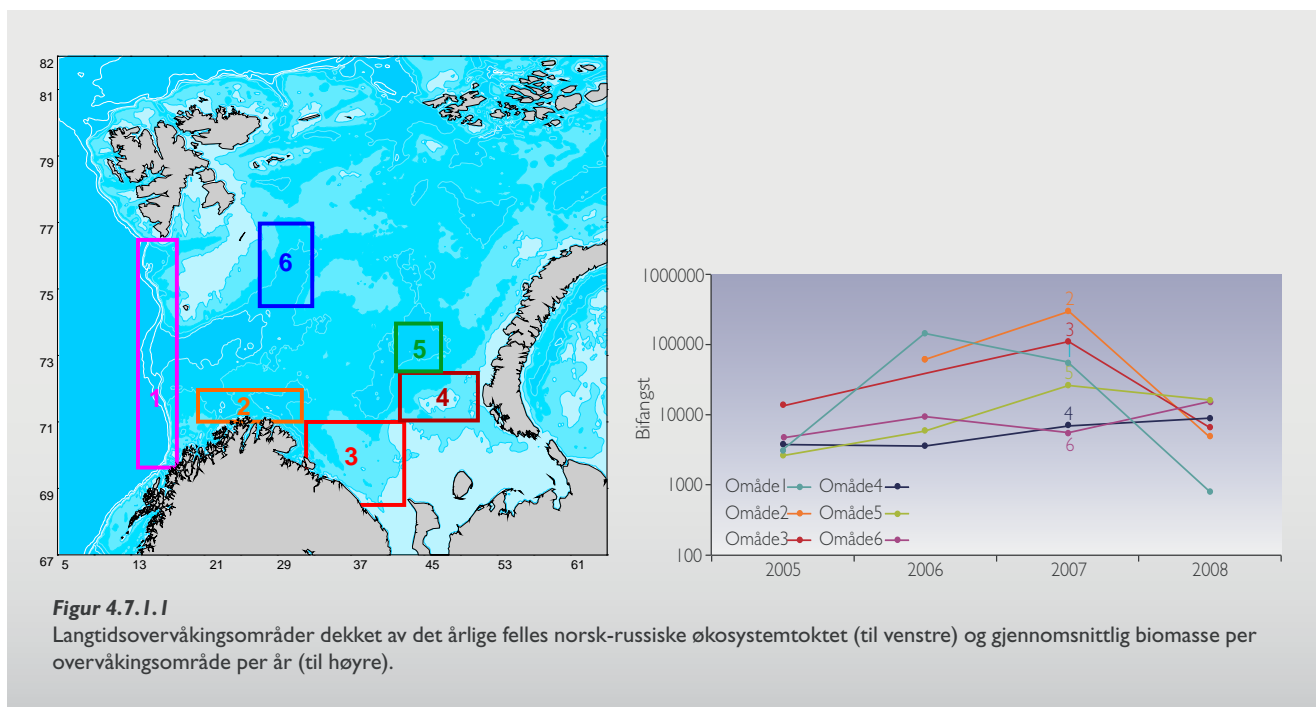
Indikatoren har som formål å belyse naturlige og antropogene forandringer av biomasse i tid og rom basert på bifangst av bunndyr tatt med forskningstrål i Barentshavet.

Havforskningsinstituttet har i de senere årene utviklet et økosystemtokt i Barentshavet i fellesskap med det russiske Havforskningsinstituttet PINRO i Murmansk. Toktet involverer 5 forskningsfartøy (3 norske og 2 russiske) og dekker hele Barentshavet i august-september hvert år. Toktet kalles The Joint Annual Norwegian-Russian Ecosystem Survey (JAES). Bunndyr, bunnfisk, pelagisk fisk, plante- og zooplankton, pattedyr, fugl og CTD blir registrert med forskjellig metodikk. JAES er en viktig og helt unik norsk-russisk overvåkningsmodell som kan registrere fluktuasjoner i hele Barentshavet samtidig og over et lagt tidsperspektiv. Metoden skaffer til veie en årlig analyse som indikerer hvilke områder, dyregrupper og arter som viser alarmerende fluktuasjoner. Ut

fra dette kan det vurderes om det er behov for oppfølgende undersøkelser for å undersøke årsaken til slike variasjoner.

Antall stasjoner (observasjonspunkter) per år har variert fra 400 til 650 (russiske og norske). Det er blitt registret ca 370 virvelløse arter som bifangst i forskningsbunntrawl. Dataene fra russisk og norsk side blir samlet i en felles database og det blir utarbeidet utbredelseskart i felles overvåkningsområder i Barentshavet. Metoden har som formål å belyse naturlige og antropogene forandringer i biomasse i rom og tid for bifangst av bunndyr tatt i Barentshavet. Fluktuasjoner registrert i bifangsten kan ses i sammenheng med eventuell andre fluktuasjoner i de høyere trofiske nivåene som samtidig måles på JAES.

De foreløpige resultatene fra de felles norsk-russiske økosystemtoktene viser fluktuasjoner i biomasse mellom år, men at "hotspots" av biomasse kan gjenfinnes over flere år i sørvestre deler av Barents-



havet, på Spitsbergbanken, Sentralbanken, Storbanken og Gåsbanken, samt i deler av det nordøstlige Barentshavet. Hependypet har stabile, men lavere verdier sammenliknet med områdene rundt.

Den årlig fluktuerende biomasse kan bety at arter flytter eller sprer seg i forhold til miljø, eller forsvinner fra et område av andre årsaker. Det er tidligere blitt påvist meterlange fronter med sjøstjerner som beveger seg over havbunnen med en hastighet av flere meter per døgn. Likeså har store haneskjellforekomster forsvunnet på få år, forårsaket av brå temperatursvingninger, sykdom, parasitter eller intens beiting. Populasjonen av kongekrabbe økte dramatisk nord for Kapp Kanin i 2006 og 2007, men kollapset plutselig i 2008 pga overfiske og/eller manglende mattilgang. Snøkrabben bre seg fra øst og vestover. I 2008 ble det registrert de høyeste forekomster i norsk del av sentral Barentshavet.

Utvalgte, mindre overvåkningsområder er også en mulighet som kan benyttes for å fokusere på spesifikke problemstillinger (bl.a. ytre menneskelige påvirkning). Det er definert slike ”overvåkningsområder” for data tatt i perioden 2006-2008 (Figur 4.7.1.1, venstre panel). I Figur 4.7.1.1 (høyre panel) er det vist endringer over tid for gjennomsnittlig biomasse fanget i forskningstrål i de utvalgte områdene. Det kan sees en indikasjon på nedgang i flere av områdene fra 2007 til 2008.

I sørvest (Område 1) har Barentshavet rike forekomster av svampene *Geodia barretti* og *Geodia macandrewii*. Disse artene er sårbare for fysisk slitasje da alderen på disse individene er opp mot 100 år, og fordi individene dør ved skade (Hans Rapp, UiB pers. medd.). Hvis bifangsten viser en nedgang i biomasse for Område 1, bør det igangsette en undersøkelse som kan vurderer om svampene i området står i fare for ødeleggelse og utrydding.

Murmanskysten (Område 3), samt kystnære deler av Nordkapp banken (Område 2) er invadert av kongekrabber som beiter på lokale bunndyr. Undersøkelser viser at sjøstjerner (*Ctenodiscus*), kråkeboller (*Strongylocentrotus*), skjell samt flere andre større epibentiske bunndyr (= lever oppå sedimentet) er blant byttedyrene til kongekrabben. En økning i kongekrabbebestanden kombinert med en reduksjon av utvalgte byttedyr vil kunne fungere som kvalitetsmål for område 2 og 3.

På Gåsbanken (Område 4) er det i de siste årene registrert en stadig økning i snøkrabbe, som er en fremmed art i Barentshavet. Her bør det utvikles et kvalitetsmål som sammenholder økningen i snøkrabbebe-

standen med reduksjon i bunnelvende byttedyr tatt som bifangst.

Shtokmanfeltet (Område 5) er utsatt for leiting og boring etter olje og gass. Dette områdene bør overvåkes i forhold til fluktuasjoner i biomasse for større epibentiske arter som er sårbare og skrøpelige overfor fysisk slitasje.

Hependypet (Område 6) er utsatt for bunntråling. Dette områdene bør overvåkes i forhold til fluktuasjoner i biomasse for større epibentiske arter som er sårbare og skrøpelige overfor fysisk slitasje. Dessuten bør det utvikles kvalitetsmål for den funksjonelle sammensetningen av bunndyrssamfunnet da det er påvist at biomassen av filtrerende, fastsittende og store arter blir redusert i områder med høyere fiskeriintensitet til fordel for mobile og gravende bunndyr som øker i biomasse.

#### Teknisk vurdering

Denne indikatoren kan utvikles og bli operative innen relativt kort tid dersom de grunnleggende undersøkelsene (JAES) blir videreført. Nye beregninger og oppdateringer kan da startes opp allerede fra neste år: Bifangstdatabasen for 2005-2008 trenger standardisering, kvalitetskontroll og datavask. Den skal foreligge på et format som er enkelt å jobbe med og utviklet til å kunne beregne enkle standardiserte årlige oppdateringer og presentasjoner. Dataprogrammer må utvikles for identifisering av arter innen zoogeografisk-, fødetype- og leveste- klassifisering. Disse programmene skal kunne gjenkjenne arter og merke de med rett klassifisering, samt kunne levere enkle standardiserte årlige oppdateringer og presentasjoner. Hvor stor del av bunndyrfaunaen som egentlig blir fanget opp i registreringene er et spørsmål om kalibrering av bifangst (bunntål), epifauna (2m bomtrål), infauna (grabb) innsamlet inn på 36 stasjoner i sørvestlige Barentshavet (se figur 3) i 2006-2008. Dette materiale danner grunnlag for en komparativ studie hvor faunaen tatt med de tre innsamlingsformene kan sammenlignes. Det mangler en grunnlagskartlegging for epifauna og infauna i Barentshavet, dvs en grunnlagsbeskrivelse av monitoringsarealene som viser hvordan indikator bunndyrfauna skal se ut. Det anbefales at PINRO (det Russiske Havforskningsinstitutt i Murmansk) får ansvar for å sammenfatte all data som finnes for epifauna i Barentshavet og fremstiller en slik grunnlagsbeskrivelse.

#### Økosystemvurdering

Indikatoren for biomasse av bunndyr er ikke godt nok utviklet og gjenspeiler på det nåværende tidspunkt ikke sammenhengen mellom indikatoren og resten av økosystemet. Endringer av biomasse i hele Barentshavet, og i utvalgte indikatorområder, viser at næringstilgang og beiting har stor innflytelse på det bentiske systemet. Interaksjoner med andre deler av økosystemet er delvis kjent, men ikke kvantifisert. Den antropogene påvirkning kan være meget stor på en rekke av de bunnelvende organismene, men denne effekten er ikke godt nok kvantifisert. Indikatoren (samlet bifangst epifauna) påvirker biodiversitet, produktivitet, evt beiteområder for bunnspisende dyr, og påvirkes av bunntråling, ankring, kjettinger, invasjon av fremmede arter (predasjon, konkurranse om plass og bytte) og forurensning.

#### 4.7.2 Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Pål Buhl Mortensen og Anne Brit Storeng

#### Datagrunnlag

Data over kjente forekomster av korallrev kan finnes på hjemmesidene til MAREANO ([www.mareano.no](http://www.mareano.no)), Havforskningsinstituttet ([www.imr.no/coral](http://www.imr.no/coral)) og Artsdatabanken ([www.artsdatabanken.no](http://www.artsdatabanken.no))

#### Referanser til data

Fosså, J.H. et al. 2000  
Mortensen, P.B. 2000  
Mortensen, P.B. og L. Buhl-Mortensen 2005  
Mortensen, P.B. et al. 2005  
Tendal O.S. 1992

#### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning

#### Referanseverdi

Utbredelse og tilstand av kjente forekomster

#### Tiltaksgrænse

Det er signifikant økning i skadeomfanget eller reduksjon i forekomstenes utbredelse i områder som overvåkes

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

#### 4.7.2.1 Korallrev

Korallrev dannes i norske farvann av steinkorallen *Lophelia pertusa*. Denne arten har dannet rev som er opp til ca 9000 år gamle i Midt-Norge (Mortensen 2000). Alderen på revene i Barentshavet er ikke kjent, men størrelsen tilsier at de ikke er vesentlig yngre enn daterte rev i midt-Norge. Det oppdages stadig flere korallrev i Barentshavet. De siste oppdagelsene ble gjort på Mareano-tokt ved Malangsrundnen og i Hola utenfor Vesterålen i 2008. Korallrevene representerer en viktig naturressurs, med et stort mangfold av arter som finner skjulested eller mat i dette habitatet. Ofte er det høye fisketettheter nær revene. Skader som er påført av fiskerier er ofte synlige og entydige for korallrev (Fosså et al. 2000).

#### 4.7.2.2 Hornkoraller

Utbredelsen av hornkoraller, så som *Paragorgia arborea* (Sjøtø), *Paramuricea placomus* (Sjøbusk) og *Primnoa resediformis* (Risengrynkoral) er dårligere kjent enn for *Lophelia pertusa*. Hornkoraller danner habitater som fiskere har gitt navnet korallskog. Sjøtø er vår største korall og kan bli over 3 m høy (muligens opp mot ca 6-8 m) (Tendal 1992). Hornkorallene er på lik linje med *Lophelia* langlivete arter som vokser relativt langsomt. De eldste koloniene man kan finne i Norge er sannsynligvis mellom 100 og 200 år gamle (basert på beregninger publisert av Mortensen og Buhl-Mortensen 2005). Hornkorallene er også utsatt for skader fra fiskerier med bunndredskap (Mortensen et al. 2005). Til forskjell fra *Lophelia* så ser det ut til at skadene på hornkoraller kan være vanskeligere å oppdage. Dels fordi koloniene står mer spredt enn *Lophelia*. Derfor vil mønstre og spor etter skraping fra trål være vanskeligere å oppdage enn på et rev. En annen grunn er at skjelllettene etter disse korallene blir lettere transportert bort med

strømmen enn *Lophelia* sitt skjellett. Flere steder langs kysten av Øst-Finnmark er det rapportert om skadde korallsamfunn. Etter kartlegging utført som del av det EU-finansierte forskningsprosjektet HERMES ble det klart at korallene på disse lokalitetene er hornkoraller og ikke korallrev.

#### 4.7.2.3 Svampsamfunn

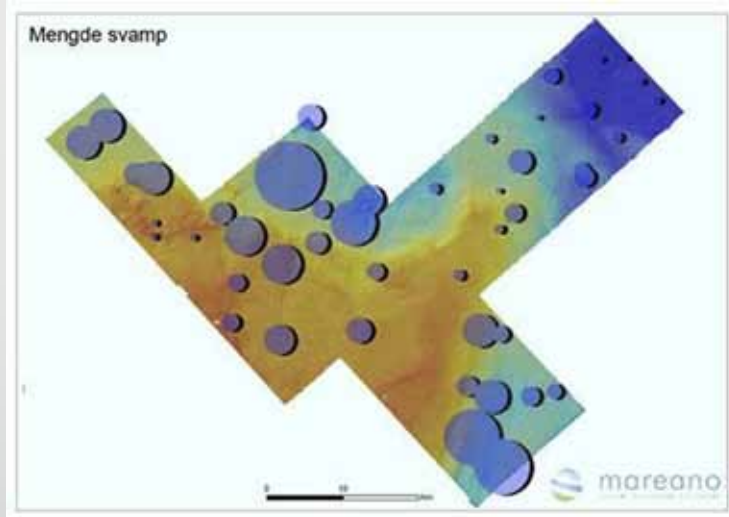
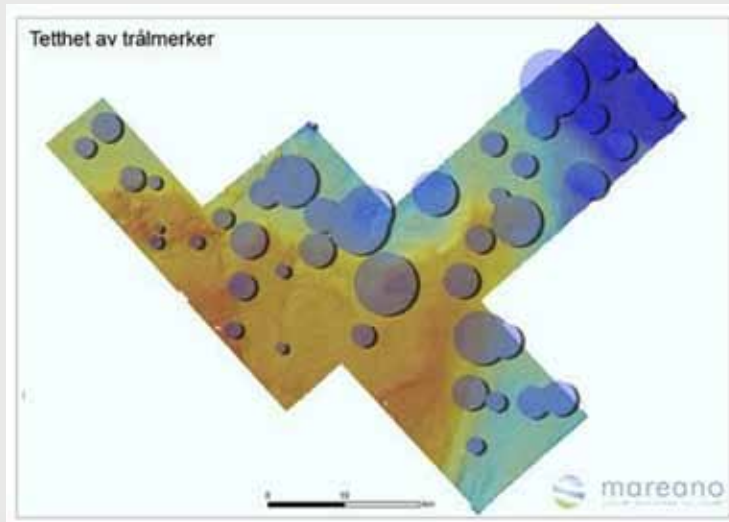
Svamper er kolonidyr som danner et indre skjellett i form av små spikler av kisel eller kalk. Det er kjent at svampområder er utbredt i deler av Barentshavet, for eksempel på Tromsøflaket, spesielt i Snøhvitområdet. Det foreligger imidlertid ikke noen fullstendig oversikt over utbredelsen av svampsamfunnene. Havforskningsinstituttets bunntålundersøkelser har registrert mengden store svamper i fangstene fra 1981 til nå. Mer detaljerte data om utbredelse av svamper vil følge av Mareano-kartleggingen. På Tromsøflaket ble det i 2006 observert områder hvor svamp lå samlet nede i trålspor. Spor etter fiskerier vil ikke være synlige i selve svampene i lang tid da de råtner bort relativt raskt etter påført dødelig skade. Det er ikke kjent i hvilken grad svamper kan tåle fragmentering. Noen steder ble det observert svamper med bakteriedekke. Endringer i svampenes utbredelse kan indikere endringer i miljø eller påvirkning fra fiskerier.

Områder med høy svamptetthet og stor trållaktivitet overlapper delvis. Den største trållaktiviteten ser ut til å være knyttet til havbunn med grusig sand. Her er *Stylocordyla borealis*, *Mycale lingua* samt mange andre mindre svamparter svært vanlige. Disse områdene grenser på Tromsøflaket til dypere bløtere bunner hvor svampene *Geodia spp.* og *Aplysilla sulfurea* dominerer. Også her er det observert områder med relativ høy tetthet av trålspor.

Det foregår per i dag ingen overvåking av koraller eller svamper som gir innhold til denne indikatoren. I forbindelse med revidering av indikatoren er det et ønske om å dele den opp i to indikatorer:

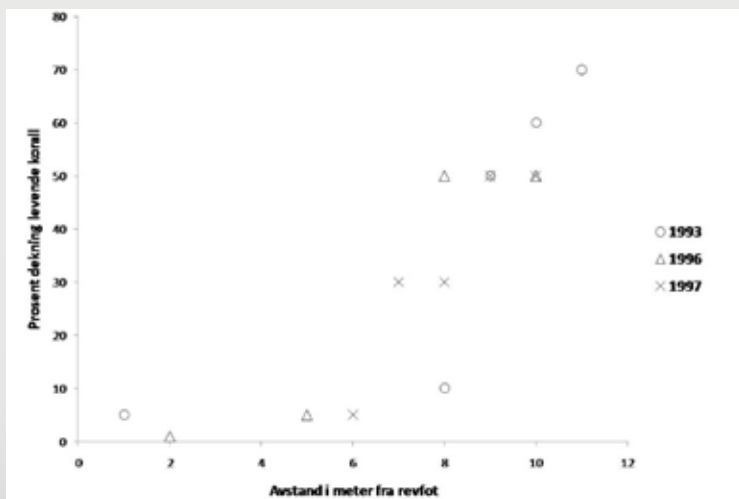
#### Dekke av koralllev som indikator for generell helsetilstand

*Lophelia pertusa* kan anvendes som en generell økologisk indikator i form av endringer i helsetilstand. Helsetilstanden kan måles i form av prosentvis dekke av levende vev på korallskjellettet. Dette levende vevet er lett å identifisere, selv fra flere meters avstand. Ved å overvåke endringer i utstrekningen i dekket av levende *Lophelia* kan man indikere endringer i miljøet som økt partikkelinnhold eller minket næringstilgang. Referanseverdier for indikatoren eksisterer for korallrev som har blitt inspisert med undervannsvideo (ROV, "fotoramme" eller Campod).



Figur 4.7.2.1

Relativ tetthet av trålmerker (øverst) observert på havbunnen på Tromsøflaket og relativ mengde av svamp (nederst). Figurene illustrerer at det foregår bunntålling i områder med store mengder svamp.



Figur 4.7.2.2

Andel levende korallrev på Sularevet langs en gradient fra fot til topp på revet. Figuren viser ingen signifikante endringer i perioden fra 1993-1997.

Spesielt eksisterer det gode data for referanseverdi for Sularevet i midt-Norge. Referanseverdiene representerer ulike årstall og dessverre er det ingen korallrev som er godt nok kartlagt til at man kan beskrive andel levende korallrev med nøyaktig georeferering. For å gå videre med denne indikatoren må man foreta en utvelgelse av noen *Lophelia* rev som man deretter overvåker.

#### Forekomst av knuste koraller

Denne indikatoren påvirkes ved fysisk forstyrrelse, med andre ord, knusing. Dette fører i fleste tilfeller til at store kolonier reduseres til en flate av knuste fragmenter hvor dødeligheten kan være 100% i de direkte berørte områder lokalt på et korallrev. Gjentatt bunntåling vil i tillegg til omfattende knusing også representere økt eksponering av sedimentpartikler.

Referanseverdier for indikatoren eksisterer for korallrev som har blitt inspisert med undervannsvideo (ROV, "fotoramme" eller Campod) og er notert som "skader observert". Referanseverdiene representerer ulike årstall og dessverre er det ingen korallrev som er godt nok kartlagt til at man kan beskrive andel areal av korallrev som er påvirket. Indikatoren kan således betraktes som tilstedeværelse eller fravær av skader. En del av videomaterialet som allerede eksisterer ved Havforskningsinstituttet kan være grunnlag for å beregne andel skade på en grov skal. For å skaffe sikre verdier for overvåking av evt endringer i skadeomfang vil det være nødvendig å analysere replikate videotranssekter over utvalgte rev. Ved å gjenbesøke identiske arealer på tidligere undersøkte rev påvises mer kvantitative endringer i omfanget av knuste koraller.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Mangler data – overvåking er ikke etablert.

#### Økosystemvurdering

Koraller og svamper er utsatt for menneskelig aktivitet via skader som er påføres gjennom fiskeri aktivitet i form av tråling. Disse skadene kan spores mange år etter at skaden er påført. Eksponering for spill av for fra oppdrettsanlegg er identifisert som en mulig trussel i kystområder. Omfanget av dette problemet vil bli evaluert av ICES arbeidsgruppe for dypvannsekologi (WGDEC) i 2009. Dekke av korallrev vil være en aktuell indikator for å vurdere effekten fra økt partikkelsporing. I tillegg er korallene også utsatt for klimapåvirkninger både gjennom økt temperatur og reduksjon i pH gjennom den havforsuringen som nå skjer. Et surere havklima vil føre til at korallenes evne til å binde bikarbonat til bygging av skjelettstrukturen vil bli redusert. Dette kan føre til svakere skjelett eller lavere veksthastighet. Også svamper med indre strukturer av kalsiumkarbonat vil kunne bli påvirket av dette. Det kan også tenkes at forsurening av havene kan virke på polyppene og larvene direkte.

### 4.7.3 Forekomst av kongekrabbe

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Jan Sundet

#### Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

#### Referanser til data

St.meld.nr. 40 2006-2007

#### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (introduksjon)

Referanseverdi

Utbredelse

#### Tiltaksgrense

Spredning til nye områder

#### SVO-relevans

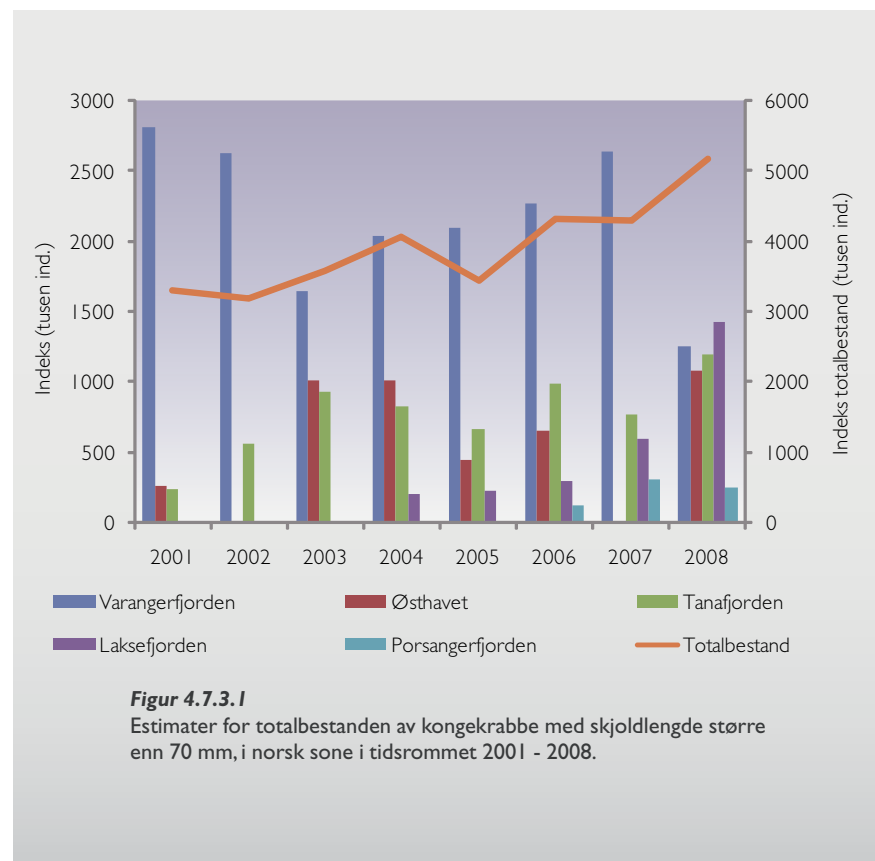
Kystnært

Kongekrabben (*Paralithodes camtschicus*) tilhører gruppen uekte krabber (*Anomura*) og er nært i slekt med den mer vanlige trollkrabben (*Lithodes maja*). Den er langlevende (+ 20 år) og blir kjønnsmoden ved ca 7 – 9 års alder. I likhet med andre krabber er den særkjønnet og en hunnkrabbe kan ha opptil 450 000 egg som den bærer med seg som utrogn i ca

11 måneder. Larvene er pelagiske i 40-60 døgn og har relativt liten egenbevegelse. Kongekrabbens diett består i hovedsak av bunndyr som muslinger, sjøstjerner og børstemark, men den er også åtseleter. Stort sett det meste av fastsittende eller sakte bevegelige bunndyr er funnet i magene til kongekrabben, noe som indikerer at den spiser det som er tilgjengelig.

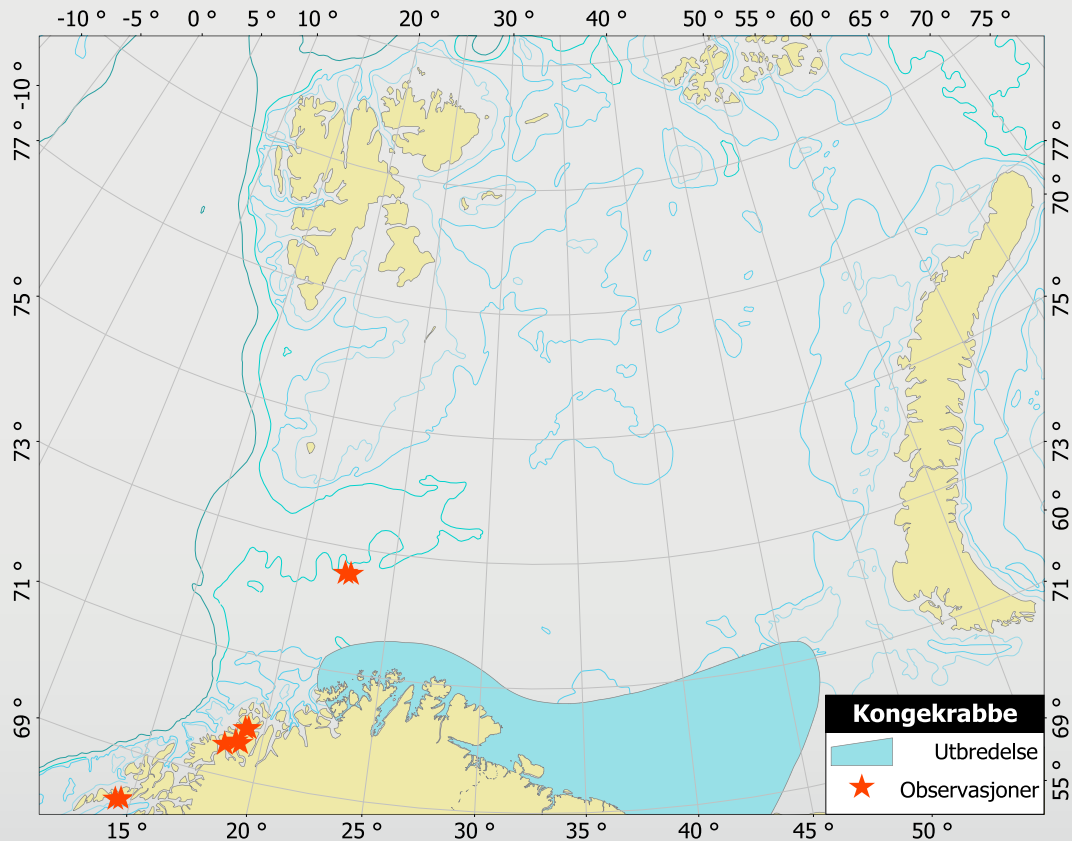
Kongekrabben i norsk sone ble kartlagt høsten 2008 med bruk av trål og teiner ved to tokt i løpet av august /september. Estimaten av totalbestanden (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2008 er noe høyere enn i 2007 (Figur 4.7.3.1.). Bestanden av små kongekrabbe lar seg ikke måle med våre metoder på grunn av krabbens adferd og fordelingsmønster. Det norske minstemålet for fangstbar kongekrabbe er på 137 mm. Mengden fangstbar kongekrabbe estimert for 2008 representerer derfor hannkrabber større enn 137 mm skjoldlengde, og var noe lavere enn i 2007 (ca 0,8 mill.). Det forventes en middels rekruttering til den fangstbare bestanden i norsk sone både i 2009 og 2010.

En ny forvaltning av kongekrabben i norsk sone ble innført i juni 2008. Denne innebærer en bærekraftig forvaltning av krabben i et avgrenset område i Øst-Finnmark.



Figur 4.7.3.1

Estimater for totalbestanden av kongekrabbe med skjoldlengde større enn 70 mm, i norsk sone i tidsrommet 2001 - 2008.



**Figur 4.7.3.2**

Utbredelse av kongekrabbe i Barentshavet per januar 2008. Røde stjerner angir funn av enkeltkrabber. Følgende bekreftede funn av kongekrabbe er gjort utenfor det vi i dag regner for dens utbredelsesområde: Trøndelag (Folla): 1 stk hannkrabbe, Lofoten (Ballstad): 2 stk hannkrabber, i Barentshavet: 3 stk hunnkrabber, i Tromsø-området: 9 stk begge kjønn. Det eksisterer fortellinger om funn av flere kongekrabber utenom utbredelsesområdet, men disse er ikke bekreftet. En antar for øvrig at funnene ovenfor er krabber som er transportert på fartøyer fra Øst-Finnmark.

Utenfor dette området er det et fritt fiske med hovedmålsetning om å holde krabbebestanden så liten som mulig (se St.meld. nr. 40 2006-2007 for ytterligere detaljer). Det frie fisket vest for 26°E, som har pågått siden 2005, ser ut til å ha hatt betydelig effekt på spredningen vestover i og med at det kun er små mengder kongekrabber som er registrert vest for områdene nærmest opp til denne grensen. Det frie fisket til havs i 2008 viste at kongekrabben hadde en større utbredelse til havs enn tidligere undersøkelser har vist. Årsaken til dette kan være at bestanden i dette området har økt slik at krabben må finne nye beiteom-

råder eller at krabben er en såpass ny art i systemet at den ikke enda har etablert noe fast vandrings-/utbredelsesmønster. Ved spredningen av krabben vestover langs Finnmarkskysten har den alltid først etablert seg innerst i de store fjordene før den ble vanlig i de ytre delene. Utbredelsen vestover langs kysten har ikke endret seg vesentlig i forhold til 2007, og det er kun fanget få enkeltindivider vest for Måsøy/Hammerfest – området (Figur 4.7.3.2). Tettheten av kongekrabbe er fortsatt mye høyere i de østlige delene (Varanger og Tanafjorden) enn i de vestlige delene (Laksefjord og Porsanger).

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer

#### Økosystemvurdering

Tiltak er nødvendige for å hindre spredning av kongekrabben. Et tiltak er fritt fiske utenfor det kommersielle området.

Det er allerede dokumentert at kongekrabben påvirker bunnfaunaen i områder hvor den er tallrik, men omfanget av denne påvirkningen er ennå ikke kartlagt tilstrekkelig.

# 4.8

## Sjøfugl og sjøpattedyr

Den høye produksjonen av plankton og fisk gjør at Barentshavet har fuglekolonier som er blant de største i verden. Områdene i norsk del av Barentshavet og sør til Lofoten har om lag 5,4 millioner hekkende par sjøfugl. De fleste sjøfuglene trekker sørover fra Barentshavet om vinteren. Blant sjøpattedyrene er det arter som bruker Barentshavet som beiteområde og tempererte hav som kalvingsområde (vågehval, knølhval, finnhval), eller de er knyttet til den arktiske regionen hele livet (hvithval, narhval). De store bestandene av grønlandssel og vågehval konsumerer betydelige mengder dyreplankton, torsk, sild og lodde.

### 4.8.1 Romlig fordeling av sjøfuglsamfunn

#### Institusjoner

Norsk institutt for naturforskning

#### Forfattere

Per Fauchald

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Norsk institutt for naturforskning

#### Referanser til data

[www.seapop.no](http://www.seapop.no)

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

#### Tiltaksgrense

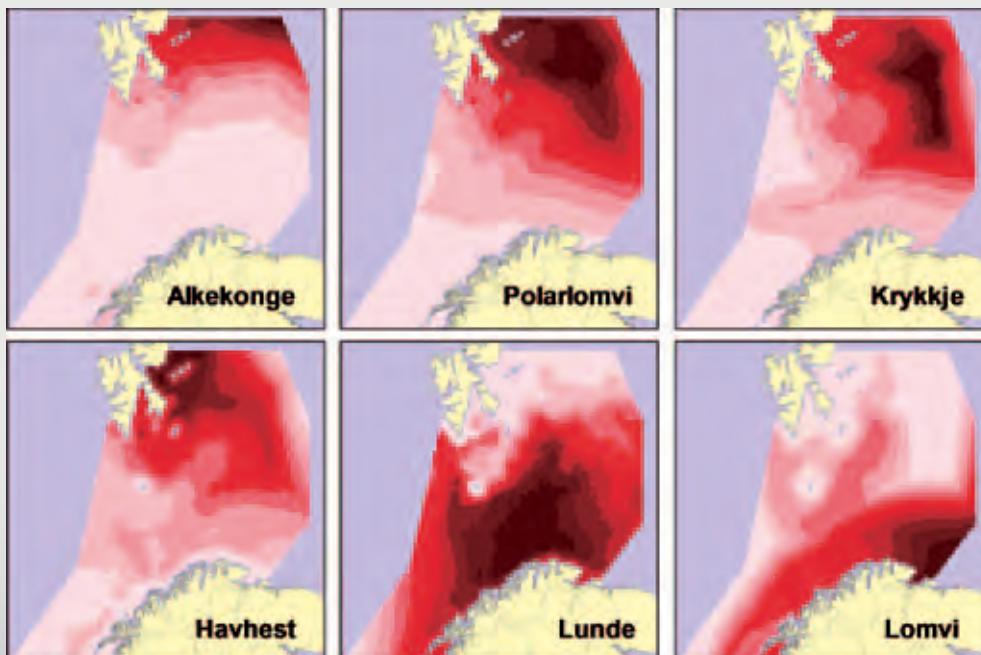
Ingen

#### SVO-relevans

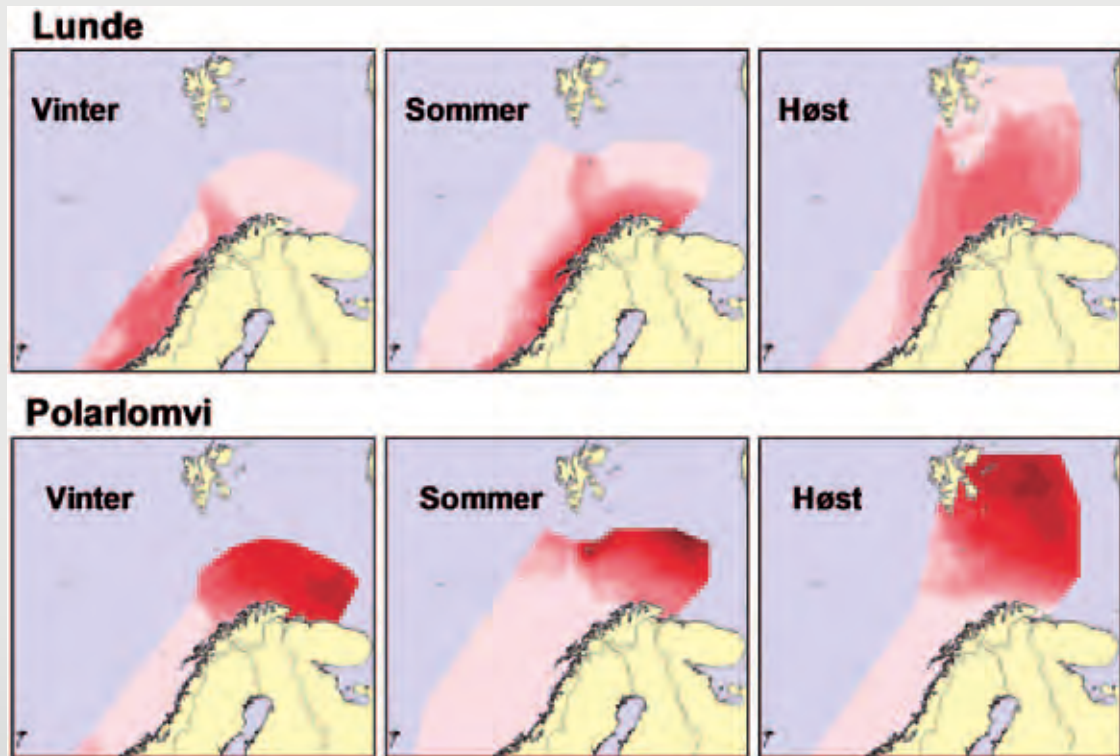
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Data over hvordan sjøfugl fordeler seg til havs kan innhentes ved å telle sjøfugl fra fartøy som går langs transekter med en tilnærmet konstant hastighet. Ved å følge regulære tokt, er dette en kostnadseffektiv form for datainnsamling, og denne typen data har vært samlet inn i norske farvann i mer enn 20 år. Dataene har som oftest vært samlet inn som kartleggingsoppgaver i regi av oljeindustrien. For å få en mer helhetlig og effektiv kartlegging, er denne oppgaven i dag en del av SEAPOP ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)). I norske farvann har Norsk institutt for naturforskning (NINA) stått for størstedelen av datainnsamlingen, og NINAs database utgjør totalt 138 000 km transekter fra 1983 til i dag. Det europeiske sjøfuglsamarbeidet ESAS (European Seabirds At Sea) hvor NINA også er medlem, har i tillegg en felles database for Nordsjøen som utgjør over 400 000 km transekter fra 1980 til 2004. Det er nå planer om å oppdatere og videreutvikle denne databasen.

Data over sjøfugl i åpent hav har primært blitt brukt i kartleggingsoppgaver, og denne typen data har i liten grad inngått i overvåkingen av marine økosystemer. Fordi åpent hav data er relativt kostnadseffektivt å innhente, kan det imidlertid være interessant å vurdere denne form for datainnsamling også i en overvåkingssammenheng. Tilsvarende har for eksempel planktonsystemet i Nord-Atlanteren vært overvåket siden 1931 ved hjelp av en innretning (CPR – Continuous Plankton Recorder) som taues etter kommersielle skip (<http://www.sahfos.ac.uk/>). Dette har gitt svært verdifull kunnskap om hvordan den romlige fordelingen av plankton responderer på endringer i det marine økosystemet, spesielt med hensyn til klimaendringer. For sjøfugl vil det være naturlig å følge Havforskningsinstituttets regulære tokt med en sjøfuglobservatør. Barentshavet dekkes av et økosystemtokt om høsten og et bunnfisktokt om vinteren. Norskeha-



Figur 4.8.1.1  
Sjøfuglhabitatene i Barentshavet: Fordeling av ulike sjøfuglarter om høsten (september).

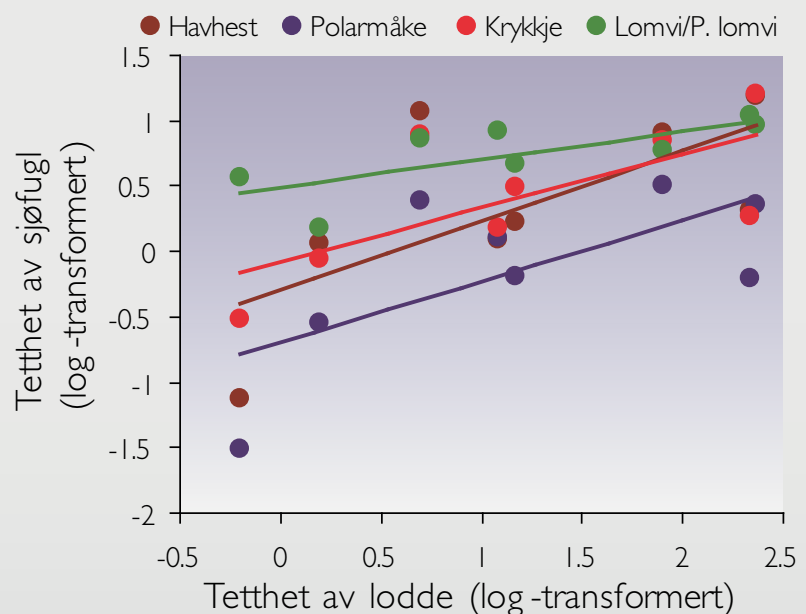


**Figur 4.8.1.2**  
Sesongforflytninger: Fordeling av lunde og polarlomvi i Norskehavet og Barentshavet i ulike sesonger.

vet dekket av et økosystemtokt om våren. Fordelen med denne typen samarbeid er at man samler inn synoptiske data på mange deler av økosystemet, og at det er mulig å relatere disse dataene til hverandre.

Analyser av eksisterende data viser at de ulike artene sjøfugl fordeler seg i ulike habitater. Om høsten i Barentshavet finner vi for eksempel alkekonge nær iskanten helt i nord, polarlomvi, krykkje og havhest finnes i stort antall sentralt i Barentshavet nord for polarfronten, lunde finnes sentralt sør for polarfronten, mens lomvi finnes relativt kystnært i sørøst (Figur 4.8.1.1). Analyser viser også at denne typen habitatfordeling er relativt konstant mellom år. På grunn av migrasjon er det imidlertid stor dynamikk i sjøfuglsamfunnet mellom sesonger. Om vinteren finner vi for eksempel store konsentrasjoner av lunde sentralt i Norskehavet, om sommeren er de relatert til koloniene langs kysten mens de om høsten ser ut til å migrere inn i Barentshavet. Polarlomvi er imidlertid mer stasjonært plassert i Barentshavet i alle årstider hvor deres nordligste plassering er bestemt av isutbredelsen (Figur 4.8.1.2).

Fordi sjøfugl har mulighet for å migrere over store avstander, varierer bruken av et gitt område mellom år. Mengden sjøfugl



**Figur 4.8.1.3**  
Årlig variasjon i sjøfuglforekomster: Sammenhengen mellom forekomst av lodde og ulike sjøfuglarter i Barentshavet senvinters.



som finnes i Barentshavet senvinters er for eksempel knyttet til loddebestanden. Stor loddebestand tiltrekker seg sjøfugl, og det er derfor en positiv sammenheng mellom mengde sjøfugl og loddebestand i denne perioden (Figur 4.8.1.3). Tilsvarende finner vi en positiv sammenheng mellom sildebestand og mengde overvintrende sjøfugl i Nordsjøen (Figur 4.8.1.4). I Nordsjøen finner vi også en positiv sammenheng mellom gjennomsnittlig årlig overflatetemperatur og mengden sjøfugl. Det er derfor grunn til

å tro at sjøfuglenes evne til å forflytte seg gir dem stor fleksibilitet med hensyn til hvilke områder de benytter seg av. Fordelingen og mengden sjøfugl vil dermed reagere momentant på endringer i økosystemet, og vil derfor kunne virke som en umiddelbar økosystemindikator.

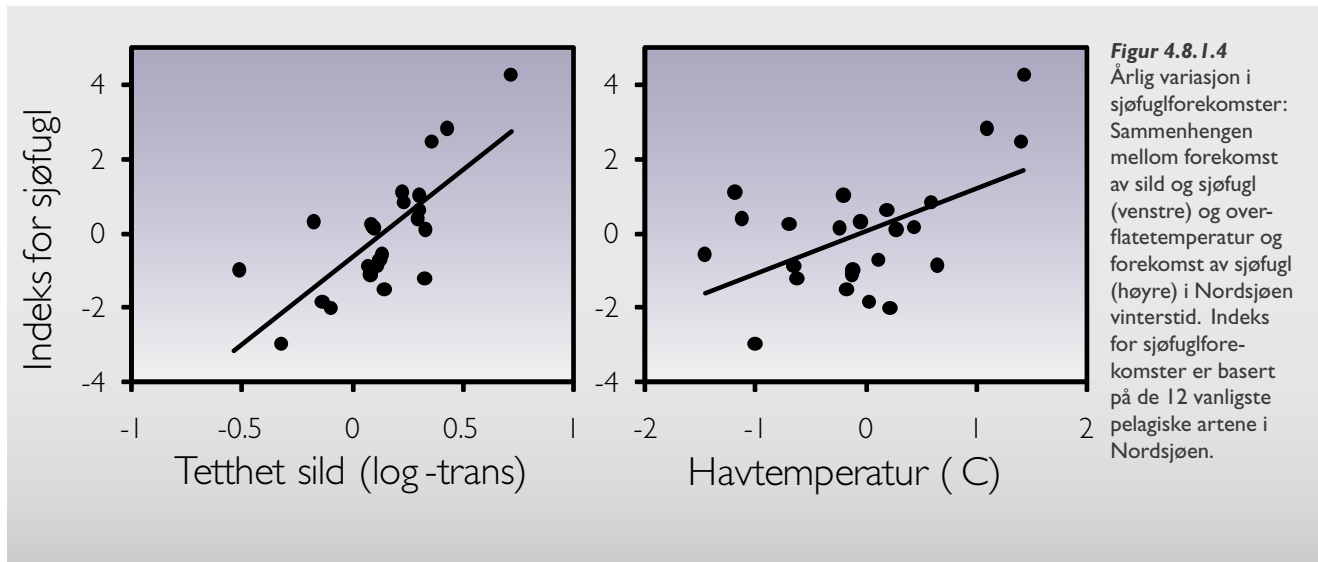
#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling.

#### Økosystemvurdering

Overvåking av den romlige fordelingen av sjøfugl

er et ledd i en generell overvåking av det marine økosystemet. Det er grunn til å tro at fordelingen vil avspeile endringer i klima og endringer i tilgjengelighet av byttedyr. Det er også grunn til å tro at slike endringer vil påvirke overlevelse og populasjonsdynamikk i sjøfuglkoloniene. Kunnskapen om disse relasjonene er imidlertid på det nåværende tidspunkt for fragmentarisk til at romlig fordeling av sjøfugl kan operasjonaliseres som en økosystemindikator.



### 4.8.2 Bestandsutvikling hos sjøfugl

#### Institusjoner

Norsk Polarinstitutt og Norsk institutt for naturforskning

#### Forfattere

Svein-Håkon Lorentsen, Tycho Anker-Nilssen og Hallvard Strøm

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Norsk Polarinstitutt og Norsk institutt for naturforskning

#### Referanser til data

Anker-Nilssen, T. og R.T. Barrett 1991, Anker-Nilssen, T. (red.) 2008, Anker-Nilssen, T. et al. 2005, Anker-Nilssen, T. og T. Aarvak 2006, Bakken, V. I 1989, Krasnov, J.V. og R.T. Barrett 1996, Lorentsen, S.-H. og S. Christensen-Dalsgaard 2009, St.meld.nr. 8. 2005-2006, von Quillfeldt, C. H. og A. Dommasnes 2005, Vader, W. et al. 1990

Bestandsutviklingen for utvalgte sjøfuglbestander innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet er overvåket i en årrekke gjennom Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Overvåkingsprogrammet ble etablert i 1988, men for enkelte bestander startet overvåkingen allerede på slutten av 1970-tallet. På fastlandet finansieres programmet av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Norsk institutt for naturforskning (NINA) står for den faglige og praktiske organiseringen,

samt innsamling, lagring og rapportering av data. På Svalbard har programmet vært finansiert og organisert av Norsk Polarinstitutt (NP). Resultatene fra overvåkingen av hekkende sjøfugl rapporteres årlig (Lorentsen og Christensen-Dalsgaard 2009). Resultatene fra Svalbard inngår også i MOSJ (Miljøovervåkingssystem for Svalbard og Jan Mayen). Resultatene for de indikatorartene som ble spesifisert i forvaltningsplanen for Lofoten-Barentshavet (Iomvi, polarlomvi og lunde, Miljøverndepartementet 2006) er rapportert under. I tillegg rapporteres også her bestandsutvikling for krykkje innenfor forvaltningsområdet. Denne arten ble foreslått i ”indikatorrapporten” for Lofoten-Barentshavet (von Quillfeldt og Dommasnes 2005), men er utelatt i forvaltningsplanen.

Innenfor kunnskapsprogrammet SEAPOP (Anker-Nilssen et al. 2005) overvåkes reproduksjon, overlevelse og diett for et utvalg av de bestandene som inngår i overvåkingen av bestandsutvikling. Programmet er finansiert av Miljøverndepartementet, Olje- og energidepartementet og Oljeindustriens Landsforening, og overvåkingen foregår på faste nøkkellokaliteter i et faglig samarbeid mellom NINA, NP og Tromsø Universitetsmuseum. SEAPOP

ble startet opp i Lofoten – Barentshavet i 2005 og er nå oppe på nasjonal skala. Ytterligere opplysninger om denne overvåkingen, og om SEAPOP generelt, finnes på programmets hjemmesider ([www.seapop.no](http://www.seapop.no)) og i dets årsrapporter (senest Anker-Nilssen et al. 2008). Med implementeringen av SEAPOP f.o.m. hekkesesongen 2005 har vi nå en mer helhetlig demografisk overvåking av sjøfuglbestandene i nordområdene. Dermed har vi også et langt bedre grunnlag for å forstå hva som ligger bak de trendene som observeres. For noen lokaliteter (Røst, Hornøy og Bjørnøya) eksisterer også eldre tidsserier for de samme parametrene. I forvaltningsplanen er bestandsutvikling hos tre sentrale sjøfuglarter foreslått som indikatorer. Som tiltaksgrense er foreslått en bestandsnedgang på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad. Indikatorene hekkesuksess og voksenoverlevelse er behandlet i kapittel 4.8.2.5, og alle indikatorer er videre vurdert i forhold til referanseverdier og tiltaksgrenser i kap. 4.8.2.6.

De forskjellige målestasjonene (overvåkingslokalitetene) for sjøfugl på Norskekysten, på Bjørnøya og Spitsbergen er vist i Figur 4.8.2.1.



**Figur 4.8.2.1**  
Geografisk plassering av målestasjonene (overvåkingslokalitetene) for sjøfugl på Svalbard og Bjørnøya (øverst) og Norskekysten (nederst).

#### 4.8.2.1 Bestandsutvikling hos lomvi

##### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

##### Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

##### Tiltaksgrense

Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad.

