

Forvaltningsplan Barentshavet

rapport fra overvåkingsgruppen 2010



Fisken og havet, særnummer 1b–2010

Forvaltningsplan Barentshavet – rapport fra overvåkingsgruppen 2010

Denne versjonen har dato 25. februar 2010

Redaktører:

Knut Sunnanå, Maria Fossheim og Christine Daae Olseng

Utarbeidet i samarbeid mellom:

Akvaplan-niva

ARCTOS-nettverket

Artsdatabanken

Direktoratet for naturforvaltning

Fiskeridirektoratet

Forsvarets forskningsinstitutt

Havforskningsinstituttet

Klima- og forurensningsdirektoratet

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 undersøkelser

Norsk Polarinstitutt

Oljedirektoratet

Petroleumstilsynet

Sjøfartsdirektoratet

Statens Strålevern

Veterinærinstituttet

Redaksjonskomiteen har bestått av:

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

Per Arneberg (*Norsk Polarinstitutt*)

Christine Daae Olseng (*Klima- og forurensningsdirektoratet*)

Anne Britt Storeng (*Direktoratet for naturforvaltning*)

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

www.imr.no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkningsgruppen 2010

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 med revisjon av planen. Den rådgivende gruppe for overvåking av Barentshavet og områdene utenfor Lofoten (Overvåkningsgruppen), sammen med de andre fora som er oppnevnt av den interdepartementale styringsgruppen, legger i 2010 frem viktige bidrag til en felles rapport som skal legge grunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen. Overvåkningsgruppen ledes av Havforskningsinstituttet med sekretariat i Tromsø, og det har i det siste året vært tre ansatte knyttet til dette arbeidet.

Overvåkningsgruppen er bredt sammensatt med deltakelse fra relevante direktorater/tilsyn og offentlige institusjoner, og etter behov andre med forsknings- og overvåkingsvirksomhet i området. Følgende institusjoner har vært medlemmer i gruppen og har deltatt i arbeidet eller mottatt 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 undersøkelser, 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 er en forkortet utgave av den årlige rapporteringen (kapitlene 4, 5 og 6) og legger vekt på å presentere indikatorene som er gitt i forvaltningsplanen som viktige elementer i overvåkingssystemet for miljøtilstanden. Rapporten gir også en evaluering av økosystemets funksjon og tilstand, som er det viktigste bidraget fra Overvåkningsgruppen til Faglig forum.

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.

Overvåkningsgruppens rapport presenteres i år via Havforskningsinstituttet sine nettsider og vil senere trykkes som en del av fellesrapporten fra Faglig forum (15. april). Rapporten er i år, som tidligere år, produsert av Avdeling for samfunnskontakt og informasjon ved Havforskningsinstituttet, og overvåkningsgruppen er stor takk skyldig for innsatsen.

Tromsø, 25. februar 2010

Knut Sunnana, Maria Fossheim og Christine Daae Olseng



Status for
indikatorene

Kapittel 4

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. Indikatorene må ses på som indirekte indikatorer for egenskaper i det fysiske miljøet. Ytterligere kommentarer blir gitt under evaluering lenger bak i rapporten.



4.1.1 Isutbredelse i Barentshavet

Institusjoner

Norsk Polarinstitutt (NP)

Forfattere:

Sebastian Gerland (NP), Stein Tronstad (NP), Olga Pavlova (NP)

Datagrunnlag:

NSIDC, <http://nsidc.org/data/nsidc-0051.html>

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. Maksimal isutbredelse er vanligvis i april. Når solinnstrålingen øker utover våren

starter vårmeltingen, og iskanten trekker seg nord- 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.

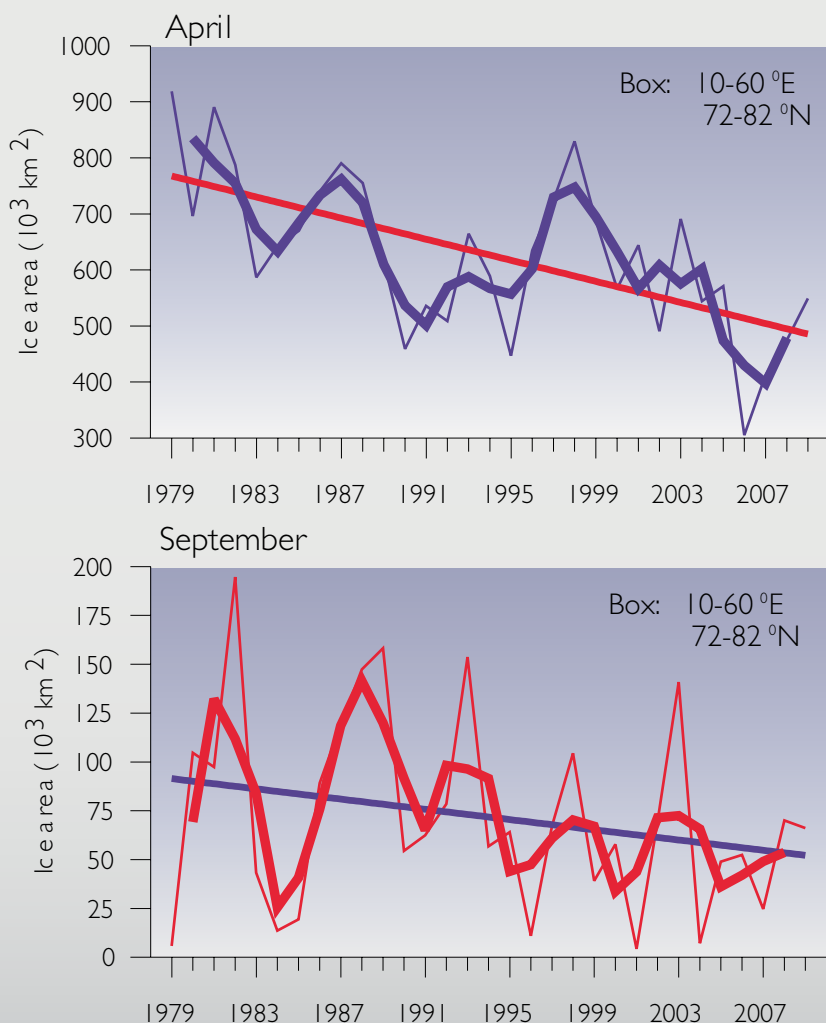
Havområdet er karakterisert av store mellomårslige variasjoner i isforhold (se Figur 4.1.1.1). Variasjon i isutbredelse er nært knyttet til mengder innstrømmende atlantisk vann og nordlige vinder i De nordiske hav (Sorteberg og Kvingedal 2006), samt isflukser fra Nordpolbassenget til Barentshavet. Isen 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).

Istykkelse i Barentshavet blir også overvåket på fastis ved Hopen. Slike observasjoner er gjennomført 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 1979–2009 innenfor et nærmere angitt areal. Isutbredelsen er målt som arealer med iskonsentrasjon over 15 %. Tidsserien er basert på passive mikrobølgedata fra instrumentene SMMR (Nimbus-7) og SSM/I (DMSP), med en romlig oppløsning på 25 km (Figur 4.1.1.1). Data fra det siste året i tidsserien har en lavere nøyaktighet enn eldre data. Etter ett år blir datakvaliteten forbedret med reprosesering. For å ha med de mest aktuelle data i denne rapporten, er foreløpige data tatt med.

For april, måneden med størst isutbredelse i Barentshavet, viser tidsserien en negativ trend i perioden 1979–2009. Men det er også betydelig variasjon i isutbredelse i april mellom år (Figur 4.1.1.1, øvre del). 2006 var et absolutt minimum for april-isutbredelse i observasjonsperioden 1979–2009.

For september, som representer sesongminimum, viser tidsserien også en negativ trend for hele perioden (Figur 4.1.1.1, nedre del). De siste fem årene (2005–2009)



Figur 4.1.1.1

Isutbredelse for Barentshavet 1979–2009 (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 middeler over 3 år (april og september henholdsvis; tykk linje), og den lineære trenden. Den mellomårslige variasjonen er stor, men også trender er tydelig både ved maksimums- og minimumsutbredelse. 2009-data er inkludert i diagrammene, men datakvaliteten er lavere før data inntil de er igjenprosessert (gjøres ett år etter observasjonen).

var de mellomårlege variasjoner relativt moderate, sammenlignet med tidligere periode.

De mellomårlege 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 var en ny minimumsrekord for havisutbredelse i Arktis (siden daglige satellittmålinger foreligger, 1979), med betydelig mindre is enn ved den forrige rekorden i 2005 (se for eksempel Stroeve et al. 2008). Det området 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, 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 førstårsis i forhold til flerårsis i polbassenget fremover. Minimumsutbredelsen i september 2008 for hele arktis var også veldig lavt, men litt større enn rekorden i september 2007. Det kan konstateres at somrene 2007 og 2008 skiller seg tydelig fra årene før (1979–2006) med sin veldig lave isutbredelse (Arctic report card 2008).

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

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer rimelig godt i forhold til det den er ment å belyse, men det kan være nødvendig med noen justeringer. Det kan være vanskelig å forstå isutbredelsen i Barentshavet ved å se på Barentshavet alene. For en god forståelse bør man 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 gjort delvis i denne rapporten, men det vil bli mer detaljert i rapporten for 2009.