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Lomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten – Barentshavet på Vedøy (Røst), Hjelmsøy, Hornøy og Bjørnøya (Figur 4.8.2.1). I de fleste koloniene er det registrert en dramatisk og signifikant tilbakegang i hekkebestanden siden begynnelsen av 1980-tallet (Figur 4.8.2.2, Tabell 4.8.2.1). Størst har nedgangen vært i de nordnorske koloniene. Den mest dramatiske nedgangen har skjedd på Hjelmsøy og Vedøy. På Hjelmsøy, tidligere fastlandets største koloni, er hekkebestanden redusert med 99 % fra 1984 til 2008, og den har ikke vist noen tegn

til bedring siden krakket i 1986/87, bortsett fra i de feltene der lomviene hekker i skjul. At den nordnorske lomvibestanden i 1984 var kun 25 % av hva den var i 1964 (Anker-Nilssen og Barrett 1991), understreker dramatikken i situasjonen ytterligere. I de overvåkingsfeltene på Hjelmsøy hvor det overvåkes antall egg lagt, har hekkebestanden holdt seg stabil i den siste tiårsperioden (1999-2008). For hele overvåkingsperioden 1992-2008 er det imidlertid observert en dobling av bestanden. Dette skyldes sannsynligvis at lomviene i disse feltene hekker i ur, og

dermed har bedre beskyttelse mot predasjon og/eller forstyrrelse som følge av en økende havørnbestand. Problematikken med havørn ser ut til å være den samme som på Vedøy. Antallet lomvi i overvåkingsfeltene på Vedøy i 2008 var litt høyere enn i 2007, da bestanden var rekordlav. Hekkebestanden i 2008 var kun 0,5 % av hva den var på begynnelsen av 1980-tallet, da den allerede var redusert med 72 % siden begynnelsen av 1960-årene (Bakken 1989). Dag til dag-variasjonen i antall lomvi på hyllene her har økt i takt med antall havørn samtidig som hekkesuksessen er minimal, mens arten viser klare tegn til framgang på andre øyer i Røst der den hekker i skjul (Anker-Nilssen og Aarvak 2006). Hekkesesongen 2008 var, i likhet med 2007-sesongen, en av de aller dårligste som noensinne er registrert i nordøst-Atlanteren, med fullstendig hekkesvikt for mange arter i Storbritannia, Færøyene, Island og langs norskekysten. Man skal derfor være forsiktig med å trekke for

bastante konklusjoner basert på resultatene fra ett år til et annet. Det er likevel liten tvil om at lomvibestanden på kysten av fastlands-Norge vest for Nordkapp har alvorlige problemer som det er nødvendig å gripe fatt i.

I skarp kontrast til Hjelmsøy og Vedøy har den åpent hekkende lomvibestanden på Hornøy vist en klart positiv trend etter krakket i 1987 (Krasnov og Barrett 1996), og ligger nå på et nivå omtrent likt med nivået da overvåkingen startet i 1980. I den siste tiårsperioden har denne bestanden vokst med i gjennomsnitt 8,7 % i året. Antall hekkende par på Bjørnøya gikk tilbake med anslagsvis 85 % fra 1986 til 1987 på grunn av kollaps i loddebestanden i Barentshavet (Vader et al. 1990). I de to påfølgende årene var det tilsynelatende en stor bestandsvekst, men denne økningen var sannsynligvis mest influert av tilbakekomst av voksenfugl som stod over hekking mens forholdene var dårlige.

Etter 1989 har det vært en jevn vekst i hekkebestanden (Figur 4.8.2.2). Imidlertid er den reelle bestandsveksten trolig lavere enn hva figuren viser, da rekrutteringen har vært raskere i de bratte klippeveggene på øya, hvor prøvefeldene er etablert. På de store, flate hyllene hvor arten hekket i høy tetthet i 1986, har rekrutteringen gått saktere. Totalbestanden av lomvi på Bjørnøya er derfor fortsatt bare under halvparten av hva den var før kollapsen i loddebestanden (Strøm pers. medd.).

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer:

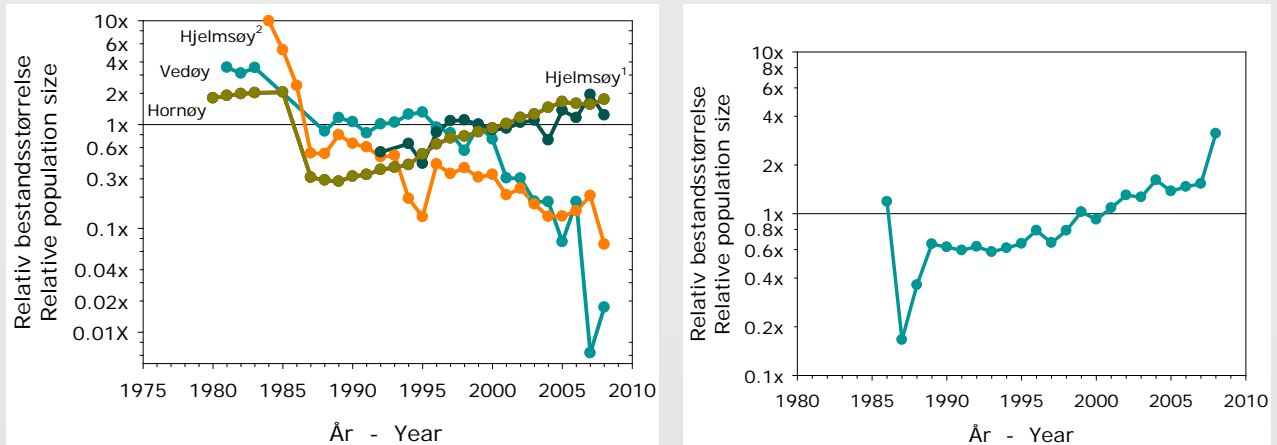
#### Økosystemvurdering

Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, og det kan være et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs norskekysten. Det bør umiddelbart settes i gang undersøkelser for å avdekke årsakene til de negative bestandstrendene for arten. Dette gjelder spesielt for koloniene på Vedøy og Hjelmsøy. SEAPOP arbeider med å utvikle bedre metoder til å overvåke de bestandene som hekker i skjul, så disse bestandskomponentene kan inkluderes i overvåkingsprogrammet.

**Tabell 4.8.2.1**

Trendanalyse for lomvi, polarlomvi og lunde i forskjellige kolonier innenfor forvaltningsområdet for Lofoten-Barentshavet. I tabellen er angitt tidsperiode for tellingene, antall år med tellinger i perioden, antall kolonier og prøvelfelt innenfor regionen/kolonien, bestandsendring pr. år (%), trend (+/0/-) og signifikansnivå for den estimerte trenden beregnet vha. Monte Carlo-simuleringer. \*\*\* =  $p < 0,01$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \* =  $p < 0,1$ , n.s. = ikke signifikant. For områder der det har foregått overvåking i mer enn 20 år er også trend siste 10 år (1999-2008) vist.

Art	Lokalitet/område/fylke	Tidsperiode	Antall år med data	Antall kolonier/ prøvefelt	Endring pr år (%)	Trend	Signifikansnivå
Lomvi C.	Vedøy	1981-2008	24	1/3	-76,2	-	***
		1999-2008	10		-66,1	-	***
	Hjelmsøy, individer	1984-2008	25	1/9	-12,1	-	***
		1999-2008	10		-9,0	-	**
	Hjelmsøy, eggfelt	1992-2008	16	1/5	5,8	+	**
		1999-2008	10		5,5	0 (+)	n.s.
Hornøy	1980-2008	27	1/3	1,3	0 (+)	n.s.	
	1999-2008	10		8,7	+	***	
Bjørnøya	1986-2008	23	1/23	7,3	+	***	
	1999-2008	10		10,0	+	***	
Polarlomvi <i>Brünnich's</i>	Hjelmsøy	1984-2008	25	1/3	-2,1	-	***
		1999-2008	10		-1,7	-	***
	Sofiekammen, Svalbard	1988-96	5	1/2	2,0	0 (+)	n.s.
	Diabasodden, Svalbard	1988-2005	10	1/11	+0,0	0 (+)	n.s.
	Tschemakfjellet, Svalb.	1988-2003	11	1/0	-2,0	-	*
	Grumant, Svalbard	1988-98	7	1/7	4,1	0 (+)	n.s.
	Alkhornet, Svalbard	1988-2005	14	1/3	0,2	0 (+)	n.s.
Fuglehuken, Svalbard	1988-2008	16	1/10	-2,8	-	**	
	1999-2008	10		-7,4	-	***	
	Ossian Sars, Svalbard	1988-2008	20	1/4	-1,8	0 (-)	n.s.
Lunde	Hernyken	1979-2008	30	1/415	-3,5	-	***
		1999-2008	10		-0,8	0 (-)	n.s.
	Anda	1981-2008	8	1/8 - Mange	-0,3	-	*
	Bleiksbø	1988-93	4	1/46	-1,6	0 (-)	n.s.
	Gjesvær	1997-2008	12	1/150	-3,9	0 (-)	n.s.
	Hornøy	1980-2008	26	Mange/many	2,5	+	***
1999-2008		10		1,9	+	*	



**Figur 4.8.2.2**

Utviklingen i hekkebestanden av lomvi på Vedøy (Røst), Hjelmsøy og Hornøy (til venstre) og på Bjørnøya (til høyre) vist som bestand (antall individer i prøvefelt) i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.2.1. Legg merke til at y-aksen er logaritmisk. Gjennomsnitt er satt til 1x slik at 2x representerer en dobbelt så stor bestand, 3x tre ganger så stor bestand, 0.5x halvparten av bestanden osv. - Fotnote 1. Eggfelt, 2. Individfelt. [Bjørnøya: Tallet for 1986 er delvis beregnet i ettertid, og er derfor noe usikkert.]

#### 4.8.2.2 Bestandsutvikling hos lunde

##### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

##### Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

##### Tiltaksgrense

Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad.

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Lunde overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten – Barentshavet på Hernyken (Røst), Anda (Vesterålen), Gjesvær og Hornøy (Figur 4.8.2.1, Tabell 4.8.2.1). På Hernyken, som antas å være representativ for hele Røstgruppen, gikk hekkebestanden kraftig tilbake i perioden 1979-88 (Figur 4.8.2.3). Etter en kortvarig oppgang i 1989-90 gikk bestanden ytterligere tilbake, og det laveste antallet okkuperte reir hittil ble registrert i 2002. Med unntak av 2008 har det i de siste seks årene vært en svak men jevn økning, men hekkebestanden er likevel bare rundt 30 % av hva den var i 1979. Det er håp om fortsatt bestandsvekst de nærmeste årene etter god reproduksjon i fem av de ti siste hekkesesongene (Anker-Nilssen og Aarvak 2006, Anker-Nilssen et al. 2008). Bestandstrenden for Hernyken har vært signifikant negativ for hele overvåkingsperioden sett under ett. For de siste ti årene er trenden stabil. På Anda er det gjennomført arealberegninger for å

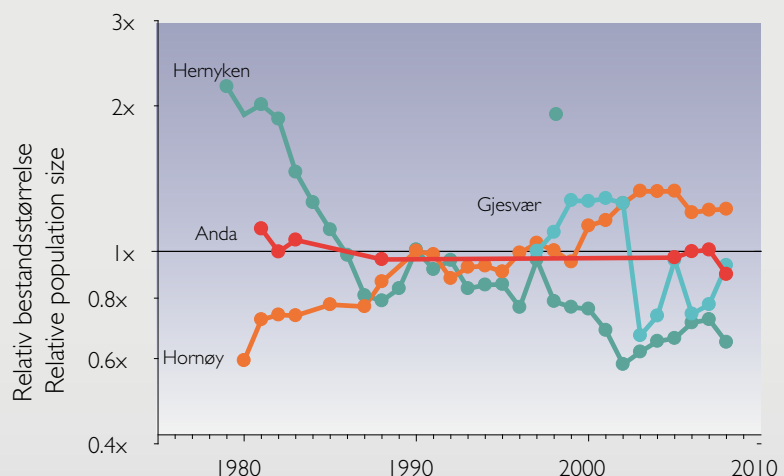
estimere totalbestand fra tellingene som ble foretatt i 1981-83 og i 1988. Sammenholdt med tellingene som ble gjennomført i 2005-08 kan vi vise at lundebestanden her har hatt en svak, men signifikant, negativ bestandsutvikling siden begynnelsen på 1980-tallet (Figur 4.8.2.3). Lundebestanden på Gjesvær har vært stabil i perioden 1997-2008 (Figur 4.8.2.3). På Hornøy er det observert en signifikant økning i hekkebestanden i overvåkingsperioden sett under ett (1980-2008), og i de siste ti årene (Tabell 4.8.2.1).

##### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

##### Økosystemvurdering

Lundebestanden på Røst (Hernyken) har vist seg å være avhengig av en god rekruttering av sildelarver som driver forbi for å ha en vellykket hekkesesong. Selv om sildebestanden nå er stor er det ikke gitt at gyttesesongene og rekrutteringen av sildelarver er god. De to siste årene 2007 og 2008 har således vært svært dårlige, med fullstendig hekkesvikt for lundene på Røst som resultat. Lundene på Anda har en god tilgang på tobis fra en lokal bestand og kan supplere med dette i år med liten tilgang på sild. På Hornøy har lundene tilgang til både lodde og tobis og har derfor god tilgang på næring i de fleste år.



**Figur 4.8.2.3**

Utviklingen i hekkebestanden (antall okkuperte reiringer i prøvefelt) av lunde på Røst (Hernyken), Anda, Bleikøya, Gjesvær og Hornøy vist som bestand i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.2.1. For forklaring av y-akse benevninger se Figur 4.8.2.2.

4.8.2.3 Bestandsutvikling hos polarlomvi

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

Tiltaksgrense

Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad.

SVO-relevans

Iskantene – Polarfronten – Svalbard

Polarlomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten – Barentshavet på Hjelmsøy og i utvalgte kolonier på Svalbard (Figur 4.8.2.1). Hekkebestanden på Hjelmsøy viser store årlige variasjoner, og arten hekket ikke på lokaliteten i 2008. I 2007 var bestanden kun 1 % av hva den var i 1984 (Figur 4.8.2.4, Tabell 4.8.2.1). Det må imidlertid presiseres at prøvefeldene på Hjelmsøy er lagt ut med tanke på overvåking av lomvi, samtidig som hekkeforekomstene på fastlandet er i randsonen for artens utbredelse. Resultatene representerer derfor ikke nødvendigvis bestanden som helhet. Resultatene fra overvåkingen på Svalbard viser relativt store årlige variasjoner i hekkebestanden (Figur 4.8.2.4), men det ser ut til at variasjonene er konsistente mellom de forskjellige koloniene. I 2008 ble kun koloniene på Fuglehuken og Ossian Sarsfjellet overvåket. Det er her observert en signifikant negativ bestandsutvikling, både i hele overvåkingsperioden (fra 1988), og i de siste ti årene. For Ossian Sars, som

sist ble taksert i 2007, er det ikke registrert noen signifikant trend for hele overvåkingsperioden under ett (1988-2007), men utviklingen de siste ti år har vært negativ.

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

Økosystemvurdering

Polarlomvibestanden på Svalbard ser ut til å greie seg bra men påvirkes av utstrakt jakt i vinterområdene (hovedsakelig Grønlandske farvann) og vil potensielt kunne være sårbar hvis jaktrykket endres.

4.8.2.4 Bestandsutvikling hos krykkje

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

Tiltaksgrense

Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad.

SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Krykkje overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten – Barentshavet på Røst, Hjelmsøy og Hornøy, samt på Bjørnøya og Spitsbergen (Figur 4.8.2.1). I 2005 ble det gjennom SEAPO-programmet initiert overvåking på Anda i Vesterålen og på flere lokaliteter i Troms og Finnmark, men resultatene fra disse er det ikke hensiktsmessig å rapportere før det har gått minimum 4 år. For alle overvåkingslokalitetene på fastlandet er det registrert en signifikant

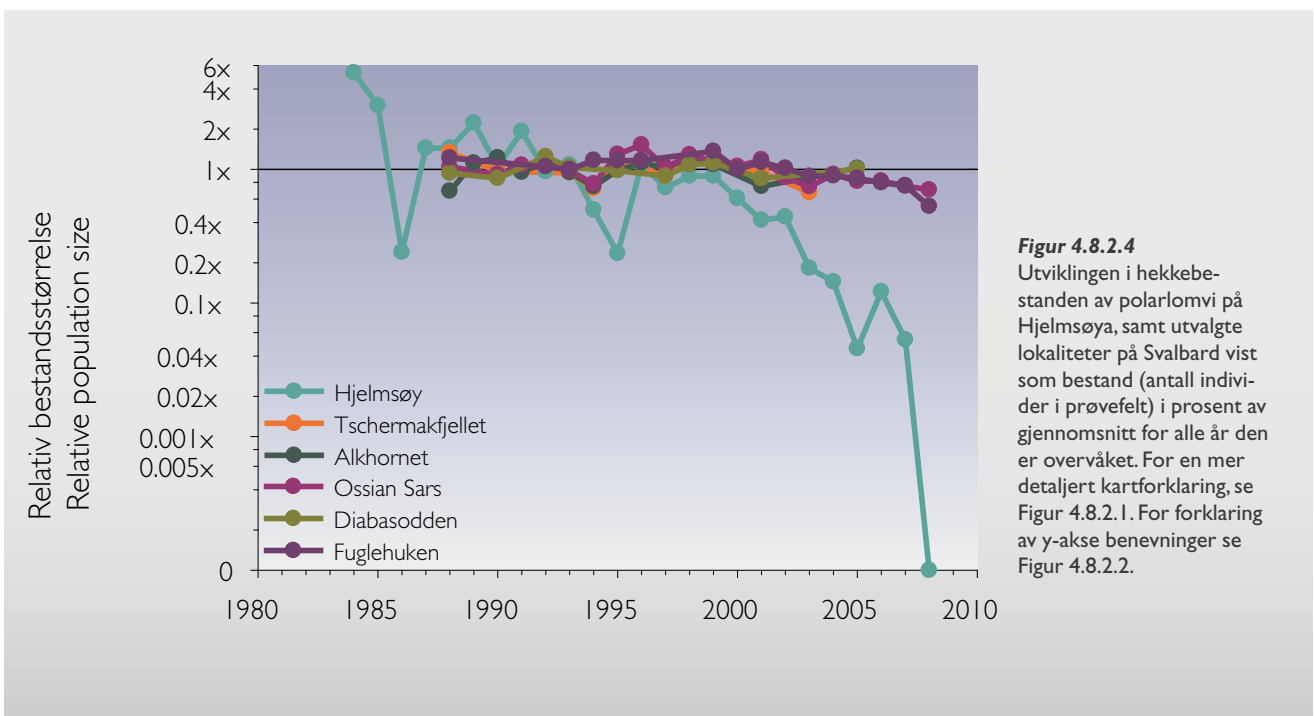
tilbakegang siden overvåkingen ble startet rundt 1980. I alle tilfeller gjelder dette hele overvåkingsperioden sett under ett så vel som i de siste ti årene (Figur 4.8.2.5, Tabell 4.8.2.2). Både på Vedøy (Røst), Hjelmsøy og Hornøy ble det satt nye bunnoteringer for bestandsstørrelse i 2008. Krykkjebestanden på Vedøy var relativt stabil i perioden 1995-2000, men har ellers gått tilbake og bestandsstørrelsen i 2008 var 37 % av bestanden da overvåkingen startet i 1979. Hekkebestanden på Hjelmsøy er nå bare en sjettedel av det den var da overvåkingen startet i 1991, mens hekkebestanden på Hornøy er ca 35 % av hva den var på begynnelsen av 1980-tallet. For de fleste overvåkingslokalitetene på fastlandet var den årlige tilbakegangen i siste tiårsperiode langt større enn for hele overvåkingsperioden sett under ett (Tabell 4.8.2.2). Krykkje overvåkes også i flere kolonier på Spitsbergen og på Bjørnøya (Tabell 4.8.2.2). I 2008 ble det gjennomført tellinger på Fuglehuken, Ossian Sars og Bjørnøya. For kolonien på Fuglehuken er det registrert en signifikant bestandsnedgang (Tabell 4.8.2.2, Figur 4.8.2.5). For Ossian Sarsfjellet og Bjørnøya har hekkebestandene vært mer stabile.

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

Økosystemvurdering

Sjøfugler som henter sin næring fra havoverflata er kjent for å være mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøfugl (f.eks. Monaghan 1996), og det er derfor ikke urimelig å anta at den observerte tilbakegangen i hekkebestandene av krykkje er relatert til næringsforholdene. Det kreves imidlertid målrettet forskning og overvåking av flere parametre for å belyse årsakssammenhengene.



Figur 4.8.2.4 Utviklingen i hekkebestanden av polarlomvi på Hjelmsøya, samt utvalgte lokaliteter på Svalbard vist som bestand (antall individer i prøvefeld) i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.2.1. For forklaring av y-akse benevnninger se Figur 4.8.2.2.

#### 4.8.2.5 Hekkesuksess og voksenoverlevelse hos utvalgte sjøfuglarter

##### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

##### Referanseverdi

Hekkesuksess på et normalt nivå for arten, og tilstrekkelig til å opprettholde denne (via egenrekuttering) ved normale nivå for voksenoverlevelse.  
Voksenoverlevelse på et normalt nivå for arten, og tilstrekkelig til å opprettholde bestanden ved normale nivå for hekkesuksess.

##### Tiltaksgranse

Når gjennomsnittlig hekkesuksess over tre år er utilstrekkelig til å demme opp for naturlig voksendelighet.

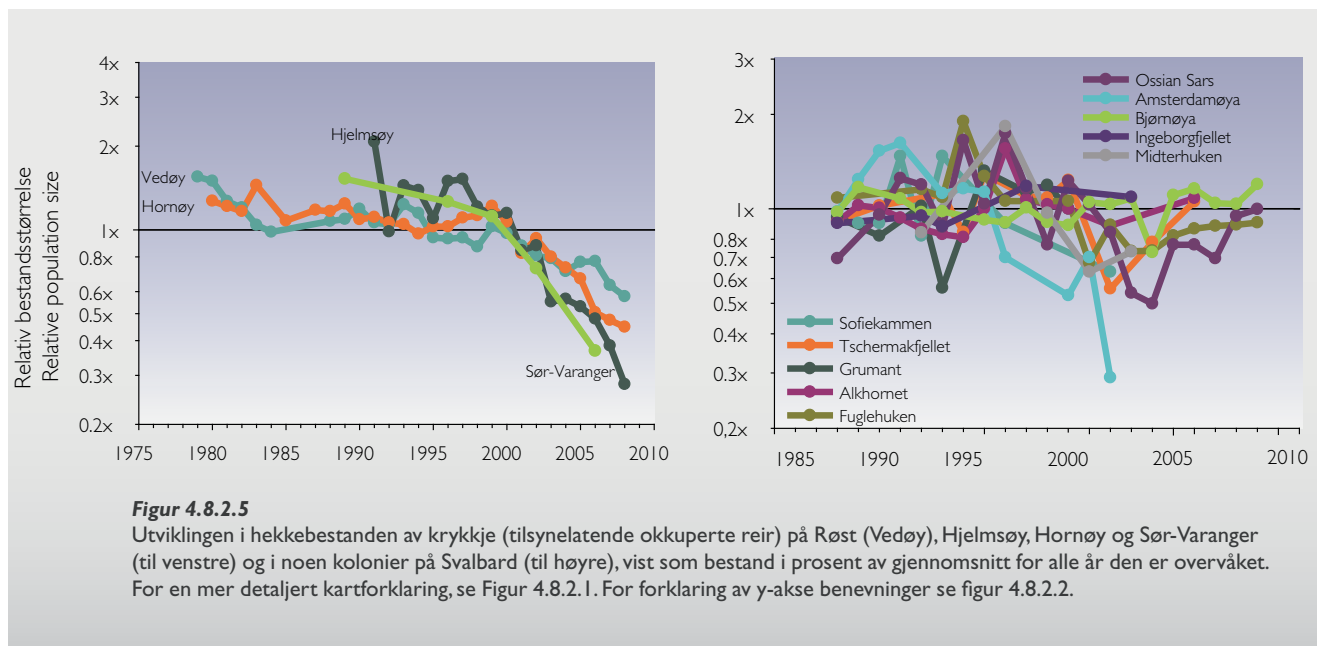
Når gjennomsnittlig nedgang i voksenoverlevelse er mer enn 20 % over to år.

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Hekkesuksess og voksenoverlevelse er viktige og sensitive parametere for den miljøpåvirkningen sjøfugl er utsatt for. Hekkesuksess er en parameter som gir øyeblikkelig respons innenfor én hekkesesong, mens voksenoverlevelse fra en hekkesesong til neste gir en god indikasjon på den generelle miljøtilstanden utenfor hekkesesongen. Små endringer i voksenoverlevelse kan gi store og raske

utslag i bestandsutvikling, men siden lengelevende sjøfugler er lite villige til å kompromittere egen overlevelse på vegne av overlevelsen til avkom innenfor en eller et fåtall hekkesesonger, viser denne parameteren seg å være relativt ufølsom for miljøpåvirkninger som ikke er ekstreme. Den vil likevel være viktig å overvåke fordi den vil gi ganske umiddelbare utslag hvis det skulle skje noe drastisk med miljøet. Hekkesuksess er en parameter som gir øyeblikkelig utslag ved betydelig redusert næringstilgang, og er derfor svært viktig å overvåke. Gjennom SEAPOP overvåkes også næringstilgang direkte for et utvalg av arter på nøkkellokaliteter. Dataserier for



**Figur 4.8.2.5**

Utviklingen i hekkebestanden av krykkje (tilsynelatende okkuperte reir) på Røst (Vedøy), Hjelmsøy, Hornøy og Sør-Varanger (til venstre) og i noen kolonier på Svalbard (til høyre), vist som bestand i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.2.1. For forklaring av y-akse benevninger se figur 4.8.2.2.

##### Tabell 4.8.2.2

Trendanalyse for krykkje i forskjellige kolonier innenfor forvaltningsområdet for Lofoten-Barentshavet. I tabellen er angitt tidsperiode for tellingene, antall år med tellinger i perioden, antall kolonier og prøvefelt innenfor regionen/kolonien, bestandsendring pr. år (%) , trend (+/0/-) og signifikansnivå for den estimerte trenden beregnet vha. Monte Carlo-simuleringer. \*\*\* =  $p < 0,01$ , \*\* =  $p < 0,05$ , \* =  $p < 0,1$ , n.s. = ikke signifikant. For områder der det har foregått overvåkning i mer enn 20 år er også trend siste 10 år (1998-2007) vist

Lokalitet/område/fylke	Tidsperiode	Antall år med data	Antall kolonier prøvefelt	Endring pr år (%)	Trend	Signifikans nivå
Vedøy, Røst	1979-2008	27	1/5	-2,3	-	***
	1999-2008	10		-5,4	-	***
Hjelmsøy	1991-2008	18	1/2	-9,0	-	***
	1999-2008	10		-14,0	-	***
Hornøy	1980-2008	27	1/6	-2,9	-	***
	1999-2008	10		-10,5	-	***
Sør-Varanger	1989-2006	5	25-47	-7,7	-	**
Bjørnøya	1988-2008	19	1/8	0,3	0 (+)	n.s.
	1999-2008	10		2,0	0 (+)	n.s.
Sofiekammen	1988-2001	8	1/1	-2,7	0 (-)	n.s.
Tschermakfjellet	1988-2005	11	1/1	-1,0	0 (-)	n.s.
Grumant	1988-99	8	1/1	2,82	0 (+)	n.s.
Alkhornet	1988-2005	14	1/3	0,8	0 (+)	n.s.
Fuglehuken	1988-2008	16	1/3	-2,5	-	*
	1999-2008	10		0,6	0 (+)	n.s.

næringsvalg tar det flere år å opparbeide til et informativt nivå, og de vil ikke egne seg som indikatorer uten en nærmere analyse og operasjonisering mht hvordan de kan brukes. Dataene er likevel tilgjengelige og brukes bl.a. for å forstå hva som regulerer den observerte hekkesuksessen.

Indikatoren voksenoverlevelse er ikke fullt ut operativ med siste års data ennå, mens resultatene for indikatoren hekkesuksess er vurdert under 4.8.2.6.

#### 4.8.2.6 Vurdering av indikatorene

Sentralt i arbeidet med indikatorer for Barentshavet er et rasjonalt system for vurdering av om målene for forvaltningen er oppnådd. Nedenfor er gitt en vurdering av bestandsutvikling og hekkesuksess for de aktuelle sjøfuglartene som er behandlet her (Tabell 4.8.2.3). Vurderingene er i tråd med tiltaksgrensene:

- Tiltaksgrense bestandsutvikling: En nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år.
- Tiltaksgrense hekkesuksess: Når gjennomsnittlig hekkesuksess over tre år er utilstrekkelig til å demme opp for naturlig voksendødelighet. De ulike tiltaksgrensene for hekkesuksess er estimert ut i fra en demografisk modell

der vekstraten itereres til den er 1, og der overlevelse for unger første år er satt til 50 % og deretter lik med voksenoverlevelse fram til kjønnsmoden alder. Verdier for voksenoverlevelse er hentet fra litteraturen for stabile bestander eller bestander i vekst. På denne måten er følgende indikatorverdier brukt for de respektive artene:

- o Krykkje: 0,6 reirforlatende unger/par
- o Lomvi: 0,4 reirforlatende unger/egg lagt
- o Polarlomvi: 0,7 reirforlatende unger/egg lagt
- o Lunde: 0,7 reirforlatende unger/egg lagt

Indikatorverdiene er fargekodet i forhold til tiltaksgrensene:

- Rød: tiltaksgrense overskredet i negativ betydning
- Orange: indikatorverdi nær tiltaksgrense
- Grønn: indikatorverdi godt innenfor akseptable rammer

For krykkje i alle fastlandskolonier, lomvi på Vedøy og polarlomvi på Hjelmøy er tiltaksgrensene overskredet i negativ betydning. Hekkesuksess for alle krykkjekolo-

nier i Barentshavet er også lavere enn eller svært nær tiltaksgrensen. Den eneste lomvi- og polarlomvikolonien der man samler inn data på hekkesuksess er Bjørnøya, og utviklingen der er innenfor akseptable rammer. For lunde er hekkesuksess i alle de overvåkede koloniene unntatt Hernyken innenfor akseptable rammer.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer:

#### Økosystemvurdering

Vurdering av indikatorene for bestandsutvikling siste 5 år og hekkesuksess viser klart at for krykkje er situasjonen langt fra tilfredsstillende. Det samme gjelder for lomvibestanden på Vedøya og Hjelmøya. For Hjelmøya viser tabell 4.8.2.3 en vekst på 32 % for de siste 5 årene for lomvibestanden på Hjelmøya. Bestanden er her var så lav de siste 5 årene (0,7-2,1 % av bestanden i 1984) at den prosentvise framgangen blir misvisende. Situasjonen for lomvi i nordnorske fuglefjell vurderes som svært kritisk. For lunde er situasjonen mht. bestandsutvikling siste 5 år negativ for enkelte bestander (Anda og Hornøy). Hekkesuksess siste 3 år er under tiltaksgrensene.

**Tabell 4.8.2.3**

Vurdering av tilstanden i forhold til tiltaksgrensen for krykkje, lomvi, polarlomvi og lunde i forskjellige kolonier innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet. Følgende fargekoder er brukt; Rød: tiltaksgrense overskredet i negativ betydning, orange: tiltaksgrense på vei mot en negativ utvikling, grønn: tiltaksgrense innenfor akseptable rammer.

Art	Lokalitet	Bestandsutvikling siste 5 år (%)	Hekkesuksess siste 3 år
Krykkje	Vedøy, Røst	-22	0,3
	Anda		1,0
	Hjelmøya	-51	0,4
	Hornøy	-42	0,6
	Fuglehuken	8	1,2
	Ossian Sars	34	
	Bjørnøya	2	0,7
Lomvi	Vedøy, Røst	-99,9	
	Hjelmøya, egg	79	
	Hjelmøya, individer	32 <sup>1)</sup>	
	Hornøy	13	
	Bjørnøya	77	0,7
Polarlomvi	Hjelmøya	-99,9	
	Fuglehuken	-36	
	Ossian Sars	12	
	Bjørnøya		0,7
Lunde	Hernyken, Røst	3	0,3
	Anda, Vesterrålen	-7	0,7
	Gjesvær	12	
	Hornøy	-10	0,8

1). Se tekst for kommentarer. 2). Ikke overvåket i 2008. Tallet gjelder perioden 2003-2007. 3). Data kun fra 2 av de siste 3 årene.

### 4.8.3 Romlig fordeling av sjøpattedyr

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet og PINRO

#### Forfattere

Mette Skern-Mauritzen

#### Datagrunnlag

Dataserie med oppstart i 2003, da de norsk-russiske økosystemtoktene i Barentshavet startet i sin nåværende form

#### Referanser til data

Stiansen, J.E. og Filin, A.A. (red) 2008

#### Type indikator

Tilstandsindikator

#### Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

#### Tiltaksgrense

Ingen

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Indikatoren for romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn er en indikator under utarbeidelse og hovedsakelig basert på en dataserie med oppstart i 2003, da de norsk-russiske økosystemtoktene i Barentshavet startet i sin nåværende form. Fordi vi i utgangspunktet har begrenset informasjon om romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn i Barentshavet er det foreslått å observere fordelingen av sjøpattedyrsam-

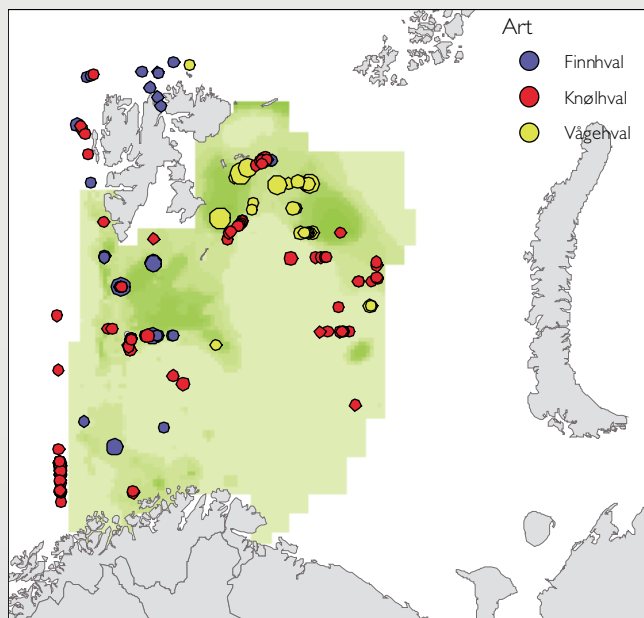
funn i 10 år for å danne grunnlaget for en forventet sjøpattedyrfordeling. Deretter skal årlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn sammenlignes mot den forventede, og eventuelle avvik beskrives og relateres til mulige årsaker, som for eksempel havklima og byttedyrenes bestandsstørrelser og fordelinger.

Økosystemtoktene har blitt gjennomført i august-september siden 2003, så vi har nå 6 år med innsamlede data. Vår erfaring så langt er at disse dataene gir en god oversikt over hvilke sjøpattedyrarter som er i systemet, og hvor i systemet de oppholder seg på denne årstiden. Årlig observeres rundt 20 arter. Mest informasjon får vi om de tallrike artene, som vågehval, finnhval, knølhval og kvitnos. Vi ser allerede romlige mønstre i deres fordelinger; Vågehval, knølhval og finnhval oppholder seg typisk langs eggakanten og i kalde, nordlige områder nord for polarfronten, og mindre deler av bestandene oppholder seg i sørvestre deler av Barentshavet (Fig. 4.8.3.1). Kvitnos oppholder seg mest i sørlige og sentrale deler av Barentshavet (Fig. 4.8.3.2). Men også sjeldnere arter, som blåhval, seihval og grønlandshval blir observert. I tillegg har varmekjære delfiner som vanlig kortsnutet delfin og stripedelfin blitt registrert i sørlige varme vannmasser i 2006, et år med stort innsig av varmt atlantisk vann.

Analysen av dataene samlet inn fra 2003-2007 viser til dels sterke artsrelasjoner. Bardehvalenes fordeling i nord synes sterkt tilknyttet den nordlige fronten av loddefordelingen. Dette reflekterer sannsynligvis at bardehval i det nordlige Barentshavet heller beiter på zooplankton enn lodde, og at de unngår områder med høy tetthet av lodde pga nedbeiting av byttedyr i disse områdene. Denne hypotesen støttes av fordelingen av store zooplankton (krill og amfipoder) basert på data fra de samme toktene, som nettopp viser større tettheter i nordlige områder med lavt beitetrykk fra pelagisk fisk. Konkurransen mellom lodde og bardehval strukturerer i så fall den romlige fordelingen av bardehval i nord. I motsetning til de nordlige bardehvalene oppholder bardehval i sør seg i kjerneområdene til både sild og kolmule, noe som gjerne reflekterer predator-byttedyr-relasjoner.

Fordelingen av bardehval observert i 2008 er relativt lik den fordelingen vi har observert i perioden 2003-2007 (Fig. 4.8.3.1). Den økende loddemengden synes dermed ikke å ha hatt noen stor effekt på fordelingen av bardehval. Likevel er antall bardehvalindivider observert i 2008 redusert med 50-70% i forhold til 2007. Hvaltetthet i 2008 må korrigeres for dekning og observasjonsforhold for å gi noe godt estimat på reduksjon i tetthet, men det er lite sannsynlig at observasjonsforhold alene gir en så stor reduksjon i antall observasjoner. Den økende loddebestanden kan være en faktor som gjør det mindre attraktivt for bardehvalene å beite i Barentshavet på denne tiden.

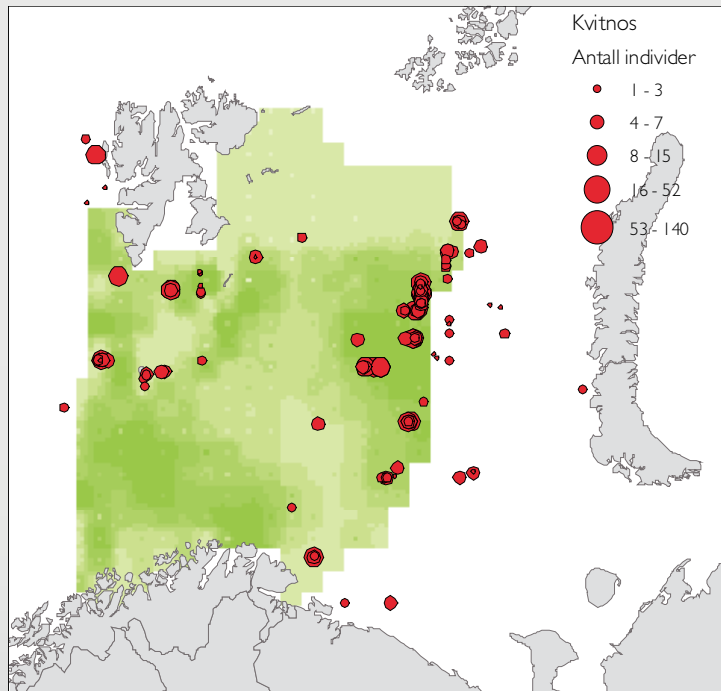
Kvitnos har en sørlig og sentral utbredelse, og oppholder seg både sør og nord for polarfronten. Analyser av kvitnosens fordeling i Barentshavet i forhold til pelagiske byttedyr viser at denne hvalen er assosiert med kolmule i den sørvestlige delen av utbredelsesområdet, mens den ellers er lite assosiert med andre pelagiske fisker som sild, lodde og polartorsk. Mulige alternative byttedyr er blekksprut og bunnlevende fisk, noe som vil bli videre undersøkt. Mens antall individer observert i 2008 er sammenlignbart med antall individer observert i 2007, er fordelingen av kvitnos endret; ingen kvitnos ble i 2008 observert i den sør-vestlige delen av Barentshavet, et område som i 2003-2007 er forbundet med relativt høye tettheter av kvitnos (Fig. 4.8.3.2). Redusert kolmulebestand i det sørvestlige Barentshavet er en mulig årsak til denne endringen i fordeling, men siden vi vet lite om hvilke byttedyr den beiter på vet vi også lite om mulige faktorer som påvirker kvitnosfordelingen.



Figur 4.8.3.1

Fordeling av sjøpattedyrartene finnhval, vågehval og knølhval. Grønne felter angir modellert fordeling av de tre artene basert på observasjoner fra 2003-2007 for områder som er dekket av hvalobservatører alle år (mørkere farge angir større tetthet). Punkter viser observasjoner av de samme bardehvalarter fra 2008. Punktstørrelse angir antall individer observert, fra 1-4 individer.





**Figur 4.8.3.2**

Fordeling av Kvitnos. Grønne felter angir modellert fordeling basert på observasjoner fra 2003-2007 for områder som er dekket av hvalobservatører alle år (mørkere farge angir større tetthet). Punkter viser observasjoner av kvitnos fra 2008. Punktstørrelse angir antall individer observert.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Erfaringer så langt med relevante datagrunnlag tyder på at variasjon i denne indikatoren vil reflektere sterke artsinteraksjoner og fluktuasjoner i byttebestander. Estimering av assosiasjoner mellom sjøpattedyr, byttedyr og habitat inngår i pågående forskningsprosjekt. I løpet av den foreslåtte 10-årsperioden med innsamling av grunnlagsdata forventer vi også å opparbeide god kunnskap om årsaker til variasjon i fordeling og sammensetning av sjøpattedyrsamfunn, samt utvikle metodikk for å analysere og beskrive denne variasjonen. Dette arbeidet er vi godt i gang med. Resultater så langt viser at indikatoren for romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn vil være en viktig og informativ indikator for å overvåke toppredatorsamfunnet i Barentshavet, samt å identifisere sjøpattedyr-byttedyrinteraksjoner og andre prosesser som påvirker sjøpattedyrenes økologiske rolle og romlige fordeling.

#### Økosystemvurdering

Variasjon i denne indikatoren vil sannsynligvis reflektere sterke artsinteraksjoner og fluktuasjoner i byttebestander. Indikatoren for romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn vil dermed være en viktig og informativ indikator for å overvåke toppredatorsamfunnet i Barentshavet, samt å identifisere prosesser som påvirker sjøpattedyrenes økologiske rolle og romlige fordeling. I tillegg vil indikatoren reflektere eventuell endringer i sjøpattedyrsamfunnet med endringer i klima, som for eksempel innsig av varmekjære arter.

Indikatoren viser et sesongbasert situasjonsbilde, og forteller ikke noe om endringer gjennom året. Siden indikatoren vil reflektere – byttedyrinteraksjoner vil den også gi informasjon om hvilke byttedyrbestander som påvirkes av hval. Relevante byttedyrbestander er kolmule (4.5.2), sild (5.4.1), lodde (4.6.2), polartorsk, krill og amfipoder.

#### 4.8.4 Bifangst av nise

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Arne Bjørge

##### Datagrunnlag

Baseres på en tidsserie som startet opp i 2006 og skal vedlikeholdes av Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet

##### Referanser til data

Bjørge, A. et al. 2006a; Bjørge, A. et al. 2006b; Bjørge, A. et al. 2006c

##### Type indikator

Menneskelig påvirkning (fiskeri)

##### Referanseverdi

Gjennomsnittet de første tre år med sammenlignbar overvåkning (2006-2008)

##### Tiltaksgrænse

Bifangster skal ikke øke sammenlignet med referanseverdien

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

#### Status for utvikling av indikatoren per desember 2008

De vesentligste norske fangstene landes fra trål (primært bunnfisk) og ringnot (primært pelagiske arter). De fleste bifangster

av sjøpattedyr forekommer imidlertid i kystnære garnfiskerier. En pilotundersøkelse viste at det er særlig tre fiskerier som har høy bifangst av sjøpattedyr (bifangst pr fiskeinnsats): garnfiske etter breiflabb med halvmaske på 18 cm; garnfiske etter røgnkjeks; bunn garn etter torskefisk (halvmaske på 8-12 cm). Havforskningsinstituttet har etablert en kystreferanseflåte for overvåkning av bifangst i disse fiskeriene. Formålet med referanseflåten er å bedre informasjonen om innsats og fangststatistikk for kystfiskeriene generelt, og samtidig framskaffe data om bifangster, inklusive bifangst av fugl og pattedyr. Tre forutsetninger ble lagt til grunn for utvelgelse av kystfiskefartøy til referanseflåten:

- Data skal være pålitelige og representere den faktiske innsatsen og fangstene til det rapporterende fartøyet;
- De utvalgte fartøyene skal være representative for enn større gruppe av fartøyer og rapporterte data skal være egnet til å ekstrapolere til større deler av kystflåten;
- De utvalgte fartøyene skal representere en vid geografisk utstrekning og bidra med informasjon fra samtlige av de 9 kystnære fiskeristatistikkområdene.

Året 2006 var første år med komplett data-innsamling etter at ordningen ble innført. De første årene vil innsatsen bli rettet inn mot bunn garn etter torskefisk og breiflabb. I 2006 ble det registrert bifangst av 149 niser, hvorav 77 niser fanget i statistikk-områder som omfattes av Forvaltningsplan Barentshavet. I 2007 ble det registrert 166 niser bifanget. Data for 2008 foreligger foreløpig ikke.

Arbeidet med innsamling av bifangstdata vil bli videreført og utnyttet til å utvikle en indeks for bifangst av niser i Barentshavet. Havforskningsinstituttet arbeider også med å etablere metoder og rutiner for å ekstrapolere rapporterte bifangstdata fra kystreferanseflåten til estimater for samlede bifangster hos alle fartøyer av samme fartøykategori og redskapstype.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Arbeidet med å utvikle en indeks for bifangst av niser er i samsvar med framdriftsplanen.

#### Økosystemvurdering

Denne indikatoren skal måle hvor mye fiskeriene belaster nisebestanden gjennom utilsiktet bifangstdødelighet. Den er derfor ikke umiddelbart påvirket av prosessene i økosystemet. Det er ingen direkte sammenheng mellom denne fiskerirelaterte indikatoren og de andre økosystemindikatorne, men indirekte vil aktiviteten i torskefiskerier med bunn garn påvirkes av torskebestanden (4.6.1).

Overvåking av fremmede arter er viktig som indikasjon på menneskelig påvirkning av økosystemet. Fremmede arter kan også ha stor betydning for utvikling av økosystemet gjennom påvirkning av næringskjeder og habitater. Klimaendringer kan gi store effekter og delvis være årsak til introduksjon av arter som ellers ikke vil kunne overleve i området.



#### 4.9.1 Fremmede arter

##### Institusjoner

Direktoratet for naturforvaltning

##### Forfattere

Anne Britt Storeng

##### Datagrunnlag

Ikke opprettet overvåking for annet enn kongekrabbe (som Havforskningsinstituttet har ansvaret for)

##### Type indikator

Menneskelig påvirkning

##### Referanseverdi

Historiske data

##### Tiltaksgrense

Oppdagelse av fremmede arter i overvåkingen

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

I forbindelse med et oppdrag som Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen utfører med det formålet å komme med et forslag om hvordan kartlegging og overvåking av fremmede marine arter kan utføres, ble det foretatt en spørreundersøkelse for å finne ut av hvilken overvåking som eksisterer per i dag. Det kom her frem at få institusjoner har aktivitet som direkte er rettet mot overvåking av introduserte arter eller på annen måte er involvert i slikt arbeid.

Søk etter introduserte arter innen forvaltningsplanområdet har så langt vært knyttet til overvåkingsprogrammene for gassterminalene på Melkøya (Akvaplan-NIVA). Undersøkelsene som er foretatt omfatter "klassisk" prøvetaking og er ikke spesielt rettet mot introduserte/fremmede arter. Artslistene fra alle typer prøvetaking sjekkes mot "svartelisten".

I tilknytting til havneområdet i Narvik gjennomførte Akvaplan-NIVA i 1991-1992 en større kvantitativ resipientundersøkelse. Listene over arter av bunndyr og alger funnet ved undersøkelsene i 1991 og 1992 har kun avdekket én art som med sikkerhet er introdusert til norske farvann, nemlig algen gjelvtang (*Fucus evanescens*) som ble funnet på en stasjon. Denne algen ble observert i Norge for første gangen i 1900, og antas å ha blitt introdusert til landet gjennom skipsfart. Akvaplan-NIVA har i 2005 foretatt ytterligere en kvantitativ resipientundersøkelse, men artslisten fra denne er ikke sammenholdt med dagens lister over introduserte organismer.

Havforskningsinstituttet har operativ virksomhet som i noen grad er fokusert på utvalgte introduserte arter som kongekrabbe, snøkrabbe, amerikansk hummer og

amerikansk lobemanet. Det har også vært gjennomført en del undersøkelser mot bl.a. Stillehavsvøsters og spøkelseskreps, men dette har vært små og tidsavgrensede initiativer. Av relevans for Barentshavet er her kongekrabbe og snøkrabbe. I sin årlige rapportering til ICES WGITMO (Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms) rapporteres innsamlede resultater også fra andre nasjonale institusjoner.

Ved universitetene er det i dag en del feltkurs hvor alger og dyr blir identifisert. Disse kursene kan fange opp nye arter samtidig som de registrerer endringen i utbredelsen av kjente introduserte arter.

#### 4.9.1.1 Kongekrabbe

Kongekrabbe (*Paralithodes camtschicus*) ble første gang fanget i norsk sone (Varangerfjorden) i 1976. Krabben ble satt ut av russiske forskere ved flere anledninger på 1960 tallet og har til nå spredt seg vestover langs Finnmarkskysten til Hammerfestområdet. Kongekrabben i norsk sone ble kartlagt høsten 2008 med bruk av trål og teine av Havforskningsinstituttet. Estimatenes totalbestand (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2008 er noe høyere enn i 2007. Bestanden av små kongekrabbe lar seg ikke måle med Havforskningsinstituttet sin metode på grunn av krabbens adferd og fordelingsmønster. Ved spredningen av krabben vestover langs Finnmarkskysten har den alltid først etablert seg innerst i de

store fjordene før den ble vanlig i de ytre delene. Utbredelsen vestover langs kysten har ikke endret seg vesentlig i forhold til 2007, og det er kun fanget få enkeltindivider vest for Måsøy/Hammerfest – området. Tettheten av kongekrabbe er fortsatt mye høyere i de østlige delene (Varanger og Tanafjorden) enn i de vestlige delene (Laksefjord og Porsanger). Forekomst av kongekrabbe står som en egen indikator under kap. 4.7.3.

#### 4.9.1.2 Snøkrabbe

Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) er en introdusert art til Barentshavet og ble første gang observert av russiske forskere i 1996, i nærheten av Gåsbanen i russisk sone. Det er usikkert hvordan den ble introdusert. Det skjedde ikke med overlegg og det spekuleres i hvorvidt den ble brakt dit via ballastvann eller om den rett og slett har vandret fra Beringhavet og nord for Sibir. Etter den tid har den spredd seg til stadig nye områder vestover i Barentshavet og ser ut til å få en mer nordlig utbredelse enn kongekrabben og vil sannsynligvis kunne etablere seg i områdene rundt Svalbard.

Snøkrabben lever av og på bunnen, og det er å forvente at eventuelle effekter av denne fremmede arten først og fremst vil vise seg i bunnfaunaen. Det er viktig at det blir etablert god kunnskap om benthossamfunnene i områder hvor snøkrabben kan forventes å øke i antall, for å etablere en "før" – situasjon når det gjelder eventuelle effekter.

I dag samles det data på snøkrabbe på Havforskningsinstituttet sine tokt i Barentshavet, men det er ingen som har et overordnet ansvar for at disse data blir systematisert og rapportert videre. I tillegg blir en del bifangster av snøkrabbe tilfeldig rapportert fra det kommersielle fisket. Videre mottar Havforskningsinstituttet også rapporter fra Fiskeridirektoratets overvåkingstjeneste for fiskefelt. En er også kjent med at snøkrabbe tas som bifangst på tokt med leiefartøy som Havforskningsinstituttet er ansvarlig for.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Mangler data i form av etablert overvåking for fremmede arter.

#### Økosystemvurdering

Globalt sett er spredning av fremmede arter en av de største truslene mot mangfoldet i naturen. De fleste arter som blir invaderende blir det først etter en betydelig latensperiode hvor de holder seg på forholdsvis lave bestandsnivåer. Når og hvorfor arter blir invaderende er mye omdiskutert. Resultatet av en slik introduksjon er ofte at den naturlige sammensetningen av arter endres og som videre gir ubalanse i det lokale økosystemet. I verste fall fører dette til at stedegne arter utrykkes eller at næringsinteresser skades. I så fall vil denne indikatoren kunne påvirke mange av de biologiske indikatorene her. Skipstrafikk er en av de viktigste vektorene for flytting av fremmede arter: Både gjennom ballastvann og som påvekstorganismer på skipsskrog (også begrodde oljeplattformer og fiskeredskaper m.m.). Denne indikatoren påvirker biodiversitet og produktivitet.

Indikatoren som presenteres i dette kapitlet er knyttet til sårbarhet av arter i Barentshavets økosystem. Arter kan være truet av menneskelig aktivitet eller være sårbare ut fra endringer i miljø.

#### 4.10.1 Rødlistede arter

##### Institusjoner

Direktoratet for naturforvaltning

##### Forfattere

Anne Britt Storeng

##### Datagrunnlag

Den norske rødlista

##### Referanser til data

Oug, E. et al. (in prep)  
Anker-Nilssen, T. og Barrett, R. 1991  
Anker-Nilssen, T. og Aarvak 2006

##### Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning

##### Referanseverdi

Levedyktig bestandsnivå + historiske data på bestandsnivå

##### Tiltaksgrænse

Bestandsnivået på utvalgte arter ligger under det som anses å være levedyktig bestand

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Ved utarbeidelsen av nye norske rødlistener i 2006 ble for første gang flere marine organismegrupper vurdert. Dette gjelder følgende grupper:

- Makroalger (fastsittende alger)
- Evertebrater (svamp, koralldyr, flerbørstemark, havedderkopper, krepsdyr, bløtdyr, armfotinger, pigghuder, kappedyr)
- Fisk

I alt ble mer enn 4000 arter fra disse gruppene behandlet. For flere av evertebratgruppene er kunnskapen svært mangelfull om forekomst og utbredelse. For disse ble de best kjente undergruppene (orden eller familienivå) behandlet.

Til sammen ble det rødlistet 31 marine makroalger, 59 evertebrater og 36 marine fisk. For fisk ble det også rødlistet bestander av torsk, polartorsk og nordlig ålebrosme. I tillegg ble det innenfor primært terrestre grupper rødlistet syv marine fugl, 13 marine pattedyr, tre karplanter og to leddyr.

I Tabell 4.10.1.1 er det gitt en sammenfatning av kunnskapsgrunnlaget for tru-

ede arter i kategori: CR (kritisk truet) EN (sterkt truet) og VU (sårbar) som forekommer i kyst og havområdene i Barentshavet og ved Lofoten og Vesterålen. Tabellen viser data for levested (habitat), hva slags menneskelige og naturlige påvirkninger som kan ha betydning for artene, og hva slags datagrunnlag som finnes (enkeltfunn, observasjoner, kartlegging, overvåking, bestandsanalyser).

For mange av de truede artene av fisk foreligger det informasjon fra igangværende overvåkingsprogrammer. Noen av de truede artene har imidlertid en mindre andel av bestanden innen området, som for eksempel ål, håbrann og pigghå og er derfor ikke gjenstand for fulle undersøkelser. For alger og evertebrater er hovedinformasjonen mer i form av observasjoner og enkeltfunn. I de fleste tilfeller innebærer observasjoner at undersøkelsene har vært gjentatt, men ikke har fulgt noe spesielt program.

Av de listede marine artene på den norske rødlista er det bare et fåtall som overvåkes og som det dermed er mulig å uttale seg om som en del av en indikator. Det er per i dag ikke mulig å uttale seg samlet om de marine rødlisteartene. Dessuten har flere av de truede artene på rødlista en svært liten andel av sin bestand i forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet og er derved mindre aktuelle for overvåking. I overvåkingsrapporten for Barentshavet rapporteres det på sjøfuglartene, snabeluer og polartorsk.

##### 4.10.1.1 Fisk

Vanlig uer finnes i hele forvaltningsområdet og fiskes kommersielt. Arten er rødlistet på grunn av bestandsnedgang. Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden tidlig på 1990-tallet. Toktresultat og fangstrater fra trålfisket viser en klar reduksjon i forekomstene, og indikerer at bestanden nå er nær et historisk lavmål.

Snabeluer finnes i hele forvaltningsområdet og fiskes kommersielt. Arten er rødlistet på grunn av bestandsnedgang. Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden 1991, og

ICES vurderer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne. Toktresultat viser at bestanden er nær et historisk lavmål.

Torsk som art er ikke rødlistet, men situasjonen for bestanden av kysttorsk nord for Stadt er vurdert som sterkt truet (EN) på grunn av pågående populasjonsreduksjon, svak rekruttering og mangel på effektive reguleringsiltak. Det internasjonale råd for havforskning (ICES) har enda ikke vedtatt noen kritiske grenseverdier for denne bestanden, men alt tyder på at gytebestanden for tiden er under en tredjedel av det nivå hvor rekrutteringen blir redusert som følge av for lav gytebestand. ICES anbefaler ikke fiske på denne bestanden. Dagens reguleringer har ikke klart å redusere fisket, og det tas fremdeles ut mer enn 30 000 tonn. I tillegg kommer et uregistrert fritids- og turistfiske. Denne bestanden er fragmentert i flere populasjoner, hvorav fjordpopulasjonene som er mest isolert, også er i dårligst forfatning.

##### 4.10.1.2 Sjøpattedyr

Grønlandshval har en sirkumpolar utbredelse i arktiske områder. Arten var svært tallrik i tidligere tider, og opprinnelig bestand (før 1600) er beregnet til over 50 000 individer. Arten ble fangstet intensivt på 1600-tallet og videre fram til begynnelsen av 1800-tallet da bestanden i Atlantisk sektor var så godt som utryddet. I dag finnes en liten restbestand med antatt mindre enn 50 reproduserende individer i isfylte farvann mellom Øst-Grønland og Frans Josefs Land.

Steinkobbe forekommer langs hele norskekysten og har også en egen bestand på Svalbard. Nyere bestandsberegninger har fastlagt antall individer til rundt 1100 individer fra Vesterålen og nordover. Jakt er regulert, men fastsatte kvoter har siden 2003 ligger høyere enn anbefalt av Havforskningsinstituttet. I tillegg omkommer et ukjent antall dyr som bifangst i fiskeresskap og sannsynligvis under uregulert jakt.

##### 4.10.1.3 Sjøfugl

Lomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på

Tabell 4.10.1.1

Truede arter som forekommer i kyst og havområder i Lofoten/Vesterålen og Barentshavet. Levested: P = pelagisk, bP = bathypelagisk, D = demersal, B = bløtbunn, Bl = blandet sediment, S = sand, Sk = skjell og skjellsand, K= korallrev, H = hardbunn. Påvirkningsfaktorer er gitt ved Areal = arealendringer og habitatforstyrrelse, Eut = eutrofiering, Forur = forurensning, Klim = klimaendringer, Bsk = beskatning.

A: Alger	Kat	Levested	Påvirkningsfaktor	Datagrunnlag
<b>Charophyceae – kransalger</b> <i>Chara canescens</i> – hårkrans	VU	Brakkvann (5-20 psu), poller	Areal, Eut	Kartlegging, overvåking
<b>Rhodophyceae – rødalger</b>				
<i>Ceramium deslongchampsii</i>	EN	Tidevannssonen, H	Areal	Observasjoner
<b>Karplanter</b> <i>Zannichellia palustris</i> <i>ssp polycarpa</i> – storvasskrans	EN	? Brakkvann		Eldre enkeltfunn
B: Evertebrater	Kat	Levested	Påvirkningsfaktor	Datagrunnlag
<b>Mollusca</b>				
<i>Mya arenaria</i>	VU	B, Bl, grunt	Ikke kjent	Observasjoner
<i>Pecten maximus</i>	VU	Sk, 0-200 m	Bsk	Overvåking
<i>Littorina compressa</i>	EN	H, litoral	Ikke kjent	Observasjoner, enkeltfunn
C: Fisk	Kat	Levested	Påvirkningsfaktor	Datagrunnlag
<i>Anguilla anguilla</i> – ål	CR	D, P 0 – 3000 m	Bsk	Overvåking?, observasjoner
<i>Squalus acanthias</i> – pigghå	CR	D, P, 0 – 2000 m	Bsk (bifangst)	Overvåking
<i>Ammodytes marinus</i> – havsil	VU	D, 100 – 200 m	Bsk	Bestandsanalyser
<i>Lamna nasus</i> – håbrann	VU	P, 0 – 700 m	Bsk (bifangst)	Overvåking?, bestandsanalyser
<i>Molva dypterygia</i> – blålange	VU	D, 150 – 1000 m	Bsk	Overvåking
<i>Sebastes marinus</i> – vanlig uer	VU	D, P, 100 -1000 m	Bsk	Overvåking, bestandsanalyser
<i>Sebastes mentella</i> – snabeluer	VU	D, P, 300 -1500 m	Bsk	Overvåking, bestandsanalyser
<b>Bestander:</b>				
<i>Boreogadus saida</i> – polartorsk, Porsanger	CR	P	Areal, Klim, introdusert art	Observasjoner
<i>Gadus morhua</i> – kysttorsk nord for 62°N	EN	D. P. litoral – 200 m	Bsk	Overvåking, bestandsanalyser
D: Sjøpattedyr	Kat	Levested	Påvirkningsfaktor	Datagrunnlag
<i>Phoca vitulina</i> – steinkobbe	VU	Kyst, litoral	Bsk	Overvåking
<i>Balaena mysticetus</i> – grønlandshval	CR	P 0 – 200 m	Bsk, Forur, Klim	Observasjoner
E: Sjøfugl	Kat	Levested	Påvirkningsfaktor	Datagrunnlag
<i>Cephus grylle</i> – teist	NT	Kyst	Forur?, Klim	Bestandskartlegging, **
<i>Fratercula arctica</i> – lunde	VU	Kyst, offshore om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **
<i>Larus ridibundus</i> – hettemåke *	NT			
<i>Rissa tridactyla</i> – krykkje	VU	Kyst, offshore (og kyst) om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **
<i>Uria lomvia</i> – polarlomvi	NT	Kyst, offshore om vinteren	Bsk, Klim, Fisk	Overvåking, **
<i>Uria aalge</i> – lomvi	CR	Kyst, offshore og kyst om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **

\* Hettemåke er i mindre grad knyttet til kysten i det den ofte hekker i ferskvannsområder og er ikke avhengig av det marine miljø for å finne føde. Den overvåkes ikke innenfor SEAPOP. \*\* Hekkebiologiske undersøkelser. Forholdsvis mange arter er rødlistet i kategorien DD (datamangel). For de fleste av disse foreligger det få funn og lite informasjon om forekomst og biologi.

Vedøy (Røst), Hjelmsøy og Hornøy, samt på Bjørnøya. I de fleste koloniene er det registrert en dramatisk og signifikant tilbakegang i hekkebestanden siden begynnelsen av 1980-tallet. Størst har nedgangen vært i de nordnorske koloniene. Den mest dramatiske nedgangen har skjedd på Hjelmsøy og Vedøy. På Hjelmsøy, tidligere fastlandets største koloni, er hekkebestanden redusert med 98 % fra 1984 til 2007, og den har ikke vist noen tegn

til bedring siden krakket i 1986/87 (bortsett fra i de feltene der lomviene hekker i skjul). At den nordnorske lomvibestanden i 1984 var kun 25 % av hva den var i 1964 (Anker-Nilssen og Barrett 1991), understreker dramatikken i situasjonen ytterligere.

Lunde overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Hernyken (Røst), Anda (Vesterålen),

Gjesvær og Hornøy. På Hernyken, som antas å være representativ for hele Røstgruppen, gikk hekkebestanden kraftig tilbake i perioden 1979-88. Etter en kortvarig oppgang i 1989-90 gikk bestanden ytterligere tilbake, og det laveste antallet okkuperte reir hittil ble registrert i 2002. De fem siste årene har det vært en svak men jevn økning, men hekkebestanden er likevel bare rundt 30 % av hva den var i 1979. Det er håp om fortsatt bestandsvekst

de nærmeste 4-5 årene etter god reproduksjon i fem av de ni siste hekkesesongene (Anker-Nilssen og Aarvak 2006, T. Anker-Nilssen, pers. medd.).

Polarlomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Hjelmsøy og i utvalgte kolonier på Svalbard. Hekkebestanden på Hjelmsøy og på Svalbard viser store årlige variasjoner. I 2007 ble koloniene på Fuglehuken og Ossian Sars overvåket. For Fuglehuken er det observert en signifikant negativ bestandsutvikling, både i hele overvåkingsperioden (fra 1988), og i de siste 10 årene. For Ossian Sars er det ikke registrert noen signifikant trend for hele overvåkingsperioden under ett (1988-2006), men utviklingen de siste 10 år har vært negativ.

Krykkje overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Røst, Hjelmsøy og Hornøy, samt på Bjørnøya og Spitsbergen. For alle overvåkingslokalitetene på fastlandet er det registrert en signifikant tilbakegang siden overvåkingen ble startet rundt 1980. I alle tilfeller gjelder dette hele overvåkingsperioden sett under ett så vel som i de siste 10 årene.

Teist overvåkes ikke innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet. Det er imidlertid tegn på at den har gått sterkt tilbake i mange områder, hovedsakelig pga predasjon fra mink.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Det er per i dag ikke mulig å uttale seg om rødlistede marine arter som sådan. Det eksisterer per i dag overvåkingsserier



for noen av artene og bestandene det her er snakk om. I denne forbindelsen har Direktoratet for naturforvaltning etablert et prosjekt som Norsk institutt for vannforskning skal gjennomføre i samarbeid med Havforskningsinstituttet og som tar sikte på å gjennomgå Rødlista for prioritering av rødlistearter for overvåking i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten for videre bruk inn i en indikator. Prosjektet skal levere en rapport i 2009. Deler av denne rapporten er benyttet for å kunne gi innspill til indikatoren i forbindelse med årets rapport.

En bør for denne indikatoren vurdere et annet navn i og med at 'sårbar' nå er norsk term for en av

truetkategoriene (VU). 'Sårbare og truede arter' gir derfor ikke entydig mening slik de norske termene for rødlistekategorier nå er formulert. Spesielt termen 'nær truet' har det vært reist kritikk mot, idet mange oppfatter denne som mer dramatisk enn den egentlig er ment å være.

#### Økosystemvurdering

I den grad det er mulig å si noen samlet om de marine rødlisteartene innen forvaltningsplanområdet er det de menneskelige aktivitetene som beskatning og arealbruk som peker seg ut som trusselfaktorene for de truede og sårbare artene. I tillegg kommer også klimaendringer inn.



# 4.11

## Forurensende stoffer

For å kunne overvåke forurensningsbelastningen i havområdet og vurdere måloppnåelsen systematisk, må det velges representative indikatorer. Overvåkningsgruppen har fokusert på de forurensningsindikatorerne som ble foreslått i St.meld.nr. 8 (2005-2006) – forvaltningsplan (Figur 3.1, s. 139). De valgte indikatorstoffene og hvor de måles skal vise hvordan viktige forurensningsgrupper og konsentrasjoner varierer over tid (tidstrender), i ulike områder (geografiske trender), i ulike organismer og i det abiotiske miljøet (luft, sediment osv.). Til sammen skal dette gi grunnlag for å vurdere forurensningssituasjonen i havområdet opp mot målene som er satt for området. Utvalgte miljøgifter danner også grunnlag for vurdering av sjømattrygghet. Valget av indikatororganismer er også relevant for vurdering av tilstanden i særlig sårbare og verdifulle områder (SVO).

### Koordinering

Statens forurensningstilsyn

### Ansvarlig

Ragnhild Kluge

### Referanse

Bakke, T. et al. 2008

De forurensende stoffene som overvåkes er: Metaller (Hg, Pb, Cd, Cu og As), organiske miljøgifter (TBT, PAH, THC, PCB, dioksinlignende PCB), pesticider (DDT, toksafen, klordan, HCH), samt HCB, BFH (bromerte flammehemmere), PFAS (perfluorerte forbindelser) og radioaktivitet.

Dette er miljøgifter som alle er prioriterte og gjenstand for regulering i henhold til St.mld.nr. 21 (2004-2005). Den norske prioritetslisten er samordnet med tilsvarende lister over stoffer som gir bekymring i EU, OSPAR, Stockholmkonvensjonen og LRTAP.

Artene det måles på er nøkkelarter i økosystemet og/eller arter som er viktige indikatorer for å illustrere transporten av forurensende stoffer i næringskjeden, som for eksempel: polartorsk → ringsel → isbjørn, og polartorsk → polarlomvi.

Forvaltningsplanen omfatter i utgangspunktet bare åpne havområder. Kystnære aktiviteter og tilførsler kan imidlertid gi konsekvenser for miljøet i forvaltningsplanområdet. Miljøgifter og annen forurensning i kystnære områder, tilførsler via elver og luft samt søppel langs kysten er derfor en del av indikatorsettet.

Når det gjelder effektindikatorer og samvirkende effekter er kunnskapsmanglene for store til at det lar seg gjøre å bestemme terskelverdier for ikke-skadelige nivåer hos arktiske dyr. Det mangler også kunnskap om tilførselsveier og romlig forde-

ling av miljøgifter. Ny kunnskap på dette området vil komme med SFTs Tilførselsprogram.

I 2008 ble det av SFT satt i gang et prosjekt som har som målsetting å se på relevante forurensningsdata i sammenheng, for å få en bedre oversikt over datamengde, -kvalitet (tidstrender og utsagnskraft) samt manglende data. Prosjektet ble begrenset til en gjennomgang av fire utvalgte datakilder: overvåking i regi av Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), Havforskningsinstituttet (HI) og Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) som er ledet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). I tillegg har man inkludert SFTs screeningdata siden 2002 og kartlegging av utvalgte stoffer i Barentshavet 2007 (Bakke et al. 2008). En videreføring av prosjektet (avhengig av budsjettprosesser) vil blant annet se nærmere på hvor omfattende overvåking som er nødvendig for hvert stoff (prøvetakingsfrekvens, antall og lokalisering av stasjoner etc), og videre om det er behov for å overvåke nye stoffer eller gjøre spesielle overvåkingskampanjer knyttet til effekter i sårbare områder. Det er også ønskelig å se nærmere på hvordan forurensningsindikatorerne bør utvikles for å kunne brukes til å evaluere utviklingen i forhold til fastsatte miljømål.

Nedenfor er tilgjengelige overvåkingsresultater gitt for de forskjellige forurensningsindikatorerne. Indikatorernes egnethet/potensial som grunnlag for å vurdere forurensningssituasjon og mattrygghet i området er vurdert. Det er lagt spesiell vekt på å vurdere relevans i forhold til SVO-områdene. Ikke alle stoffer er målt eller rapportert for alle organismer, og det må legges mer arbeid i å fylle de mest prekære hullene i datamaterialet, særlig i forhold til referanseverdier.

Det henvises i teksten til SFTs klassifiseringssystem og EUs grenseverdier for trygg sjømat. Disse tabellene finnes på hhv:

<http://www.sft.no>

<http://eur-lex.europa.eu>

### 4.11.1 Strandsøppel

#### Institusjoner

Sysselmannen på Svalbard, Norsk Polarinstitutt og Kystverket

#### Forfattere

Synnøve Lunde

#### Datagrunnlag

<http://mosj.npolar.no/pavirkningsfaktorer%20Mappe/Strandsoppel>

#### Type indikator

Forurensningsindikator

#### Referanseverdi

Ingen forsøpling

#### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forsøpling over et visst antall år

#### SVO-relevans

Kystnært – Svalbard

Det driver i land store mengder søppel på strendene innenfor planområde fra aktivitet i Barentshavet. Utslipp av plast har vært forbudt siden 1998, men det oppdages stadig plast i det marine miljøet. Plasten kan være til stor skade for eksempel på overflatebeitende fugl og pattedyr fordi de vikler seg inn i søppel og dør, og fordi fordøyelsessystem kan bli skadet. Dette er et stort problem i andre havområder, men omfanget på problemet er lite kjent i Barentshavet.

Forvaltningsplanen har satt som mål at forsøpling og annen skade på miljøet som følge av utslipp av avfall fra virksomhet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal unngås. Søppel langs kysten er en indikator som skal følges opp fra forvaltningsplanen. Referansenivå skal

være ingen forsøpling, og tiltaksgrensen er uakseptabel forsøpling i strandsonen.

En måte å følge indikatoren er å foreta innsamling og registrering av mengde søppel som tilflyter strendene, og bruke det som indikator for måloppnåelsen. Dette må gjøres på utvalgte steder og måles enten etter volum eller vekt.

På tre mindre strandområder på Svalbard er det satt i system at strandområder ryddes helt hvert år og alt søppel veies, som en del av MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen). Prosjektet har data siden 2001. Tendensen viser en nedadgående kurve, men det er trolig for lite data for å trekke konklusjon.

#### Teknisk vurdering

Systematisk innsamling og veing av søppel på utvalgte steder langs kysten er en god indikator på om uakseptabel forsøpling finnes og over tid vil en kunne si noe om hvilken vei utviklingen går. Det er behov for å utvikle indikatoren til flere utvalgte områder for innsamling, helst også på kysten i Troms/Finmark og andre steder på Svalbard og f. eks Jan Mayen. Det er også behov for å utvikle indikatoren til å kunne si noe om hvor søppelet kommer fra.

#### Økosystemvurdering

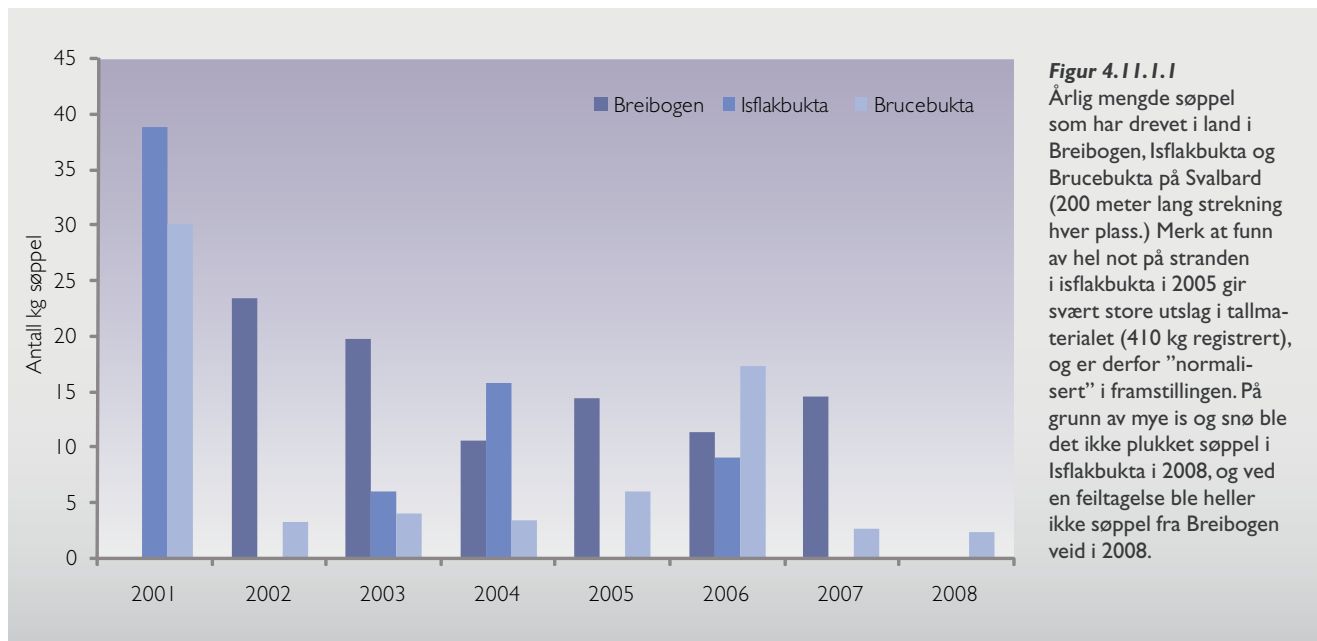
Vekt sier ikke alt om forsøpling av strendene. Store og lette gjenstander kan utgjøre en estetisk skjæmmende forsøpling, men vil gjøre lite utslag på vekt. Dyr kan skades av spesielle gjenstander (f.eks. ved reinsdyr som vikler geviret inn i tauverk og gam). Fuktigheten på innsamlingstidspunktet vil påvirke vekten. På den annen side kan en stor trålpose/fiskegam funnet på ei strand gjøre meget store utslag i vekten.

Det er behov for et system med konkrete målinger av jevnlig (f.eks. årlig) tilflott av strandsøppel på andre utvalgte steder innen forvaltningsplanområdet.

Denne målingen må skje etter en vurdering av hvilke strandområder som kan være representative for utviklingen. Målinger må gå over noe tid før "konklusjon" kan trekkes. Både i vannmassene og på strendene kan det være mye gammelt søppel som har ligget der ei stund, og et "null nivå" må lages. Hvor søppelet fra Barentshavet "strander" er selsagt avhengig av strømførholdene i havet utenfor. Utvikling av indikatoren må ta hensyn til det. Det er også et behov for å sammenstille og sammenligne statistikk for levert søppel til havnene. Norske myndigheter har ikke etablert noe systematisk system for rapportering av omsetning av avfall over mottaksordningene for avfall fra skip, og aggregerte tall er derfor ikke tilgjengelig. Indikatoren (vekt av søppel) sier ikke noe om hvor søppelet kommer fra, og dermed hvor tiltak skal settes inn. Ved utvikling av indikatoren bør dette også innarbeides.

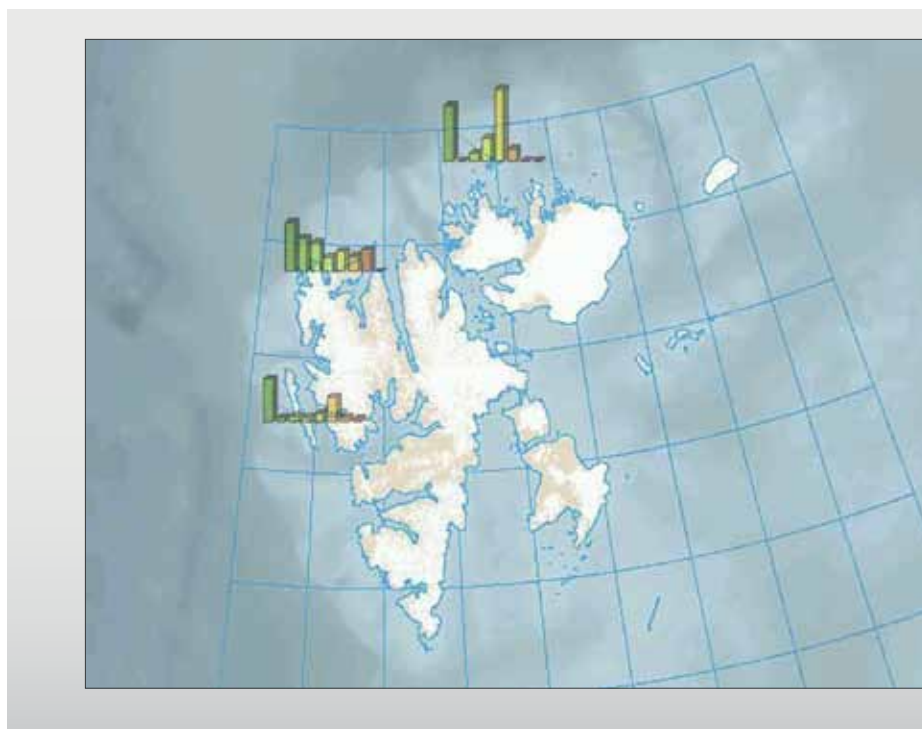
#### Konklusjon

Det er for liten måleserie (for få utvalg av steder og for liten geografisk variasjon) til trekke konklusjoner om hvilken retning indikatoren går i.



**Figur 4.11.1.1**

Årlig mengde søppel som har drevet i land i Breibogen, Isflakbukta og Brucebukta på Svalbard (200 meter lang strekning hver plass.) Merk at funn av hel not på stranden i Isflakbukta i 2005 gir svært store utslag i tallmateriale (410 kg registrert), og er derfor "normalisert" i framstillingen. På grunn av mye is og snø ble det ikke plukket søppel i Isflakbukta i 2008, og ved en feiltagelse ble heller ikke søppel fra Breibogen veid i 2008.



**Figur 4.11.1.2**

Kart som viser de utvalgte strandområdene på Svalbard for søppelplukking og søppelmengdene som er samlet inn og veid i perioden 2001 til 2008.



#### 4.11.2 Tilførsler

##### 4.11.2.1 Atmosfæriske tilførsler

###### Institusjoner

Norsk institutt for luftforskning

###### Forfattere

Ole-Anders Braathen

###### Datagrunnlag

Målingene av atmosfærisk tilførsel av forurensning utføres på Zeppelin-fjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard som del av "Statlig program for forurensningsovervåking" som gjennomføres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Rapporter med data er tilgjengelig fra SFTs nettside: <http://www.sft.no>

###### Referanser til data

Statens forurensningstilsyn 2008  
Berg T. et al. 2008

###### Type indikator

Forurensningsindikator

###### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

###### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetaking til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

###### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten  
Polarfronten – Svalbard

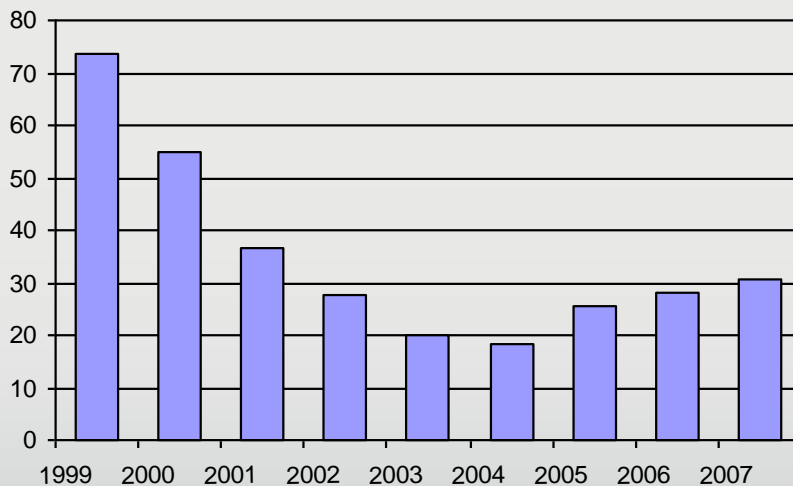
Fra Zeppelin-observatoriet finnes det lange tidsserier for følgende komponenter: PCB, PAH, DDT, HCH, HCB, pesticider, CO, CO<sub>2</sub> (SU, Sverige), metan, klimagasser og erstatningsstoffer, kvikksølv, sporelementer, svovelkomponenter, nitrogenkomponenter, kjemisk karakterisering av partikler i luft og uorganiske hovedkomponenter i nedbør (Ny-Ålesund).

Målingene omfatter følgende av komponentene i Figur 3.1 (s.139 i St.meld.nr. 8 2005-2006): Hg, Pb, Cd, Cu, As, PAH (38 komponenter), PCB (32 komponenter), DDT (6 komponenter), klordan (4 komponenter), HCH (2 komponenter) og HCB. I tillegg er BFH og PFAS blitt målt i de siste 2-3 årene. Dioksinliknende PCB og toksafen måles ikke.

For alle komponentene vil referansenivået være "Naturlig bakgrunnsnivå" og tiltaksgrense kan være: "Økning i nivået over et visst antall år eller en større økning over kortere tidsrom".

Eksempler på lange tidsserier for viktige forurensningskomponenter fra Zeppelin-observatoriet:

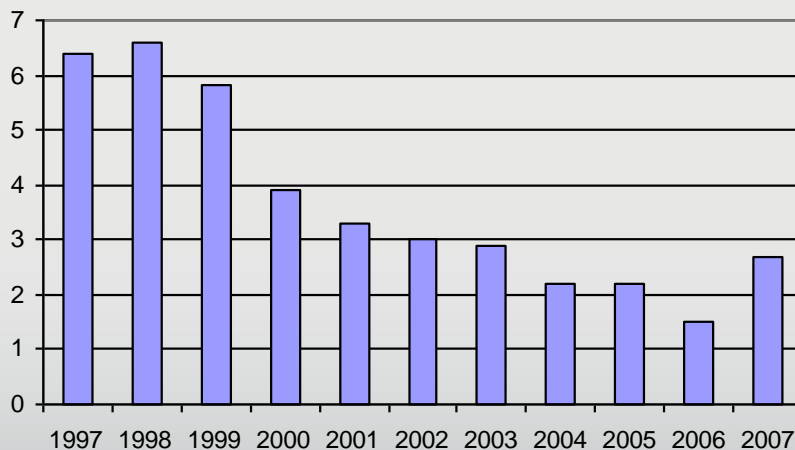
Polyklorerte bifenyler (PCB)



Figur 4.11.2.1

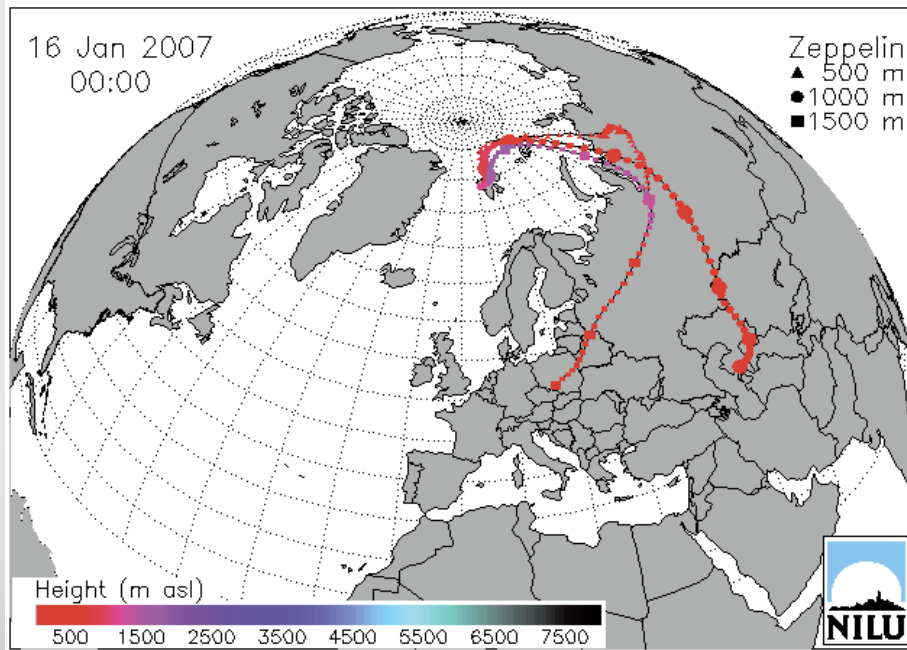
Årlige middelkonsentrasjoner av sum PCB (alle PCB fra tri- til dekalor) i luft på Zeppelin-observatoriet. Enhet: pg/m<sup>3</sup>. Sum-konsentrasjonen ble redusert fra 1999 til 2003, og har siden økt noe.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)



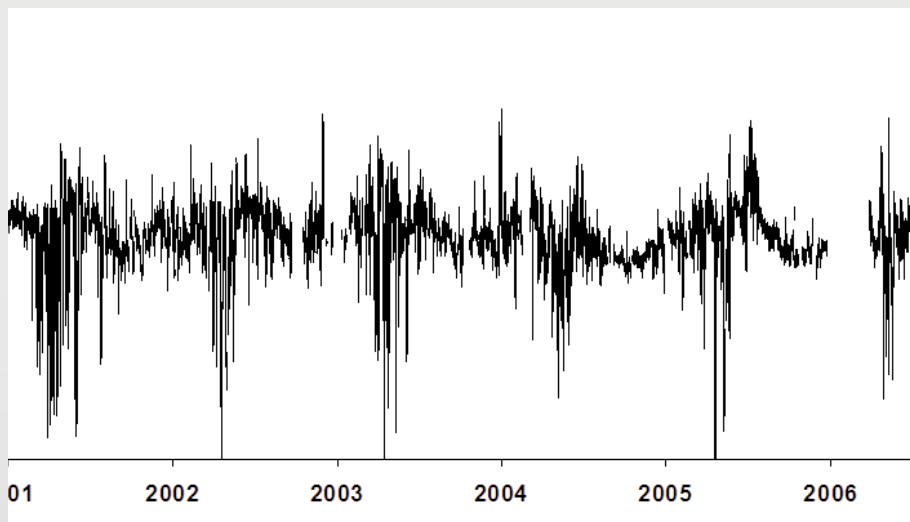
Figur 4.11.2.2

Årlige middelkonsentrasjoner av sum PAH i luft på Zeppelifjellet. Enhet: ng/m<sup>3</sup>. Figuren viser at den årlige middelkonsentrasjonen av PAH har hatt en klar nedadgående trend i perioden fra 1999 til 2006, men at konsentrasjonen i 2007 har økt noe.



Figur 4.11.2.3

Beregnete trajektorier med adkomst til Zeppelin-observatoriet under prøvetaking av prøven med høyest verdi for sum PAH i 2007. Figuren viser tydelig transportveien for de mest forurensete luftmassene.



Figur 4.11.2.4

Tidsserier for elementært kvikksølv i gassfase (GEM) ved Zeppelinfjell, 2000-2006. Om våren hvert år opptrer det episoder hvor konsentrasjonen av elementært kvikksølv i gassfase blir sterkt redusert (samtidig med at konsentrasjonen av ozon i luft også blir kraftig redusert). Årsaken er at lys ved polar soloppgang starter en kjemisk prosess som omdanner kvikksølv til mer reaktive komponenter som dermed blir biotilgjengelige.

Resultatene av luftmålingene på Zeppelin-observatoriet viser at konsentrasjonene i luft (og dermed tilførselen) avtar for noen komponenter og øker eller er stabil for andre.

Mer utfyllende informasjon:

- SFT: <http://www.sft.no/>
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (EMEP stasjoner): <http://www.nilu.no/projects/ccc/sitedescriptions/no/index.html> og <http://www.nilu.no/projects/ccc/sitedescriptions/no/no42.html>

- Zeppelin Station: <http://www.nilu.no/niluweb/services/zeppelin>

#### Teknisk vurdering

Indikatoren "Atmosfærisk tilførsel", med målinger på Zeppelin-fjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard, fungerer, men er bare representativ for området rundt Svalbard. Det er et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk. En betydelig forbedring vil derfor være å etablere tilsvarende målestasjoner på Bjørnøya, Andøya og Jan Mayen. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Indikatoren "Atmosfærisk tilførsler" har ikke hatt problemer i 2008.

#### Økosystemvurdering

Indikatoren "atmosfærisk tilførsler" vil, sammen med andre tilførselsindikatorer, beskrive omfanget av forurensning som introduseres i systemet. Indikatoren vil derfor direkte påvirke alle indikatorer som beskriver forekomst av forurensning i økosystemer, sediment o.s.v.

#### 4.11.2.2 Elvetilførsler

##### Institusjoner

Norsk institutt for vannforskning

##### Forfattere

Øyvind Kaste

##### Datagrunnlag

Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til Statens forurensningstilsyn (<http://www.sft.no/>) og Norsk institutt for vannforskning (<http://www.niva.no/>)

##### Referanser til data

Andersen J, R. et al. 1997  
Skarbøvik, E. Et al. 2008  
Skjelkvåle, B.L. (red) 2007

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrænse

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetaking til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

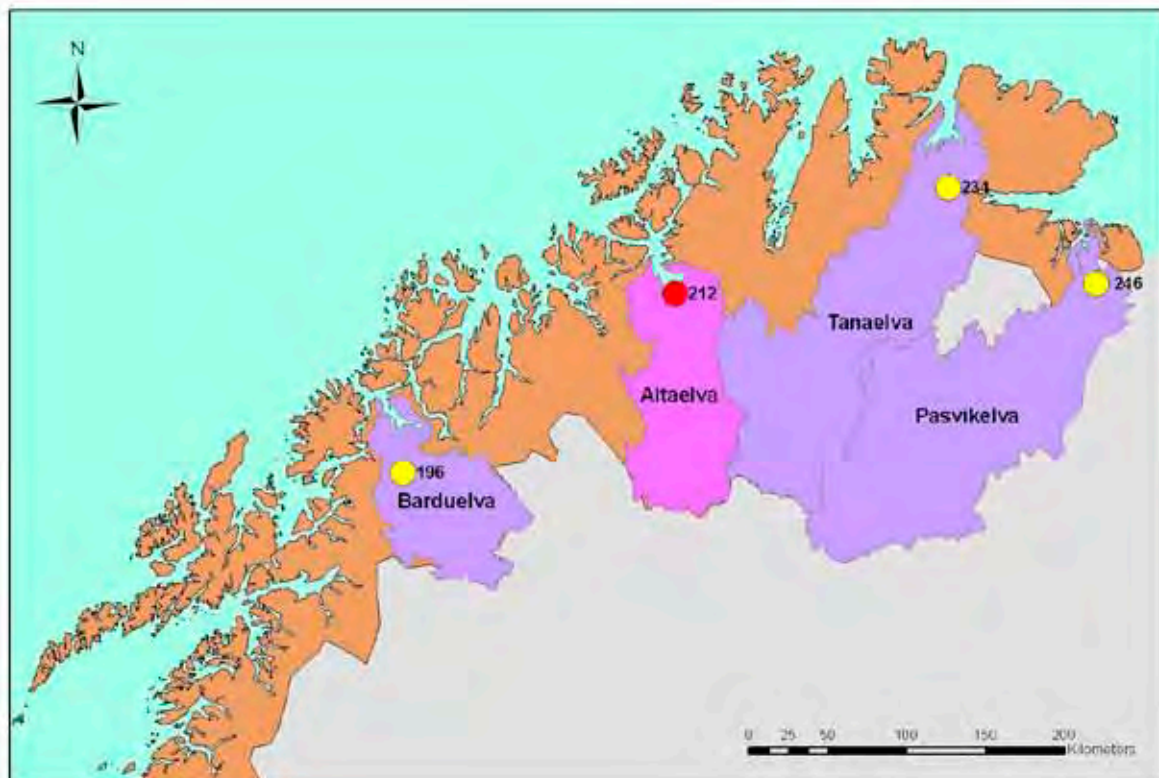
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Den største delen av elvetilført forurensning til Barentshavet stammer fra fastlandet, og det er også her stasjonene i dagens Elvetilførselsprogram ("Overvåking av elvetilførsler og direkte utslipp til norske kystområder") ligger. Landtilførsler fra for eksempel Svalbard, Jan Mayen og Bjørnøya har mindre kvantitativ betydning, men det kan likevel være aktuelt å opprette målestasjoner her for å dekke den geografiske gradienten Barentshavet spenner over. I og med at nordområdene representerer den delen av Norge som sannsynligvis kommer til å oppleve den største lokale oppvarmingen som følge av globale klimaendringene de neste 50-100 år, er det spesielt viktig å følge opp vannkvaliteten i dette området (bl.a. pga. tining av permafrost med påfølgende nedbrytning og eksport av organisk materiale).

Programmet "Overvåking av elvetilførsler og direkte utslipp til norske kystområder" utføres i 46 elver fordelt langs kyststrekningen fra svenskegrensen i sør/øst til den russiske grensen i nord/øst.

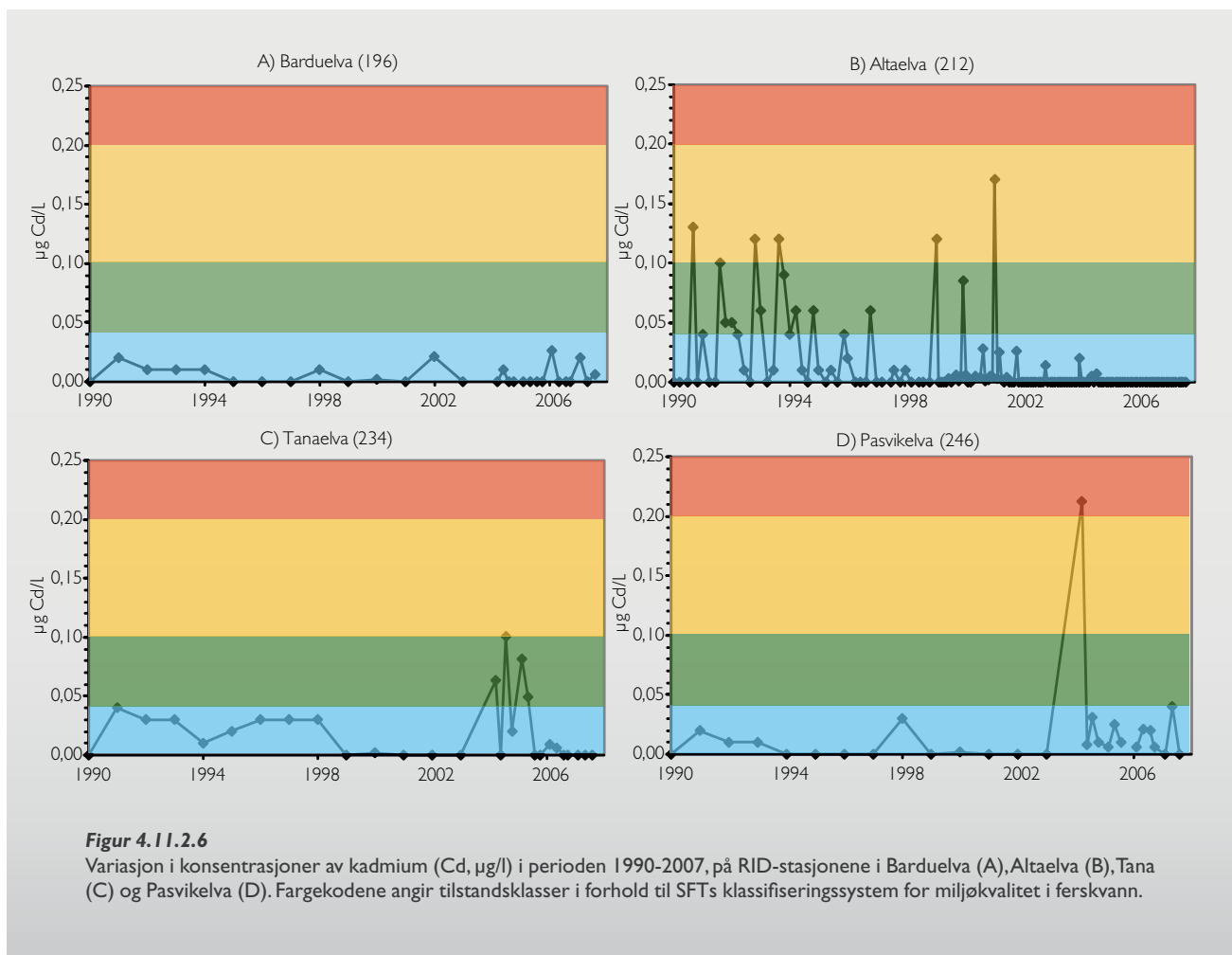
Programmet er en del av "Statlig program for forurensningsovervåking" som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Elvetilførselsprogrammet (RID - Riverine Inputs and direct Discharges) er en del av Oslo-Pariskonvensjonens (OSPAR) samlede overvåkingsprogram (<http://www.ospar.org/>).

Elvetilførselsprogrammet omfatter fire stasjoner nord for polarsirkelen: Barduelva (nr. 196), Altaelva (nr. 212), Tana (nr. 234) og Pasvikelva (nr. 246) (Figur 4.11.2.5). Altaelva har månedlig prøvetaking, mens de andre tre har kvartalsvis prøvetaking. Programmet startet i 1990. Alle prøvene analyseres med hensyn til: kvikksølv, kadmium (Figur 4.11.2.6), kobber, sink, bly, ammonium som N, nitrat som N, ortofosfat som P, total N, total P, suspendert materiale (SPM), konduktivitet, pH, TOC, SiO<sub>2</sub>, arsen, krom og nikkel. I tillegg analyseres gamma-HCH (lindan) samt PCB-7 (CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180) 4 ganger pr. år i Altaelva. For landområder nedstrøms målepunk-



Figur 4.11.2.5

Elvetilførselsprogrammets stasjoner i nord: Barduelva (196), Altaelva (212), Tana (234) og Pasvikelva (246). Stasjoner markert med gult prøvetas fire ganger per år, mens rødt angir månedlig prøvetaking. For områdene utenom de fire vassdragene beregnes det hvert år teoretiske tilførsler av næringsstoffer til havet ved hjelp av modellverktøyet TEOTIL.



**Figur 4.11.2**

Variasjon i konsentrasjoner av kadmium (Cd, µg/l) i perioden 1990-2007, på RID-stasjonene i Barduelva (A), Altaelva (B), Tana (C) og Pasvikelva (D). Fargekodene angir tilstandsklasser i forhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

tene og nedbørsfelt som ikke dekkes av elvemålingene, beregnes tilførselene (nitrogen og fosfor) teoretisk ved hjelp av TEOTIL2-modellen (i samarbeid med "TEOTIL-programmet" som NIVA gjennomfører for SFT). Modellen brukes også som verktøy for å ekstrapolere tilførsler av øvrige stoff til umålte områder og direkte utslipp til sjø.

Nedenfor er det gitt en oversikt over gjennomsnittsnivåer av målte metaller/miljøgifter i 2007 (Skarbøvik et al. 2008) vurdert i forhold til tilstandsklasser i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997):

- Pb: Alle stasjoner i klasse I
- Cd: Alle stasjoner i klasse I
- Cu: Tana i klasse I, Alta og Barduelva i klasse II, Pasvikelva i klasse V
- Zn: Alle stasjoner i klasse I
- Cr: Pasvikelva i klasse I, resten i klasse II
- Ni: Pasvikelva i klasse IV, resten i klasse I
- Hg: Alle stasjoner i klasse I

SFTs system inneholder ikke klassifisering av As, gamma-HCH og PCB i ferskvann (vannfasen).

#### Teknisk vurdering

Indikatoren "Elvetilførsler", med målinger og modellberegninger i Nord-Norge fungerer godt. Ved at

målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk. En forbedring vil derfor være å etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya og kanskje også Jan Mayen.

#### Økosystemvurdering

Pasvikelva, som ligger lengst øst ved grensen til Russland, er sterkt til meget sterkt forurenset av nikkel og kobber. Hovedkilden til dette er lufttransporterte forurensninger fra smelteverket i Nikel på russisk side. Forhøyede konsentrasjoner av nikkel og kobber i dette området er også dokumentert gjennom SFTs overvåkingsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjellkvåle 2007). Ellers var Altaelva og Barduelva moderat forurenset av kobber og krom i 2007 (tilstandsklasse II). Tanaelva hadde generelt de laveste konsentrasjonene av tungmetaller blant de nordnorske elvene.

### 4.11.3 Forurensning i sedimenter

#### Koordinering

Statens forurensningstilsyn

#### Ansvarlig

Ragnhild Kluge

#### Referanse

Miljøundersøkelse Region IX, 2007. Akvaplan-Niva rapport: APN-411.3940. Rapporten er tilgjengelig på <http://www.sft.no/>

#### Type indikator

Forurensningsindikator

#### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

#### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Sedimentprøver fra Barentshavet blir samlet inn gjennom ulike overvåkingsprogrammer og undersøkelser. De viktigste er samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet (HI) og Norges geologiske undersøkelser (NGU) om sedimentundersøkelser i åpent hav, MAREANO, SFT/NIVAs overvåking av miljøgifter langs kysten; Coordinated Environmental Monitoring Programme

(CEMP) og operatørens offshoreovervåking som rapporteres til SFT. De forurensende stoffene som undersøkes er:

- Metaller: arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel, sink, sølv og TBT.
- Organiske forbindelser: THC, PAH, PCB, DDT og HCB

Dataene i de ulike undersøkelsene kan imidlertid ikke uten videre presenteres sammenstilt. Det er ønskelig med en overordnet koordinering mellom undersøkelsene, slik at de kan dra nytte av hverandre.

#### 4.11.3.1 Offshoreovervåking i forbindelse med petroleumsvirksomheten

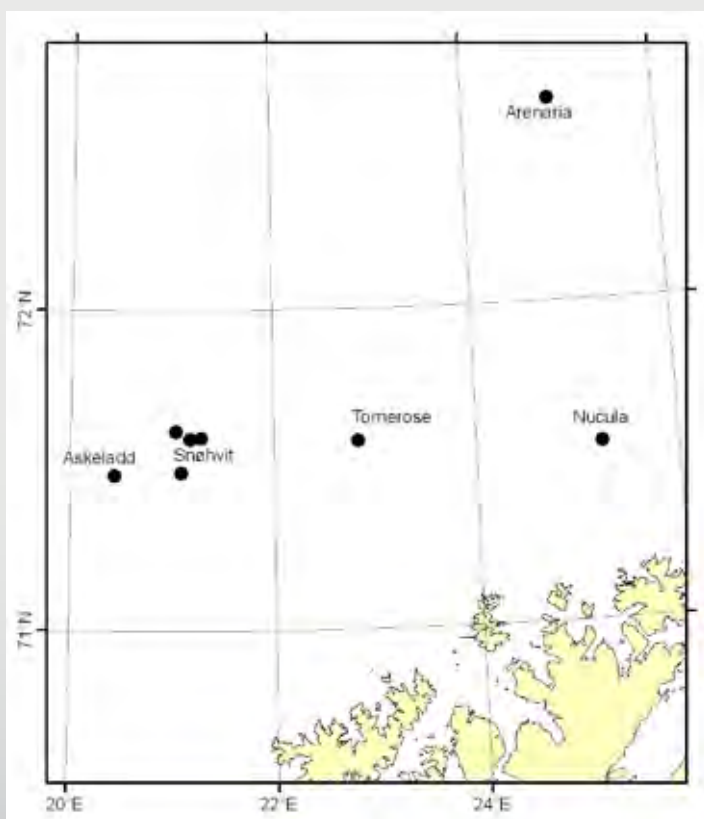
Miljøovervåking offshore foregår i regioner hvor hver region undersøkes hvert 3. år. Operatørene offshore er også pålagt å utføre grunnlagsundersøkelser i Barentshavet før de kan starte leteboring. Oppstart av overvåking skjer i forbindelse med oppstart av aktiviteten i en region.

På bakgrunn av offshoreundersøkelsene utført i Barentshavet kan SFT rapportere på indikatoren forurensning i sedimenter, men ikke for store arealer. Undersøkelsene er utført der operatørene har fått utlyst blokker (Figur 4.11.3.1).

Sommeren 2007 ble det gjort en miljøundersøkelse i Region IX i Barentshavet (Figur 4.11.3.1). Her inngikk feltene Snøhvit (overvåkingsundersøkelse), Askeladd og Arenaria (grunnlagsundersøkelser) samt Nucula (oppfølgingsundersøkelse, 4 måneder etter boring). Nucula ble presentert i en egen rapport til StatoilHydro og er derfor ikke med i den regionale rapporten.

Undersøkelsen viser at på Askeladd og Arenaria er innholdet av metaller i sedimentene lavt og det er ikke påvist forurensning av verken THC eller metaller. Innholdet av THC i sedimentene på Nucula er lavt (1,2-5,2 mg/kg tørt sediment). Sedimentenes innhold av metaller er jevnt fordelt over feltet og konsentrasjonene er lave. Det er ikke påvist forurensning av hydrokarboner eller metaller i sedimentene på Nucula. På Snøhvit er innholdet av THC i sedimentene over kontamineringsgrensen for tre stasjoner. Årsaken til forhøyet nivå av THC i sedimentene på Snøhvit kan skyldes forurensninger i det vannbaserte boreslammet som ble benyttet (APN-411.3940).