Økosystemvurdering

Et økende isdekket 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 næringssalter 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). For andre data, ta kontakt med Havforskningsinstituttet

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Middel over hele måleperioden

Tiltaksgrense

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, ventes en oppadgående trend over perioden. 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 2009 var det fremdeles varmt, og vinteren det året hadde temperaturer omkring 0,5–0,75 °C over langtidsmiddelet (Figur 4.1.2.1). Dette er lavere enn det som har vært vanlig de siste 5–6 vintrene. Årsaken er lavere lufttemperaturer og dermed mer luftavkjøling, kombinert med lav innstrømming av atlantehavsvann. Utover året steg temperaturene, og i august-oktober var de omkring 0,9 °C over langtidsmiddelet. På grunn av spesielle atmosfæriske forhold i slutten av 2009 holdt havtemperaturen i Barentshavet seg høy også resten av 2009 og begynnelsen av 2010, selv om lufttemperaturene over Skandinavia i samme periode var lave.

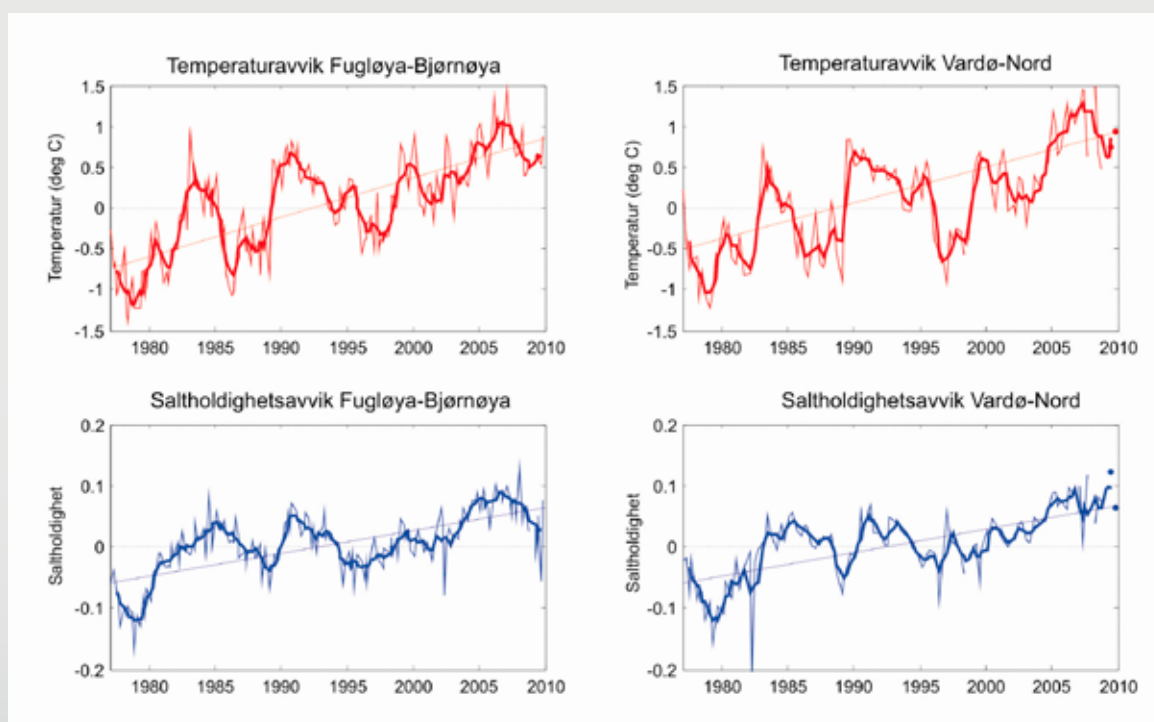
Saltholdigheten varierer i stor grad i takt med temperaturen (Figur 4.1.2.1), spesielt i innstrømningsområdet i sørvest (Fugløy-Bjørnøya-snittet). I løpet av 2009 minket saltholdigheten ned til under langtidsmiddelet i dette snittet.

Sjøtemperaturene i Barentshavet er på sitt kaldeste i mars fordi luften da har avkjølt havvannet gjennom hele vinteren (Figur 4.1.2.2). Senvinteren 2009 var det varmt i Barentshavet, men en del kaldere enn året før. I 100 m dyp var temperaturene 0,5–1 °C over langtidsmiddelet i hele det sørvestlige området, mens i og nær Polarfronten var temperaturene under langtidsmiddelet (Figur 4.1.2.3). Den generelle nedgangen skyldes en kombinasjon av lavere temperatur i, og mengde av innstrømmende atlantehavsvann, kombinert med lave lufttemperaturer. Sjøtemperaturene øker utover våren, og er på sitt høyeste i august–september (Figur 4.1.2.2). Målingene fra sensommeren 2009 viser at temperaturen på 100 m dyp var over langtidsmiddelet i mesteparten av Barentshavet (Figur 4.1.2.3). Unntaket er et område øst av Svalbard hvor det var betydelig kaldere enn normalt. Det var varmest i det nordlige og østlige Barentshavet med temperaturer 1–2 °C over langtidsmiddelet.

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

Figur 4.1.2.4. viser avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i Fugløy-Bjørnøya og Vardø-Nord-snittene. I tidligere rapporter ble det observert kun små forskjeller i næringssaltkonsentrasjonene i Fugløy-Bjørnøya-snittet i de tre lagene, noe som tyder på god vertikalblanding av vannmassene om vinteren. De tre dybdelagene som er valgt representerer det produktive øverste laget hvor våroppblomstringen finner sted, et midt-lag hvor akkumulering og nedsynking av planteplankton om sommeren bidrar til et visst konsum av næringsalter, og et dypt lag der bioproduksjonen er minimal. De årlige avvikene er små, men de viser en svak, men klar, nedgående tendens gjennom hele den observerte perioden.

Nitrat viser mellomårlege variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 11,1 µmol/l i de øverste 50 m for hele perioden. Tilsvarende verdi for laget 50–200 m er 11,2 µmol/l. Silikat viser også liknende variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 4,7 µmol/l, men den klare nedadgående "trend" fra 5,1



Figur 4.1.2.1

Temperatur og saltholdighetsavvik i Atlanterhavsvannet i perioden 1977-2009. Figurene til venstre viser snittet Fugløya-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.

$\mu\text{mol/l}$ i 1995 til $4,1 \mu\text{mol/l}$ i 2005 ser ut til å ha snudd og stabilisert seg rundt verdier på $4,5 \mu\text{mol/l}$.

Tilsvarende forhold som i Fugløya-Bjørnøya-snittet finner man i Vardø-Nord-snittet om vinteren (Figur 4.1.2.4).

Om sommeren er det, pga. biologisk forbruk av næringssaltene i de øverste lagene, større forskjell mellom lagene og større årlige variasjoner enn om vinteren (Figur 4.1.2.5). Spesielt i laget 0–20 meter er det stor årlig variabilitet både i nitrat og silikat. Positive avvik antyder lave vekst av planteplanktonet fram til måletidspunkt og negative verdier antyder høy vekst. Laget 20–50 m viser som regel også en nedgang i næringssaltene 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, $11,2 \mu\text{mol/l}$ for nitrat og $4,8 \mu\text{mol/l}$ for silikat, samtidig som de mellomårlige variasjonene var noe større.

Nedgangen i silikat i det dypeste laget i perioden 1995–2005 var også tydelig i de etterfølgende somrene.

Forholdene i Vardø-Nord-snittet om sommeren var stort sett de samme som ved Fugløya-Bjørnøya-snittet, men konsentrasjonene av både nitrat og silikat var noe

lavere. De to siste årene har det blitt observert et kraftig negativt avvik i næringssaltene, spesielt nitrat, i de to dypeste lagene. Dette avviket skyldes en sen og massiv oppblomstring på snittet som forbrukte næringssalter helt ned til 100–125 m. Større avvik i nitrat enn i silikat tyder på at disse oppblomstringene var dominert av andre arter enn diatomeer (Figur 4.1.2.5).

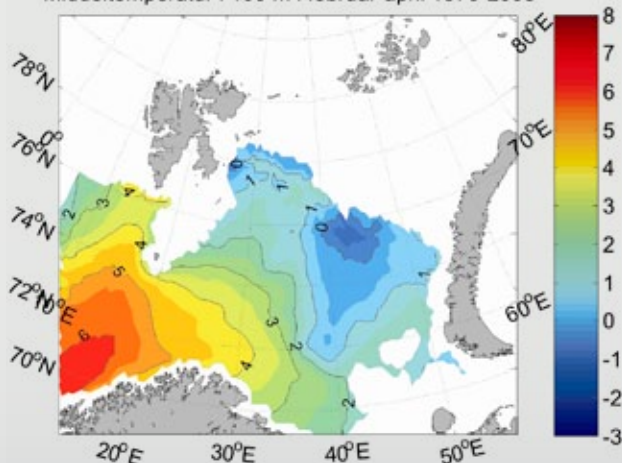
Hva som er årsaken til nedgangen i silikat er ikke klart, men en mulighet er at det har forbindelse med den observerte økningen både i temperatur og saltholdighet i samme periode. En mer detaljert studie av forholdene, især variasjoner i dypet til blandingslaget i atlanterhavsvannet i det nordlige Norskehavet om vinteren, kan muligens avsløre årsaken. Næringssaltene blir regenerert i blandingslaget om vinteren. Jo dypere vinterens blandingslag blir, jo mer organisk materiale blir utsatt for remineralisering. Dermed blir større mengder næringssalter disponibel for produksjon den etterfølgende våren. Silikat regenereres saktere enn både nitrat og fosfat, samtidig som det ofte fjernes fra det øverste laget om sommeren via synkende diatomeer. Dette kan delvis forklare, for eksempel ved et grunnere vinterblandingslag, at relativt mindre silikat blir regenerert i forhold til nitrat og fosfat. I de siste årene har atlanterhavsvannet som strømmer inn

i området fra sør vært varmt. Kombinert med at vinteravkjølingen i Barentshavet har vært mindre enn vanlig, har dette sannsynligvis ført til en grunnere vertikalblanding og dermed mindre silikat.