Det ble utført flere undersøkelser i Barentshavet i 2008 som skal rapporteres i april 2009. I forbindelse med overvåking og nye leteboringer kan det også bli satt i gang undersøkelser våren og sommeren 2009.



Figur 4.11.3.1

Lokalisering av petroleumsfeltene i Region IX i Barentshavet. Feltene som ble undersøkt i 2007 er Snøhvit (overvåkingsundersøkelse), Askeladd og Arenaria (grunnlagsundersøkelser) og Nucula (oppfølgingsundersøkelse).

#### 4.11.3.2 Konsentrasjoner av hydrokarboner i sediment

##### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Stepan Boitsov

##### Datagrunnlag

Kart på [www.mareano.no](http://www.mareano.no)

##### Referanser til data

Boitsov, S. et al. In press

Havforskningsinstituttet har i 2006–2007 gjennomført undersøkelser av forurensning i bunnsedimenter fra det sørlige Barentshavet som del av MAREANO kartleggingsprogrammet. Tretten sedimentkjerner ble analysert for hydrokarboner i 2006 og fjorten kjerner i 2007. Oversikt over stasjonene fra 2006–2007-tokt sammen med stasjoner for tidligere prøvetaking er tilgjengelig på [www.mareano.no](http://www.mareano.no).

Både totale hydrokarbonnivåer (THC) og nivåer av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) benyttes ofte som indikatorer på oljeforurensning. PAH kan komme fra olje, men også fra andre naturlige og menneskeskapt kilder. Sedimentstasjonene som ligger i den sørlige delen av Barentshavet, har lavere konsentrasjoner av THC

og PAH enn det tidligere studerte området sør for Svalbard (som vist for Sum PAH i Figur 4.11.3.2). Forekomsten og nivåene i sedimentene kan forklares med sedimentenes geokjemiske opprinnelse, innbefattet naturlig lekkasje/erosjon av fossilt brensel (kull/olje). I tillegg kan det være et mindre bidrag som skyldes ulike tilførsler av olje og annet fossilt brensel fra ulike menneskeskapt aktivitet.

Det er utarbeidet klassifiseringssystem for forurensning i sedimenter for summerte nivåer av 16 forbindelser av PAH-klasse ved SFT, såkalt EPA-16 liste som inneholder de prioriterte PAH som har betydelig toksisk, kreftfremkallende eller annen effekt på miljøet. Systemet er utarbeidet for fjord- og kystområder, og ikke åpent hav. På tre stasjoner fra 2007-prøvetaking (2 av disse fra fjordområder) var verdiene i klasse II ("God" ifølge SFT klassifisering) mens resten var i klasse I ("Bakgrunn"). Resultatene er vist for 2006–2007 data i Figur 4.11.3.3.

Nivåene av PAH målt i 2007 i MAREANO-området i det sørlige Barentshavet var svært lave, som forventet i dette området, og lignende det som ble observert i 2006 i nærliggende områder. Resultatene er vist i form av kart på [www.mareano.no](http://www.mareano.no).

##### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

##### Økosystemvurdering

Resultatene fra disse undersøkelsene viser at hydrokarboninnholdet i sedimentene ikke er over referansenivået, som er naturlig bakgrunnsnivå. Det er behov for bedre kunnskap om naturlig bakgrunnsnivå, bl.a. på grunn av mulig tilstedeværelse av lokale kilder for hydrokarboner i de studerte områdene.

#### 4.11.3.3 Konsentrasjoner av tungmetaller og klororganiske miljøgifter i sediment

##### Institusjoner

Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

##### Forfattere

Henning K.B. Jensen, Terje Thorsnes og Norman W. Green

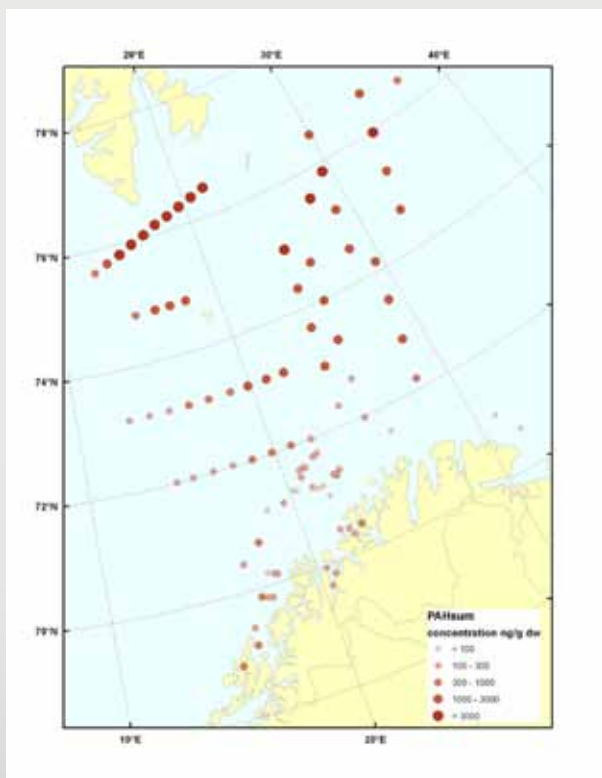
##### Datagrunnlag

[www.mareano.no](http://www.mareano.no), [www.niva.no](http://www.niva.no), [www.sft.no](http://www.sft.no)

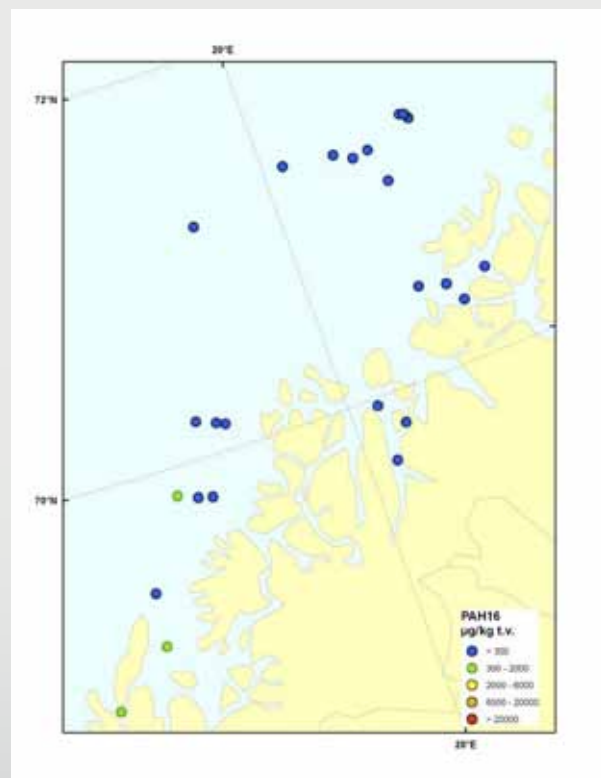
##### Referanser til data

Knies J. et al. 2006  
Jensen H. K. B. et al. 2007  
Jensen H. K. B. et al. 2008  
SFT 2007  
Shi, L. et al. 2008  
Green, N.W. et al. 2008

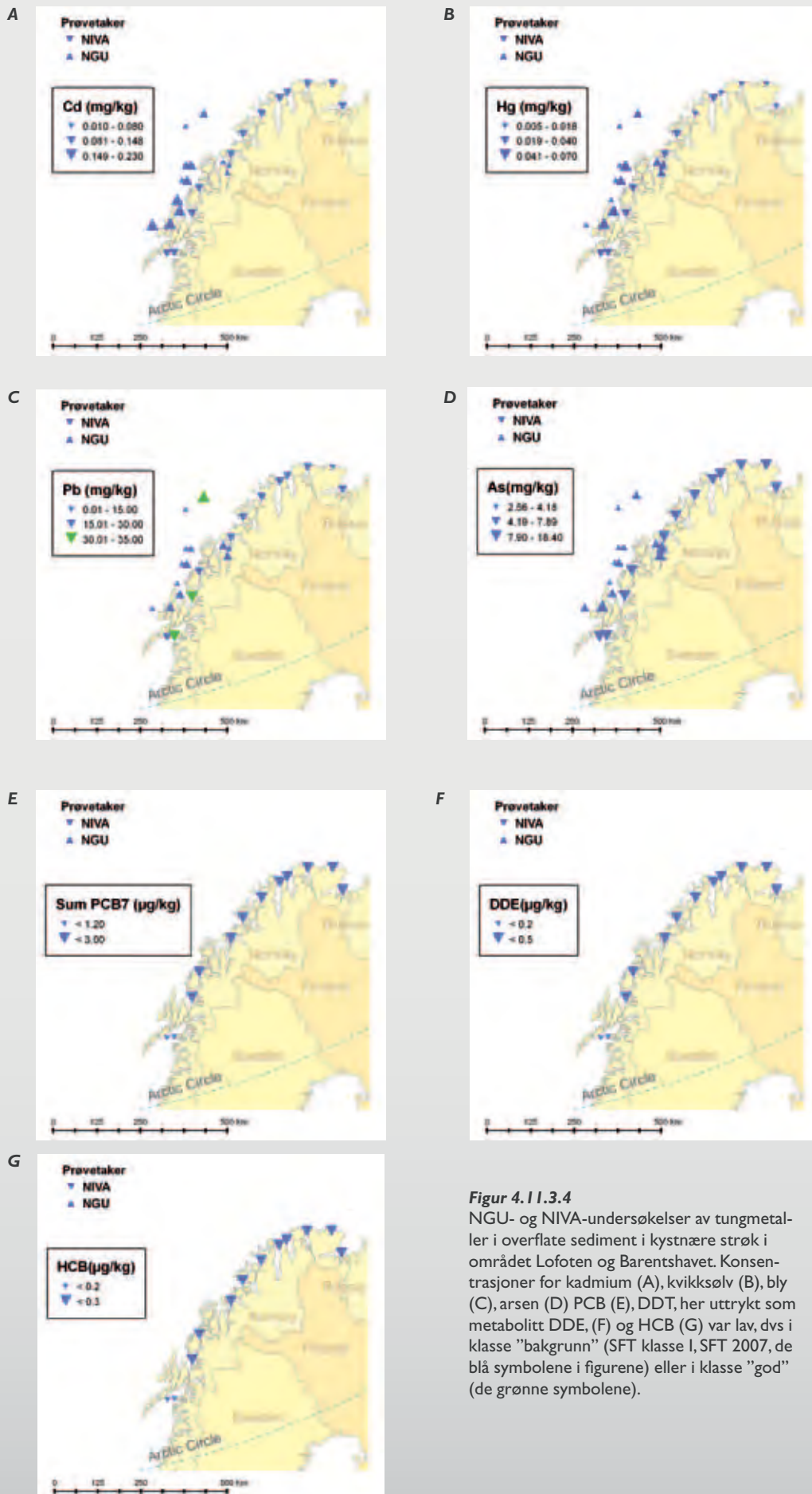
Havforskningsinstituttet har i 2006–2007 gjennomført undersøkelser av forurensning i bunnsedimenter fra det sørlige Barentshavet som del av MAREANO kartleggingsprogrammet. Tretten sedimentkjerner ble analysert for hydrokar-



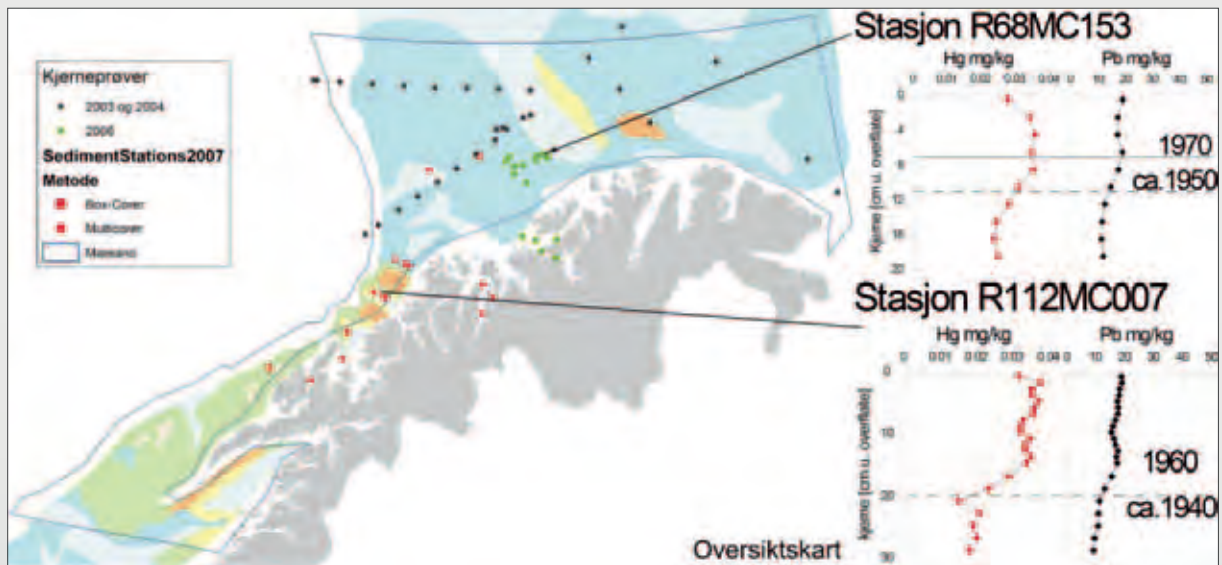
Figur 4.11.3.2  
Summerte PAH nivåer i øverste sedimentlag, 0-1 cm.



Figur 4.11.3.3  
PAH16 nivåer i øverste sedimentlag, 0-1 cm, med SFT tilstandsklasser vist med farge.



**Figur 4.11.3.4**  
 NGU- og NIVA-undersøkelser av tungmetaller i overflate sediment i kystnære strøk i området Lofoten og Barentshavet. Konsentrasjoner for kadmium (A), kvikksølv (B), bly (C), arsen (D) PCB (E), DDT, her uttrykt som metabolitt DDE, (F) og HCB (G) var lav, dvs i klasse "bakgrunn" (SFT klasse I, SFT 2007, de blå symbolene i figurene) eller i klasse "god" (de grønne symbolene).



**Figur 4.11.3.5**

NGU-undersøkelser av tungmetaller i sediment i området Lofoten og Barentshav. Dybdeprofiler fra 20-30 cm lange sedimentkjerner viser tidsserier fra Malangsdjupet (R112MC007) og Ingøydjupet ved Tromsøflaket (R68MC153) for kvikksølv (Hg) og bly (Pb). Lagene fra kjernene er datert ved  $^{210}\text{Pb}$ -analyser. Resultatene viser at innholdet av både kvikksølv og bly øker svakt over de siste 50-70 år. For kvikksølv kan det spores en viss nedgang de to siste tiårene. For begge tungmetallene er nivåene lave, men menneskelig påvirkning kan spores.

boner i 2006 og fjorten kjerner i 2007. Oversikt over stasjonene fra 2006-2007-tokt sammen med stasjoner fra tidligere prøvetaking er tilgjengelig på [www.mare-ano.no](http://www.mare-ano.no).

For undersøkelse av tidstrender, har NGU, i samarbeid med HI, tatt sedimentkjerner (20-30cm) i dypere avsetningsområder som Malangsdjupet og Ingøydjupet. NGU har analysert flere lag nedover i sedimentkjernene for tungmetaller, og datert disse lagene. Disse tidstrendundersøkelsene indikerer at spesielt tilførselene av tungmetallene bly og kvikksølv har økt svakt over en periode på 50-70 år (Fig. 4.11.3.5). Det understrekes at nivåene fremdeles er lave, men at menneskelig påvirkning kan spores som følge av langtransport.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren "Konsentrasjoner av miljøgifter i sediment", med målinger i Nord-Norge fungerer godt. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Resultater fra sedimentkjernene gir gode indikasjoner på tilførsel av forurensningsstoffer fra menneskelig aktivitet over flere tiår, og gir også et godt grunnlag for å vurdere bakgrunnsnivåer.

Det er et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk, ved overvåking i andre områder. En klar forbedring vil være å etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen, og ellers offshore. Kystnære sedimentstasjoner (12) ble undersøkt. Konsentrasjoner av nevnte miljøgiftene i overflatesediment fra disse stasjonene lå i eller svakt over SFTs Klasse I.

#### Økosystemvurdering

ngen kjente påvirkninger på økosystemene.

### 4.11.4 Forurensning i bunnlevende dyr

#### 4.11.4.1 Forurensning i blåskjell

##### Institusjoner

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

##### Forfattere

Norman W. Green

##### Datagrunnlag

Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til Statens forurensningstilsyn (<http://www.sft.no/>) og Norsk institutt for vannforskning (<http://www.niva.no/>)

##### Referanser til data

Green, N.W. et al. 2008  
Molvær, J. et al. 1997  
Shi, L. et al. 2008

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i blåskjell utføres på stasjoner nord for polarsirkelen som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Fra CEMPs 89 lange tidsserier av mange miljøgifter i blåskjell med 2007-data er følgende komponenter valgt ut: kadmium,

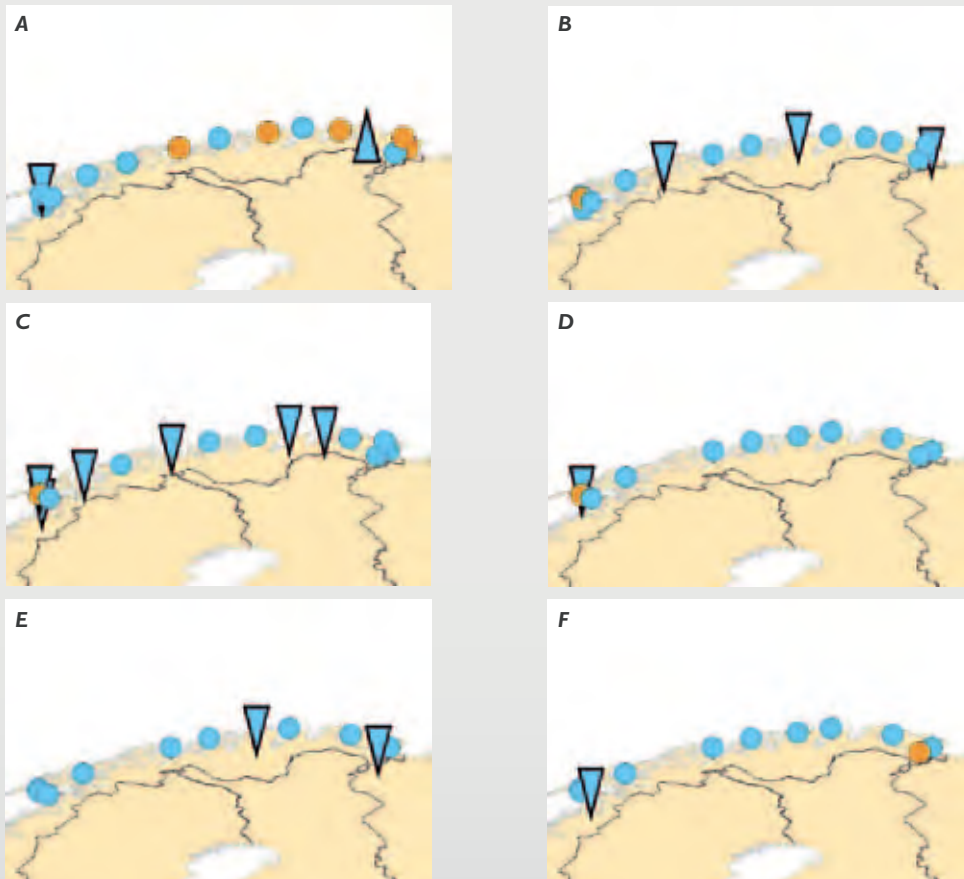
kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB'ne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB (Figur 4.11.6.1). I tillegg analyseres det også for kobber, Lindan ( $\gamma$ -HCH) og TBT, men for disse miljøgiftene lå konsentrasjonene i blåskjell fra denne regionen i klasse "Ubetydelig – Lite forurenset" (SFTs Klasse I, Molvær et al. 1997). Disse miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyrelivet i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektiv og/eller OSPARs liste over prioriterte stoffer.

Av de 89 tidsseriene, viste 19 nedadgående trender og to var oppadgående (for kobber på en stasjon og kadmium på en annen). Resultatene for 2007 viste lave konsentrasjoner, dvs. i eller så vidt over SFTs Klasse I (Ubetydelig - Lite forurenset). Unntaket var kadmium på noen stasjoner. Årsaken til dette er uvisst, men man kan ikke utelukke et naturlig høyt bakgrunnsnivå. Et annet unntak var kvikksølv, bly og PCB på en stasjon i Varangerfjorden.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren "Forurensning i blåskjell", med målinger i Nord-Norge fungerer godt. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk. Dette kan innebære at andre fastsittende arter må brukes, og som følge av dette må korrelasjoner mellom arter dokumenteres. En klar forbedring vil også være å





**Figur 4.11.4.1**

Trend 1992-2007 og konsentrasjon for 2007 i forhold til SFTs Klasse I for kadmium (A), kvikksølv (B), bly (C), PCB (D), DDT (E) og HCB (F) i blåskjell. Trekant opp/ned indikerer opp-/nedadgående trend og sirkel indikerer ingen trend eller ikke tilstrekkelig data for å gjennomføre en trendanalyse. Gult/Blått symbol betyr over/under øvre grense i SFTs Klasse I (Ubetydelig- Lite forurenset). Generelt er konsentrasjonene lave og dersom en trend kan spores går den nedover.

etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen.

#### Økosystemvurdering

Av de 89 tidsseriene som ble analysert for blåskjell, viste 19 nedadgående trender og to var oppadgående (for kobber på en stasjon og kadmium på en annen). Resultatene for 2007 viste lave konsentrasjoner, dvs. i eller så vidt over SFTs Klasse I (Ubetydelig - Lite forurenset). Unntaket gjaldt kadmium på noen stasjoner. Årsaken til dette er uvisst, men man kan ikke utelukke et naturlig høyt bakgrunnsnivå. Et annet unntak var kvikksølv, bly og PCB på en stasjon i Varangerfjorden.

#### 4.11.4.2 Forurensning i reker

##### Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

##### Forfattere

Amund Måge, Sylvia Frantzen og Kåre Julshamn

##### Datagrunnlag

Resultater fra analyser av en rekke fremmedstoffer i ulike arter fisk og annen sjømat blir hvert år lagt åpent tilgjengelig på Sjømatdata [www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata). I forbindelse med forvaltningsplanen blir det fra og med 2007 analysert prøver av kokte, pillede reker fra Barentshavet årlig, og resultatene publiseres på Sjømatdata.

##### Referanser til data

[www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)  
[www.helsedirektoratet.no/ernaering](http://www.helsedirektoratet.no/ernaering)  
 Gobeil Gobeil, C. et al. 1997  
 Zauke, G.-P. og Schmalenbach, I. 2006

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå EUs grenseverdier for mattrygghet

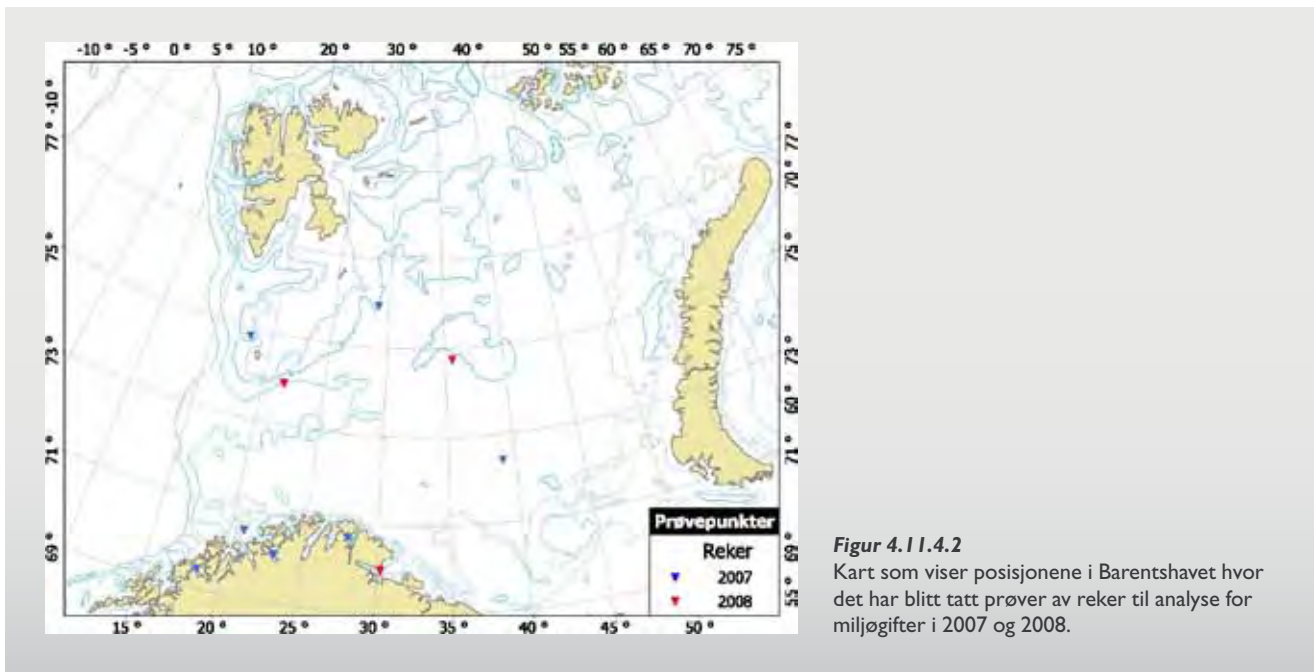
##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Reker (*Pandalus borealis*) fra Barentshavet har blitt samlet inn i 2007 og 2008 og analysert for innhold av fremmedstoffer. Fra tidligere har det blitt tatt prøver i 1995 og 2000. Analysene har blitt gjennomført primært på samleprøver av kokte, pillede reker, men noen prøver har også blitt analysert på samleprøver av hele, kokte reker

med skall. I 2008 ble det samlet inn reker fra tre ulike posisjoner i Barentshavet (Figur 4.11.4.2). Disse har blitt analysert for metaller, dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, bromerte flammehemmere (PBDE) samt en rekke sprøytemidler inkludert DDT og dets metabolitter, HCB, HCH ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -), klordan (cis- trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62).

Resultater er vist i Figur 4.11.4.3 og Figur 4.11.4.4. Hovedfokus er på metallresultater siden konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene var svært lave. Den høyeste kadmiumkonsentrasjonen i en samleprøve av hele reker var på 0,52 mg/kg våtvekt, som er høyere enn EUs øvre grenseverdi for kadmium i krepsdyr på 0,5 mg/kg våtvekt (Figur 4.11.4.3, høyre panel). Grenseverdien er imidlertid satt for spiselige deler, og i pillede reker var det ingen metallkonsentrasjoner over grenseverdiene (Figur 4.11.4.3, venstre panel). Kadmiumkonsentrasjonen i pillede reker



Figur 4.11.4.2

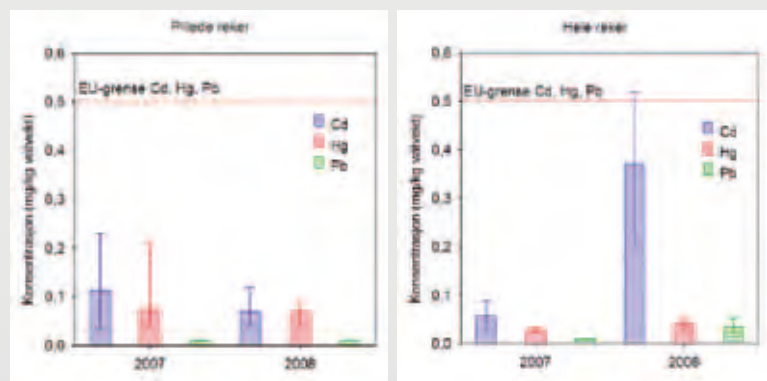
Kart som viser posisjonene i Barentshavet hvor det har blitt tatt prøver av reker til analyse for miljøgifter i 2007 og 2008.

var på samme nivå som det som har vært funnet i analyser gjort for Sjømatdata i 1995 og 2000 ([www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)), en tidligere undersøkelse fra Barentshavet (Zauke og Schmalenbach, 2006) samt i en undersøkelse fra St. Lawrence-bukta i Canada (Gobeil et al. 1997).

Konsentrasjonen av bly var under kvantifiseringsgrensen på 0,01 mg/kg våtvekt i alle prøvene av pillede reker, mens i hele reker var konsentrasjonene fra 0,02 til 0,05 mg/kg våtvekt i 2008. Kvikksølvkonsentrasjonene var også lave, fra 0,03 til 0,09 mg/kg våtvekt i 2008. Konsentrasjonene av kadmium og bly var generelt høyere i hele reker enn i pillede reker (Figur 4.11.4.3), noe som skyldes akkumulering av disse stoffene i indre organer. Dette ser vi også hos andre dyr, for eksempel skjell og krabbe. Konsentrasjonen av kvikksølv var derimot høyest i pillede reker (Figur 4.11.4.3), noe som også er forventet da metylkvikksølv binder seg mest til proteiner.

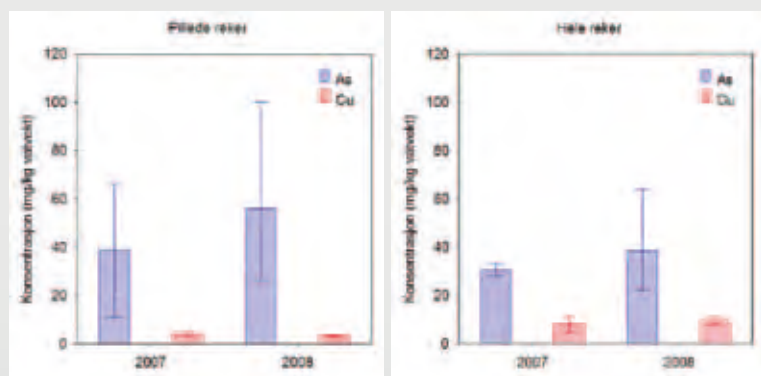
I hele reker var det høyere kadmiumkonsentrasjon i 2008 enn i 2007 (Figur 4.11.4.3, høyre panel), noe som kan skyldes at 2008-prøvene generelt ble tatt lenger nord enn 2007-prøvene. Konsentrasjon av kadmium i hele reker økte jo lenger nord prøven var tatt, noe som også er vist for Barentshavet tidligere (Zauke og Schmalenbach, 2006). I dette havområdet virker det lite sannsynlig at de geografiske variasjonene i kadmiuminnhold skyldes menneskelig påvirkning, men de store variasjonene viser at skal man se på tidstrender bør man ta hensyn til hvor prøvene er tatt.

Konsentrasjonen av total arsen var også forholdsvis høy (Figur 4.11.4.4), med opp



Figur 4.11.4.3

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd, blå), kvikksølv (Hg, rød), og bly (Pb, grønn) i samleprøver av pillede reker (til venstre) og hele reker (til høyre) prøvetatt i Barentshavet i 2007 og 2008. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.



Figur 4.11.4.4

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av arsen (As, blå) og kobber (Cu, rød) i samleprøver av pillede reker (til venstre) og hele reker (til høyre) prøvetatt i Barentshavet i 2007 og 2008. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

til 100 mg/kg våtvekt i pillede reker i 2008. Dette er likevel på nivå med tidligere analyser av arsen i reker (*www.nifes.no/sjømatdata*). De høyeste konsentrasjonene av totalarsen ble målt i pillede reker, men forskjellene mellom pillede og hele reker var ikke betydelige. Det er sannsynlig at arsenet stort sett foreligger i lite giftige organiske former.

Konsentrasjonen av kobber var litt høyere i hele reker enn i pillede (Figur 4.11.4.4). Gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon i pillede reker i 2008 var på 3,3 mg/kg våtvekt, det vil si at for en voksen person vil et måltid med 200 g reker dekke rundt 70 % av anbefalt dagsbehov for dette essensielle grunnstoffet (*www.helsedirektoratet.no/ernaering*).

Konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE og sprøytemiddelrester var generelt lave i reker. Høyeste konsentrasjon av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB målt i reker i 2008 var på 0,89 ng TE/kg våtvekt, som er nesten en tiendedel av EUs øvre grenseverdi på 8 ng TE/kg våtvekt. Konsentrasjonen av PCB7 i både 2007 og 2008 var på nivå med konsentrasjonene som ble funnet i 1995 og 2000.

Konsentrasjonene av sprøytemiddelrester i reker fra i Barentshavet i 2008 var enten under kvantifiseringsgrensen eller svært lave. HCH og toksafen 32, 42 og 44 fantes kun i konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen. Klordan (cis-, trans- og oksy-), toksafen 26, 40+41, 50 og 62 og HCB ble funnet i lave konsentrasjoner.

#### Teknisk vurdering

Dette er en viktig indikator i forhold til sjømattrygghet for metaller, spesielt kadmium og arsen. Tidsserien på reker er som for mange av indikatorene for kort til å kunne si noe om endring over tid, men for metaller har vi også et uttak i 1995 slik at det begynner å bli en slags tidsserie på denne indikatoren.

#### Økosystemvurdering

Reke er en art det er mye biomasse av og som også er viktig i human ernæring med typiske fangst volum over 30 000 tonn. Det var ingen overstigelse av grenseverdiene med hensyn til organiske miljøgifter i reker, og det er heller ikke forventet siden fettinnholdet i den spiselige delen av reker er rundt 1%. For metallene har reker generelt lavt nivå av kvikksølv og bly, men kan komme nær grenseverdien for kadmium, noe som derfor må følges nøye. De svært høye konsentrasjonene av arsen i reker er et pedagogisk problem mer enn et toksikologisk problem, siden de formene av arsen som finnes i reker ikke er giftige. Men denne problemstillingen må norsk forvaltning ha god kunnskap om siden problemer i forhold til dette dukker opp med jevne mellomrom.

Innholdet av miljøgifter i reker påvirkes av innholdet av miljøgifter i det de spiser, som kan være lavt i næringskjeden (dyreplankton) eller høyt i næringskjeden i form av dødt organisk materiale. Om innholdet av miljøgifter i reker er avhengig av nivået av miljøgifter i sediment vites ikke. Innholdet av miljøgifter i dyr som har reker som en viktig del av kostholdet vil i sin tur bli påvirket av innholdet i reker.

### 4.11.5 Forurensning i fisk

#### 4.11.5.1 Forurensning i kysttorsk

##### Institusjoner

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

##### Forfattere

Norman W. Green

##### Datagrunnlag

Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til Statens forurensningstilsyn (<http://www.sft.no/>) og Norsk institutt for vannforskning (<http://www.niva.no/>)

##### Referanser til data

Green, N.W. et al. 2008, Molvær, J. et al. 1997, Shi, L. et al. 2008

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

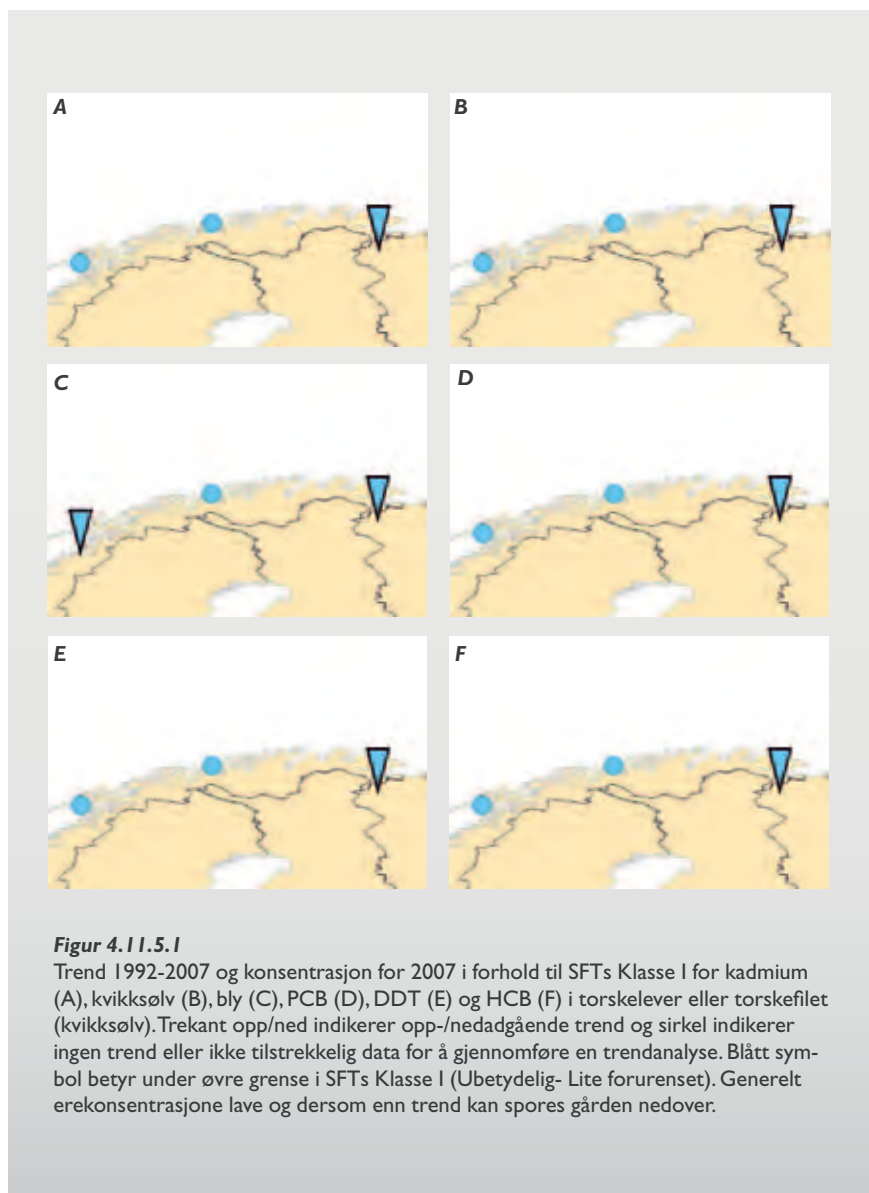
##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Målingene er basert på fangst av torsk i fjorder og kystfarvann og ikke åpent hav, og gir derfor et inntrykk av belastninger som grenser til åpne havområder. Det er et behov for å opprette flere målestasjoner, for eksempel på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen.

NIVA tar prøver av kysttorsk i et pågående overvåkningsprogram. I tillegg tar NIFES prøver av torsk fra åpne havområder i Barentshavet. Til sammen gir dette datagrunnlaget informasjon om forurensningsstoffer i både kyst- og fjordområder, og om torskbestanden i Barentshavet.

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i torsk utføres på fire stasjoner nord for polarsirkelen; Lofoten, Kvæangen (nordøst for Skjervøy), Revsboten (nordøst for Hammerfest – resultater ikke visst), og Varangerfjorden, som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT).



Fra CEMPs 25 lange tidsserier av mange miljøgifter i torsk med 2006/2007-data er følgende komponenter valgt ut: kadmium, kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB'ne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB (Figur 4.11.5.1). I tillegg analyseres det også for kobber og Lindan ( $\gamma$ -HCH), men konsentrasjonene i torskelever fra denne regionen lå under bakgrunnsnivå (Cu) eller i klasse "Ubetydelig – Lite forurenset" (SFTs klasse I, Molvær et al. 1997) eller under deteksjonsgrense (Lindan). Orienterende undersøkelse av PFAS og PBDE i torskelever 2005/2006 tydet på lave konsentrasjoner (Bakke et al. 2008). Disse miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyrelivet i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektiv og/eller OSPARs liste over prioriterte stoffer.

Av de 25 tidsseriene som ble analysert for torsk, viste 7 nedadgående trender mens to var oppadgående; en for kadmium og en for kobber (ikke vist). Resultatene for 2007 viste lave konsentrasjoner, dvs. i SFT Klasse I (Ubetydelig – Lite forurenset).

#### Teknisk vurdering

Indikatoren "Forurensning i kysttorsk", med målinger i Nord-Norge fungerer godt. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk, ved overvåking av andre mer eller mindre stedbundne torskebestander. Hvis ikke slike bestander oppdrives må det vurderes å bruke andre fiskearter, og viten om korrelasjoner mellom disse artene mht. konsentrasjoner av miljøgifter må fremskaffes. En klar forbedring vil være å etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen.

#### Økosystemvurdering

Av de 25 tidsseriene som ble analysert for torsk, viste 7 nedadgående trender og ingen var oppadgående; en for kadmium og en for kobber (ikke vist). Resultatene for 2007 viste lave konsentrasjoner, dvs. under SFT Klasse I (Ubetydelig – Lite forurenset).

#### 4.11.5.2 Forurensning i torsk fra åpne havområder

##### Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

##### Forfattere

Amund Måge, Sylvia Frantzen og Kåre Julshamn

##### Datagrunnlag

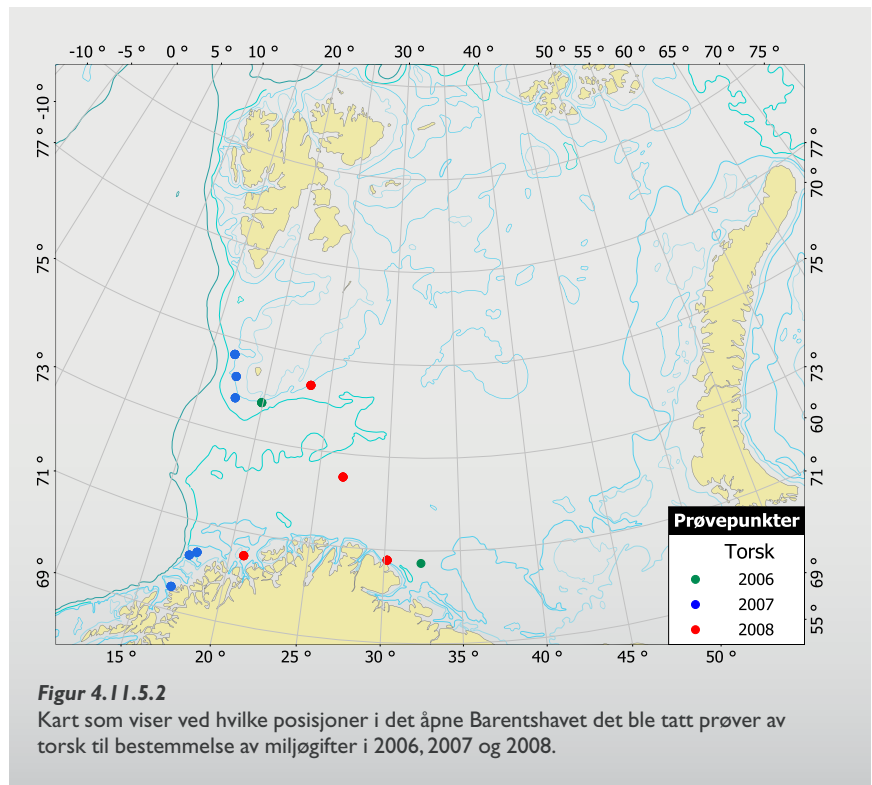
Resultater fra analyser av fremmedstoffer i fisk og annen sjømat blir hvert år lagt åpent tilgjengelig på internettsiden [www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata). I forbindelse med forvaltningsplanen blir det fra og med 2006 tatt årlige prøver av torskefilet og -lever fra Barentshavet, og resultatene publiseres i Sjømatdata.

##### Referanser til data

[www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)

##### Type indikator

Forurensningsindikator



Figur 4.11.5.2

Kart som viser ved hvilke posisjoner i det åpne Barentshavet det ble tatt prøver av torsk til bestemmelse av miljøgifter i 2006, 2007 og 2008.

#### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

#### Tiltaksgranse

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå EUs grenseverdier for mattrygghet

#### SVO-relevans

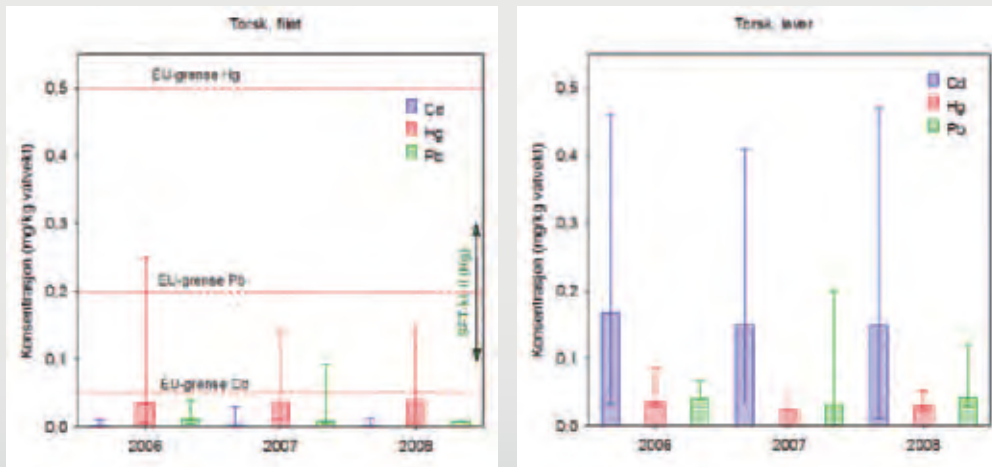
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Torsk (*Gadus morhua*) er blant de artene NIFES har overvåket lengst med hensyn på sjømattrygghet, med prøver tilbake til 1994. Fra Barentshavet har det siden 2006 vært tatt årlige prøver av både filet og lever, og i 2008 ble det tatt prøver av 25 torsk fra hver av fire ulike posisjoner i Barentshavet (Figur 4.11.5.2). Forbindelser torskprøver har blitt analysert for er metaller (Hg, Cd, Pb, As, Cu), dioksin og dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE, PAH samt en rekke sprøytemidler inkludert DDT og dets metabolitter, HCB, HCH ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -), klordan (cis- trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62). Analyser har blitt gjort på individnivå, der filet og lever av alle 25 torsk fra hver posisjon har blitt analysert for metaller, PCB7 og PBDE, mens ca. 10 fra hver posisjon har blitt analysert for dioksiner og dioksinlignende PCB. Figur 4.11.5.3 - 5 viser gjennomsnittskonsentrasjoner pr. år fra 2006 til 2008.

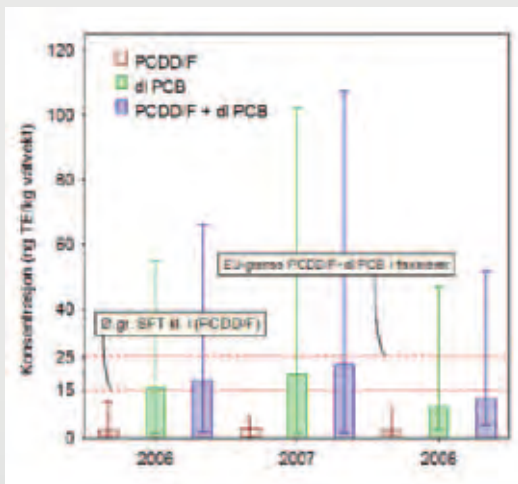
Ingen prøver av torskefilet fra Barentshavet har hatt konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv eller bly over EUs grenseverdi-

er, og konsentrasjonene har vært i samme område både 2006, 2007 og 2008 (Figur 4.11.5.3, venstre panel). For kvikksølv har SFT en klassifisering i torskefilet der 0,1-0,3 mg/kg våtvekt tilsvarer et moderat forurenset område (klasse II). Fem individer av torsk prøvetatt i 2008, en fra 2007 og to fra 2006 hadde konsentrasjoner av kvikksølv innenfor denne kategorien. SFTs klassifisering tar imidlertid ikke hensyn til biologiske variasjoner som skyldes faktorer som alder, størrelse og fysiologisk tilstand. Lever av torsk prøvetatt i 2008 hadde konsentrasjoner av både kadmium, kvikksølv og bly som var på nivå med tidligere år (Figur 4.11.5.3, høyre panel; [www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)). Konsentrasjonene av kadmium og bly hos torsk var høyere i leverprøver enn i filetprøver, mens kvikksølvkonsentrasjonen var høyest i filet. EU har ikke satt grenseverdier for metaller i fiskelever.

Lever av torsk fra Barentshavet har vist seg å ha relativt høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB (Overvåkningsrapporten 2008). Blant prøvene av torskelever som ble analysert i 2008 var det fire av i alt 90 som hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over EUs nye grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt (Figur 4.11.5.4). Gjennomsnittlig konsentrasjon i 2008 var 12,2 ng TE/kg våtvekt, mens snittkonsentrasjonen ved hver av de fire posisjonene varierte fra 5,5 til 19 ng TE/kg våtvekt. Variasjonen mellom stasjonene så ut til å være relatert til fiskens størrelse, og all torsk som hadde



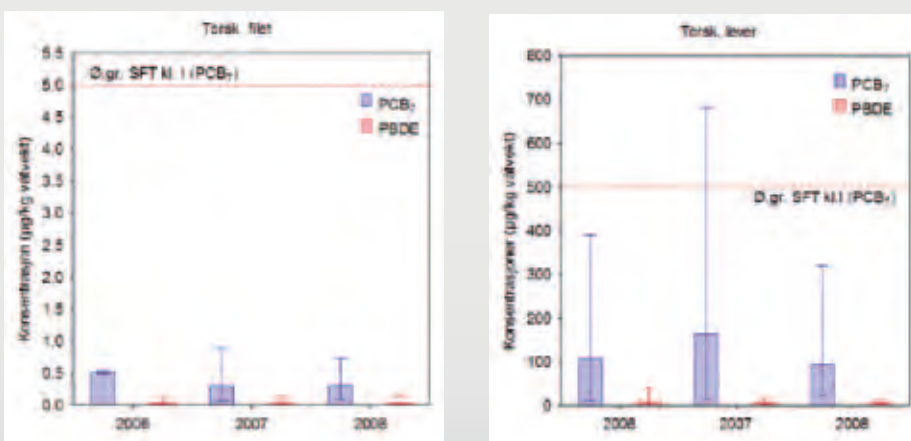
**Figur 4.11.5.3**  
Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd, blå), kvikksølv (Hg, rød), og bly (Pb, grønn) i filet (til venstre) og lever (til høyre) av torsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007 og 2008. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.



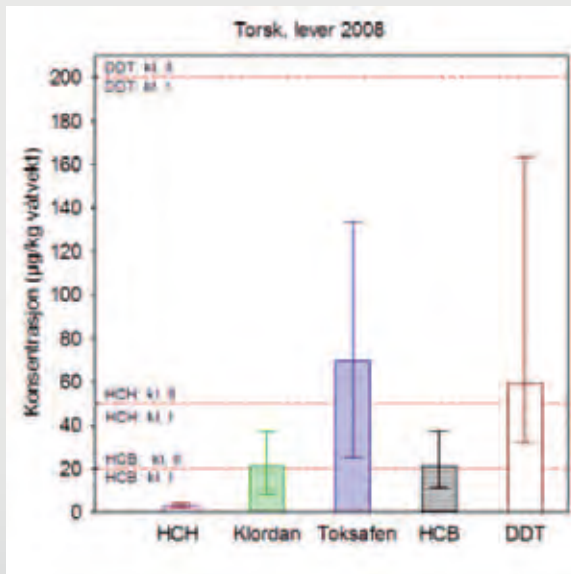
**Figur 4.11.5.4**  
Konsentrasjoner (ng TE/kg våtvekt) av dioksin (PCDD/F, rød), dioksinlignende PCB (dl PCB, grønn), summen av dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD/F + dl PCB, blå) i lever av torsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007 og 2008. EUs nye grenseverdier for PCDD/F+dl PCB i fiskelever og øvre grense for SFTs tilstandsklasse I for PCDD/F er markert med stiplede linjer. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB over grenseverdien veide mer enn 2 kg. Det var noen færre prøver av torsklever med dioksiner og dioksinlignende PCB over grenseverdien i 2008 enn i 2007 og 2006, da henholdsvis syv av 25 og 13 av 53 prøver av torsklever hadde over 25 ng TE/kg våtvekt, men dette ser også ut til å være relatert til forskjeller i størrelse. Det er dioksinlignende PCB som utgjør størstedelen av sum TE i lever av torsk fra Barentshavet. I motsetning til lever inneholder fileten av torsk svært lave konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB.

Resultatene for PCB7 og PBDE for filet og lever av torsk er vist i Figur 4.11.5.5. I likhet med for dioksiner er det generelt mye høyere konsentrasjoner av disse forbindelsene i lever enn i fileten av torsk. Det finnes ikke grenseverdier knyttet til mattrygghet for PCB7 og PBDE, men SFT har tilstandsklasser for PCB7 for både filet og lever av torsk. Konsentrasjonene av PCB7



**Figur 4.11.5.5**  
Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av PCB7 (blå) og PBDE (rød) i filet (til venstre) og lever (til høyre) av torsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007 og 2008. SFTs øvre grense for tilstandsklasse I for PCB7 er markert med stiplede linje. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.



Figur 4.11.5.6

Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av HCH (lilla), klordan (grønn), toksafen (blå), HCB (svart) og DDT (rød) i lever av torsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007 og 2008. SFTs øvre grense for tilstandsklasse I for HCB, HCH og DDT i torskelever er markert med stiplede røde linjer. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

i filet var alltid godt innenfor for klasse I (Figur 4.11.5.5, venstre panel), og kun en enkel leverprøve fra 2007 hadde konsentrasjon av PCB7 på 680 µg/kg våtvekt og kom dermed i klasse II (Figur 4.11.5.5, høyre panel). Denne var prøvetatt i Vest-erålen. Det er en klar tendens til at konsentrasjonene av både PBDE og PCB7 i torskelever er høyest nær kysten og avtar nordover. Tilsvarende gjelder ikke for filet av torsk.