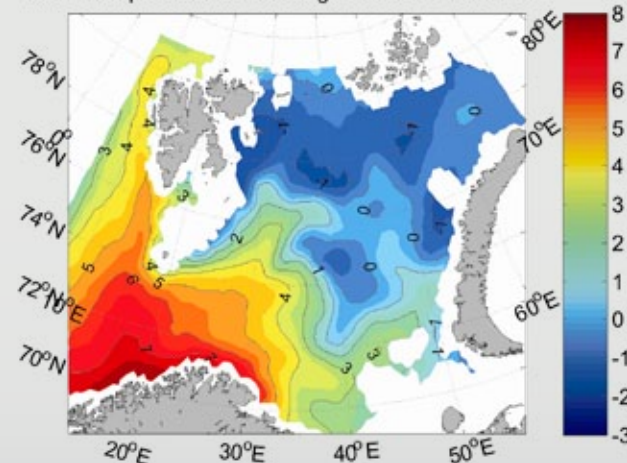
Nitrat og fosfat blir brukt av samtlige planteplanktonarter, mens silikat blir brukt hovedsakelig av diatomeene. Tidlig om våren blir en betydelig, men variabel del av nitrat og fosfat brukt av små flagellater som ikke bruker silikat. Dette gjør at mengde næringssalt disponibel til diatomeenes våroppblomstring blir mindre, samtidig som diatomeene som regel ikke kan vokse optimalt ved silikatkonsentrasjoner lavere enn $1\text{--}2 \mu\text{mol/l}$. Etter diatomé-oppblomstringen blir det som er igjen av næringssaltene brukt opp av flagellater. Siden diatomeene er hovedføde for en stor del av dyreplanktonet, er planteplanktonets sammensetning tidlig på våren av stor betydning for hvor mye av produksjonen som 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. Næringssaltforholdene i disse vannmassene kan ses i figurene 4.1.2.6 og 4.1.2.7.

Middeltemperatur i 100 m i februar-april 1970-2008



Middeltemperatur i 100 m i august-oktober 1970-2008

**Figur 4.1.2.2**

Gjennomsnittlig temperatur i Barentshavet om vinteren (venstre figur) og om sommeren (høyre figur) i 100 m dyp. Observasjoner fra perioden 1970-2008.

Om vinteren er konsentrasjonene i lagene 0–20 m og 20–50 m ganske like i begge snitt, noe som reflekterer gjennomblandingen ned til 50 m dyp. I det dypeste laget er konsentrasjonene høyere gjennom hele året, noe som tyder på at disse vannmassene ikke er utsatt for mye blanding med vannmassene over. Hovedårsaken er det permanente skillet mellom kystvannet på toppen og vannmasser med opprinnelse i atlantehavsvannet i bunnen.

Om sommeren blir næringssaltene i det øverste laget i kystvannet brukt i større omfang enn i atlantehavsvannet, men det

er også en stor forskjell mellom snittene. På begge snitt finner det største forbruk av næringssalter, og de største årlige avvikene sted i de øverste 20 meter, mens på Fugløya–Bjørnøya-snittet er det mindre forbruk av silikat i laget mellom 20–50 meter, i motsetning til Vardø–Nord-snittet. Dette viser hvor stor betydning det øverste laget i kystvannet har for diatomeenes våroppblomstring ved Fugløya–Bjørnøya-snittet. De kraftige negative avvikene i nitrat observert i 2008 og 2009 i atlantehavsvannet på Vardø–Nord-snittet pga. sen oppblomstring er også ganske tydelig i kystvannet.

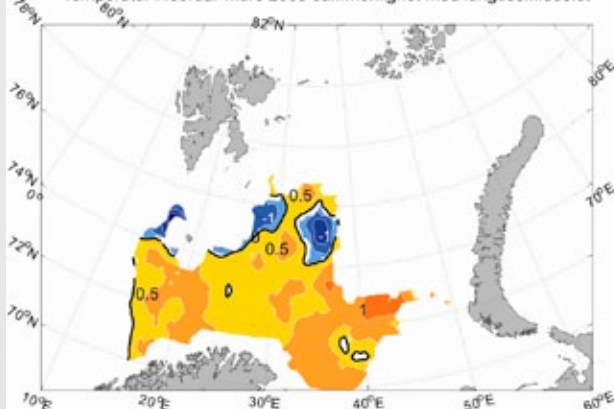
Teknisk vurdering

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

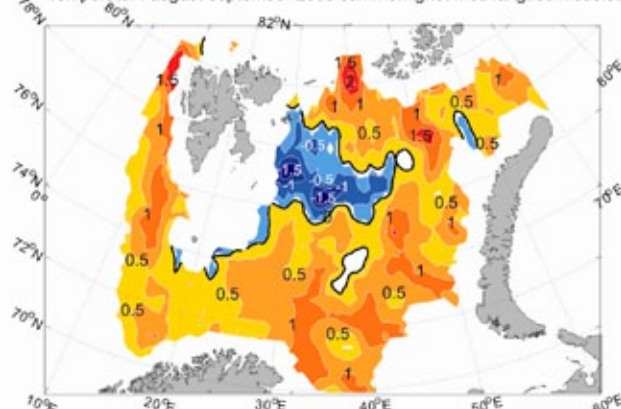
Økosystemvurdering

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 næye 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.