I 2008 ble det analysert for rester av sprøytemidler i 5 filetpøver og 10 leverprøver av torsk fra hver posisjon. I torskfilet var det bare toksafen-50 og HCB som ble funnet i kvantifiserbare mengder. Nivået av HCB i filet var imidlertid lavt, med mindre enn 0,2 µg/kg våtvekt i alle prøvene, det vil si SFT tilstandsklasse I. Kvantifiseringsgrensene er dessuten lave nok til å kunne si at også HCH (sum  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -) og sum DDT og metabolitter var godt innenfor SFTs tilstandsklasse I. I torskelever var det derimot kvantifiserbare mengder av DDT (summen av op-DDE, pp-DDE, op-DDD, pp-DDD, op-DDT og pp-DDT), HCB, HCH (summen av  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -HCH), klordan (summen av cis-, trans- og oksyklordan) og toksafen (summen av toksafen 26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62), og resultatene for 2008 er vist i Figur 4.11.5.6. For HCB i torskelever hadde 20 av 38 prøver konsentrasjoner på 20 µg/kg våtvekt eller mer, slik at de kom over i SFTs tilstandsklasse II, "moderat forurenset". Som nevnt med hensyn til dioksiner tar ikke disse klassifiseringsgrensene hensyn til alder, størrelse og fysiologiske tilstand på fisken, og de kan være kunstig lave for torsk på

den størrelsen og alderen som er vanlig å få i Barentshavet. Klassifiseringen kan derfor gi inntrykk av at Barentshavet er mer forurenset av HCB enn man skulle forvente ut fra at det er lite jordbruk rundt Barentshavet. EU har foreløpig ikke satt grenseverdier for pesticider i sjømat.

#### Teknisk vurdering

Torskfilet er en viktig indikator for kvikksølv som det siden 1970-tallet og i uoverskuelig framtid alltid vil være fokus på. Torskelever er blitt en viktig matvare for tilførsel av omega-3-fettsyrer og dens renhet er derfor nødvendig å dokumentere.

Det er ingen spesielle problemer med disse to indikatorene som til dels er av de sjømatproduktene vi har best tidsserier av (metaller og PCB7). Organiske miljøgifter i torskelever viser at det er nødvendig med baseline for å få mer grunnleggende kunnskap om denne arten.

#### Økosystemvurdering

Torsk oppvokst i Barentshavet er ved siden av NVG-sild vår viktigste viltfangede sjømatressurs. Det er i forhold til sjømat to helt forskjellige indikatorer for torsk, filet og lever. Den magre torskfileten er følsom for akkumulering av kvikksølv, noe som ofte er et problem i villfanget fisk og et spesielt stort problem i mange fjorder og havner. Denne indikatoren fungerer godt for sitt formål og viser at filet av torsk fra Barentshavet er meget ren med lave kvikksølvverdier. Torskelever på sin side har ekstremt høyt fettinnhold, ofte over 50 % og er derfor svært utsatt for å akkumulere organiske miljøgifter. Av disse har dioksiner og dioksinlignende PCB vært den største utfordringen i forhold til grenseverdier for mattrygghet, og vi så i 2007 at gjennomsnittsverdien var akkurat på grenseverdien og det er ikke en gunstig situasjon. Nivåene var lavere i 2008, men det er for tidlig å si noe om utviklingen. Dette viser også behovet for å rense torskfilet ved videreforedling til tran. Indikatoren viser også at andre organiske miljøgifter finnes i torsk i Barentshavet, selv om det ikke oppleves som et mattrygghetsproblem blant annet fordi det ikke er satt MRL-verdier for pesticider i sjømat. Innholdet av miljøgifter i torskfilet og -lever er påvirket av innholdet i det torsken spiser, og er derfor trolig påvirket av bl.a. forurensning i lodde (4.11.5.3). Dyr som har torsk som en viktig del av kostholdet vil være påvirket av innholdet av miljøgifter i torsk, som sjøpattedyr (4.11.6).

#### 4.11.5.3 Forurensning i lodde

##### Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

##### Forfattere

Amund Måge, Sylvia Frantzen og Kåre Julshamn

##### Datagrunnlag

Resultater fra analyser av fremmedstoffer i fisk og annen sjømat blir hvert år lagt åpent tilgjengelig på [www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata). I forbindelse med forvaltningsplanen blir det fra og med 2007 tatt prøver hvert år av hel lodde fra Barentshavet, og resultatene publiseres i Sjømatdata.

##### Referanser til data

[www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata)

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrense

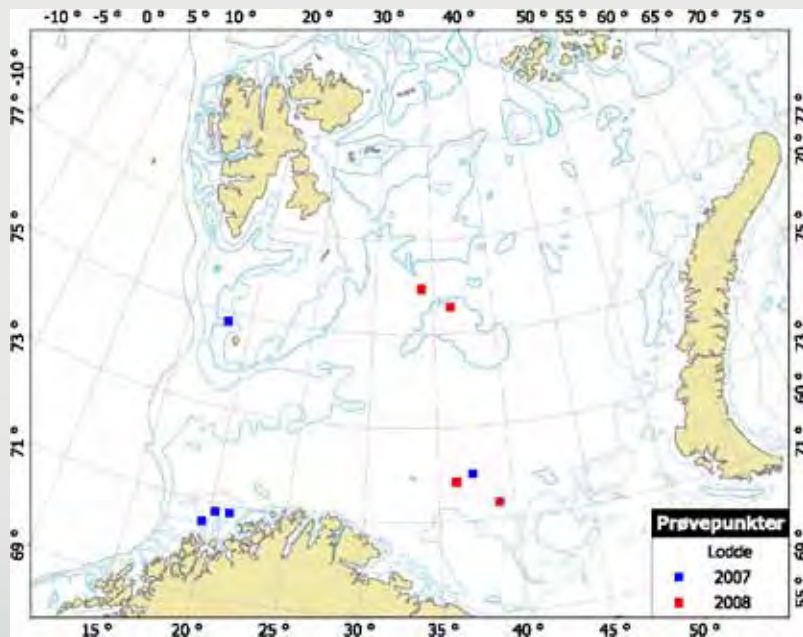
Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå  
EUs grenseverdier for fisk og fødevarer

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

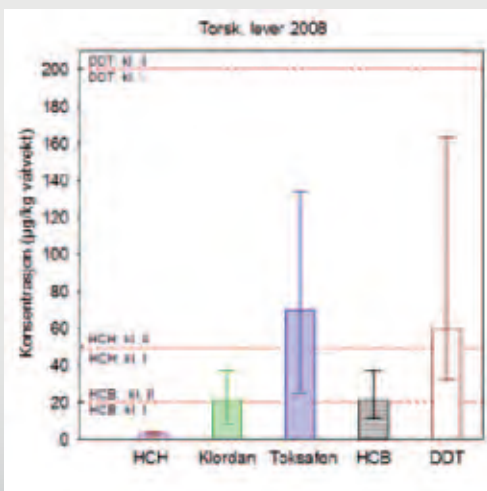
Prøver av lodde fra Barentshavet har blitt analysert for fremmedstoffer i 2007 og 2008. Posisjonene hvor det har blitt tatt prøver av lodde er vist i Figur 4.11.5.7. I 2008 har det blitt tatt prøver av lodde fra fire posisjoner, og det har blitt analysert en samleprøve av 25 fisk fra hver posisjon. Parametere det har blitt analysert for i 2008 er metaller (Cd, Hg, Pb, As, Cu), dioksiner og dioksinlignende PCB (PCDD, PCDF, mono-orto PCB og non-orto PCB), PCB7, PBDE samt en rekke sprøytemidler inkludert HCB, HCH ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -), klordan (cis-, trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62). Resultatene er vist i Figur 4.11.5.7 og Figur 4.5.11.8 – 9.

Lodde fra Barentshavet inneholder generelt nivåer av fremmedstoffer som er godt under EUs øvre grenseverdier for både fisk og fødevarer. Det kan være relevant å sammenligne konsentrasjonene av fremmedstoffer i lodde med EUs øvre grenseverdier for fødevarer fordi lodde som fiskes i stor grad blir til fiskemel som nyttes i fiskefôr. Blant metallene hadde alle prøvene fra 2008 kvikksølvkonsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen, mens bare to av fire prøver hadde kvantifiserbare mengder bly, med opp til 0,026 mg/kg våtvekt i de to prøvene som var over kvantifiseringsgrensen (Figur 4.11.5.8). Konsentrasjonen av kadmium varierte fra 0,029 til 0,039 mg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av arsen lå langt under EUs grenseverdi for arsen i fødevarer (Figur 4.11.5.9).



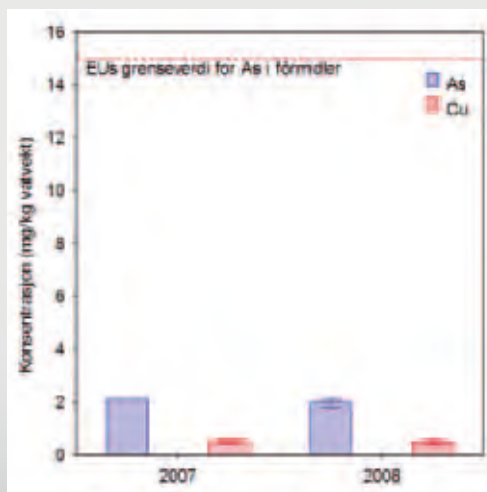
Figur 4.11.5.7

Kart som viser posisjoner hvor det ble prøvetatt lodde i Barentshavet i 2007 og 2008 for bestemmelse av miljøgifter.



Figur 4.11.5.8

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd, blå) og bly (Pb, rød) i samleprøver av hel lodde prøvetatt i Barentshavet i 2007 og 2008. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.



Figur 4.11.5.9

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av arsen (As, blå) og kobber (Cu, rød) i samleprøver av hel lodde prøvetatt i Barentshavet i 2007 og 2008. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PBDE og PCB7 i lodde var også svært lave i 2008 (ikke vist). Det var en klar tendens til at konsentrasjonene av disse stoffene avtok jo lenger nord prøvene var tatt. Også konsentrasjonene av sprøytemiddelrester i lodde var lave. Kun HCB og cis-klordan ble funnet i kvantifiserbare mengder, samt trans-nonaklor i to av fire prøver. HCB-konsentrasjonene varierte fra 1,1 til 2,2  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt, det vil si godt under grenseverdien som EU har satt for fødemidler, på 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt.

#### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer, foreløpig med kun to år i tidsserien. Lodde er en kortlevd art og overvåking av innholdet av miljøgifter i lodde vil trolig på relativt kort tid kunne vise om det er pågående forurensning eller påvirkning. Forurensning i lodde er en viktig indikator i forhold til å vise renhet i råstoff som anvendes til fiskemel og altså fiskefôr som videre er forutsetningen for vår oppdrettslaks. Men selv om indikatoren viser miljøgiftinnholdet i lodde som råstoff til fôr, er den ikke en indikator for miljøgiftinnholdet i fiskefôr generelt, bl.a. fordi det brukes mange ulike råstoffer til fôrproduksjon. I og med at bestanden av lodde i Barentshavet varierer så mye i størrelse vil også dens relevans som utgangspunkt for fødemiddel variere fra år til år.

#### Økosystemvurdering

Indikatoren viser at lodde inneholder relativt lave

#### 4.11.5.4 Forurensning i polartorsk

##### Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

##### Forfattere

Amund Måge, Sylvia Frantzen og Kåre Julshamm

##### Datagrunnlag

Resultater fra analyser av fremmedstoffer i fisk og annen sjømat blir hvert år lagt åpent tilgjengelig på internettsiden [www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata). I forbindelse med forvaltningsplanen blir det fra og med 2006 årlig analysert prøver av hel polartorsk fra Barentshavet, og resultatene publiseres i Sjømatdata.

##### Referanser til data

[www.nifes.no/sjomatdata](http://www.nifes.no/sjomatdata), Sørmø, E.G. et al. 2006  
Campbell, L.M. et al. 2005

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

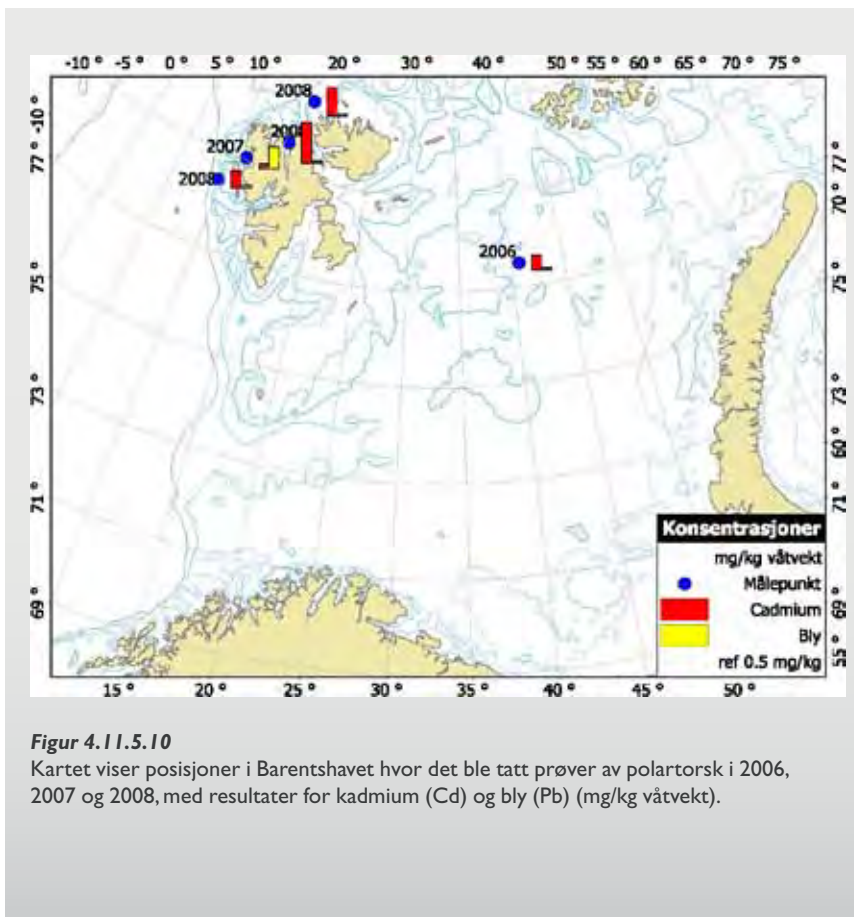
##### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Polartorsk (*Boreogadus saida*) er en fiskeart som ikke har blitt brukt som menneskeføde i Norge, selv om den har det i Russland. Den har imidlertid en viktig økologisk betydning da den inngår i det arktiske næringsnett, der bl.a. isbjørn er topp-predator. Derfor har forurensning i polartorsk blitt en indikator ved overvåk-



Figur 4.11.5.10

Kartet viser posisjoner i Barentshavet hvor det ble tatt prøver av polartorsk i 2006, 2007 og 2008, med resultater for kadmium (Cd) og bly (Pb) (mg/kg våtvekt).

ning av Barentshavet, og det er behov for å etablere et bakgrunnsnivå. Det har vært vanskelig å få tak i polartorsk, men en samleprøve fra 2006, to fra 2007 og tre fra 2008 har nå blitt analysert. Prøvene har blitt analysert for metaller (As, Cd, Cu, Pb, Hg), PCB7, PBDE, dioksiner og dioksinlignende PCB samt en rekke sprøytemidler inkludert DDT og dets metabolitter, HCB, HCH ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -), klordan (cis- trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62).

Posisjonene hvor polartorsk ble prøvetatt i 2006, 2007 og 2008 er vist i Figur 4.11.5.10, med resultater for metaller. Konsentrasjonene av metallene kadmium (Cd) og bly (Pb) ser ut til å være i omtrent samme område som det som tidligere har blitt målt i polartorsk ved Grønland (Campbell et al. 2005). Det samme gjelder også for arsen (As) og kobber (Cu) (ikke vist).

Data fra 2008 på organiske miljøgifter er ikke klare. Men for 2006 og 2007 så vi at konsentrasjonene av de organiske fremmedstoffene så ut til å være noe lavere hos polartorsk enn hos lodde, og for PBDE var konsentrasjonene i samme område som vist i en undersøkelse gjort enda lenger nord i samme område (Sørmo et al. 2006). Prøvene av polartorsk tatt i 2007 inneholdt også kvantifiserbare nivåer av

sprøytemiddelrestene klordan, toksafen, HCB og DDT, mens konsentrasjonene av HCH var under kvantifiseringsgrensen. Prøven tatt i 2006 ble analysert med en mindre følsom metode, og kun HCB var da over kvantifiseringsgrensen.

#### Teknisk vurdering

Dette er en indikator under oppbygging siden vi har en tett, men svært kort tidsserie (2006, 2007 og 2008).

#### Økosystemvurdering

Innholdet av miljøgifter i polartorsk påvirkes av det den spiser, som er planktonorganismer og dermed på et lavt nivå i næringskjeden. Innholdet av miljøgifter i polartorsk vil kunne påvirke innholdet i arter som har den som føde, som torsk (4.11.5.2), sjøpattedyr (4.11.6) og sjøfugl (4.11.7).

### 4.11.6 Forurensning i sjøpattedyr

#### Institusjoner

Havforskningsinstituttet

#### Forfattere

Tore Haug

#### Datagrunnlag

Publiserte artikler (se referanseliste)

#### Referanser til data

Bossi, R. et al. 2005  
Espeland, O. et al. 1997  
Gabrielsen, G.W. og Sydnes, L.K. 2009  
Hobbs, K.E. et al. 2003  
Holm, Ø. 2007  
Kleivane, L. et al. 1995  
Kleivane, L. et al. 2000  
Kleivane, L. og Skaare, J.U. 1998  
Kovacs, K.M. et al. 2009  
Lindstrøm, U. et al. 2008

Nilssen, K.T. et al. 1997  
Næss, A. et al. 1998  
Reijnders, P.J.H. og Aguilari, A. 2002  
Rigét, F. et al. 2005  
Rigét, F. et al. 2006  
Skaare, J.U. 1995  
Wolkers, J. et al. 2000  
Wolkers, H. et al. 2008

#### Type indikator

Forurensningsindikator

#### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

#### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

#### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Det er så langt i liten grad foretatt systematiske innsamlinger av biologisk materiale for overvåking av miljøgifter i sjøpattedyr fra Barentshavområdet. Den eneste arten som har vært systematisk overvåket i en del år, er isbjørn. I tillegg foreligger det mindre omfattende tidsserier for ringssel [se Rigét et al. 2005; Bossi et al. 2005 (for Grønland) og Wolkers et al. 2008 (for Svalbard)]. Tidsserier med sammenlignbare data foreligger derfor kun for et fåtall arter.

Havforskningsinstituttet og Norsk Polar-institutt bidrar til innsamling av prøver i samarbeid med andre som rapporterer i forbindelse med ulike prosjekter. Dette har tidvis gitt informasjon om nivåer i ulike arter (Kovacs et al. 2009; Gabrielsen og Sydnes 2009). Selv om foreliggende informasjon om de ulike sjøpattedyrartene er fra ulike vevstyper, kjønn og aldersgrupper, og følgelig ikke ideelle for sammenligning, tyder mye på at både grønlandssel, storkobbe og hvalross og vågekval har relativt lave nivåer av organiske miljøgifter. Hos ringssel og kvithval fra Svalbardområdet er det påvist moderate nivåer av organiske miljøgifter. I tillegg til sesongvariasjoner er det påvist tydelige regionale forskjeller hos artene (Kleivane et al. 1995, 2000, Espeland et al. 1997, Kleivane og Skaare 1998, Wolkers et al. 2000, 2008, Hobbs et al. 2003, Holm 2007; Gabrielsen og Sydnes 2009).

#### Teknisk vurdering

Indikatoren vil fungere når data er fremskaffet. Slike data er under utvikling. Mangler nye miljøgiftdata fra flere arter i Barentshavet. Det er også mangel på data knyttet til årsvariasjoner, vandrings- og årssykluser for flere pattedyrarter. Sjøpattedyr eksponeres for en rekke stoffer som potensielt kan påvirke deres helsestatus. Persistente organiske stoffer som PCB, DDT, fluorforbindelser og bromerte flammehemmere representerer muligens de største utfordringene (Reijnders & Aguilari 2002; Gabrielsen and Sydnes 2009). I tillegg til å være persistente er disse stoffene også lipofile (fettløselige), noe som bidrar til både bioakkumulasjon og biokonsentrasjon i sjøpattedyrens spekklag. Dersom nivåer av ulike stoffer skal overvåkes



i utvalgte sjøpattedyr er det avgjørende at det etableres nøyaktige og strenge innsamlingsprosedyrer. Ulike kjønns- og aldersgrupper vil eksempelvis ha ulike nivåer (voksne med høyere nivåer enn ungdyr; hunner med lavere verdier enn hanner; Skaare 1995). Sesongmessige variasjoner kan også være svært store fordi sjøpattedyrene gjennom en årssyklus gjennomgår perioder med stort næringsinntak og spekklagring etterfulgt av perioder med mindre eller fravær av næringsopptak og spekkreduksjon (Nilssen et al. 1997, Næss et al. 1998). Magre dyr (for eksempel etter perioder med yngling, diegiving og eventuell hårfelling) har høyere miljøgiftkonsentrasjoner per fettenhet enn fete dyr i god kondisjon (Kleivane et al. 1995). Dynamikken i spekklaget bidrar også til at stoffene ikke finnes jevnt fordelt – konsentrasjonene er gjerne høyere i spekklagets ytre deler sammenlignet med dypereliggende lag. Grønlandssel og vågehval er henholdsvis mest tallrike sel- og hvalart i Barentshavet. Begge arter beskattes kommersielt slik at standardisert prøvetaking for overvåking av miljøgiftnivåer bør inngå i overvåkingen.

#### Økosystemvurdering

Sjøpattedyr er på toppen av den marine næringskjeden i Arktis. De har store fettlagre og lever lenge og akkumulerer lite nedbrytbare stoffer i større grad enn noen andre dyregrupper. Det er derfor mulig å finne potensielt skadelige konsentrasjoner av miljøgifter i denne gruppen av dyr sammenlignet med andre grupper som beiter lengre nede i næringskjeden. Det er gjennomført en modellanalyse som ser på samspill mellom vågehval, torsk, lodde og sild der betydningen av vågehval er funnet å være mindre enn predasjonstrykket av torsk og derfor bare av indirekte av betydning for sild og lodde (Lindstrøm et al. in press). Preliminære modellkjøringer, ved bruk av assessmentmodellen for lodde (Bifrost), kan tyde på at en halvering av grønlandsselbestanden fører til en dobling av det maksimale langsiktige uttaket (Lindstrøm og Tjelmeland in prep). Betydningen av eventuelle svekkelser av vågehvalbestanden på grunn av forgiftning har i så fall ikke en betydelig og direkte virkning på resten av økosystemet mens endringer i grønlandsselbestanden kan ha en direkte effekt på lodden. Dagens nivå av organiske miljøgifter og kvikksølv hos ulike pattedyrarter i Barentshavet gir ikke indikasjon på at bestandene er påvirket av gamle og nye miljøgifter. Økningen av nye miljøgifter (bromerte flammehemmere og fluorforbindinger) hos fisk og sjøfugl fra Barentshavet gjør at det også er nødvendig med nye undersøkelser for å klarlegge geografiske forskjeller og tidstrender av organiske miljøgifter.

#### 4.11.6.1 Forurensning i ringsel

##### Institusjoner

Norsk Polarinstitutt

##### Forfattere

Christian Lydersen, Hans Wolkers og Geir Wing-Gabrielsen

##### Datagrunnlag

Målinger utført av Norsk polarinstitutt. Dataene er tilgjengelige gjennom Miljøovervåkingsystem for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ – mosj.npolar.no)

##### Referanser til data

Wolkers H. Et al. 2008  
Wolkers H. et al. 2004

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrænse

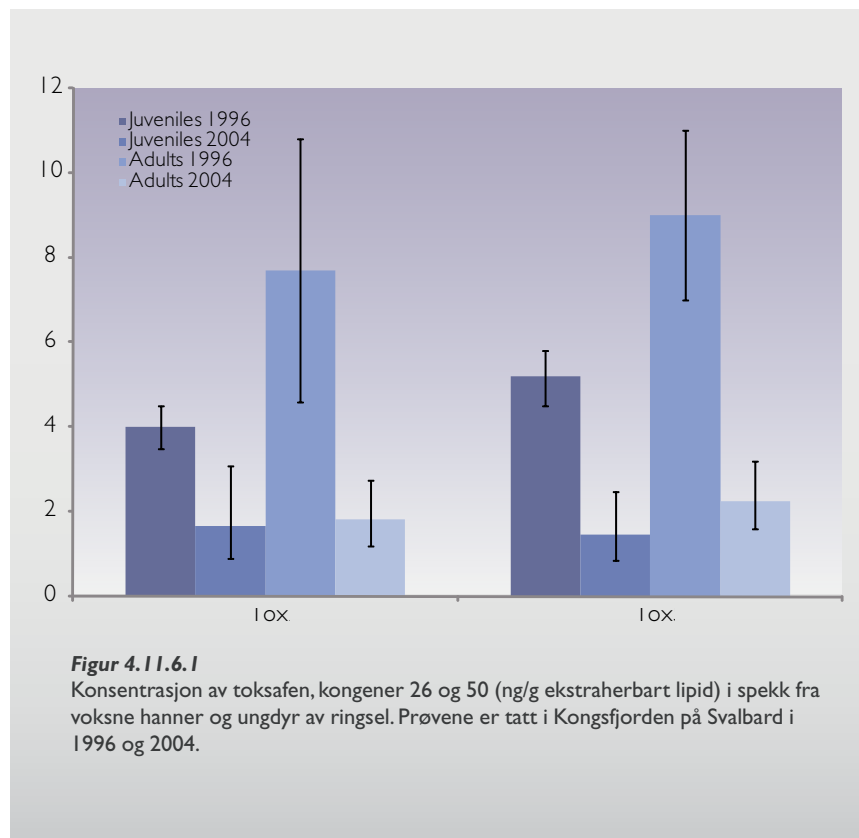
Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

Iskanten – Svalbard

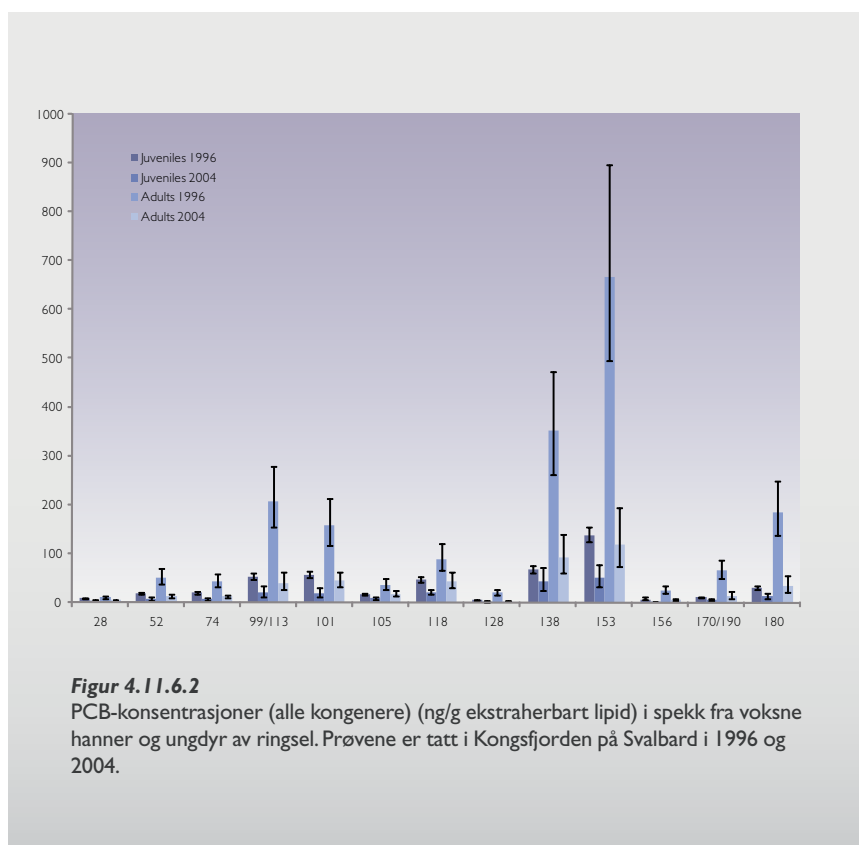
Ringsel er en sirkumpolar art som Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) anbefaler overvåket for miljøgifter. Arten har dårlig evne til å omsette miljøgifter og kan derfor være en godt egnet indikatorart for å påvise stoffer i dyr. Arten er også et viktig byttedyr for isbjørn, og

målinger kan derfor si noe om miljøgift-eksponering for isbjørn. Det foregår ikke systematisk overvåking av miljøgifter i ringsel, men prøver er tatt i Kongsfjorden på Svalbard i 1996 og 2004. Disse ble analysert for toksafen (kongener 26 og 50) og PCB (ulike kongener). For både toksafen



Figur 4.11.6.1

Konsentrasjon av toksafen, kongener 26 og 50 (ng/g ekstraherbart lipid) i spekk fra voksne hanner og ungdyr av ringsel. Prøvene er tatt i Kongsfjorden på Svalbard i 1996 og 2004.



Figur 4.11.6.2

PCB-konsentrasjoner (alle kongener) (ng/g ekstraherbart lipid) i spekk fra voksne hanner og ungdyr av ringsel. Prøvene er tatt i Kongsfjorden på Svalbard i 1996 og 2004.

og PCB har det vært en markert nedgang i nivåene fra 1996 til 2005 (Figur 4.11.6.1 og 4.11.6.2). Nedgangen av miljøgifter er mest markert i voksne dyr, men også i juvenile har nivåene gått ned. Nedgangen reflekterer med stor sannsynlighet at utslippene av toksafen og PCB har gått ned i de områdene som bidrar med tilførsel av disse stoffene til Barentshavsområdet. På bakgrunn av dagens nivå av persistente organiske miljøgifter hos ringsel på Svalbard, er det ikke grunn til å tro at forurensninger av de såkalt "gamle" miljøgiftene (toksafen og PCB) gir effekter på dyrenes immun-, hormon og reproduksjonssystem. Det er imidlertid ikke kjent hvilke nivåer ringsel har av "nye" miljøgifter, som for eksempel bromerte flammehemmere og fluorforbindelser. Det vil ikke være aktuelt med tiltak i forhold til "gamle" miljøgifter. Undersøkelser og overvåking av "nye" miljøgifter vil kunne si noe om behov for tiltak overfor disse miljøgiftene.

#### Teknisk vurdering

Det er enda ikke etablert en fast overvåking som basis for indikatoren. Det er imidlertid sannsynlig at det vil bli prioritert ved NP å utføre målinger med noen års mellomrom. For forurensning i ringsel er tiltaksgrense definert slik "Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå". Det er ikke klart hvordan dataene kan fremstilles i forhold til dette, og det må det arbeides med frem mot neste års rapport.

#### Økosystemvurdering

For de miljøgiftene som er målt i ringsel, ligger nivåene under grenser for effekter på reproduksjon og/eller overlevelse. Ringsel er imidlertid et viktig byttedyr for isbjørn, og moderate nivåer av miljøgifter i ringsel kan bidra til de høye nivåene i isbjørn. Polartorsk er et viktig byttedyr for ringsel, og indikatoren kan derfor påvirkes av nivå av miljøgifter i polartorsk.

### 4.11.6.2 Forurensning i isbjørn

#### Institusjoner

Norsk Polarinstittutt

#### Forfattere

Geir Wing Gabrielsen

#### Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Norsk polarinstittutt

#### Referanser til data

Gabrielsen, G.W. 2007, Muir, D.C.G. et al. 2006, Smithwick, M. et al. 2005, Verreault, J. et al. 2005, Verreault, J. og Gabrielsen, G.W. 2008, de Wit, C.A. 2003

#### Type indikator

Forurensningsindikator

#### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

#### Tiltaksgrense

Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

#### SVO-relevans

Iskanten – Svalbard

Overvåking av miljøforurensning i isbjørn har fått særlig oppmerksomhet fordi klorerte organiske forbindelser synes å hope seg opp i isbjørn. Noen av de høyeste konsentrasjoner av klorerte organiske forbindelser som er registrert i noe arktisk pattedyr, er funnet hos isbjørn (de Wit et al. 2004). I Svalbardområdet er isbjørn en perfekt art for å varsle om trender i organisk bundet forurensning, både i tid og over område, siden isbjørnen har stor utbredelse og innehar en viktig rolle som toppredator i det marine næringsnettet.

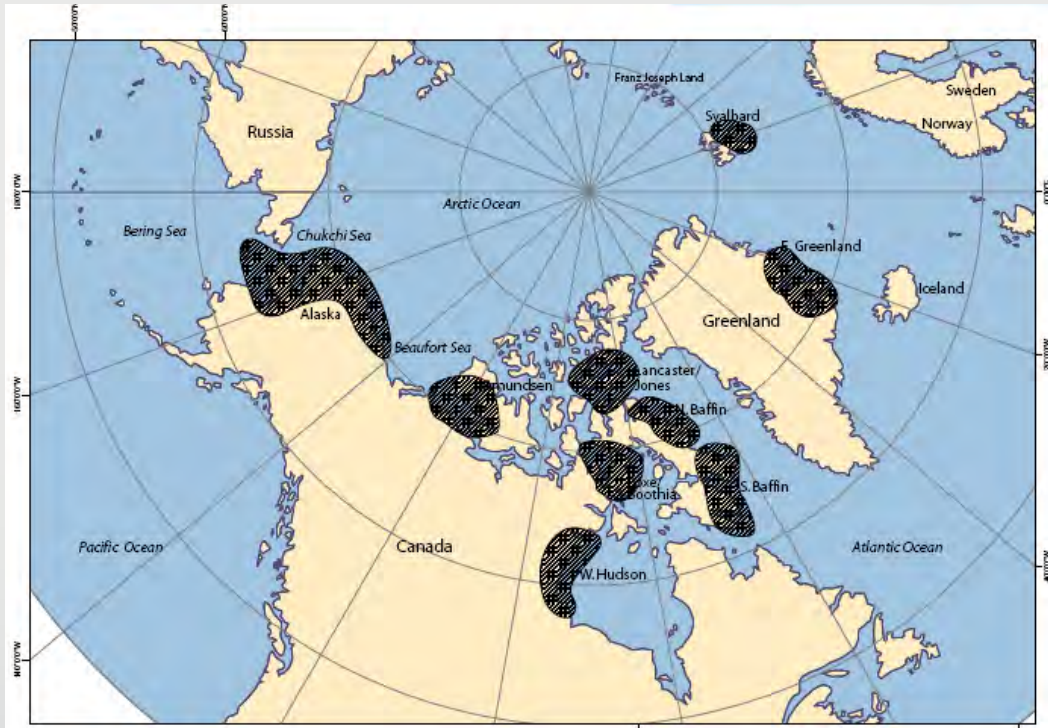
En studie av klorerte organiske forbindelser i isbjørn som dekker ni forskjellige populasjoner i Alaska, Canada, Grønland og Svalbard (Figur 4.11.6.3), viser at konsentrasjonene av PCB (sum av 42 forskjellige PCB-forbindelser) i fettprøver fra hunnbjørn på Svalbard var blant de høyeste i de undersøkte populasjonene (Figur 4.11.6.4) (Verreault et al. 2005a). Konsentrasjonen av PCB i isbjørn i Svalbardområdet var opptil fem ganger så høy som i Boothiagulfen i Canada. PCB (sum av 42 forskjellige forbindelser) varierte fra 2868 til 16043 ng/g fettvekt i prøver samlet fra isbjørn på Svalbard i 2002. Konsentrasjonen av PCB og andre klorerte organiske forbindelser, som for eksempel DDT, viste en økende trend fra de vestlige til de østlige populasjonene av isbjørn (Figur 4.11.6.4). Dette kan indikere en større luft- og havbasert langtransport av PCB-forbindelser fra Vest- og Øst-Europa inn i Barentshavet og Svalbardområdet. PCB-153 er blant de mest metabolsk resistente PCB-forbindelsene, som til vanlig finnes spredd over det meste av miljøet, og har generelt de høyeste konsentrasjonene i pattedyr. PCB-153 er den mest vanlige PCB-forbindelse i fettprøver fra Svalbard.

Undersøkelser av PCB-153 i plasma hos isbjørn i Svalbard-området fra 1990 til 2002, viser en nedgang gjennom perioden (Figur 4.11.6.5). Det synes også som nedgangen er mindre i slutten av perioden enn i begynnelsen, noe som kan tyde på at nivået av PCB i Svalbard-området har flatet ut og nådd en balanse med den nåværende, globale tilførselen av PCB. Nyere resultater indikerer at forventet nedgang i Arktis vil gå langsommere.

Nyere undersøkelser har avdekket nye fremmedstoffer og metabolitter i vev og plasma hos isbjørn i Svalbard området. Slike miljøgifter er blant annet bromerte flammehemmere (BFH) og perfluorerte alkyl-forbindelser (PFC). BFH brukes til å hindre elektronikk, klær og møbler fra å antennes, og noen BFH (for eksempel polybromerte difenyletere - PBDE) er sett på som motstandsdyktige organiske

fremmedstoffer som akkumulerer i organismer. Blant de PFC-stoffer som har fått mest oppmerksomhet, er perfluoroktan sulfonat (PFOS) forbindelser. PFOS finnes i flekkfjernere, brannslukningsskum, tekstilimpregnering osv. Metabolittene som finnes i pattedyr består i hovedsak av reststoffer av PCB-forbindelser (hydroksylerte (OH) og metylsulfon (MeSO<sub>2</sub>) PCB-forbindelser) i ensystemene. I en studie som ble gjennomført rundt hele polområdet ble det rapportert at PBDE-forbindelser i fett hos isbjørn på Svalbard var de høyeste sammenlignet med Canada og Grønland (Muir et al., 2006). Likevel fant en annen undersøkelse at PBDE-forbindelsene bare var en tiendedel av konsentrasjonen av PCB-forbindelser (Verreault et al. 2005b). Sammenlignet med alle fremmedstoffer var PFOS-forbindelser de mest dominerende i plasma hos isbjørn på Svalbard, og var blant de høyeste konsentrasjonene sammenlignet med sørlige Hudsonbukten (Canada) og Grønland (Smithwick et al., 2005). Det ble funnet hydroksylerte PCB-forbindelser i større konsentrasjoner enn konsentrasjonene av opprinnelige PCB-forbindelser i blodet til isbjørn på Svalbard (Verreault et al. 2005b). Dette antyder at isbjørn har stor evne til å inkludere PCB-forbindelser i biologiske prosesser, noe som medfører dannelse av OH-PCB-forbindelser. Det ble likevel målt lave konsentrasjoner av MeSO<sub>2</sub>-PCB-forbindelser i isbjørn på Svalbard (Verreault et al. 2005a).

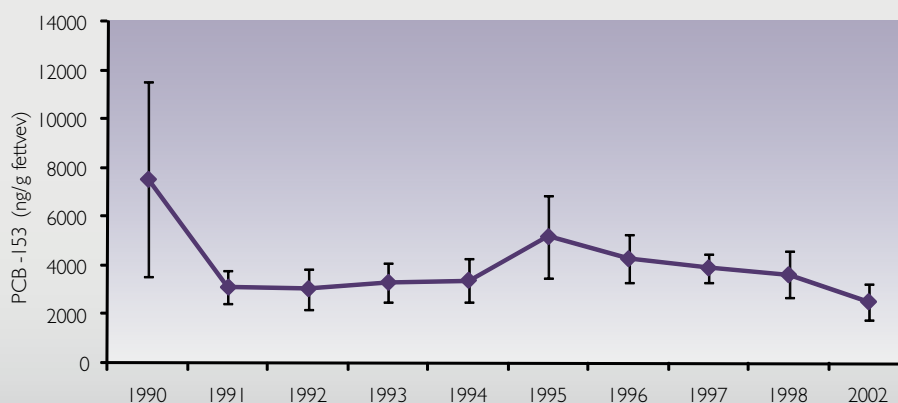
Det er en sterk mistanke om at fremmede stoffer i isbjørn har effekter på evnen til å bekjempe infeksjoner og på evnen til å reprodusere. Nyere studier bekrefter disse mistankene. De antyder også at helsesituasjonen for isbjørn er påvirket av fremmede stoffer, spesielt er det populasjonene i Grønland og på Svalbard, som er påvirket av klorerte organiske forbindelser. Det er først og fremst PCB som forurenser i isbjørn, og tidligere vurderinger av helsesituasjonen til isbjørn var først og fremst basert på sammenligning med PCB-nivåer som var kjent for å gi helseeffekter på andre arter. Blant annet var konsentrasjonen av PCB-forbindelser høyere i populasjonen i Hudsonbukta, Grønland og på Svalbard enn hva som var angitt som nivå der ingen effekt var påvist på overlevelse av minkvalper (Verreault et al. 2005a). Det har også vært vist at nivået av klorerte organiske forbindelser funnet i isbjørn på Svalbard har sammenheng med hormonnivåer og funksjonalitet av immunforsvaret. For eksempel var nivået av testosteron lavt i isbjørn på Svalbard samtidig som det ble målt høye konsentrasjoner av PCB. Testosteron spiller en viktig rolle ved kjønnsmodning. Nivået av thyroid-hormon var også lavt ved høye



**Figur 4.11.6.3**

Kart som viser hvilke områder (skraverte felt) undersøkelse av miljøgifter i isbjørn har blitt gjennomført.

Figur 4.11.6.4 Geografisk fordeling av PCB (sum av 42 PCB-forbindelser) (ng/g fettvev) i isbjørn (hunner) fra ni forskjellige populasjoner listet etter lengdegrad fra vest til øst. Middelverdier er vist med 95 % konfidensintervall. (Fra Verreault et al. 2005).



**Figur 4.11.6.4**

Geografisk fordeling av PCB (sum av 42 PCB-forbindelser) (ng/g fettvev) i isbjørn (hunner) fra ni forskjellige populasjoner listet etter lengdegrad fra vest til øst. Middelverdier er vist med 95 % konfidensintervall. (Fra Verreault et al. 2005).

PCB-konsentrasjoner og andre studier viser at isbjørn på Svalbard kan ha dårlig utviklet overlevelse av unger ved høye konsentrasjoner av klorerte organiske forbindelser (de Wit et al. 2004).

Deler av isbjørnbestanden på Svalbard og Frans Josef Land har nivå av organiske miljøgifter som overstiger grenseverdier for effekter på hormon- og immunsystem.

#### Teknisk vurdering

En kjenner en del til hvilke konsentrasjoner av "gamle" miljøgifter som skal til for at hormon- og immunsystem påvirkes i isbjørn. En har imidlertid dårligere kunnskap om hvordan ulike typer av miljøgifter

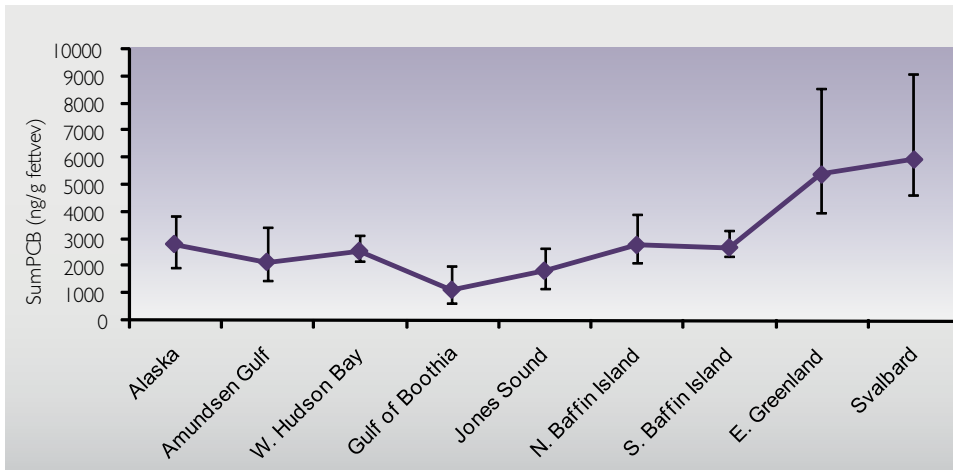
virker i kombinasjon. Det er også mangelfull kunnskap om hvordan effekter på hormon- og immunsystem eventuelt ender i effekter på overlevelse og/eller reproduksjon. Det er behov for forskning på disse områdene for å vurdere eventuelle effekter på isbjørnbestanden i Barentshavet. For forurensning i ringsel er tiltaksgrænse definert slik "Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå". Det er ikke klart hvordan dataene kan fremstilles i forhold til dette, og det må det arbeides med frem mot neste års rapport.

#### Økosystemvurdering

Nivåene av miljøgifter i isbjørn er over grensene for effekter på hormon- og immunsystem. En kan forvente at reproduksjon og/eller overlevelse påvirkes hos en del individer. Fordi det ikke har vært noen nedgang i konsentrasjonen av miljøgifter i isbjørn siden

begynnelsen, er det rimelig å anta at miljøgifter vil ha slike effekter også i årene som kommer. Økt global temperatur kan gi økt tilførsel av miljøgifter til Arktis. Temperaturen i Barentshavet vil i større eller mindre grad kunne reflektere den globale temperaturutviklingen. Indikatoren kan derfor være assosiert med temperatur i Barentshavet (men ikke direkte påvirket av denne, siden det er den globale temperaturen som påvirker tilførselen av miljøgifter). Næringsstress vil gi økte konsentrasjoner av miljøgifter i isbjørn.

Dette skjer fordi fettløselige miljøgifter vil forekomme i en mindre mengde fett og dermed bli mer konsentrert. Nedgang i dekningsareal for sjøis kan utløse næringsstress fordi jaktmulighetene blir dårligere. Indikatoren kan derfor være påvirket av indikator for dekningsareal av sjøis. Indikatoren vil sannsynligvis være påvirket av indikator for miljøgifter i ringsel, fordi ringsel er et viktig byttedyr for isbjørn.



**Figur 4.11.6.5**  
Trend fra 1990 til 2002 av PCB-153 (ng/g fettvev) i isbjørn fra Svalbard målt i plasma. Middelerverdiene er vist med 95% konfidensintervall. (Fra Henriksen et al. 2001).

#### 4.11.7 Forurensning i sjøfugl - polarlomvi

##### Institusjoner

Norsk Polarinstittutt

##### Forfattere

Geir Wing Gabrielsen og Cecilie Miljeteig

##### Datagrunnlag

Målinger utført av Norsk polarinstittutt

##### Referanser til data

AMAP 2004

Bakke T. et al. 2008

Helgason L.B. et al. 2008

Houde M. et al. 2006

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

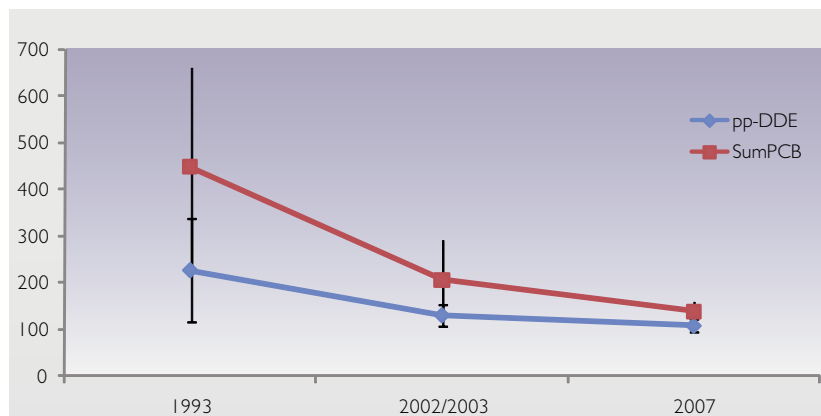
Tiltaksgrense Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

Iskanten – Polarfronten – Svalbard

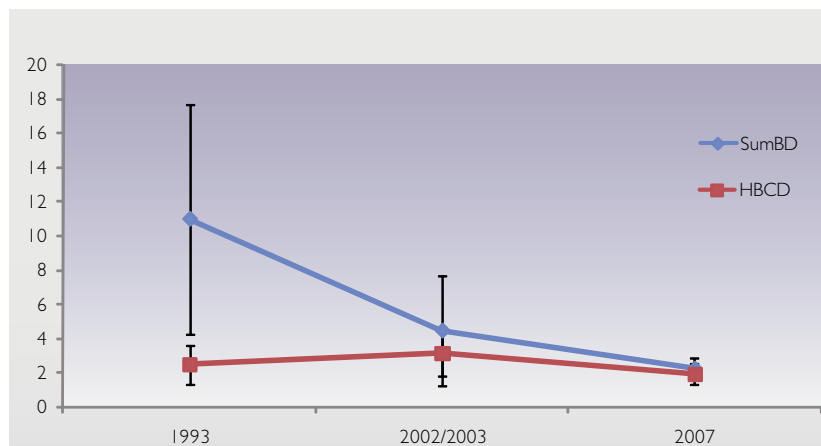
Polarlomvi er en alkefugl som er noe større enn lomvi. Det foregår ikke systematisk overvåking av miljøgifter i arten, men det ble tatt prøver i 1993 og igjen i 2002/2003 og 2007. Prøvene ble tatt på Bjørnøya og Kongsfjorden på Svalbard og analysert for klorerte organiske forbindelser, bromerte flammehemmere (BFH), perfluorerte alkylforbindelser (PFC), organiske tinnforbindelser, PAH-er og et utvalg av metaller.

Prøvene viser en reduksjon i konsentrasjonen av de fleste klorerte organiske forbindelser fra 1993 til 2002/2003 og ytterligere reduksjon til 2007. For de analyserte klorerte organiske forbindelser og bromerte flammehemmerene ser det generelt ut som at nivåene i Kongsfjorden 2002 og Bjørnøya 2003 og i Kongsfjorden 2007 og Bjørnøya 2007 er relativt like og reduksjonen mellom 2002/2003 og 2007 er omtrent lik i begge områder. Flertallet av de klorerte organiske forbindelsene (pesticider, toksafener, PCB-er), med noen



**Figur 4.11.7.1**

Gjennomsnittskonsentrasjoner (ng/g ww) ± standardavvik av  $\Sigma$ PCB (sum av alle PCB kongenere) og p,p'-DDE i polarlomviegg fra Kongsfjorden og Bjørnøya i 1993 (n=5, kun Kongsfjorden), 2002/2003 (n=10) og 2007 (n=10).



**Figur 4.11.7.2**

Gjennomsnittskonsentrasjoner (ng/g ww) ± standardavvik av  $\Sigma$ BDE (sum av alle BDE kongenere) og HBCD i polarlomviegg fra Kongsfjorden og Bjørnøya i 1993 (n=5, kun Kongsfjorden), 2002/2003 (n=10) og 2007 (n=10).

få unntak, var signifikant lavere fra 1993 til 2002/2003 og fra 2002/2003 til 2007 (Figur 4.11.7.1). Alle de klorerte organiske forbindelsene, med unntak av HCB og  $\beta$ -HCH, var signifikant lavere i 2007 sammenlignet med 1993. Av de bromerte

flammehemmerene var de polybromerte difenyleterene (PBDE) også signifikant lavere fra 1993 til 2007 (Figur 4.11.7.2). Forskjellene mellom 1993 og 2002/2003 var signifikant for noen av PBDE-ene, mens ingen var signifikant forskjellige

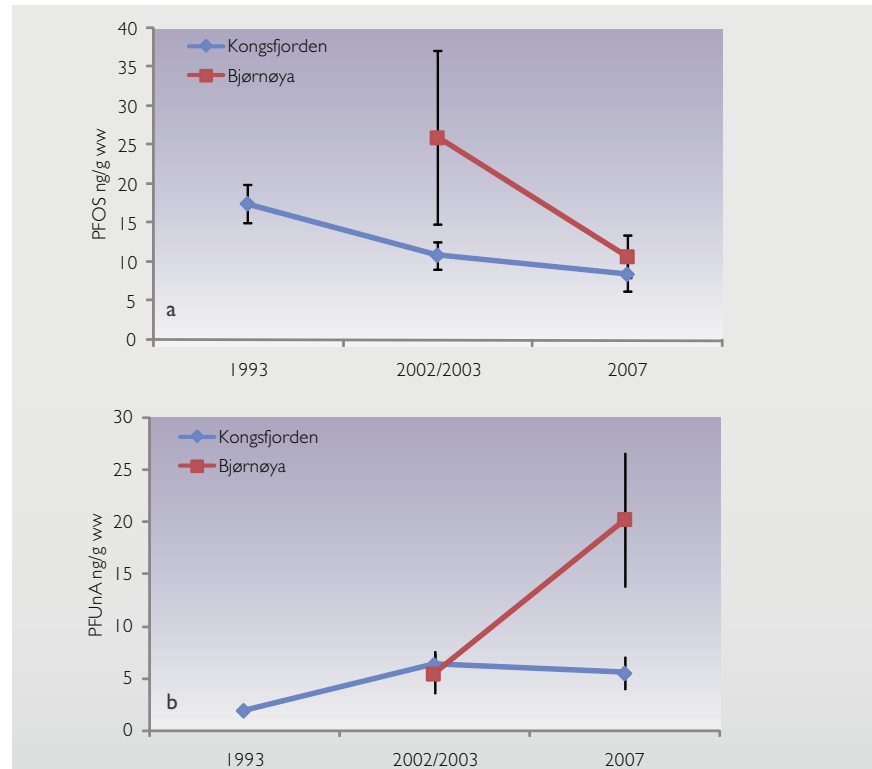
mellom 2002/2003 og 2007. Dette indikerer at nivåene av bromerte flammehemmere begynner å stabilisere seg. HBCDD-konsentrasjonene var på et stabilt nivå gjennom hele tidsperioden (figur 4.11.7.2).