Temperatur i februar-mars 2009 sammenlignet med langtidsmiddelet

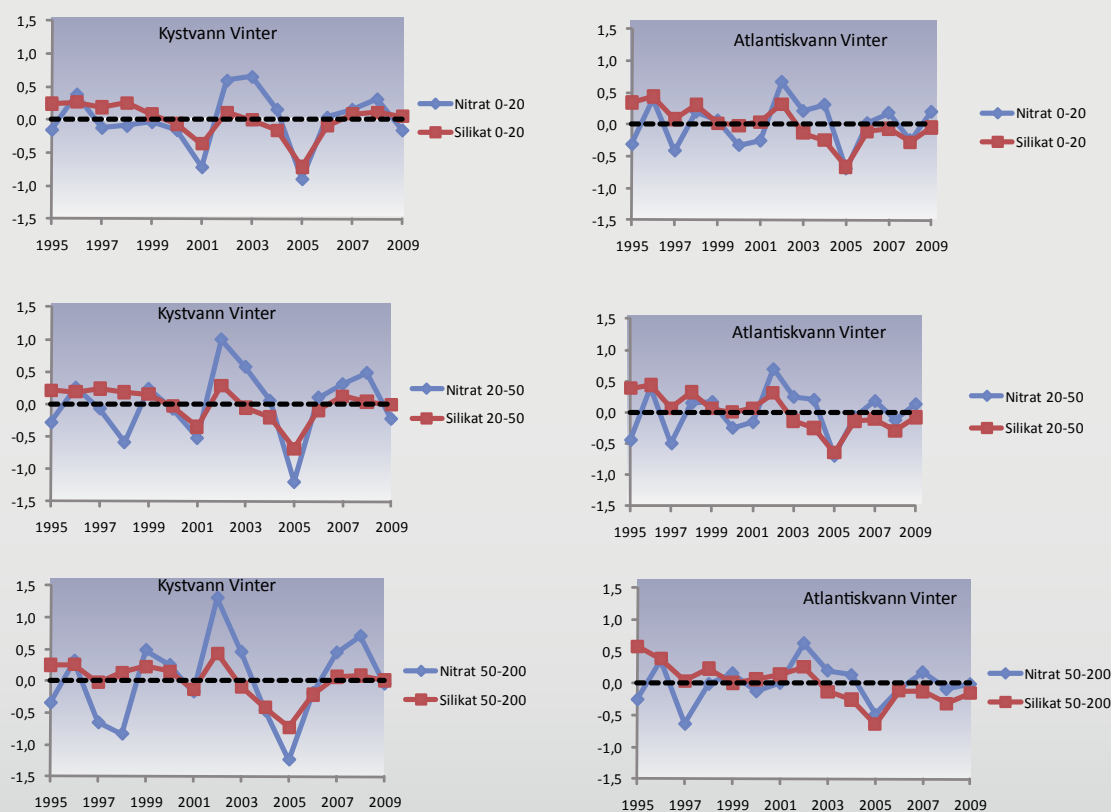


Temperatur i august-september 2009 sammenlignet med langtidsmiddelet

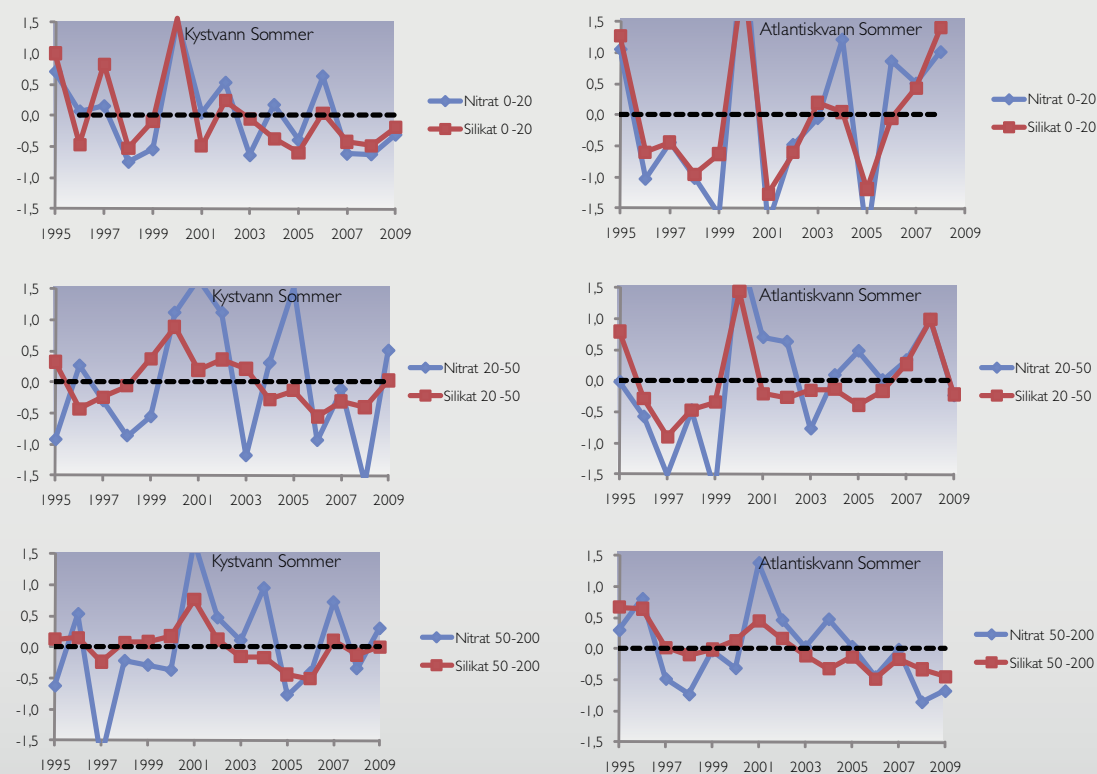
**Figur 4.1.2.3**

Temperaturavvik i 100 m dyp i februar-mars 2009 (venstre figur) og i august-september 2009 (høyre figur).

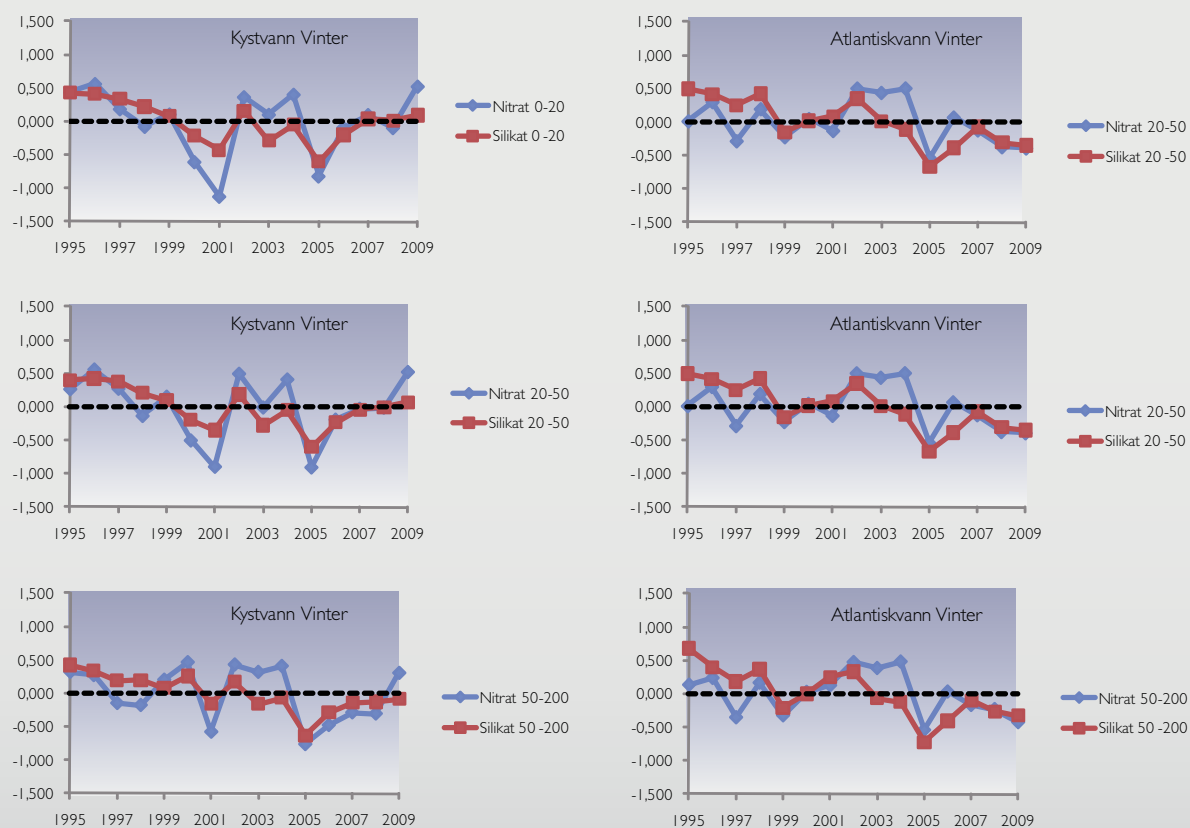
Avvikene er beregnet ved å sammenligne med middelet over hele perioden med tilgjengelige data som er 1970-2009.

**Figur 4.1.2.4**

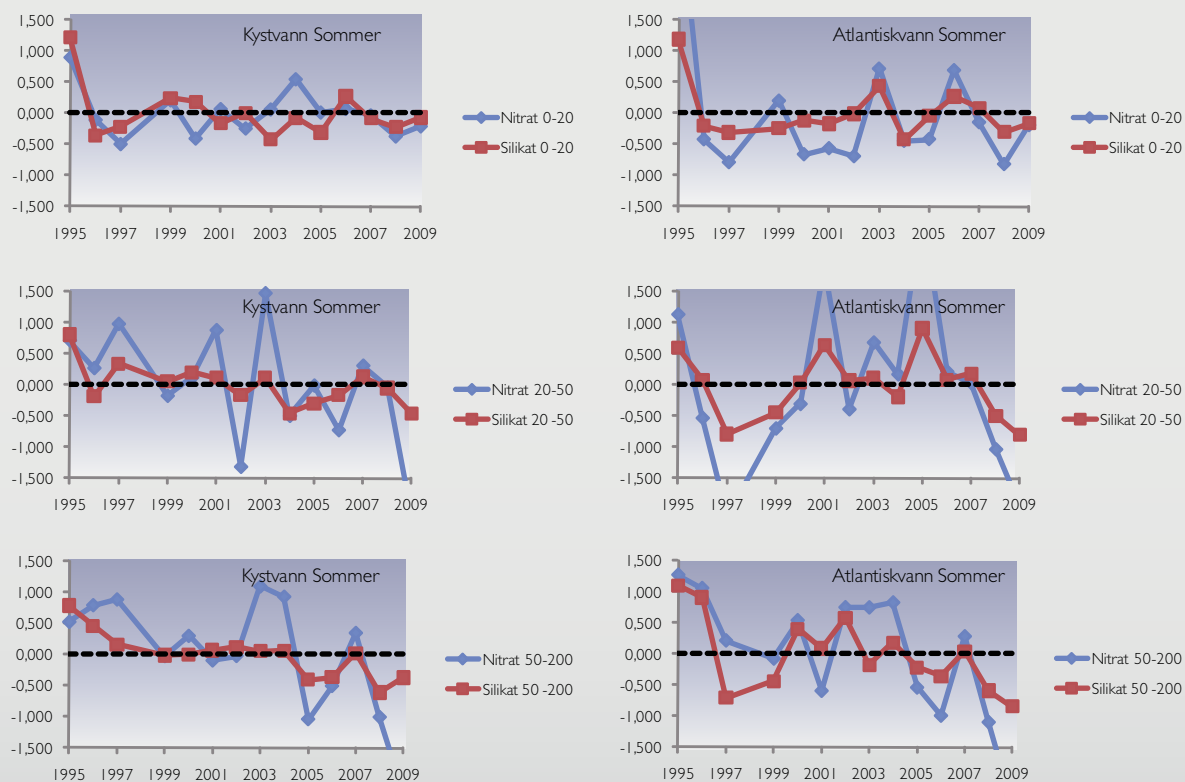
Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.

**Figur 4.1.2.5**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i atlantehavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.

**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 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.

**Figur 4.1.2.7**

Avvik i konsentrasjoner av nitrat og silikat om sommeren i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya og Vardø-nord i perioden 1995–2009. Avvikene er beregnet ved å sammenligne med gjennomsnittet fra perioden 1995–2009.

4.1.3 Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Randi Ingvaldsen

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet.
For andre data, kontakt Havforskningsinstituttet

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Middel over hele måleperioden

Tiltaksgrense

Ingen

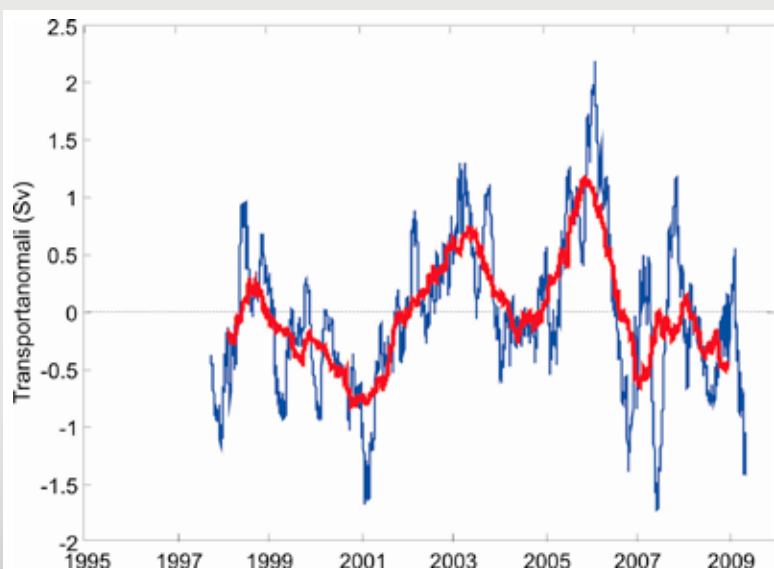
SVO-relevans

Tromsøflaket - Kystnært - Iskanten - Polarfronten - Svalbard

Transporten av atlantisk havsvann, 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 innstrømningen og årsgjennomsnittlig mengde dyreplankton i Fugløya-Bjørnøya-snittet. Innstrømningen 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 innstrømningen fant sted i 2005–2006, og både sommeren 2005 og den etterfølgende vinteren skilte seg ut med svært høy innstrømning. Etter dette har imidlertid innstrømningen vært lavere. Innstrømningen i 2009 var mye den samme som i 2007 og 2008; moderat om vinteren og deretter med

et kraftig fall utover våren (Figur 4.1.3.1). Mer detaljert ser vi at det var det var lav innstrømning høsten 2008 etterfulgt av noen pulser med høy innstrømning vinteren 2009 (Figur 4.1.3.2). I april 2009 falt innstrømningen til mer enn 2 Sv under sesongmiddelet, deretter har den hatt en gradvis økning utover våren. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til sommeren, så det er ikke kjent hvordan innstrømningen har vært høsten 2009, men atmosfærefelt tyder på at innstrømningen har vært høy. Årsaken til de observerte variasjonene i innstrømning 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.



Teknisk vurdering

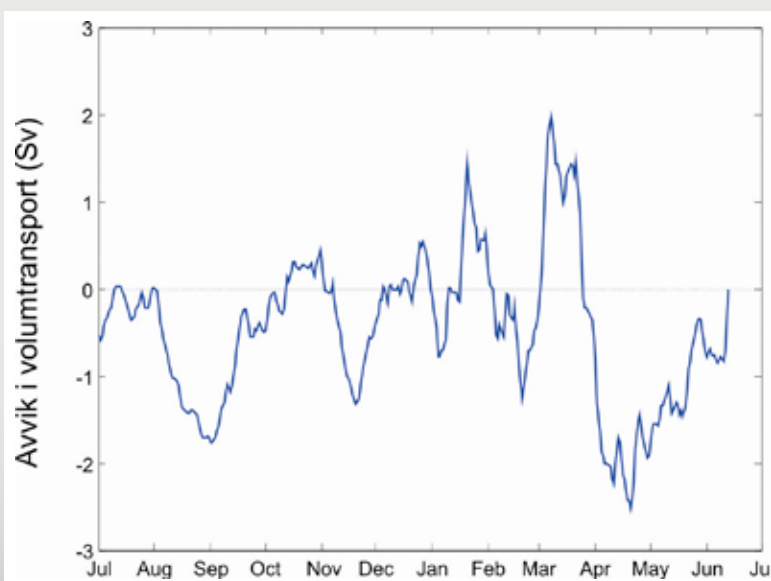
Indikatoren fungerer i forhold til det den er ment å belyse og revisjon er ikke nødvendig.

Økosystemvurdering

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

Figur 4.1.3.1

Transport av atlantisk havsvann inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya-Bjørnøya-snittet) gitt som avvik fra sesongmiddelet for måleperioden. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). 3 måneders (blå linje) og 1 års (rød linje) glidende middel er vist.



Figur 4.1.3.2

Transport av atlantisk havsvann inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya-Bjørnøya-snittet) fra juli 2008 til juli 2009 gitt som avvik fra sesongmiddelet for måleperioden. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). Tidsserien er filtrert med 1 måneders glidende middel.

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

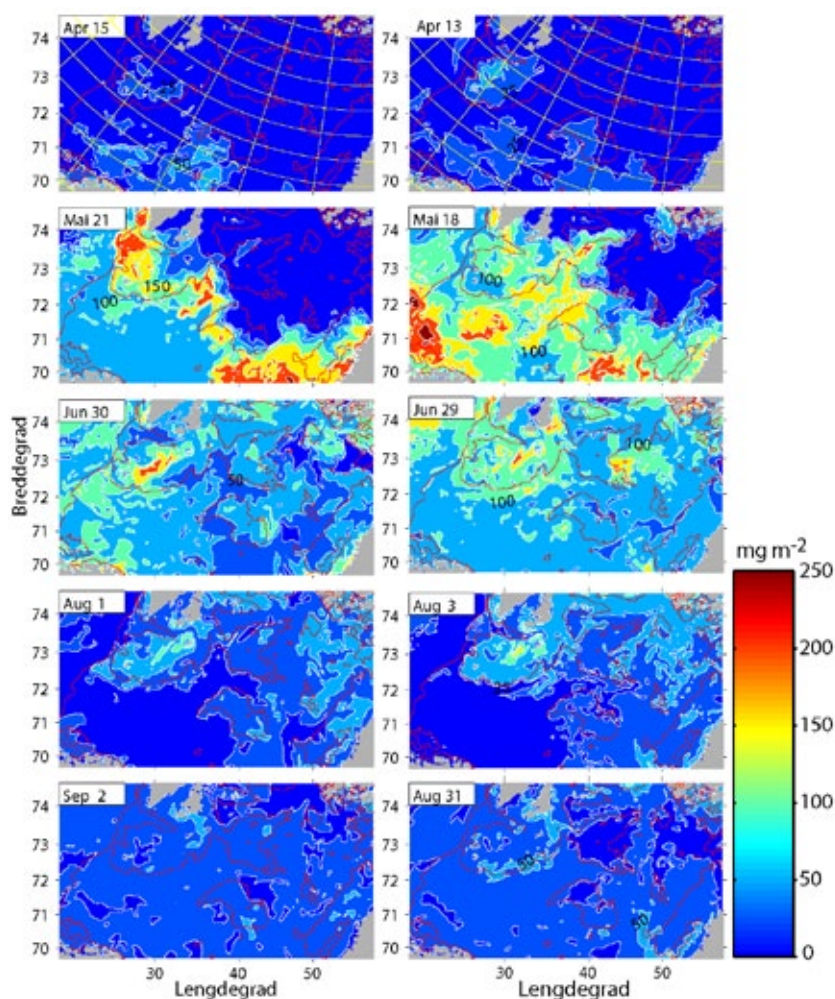
Tiltaksgrænse

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 finnes hos ulike institusjoner (f.eks. Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitutt, Universitetet i Tromsø/Norges fiskerihøgskole 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. I Figur 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. Vårøppblomstringen ved iskanten er lett synlig i mai. Da gir smeltende is, lys og vinterakkumulerte næringssalter gode muligheter for planteplanktonvekst som er sterk nok for utstrakt beiting fra dyreplankton og økt utsynking av planteplanktonceller og fekalier. Veksten av planteplankton er større enn tapet gjennom beiting og utsynking. Under vårøppblomstringen er beitepresset fra dyreplankton sterkt variabel pga. varierende overvintring, beiting på dyreplankton og adveksjon fra Norskehavet. Derfor kan klorofyllkonsentrasjonen variere sterkt og gir ikke nødvendigvis en indikasjon på planteplanktonproduktivitet. Klorofyll *a*-datagrunnlaget må derfor diskuteres i lys av betydelig variabilitet. Dataene kan også fort feiltolkes med hensyn til produktivitet. For å kunne være en indikator for produktivitet måtte klorofyllkonsentrasjon korrigeres for beiting og utsynking, men dette er knapt mulig.



Figur 4.2.1.1

Variabilitet av integrert klorofyll (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.

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. Via fotosyntesen omdanner de uorganiske forbindelser (CO_2 , næringssalter osv.) til organiske forbindelser som er næringsgrunnlaget for alle dyr i havet, fra bakterier til hval. Lave konsentrasjoner er de under 0,5 mg/l, og maksimale konsentrasjoner opp mot 20 g/l har blitt målt ved iskanten. Det finnes ikke tiltaksgrenser for klorofyll.

Mengden klorofyll som befinner seg i vannmassene er dermed en brukbar indeks for planteplanktonbiomasse. Under visse forutsetninger kan klorofyll *a*-konsentrasjoner 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 stort 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 Francisco Rey

Datagrunnlag

Observasjoner av Havforskningsinstituttet

Referanser til data

Stiansen and Filin 2008, Olsen et al. 2003.

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Ingen

Tiltaksgrense

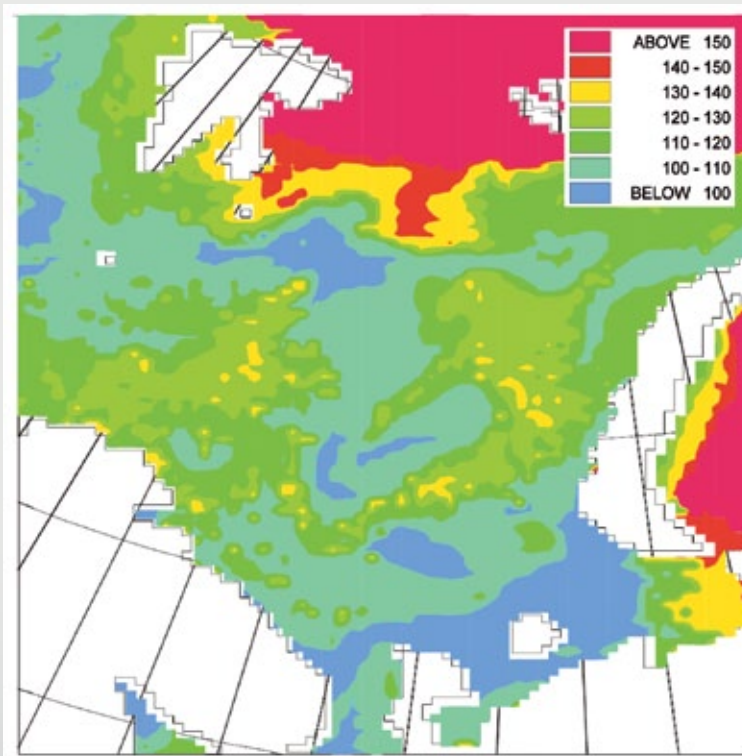
Ingen

SVO-relevans

Kysten — Iskanten — Polarfronten — Svalbard

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. En kombinasjon av næringssaltdata (konsentrasjonen vil gå ned når algeveksten tiltar) og fysisk vannmassestruktur, jf. Olsen et al. 2003, kan tidspunkt for våroppblomstringen angis avhengig av observasjonsfrekvens. Kvaliteten vil avhenge av relevante observasjoner fra relevante områder i relevante perioder. Satellittbilder som viser overflatekonsentrasjon av klorofyll kan muligens fungere som en komplementær informasjonskilde, men med begrensninger gitt av skydekke og begrenset informasjon om dypere klorofyll *a*-fordeling.