For de fleste perfluorerte alkyl-forbindelser ble det funnet signifikante forskjeller mellom Kongsfjorden og Bjørnøya; disse ble derfor behandlet hver for seg statistisk. PFAS-nivåene er generelt høyere på Bjørnøya enn i Kongsfjorden når man sammenligner innenfor de to tidsperiodene (2002/2003 og 2007). De perfluorerte alkyl-forbindelser var den gruppen av forbindelser med størst variasjon i trend og den eneste av organohalogenene hvor det ble funnet en økning i konsentrasjoner for noen stoffer over tidsperioden. For Kongsfjorden var konsentrasjonene av de perfluorerte karboksylsyrene (PFNA, PFDcA, PFUnA, PFDoA, PFTriA, PFTeA og PFPeDA) generelt sett høyest i 2002 og lavest i 1993. Konsentrasjonene av de perfluorerte sulfonatene (PFOSA, PFHxS og PFOS) var generelt sett høyest i 1993 og lavest i 2007. Et unntak blant sulfonatene var PFDcS som var høyest i 2007 og lavest i 1993. Forskjellene var signifikante for de fleste perfluorerte alkyl-forbindelser mellom 1993 og 2002, men bare for et fåtall mellom 2002 og 2007. For Bjørnøya var konsentrasjonene av perfluorerte karboksylsyrer generelt sett høyere i 2007 enn i 2003 med signifikante forskjellige verdier for PFDcA, PFUnA, PFDoA, PFTriA, PFTeA og PFPeDA. Konsentrasjonene av sulfonater var høyere i 2003 sammenlignet med 2007 med signifikante forskjeller for PFOSA og PFOS.

Økningen i konsentrasjoner av perfluorerte karboksylsyrer, kombinert med reduksjonen av PFOS-konsentrasjoner i samme tidsperiode, leder til at PFOS ikke er det dominerende perfluorerte alkylstoffet i polarlomviegg fra Bjørnøya i 2007. Både PFUnA og PFTriA er tilstede i omtrent dobbelt så høye konsentrasjoner som PFOS og disse to forbindelsene utgjør omtrent 2/3 av  $\Sigma$ PFAS. Bare 5-10 år tilbake var PFOS den dominerende perfluorerte forbindelsen i biotiske prøver (Houde et al. 2006). PFOS ble faset ut av hovedproduzenten (3M, USA) i 2000-2002, og nedgangen i PFOS-konsentrasjoner i polarlomviegg kan være et resultat av reduksjonen i produksjon.

Ingen av de analyserte organiske tinnforbindelser ble detektert over deteksjonsgrensen i noen prøver.

PAH-er ble kun detektert over deteksjonsgrensen i et fåtall prøver. PAH-er ble detektert i flere prøver fra Bjørnøya i 2003 og fra Kongsfjorden i 2002 enn i de andre.



**Figur 4.11.7.3**

a) Gjennomsnittskonsentrasjoner ± standardavvik for PFOS i polarlomviegg fra Kongsfjorden og Bjørnøya i 1993, 2002/2003 og 2007. N=10 for hvert datapunkt.  
b) Gjennomsnittskonsentrasjoner ± standardavvik for PFUnA i polarlomviegg fra Kongsfjorden og Bjørnøya i 1993, 2002/2003 og 2007. N=10 for hvert datapunkt.

$\Sigma$ PAH-konsentrasjonene var signifikant høyere i 2002/2003, sammenlignet med i 2007. Egg fra Kongsfjorden i 1993 ble ikke analysert for PAH.

Elementanalyse viste ikke noen klare generelle trender. Kadmium-nivåene var signifikant lavere i 2007 enn i 2002/2003 og nivåene var omtrent like i de to områdene. For kvikksølv var konsentrasjonene signifikant høyere i Kongsfjorden enn på Bjørnøya. Kvikksølvkonsentrasjonene ble redusert mellom 2002/2003 og 2007 i begge områder (i Kongsfjorden ble konsentrasjonen nesten halvert), men nedgangen var bare signifikant for Kongsfjorden. Ingen signifikante forskjeller ble funnet for blykonsentrasjonene, verken mellom områdene eller over tid.

Konsentrasjonene av alle analyserte stoffer var generelt sett sammenlignbare med tidligere rapporterte konsentrasjoner i sjøfuglegg i Arktis og Barentshavet, og ofte i det lavere sjikt sammenlignet med disse (AMAP 2004, Helgason et al. 2008). Miljøgiftnivåene som er funnet i egg fra polarlomvi ligger for alle stoffer som er vurdert under grenseverdier for effekter.

Det er verdt å merke seg at målinger av nitrogenisotoper, et mål på trofisk nivå, viser signifikant høyere nivåer i Kongsfjorden enn på Bjørnøya og signifikant

høyere nivåer i 2002/2003 sammenlignet med 2007. Dette kan virke forstyrrende på tolkningen av tidstrendene i denne studien, da nivåer av miljøgifter henger tett sammen med trofisk nivå og de høyere konsentrasjonene vi ser i 2002/2003 kan være, helt eller delvis, et resultat av at disse individene hadde spist mat som var på et høyere trofisk nivå sammenlignet med de fra 2007.

Resultatene er presentert i sin helhet i Bakke et al. 2008.

#### Teknisk vurdering

Det er enda ikke etablert en fast overvåking som basis for indikatoren. Det er imidlertid sannsynlig at det vil bli prioritert ved NP å utføre målinger med noen års mellomrom. Det bør arbeides med hvordan data kan fremstilles i forhold til tiltaksgrense.

#### Økosystemvurdering

Nivåene av forurensning er under sannsynlige grensen for effekter på reproduksjon og/eller overlevelse. De målte stoffene har derfor sannsynligvis ingen effekter på polarlomvi. Polarlomvi er ikke et viktig innslag i dietten til andre arter i økosystemet i Barentshavet og det drives ikke fangst på arten. De målte verdiene har derfor ingen implikasjoner for andre arter eller fangst. Polarlomvi er generalist i pelagisk del av næringsnettet. De viktigste byttedyrene er lodde, polartorsk, reker og andre krepsdyr. Forurensning i lodde og polartorsk er derfor to indikatorer som kan påvirke denne indikatoren. Næringsstress kan også påvirke forurensningsnivåer i polarlomvi. Det er naturlig å anta at næringsstress lettere vil kunne forekomme når loddebestanden er på svært lave nivå, og indikatoren for loddebestand kan derfor tenkes å påvirke indikatoren for forurensning i polarlomvi.

#### 4.11.8 Radioaktivitet

##### Institusjoner

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Anne Lene Brungot, Hilde Elise Helldal, Torbjørn Gäfvert og Ingrid Sværen

##### Datagrunnlag

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

##### Referanser til data

NRPA 2006  
AMAP 2002  
Amundsen, I. et al. 2003  
Carlsson, L. og Erlandsson, B. 1991

##### Type indikator

Forurensningsindikator

##### Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

##### Tiltaksgrense

Økning i nivået av radioaktivitet over et visst antall år, eller en plutselig større økning fra en prøvetaking til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

##### SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Radioaktiv forurensning i Barentshavet er lav, og generelt er nivåene av radioaktiv forurensning i Arktis synkende (AMAP, 2002). De viktigste kildene til forurensning av radioaktivt cesium i marint miljø er i stor grad knyttet opp mot nedfall fra atmosfæriske atomprøvespregninger på 50- og 60-tallet, Tsjernobyl-ulykken, utslipp fra reprosesseringsanlegg, utstrømming fra Østersjøen og avrenning fra land.

Et viktig unntak er økte nivåer av technetium-99 (99Tc) i perioden 1994 til 2003, som følge av utslipp fra europeiske gjenvinningsanlegg, og da i hovedsak utslipp fra Sellafield-anlegget i Storbritannia (Amundsen et al., 2003). Utslippene av 99Tc fra Sellafield har siden 2003/2004 blitt redusert som følge av ny metode for rensing av avfall.

Dataene som er rapportert er i stor grad samlet inn fra det nasjonale overvåkningsprogrammet RAME, som koordineres av Strålevernet i samarbeid med Havforskningsinstituttet og foregår hvert 3. år i Barentshavet. Her blir det samlet inn prøver av sjøvann, sediment og biota. I tillegg til Strålevernets månedlige innsamling av tang, har Havforskningsinstituttet en årlig overvåkning rundt den sunkne ubåten Komsomolets.

Overvåkning av fisk og sjømat er et eget program som koordineres av Strålevernet i samarbeid med Mattilsynet, Havforskningsinstituttet og NIFES. Her rapporteres årlig prøvetaking av fisk og sjømat fra områder i Barentshavet, Tromsøflaket og områdene utenfor Lofoten.

#### 4.11.8.1 Radioaktivitet i sedimenter

##### Institusjoner

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Anne Lene Brungot, Hilde Elise Helldal og Ingrid Sværen

##### Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og Statens strålevern

##### Referanser til data

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Referanseverdiene for naturlig forekommende og menneskeskapt radioaktive stoffer i marint miljø er definert som henholdsvis naturlig bakgrunnsnivå og null. I 2006 ble det målt cesium-137 (<sup>137</sup>Cs) i sedimenter fra Barentshavet. Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet.

Det ble i 2006 målt på overflatesedimenter (0-2 cm) i Barentshavet, langs kysten i enkelte fjorder og deler av Norskehavet. Nivåene varierte fra < 0.8 til 16.4 Bq kg<sup>-1</sup> (tørrvekt). I Figur 4.11.8.1 vises en oversikt over prøvetakingssteder og konsentrasjoner i 2006. Nivåene er ganske stabile og har ikke endret seg mye over tid. De høyeste konsentrasjonene finner man langs kysten og i enkelte fjorder, der bl.a. kyststrømmen transporterer utrenning fra Østersjøen og avrenning fra land.

I tillegg overvåker Havforskningsinstituttet årlig miljøet rundt den sunkne ubåten Komsomolets som ligger på 1700 meters dyp sørvest av Bjørnøya. Nivået av <sup>137</sup>Cs i sedimenter i området rundt ubåten var på 3,5 Bq kg<sup>-1</sup> i 2006 og viser ingen vesentlig endring fra tidligere år.

Nivåene av radioaktivitet i sedimenter er ganske stabile og har ikke endret seg mye over tid. De høyeste konsentrasjonene finner man langs kysten der bl.a. kyststrømmen transporterer utrenning fra Østersjøen og avrenning fra land.

#### 4.11.8.2 Radioaktivitet i tang

##### Institusjoner

Statens strålevern

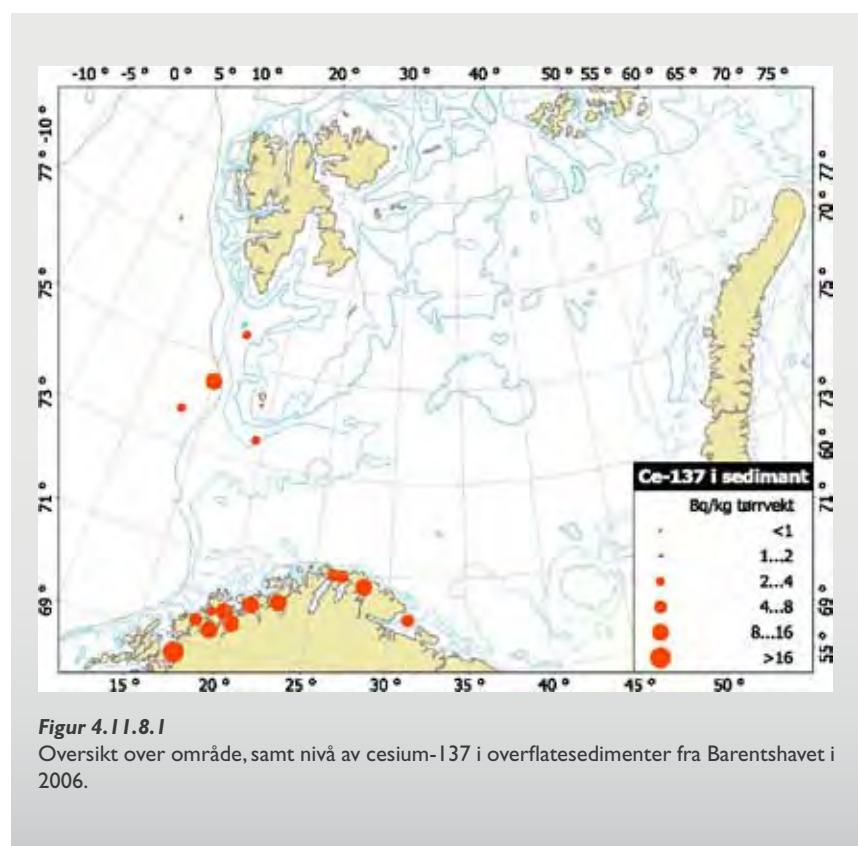
##### Forfattere

Torbjørn Gäfvert og Anne Lene Brungot

##### Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Statens strålevern

Statens strålevern samler månedlig inn prøver av *Fucus vesiculosus* (blåretang) fra Hillesøy utenfor Tromsø. Prøvene analyseres for bl.a. cesium-137 (<sup>137</sup>Cs), technetium-99 (<sup>99</sup>Tc) og plutonium-isotoper (<sup>239</sup>+<sup>240</sup>Pu). Resultatene gir kunnskap om dagens nivåer av ulike radioaktive stoffer i biotisk materiale og hvordan konsentrasjonene varierer over tid.



Figur 4.11.8.1

Oversikt over område, samt nivå av cesium-137 i overflatesedimenter fra Barentshavet i 2006.

Konsentrasjonen av  $^{137}\text{Cs}$  i blæretang fra Hillesøy har i perioden fra 1997 til 2006 vært forholdsvis stabil og har ligget mellom 0.1 til 1.0 Bq kg<sup>-1</sup> tørrvekt, som er lavt. Figur 4.11.8.2 viser konsentrasjonen av  $^{99}\text{Tc}$  i blæretang fra Hillesøy i perioden 1997 til 2006. Nivåene varierer over tid og gjenspeiler utslippene fra Sellafield ved Irskesjøen.

Konsentrasjonene av  $^{239+240}\text{Pu}$  i blæretang fra Hillesøy er analysert i samme periode. Figur 4.11.8.3 viser en oversikt over nivåene fra 1998 til 2004.

Overvåkning av tang langs kysten gir oss en god indikasjon på utviklingen av nivåene på  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{99}\text{Tc}$  og  $^{239+240}\text{Pu}$  i marint miljø, og opptak i marine organismer.

Nivåene av radioaktiviteten i tang er avhengig av hvilken nuklide som måles.

Nivået av cesium og plutonium i tang er ganske stabile, og har ikke endret seg over tid. Nivåene av technetium-99 i tang har variert og gjenspeiler utslippene fra Sellafield.

#### 4.11.8.3 Radioaktivitet i fisk og reker

##### Institusjoner

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

##### Forfattere

Anne Lene Brungot

##### Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av og Havforskningsinstituttet og Statens strålevern

Måling av radioaktivitet i fisk og sjømat har pågått siden 1991. Overvåkingen av radioaktivitet i fisk og sjømat er viktig med tanke på dokumentasjon overfor forbruker og andre lands myndigheter, samtidig som man kan følge forurensningene og

utviklingen over tid av menneskeskapt radioaktivitet i fisk og sjømat. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern, Havforskningsinstituttet og det tidligere Næringsmiddeltilsynet. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137. Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. Grenseverdiene til EU i forhold til eksport og import av sjømat er i dag på 600 Bq kg<sup>-1</sup> våtvekt av cesium-137, mens referanseverdien for menneskeskapt radioaktivitet er satt til naturlig bakgrunnsnivå (OSPAR).

Det er siden 1991 analysert 340 prøver av torsk fra Barentshavet fordelt på 9700 individer, i tillegg til de prøvene som før 2000, var en del Statens Næringsmiddeltilsyn sitt screening program (Mattilsynet). Overvåking av torsk foregår systematisk og i Figur 4.11.8.4 vises utviklingen fra 1991 fram til 2006, på innhold av cesium-137 i torsk fra Barentshavet. Nivået av cesium-137 i torsk i perioden viser en nedadgående trend, da hovedkilden til radiocesium i stor grad er knyttet opp mot Tsjernobyl-ulykken i 1986. Cesium-137 har en fysisk halveringstid på 30,07 år, og nedgangen av cesium-137 i torsk er som forventet.

Måling av radioaktivitet i lodde og polartorsk har pågått sporadisk siden 1991, og Figur 4.11.8.5 viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av lodde og polartorsk. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern og Havforskningsinstituttet. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137, og nivåene i lodde og polartorsk har vært lave, og har ligget rundt deteksjonsgrensen i området fra 0.10 til 0.27 Bq kg<sup>-1</sup> våtvekt.

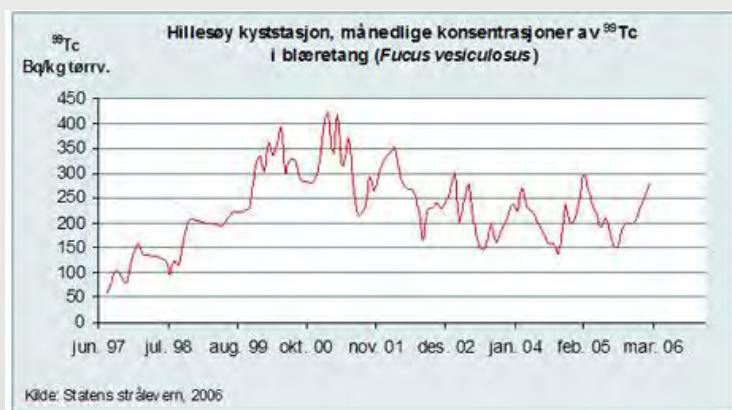
Måling av radioaktivitet i reker har pågått siden 1993 som en del av overvåking av radioaktivitet i fisk og sjømat. Figur 4.11.8.5 viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av reker. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern, Havforskningsinstituttet og det tidligere Næringsmiddeltilsynet. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ). Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137, og nivåene i reker har i perioden fra 1993 til 2005 ligget i området 0.07 Bq kg<sup>-1</sup> til 0.50 Bq kg<sup>-1</sup> våtvekt.

##### Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer

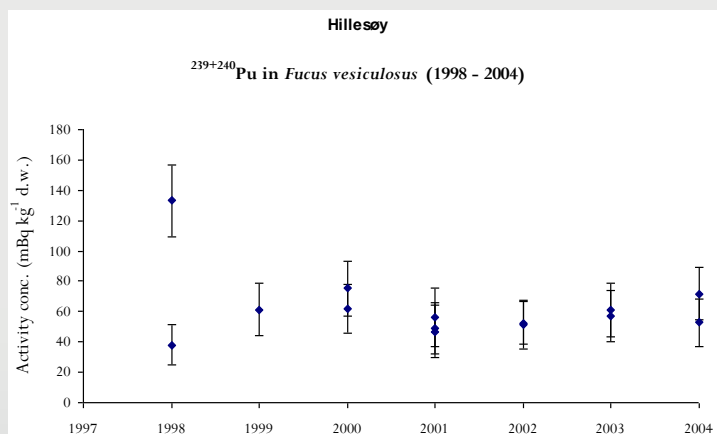
##### Økosystemvurdering

Radioaktivitet er i dette tilfellet en gruppe stoffer som er sammensatt av flere ulike radioisotoper, med ulike kjemiske egenskaper. Noen av disse radioisotopene



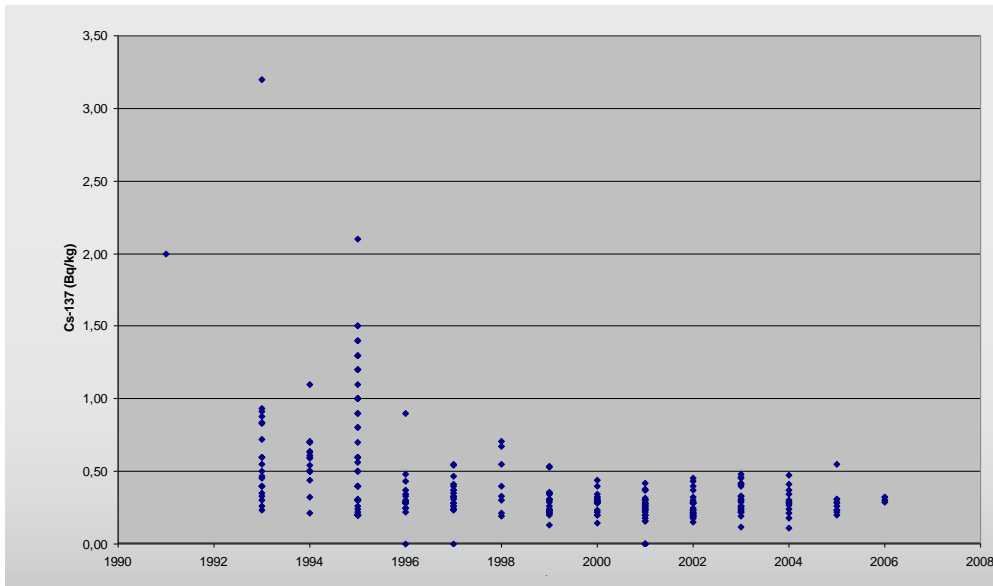
Figur 4.11.8.2

Tidsserie for  $^{99}\text{Tc}$  i blæretang fra Hillesøy (Bq kg<sup>-1</sup> tørrvekt) i perioden 1997-2006.



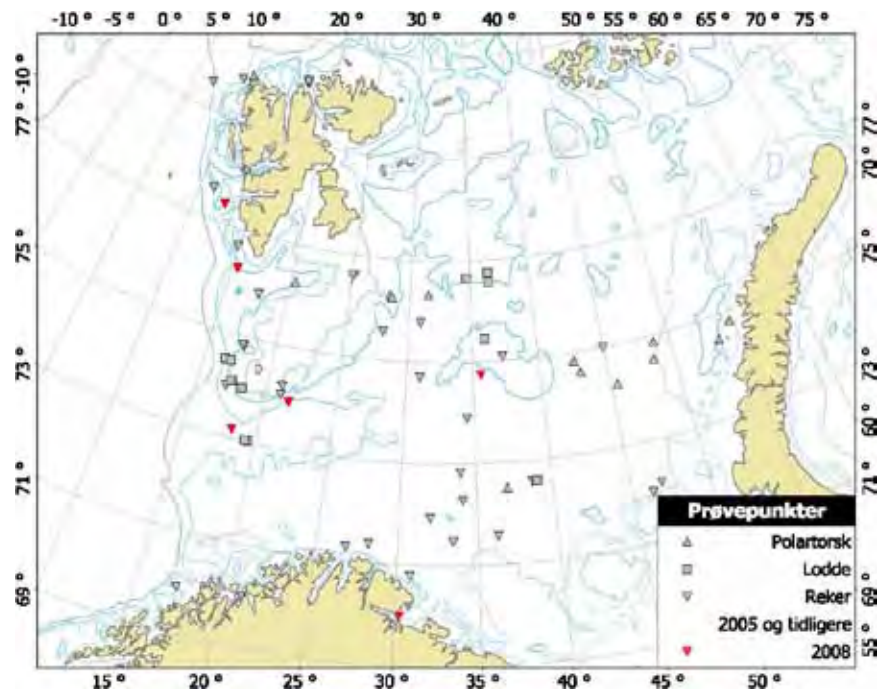
Figur 4.11.8.3

Tidsserie for  $^{239+240}\text{Pu}$  i blæretang fra Hillesøy (mBq kg<sup>-1</sup> tørrvekt).



**Figur 4.11.8.4**  
Innholdet av radiocesium-137 i torsk fra områdene utenfor Finnmark, i perioden 1991 til 2006.

bidrar blant annet til å beskrive tilførselen av langtransportert forurensning som introduseres i økosystemet, til i våre nordlige havområder. Innholdet av radioaktive isotoper i fisk, reker, tang og sediment varierer og er avhengig av flere faktorer. Påvirkningsfaktoren til denne indikatoren vil derfor være forskjellig og denne indikatoren er derfor både en miljøindikator og samtidig viktig for å kunne sikre trygg sjømat.



**Figur 4.11.8.5**  
Prøvetakingspunkter for uttak av lodde og polartorsk (1991-2003), og reker (1993-2008).





Evaluering

# Kapittel 5



## Økologisk kvalitet

Overvåkingsgruppen skal løpende koordinere gjennomføringen av overvåking i havområdet i tilknytning til forvaltningsplanen, sammenstille overvåkingsresultater og tolke informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser. Dette kapitlet gir en sammenstilling av overvåkingsresultater som er beskrevet for de enkelte indikatorene i rapporten. Evalueringen av indikatorene som blir gitt i dette kapitlet må ses i sammenheng med beskrivelsen av økosystemet (temakapittel i rapporten for 2008) og årets temakapittel om sammenhenger i økosystemet. Kapitlet gir en helhetlig vurdering av økosystemet i Barentshavet og beskriver utviklingen i økosystemet frem til i dag, unormal/uønsket utvikling og i den grad det er mulig, sannsynlig utvikling i nærmeste fremtid. Det vil bli forsøkt å avdekke om utviklingen skyldes naturlige eller menneskeskapte forhold. Kapitlet innledes med en beskrivelse av begrepet økologisk kvalitet som knytter vurderingen opp til evaluering av måloppnåelse, som blir gitt i Faglig forum sin rapport.

Formålet med forvaltningsplanen er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressursene i området samtidig som økosystemenes struktur, virkemåte og produktivitet opprettholdes. En helhetlig forvaltning av våre marine økosystemer krever at vi rår over en hel "verktøykasse" av metoder og modeller som gir innsikt fra ulike sider og på forskjellige nivåer i økosystemet. Selv med en velfylt verktøykasse tilpasset våre havområder, står vi overfor den utfordringen at vi ikke kan overvåke alle elementer til enhver tid. Vi må velge ut de elementene som kan gi oss den beste informasjonen og de raskeste indikasjonene på at noe er i ferd med å endre seg.

Den økologiske kvaliteten er et overordnet uttrykk for økosystemets tilstand som omfatter både biologiske, fysiske og kjemiske forhold, inkludert resultatet av menneskeskapt påvirkning. En indikator er en variabel størrelse som karakteriserer en del av økosystemet, og brukes for å kunne vurdere om forvaltningsmålene er nådd eller om utviklingen i økosystemet er på rett vei. Referanseverdien angir den økologiske kvaliteten i et tilsvarende mest mulig upåvirket økosystem, der det er tatt hensyn til naturlige variasjoner og naturlig utvikling. For høstbare bestander vil dette være en føre var-verdi. Utviklingen av slike sett med indikatorer er nå gjort for flere havområder.

I utviklingen av et system for overvåking av økologisk kvalitet er det ikke mulig å overvåke alle viktige faktorer for å kunne følge med på utviklingen. Behovet for revisjon av systemet og innfasing av ytterligere indikatorer for å sikre en helhetlig, økosystembasert forvaltning av havområ-

det skal vurderes i forbindelse med oppfølgingen av rapporteringen for 2010.

Overvåkingsgruppen skal samordne overvåkingen i området, både fra havområdene og i kystsonen. Overvåkingsgruppa vil også påpeke hvor det er behov for å iverksette ny overvåking og hvor eksisterende overvåking må styrkes. Initierting av ny overvåking er avhengig av prioriteringer innenfor de institusjonene som utfører overvåkingen samt bevilgninger som blir stilt til rådighet. I dag ser vi at spesielt overvåkingen av helse- og miljøfarlige kjemikalier på alle nivåer i de marine økosystemene bør styrkes. En bør også se nærmere på den overvåkingen som foregår på de lavere trofiske nivåene. Det vil også være behov for å se på den integrerte overvåkingen av luft, hav og land i Arktis.

Endringer i indikatorer indikerer endringer i systemet som igjen indikerer tiltak bør iverksettes eller bør utløse en grundigere undersøkelse av årsaken til endringene. Rent praktisk er det ønskelig at indikatorene bygger på allerede etablerte måleserier, fordi et lengre erfaringsgrunnlag er nødvendig for å skille naturlige variasjoner fra reelle endringer forårsaket av menneskeskapt påvirkning. Det er også et mål å velge ut indikatorer som selv om de er enkle å måle, også av natur gir indikasjoner på mer komplekse endringer. Det er videre en utfordring å velge indikatorer som gjør at endringer kan oppdages raskt. En indikator som krever en tidsserie på ti år for å gi et sikkert svar kan i denne sammenhengen være av liten verdi, men det er likevel ofte nettopp slike serier som vil være det viktigste tilfanget av anvendbare indikatorer.

Et felles kriterium for gode indikatorer er at de i størst mulig grad er målbare. Det vil si at de har en verdi eller et område knyttet til seg.

Eksempler på slike indikatorer kan for eksempel være gjennomsnittsstørrelsen av torsk som kommer til Lofoten for å gyte. Endringer i størrelsen kan indikere at det er endringer i bestandsstrukturen i torskbestanden. En annen indikator kan være nivået av en bestemt miljøgift i spekket hos ringsel. Dersom det observeres endringer her, kan det bety at det samme gjelder for andre miljøgifter som vi vet følger samme mønster som det stoffet som overvåkes, eller det kan bety at selen har endret sine matvaner og nå ernærer seg av andre organismer. En slik endring utløser en grundigere undersøkelse for å finne svar på denne type spørsmål. Tiltaksgrensen, som varsler om at det er behov for å vurdere tiltak, er en individuell grense for endring av en indikator målt i forhold til referanseverdien.

Et tredje eksempel på et kvalitetsmål kan være diversiteten i bunndyrssamfunn. Med diversitet menes et mål på hvor mange arter som finnes i et område, kombinert med hvor mange individer det er av hver art. Hvis dette forholdet, diversiteten, endrer seg utover det som er normal variasjon, indikerer dette en endring i systemets struktur. En nærmere undersøkelse om hva som er årsaken til en slik endring i strukturen kan da være påkrevd. På denne måten kan et godt utvalg av kvalitetsmål gjøre overvåkingen av meget kompliserte systemer overkommelig innenfor de rammer som til enhver tid er tilgjengelige.



Økosystemet i Barentshavet og ved Svalbard er et komplekst system med næringsnett der strømmen av biomasse kan skifte alt etter variasjoner i det fysiske miljø og svingninger i dominerende biomasse. Systemet er artsrikt, og består for det meste av bunnlevende arter, men også et stort antall pelagiske arter. En lang rekke arter har sine spesielle nisjer, både i tid, rom og næringsmessig i dette økosystemet. De biologiske studiene har hovedsakelig fokusert på kommersielle arter som synes å leve i relativt enkle næringskjeder, mens mange næringsnett er mye mer innfløkte eller kompliserte. Disse finnes det liten kunnskap om. Evalueringen i denne rapporten vil ta for seg de sammenhenger som er kjent i relasjon til i) Havklima og primærproduksjonen av planteplankton, II) Næringsnettverket rundt de kommersielle fiskesamfunn med lodden i sentrum, og III) Forurensningssituasjonen i relasjon til trygg sjømat.

Økosystemets funksjonalitet kan beskrives ved transport av biomasse opp gjennom næringskjeden, fra primærprodusenter i form av planteplankton nederst, til topppredatorer som sjøpattedyr og fugl øverst. Systemet av bunnlevende dyr utgjør en stor biomasse og mengden biomasse som omsettes i dette systemet er for en stor del ukjent, selv om det i de seinere år er lagt et betydelig fokus på å beskrive denne delen av økosystemet. Ut fra publiserte arbeider kan det vises at over halvparten av den produksjonen som planteplankton genererer gjennom året går til omsetning hos dyr som lever på eller i havbunnen (Wassmann et al, 2006).

### 5.2.1 Havklima og primærproduksjon

Det er observert en klar økning i temperaturen i vannmassene i Barentshavet gjennom en lengre periode, noe som blant annet gir seg utslag i store endringer i isdekket.

I løpet av 2007 var isdekningen generelt mye mindre enn langtidsgjennomsnittet (Kap 4.1.1.). Isdekningen i november var den laveste siden 1951. Siste års observasjoner viser imidlertid at temperaturen nå synker noe og at isdekket er noe større enn i de to siste årene.

Det er grunn til å merke seg at størstedelen av samlet primærproduksjon gjen-

nom året ifølge modeller skjer i de varme, sørvestlige deler av Barentshavet. Derfra blir biomassen transportert videre inn i Barentshavet via beiting av dyreplankton og videre oppover i næringskjedene. Tidspunkt for våroppblomstring påvirkes av isutbredelse (Kap 4.1.1), transport av atlantisk vann inn i Barentshavet (Kap 4.1.3) og gjennomsnittlig temperatur (Kap 4.1.2), som igjen kan påvirke primærproduksjonen ved iskanten (Kap 4.2.1) og primærproduksjonen generelt (Kap 4.3.1). Dette vil ha en variabel innvirkning på hele økosystemet og spesielt vise seg gjennom endret utbredelse av mange arter.

Det er betydelige forskjeller i produsert biomasse fra planteplankton i Barentshavet gjennom året i kalde og varme år og dette skyldes først og fremst variasjonen i det isfrie arealet om vinteren, dvs. arealet av varmt, innstrømmende atlantehavsvann. Produksjonen av planteplankton i polarfronten er begrenset til en relativ kort

I 2008 har det vært relativt lav innstrømming av atlantisk vann om våren, spesielt i februar-mars og mai-juni (Kap 4.1.3). Det kan også være indikasjoner på en lavere primærproduksjon (Kap 4.3.2), men hvorvidt dette kan ha medvirket til en reduksjon i dyreplankton biomassen i 2008, er vanskelig å si noe om da det

Det er grunn til å peke på at mengden av ung kolmule og sild er i nedgang i vest, mens det fortsatt kan observeres ung sild i øst. Den voksende loddebestanden fyller nå store deler av Barentshavets nordlige og østlige deler og bestanden er nå på et nivå som gir grunnlag for et fiske etter lodde. Dette følger etter en periode med en bety-



sesong, men fører til store konsentrasjoner av beitende fisk og krepsdyr i disse områdene. En revisjon av tolkningen av klorofyll a data som indikator for produktivitet (biomasse), synes nødvendig. Denne indikatoren er under utvikling og det vil være behov for modellering for å utvikle indikatoren til å si noe om primærproduksjon og eventuelt noe om tilgjengelig biomasse for de øvrige deler av økosystemet i kommende år, inklusive utviklingen av høstbar biomasse.

Feltmåling av primærproduksjon er svært arbeids- og ressurskrevende. Dersom man ønsker å få en indikator for produktivitet i et område, en sesong eller et år anbefales derfor numerisk modellering, og dersom produktivitet velges som en indikator i Barentshavet vil numerisk modellering være eneste realistiske tilnærming.

Artssammensetning av planteplankton er en krevende indikator som per i dag ikke fungerer som ønsket. Det er et stort prosjekt å samle, analysere og evaluere eksisterende planteplanktondata fra Barentshavet. Bruk av denne indikatoren krever en stor og dedikert innsats. Denne krever strukturert innsamling og evaluering mot andre miljøforhold som is, temperatur, saltholdighet, næringsstoffforhold, pH, blandingsdyp og lys som alle påvirker artssammensetning og tilstand.

Til tross for at halvparten av produsert planteplankton ender opp på havbunnen, har vi i dag ingen indikatorer som kobler primærproduksjonen mot bunndyr og bunndyrsamfunn.

ikke er tilstrekkelig opparbeidet materiale. Det er derfor ikke grunnlag for å si med bestemthet at det er observert lavere produksjon av planteplankton og dyreplankton i systemet.

#### 5.2.2 Næringsnettverket rundt de kommersielle fiskebestandene

Det observeres endringer i mengden av fisk som torsk og lodde, og det er i denne rapporten også forsøkt å beskrive noen av mekanismene som påvirker disse sammenhengene. Mye tyder på at disse prosessene styres indirekte av endringene i temperatur, men at resultatene av variasjonene i stor grad er avhengig av gjensidig påvirkning og i noen grad fiskeriene.

Indeksen "tørrvekt av dyreplankton" er en robust områdeindikator for biomasse, og den representerer et gjennomsnitt for et stort geografisk område. Barentshavet er et oppvekstområde for flere kommersielle fiskearter som lever av dyreplankton. Viktige eksempler er ungsild og yngel av lodde, torsk, hyse, sei og uer.

Det kan observeres et nærmest omvendt forhold mellom lodde og dyreplankton, og variasjonene i målt dyreplankton-biomasse reflekterer godt variasjoner i loddebestandens størrelse (Kap 2.1.2). Det synes som om beiting på dyreplankton i 2008 har økt, og da kanskje særlig fra loddebestanden som nå er i sterk vekst, med en biomasse i 2008 på 4.4 millioner tonn (Kap 4.6.2). Da loddebestanden var lav i 1994–1995, var det en markert topp i mengden målt plankton.

delig økning av isfritt areal i øst og nord. Det har tidligere vært en periode med stort overfiske av torsk, men dette uregulerte, urapporterte og ulovlige fisket er nå betydelig redusert. Torskebestanden takseres nå (Kap 4.6.1) med de høyeste mengdeindeksene som er målt siden 1995 og 1998. Det er tegn til bedring i bestandene av blåkveite (Kap 4.6.3) og uer (Kap 4.6.4), selv om bestandene fortsatt er på et lavt nivå. Det er i det siste året publisert flere arbeider som viser at det nå er på plass en betydelig bedre forståelse av prosessene rundt fluktuationene i loddebestanden, særlig i forhold til dyreplankton (Kap 4.4), ungsild (Kap 4.5.1), torsk (Kap 4.6.1), sjøfugl og sjøpattedyr (Kap 4.8) og fiskeriene (Kap 2.1.2).

Målingene av sjøfugl (Kap 4.8.1) i 2008 bekreftet fjorårets signal om en betydelig hekksvikt i mange sjøfuglbestander langs kysten fra Lofoten til Finnmark, og flere sjøfuglbestander i dette området har vært i nedgang i lengre tid. Dette kan være indikasjoner på matmangel i deler av økosystemet, og dette tema er belyst ytterligere i årets rapport. Slik matmangel kan i sin tur påvirke tilgangen av mat for skaldyr, fisk og sjøpattedyr. Kolonier av sjøfugl er ofte nært knyttet til forekomst av pelagisk fisk og dyreplankton, og endringer i hekkebestander og ungeproduksjon vil derfor gi indikasjoner om endringer i produsert biomasse i de områder som ligger nært de forskjellige koloniene. Dette kan gi et tidlig varsel om hendelser i økosystemet, men det er i dag ikke etablert god nok kunnskap om dette.

Fordelingen av sjøpattedyr (Kap 4.8.2) synes å være knyttet til spesifikke byttedyr: knøl, vågehval og finnhval er assosiert med gytemoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen er assosiert med yngre lodde og kolmule.

Med den nye kunnskapen om sammenhengene mellom sild og lodde har man nå en bedre mulighet til å tilpasse forvaltningen i forhold til den samlede effekten som temperatursvingninger har på det biologiske mangfoldet, betydningen av mengdeforholdene mellom nøkkelarter og fiskerierienes betydning på systemet. Det er likevel viktig å slå fast at det til tross for ny forståelse av noen prosesser, så har andre prosesser som det per i dag er lite eller ingen forståelse av blitt utelatt. For å kunne forstå økosystemet tilstrekkelig, er det særlig viktig å finne fram til flere nøkkelarter, de som har de største rollene som drivkrefter i prosessene, og å forstå sammenhengene mellom disse artene og de øvrige delene av økosystemet. Et stort kunnskapshull må fylles for å kunne utvikle bunndyr og bunndyrsamfunn til funksjonelle indikatorer.

Det er ikke grunnlag i de utvalgte indikatorer til å trekke noen slutninger om endringer i biomasse og antall av bunnelvende dyr (Kap 4.7). Vi ser av rapporter fra MAREANO-programmet at det er store forskjeller i fordeling og mengde i forskjellige deler av Barentshavet. Det er per i dag ikke tilstrekkelig data til å kunne gå videre med å tolke betydningen av de observerte tilstandene, særlig i forholdet mellom bunndyr og pelagialen.

Overvåkingsgruppen bør derfor arbeide med å få frem kunnskap om hvordan de

ulike indikatorene kan påvirke hverandre og andre elementer i økosystemet i Barentshavet, og vurdere om noen indikatorer er viktigere enn andre i å gi innsikt og forståelse av sammenhengene i hele økosystem.

### 5.2.3 Trygg sjømat

Barentshavet er et viktig oppvekst og høstingsområde for norsk sjømat. Dette gjelder spesielt for den arten som tradisjonelt har betydning mest for norsk sjømatseksport nemlig norsk arktisk torsk. Det er også andre viktige arter som blir høstet direkte til humant konsum fra Barentshavet slik som reke, sei, kveite, blåkveite og hyse mens lodde er et viktig råstoff til fiskemel- og fiskeolje produksjon.

Sjømatstrykgheten i forhold til miljøgiftinnhold er avhengig av lokalt og langt transportert forurensningsnivå. Men i forhold til nivå i ulike fiskearter vil parametre som alder, vekt, sesong og hvilket trofisk nivå fisken høster på være avgjørende. Omfattende og grunnleggende studier av geografisk og sesongmessig variasjon (basisundersøkelser) er nødvendig for å kunne kjenne risikobildet. De grenseverdier som er etablert for humant konsum av sjømat (<http://eur-lex.europa.eu>) er basert på en blanding av vitenskapelig tilnærming og ALARA-prinsippet. Dette siste betyr at man setter grenseverdier så lavt som praktisk mulig.

For de miljøgifter som blir ansett som mest problematiske i forhold til at inntaket kan overskride de tolerable verdier fastsatt av FAO og WHO, er det i tillegg satt grenseverdier for grupper av matvarer. Det varierer mye hvilke miljøgifter som anses som problematiske i ulike sjømatprodukter.

For filet av mager fisk er kvikksølv ansett som den mest problematiske mens det for eksempel i torskelever er flere organiske miljøgifter som er problematiske, spesielt dioksin og dioksinlignende PCB. I skalldyr derimot er det ofte kadmiom og i noen tilfeller bly som er de miljøgifter som ligger nærmest grenseverdiene.

De indikatorartene som er valgt for Barentshavet relatert til sjømat er målinger av filet og lever av torsk, reker, lodde og polartorsk. Disse artene er viktige og det bør spesielt trekkes fram at det er vedvarende lave verdier av kvikksølv i torskefilet (under 0,1 mg Hg/kg). I torskelever hadde man i 2007 relativt høye verdier av dioksiner og dioksinlignende PCB. Her er det nylig satt en relativt lav grenseverdi på 25 ng TEQ/kg i forhold til det høye fettinnholdet det er i torskelever (ofte over 50 %). Denne blir det viktig å følge nøye med på videre slik at produkter med for høyt innhold ikke blir konsumert.

De andre artene som er med som indikatorer (reke, lodde, polartorsk) viser lave verdier av alle miljøgiftene rapportert her. Det er likevel viktig å presisere at indikatorbegrepet har klare begrensninger i forhold til trygg sjømat.

Vi har per i dag ikke med arter som blir enten gamle (blåkveite) eller spesielt store (kveite) som vi vet kan være problematiske i forhold til å være innenfor grensene for humant konsum for blant annet kvikksølv og dioksiner. Disse artene kan ikke vurderes gjennom målinger av andre arter som inngår i indikatorsettet og dagens system vil derfor ikke nødvendigvis fange opp problemer i forhold til trygg sjømat.

# 5.3

## Grunnlaget for evalueringen av økosystemet: De enkelte indikatorene



Planktonprøve. Foto: Tonje Castberg

De sentrale resultatene fra den indikatorbaserte overvåkingen i 2007 og 2008 kan sammenfattes i følgende punktliste:

- Høy, men synkende temperatur i vannet, iska nten langt mot nord, men noe økning av is, samt raskere smelting om våren i siste 10 års periode.
- Det meste av primærproduksjonen i sør og vest, men også betydelig produksjon ved iskanten, mengden av klorofyll viser endringer.
- Mengde dyreplankton er jevn i de ti siste årene, men nedgang i 2007 og 2008. Mest dyreplankton i sør og vest, men signifikant mindre i sentrale deler av Barentshavet i 2007 og 2008 enn i 2006.
- Nedgang for ungsild og kolmule i de siste 5 år, men noe ungsild igjen i Barentshavet.
- Gytebiomasse for torsk og lodde godt over tiltaksgrensene
- Høy kvote på torsk i 2009, og kvote for fiske etter lodde.
- Liten gjenoppbygging av andre bestander under tiltaksgrensen
- Bunndyr fordeler seg ujevnt med hensyn til mengde på ulike områder i Barentshavet.
- Bestanden av kongekrabbe øker, men lite krabbe vestover.
- Sjøfugl er i tilbakegang, og særlig alvorlig for lomvi og krykkje.
- Fordelingen av sjøpattedyr synes å være knyttet til byttedyr
- Flere marine arter av fisk er på Rødlisten.
- Innhold av fremmedstoffer og radioaktivitet er lavt med hensyn på sjømattrygghet for de utvalgte indikatorene, med mulig unntak av dioksin i torskelever.
- Generelt lave forurensningsnivåer i området, men fortsatt høye nivåer av POP og kvikksølv i topp-predatorer som isbjørn og sjøfugl, grunnet langtransportert forurensning.

### 5.3.1 Indikatorer for det fysiske miljø

Hovedkonklusjoner fra indikatorene for det fysiske miljøet er at temperaturen i vannet nå er i nedgang etter å ha økt gjennom de siste 10 år, og at isutbredelsen i Barentshavet øker noe etter at iskanten har trukket seg lengre nord både om vinteren og om sommeren i en årrekke. Isdekket om sommeren i 2007 var mindre enn noen gang, isdekkningen i november var den laveste siden 1951 og det ble behov for å lage en ny måleserie for å gi et bilde av isdekkning gjennom hele året. Denne måleserien viser at 2006 og 2007 var meget spesielle år med tidlig smelting av isen, mens 2008 viser en tilnærming til det normale i deler av året.

September 2007 ga en ny minimumsrekord for havis i Arktis. Det område som var sterkest påvirket var Nordpolbassenget mellom Alaska og Øst-Sibir, der et stort

område ble isfritt. Også i Barentshavet var 2007 et år med lite is på sommeren 2007, mens det samtidig var relativt mye havis i Framstredet vest for Svalbard. Som en følge av lite is i 2007, kommer det til å bli en økt andel av førsteårsis i forhold til flerårsis i polbassenget fremover.

Innstrømming av vann fra Atlanterhavet påvirker mengden av is, og variasjonen i innstrømming mellom år er betydelig. Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet har stor betydning for transport av egg, larver, og dyreplankton inn i Barentshavet. Transporten varierer i perioder på 3 – 4 år, og det er en trend i innstrømmingen for perioden 1997-2007 der det var mindre innstrømming tidlig i perioden, mer innstrømming midtveis og i de seinere årene er det målt en innstrømming nær gjennomsnittet.

Isen har i de tre siste årene smeltet raskere om våren og dette har gitt større arealer av isfritt vann om sommeren, selv om det er en tendens til mer is i 2008. Oppblomstringen av alger om våren påvirkes også av at det er store isfrie områder allerede før oppblomstringen starter og dette kan influere på artssammensetningen av alger.

Det er observert en nedgang i temperaturen både vest og øst i Barentshavet i 2008 og det er ventet at dette vil fortsette, slik at man kan se for seg en utflating av den generelle temperaturstigningen som følge av klimaendringene. Det er uvisst hvor lav temperaturen kan bli før den igjen vil øke.

Indikatoren for næringssalter sier noe om potensialet for produksjon (vintersituasjon) og resultatet av produksjon (sommersituasjon). En svak nedadgående trend i mengde næringssalter om vinteren, med en påfølgende økning i de tre siste år, kan tolkes som en forbedring av potensialet for primærproduksjon de siste tre årene.

Sommersituasjonen er vanskeligere å tolke fordi variasjonen fra år til år er stor, men den svake økningen av næringssalt i de øvre lag i atlantisk vann i de tre siste år sammen med en svak nedadgående trend i dypere lag kan tyde på en lavere produksjon som beites ned i betydelig grad.

### 5.3.2 Indikatorer for plankton

Indikatorene for planteplankton sier i hovedsak noe om hvor mye klorofyll a

det er i vannet til enhver tid. Dette er et tall som kan si noe om økosystemets evne til å produsere biomasse og noe om eventuell akkumulering av biomasse som ikke blir spist. Indikatorene for planteplankton ble i fjor utviklet videre, ved at målingene av klorofyll a ble benyttet som grunnlag for å modellere en samlet produksjon av biomasse gjennom året. Det er ikke gjort oppdateringer av disse beregningene i år, men det er ventet slike oppdateringer til neste år.

Det er en betydelig produksjon i iskanten etter som denne trekker seg mot nord og øst utover sommeren. Mengden klorofyll ved iskanten under isens smelting kan muligens gi en indikasjon på tilgjengelig biomasse for beitende dyreplankton, fisk, hval og bunndyr i denne delen av Barentshavet. Akkumulering av biomasse oppover i næringskjeden er viktig for hvor mye som kan høstes av kommersielle arter, men å måle klorofyll alene er ikke tilstrekkelig.

Det er i år gjort forsøk på å beskrive tidspunkt for våroppblomstring og resultater fra modellarbeid viser at det er stor geografisk variasjon innen ett år, samt at tidspunktet kan variere fra år til år i samme område.

Det meste av den årlige produksjonen skjer i det innstrømmende atlantehavsvannet i områdene i sør og vest, som er isfri hele året. Det er betydelige forskjeller i produsert biomasse fra planteplankton i Barentshavet over året i kalde og varme år, og dette skyldes først og fremst variasjonen i det isfrie arealet om vinteren, dvs. arealet av varmt, innstrømmende atlantehavsvann. Den samlede produksjonen i området som er dekket av is om vinteren er rundt det halve av dette nivået. Det er vanskelig å si noe om produksjonen i områdene som er dekket av is det meste av året.

Det er vanskelig å analysere artssammensetningen av planteplankton, mest fordi det kreves stor arbeidsinnsats i laboratorium. Det er stadig nye metoder i utvikling for å finne alternativer til tradisjonell mikroskopi, men utviklingen av disse metodene for bruk som verktøy for utvikling av en indikator er trolig ikke kommet langt nok.

Tidsserien av indikatoren for biomasse av dyreplankton er ikke presentert som en utbredelsesindikator, men er basert på gjennomsnittsverdier beregnet på grunnlag av en årlig horisontaldekning av dyreplanktonbiomasse som måles i august-september hvert år i forbindelse med Økosystemtokt Barentshavet. En del av tidsserien bør imidlertid kunne presenteres som en geografisk indikator når den er ferdig utviklet.

Artssammensetning av dyreplankton vil muligens kunne utvikles til en mer omfattende indikator alt etter hvordan man

metodisk velger å benytte artsmaterialet som opparbeides. I de senere årene er det gjort et økende antall observasjoner av mer varmekjære arter i forhold til tidligere i Barentshavet. I Nordsjøen og langs vestlandskysten til Møre har man nylig demonstrert et økt innslag av den sørlige og noe mer varmekjære hoppekrepsen *Calanus helgolandicus*. Denne arten er svært lik *Calanus finmarchicus* som normalt har vært den dominerende formen i dette området, slik den fortsatt er i Nordskehavet. Med varmere forhold i havet er *C. helgolandicus* forventet å spre seg med Atlanterhavsvann og kyststrømmene inn i mer nordlige havområder. Resultatene antyder at spredningen av denne sørlige hoppekrepsformen ennå ikke har nådd Barentshavet i særlig grad slik man for eksempel ser i Nordsjøen. Indikatoren er fremdeles under utvikling og det gjenstår å etablere en robust måte å fremstille et komplisert materiale slik at det ikke bare egner seg til forskning, men også dekker forvaltningens behov.

Utbredelsen av dyreplankton viser at det er klart mest dyreplankton i områdene sør og vest i Barentshavet. Indeksen over tørrvekt av dyreplankton er en robust områdeindikator i det den representerer et gjennomsnitt for et stort geografisk område. For eksempel reflekterer variasjonene i dyreplankton-biomasse godt loddebestandens størrelse. Det kan synes som om indikatoren har vært ganske stabil over de siste 10 år, men små endringer i tallverdiene representerer markante endringer som kan ha stor betydning for de bestandene som beiter på dyreplankton.

Det kan observeres en klar nedgang i mengde dyreplankton i 2007 og 2008 sammenlignet med årene før. Dette kan tolkes som om beiting på dyreplankton i 2008 har økt, kanskje særlig fra lodde siden denne bestanden nå er i sterk vekst. Det er foreløpig ikke observert lavere produksjon av planteplankton i systemet. Det er ikke indikasjoner på at nedgangen i mengde dyreplankton kan skyldes endringer i primærproduksjon, og det er derfor sannsynligvis en effekt av at loddebestanden har vokst. Store mengder 0-gruppe av torsk og gapflyndre kan også ha bidratt til en nedbeiting.