Alternativt kan det etableres rigger/overvåkingsstasjoner som settes ut med instrumentering som inkluderer CTD, lys og nitrat for kontinuerlig overvåking i prioriterte områder. Utfordringen er utplassering



Figur 4.3.1.1

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

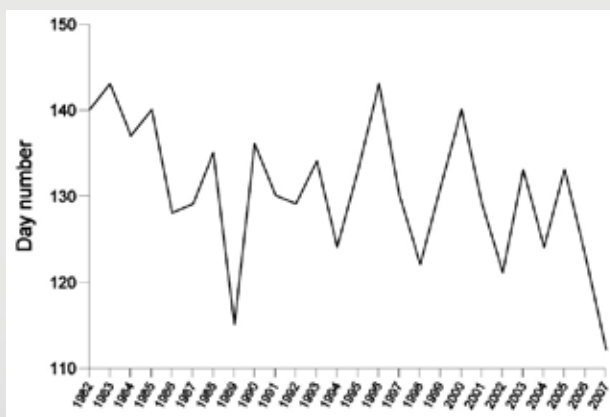
av rigger i sterkt trafikkerte områder eller isdekkede områder med sonder som må stå nært overflaten der produksjonen først skjer (10–20 m dyp).

Teknisk vurdering

Indikatoeren er under utvikling og trenger videre arbeid

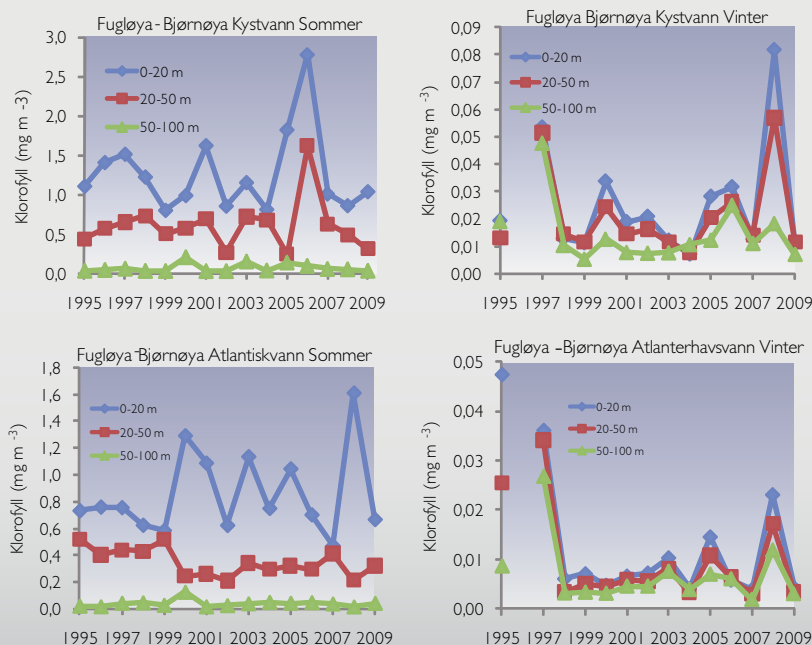
Økosystemvurdering

Tidspunkt for våroppblomstring har betydning for produksjon av larver og yngel



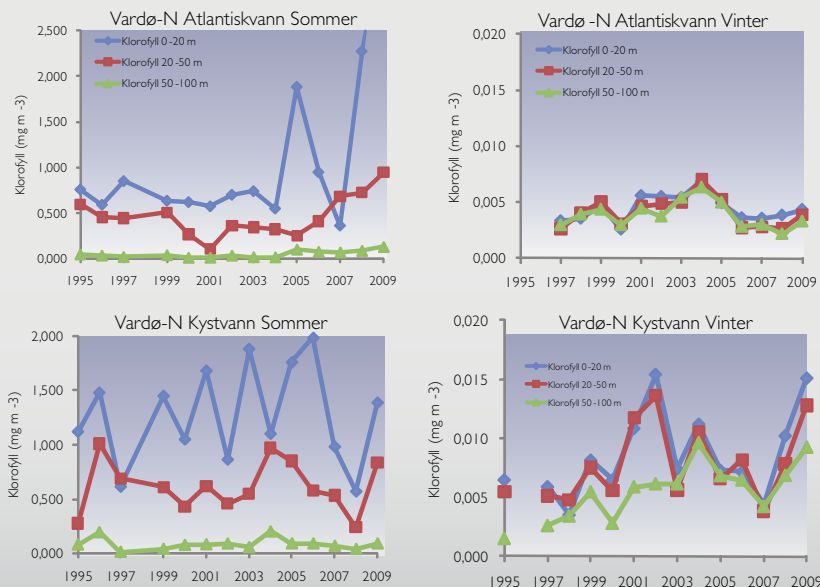
Figur 4.3.1.2

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 dybdelag i atlantehavsvannet (øverst) og kystvannet (nederst) i snittene Fugløya-Bjørnøya om vinteren (høyre) og sommeren (venstre).



Figur 4.3.2.2

Klorofyll *a* i tre dybdelag i atlantehavsvannet (øverst) og kystvannet (nederst) i snittet Vardø-nord om vinteren (høyre) og sommeren (venstre).

4.3.2 Planteplankton: Biomasse og produksjon uttrykt ved klorofyll a

Institusjoner

ARCTOS-nettverk, Havforskningsinstituttet

Forfattere

Paul Wassmann, Marit Reigstad, Tobias Tamelander og Francisco Rey

Datagrunnlag

Observasjoner fra Havforskningsinstituttet

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Middel over siste 10 år

Tiltaksgrense

Ingen

SVO-relevans

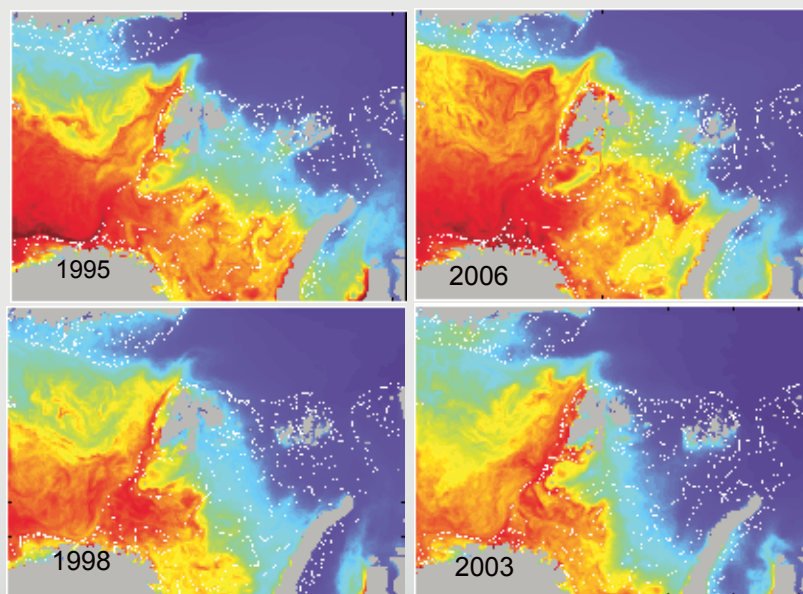
Alle

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 atlantehavsvannet 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 2009 er det blitt en forandring i mønsteret, da konsentrasjonene i 0–20 meter svinger kraftig fra år til år. I laget 20–50 meter ble det etter 1999 observert en nedgang i klorofyll som har holdt seg ganske konstant rundt $0,3 \text{ mg m}^{-3}$.

Ved Vardø–N-snittet var forholdene 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, for igjen å øke kraftig i 2008 og spesielt i 2009. Det ble observert en nedgående "trend" i klorofyllkonsentrasjonen i 20–50 meter i perioden 1995–2005. Dette økte igjen fra 2005 og fremover. Økningen de siste to år skyldes sannsynligvis en sen oppblomstring (se også kapittelet om næringssalt).

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 variasjoner i 0–20 m-laget med en svak økende "trend". I de to andre lagene var variasjonene langt mindre og uten noen trend.

De store årlige variasjonene i klorofyllkonsentrasjonen skyldes hovedsakelig tidspunktet for innsamling av prøvene. Planteplanktonoppblomstringene kan forekomme på veldig kort tid, og de varierende



Figur 4.3.2.3

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

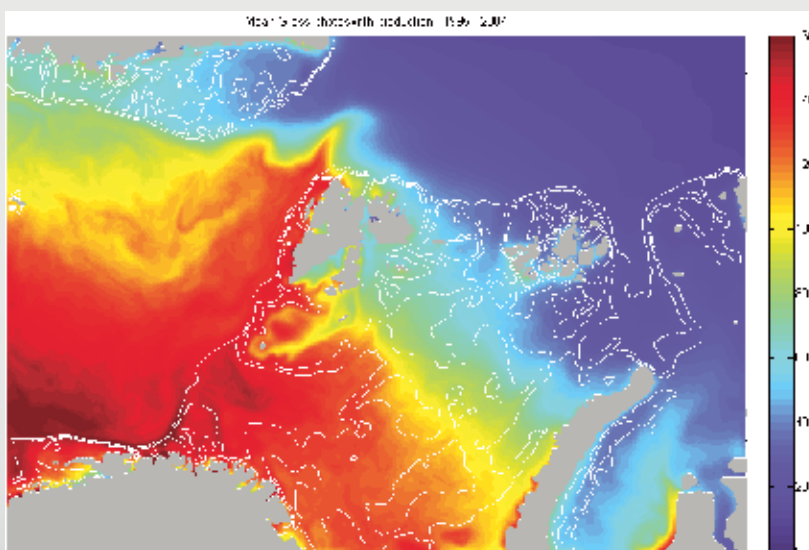
tidspunktene for toktene fra år til år (opptil 4 uker) gjør det vanskelig å sammenligne de forskjellige år. Dette er spesielt viktig for sommerforholdene. Også den viktigste biologiske sesongen, våren, er ikke godt observert. Det bør diskuteres videre om man burde hele satse på en god dekning i perioden april–juni på kun ett snitt (for eksempel Fugløya–Bjørnøya).

Feltmåling av primærproduksjon er svært arbeids- og ressurskrevende, og gir punktmålinger 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.

Figur 4.3.2.3 viser romlig 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).

Figur 4.3.2.4 viser den modellerte gjennomsnittlige primærproduksjon i perioden



Figur 4.3.2.4

Modellert gjennomsnittlig primærproduksjon (gram karbon per m per år) i perioden 1995 til 2007.

1995 til 2007. Produksjonen er høyest i områdene vest og sør for isutbredelsen og lavere i området innenfor. Figur 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 områdene som er påvirket av sesongsis. I de fleste områder var produksjonen høyest i 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. 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 relativt 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 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, inklusiv utviklingen av høstbar biomasse.

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 atlantehavsvann. 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 fem årene.

4.3.3 Artssammensetning

Institusjoner

ARCTOS-nettverk, Havforskningsinstituttet

Forfattere

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

Datagrunnlag

Fra NFR-prosjektet Arktisk lys og varme (ALV), samt data fra fjord og Barentshavstokt 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 1980-tallet

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Historiske data

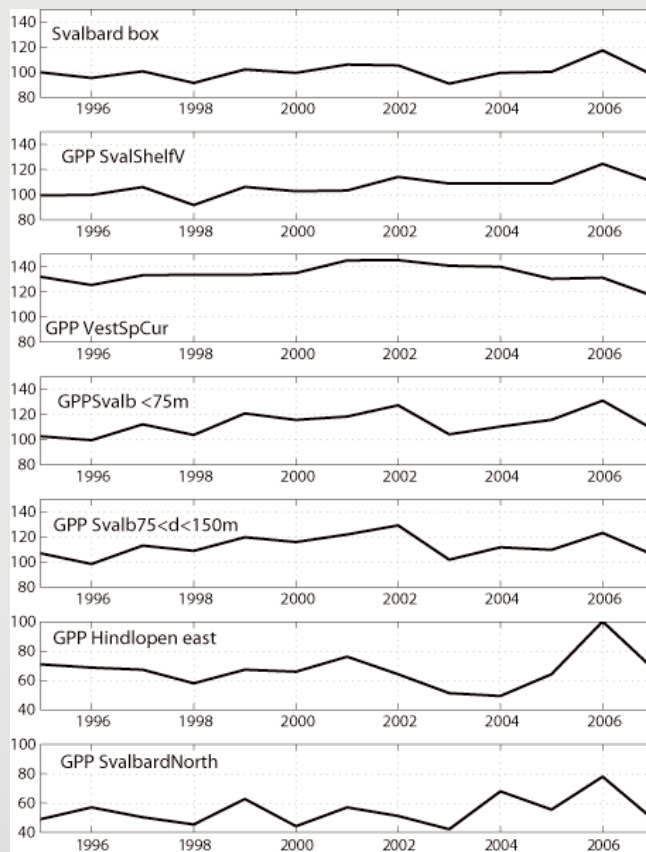
Tiltaksgrense

Ingen

SVO-relevans

Alle

Planteplankton artssammensetning er en krevende indikator. Det er et omfattende



Figur 4.3.2.5

Modelleret primærproduksjon (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°E, 74–82°N; SvalShelfV – Sokkel vest for Svalbard og Storfjorden; VestSpCur – Vestspitsbergenstrømmen; Svalb<75m – Svalbardbanken dyp mindre enn 75 m; Svalb75<d<150m – Svalbardbanken, dyp mellom 75 og 150 m; Hindlopen east – Hindlopen til 40°E; SvalbardNorth – Svalbard til 82°N.

prosjekt å samle, analysere og evaluere eksisterende planteplanktondata fra Barentshavet. Bruk av denne indikatoren krever en stor og dedikert innsats. Det må defineres basislinjedata for ulike områder basert på ulike taksonomers arbeid 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 mikroskopering. Utviklingen av disse metodene for bruk som indikator verktøy er trolig ikke kommet langt nok.

Som eksempel kan nevnes HPLC-analyser (High Performance Liquid Chromatography) for pigmentkarakterisering basert på at ulike planteplanktongrupper har karakteristiske pigmenter. Det er fortsatt svakheter med denne metoden som går på at pigmentene og signalene ikke er tilstrekkelig gruppespesifikke til å unngå graverende forvekslinger. Metoden gir heller ikke

tilstrekkelig oppløsning på art til bruk som indikator annet enn på gruppenivå (f.eks. diatomeer).

Satellittbilder: Kan identifisere blomstringer av *Emiliania huxleyi* (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 for en tilstrekkelig database kan fungere som referanse for genetiske analyser av planktonmateriale med artssammensetning som resultat.

Mikroskopering: Tidkrevende, krever svært god taksonomisk kompetanse. Gir info om både arter og konsentrasjoner og tilstand hos algene som observeres (f.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, næringssaltforhold, 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 artssammensetning 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 sjøpatedyr, sjøfugl og bunndyrsamfunn. Endringer i klima vil påvirke produksjonsforholdene for alle ledd i næringskjeden, men kanskje særlig for plankton og fisk. Sørliche arter kan få en mer nordlig utbredelse enn før, så overvåking av planktonets artssammensetning 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–Nord-snittet 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 – Polarfronten – Svalbard

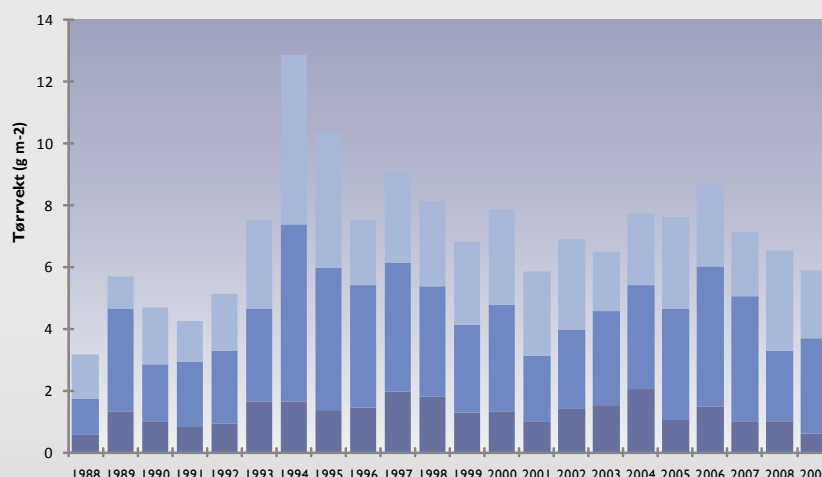
Biomasseindikatoren gir en vurdering av tilgjengelig biomasse for produksjon av mat for planktonspisende fiskeslag. Indikatoren gir også et generelt bilde av resultatet av mange faktorer som påvirker produksjonen hvert år. Den er imidlertid bare en indirekte indikator på produksjon og må tolkes i sammenheng 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 i Barentshavet. Disse toktene gjennomføres i nært samarbeid med PINRO, og russiske data kunne inngått i denne rapporten for å nansere tilstandsbeskrivelsen av økosystemet når det gjelder dyreplankton. Indikatoren gir en direkte sammenheng med tilgangen på biologiske ressurser i Barentshavet for en gitt tidsperiode, og antyder initialbetin-

gelser for produksjon påfølgende sesong. Gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse i 2009, basert på norske data, var 5,87 g tørrvekt/m². Dette er en ytterligere reduksjon i forhold til de tre foregående år 2006, 2007 og 2008 hvor det ble målt gjennomsnittsverdier på henholdsvis 8,6, 7,13 og 6,48 g tørrvekt/m² (Figur 4.4.1.1). For første gang ble det i 2009 målt mengder dyreplankton i området rundt Svalbard. Her var gjennomsnittlig biomasse 8,13 g tørrvekt/m². For 2009 er biomassen i størrelsesfraksjonen 1000–2000 µm faktisk er noe høyere enn i 2008, mens det er de to andre størrelsesfraksjonene som er årsaken til nedgangen i målt biomasse i 2009. Siden størrelsesfraksjonen 1000–2000 µm er den fraksjonen hvor hovedtyngden av *Calanus finmarchicus* og *C. glacialis* fanges opp, kan det tyde på en bedre tilstand for denne komponenten relativt til 2008, selv om den totale biomassen er lavere.