### 5.3.3 Indikatorer for fisk

For de tre indikatorene vi har for fisk som beiter på dyreplankton viser to, ungsild og kolmule, en nedgang i biomasse de siste 3-5 år, mens loddebestanden nå er i klar vekst og gir grunnlag for et fiske. Dette kan være et resultat som på to forskjellige måter støtter opp om en nedgang i biomassen av dyreplankton. Først ved at det er mindre dyreplankton i sør og vest og dette

kan føre til at kolmule og sild trekker ut av dette området. Den store mengden ungsild øst i Barentshavet i 2007 er betydelig redusert i 2008, men denne biomassen kan likevel bli værende der en lengre periode fordi veksten der vil være langsommere. Dette sammen med en økning i biomassen av lodde, fører sannsynligvis til en kraftig nedbeiting av dyreplankton i de sentrale områder. Det skal også merkes at ungsild både i vest og øst, vil kunne beite på lodde-larver i begge disse områdene etter årets gyting.

Utviklingen i loddebestanden i relasjon til de andre artene i systemet er beskrevet i et eget kapittel i rapporten, men kort kan sies at ungsild er en viktig predator på lodde-larver, og år med mye ungsild i Barentshavet har derfor gitt dårlig rekruttering av lodde. Denne effekten er så sterk at den har vært en hovedårsak til de tre kollapsene som har vært i loddebestanden siden midten av 1980-tallet. I 2004 var det mye ungsild i Barentshavet. Etter dette har nivåene i store trekk avtatt, og i 2008 var det svært lite ungsild i havområdet. Parallelt har loddebestanden gått fra lave nivå i årene 2003-2006 til en svak økning i 2007 og en betydelig økning i 2008. En av årsakene veksten i loddebestanden gjennom 2007 og 2008 er med andre ord sannsynligvis at store årsklasser av ungsild har vandret ut fra Barentshavet uten å bli erstattet av nye sterke årsklasser.

Sild begynner å spise lodde-larver når de er omtrent ett år gamle. Det har ikke vært høy rekruttering av sild i 2008, og store mengder ung sild kan derfor tidligst forekomme når sild født i 2009 blir ett år gammel. Dette skjer våren/sommeren 2010, og frem til dette kan en forvente god lodde-rekruttering og stor loddebestand. Tar det lenger tid før en får god rekruttering av sild, vil tiden med stor loddebestand kunne vare lenger.

Hvor lenge loddas gode kår vil vare, kan avhenge av temperaturutviklingen, fordi rekruttering av sild påvirkes betydelig av temperatur. Relativt høye temperaturer kan gi god rekruttering, mens kalde år gir dårlig rekruttering. Et relativt varmt år med god rekruttering av sild kan derfor gi dårligere kår for loddebestanden et år senere.

De store mengdene lodde en ser i Barentshavet har effekter på en rekke andre arter i økosystemet. Lodde er et viktig byttedyr for torsk. I 2008 har både totalbestanden og gytebestanden av torsk vokst, og den voksende loddebestanden er sannsynligvis en viktig årsak til dette.

En annen art som kan påvirkes er lomvi. Arten er spesialisert loddebeiter. Da lodde-



Bunnøyt, Slangeøstjerne. Foto: Lis Linda Jørgensen

bestanden kollapset i 1986, kollapset også lomvibestanden i Barentshavet.

Lodde lever av dyreplankton og kan ha betydelig effekt på mengden dyreplankton i Barentshavet. Effekten er så sterk at det er et nærmest omvendt forhold mellom dyreplankton og lodde, der år med mye lodde gir lavere nivå av dyreplankton og omvendt. Mengden dyreplankton har de to siste årene avtatt ganske kraftig, men det er usikkert hvor stor nedgang i produksjon av dyreplankton dette representerer.

Ung kolmule tilføres Barentshavet fra en ekstern kilde (hovedbestand i Norskehavet), men har en stor økologisk betydning som næringskonkurrent med sild og byttedyr for torsk. Dette igjen har stor betydning for vekst og bæreevne i torskebestanden, og dermed for hele økosystemet i Barentshavet. Mengden av ung kolmule i Barentshavet har avtatt gjennom de siste fem årene og dette kan tyde på at Barentshavet ikke er et viktig oppvekstområde for kolmule, selv med en økning i temperatur i vannet. Redusert innstrømming av Atlanterhavsvann kan også være en årsak til lavere mengde ung kolmule, selv om den mest nærliggende forklaring er sviktende gytebestand av kolmule, med påfølgende svikt i rekruttering.

Torsk er en viktig predator i Barentshavet. Den voksne torsken spiser mye småfisk av mange arter, hvorav lodde er den viktigste. Når loddebestanden er lav, så vil det påvirke torskens vekst, overlevelse i de første leveårene, kjønnsmodning og gytefrekvens. Den vil da beite mer på annen fisk som ungfisk av hyse, sild og torsk, og mer på dyreplankton og reke. Torsken blir også beitet på av sjøpattedyr.

Totalbestanden av torsk i Barentshavet er i svært god forfatning og ligger klart over føre var-grensene. Gytebestanden er økende og godt over langtidsgjennomsnittet. Det vitenskapelige rådet for fisket i 2009 understreker likevel at det er viktig å få slutt på all urapportert fangst. Det urapporterte fisket ble betydelig redusert fra 2006 til 2007 og det er et prioritert mål å få helt slutt på det. Gytebestanden til nordøstarktisk torsk i 2009 er beregnet til 840 000 tonn, og dette omtrent samme nivå som tidlig på 1990-tallet etter de strenge reguleringene.

Flere fiskebestander i Barentshavet er under tiltaksgrensen og tiltak er satt i verk for å gjenoppbygge disse bestandene. Disse tiltakene baserer seg på råd fra det internasjonale råd for havforskning (ICES). Beregninger som blir gjort av ICES for blåkveite indikerer at gytebestanden har vært på et lavmål siden sent på 1980-tallet, men en gradvis økning er observert. Rekrutteringen har vært stabil på et lavt nivå siden



begynnelsen på 1980-tallet, men de siste målene på rekruttering har også vist en økning. Assessmentet på blåkkeite er svært usikkert og det har hovedsakelig bare vært brukt som indikasjon på trender. Blåkkeita synes å bli vesentlig eldre enn det som før var antatt. Dette er også støttet opp av merkeforsøk.

Urbestandene i Barentshavet er svært nedfisket og for vanlig uer er dagens reguleringstiltak ikke tilstrekkelige for å hindre en fortsatt bestandsnedgang. ICES anbefaler stopp i alt direkte fiske, utvidelse av fredningen, og skjerpede bifangstreguleringer for trål. Det er viktig med et sterkt yngelvern for å sikre rekruttering og gjenoppbygging av bestanden.

Bestanden av snabeluer må gis forsterket vern gjennom forbud mot direkte trålfiske og stenging av områder, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lavest mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. For begge artene er beregningene svært usikre, og i fravær av definerte referansepunkter kan ikke disse bestandene evalueres fullt ut.

### 5.3.4 Indikatorene for bunndyr

Vi har fortsatt ikke en utviklet indikator for fisk og andre dyr som lever på og i bunnen. Det utvikles imidlertid flere måleserier som i hovedsak kommer fra koordinerte undersøkelser i Barentshavet i august og september. Havforskningsinstituttet har i de senere årene utviklet et Økosystemtokt i Barentshavet i fellesskap med det Russiske Havforskningsinstituttet "PINRO". Toktet involverer 5 forskningsbåter (3 norske og 2 russiske) og dekker hele Barentshavet i august-september hvert år. Toktet kalles "The Joint Annual Norwegian-Russian Ecosystem Survei" (forkortes til JAES i denne rapport). Bunndyr, bunnfisk, pelagisk fisk, plante og zooplankton, pattedyr, fugl og CTD blir registret. Det er derfor gode muligheter til å utvikle denne indikatoren i en økosystembasert sammenheng hvor oseanografi, og utbredelse av fisk og plankton kan ses i en sammenheng.

Både biomasse og antall individer av relativt store bunnlevende organismer ser ut til å være størst på en del viktige bankområder, i hovedsak rundt Bjørnøya og på Sentralbanken. Stort antall individer finner vi langs polarfronten, men den største biomassen finner vi i sørvest der det varme atlantehavsvannet strømmer inn i Barentshavet. Vi har fortsatt liten kunnskap om fordelingen av bunnlevende organismer sør og vest i Barentshavet og på bankene utenfor Lofoten.

De foreløpige resultatene fra de felles norsk-russiske økosystem toktene viser

fluktuasjoner i biomasse mellom år, men at biomasse-hotspots gjenfinnes år etter år i sørvestre deler av Barentshavet, på Spitsbergbanken, Sentralbanken, Storbanken og Gåsbanken samt i deler av nordøstlige Barentshavet. Hopen dypet har stabile lavere verdier sammenliknet med områdene rundt.

Indikatoren for utbredelse av korallrev, hornkoraller og svamptilstand inneholder en beskrivelse av artsrike habitater som er sårbare for fiskerier med bunnredskap. Flere områder hvor det er rapportert om korallrev er ikke skadeomfanget kjent (for eksempel på kontinentalsokkelkanten utenfor Sveinsgrunnen). Skadeomfanget er stort på det nordligste korallrevet, mens det er lite observerte skader på noen av de andre revene. Det kan konkluderes med at flere revområder sannsynligvis ikke er kartlagt, spesielt langs kontinentalsokkelkanten fra Røst til vest av Tromsøflaket.

En spesiell indikator for bunnlevende organismer er den introduserte arten kongekrabbe. Det er vanskelig å gi en vurdering av denne artens utbredelse i relasjon til økosystemet, siden den har vært forvaltet under et regime av oppbygging av bestanden for høsting. Først i de seinere år har det vært satt fokus på krabbens utbredelse i relasjon til skadelige virkninger på økosystemet.

Bestanden av kongekrabbe øker innenfor sitt utbredelsesområde. Tiltak er nødvendige for å hindre videre spredning av kongekrabben, og tiltak som allerede er satt i verk er å tillate fritt fiske vest for Nordkapp.

### 5.3.5 Indikatorene for sjøfugl

Sjøfugl blir ansett for å være unike indikatorer for det som skjer i det marine miljøet. De er synlige elementer i et miljø der de fleste dyr og planter lever godt skjult under havoverflaten, de er lette å telle og de samles ofte i produktive marine "hotspots". Indikatorene for sjøfugl har to funksjoner. Den første er å vise hvor mye tilgang på biomasse det er i de øvre vannmasser, den andre er å gi grunnlag for forvaltning av det biologiske mangfold av våre sjøfuglbestander.

Nesten alle indikatorene på sjøfugl viser en større eller mindre tendens til nedgang, både i de siste 10 årene og samlet over tidsperioden de har vært overvåket. Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, og det kan være et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs norskekysten. Det bør umiddelbart settes i gang undersøkelser for å avdekke årsakene til de negative bestandstrendene for arten. Dette

gjelder spesielt for koloniene på Vedøy og Hjelmsøy. SEAPOP arbeider med å utvikle bedre metoder til å overvåke de bestandene som hekker i skjul, så disse bestandskomponentene kan inkluderes i overvåkingsprogrammet.

Noen lokaliteter viser imidlertid andre tendenser, slik at bildet er noe vanskelig å tolke. Det er også vanskelig å si om avtakende fuglebestander skyldes lavere produksjon av byttedyr eller økt uttak av fiskeressurser av fiskeflåte og sjøpattedyr. Indikasjoner om at biomassen av planktonspisende fisk er i nedgang kan sies å samsvare med nedgang i biomasse av sjøfugl.

Lundebestanden på Røst (Hernyken) har vist seg å være avhengig av en god rekruttering av sildelarver som driver forbi for å ha en vellykket hekkesong. Selv om sildebstanden nå er stor er det ikke gitt at gytelsesongene og rekrutteringen av sildelarver er god. De to siste årene 2007 og 2008 har således vært svært dårlige, med fullstendig hekkesvikt for lundene på Røst som resultat. Lundene på Anda har en god tilgang på tobis fra en lokal bestand og kan supplere med dette i år med liten tilgang på sild. På Hornøy har lundene tilgang til både lodde og tobis og har derfor god tilgang på næring i de fleste år.

Sjøfugler som henter sin næring fra havoverflata er kjent for å være mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøfugl (f.eks. Monaghan 1996), og det er derfor ikke urimelig å anta at den observerte tilbakegangen i hekkebestandene av krykkje er relatert til næringsforholdene. Det kreves imidlertid målrettet forskning og overvåking av flere parametre for å belyse årsakssammenhengene.

Vurdering av indikatorene for bestandsutvikling siste 5 år og hekkesuksess viser klart at for krykkje er situasjonen langt fra tilfredsstillende. Det samme gjelder for lomvibestanden på Vedøya og Hjelmsøya. For Hjelmsøya viser tabell 4.8.1.3 en vekst på 32% for de siste 5 årene for lomvibestanden på Hjelmsøya. Bestanden er her var så lav de siste 5 årene (0,7-2,1 % av bestanden i 1984) at den prosentvise framgangen blir misvisende. Situasjonen for lomvi i nordnorske fuglefjell vurderes som svært kritisk. For lunde er situasjonen mht. bestandsutvikling siste 5 år negativ for enkelte bestander (Anda og Hornøy). Hekkesuksess siste 3 år er under tiltaks grensen.

### 5.3.6 Indikatorene for sjøpattedyr

Sjøpattedyr er toppredatorer i Barentshavet. Rundt 7 selarter og 17 hvalarter observeres jevnlig i havområdet, og de beiter på



Knølhval med den karakteristiske hvite sporen.

både bentiske (bunnlevende) og pelagiske (fritt svømmende) byttedyr. Indikatorene for sjøpattedyr er enda ikke fullt utviklet, men data fra økosystemtoktene i august og september er presentert som en indikator for utbredelse.

Årene som hittil har vært dekket av økosystemtoktet i Barentshavet har vært preget av økende innstrømming av varmt atlantehavsvann, samt lite lodde. Innsig av varmekjære delfinarter i 2006 kan være en respons til økt temperatur. Det er typisk at de varmekjære delfinartene er fiskespisende heller enn planktonspisende, slik at den trofiske strukturen blant de øvre trofiske nivåer kan endres noe med slike innsig.

Innledende analyser av romlig fordeling av de vanligste artene av sjøpattedyr og byttedyr viser at sjøpattedyrene fordeler seg i forhold til spesifikke byttedyr: knøl, vågehval og finnhval er assosiert med gytemoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen er assosiert med yngre lodde og kolmule.

Bardehvalenes fordeling i nord synes sterkt tilknyttet den nordlige fronten av loddefordelingen. Dette reflekterer nok at bardehval i nordlige Barentshavet beiter på zooplankton heller enn lodde, og at de unngår områder med høy tetthet av lodde pga av nedbeiting av byttedyr i disse områdene. Denne hypotesen støttes av fordeling av store zooplankton (krill og amfipoder) basert på data fra de samme toktene, som nettopp viser større tettheter i nordlige områder med lavt beitestrykk fra pelagisk fisk. Konkurransen mellom lodde og bardehval strukturerer i så fall den romlige fordelingen av bardehval i nord. I motsetning til de nordlige bardehvalene oppholder bardehval i sør seg i kjerneområdene til både sild og kolmule, noe som gjerne reflekterer predator-byttedyr-relasjoner.

Den økende loddemengden synes dermed ikke å ha hatt noen stor effekt på fordeling

av bardehval. Likevel er antall bardehvalindivider observert i 2008 redusert med 50-70% i forhold til 2007. Fordeling av bardehval observert i 2008 er relativt lik den fordeling vi har observert i perioden 2003-2007.

Bifangst av sjøpattedyr er et problem i mange områder og en indikator for dette i våre farvann er bifangst av nise. Nise er en fiskespisende tannhval som beiter i kystnære, grunne farvann, men også utover kontinentalsokkelen der vanddybdene er mindre enn ca 200 meter. I flere områder er bifangst av niser høyere enn lokalt bærekraftnivå, særlig i helt kystnære farvann med intensivt garnfiske. Det medfører lokal reduksjon i tetthet av niser som ofte kompenseres med innvandring fra åpent hav. Inntil populasjonsstrukturen (og avgrensning av lokale bestander) er avklart er det ikke mulig å vurdere i hvilken grad bifangst i utredningsområdet medfører reduksjon i biologisk mangfold. I 2006 ble det registrert bifangst av 149 niser, hvorav 77 niser fanget i statistikkområder som omfattes av Forvaltningsplan Barentshavet. I 2007 ble det registrert 166 niser bifanget.

### 5.3.7 Indikatorene for fremmede arter

Globalt sett er spredning av fremmede arter en av de største truslene mot mangfoldet i naturen. De fleste arter som blir invaderende blir det først etter en betydelig latensperiode hvor de holder seg på forholdsvis lave bestandsnivåer. Når og hvorfor arter blir invaderende er mye omdiskutert. Resultatet av en slik introduksjon er ofte at den naturlige sammensetningen av arter endres og som videre gir ubalanse i det lokale økosystemet. I verste fall fører dette til at stedegne arter utrykkes eller at næringsinteresser skades. I så fall vil denne indikatoren kunne påvirke mange av de biologiske indikatorene her.

Det ble i 2007 utgitt en liste over fremmede arter i norske områder og dette er også

en av indikatorene i Forvaltningsplanen. For fremmede arter er det en mangel på systematisk overvåking som kan fortelle noe om utviklingen. Det en vet er basert på tilfeldige observasjoner. For at denne indikatoren skal være operasjonell i forhold til forvaltningsplanen må det etableres permanent overvåking. Et forslag til hvordan denne overvåkingen kan etableres er under utvikling.

I denne rapporten er kongekrabbe og snøkrabbe brukt for å beskrive en innført art og en art som mest sannsynlig har vandret inn selv. Den raske veksten i bestandene av kongekrabbe og snøkrabbe tyder på at det bør legges vekt på å overvåke utbredelsen av disse artene. Det er mye som tilsier at snøkrabbe får en mer nordlig utbredelse i Barentshavet enn kongekrabben. Kongekrabbe har effekt på annen bunnfauna i områder hvor den er vel etablert. Det er uklart om effektene er permanente. Utbredelsen vestover langs kysten har ikke endret seg vesentlig i forhold til 2007, og det er kun fanget få enkeltindivider vest for Måsøy/Hammerfest – området.

### 5.3.8 Indikator for sårbare og truede arter

Ved revisjonen av Norsk Rødliste i 2006 kom en rekke marine arter med i vurderingen. Et betydelig antall marine arter ble listet som truede, deriblant flere fiskeslag og bestanden av kysttorsk. Dette betyr ikke at torsken som art er truet, men oppfølgingen er likevel et varsku om at kommersielle fiskebestander må følges opp på en hensiktsmessig måte.

Det er per i dag ikke mulig å uttale seg om rødlistede marine arter som sådan, da det kun eksisterer overvåkingsserier for noen av artene og bestandene det her er snakk om. I denne forbindelsen har Direktoratet for naturforvaltning etablert et prosjekt som Norsk institutt for vannforskning skal gjennomføre i samarbeid med Havforskningsinstituttet og som tar sikte på å gjennomgå Rødlista for prioritering av rødlistearter for overvåking i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten for videre bruk inn i en indikator.

### 5.3.9 Indikatorene for forurensning

Forvaltningen av Barentshavet har og bør fortsette å ha sterkt fokus på forurensning, spesielt på fremmede (menneskeskapte) stoffer som påvirker de biologiske prosessene og kan forringe kvaliteten av sjømat som høstes i havområdet. Resultater fra den pågående overvåkingen i forvaltningsplanområdet viser at nivået av slike stoffer ikke er faretruende høyt. Sjømat fra disse områdene er vurdert som trygg og arktiske områder er per i dag vurdert som lite forurenset. Arktiske områder er imidlertid mer sårbare for forurensning

enn andre områder. Dyr øverst i arktiske næringskjeder akkumulerer betydelige mengder fettløselige miljøgifter, kanskje spesielt fordi fett som opplagsnæring og isolasjon spiller en sentral rolle i arktiske dyrs evne til å overleve.

Et av temaene som ble tatt opp i forvaltningsplanen var å kunne belyse transporten av fremmedstoffer gjennom næringskjeden. Forurensningsindikatorer er derfor valgt slik at de dekker tilførsler av forurensning (atmosfæriske tilførsler, elvetilførsler og søppel) og forurensning i sediment, bunnlevende dyr, fisk, fugl, sel og isbjørn.

Forsøpling måles på tre mindre strandområder på Svalbard. Det er satt i system at strandområdene ryddes helt hvert år og alt søppel veies. Prosjektet er en del av MOSJ (Miljøovervåking av Svalbard og Jan Mayen) og har data siden 2001. Tendensen er at mengden søppel avtar, men det er trolig for lite data for å trekke noen konklusjon. Det har de senere årene vært stort fokus på lufttransportert forurensning, både generelt og på lokale "hot-spots" med høye konsentrasjoner av fremmedstoffer som akkumuleres i næringskjeden.

Konsentrasjonen av noen langtransporterte stoffer har avtatt i en periode. Dette gjelder blant annet PCB hvor det har vært en jevn nedgang fra tidlig 90-tall, men hvor man i de siste par årene på ny har observert økte konsentrasjoner. Dette kan være en effekt av klimaendringer. Det er grunn til å tro at konsentrasjonsnivået for enkelte "nye" forbindelser er økende, mens nivået av andre stoffer har vært stabilt de siste årene.

Tilførsel av fremmedstoffer ved avrenning fra norske elver synes å kunne variere mye, for eksempel gjelder dette kadmium. De siste årene har målte konsentrasjoner av kadmium i de fire elvene som grenser til forvaltningsplanområdet vært innenfor SFTs Klasse I (Ubetydelig – Lite forurenset). Pasvikelva, som ligger lengst øst ved grensen til Russland, er sterkt til meget sterkt forurenset av nikkel og kobber. Hovedkilden til dette er lufttransporterte forurensninger fra smelteverket i Nikel på russisk side. Forhøyede konsentrasjoner av nikkel og kobber i dette området er også dokumentert gjennom SFTs overvåkningsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 2007). Ellers var Altaelva og Barduelva moderat forurenset av kobber og krom i 2007 (SFTs tilstandsklasse 2, Moderat forurenset). Tanaelva hadde generelt de laveste konsentrasjonene av tungmetaller blant de nordnorske elvene i 2007.

Måling av fremmedstoffer i sediment inngår i flere overvåkningsprogram både langs

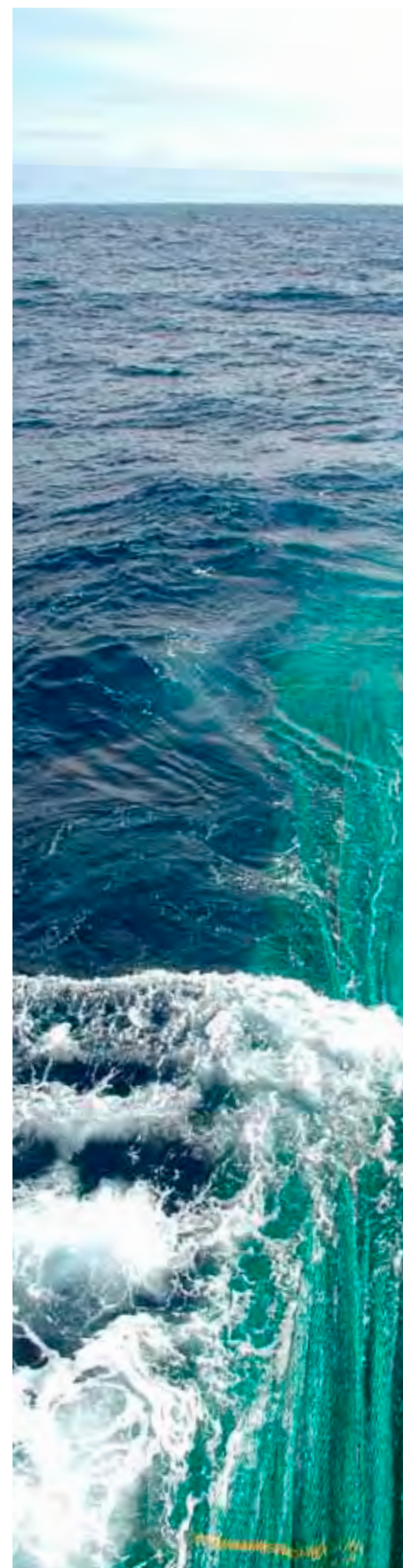
kysten og i havområdene. I tillegg ble det i 2006–2007 gjennomført undersøkelser i bunnsedimenter fra det sørlige Barentshavet som del av MAREANO-programmet. I forbindelse med leting etter petroleumsressurser er måling av fremmedstoffer i sedimenter inkludert både som en del av forundersøkelsene og som en del av den ordinære overvåkingen som settes i gang ved eventuell oppstart av aktivitet på et felt.

Undersøkelsene av overflateprøver fra havbunnen viser at både tungmetallnivåene og nivået av menneskeskapt radionuklides er lave, dvs. på eller nær naturlig bakgrunnsnivå. Tidstrendundersøkelser fra Malangsdjupet og Ingøydjupet indikerer at spesielt tilførsler av tungmetallene bly og kvikksølv har økt svakt over en periode på 50-70 år. Selv om nivåene fremdeles er lave så kan altså menneskelig påvirkning spores som følge av langtransportert forurensning. Konsentrasjonene av fremmedstoffer er også lave i prøver fra fjorder og kystfarvann i regionen. Nivåene av PAH målt i 2006 og 2007 i det sørlige Barentshavet er svært lave. Sedimentstasjoner i den sørlige delen av Barentshavet har lavere konsentrasjoner av PAH og THC enn det tidligere studerte området sør for Svalbard. Dette kan skyldes sedimentenes geokjemiske opprinnelse og naturlig lekkasje av fossilt brensel.

Offshoreundersøkelsene viser at det er generelt lave nivåer av metaller og THC i sediment nær de undersøkte feltene. Unntaket fra 2007 er et noe forhøyet nivå av THC i sedimentene på tre stasjoner på Snøhvit. Dette kan skyldes forurensninger i det vannbaserte boreslammet som ble benyttet. Det er behov for bedre kunnskap om naturlig bakgrunnsnivå, blant annet på grunn av mulig tilstedeværelse av naturlige lokale hydrokarbonkilder i de studerte områdene. Vurdering av innhold av miljøgifter i fisk og skaldyr er svært viktig for vårt konsum av fiskeprodukter og for eksporten av disse. Disse indikatorene belyser også hvordan fremmedstoffer transporteres gjennom næringskjeden. Det er vanskelig å si noe om generelle trender, da de forskjellige stoffene varierer mye i mengde og egenskap. For de fleste stoffer ligger målingene godt under de grenseverdier som er satt i EU for humant konsum.

Organiske miljøgifter i reker fra Barentshavet er funnet i svært lave konsentrasjoner. I pillede reker (spiselig del) ble det ikke funnet noen metallkonsentrasjoner over EUs grenseverdier. Konsentrasjonene som ble målt av sprøytemiddelrester i reker fra Barentshavet var enten under kvantifiseringsgrensen eller svært lave. Radioaktivt Cesium-137 i reker er målt fra 1993 og fram til i dag, og nivået av Cesium-137 er

lavt. Konsentrasjonen av arsen i 2008 er forholdsvis høy, både i pillede og hele reker (opp til 100 mg/kg våtvekt), men likevel på nivå med tidligere analyser av arsen i reker. Det er sannsynlig at arsenet stort sett foreligger i lite giftige organiske former. Konsentrasjonene av kadmium og bly er generelt høyere i hele reker enn i pillede, noe som skyldes akkumulering av disse stoffene i indre organer.



Det er i hovedsak ubetydelig forurensning av kadmium, kvikksølv, bly, PCB, DDT og HCB i blåskjell. Resultatene fra 2007 viste lave konsentrasjoner (i eller like over SFTs Klasse I) med unntak av kadmium på noen stasjoner. Årsaken er uviss, men naturlig høye bakgrunnsnivåer kan ikke utelukkes. På en stasjon i Varangerfjorden ble det registrert forhøyede verdier av kvikksølv, bly og PCB.

Data for torsk fra Barentshavet viser at ingen prøver av filet har konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium eller bly eller radioaktive isotoper over EUs grenseverdier. Konsentrasjonene har vært stabile i 2006, 2007 og 2008. Filet av torsk inneholder svært lave konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB. Når det gjelder radioaktivt Cesium-137 er det en nedadgående trend fra 1991 og fram til i dag. Analyserte tidsserier av miljøgifter i kysttorsk viser at trenden er nedadgående eller stabil. To stasjoner viste oppadgående trend, en for kadmium og en for kobber. I 2007 ble det målt lave konsentrasjoner (SFTs Klasse I).

Lever av torskeprøver tatt i 2008 hadde konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv og bly som lå på linje med resultater fra tidligere år. Torskelever fra Barentshavet har vist seg å ha et relativt høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB. Blant prøvene fra 2008 var det 4 av i alt 90 som hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over EUs nye grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt. All torsk med verdier over grenseverdien veide mer enn to kg. Det er en klar tendens til at konsentrasjonene av både PBDE og PCB7 i torskelever er høyest nær kysten og avtar nordover. Tilsvarende gjelder ikke for filet av torsk.

Det ble i 2008 også analysert for rester av sprøytemidler i torsk. Filetene havnet alle godt innenfor SFTs Klasse I, mens det i lever ble funnet kvantifiserbare mengder av DDT, HCB, HCH og toksafen. For HCB havnet 20 av 38 prøver i SFTs Klasse II (Moderat forurenset), men disse klassifiseringsgrensene tar ikke hensyn til alder, størrelse og fysiologisk tilstand på fisken. Klassifiseringen kan derfor gi inntrykk av at Barentshavet er mer forurenset av HCB enn man skulle forvente ut fra at det er lite jordbruk rundt Barentshavet.

Prøver av lodde har blitt analysert i 2007 og 2008. Nivåene av fremmedstoffer er generelt lave og godt under EUs øvre grenseverdier for både fisk og fødevarer. Det er en klar tendens til at konsentrasjoner av dioksin, dioksinlignende PCB, PBDE og PCB7 avtar jo lenger nord prøvene er tatt.

Når det gjelder radioaktivt Cesium-137 er det sporadisk analysert prøver av lodde fra 1992 og fram til i dag og nivåene er lave.

Polarorsk brukes ikke som menneskeføde, men har en viktig økologisk betydning i det arktiske næringsnettet. Den har derfor blitt en indikator på forurensning i Barentshavet og man satte i 2007 i gang arbeidet med å etablere et bakgrunnsnivå. Konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene og radioaktivt cesium-137 ser ut til å være noe lavere i polarorsk enn i lodde. Prøvene fra 2007 inneholdt kvantifiserbare nivåer av sprøytemiddelrestene klordan, toksafen, HCB og DDT mens konsentrasjonene av HCH lå under kvantifiseringsgrensen.

Det blir ikke foretatt systematiske innsamlinger av biologisk materiale for overvåking av miljøgifter og radioaktive isotoper i sjøpattedyr. Ut fra foreliggende informasjon tyder mye på at både grønlandssel, storkobbe og hvalross og vågekval har relativt lave nivå av organiske miljøgifter. Hos ringsel og kvithval fra Svalbardområdet er det påvist moderate nivå av organiske miljøgifter. I tillegg til sesongvariasjoner er det påvist tydelige regionale forskjeller hos artene. I 1993 ble det tatt prøver av Grønlandssel utenfor Novaja Zemlja. Resultatene viste lave verdier av radioaktivt cesium-137. Ringsel ble prøvetatt i Kongsfjorden på Svalbard i 1996 og 2004. Analyserte prøver viser en markert nedgang i både toksafen og PCB fra 1996 til 2004 og reflekterer sannsynligvis reduserte utslipp av disse stoffene. Nivåene ligger under grensen for effekter på reproduksjon og overlevelse.

Høye konsentrasjoner av miljøgifter i isbjørn har effekter på evnen til å tåle infeksjoner og funn viser at fremmedstoffer påvirker utviklingen av kjønnsorganer og kan hemme evnen til reproduksjon. Det er grunn til å være bekymret for helsesituasjonen til isbjørn i flere arktiske områder, blant annet på Grønland og Svalbard. Det er PCB og andre klorerte organiske forbindelser som utgjør den største faren. Det er mistanke om at innholdet av PCB kan påvirke hormonsystemet og dermed medføre feil utvikling av viktige funksjoner som immunforsvar og reproduksjonsevne. PCB-belastningen i fettvev hos isbjørn på Svalbard viser en nedadgående trend, noe som forhåpentligvis skyldes redusert bruk av PCB i industrien. Det synes imidlertid som nedgangen er mindre i slutten av perioden enn i begynnelsen, noe som kan tyde på at nivået av PCB i Svalbard-området har flatet ut og nådd en balanse med den nåværende, globale tilførselen av PCB. Tiltak bør derfor vurderes for å redusere

dette problemet ytterligere. I 2004, 2005 og 2007 ble det tatt prøver av isbjørn for analyser av radioaktivt cesium-137 i nyrer og kjøtt, resultatene viste lave forekomster av radioaktivt cesium-137.

Polarlomvi blir ikke systematisk overvåket for miljøgifter, men det ble tatt prøver på Bjørnøya og i Kongsfjorden på Svalbard i 1993, 2002/2003 og 2007. Nivåene av miljøgifter funnet i egg fra polarlomvi er for alle undersøkte stoffer under grenseverdiene for effekter på reproduksjon og/eller overlevelse. Flertallet av klorerte organiske forbindelser (pesticider, toksafener, PCB-er) var signifikant lavere fra 1993 til 2002/2003 og fra 2002/2003 til 2007. Alle de klorerte organiske forbindelsene, med unntak av HCB og  $\beta$ -HCH var signifikant lavere i 2007 sammenlignet med 1993. Av de bromerte flammehemmerne var de polybromerte difenyletere (PBDE) også signifikant lavere fra 1993 til 2007. Forskjellene mellom 1993 og 2002/2003 var signifikant for noen av PBDE-ene, mens ingen var signifikant forskjellige mellom 2002/2003 og 2007. Dette indikerer at nivåene av bromerte flammehemmere begynner å stabilisere seg. HBCDD-konsentrasjonene var på et stabilt nivå gjennom hele tidsperioden. Det ble i 2006 analysert for radioaktivt cesium-137 i nyrer og kjøtt av polarlomvi og resultatene viser lave forekomster av radioaktivt cesium-137.

Det er fortsatt store kunnskapshull når det gjelder transport, akkumulering og effekter av helse- og miljøfarlige kjemikalier og radioaktive stoffer. Økt kunnskap om samvirkende effekter av ulike helse- og miljøfarlige kjemikalier - og mellom miljøgifter og andre påvirkninger (som for eksempel klimaendringer) er nødvendig. Tidsseriene er foreløpig ikke gode nok og stasjonsnettet bør utvides geografisk. Den pågående overvåkingen i området kan koordineres bedre enn det som er tilfelle nå.

# Kapittel 6

Videre arbeid





## Koordinering og samordning av overvåking

Overvåkingsgruppen skal løpende koordinere gjennomføringen av overvåking i havområdet i tilknytning til forvaltningsplanen, sammenstille overvåkingsresultater og vurdere informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser.

Rapporten fokuserer i hovedsak på følgende punkter:

- sammenstille overvåkingsresultater, og
- vurdere resultatene i forhold til fastsatte indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser og gi en samlet vurdering av status og utvikling.

Disse vurderingene utgjør kjernen av rapporten hvert år, men suppleres av bl.a. temaartikler. I tillegg til dette skal overvåkingsgruppen også svare på en lang rekke andre punkter som er listet i mandatet fra styringsgruppen. I det følgende gis en oversikt over det arbeidet overvåkingsgruppen har utført, og vil prioritere fremover, innen disse andre punktene.

Overvåkingsgruppen har i perioden siden 1. mars 2008 hatt 6 møter, hvorav alle har hatt videooverføring til en eller flere lokaliteter. Vertskap for møtene har gått på rundgang mellom medlemmene i gruppen. Overvåkingsgruppen har prioritert å fremskaffe informasjon som dekker behovene til de indikatorene som er skissert i forvaltningsplanen. Dette innebærer også et aktivt arbeid fra gruppens medlemmer overfor sine egne institusjoner og samarbeidspartnere, for å sikre at slik informasjon blir samlet inn fra de tilgjengelige overvåkingsplattformer.

Overvåkingsgruppen har vurdert det slik at de pågående aktiviteter, spesielt feltaktiviteter, er tilstrekkelig til at nødvendig informasjon kan samles inn gjennom prioritering av innsats. Det er behov for å øke mengden innsamlet informasjon etter hvert, men opparbeiding av materiale må gis prioritet slik at informasjonen faktisk kan gjøres tilgjengelig for de respektive indikatorene.

### 6.1.1 Økosystemtokt

Som det er vist til i kapittel 3.2 er økosystemtoktet til Havforskningsinstituttet en av de mest omfattende plattformene for overvåking i åpent hav, riktignok sammen med andre fartøybaserte undersøkelser på andre tider av året. Overvåkingsprogrammer som Miljøgifter langs kysten (CEMP), Tilførselsprogrammet, Elvetilførselsprogrammet (RID), RAME,

NIFES program for overvåking av sjømat, SEAPOP, MOSJ, og MAREANO er også av stor viktighet for den informasjonen som det er nødvendig å samle inn. Overvåkingsgruppen finner at det er tilstrekkelig kontakt med disse programmene gjennom gruppens medlemmer til at bestillinger når frem på en god måte.

Overvåkingsgruppen har ikke tatt stilling til om noen av disse undersøkelsene trenger å revideres. To felt som kunne lagt til rette for overvåkingsgruppens råd ville være på indikatorene for bunndyr og bunnsamfunn og indikatorene for truede og sårbare arter og fremmede arter. I det siste tilfellet er det satt i gang prosjekter utenfor arbeidet med oppfølging av forvaltningsplanen som innen rimelig tid vil dekke nødvendig informasjon om disse indikatorene. Overvåkingsgruppen har derfor ikke bedt om egne aktiviteter på dette felt og avventer disse prosjektene. Overvåkingsgruppen finner det imidlertid svært bekymringsfullt at Havforskningsinstituttet gjennom det nasjonale toktprogrammet har gitt signaler om at økosystemtoktet om høsten ikke vil bli gjennomført i 2009. Dette vil bety en dramatisk mangel på informasjon for en rekke av indikatorene og overvåkingsgruppen kan vanskelig se at det vil bli mulig å levere en god oppdatering av indikatorene i 2010 under disse forutsetningene. Dette viser også noe av svakheten i mandatet til overvåkingsgruppen ved at gruppen ikke er gitt noen myndighet til å påvirke medlemsinstitusjonene til å utføre en bestemt overvåkingsvirksomhet. Overvåkingsgruppen vil på vanlig måte sende bestillinger til de ansvarlige institusjonene, men kan vanskelig gjøre annet enn å konstatere at informasjon eventuelt mangler i neste års rapport.

### 6.1.2 Koordinering av aktivitet

Det er likevel viktig å peke på at det samarbeid som faktisk pågår mellom overvåkingsgruppens medlemmer i særlig stor grad har bidratt til å koordinere overvåkingsvirksomhet. Det personlige samarbeidet har bidratt til å etablere et nettverk av forskere og forvaltere som på en effektiv måte har oversikt over tilgjengelig kun-

skap og som på en enkel måte kan fremskaffe nødvendig informasjon som finnes tilgjengelig hos de respektive medlemsinstitusjoner. På denne måten synes det som overvåkingsgruppen bidrar til koordinering av pågående virksomhet på en god måte.

Gruppens personlige medlemmer er i stor grad involvert i de respektive institusjoners overvåkingsaktivitet, og det er overvåkingsgruppens vurdering at dette skulle være tilstrekkelig til å oppnå den nødvendige koordinering av pågående overvåkingsvirksomhet opp mot forvaltningsplanens behov. Alle tre medlemmer av sekretariatet er således også medlemmer av faggruppen innen Havforskningsinstituttet som er ansvarlig for planlegging av økosystemtoktet og to av dem har dedikerte oppgaver innen denne planleggingen. Sekretariatet og gruppens enkeltmedlemmer er i tillegg medlemmer av en lang rekke nasjonale og internasjonale arbeidsgrupper med relevans for gruppens arbeid. Overvåkingsgruppen kan likevel vanskelig påvirke overordnede prioriteringer på instituttnivå.

Overvåkingsgruppen har også medlem fra universitetsmiljøet gjennom forsker-nettverket ARCTOS og dette sikrer en betydelig grad av koordinering opp mot den frie, prosjektrelaterte forskning i nordområdene.

Det vil være viktig for overvåkingsgruppen å koordinere sin virksomhet med andre internasjonale prosesser som pågår, og her vil OSPAR og ICES sitt arbeid med økologiske kvalitetsmål og EU sitt arbeid med vannrammedirektivet og andre direktiv som påvirker de marine økosystem være av betydning for gruppens arbeid.

## 6.2

## Vurdering av systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser



Kongsfjorden. Foto: Padmini D

Forvaltningsplanen skal sikre et bedre grunnlag for å gjennomføre en helhetlig forvaltning. Dette innebærer blant annet opprettelsen av et system for samordnet overvåking av økosystemets tilstand ut fra et sett med representative indikatorer, for å kunne evaluere om målene som er satt i Forvaltningsplanen blir nådd. Konklusjonene overvåkingsgruppen trekker om tilstanden i Barentshavet på bakgrunn av indikatorene danner et viktig grunnlag for dette evalueringsarbeidet. Selve målevalueringen gjøres av Faglig forum.

Indikatorene som er gitt i Forvaltningsplanen er delvis hentet fra "indikatorrapporten" og delvis nye. En viktig oppgave for overvåkingsgruppen har vært å vurdere hvordan de foreslåtte indikatorene og referansenivåene fungerer i forhold til overvåking av havområdet. De aller fleste indikatorene fra Forvaltningsplanen er presentert i denne rapporten. Noen få er ennå ikke utviklet tilstrekkelig fordi de enten mangler overvåkingsserier eller fordi det er uklart hvilke overvåkingsparametre som bør brukes.

I tabell 6.2.1 er det gitt en skjematisk oversikt over hvordan det er vurdert at indikatorene, utenom indikatorene for forurensning, fungerer i årets rapport. En skjematisk vurdering av indikatorene for forurensning er gitt i tabell 6.2.4.1.

### 6.2.1 Indikatorsystemet

Hver indikator og flere indikatorer i sammenheng skal kunne si noe om økosystemets tilstand og funksjonalitet, og i tillegg indikere hvorvidt forvaltningen av ressursene, miljøet og økosystemet er i henhold til oppsatte mål. I denne rapporten er det derfor forsøkt å gi vurderinger av hvordan indikatorene fungerer i henhold til disse

kravene, og eventuelt hva som gjenstår av utvikling for å komme dit.

De fleste av indikatorene er enda ikke godt nok utviklet til å dekke alle disse aspektene. Flere av indikatorgruppene har nå vært gjennom en betydelig revisjon og utvikling. Spesielt gjelder dette indikatorene for forurensning og sjøfugl. Det gjenstår en del arbeid med bearbeiding og presentasjon før alle indikatorene fremstår i en form som er hensiktsmessig. Særlig er det i for liten grad satt annen kunnskap relatert til indikatorene inn i sammenheng med indikatorene. Det mangler også data for mange av indikatorene, både geografisk, over tid og for enkelte parametre. Et eksempel er indikatorene "forurensning i grønlandssel" hvor overvåking av miljøgifter ennå ikke har blitt satt i gang.

"Indikatorrapporten", som var utgangspunktet for utvelgelsen av indikatorer, gir et godt grunnlag for å vurdere hensikten med de fleste indikatorene og hvilke vurderinger som bør gjøres opp mot indikatorene.

Evalueringen av indikatorene forsøker å ta opp i seg føringene som er gitt i de innle-

dende kapitlene i denne rapporten, særlig kapitlene om økosystembasert forvaltning. I neste rapport (2010) ønsker vi å ha et særlig fokus på evalueringen av verdifulle og sårbare områder, og indikatorene er i denne rapporten også forsøkt vurdert i denne sammenheng. Vurderingene i denne rapporten har gått gjennom en omfattende behandling av gruppens medlemmer.

De fleste av indikatorene er nå på plass og blir rapportert. Overvåkingssystemet begynner å gi tilstrekkelig informasjon til å trekke noen slutninger i samsvar med det som etterspørres i forvaltningsplanen. Flere av indikatorene er ennå under utvikling, men dette synes i hovedsak å være knyttet til to nivåer av utvikling: indikatorer som ennå ikke oppfyller kravene til å fungere som indikator og indikatorer som fungerer men kan utvikles videre.

Overvåkingsgruppen finner likevel at det er nødvendig å trekke inn annen informasjon som presenteres, blant annet den felles norsk-russiske ressurs- og miljørapporten og annen statusrapportering som foretas av de enkelte instituttene og av andre overvåkingsprogrammer.

Tabell 6.2.1 Status for indikatorene	Vurdering	Problem	Konklusjon
4.1. Havklima			
4.1.1 Isutbredelse i Barentshavet	Fungerer	Nei	Ingen
4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringsalter i faste snitt	Fungerer	Nei	Ingen
4.1.3 Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet	Fungerer	Nei	Ingen
4.2. Iskanten			
4.2.1 Planteplanktonbiomasse ved iskanten	Bør videreutv	Mangler modellkjøringer	Ingen
4.3. Planteplankton			
4.3.1 Tidspunkt for våroppblomstring	Under utv	Mangler metodikk	Ingen
4.3.2 Planteplanktonbiomasse uttrykt som mengde klorofyll <i>a</i>	Under utv	Mangler modellkjøringer	Ingen
4.3.3 Artssammensetning	Under utv	Mangler data/metodikk	Ingen
4.4. Dyreplankton			
4.4.1 Dyreplanktonbiomasse	Bør videreutv	Mangler vinter/vårdata	Ingen
4.4.2 Artssammensetning	Under utv	Mangler data/metodikk	Ingen
4.5. Fiskebestander det ikke fiskes på			
4.5.1 Biomasse og utbredelse av ungsild	Fungerer	Nei	Ingen
4.5.2 Biomasse og utbredelse av kolmule	Fungerer	Nei	Ingen
4.6. Fiskebestander det fiskes på			
4.6.1 Gytebestand hos torsk	Fungerer	Nei	Tiltak ikke nødvendig
4.6.2 Gytebestand hos lodde	Fungerer	Nei	Tiltak ikke nødvendig
4.6.3 Gytebestand hos blåkkeite (gjenoppbygging)	Under utv	Mangler data	Ingen
4.6.4 Gytebestand hos vanlig uer (gjenoppbygging)	Under utv	Mangler data	Ingen
4.6.5 Gytebestand hos snabeluer (gjenoppbygging)	Under utv	Mangler data	Ingen
4.7. Bunnlevende organismer			
4.7.1 Artssammensetning og mengde av bunndyr og fisk i forskningstrål	Bør videreutv	Må standardiseres	Ingen
4.7.2 Utbredelse av korallrev og svamptilfunn	Under utv	Mangler data	Ingen
4.7.3 Forekomst av kongekrabbe	Fungerer	Nei	Tiltak nødvendig
4.8. Sjøfugl og sjøpattedyr			
4.8.1 Romlig fordeling av sjøfuglsamfunn	Under utv	Mangler metodikk	Ingen
4.8.2 Sjøfugl			
4.8.2.1 Bestandsutvikling hos lomvi	Fungerer	Nei	Tiltak nødvendig
4.8.2.2 Bestandsutvikling hos lunde	Fungerer	Nei	Tiltak ikke nødvendig
4.8.2.3 Bestandsutvikling hos polarlomvi	Fungerer	Nei	Tiltak ikke nødvendig
4.8.2.4 Bestandsutvikling hos krykkje	Fungerer	Nei	Tiltak nødvendig
4.8.3 Romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn	Under utv	Nei	Ingen
4.8.4 Bifangst av nise	Bør videreutv	Mangler data/metodikk	Ingen
4.9. Fremmede arter			
4.9.1 Forekomst av fremmede arter	Under utv	Mangler data/metodikk	Ingen
4.10. Sårbare og truede arter			
4.10.1 Rødlistede arter	Under utv	Mangler data/metodikk	Ingen

### 6.2.2 Indikatorer for det fysiske miljø og plankton

Det er ikke satt miljøkvalitetsmål for indikatorene for det fysiske miljø, men indikatorene gir det samme bilde av situasjonen som flere utredninger angående klimændringer i området. Det betyr sannsynligvis at indikatorene gir et godt nok bilde

av situasjonen og de endringer som kan observeres i det fysiske miljø.

Indikatorene for plankton er under videre utvikling og spesielt viktig er det at modellering har gjort det mulig å beregne total produksjon av planteplankton gjennom året. Det er behov for å utvikle indikatorene

videre med tanke på geografisk fordeling og samlet produksjon av dyreplankton. Det vil også være viktig å utvikle en måleserie for dyreplankton om våren.

Drift av egg, larver og yngel er ikke eksplisitt berørt i noen av indikatorene, men verdifulle og sårbare områder som kyst-



områder og polarfronten er svært viktig i denne sammenhengen. Indikatoren for innstrømmende atlantisk vann kunne med fordel ha blitt utviklet til en generell innstrømmingsmodell som inkluderer drift av egg, larver og yngel. Også fremmedstoffer som transporteres med vannmassene kunne vært tatt med i en slik indikator.

### 6.2.3 Indikatorene for bunndyr, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr

Indikatorene for fisk fungerer bra for noen arter, men for artene som er under oppbygging er det mye arbeid som gjenstår. Dette skyldes at ICES ikke har tilstrekkelig data til å gjennomføre en god nok rådgivingsprosess på disse artene. Det bør vurderes om de angitte indikatorene er tilstrekkelig til å beskrive økologiske relasjoner mellom arter og mellom fisk og plankton. Det bør også vurderes om indikatorene for fisk skal utvides med indikatorer for larver eller yngel.

Indikatorene for bunnlevende dyr er ikke utviklet slik at de oppfyller kravene til indikatorer. Det vil bli arbeidet med disse indikatorene og overvåkingsgruppen ønsker å bidra med innspill til rask utvikling av disse indikatorene. Det foreligger kart, og videomateriale for vurdering av skadeomfang fra enkelte korallrev. Flere områder med potensielle rev vil bli kartlagt under MAREANO.

Indikatorene for sjøfugl har vært gjennom en betydelig revisjon og fremstår i dag med god informasjon. Det vil enda kunne gjøres forbedringer i koblinger av disse til indikatorene for produksjon og biomasse.

Indikatorene for fremmede og sårbare arter vil bli revidert på bakgrunn av arbeidet med etablering av overvåkingsprogram for rødlistearter og fremmede arter. Dette arbeidet vil resultere i reviderte indikatorer i neste rapport.

### 6.2.4 Indikatorene for forurensning

Indikatorene for forurensning i åpent hav er underlagt et større arbeid for å tilpasse måleserier til de foreslåtte indikatorene og utvikle utvalget av måleserier i indikatorene slik at det samsvarer med de undersøkelsene som faktisk gjennomføres (Figur 6.2.4.1 Tabell over forurensningsindikatorer). Forurensningsindikatorer underlagt nasjonale overvåkingsprogrammer som er operative nær fastlandet fungerer godt. For flere av forurensningsindikatorer eksisterer det i tillegg et behov for å innhente nye eller mer omfattende data.

Indikatoren "søppel langs kysten" fungerer, men trenger å utvikles videre. Den er en god indikator på om uakseptabel forsøpling finnes og vil over tid kunne si noe om

hvilken vei utviklingen går. Tiltaksgrensen "uakseptabel forsøpling" er ikke målbar og bør endres. Det er behov for å utvide innsamlingen til flere utvalgte områder, helst også noen på kysten i Troms/Finnmark. Indikatoren må utvikles for å kunne si noe om hvor søppelet kommer fra. For eksempel har ikke Norge noe skikkelig system for rapportering fra mottaksordningene for avfall fra skip. Plast i det marine miljø er et stort problem i mange havområder, men omfanget på dette problemet i Barentshavet er lite kjent.

Målinger av atmosfærisk tilførsel på Zepelin-fjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard fungerer, men er bare representativ for området rundt Svalbard. Siden målingene her gjennomføres over lang tid har man et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er imidlertid klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk. Etablering av tilsvarende målestasjoner på Bjørnøya, Andøya og Jan Mayen vil være en betydelig forbedring av systemet. Ettersom hovedkilden til forurensning i Arktis er langtransporterte miljøgifter via luft og vann bør utbygging av dette stasjonsnettet prioriteres. I forbindelse med Tilførselsprosjektet vil det i 2009 sannsynligvis opprettes en ny målestasjon i nord for målinger i luft og vann.

Målinger av elvetilførsler i Nord-Norge fungerer godt. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er behov for å utvide aktiviteten, og en betydelig forbedring vil derfor være å etablere tilsvarende målestasjoner på Bjørnøya, Jan Mayen og på fastlandskysten (Finnmark eller Troms) for å dekke den geografiske gradienten Barentshavet spenner over. Elvetilførselsprogrammet bør utvides til å gjelde andre miljøgifter enn tungmetaller, PCB og lindan. Programmet har begrenset prøvetaking og fanger for eksempel ikke opp flommer. Siden nordområdene sannsynligvis kommer til å oppleve den største lokale oppvarmingen som følge av globale klimaendringene de neste 50-100 år, er det spesielt viktig å følge opp vannkvaliteten i dette området (bl.a. pga. tining av permafrost med påfølgende nedbrytning og eksport av organisk materiale).

Indikatoren "Konsentrasjon av miljøgifter i sediment" med målinger i Nord-Norge fungerer godt. Innsamlingen er en del av CEMP-programmet og langsiktige målinger gir et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Overvåkingen begynte i 1992, men sediment på samme stasjon har bare blitt undersøkt to ganger. Dette er ikke nok for en tidsanalyse. For å kunne

gradere resultatene geografisk vil en klar forbedring være etablering av tilsvarende stasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen, Jan Mayen og ellers offshore. Offshoreundersøkelsene, Havforskningsinstituttets undersøkelser og undersøkelser utført som en del av MAREANO-prosjektet fungerer godt. Det er behov for bedre kunnskap om naturlig bakgrunnsnivå, bl.a. på grunn av mulig tilstedeværelse av lokale kilder for hydrokarboner i de studerte områdene.

### 6.2.4.1 Indikatorene for trygg sjømat

Det finnes fremdeles lite data for å kunne vurdere langtid utviklingen i nivå av miljøgifter i sjømatprodukter fra Barentshavet. Det er forholdsvis få prøvepunkter som er tatt i det store havområdet og det er foreløpig få år som er dekket, med unntak av torsk. Indikatoren mangler dessuten en del arter som er viktige med hensyn på sjømattrygghet. Fiskearter som for eksempel kveite og blåkveite kan bli gamle/store og kan akkumulere relativt høye konsentrasjoner av miljøgifter, og det bør vurderes å inkludere disse i indikatoren.

Indikatorene forurensning i torsk og kysttorsk med målinger i Barentshavet og Nord-Norge fungerer godt. Målingene er i ulike program gjennomført over lang tid. Det er etablert et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer, både for miljøgifter og radioaktivt Cesium-137. Det er også her behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk, ved overvåking av mer eller mindre stedbundne torskebestander. Etableringen av tilsvarende kyststasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen vil være en klar forbedring.

Reker er en viktig indikator i forhold til sjømattrygghet for metaller, spesielt kadmium og arsen. Det har blitt tatt prøver av reker i 2007 og 2008 for å fylle hull i forurensningsindikatoren i forhold til det som etterspørres i forvaltningsplanen. Tidsserien på reker er som for mange av indikatorene kort, men for metaller har vi også et uttak i 1995 slik at det holder på å bli en verdifull tidsserie på denne indikatoren.

Prøvetaking av blåskjell utføres som en del av CEMP-programmet og fungerer godt. Ved at målingene gjennomføres over lang tid, etableres det et godt grunnlag for å vurdere trender og forandringer. Det er imidlertid et klart behov for å utvide aktiviteten for å kunne gradere resultatene geografisk, ved overvåking i andre områder. En forbedring vil derfor være å etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen, Jan Mayen og ellers offshore.

Arbeidet med indikatorene lodde og polartorsk er nettopp startet. Lodde er en viktig

Tabell 6.2.4.1

Forurensningsindikatorer og måleserier som inngår i disse. Tabellen er en oppdatering av Figur 3.1 i forvaltningsplanen. Tabellen gir en oppsummering av hvordan indikatorene for forurensning fungerer.

Forurensningsindikator	Abiotiske			Biotiske									
	Sediment	Atm.tilførsler	Elvetilførsler	Tang	Blåskjell	Reke	Lodde	Polartorsk	Torsk	Polarlomvi	Grønlandssel	Ringsel	Isbjørn
<b>Metaller:</b>													
Hg	f	f	f	f	u	u	u	f	f		m	u	u
Pb	f	f	f	f	u	u	u	f	f				
Cd	f	f	f	f	u	u	u	f	f				
Cu	f	f	f	f	u	u	u	f					
As	f	f	f		u	u	u	f					
<b>Organiske miljøgifter:</b>													
TBT	f			f					f				
PAH	f	f							f				
THC	f			u									
PCB	f*	f	f	f	u	u	u	f	f		m	f	f
Dioksinliknende PCB		m			u	u	u	f			m	u	u
DDT	f*	f		f	u	u	u	f	u		m	u	u
Toksafen		m		f	u	u	u	f	f		m	u	u
Klordan		f			u	u	u	u	u		m	u	u
HCH	f*	f	f	f	u	u	u	f	u		m	u	u
HCB	f*	f		f	u	u	u	f	u		m	u	u
BFH	m	u		m	u	u	u	u	f		m	u	u
PFAS	m	u			u	u	u	u	f		m	m	u
<b>Radioaktive stoffer:</b>													
Radioaktivitet	f			f	u	u	u	u	f				f

f = Finnes måledata fra flere år og et eller flere steder/områder  
u = Finnes enkelte måledata (under utvikling), inkluderer bla. orienterende undersøkelser  
m = Måles ikke, men er ønsket  
\*= Måles kun kystnært

indikator i forhold til å vise renhet i råstoff som anvendes til fiskemel og altså fiskefôr som videre er forutsetningen for vår oppdrettslaks. Polartorsk er mer en viktig økologisk art enn en viktig art for direkte humant konsum. Men siden den er mat for både torsk, sel og hval kan den indirekte påvirke innholdet av miljøgifter i human kost. For begge arter har vi en kort men tett tidsserie og indikatorene fungerer godt.

#### 6.2.4.2 Indikatorene for miljøgifter i næringskjeden

Ettersom det ikke eksisterer systematisk overvåking av miljøgifter i sjøpattedyr finnes det heller ikke tidsserier med sammenlignbare verdier. Grønlandssel og vågehval er hhv mest tallrike sel- og hvalart i Barentshavet. Begge arter beskattes kommersielt og standardisert prøvetaking for overvåking av miljøgifter kan muligjgjøres. Dersom nivåer av ulike stoffer skal overvåkes er det avgjørende å etablere strenge innsamlingsprosedyrer. Ulike kjønns- og aldersgrupper vil eksempelvis ha ulike nivåer i tillegg til at sesongmessige variasjoner kan være store avhengig av størrelsen på spekklaget.

Ringsel er en sirkumpolar art som Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) anbefaler overvåket for miljøgifter. Arten har dårlig evne til å omsette

miljøgifter og kan derfor være en godt egnet indikatorart. Det foregår ikke systematisk overvåking av miljøgifter i ringsel. Sannsynligvis vil NP prioritere å utføre målinger med noen års mellomrom. Man vet lite om nivåer av "nye miljøgifter" og overvåking av disse vil kunne si noe om behov for tiltak.

Indikatoren for forurensning i isbjørn er en god indikator til å belyse hvordan ulike organiske miljøgifter påvirker en topp-predator i det marine økosystemet i Arktis. Måling av "gamle" (for eksempel PCB og DDT) og "nye" (for eksempel BFH og PFA) miljøgifter gjør oss i stand til å bestemme geografiske forskjeller, samt vise tidstrender for ulike miljøgifter. Måling av miljøgiftinnivå koblet med studier av effekter gjør oss i stand til å vurdere helsetilstand. Det er nå seks år siden man gjennomførte en kartlegging av organiske miljøgifter i isbjørn, og det er derfor behov for en ny kartlegging for å klarlegge geografiske forskjeller og tidstrender for organiske miljøgifter i Svalbardområdet.

Det er ikke etablert en fast overvåking for indikatoren "miljøgifter i polarlomvi". Det vil sannsynligvis bli prioritert ved NP å få i gang målinger med noen års mellomrom. Det må arbeides videre med hvordan data kan fremstilles i forhold til tiltaksgrense.

#### 6.2.5 Indikatorene for verdifulle og sårbare områder

Forvaltningsplanen identifiserer en rekke særlig verdifulle og sårbare områder i havområdet. Disse områdene må det tas spesielle hensyn til ved vurderinger av krav til og begrensninger i aktivitet basert på økt aktsomhet. De fleste av indikatorene har betydning for ett eller flere av de verdifulle og sårbare områdene, spesielt indikatorene for forurensning som vil ha relevans for alle verdifulle og sårbare områder.

Det er særlig indikatorer for biomasse av plankton, fisk og bunndyr som kan si noe om status for økosystemet i kystområdene fra Lofoten via Tromsøflaket til grensen av Russland. Overvåking av indikatorene viser at det er stor primærproduksjon i de kystnære områdene i vest og at denne produksjonen er viktig for fisk i hele systemet og spesielt for bunnlevende organismer i disse områdene. Kartlegging av svampesamfunn og korallrev utført i MAREANO-programmet viser sammenhengen mellom produksjon, innstrømming av atlantisk vann og forekomsten av stor biomasse av bunndyr.

Vurdering av iskanten og polarfronten beskrives best av indikatorene for det fysiske miljø og indikatorer for plankton og beitende fisk, sjøpattedyr og sjøfugl.



Foto: Kjartan Mørstad

Den særegne produksjonen ved iskanten og iskantens variasjon gjennom perioden med data viser et spesielt aspekt av sårbarhet, ved at den geografiske og tidsmessige plassering av iskant og polarfront ikke er konstant. Den naturlige variasjonen sammenholdt med menneskelig påvirkning av systemet blir derfor svært viktig i disse områdene.

Svalbard beskrives av flere indikatorer, spesielt sjøfugl og sjøpattedyr. Variasjon i innstrømmende vann fra sør sammen med kaldt vann fra nord gjør kysten av Svalbard til et svært variabelt miljø der det settes ekstreme krav til tilpassing for planter og dyr. Iskanten berører også dette verdifulle og sårbare området, som også omfatter strandsonen. Svalbard synes å

være særlig sårbar forurensing siden dyr øverst i næringskjedene lagrer mye fett som isolasjon og opplagsnæring og dermed kan akkumulere høye konsentrasjoner av skadelige fettløselige forbindelser.

# 6.3

## Overvåkingsmetodikk



Foto: Kjartan Mæstad

Overvåkingsgruppen har vurdert det slik at de indikatorene som i dag foreligger til vurdering dekkes i tilstrekkelig grad med den metodikk som i dag benyttes for innsamling av data. En videre utvikling av overvåkingsmetodikk vil i første rekke kunne gå mot fast instrumenterte overvåkingspunkter og overvåking fra satellitt. De første vil kunne levere kontinuerlige måleserier som vil kunne vise variasjoner over alle tidsskalaer og satellitter vil i tillegg kunne gi data fra fenomener på og nær havoverflaten over hele planområdet.

Disse perspektivene er nå ivarettatt i og med igangsetting av forprosjektet til i-Nord, men dette prosjektet er satt i gang utenfor overvåkingsgruppens mandat og overvåkingsgruppen vil derfor forholde seg avventende til resultatene fra dette prosjektet.

Innen to felt er det imidlertid et behov for utvikling og dette er analysekapasitet og modellering av resultater. Tradisjonelt er det latt å samle inn større datamengder enn det som er kapasitet til å analysere og ofte resulterer dette i en reduksjon av datainnsamling styrt av analysekapasitet. Spesielt innen tema matvaretrygghet synes dette å være en utfordring og det bør vurderes om ikke analysekapasiteten må utvides for

å kunne følge opp behovet for etablering av tidsserier som kan gi informasjon om utvikling av status.

Det faktum at de målte verdiene i dag ligger godt innenfor grenseverdier må ikke føre til at behovet for etablering av tidsserier prioriteres lavt. Det vil med dagens innsats ikke være mulig å si noe om enkelte høye måleverdier er innenfor forventet variasjon eller skyldes uønsket høyt innhold av fremmedstoffer, og denne situasjonen kan kun endres ved økt analysekapasitet.

Flere av de målseriene som er etablert i dag er vanskelig å tolke for økosystemet som helhet og det er derfor særdeles nyttig

dersom modellering med støtte i data kan illustrere målte verdier sin effekt på hele økosystemet. Informasjon om total produksjon av planteplankton er et eksempel på dette der målte verdier for klorofyll *a* er utgangspunktet for modellering av produksjon. Slike simuleringer er imidlertid arbeids- og kostnadskrevede aktiviteter og vi er i dag avhengig av eksternt finansierte prosjekter for dette. Dette er grunnen til at indikatoren for planteplankton ikke er oppdatert med modellberegninger i år, da vi er avhengig av å vente på slutføring av flere prosjekter. Overvåkingsgruppen ser et klart behov for å kunne inkludere modellering i de overvåkingsplattformer som i fremtiden skal utgjøre standardverktøy.

## 6.4

### Norsk-russisk samarbeid om hav og miljø



Foto: Kjartan Mæstad

Leder for sekretariatet for overvåkingsgruppen er samtidig Havforskningsinstituttet sin representant i det norsk russiske miljøsamarbeidet, og deltar fast i havmiljøgruppen. Samtidig er sekretariatets tre medlemmer, hvorav en også er Havforskningsinstituttet sin representant i overvåkingsgruppen, medlemmer i Havforskningsinstituttet sin faggruppe som er ansvarlig for det årlige økosystemtoktet i Barentshavet. Dette er et felles tokt med russiske partnere, primært PINRO i Murmansk, og gir gode muligheter til å koordinere overvåkingen i hele Barentshavet, bl.a. gjennom delttagelse på felles planleggingsmøter mellom norsk og russisk side.

Videre har flere av overvåkingsgruppens medlemsinstitusjoner deltagere på dette felles norsk – russiske toktet, og dette gir økte muligheter for koordinert aktivitet mellom Norge og Russland innen flere fagfelt.

To av prosjektene under havmiljøgruppen i det norsk – russiske miljøsamarbeidet er særlig relevant for overvåkingsgruppens arbeid, og medfører løpende kontakt med de respektive prosjektlederne. Den felles norsk – russiske miljørapporten (HAV-1) ledes av Polarinstituttets representant i overvåkingsgruppen og samordningen av dette prosjektet med overvåkingsgruppens arbeide betyr at denne rapporten fremover

vil utgjøre fundamentet for overvåkingsgruppens vurderinger av økosystemets grunnleggende tilstand. Videre gir den nære kontakten med dette prosjektet kunnskap om russernes arbeid med utvikling av en forvaltningsplan for de russiske delene av Barentshavet.

Overvåkingsgruppen har arbeidet en del med å få på plass indikatoren for bunnlevende organsimer og her er det norsk – russiske forskernettverket av uvurderlig betydning. Dette prosjektet ledes fra norsk side av Havforskningsinstituttet og det er nær kontakt med prosjektets leder og sekretariatet for overvåkingsgruppen. Pro-

sjektet er i 2009 inne i en mellomfase der det skal elveres sluttrapport, men det vil bli arbeidet for å få til en videreføring av dette nettverket fra 2010 da det fra overvåkingsgruppens side vurderes som et viktig middel for å få etablert en god indikator for bunnlevende organsimer.

Flere av institusjonene som er medlemmer i overvåkingsgruppen har samarbeidspartnere i Russland og møtes på årlig basis med disse. På disse møtene tas det ofte opp koordinering av felles overvåkingsaktivitet og samarbeidet i overvåkingsgruppen bidrar dermed til at økt kunnskap om overvåking på den russiske side.

# 6.5

## Mulige nye indikatorer

Overvåkingsgruppen har vurdert om utvalget av indikatorer gir den ønskede informasjon om tilstanden i økosystemet og i hvilken grad man kan si noe om den menneskelige påvirkning av økosystemet. Utvalget av indikatorer preges av at det mangler indikatorer som beskriver effekter av påvirkning, ved at de indikatorene som er tatt i bruk alle er tilstandsindikatorer eller påvirkningsindikatorer. Flere av indikatorene for fisk og bunnlevende biomasser gir en svært indirekte indikator for påvirkning og overvåkingsgruppen mener det må vurderes å få på plass parametre for indikatorene som på en mer direkte måte måler påvirkning, og at det også fremskaffes indikatorer som måler effekten av påvirkning.

Forvaltning av fiskeriaktivitet i Barentshavet i tillegg til havforsuring synes å være de faktorene som i størst grad vil kunne påvirke økosystemet og gi målbare effekter. Overvåkingsgruppen mener derfor at det bør vurderes å styrke utvalget av indikatorer knyttet til fiskeriene og starte opp overvåking av forsuring. Under følger et utvalg indikatorer som vil bli drøftet videre i løpet av 2009 og eventuelt lagt inn i 2010.

### 6.5.1 Fiskeriaktivitet

Forum for risiko har i sin rapport en oversikt over fiskeflåtens aktivitet fordelt på område og sesong, samtidig som faglig forum gir en oversikt over fangstutviklingen for noen sentrale fiskebestandfer. Overvåkingsgruppen har bedt forum om risiko å vurdere om aktivitesoversikten, sammen med fangsttall, kan utvikles til en hensiktsmessig indikator for fiskerienes påvirkning av økosystemet.

En må forbenytte at teknologisk utvikling sammen med endringer i artenes utbredelse og mengde vil kunne påvirke fiskerienes samlede påvirkning av økosystemet. Det er også sannsynlig at det vil kunne være betydelige forskjeller i påvirkning innenfor geografisk avgrensede områder i Barentshavet og at dette vil kunne ha betydning for vurderingen av påvirkning på verdifulle og sårbare områder. En slik vurdering vil bli gitt etter at prosjektet for derfinering av kriterier for slik vurdning gir anvendbare resultater, men overvåkingsgruppen mener likevel det er viktig å påskynde utviklingen av en indikator for fiskerienes påvirkning.

### 6.5.2 Fiskedødelighet

Det internasjonale råd for havforskning (ICES) fremhever to parametre som helt sentrale i forvaltningen av viktige fiske-slag, nemlig gytebestandens størrelse og beskatningsgraden (fiskedødeligheten). Gytebestandens størrelse er et mål på om forvaltningen leder til en bestand som er innenfor sikre grenser over tid. Fiskedødeligheten er et direkte mål på om kvote, og derav følgende fangst, settes rett i forhold til anbefalte grenseverdier for hvert år.

I relasjon til temakapittel lengre fremme i rapporten om hvilke påvirkninger og relasjoner som finnes mellom arter – og fra menneske til økosystem – er beskatningspresset et direkte mål på hvor mye biomasse som tas ut av bestanden og må sies å være et mål på den direkte påvirkning (1. ordens effekt). Variasjoner i fiskedødelighet vil i sin tur kunne gi variasjoner i gytebiomasse (2. ordens effekt) og kunne påvirke andre bestander og resten av økosystemet (3. ordens effekt).

Fiskedødeligheten er i dag en parameter som gis for hver bestand det gis råd for av ICES og denne kan således legges inn som indikator for torsk og lodde uten videre arbeid. Overvåkingsgruppen er av den oppfatning at dette også vil lette faglig forum sitt arbeid med å vurdere måloppnåelse for forvaltningen.

### 6.5.3 Størrelselkjønnsmodning av fisk

Alder ved kjønnsmodning hos nordøstarktisk torsk bør tas inn som en indikator for overvåkingen av Barentshavet. Årsak er at alder ved kjønnsmodning har gått betydelig ned siden 1940-tallet. To mulige prosesser kan forklare dette. Den ene er raskere individvekst som kan gjøre at torsken tidligere når en størrelse hvor "indre biologiske klokker" tilsier at den kjønnsmodnes. Den andre er at det på grunn av fiskepress i oppvekstområdene har skjedd en evolusjon slik at det er "de indre biologiske klokkene" i seg selv som er genetisk endret i bestanden, med resultat at torsken kjønnsmodner tidligere og ved mindre størrelse. Mens endringer forårsaket av raskere individvekst lett kan reverseres, kan evolusjonære endringer i betydelig grad være irreversible.

Siden evolusjonære endringer innebærer at torsken ikke bare kjønnsmodner tidligere, men også ved mindre størrelse, kan de føre til svekket rekruttering. I tillegg kan de gjøre at torskens rolle som toppredator endres, siden liten torsk sannsynligvis vil ha et annet næringsnett enn stor torsk. At en nøkkelart endres på denne måten kan ha betydelige og uforutsigbare konsekvenser for økosystemet i Barentshavet.

Det er ikke avklart om nedgangen i alder ved kjønnsmodning skyldes økt individvekst eller evolusjonære endringer, men det høye fiskepresset i oppvekstområdene gjør at det er stor risiko for evolusjonære endringer. Det er de potensielt irreversible og alvorlige konsekvensene av slike evolusjonære endringer som gjør at det foreslås at alder ved kjønnsmodning hos nordøstarktisk torsk tas inn som indikator i overvåkingen av Barentshavet.

### 6.5.4 Larver og yngel

Egg, larver og yngel av viktige fiskeslag synes å være de livsstadier som er mest sårbare for ytre påvirkninger av økosystemet. Samtidig er mengden av larver og yngel et mål på hvor vellykket årets produksjon av nye årsklasser har vært – selv om dette ikke nødvendigvis gir et godt mål på hvor mye dette vil bidra til disse bestandenes fiskbare del på et seinere tidspunkt.

Det er i dag ingen indikatorer som gjenspeiler graden av reproduksjon for viktige fiskebestander – eller økosystemet for øvrig – og overvåkingsgruppen vurderer å etablere en slik indikator. Forum for risiko vil måle legges fordeling av egg, larver og yngel inn i scenarier for risikohåndtering og det vil derfor være naturlig å tenke seg at mengde og geografisk fordeling av larver og yngel også kan fungere som en indikator for reproduksjon.

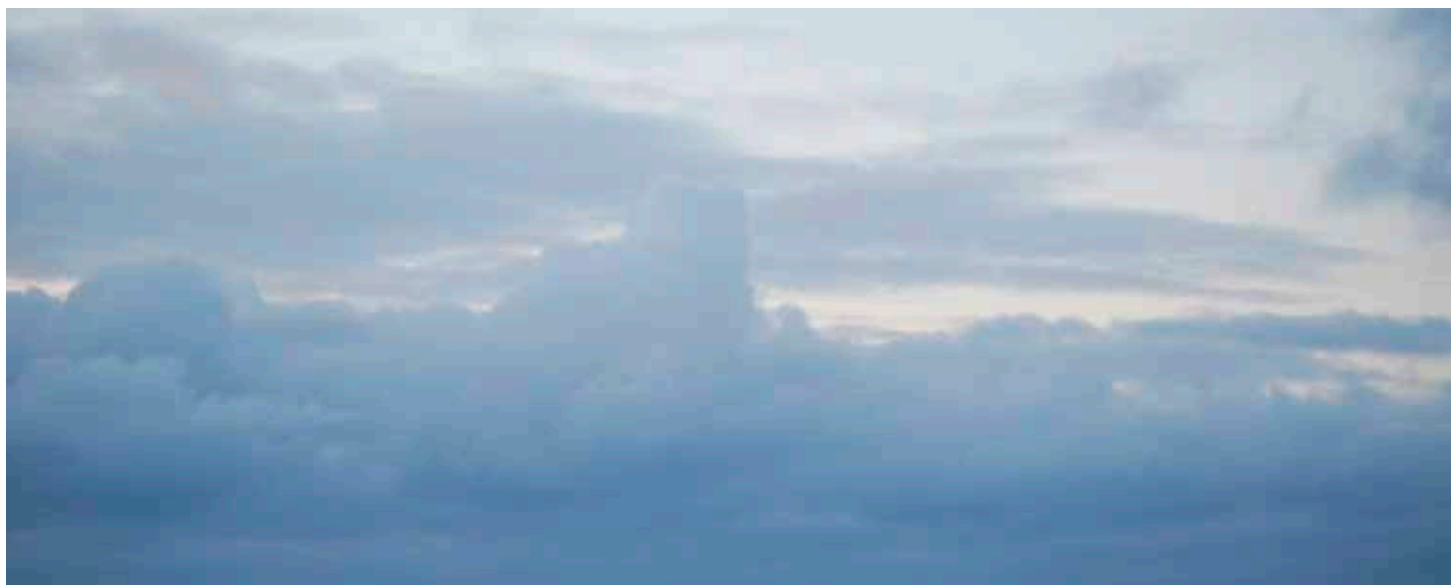
### 6.5.5 Forsuring av havet

Økt CO<sub>2</sub> innhold i atmosfæren tas opp i havet, omdannes til karbonsyre og senker pH-verdien i vannet. Havvannet blir surere. Dette forventes å ha en negativ påvirkning på spesielt kalkdannelsen hos levende organismer, men vil også ha betydning for andre fysiologiske og kjemiske prosesser. Kalkavhengige plante- og dyreplanktonarter, koraller og blekksprut er blant de mange organismene man forventer vil bli særlig negativt påvirket.

Kunnskapen om havforsuring er begrenset, men konsekvensene av et stadig surere hav vil kunne få enorme konsekvenser for økosystemet. Vi bør derfor raskt komme i gang med en kartlegging av nåværende situasjon samt starte opp langsiktig overvåking.

## 6.6

### Formidling til offentligheten



Statens forurensingstilsyn (SFT) har fått i oppdrag å legge inn formidling av resultater og indikatorer fra arbeidet med oppfølging av forvaltningsplanen for Barentshavet i nettportalen [miljostatus.no](http://miljostatus.no). Overvåkningsgruppen utformet i 2007 et eget prosjekt for formidling av resultater, men har i 2008 avventet resultatene fra SFT sitt prosjekt før det settes i gang videre arbeid med nettbasert formidling av resultater.

Prosjektet ledes av SFT og det er etablert en faggruppe bestående av representanter fra SFT, DN, NP, SK, og gruppen er utvidet med HI, KV, NIVA, SSV og NVE.

Status så langt i prosjekter er at en har sett på hvordan data kan utveksles mest mulig sømløst. Prosjektet skal presentere et begrenset antall sider som etablerer overordnede problemstillinger. Herfra bør det gå lenker til ulike institusjoner for mer detaljert info. Det bør også kunne finnes lenker til viktige systemer for formidling av data/info.

Portalen etableres med 3 nivå, der første nivå er generelt om tilstand for alt vann, del 2 beskriver tilstand for ulike deler (hav, kyst, elver og innsjøer, grunnvann) og nivå 3 tar for seg ulike områder og underkategorier. Arbeidet med formidling av informasjon fra oppfølging av forvaltningsplanen for Barentshavet har startet med to tema: Barentshavet på nivå 3 og elver og innsjøer på nivå 2. Et oppdrag med å kartlegge tilgjengelige datasett er satt ut. Arbeidet skal løses under et bærende prinsipp om at data skal hentes fra eier og ikke skal konkurrere med andre systemer.

De viktigste oppgavene som vil bli løst i 2009 er å få ferdig temabeskrivelse, ferdigstille kartlegging av data, realisere datatjenester, samordne systemer internasjonalt og avklare rutiner for oppdatering.

Siden dette prosjektet enda ikke kan presentere resultatene fra overvåkningsgruppens arbeid vil det også i år og neste år bli utgitt en rapport i trykket format. Denne rapporten vil bli presentert i sammenheng med Havforskningsinstituttet sin årlige presentasjon av status for bestander og miljø.



## Prioriteringer for utvidet rapport i 2010

Formidling og presentasjon av overvåkingsgruppens resultater i 2010 og gruppens vurderinger av mulige revisjoner av forvaltningsplanen for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten, vil samordnes med rapporteringen fra Faglig forum.

Overvåkingsgruppen finner det likevel hensiktsmessig å utgi kapitlene om indikatorene, kapitlene om evaluering og kapitlene om teknisk oppfølging av mandatet i en egen rapport også i 2010. Overvåkingsgruppen vil i denne rapporten tone ned overordnede vurderinger og bidra til at slike legges inn i en samlet rapport fra Faglig forum.

Overvåkingsgruppen vil derfor i løpet av 2009 påta seg arbeid med å utvikle og skrive de seksjonene av en slik samlet rapport som Faglig forum finner det er behov for. Overvåkingsgruppen vil også prioritere å nøste opp en del løse tråder fra de foregående års rapporter. Dette vil spesielt dreie seg om et større kapittel om vurdering av verdifulle og sårbare områder.

*Sårbarhet* kan defineres som en arts eller et leveområdes evne til å opprettholde sin naturtilstand i forhold til ytre, ofte mennes-

keskapt påvirkning. Et områdes sårbarhet vurderes gjerne på bakgrunn av forekomsten av arter og leveområder som naturlig hører hjemme i området, og artenes produksjonsevne. For sårbarheten til *en enkelt art* har årstidsvariasjon, utbredelsesmønster, alder/livsstadium, atferd og organismenes biologiske egenskaper betydning. Sårbarheten vurderes ut fra hvilke effekter ulike påvirkninger kan ha på artens og bestandens utvikling og overlevelse. Enkelte arter kan være spesielt sårbare i perioder av året der arten lever konsentrert innen et begrenset område (for eksempel hekkesesongen for sjøfugl). For *leveområder* er sårbarheten avhengig av blant annet substrattypen (sand eller steinbunn, fastsittende eller bevegelige arter, sjelden naturtype og så videre). Enkelte områder med skjøre, habitatdannende arter som koraller og svamper kan være spesielt sårbare. Områder med stor produksjon kan være ekstra sårbare på visse tider av året (for eksempel i tidlig oppvekstfase

hos fisk (egg, larver og yngel)). Sårbarheten kan måles både på individ-, populasjons-, bestands-, samfunns- og økosystemnivå. I forvaltningsmessig sammenheng er det effekter på populasjons-, bestands-, samfunns- og økosystemnivå som er av størst betydning.

Videre vil overvåkingsgruppen se om det er mulig å medvirke til at prosjekter ved flere av institusjonene som er medlemmer i overvåkingsgruppen kan bidra til en geografisk beskrivelse av biodiversitet og mengde av arter som inngår i vurderingsgrunnlaget for indikatorene. Den geografiske dimensjonen synes fortsatt å være den vanskeligste parameteren å håndtere og det er kanskje nærliggende å anta at dette også i rapporten for 2010 vil fremstå som et sentralt hull i kunnskapsbasen for arbeidet med oppfølging av forvaltningsplanen.





Referanser

# Kapittel 7

## Referanser

- Akvaplan-Niva rapport: APN-411.3940. 2007. Miljøundersøkelse Region IX, 2007.
- AMAP 2002. Arctic Pollution 2002: Persistent Organic Pollutants, Heavy Metals, Radioactivity, Human Health, Changing Pathways. Arctic monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway: xiii+112 pp.
- AMAP 2004. AMAP Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway: 309 pp.
- Amundsen, I., Brekken, A., Liland, A. 2003. Utslipp av radioaktive stoffer fra Sellafield-anleggene. En gjennomgang av britiske myndigheters regulering av utslippstillatelser. Strålevern Rapport 2003:2. Østerås: Statens strålevern, 2003 ([http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/Stralevernrapport2\\_2003.pdf](http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/Stralevernrapport2_2003.pdf)) (06.01.06)
- Andersen, J.R., Bratteli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rossetland, B.O., Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann 4: 1-31.
- Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T. 1991. Status of seabirds in northern Norway. *British Birds* 84: 329-341.
- Anker-Nilssen, T., Aarvak, T. 2006. Tidsseriestudier av sjøfugler i Røst kommune, Nordland. NINA Rapport 133: 1-85.
- Anker-Nilssen, T. (red.), Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Christensen-Dalsgaard, S., Erikstad, K.E., Fauchald, P., Lorentsen, S.-H., Steen, H., Strøm, H., Systad, G.H., Tveraa, T. 2008. SEAPOP studies in the Barents and Norwegian Seas in 2007. NINA Rapport 363: 92pp.
- Anker-Nilssen, T., Bustnes, J.O., Erikstad, K.E., Fauchald, P., Lorentsen, S.-H., Tveraa, T., Strøm, H., Barrett, R.T. 2005. SEAPOP. Et nasjonalt sjøfuglprogram for styrket beslutningsstøtte i marine områder. NINA Rapport 1: 66 pp.
- Bakke, T., Boitsov, S., Brevik, E.M., Gabrielsen, G.W., Green, N., Ruus, A., Helgason, L.B., Klungsøyr, J., Leknes, H., Miljeteig, C., Måge, A., Rolfnes, B.E., Savinova, T., Schlabach, M., Skaare, B.B., Valdernesnes, S. 2008. Mapping selected organic contaminants in the Barents Sea 2007. Norwegian Pollution Control Authority (SFT), SPFO-report no. 1021/2008 (TA-2400/2008). NIVA report 5589: 137pp.
- Bakken, V. 1989. The population development of Common Guillemot *Uria aalge* on Vedøy, Røst. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 12: 41-46.
- Barrett, R.T., Krasnov, Y.V. 1996. Recent responses to changes in stocks of prey species by seabirds breeding in the southern Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53: 713-722.
- Barrett, R.T., Bakken, V., Krasnov, J.V. 1997. The diets of common and Brünnich's guillemots *Uria aalge* and *U. lomvia* in the Barents Sea region. *Polar Research* 16: 73-84.
- Barrett, R.T., Erikstad, K.E. 2007. Hornøya. I: SEAPOP studies in the Lofoten and Barents Sea area in 2006. T. Anker-Nilssen, R.T. Barrett, O.J. Bustnes, K.E. Erikstad, P. Fauchald, S.-H. Lorentsen, H. Steen, H. Strøm, G.H. Systad, T. Tveraa (Red). NINA Report 249: 33-36.
- Barrett, R.T., Erikstad, K.E. 2008. Hornøya. I: SEAPOP studies in the Barents and Norwegian Seas in 2007. T. Anker-Nilssen, R.T. Barrett, O.J. Bustnes, S. Christensen-Dalsgaard, K.E. Erikstad, P. Fauchald, S.-H. Lorentsen, H. Steen, H. Strøm, G.H. Systad, T. Tveraa (Red). NINA Report 363: 39-41.
- Berg, T., Aspmo, K., Steinnes, E. 2008. Transport of Hg from Atmospheric mercury depletion events to the mainland of Norway and its possible influence on Hg deposition. *Geophys. Res. Lett.* 35, L09802, doi:10.1029/2008GL033586.
- Bjørge, A., Borge, A., Kleven, S. 2006. Observed and reported bycatches of marine mammals in Norwegian shelf and offshore fisheries. *NAMMCO/15/MC/BC/7*. 9 pp.
- Bjørge, A., Godøy, H., Nedreaas, K. 2006. A system for monitoring bycatches of marine mammals in Norwegian coastal and inshore waters. *NAMMCO/15/MC/BC/8*. 9 pp.
- Bjørge, A., Hartvedt, S., Ynnesdal, H. 2006. Spatial structure of Norwegian fisheries and the associated risk for bycatches of marine mammals. *NAMMCO/15/MC/BC/6*. 9 pp.
- Boitsov, S., Jensen, H.K.B., Klungsøyr, J. (submitted 2008) Natural hydrocarbon background and the human impact upon the sedimentary environment of South-Western Barents Sea. *Mar.Env.Res.*
- Bossi, R., Riget, F.F., Dietz, R. 2005. Temporal and Spatial Trends of Perfluorinated Compounds in Ringed Seal (*Phoca hispida*) from Greenland. *Environ. Sci. Technol.* 39: 7416-7422.
- Campbell, L.M., Norstrom, R.J., Hobson, K.A., Muir, D.C.G., Backus, S., Fisk, A.T. 2005. Mercury and other trace elements in a pelagic Arctic marine food web (Northwater Polynya, Baffin Bay). *Science of the Total Environment* 351-352: 247-263.
- Carlsson, L., Erlandsson, B. 1991. Effects of salinity on the uptake of radionuclides by *Fucus vesiculosus* L. *Journal of Environmental Radioactivity* 13: 309-322.
- Ciannelli, L., Hjermann, D.Ø., Lehodey, P., Ottersen, G., Duffy-Andersen, J.T., Stenseth, N.C. 2005. Climate forcing, food web structure, and community dynamics in pelagic marine ecosystems. I: Aquatic food webs – an ecosystem approach. A. Belgrano, U.M. Scharler, J. Dunne, R.E., Ulanowics (Red), Oxford University Press, Oxford. 143-169.
- de Wit, C.A., Fisk, A., Hobbs, K., Muir, D., Gabrielsen, G.W., Kallenborn, R., Krahn, M., Norstrom, R., Skaare, J. 2003. Persistent Organic Pollutants. I: AMAP II Assessment Report. Arctic Pollution Issues, Arctic Monitoring and Assessment Program. S.J. Wilson, J.L. Murray, H.P. Huntington (Red), Oslo, Norway. 310 pp.
- Espeland, O., Kleivane, L., Haugen, S., Skaare, J.U. 1997. Organochlorines in mother and pup pairs in two arctic seal species: harp seal (*Phoca groenlandica*) and hooded seal (*Cystophora cristata*). *Mar. Environ. Res.* 44: 315-330.
- Fosså, J.H., Mortensen, P.B., Furevik, D.M. 2000. Lophelia-coral reefs in Norway. Distribution and effects of fishing [in Norwegian]. *Fisken og Havet* 2: 94 pp.
- Gabrielsen G.W. 2007. Levels and effects of persistent organic pollutants in arctic animals. I: Arctic-Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment. J.B. Orbaek, R. Kallenborn, I. Tombre, E.N. Hegseth, S. Falk-Petersen, A.H. Hoel. (Red), Springer Verlag, Berlin. 377-412.
- Gabrielsen, G.W., Sydnese, L.K. 2009. Pollution in the Barents Sea. I: Ecosystem Barents Sea. Sakshaug, E., Johnsen, G. & Kovacs, K. (Red). Tapir Academic Press.
- Green, N.W., Ruus, A., Bjerkeng, B., Brevik, E.M., Håvardstun, J., Mills, A., Rogne, Å.G., Schøyen, M., Tveiten, L., Øxenvad, S. 2008. Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP). Levels, trends and effects of hazardous substances in fjords and coastal waters

- 2007. Norwegian Pollution Control Authority, Monitoring report no. 1017/2008 TA no. 2454/2008. Norwegian Institute for Water Research, report number 5694-2008: 213 pp. ISBN nummer 978- 82-577-5429-7.
- Gjøsæter, H. 1995. Pelagic fish and the ecological impact of the modern fishing industry in the Barents Sea. *Arctic* 48: 267-278.
- Gjøsæter, H., Bogstad, B. 1998. Effects of the presence of herring (*Clupea harengus*) on the stock-recruitment relationship of Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*). *Fisheries Research* 38: 57-71.
- Gjøsæter, H., Bogstad, B., S. Tjelmeland. 2009. Ecosystem effects of three capelin stock collapses in the Barents Sea. I: Fifty years of Norwegian-Russian collaboration in marine research. Haug, T., Røttingen, I., Gjøsæter, H., O.A. Misund (Red). *Marine Biology Research* 5: 75-85.
- Hallfredson, E.H., Pedersen, T. 2006. Effects of predation from juvenile herring on mortality rates of capelin larvae in the Barents Sea. I: Fish predation on capelin larvae *Mallotus villosus* in the Barents Sea. E.H. Hallfredson (Red). *Dr.sci. avhandling, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø*.
- Hallfredsson, E., Pedersen, T. 2007. Effects of predation from pelagic 0-group cod (*Gadus morhua*) on mortality rates of capelin larvae (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 64: 1710-1722.
- Hamre, J. 1994. Biodiversity and exploitation of the main fish stocks in the Norwegian-Barents Sea ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 3: 473-492.
- Haug, T., Lindstrøm, U., Nilssen, K.T. 2002. Variations in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) diet and body condition in response to ecosystem changes in the Barents Sea. *Sarsia* 87: 409-422.
- Haug, T., Nilssen K.T. 1995. Ecological implications of harp seal *Phoca groenlandica* invasions in northern Norway. I: Whales, seals, fish and man. A. S. Blix, L. Walløe, Ø. Ulltang (Red). Elsevier Science B. V.: 545-556.
- Helgason, L.B., Barrett, R., Lie, E., Polder, A., Skaare, J.U., Gabrielsen, G.W. 2008. Levels and temporal trends (1983-2003) of persistent organic pollutants (POPs) and mercury (Hg) in seabird eggs from Northern Norway. *Environmental Pollution* 155: 190-198. doi:10.1016/j.envpol.2007.10.022
- Hjermann, D.Ø., Stenseth, N.C., Ottersen, G. 2004. Indirect climate forcing of the Barents Sea capelin: a cohort effect. *Marine Ecology Progress Series* 273: 229-238.
- Hjermann, D.Ø., Bogstad, B., Dingsør, G.E., Gjøsæter, H., Ottersen, G., Eikeset, A.M., Stenseth, N.C. (submitted 2009). Trophic interactions affecting a key ecosystem component: a multi-stage analysis of the recruitment of the Barents Sea capelin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*.
- Hobbs, K.E., Muir, D.C.G., Born, E.W., Dietz, R., Haug, T., Metcalfe, T., Metcalfe, C., Øien, N. 2003. Levels and patterns of persistent organochlorine in minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) stocks from the North Atlantic and European Arctic. *Environ. Poll.* 121: 239-252.
- Holm, Ø. 2007. Klorerte organiske miljøgifter (PCB, DDT, Klordan, HCH og HCB) i vågehval (*Balaenoptera acutorostrata*) fra Nord-Norge og Svalbard. Masteroppgave, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 84 pp.
- Houde, M., Martin, J.W., Letcher, R.J., Solomon, K.R., Muir, D.M. 2006. Biological monitoring of polyfluoroalkyl substances: a review. *Environmental Science and Technology* 40: 3463-3473.
- Høines, Å.S., Gundersen, A.C. 2008. Rebuilding the Stock of Northeast Arctic Greenland Halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 41: 107-117. doi:10.2960/J.v41.m618
- ICES 2008. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), 21-29 April 2008, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES CM 2008\ACOM:01. 531 pp.
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne, T.E., Thorsnes, T. 2007. Mareano 2006 - miljøgeokjemiske resultater fra Tromsøflaket, Ingøydjupet, Lopphavet og Sørøysundet. NGU-rapport nr. 2007.059: 249 pp (inkl. bilag).
- Jensen, H.K.B., Knies, J., Finne T.E., Thorsnes, T. 2008. Mareano 2007 - miljøgeokjemiske resultater fra Troms II og Troms III. NGU-rapport nr. 2008.077: 29 pp (pluss CD med analysedata).
- Kleivane, L., Espeland, O., Ugland, K.I., Skaare, J.U. 1995. Seasonal variation in organochlorine concentrations in harp seal (*Phoca groenlandica*). I: Whales, seals, fish, and man. A.S. Blix, L. Walløe, Ø. Ulltang (Red). Elsevier Science B.V.: 599-605.
- Kleivane, L., Severinsen, T., Skaare, J.U. 2000. Biological transport and mammal to mammal transfer of organochlorines in Arctic fauna. *Mar. Environ. Res.* 49: 343-357.
- Kleivane, L., Skaare, J.U. 1998. Organochlorine contaminants in northeast Atlantic minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*). *Environ. Poll.* 101: 231-239.
- Knies J., Jensen H.K.B., Finne T.E., Lepland A., Sæther O.M. 2006. Sediment composition and heavy metal distribution in Barents Sea surface samples: Results from Institute of Marine Research 2003 and 2004 cruises. NGU-report no. 2006.067: 1-35.
- Kovacs, K.M., Haug, T., Lydersen, C. 2009. Marine mammals. I: Ecosystem Barents Sea. E. Sakshaug, G. Johnsen, and K.M. Kovacs (Red). Tapir Academic Press.
- Krasnov, J.V., Barrett, R.T. 1996. Large-scale interactions among seabirds, their prey and humans in the southern Barents Sea. I: Ecology of Fjords and Coastal Waters. H.R. Skjoldal, C. Hopkins, K.E. Erikstad, H.P. Leinaas (Red). Elsevier Science B.V., Amsterdam: 443-456.
- Lindstrøm, U., Smout, S., Howell, D., Bogstad, B. 2009. Modelling multi-species interactions in the Barents Sea ecosystem with special emphasis on minke whales and their interactions with cod, herring and capelin. *Deep-Sea Research II*, doi:10.1016/j.dsr2.2008.11.017
- Lorentsen, S.-H. 2007. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2007. NINA Rapport 313: 54 pp.
- Lorentsen, S.-H., Christensen-Dalsgaard, S. 2009. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2008. NINA Rapport 439: 53 pp.
- Mikkelsen, N., Pedersen, T. 2006. How can the stock recruitment relationship of the Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*) be improved by incorporating biotic and abiotic factors? *Polar Biology* 23: 19-26.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei J., Sørensen, J. 1997. Classification of environmental quality in fjords and coastal waters. A guide. Norwegian Pollution Control Authority, TA no. TA-1467/1997: 36 pp.
- Mortensen, P.B. 2000. *Lophelia pertusa* (Scleractinia) in Norwegian waters. Distribution, growth, and associated fauna. *Dr.sci. avhandling, Department of Fisheries*

- and Marine Biology, University of Bergen, Norway.
- Mortensen, P.B., Buhl-Mortensen, L. 2005. Morphology and growth of the deep-water gorgonians *Primnoa resedaeformis* and *Paragorgia arborea*. *Marine Biology* 147: 775-788.
- Mortensen, P.B., Buhl-Mortensen, L., Gordon Jr., D.C., Fader, G.B.J., McKeown, D.L., Fenton, D.G. 2005. Effects of Fisheries on Deep-water Gorgonian Corals in the Northeast Channel, Nova Scotia (Canada). *American Fisheries Society Symposium* 41: 369-382.
- Muir, D.C.G., Backus, S., Derocher, A. E., Dietz, R., Evans, T.J., Gabrielsen, G.W., Nagy, J., Norstrom, R.J., Sonne, C., Stirling, I., Taylor, M.K., Letcher, R.J. 2006. Brominated flame retardants in Polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, the Canadian Arctic, East Greenland, and Svalbard. *ES & T*, 40: 449-455.
- Nilssen, K.T., Haug, T., Grotnes, P.E., Potevov, V.A. 1997. Seasonal variation in body condition of adult Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 17-25.
- NRPA 2008. Radioactivity in the Marine Environment 2006. Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME). *Strålevern Rapport 2008:14*. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2008.
- Næss, A., Haug, T., Nilssen, E.M. 1998. Seasonal variation in body condition and muscular lipid contents in northeast Atlantic minke whales *Balaenoptera acutorostrata*. *Sarsia* 83: 211-218.
- Olsen, A., Johannessen, T., Rey, F. 2003. On the nature of the factors that control spring bloom development at the entrance to the Barents Sea and their interannual variability. *Sarsia* 88: 379-393.
- Ottersen, G., Loeng, H. 2000. Covariability in early growth and year-class strength of Barents Sea cod, haddock and herring: the environmental link. *ICES Journal of Marine Science* 57: 339-348.
- Oug, E.; Gjøsæter, J.; Rueness, J.; Sneli, J. (in prep) Utvikling av indikator "sårbar og truede arter for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet".
- Pianka, E.R. 1970. On r- and K-selection. *Am. Nat.* 104: 592-597.
- Ratkova, T., Wassmann, P. 2002. Seasonal variation and spatial distribution of phyto- and protozooplankton in the western Barents Sea. *J. Mar. Systems* 38: 47-75.
- Ratkova, T.N., Wassmann, P. 2005. Sea-ice algae in the White Sea and Barents Sea: composition and origin. *Polar Res.* 24: 95-110.
- Reijnders, P.J.H., Aguilar, A. 2002. Pollution and marine mammals. I: *Encyclopedia of marine mammals*. W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen (Red). Acad. Press, San Diego. 948- 957.
- Rigét, F., Dietz, R., Born, E.W., Sonne, C., Hobson, K.A. 2006. Temporal trends of mercury in marine biota of west and northwest Greenland. *Mar. Pollut. Bull.* 54: 72-80.
- Riget, F., Vikelsøe, J., Dietz, R. 2005. Levels and temporal trends of PCDD/PCDFs and non-ortho PCBs in ringed seals from East Greenland. *Mar. Pollut. Bull.* 50: 1523-1529.
- Russian-Norwegian Benthos Network (Felles Norsk-Russisk Miljøvernkommissjon)
- Shi, L., Green, N., Rogne, Å. 2008. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). Contaminant and effects data for sediments, shellfish and fish 1981-2006. Norwegian Pollution Control Authority, Monitoring report no. 1015/2008 TA no. 2369/2008. NIVA projects 80106, 25106, 26106, 27106, report number 5562-2008): 8 pp. + 12 appendices. ISBN number 978-82-577-5297-2.
- Skarbøvik, E., Stålnacke, P.G., Kaste, Ø., Selvik, J.R., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Pengerud, A., Aakerøy, P.A., Fjeld, E., Beldring, S. 2008. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2007. OSPAR Commission. SFT-report, TA-5696/2008: 90 pp.+annexes.
- Skjelkvåle, B.L. (Red) 2007. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2006. Statens forurensningstilsyn, TA-2322/2007: 158 pp.
- Skaare, J.U. 1995. Organochlorine contaminants in marine mammals from the Norwegian Arctic. I: Whales, seals, fish, and man. A.S. Blix, L. Walløe, Ø. Ulltang (Red). Elsevier Science B.V., Amsterdam. 589-598.
- Smithwick, M., Muir D.C.G., Mabury, S.A., Solomon, K., Sonne, C., Martin, J.W., Born, E.W., Ditz, R., Derocher, A.E., Evans, T., Gabrielsen, G.W., Nagy, J., Stirling, I., Taylor, M.K. 2005. Circumpolar study of perfluoroalkyl contaminants in polar bears (*Ursus maritimus*). *Environmental Science and Technology* 39: 5517-5523.
- Statens forurensningstilsyn 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment, TA-2229/2007: 10pp.
- Statens forurensningstilsyn 2008. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2007. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 1033/2008).
- Stiansen, J.E., Filin, A.A (eds.), 2008. Joint PINRO/IMR Report on the State of the Barents Sea Ecosystem in 2007, with Expected Situation and Considerations for Management. IMR-PINRO Joint Report Series 2008(1), Institute of Marine Research, Bergen, Norway: 185 pp. ISSN 1502-8828: 97 pp.
- St.meld. nr. 8. 2005-2006. Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan). Miljøverndepartementet 2006.
- St. meld. nr. 40 2006-2007. Forvaltning av kongekrabbe. Fiskeri- og kystdepartementet 2007.
- Steneck, R.S., Vavrinec, J., Leland, A.V. 2004. Accelerating Trophic-level Dysfunction in Kelp Forest Ecosystems of the Western north Atlantic. *Ecosystems* 7: 323-332.
- Sørmo, E.G., Salmer, M.P, Jenssen, B.M., Jenssen, B.M., Hop, H., Bæk, K., Kovacs, K.M, Lydersen, C., Falk-Petersen, S., Gabrielsen, G.W., Lie, E., Skaare, J.U. 2006. Biomagnification of polybrominated diphenyl ether and hexabromocyclododecane flame retardants in the polar bear food chain in Svalbard, Norway. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25: 2502-2511.
- Tendal, O.S. 1992. The North Atlantic distribution of the octocoral *Paragorgia arborea* (L., 1758) (Cnidaria, Anthozoa). *Sarsia* 77:213-217.
- Toresen, R., Østvedt, O.J. 2000. Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations. *Fish and Fisheries* 1: 231-256.
- Vader, W., Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Barrett, R., Strann, K.-B. 1990. Regional and temporal differences in breeding success and population development of fish-eating seabirds in Norway after the col-

- lapses of herring and capelin stocks. Trans. 19th IUGB Congress, Trondheim 1989.
- Vader, W., Barrett, R.T., Strann, K.-B. 1990. Differential responses of common and thick-billed murrelets to a crash in the capelin stock in the southern Barents Sea. *Studies in Avian Biology* 14: 175-180.
- Verreault, J., Gabrielsen, G.W. 2006. Contaminants in Polar Bears: Temporal and Geographical Trends. Dokument utarbeidet for Miljøovervåkingssystem for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ). Norsk Polarinstitutt, mosj.npolar.no.
- Verrault, J., Muir, D.C.G., Norstrom, R.J., Fisk, A.T., Lunn, N.F., Stirling, I., Gabrielsen, G.W., Derocher, A.E., Sandala, G.M., Gebbink, W., Braune, B., Wakeford, B., Taylor, M., Nagy, J., Branigan, M., Obbard, M., Letcher, R.J. 2005. Chlorinated hydrocarbon contaminants and metabolites in polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, Canada, East Greenland, and Svalbard: 1996-2002. *Sci. Total. Environ.* 351-352; 369-390.
- von Quillfeldt, C. H., Dommasnes, A. 2005. Forslag til indikatorer og miljøkvalitetsmål for Barentshavet. Rapport fra et delprosjekt under forvaltningsplanen for Barentshavet. *Fisken og Havet* 5: 157 pp.
- Wassmann, P., Ratkova, T.N., Andreassen, I., Vernet, M., Pedersen, G., Rey, F. 1999. Spring bloom development in the marginal ice zone and the central Barents Sea. *Marine Ecology* 20: 321-346.
- Wassmann, P., Ratkova, T., Reigstad, R. 2005. The contribution of solitary and colonial cells of *Phaeocystis pouchetii* to spring and summer blooms in the north-eastern North Atlantic. *Harmful Algae* 4: 823-840.
- 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, Issues 2-4: Structure and function of contemporary food webs on Arctic shelves - a pan-Arctic comparison. October-December 2006: Pages 232-287, ISSN 0079-6611, DOI: 10.1016/j.pocan.2006.10.003. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V7B-4MBC4WG-1/2/2b237f6b5f65eaebl447cffe0e6f9388>
- Wolkers, J., Burkow, I.C., Lydersen, C., Witkamp, R. F. 2000. Chlorinated pesticide concentrations, with an emphasis on polychlorinated camphenes (toxaphenes), in relation to cytochrome P450 enzyme activities in harp seals (*Phoca groenlandica*) from the Barents Sea. *Sci. Environ. Toxicol. Chem.* 19: 1632-1637.
- Wolkers, H., Krafft, B.A., van Bavel, B., Helgason, L.B., Lydersen, C., Kovacs, K.M. 2008. Biomarker responses and decreasing contaminant levels in ringed seals (*Pusa hispida*) from Svalbard, Norway. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues* 71: 1009-1018.
- Wolkers, H., van Bavel, B., Derocher, A.E., Wigg, Ø., Kovacs, K.M., Lydersen, C., Lindström, G. 2004. Congener-specific accumulation and food chain transfer of polybrominated diphenyl ethers in two arctic food chains. *Environmental Science and Technology* 38: 1667-1674.