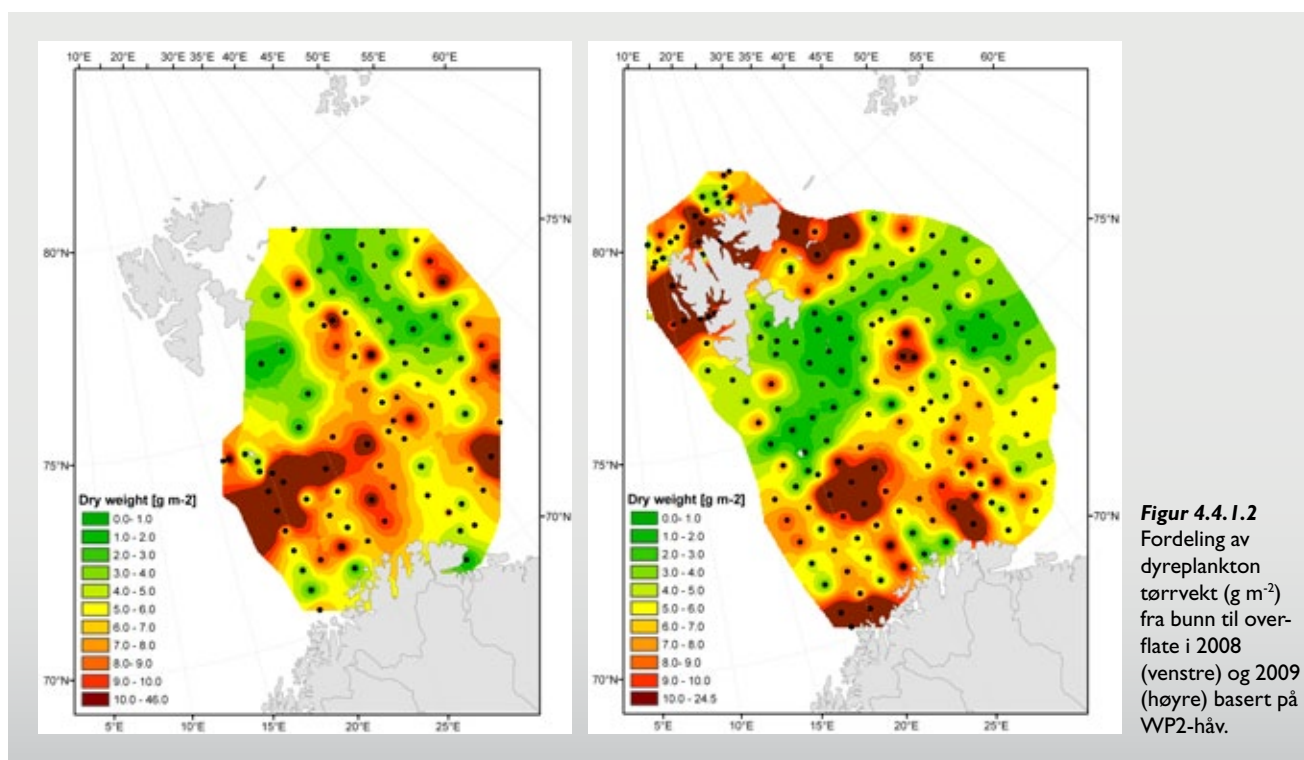
I august–september når målingene utføres, er planktonet i ferd med å vandre ned mot dypere vann, men det er fremdeles relativt mye små planktonformer igjen oppe i vannsøylen. Små planktonorganismer som ikke lar seg fange i standard håv med maskevidde 180 µm, vil nok tidvis være tallrike, men ha langt mindre betydning for den stående biomasse som måles.

Utbredelsen av dyreplankton i 2009 og 2008 er vist i Figur 4.4.1.2. Situasjonen i 2009 er ikke ulik situasjonen i 2008, men deknningen i 2009 var langt bedre enn i året før. I likhet med 2008 ble det i 2009 funnet mest plankton i vest og spredte forekomster langs lengdegrad 30°Ø. Noen høyere forekomster er også funnet i de kystnære områdene utenfor Troms og Finnmark. Disse områdene er påvirket av innstrømmende varmt og planktonrikt atlantehavsvann som vanligvis strekker seg nord–østover



Figur 4.4.1.1

Størrelsesfraksjonert tørrvekt av dyreplankton (g m⁻²) i Barentshavet beregnet på grunnlag av håvtrekk fra bunn til overflate.



Figur 4.4.1.2
Fordeling av
dyreplankton
tørrvekt (g m^{-2})
fra bunn til over-
flate i 2008
(venstre) og 2009
(høyre) basert på
WP2-håv.

inn i Bjørnøyrenna eller følger en mer sørlig rute nærmere Norskekysten inn i Barentshavet. Figuren 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 vises i 2009 ved høyere forekomster i området ved Kong Karls land. I motsetning til 2008 ble det i 2009 kun registrert lave forekomster av plankton mot russisk sone i øst. Et karakteristisk trekk både for 2009 og 2008 er de svært lave dyreplanktonmengdene sentralt i Barentshavet, særlig knyttet til de store, grunne bankene og tilgrensende områder. Området øst for Nordaustlandet og nord for Kvitøya til russisk sone i øst må dekkes bedre i fremtiden. En bedre dekning av overgangssonen mellom arktiske og atlantiske vannmasser i nord er av betydning for å forstå de fysiske prosessene som foregår og hvilke følger disse har for økosystemet som helhet.

Det er mange forhold som påvirker planktonproduksjonen og således den stående biomasse, som måles for hele Barentshavet en gang per år. Innstrømming av plankton fra Norskehavet er en 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 markert 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 2009 var mengdeindeksen for 0-gruppe lodde rekordhøy, ca. to ganger langtidsmiddelet. For annen 0-gruppefisk var mengdeindeksene lavere eller nær gjennomsnittlig verdi, med unntak av hyse og torsk som sannsynligvis har hatt en rekruttering over gjennomsnittet. Sammen med loddebestandens totale størrelse på 3,76 millioner tonn betyr dette sannsynligvis et høyt beitepress på dyreplanktonet i Barentshavet i 2009, på linje med det som kunne antas for 2008. Hvorvidt en variabel eller lavere primærproduksjon kan ha medvirket til en reduksjon i dyreplanktonbiomassen i 2009, har man ikke tilstrekkelig kunnskap til å svare på i dag.

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer: Tidsperioden for beregning av 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 ti siste år skal tas inn. Slik overvåkningsprogrammet er lagt opp, er det kun data fra perioden 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. En ytterligere nedgang i biomasse observeres fra 2008 til 2009. Dette kan tolkes som om beiting på dyreplankton har vært betydelig også i 2009 i forhold til tilgjengelig dyreplanktonbiomasse, kanskje særlig fra lodde. Denne bestanden er fortsatt tallrik, med en stående biomasse i 2009 på 3,76 millioner tonn og en sterk 2009-årsklasse under utvikling. Det er foreløpig ikke grunnlag for å si at det er observert lavere produksjon av planteplankton i systemet.

Påvirkning

Påvirkes av 4.1.2 Temperatur; saltholdighet og næringssalter; 4.1.3 Transport av atlantisk vann; 4.3.1 Tidspunkt for våroppblomstring; 4.3.2 Planteplanktonbiomasse, og påvirker: 4.5.1 Ungsild; 4.5.2 Kolmule; 4.6.2 Lodde; 4.8.2 Sjøfugl; 4.8.3 Sjøpattedyr

4.4.2 Artssammensetning

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Padmini Dalpadado og Tor Knutsen

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Historiske data

Tiltaksgrense

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 tetthet 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-Bjørnøyasnittet 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 vannmassestyper i Barentshavet lenger øst og nord. Slik vil vi kunne få 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 opprinnelig foreslått. En standard artsopparbeiding slik den gjøres i dag må muligens 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 har vi opparbeidet et større antall prøver fra årene 1996 og 2004–2007. For hvert år gjelder dette fire ulike vannmasser og årstider. Målet er å opparbeide hele serien fra 1996 til nyere data og i tillegg en del utvalgte stasjoner i forskjellige vannmasser i Barentshavet.

Artsopparbeiding er svært tidkrevende, 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, 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. Dette arbeidet vil få økt fokus i kommende år.

Klimaendringer kan ha både negative og positive effekter på produksjonen av dyreplankton i Barentshavet. I de sørlige og vestlige deler av havet er vannmassene

direkte påvirket av transporten av varmt atlantisk vann fra Norskehavet. Med økende temperatur forventer en at dominerende varmtvannsarter som hoppekrepsen *Calanus finmarchicus* og krillen *Thysanoessa inermis* øker sitt utbredelsesområde i nordlig retning. Våre data fra de siste årene synes å indikere at *T. inermis* er mer tallrik lenger nord i den vestlige delen av Barentshavet enn det vi har observert tidligere. Observasjonene støttes av at denne krillarten synes å være en stadig viktigere komponent i dietten til lodde og torsk.

Et annet aspekt ved oppvarming er at mer sørlige arter kommer inn i Barentshavet. Eksempler på slike arter er krillen *Nematoscels megalops*, hoppekrepsen *Calanus helgolandicus* og vingesneglen *Cymbulia peronii*. En utvidelse av de biogeografiske grensene vil føre til en endring i artssammensetningen, noe som vil påvirke økosystemet og produksjonsforholdene. Selv om slike endringer så langt i hovedsak er observert i Nordsjøen og de sørlige deler av Norskehavet, er det også økende tendenser til endringer i Barentshavet.

Dyreplanktonet i arktiske områder er ikke bare viktig for fisk, men også for fugl og sjøpattedyr. Dersom oppvarmingen i Barentshavet fortsetter, vil dette kunne ha negativ effekt på dominerende arktisk dyreplankton som hoppekrepsen *Calanus glacialis* og amfipoden *Themisto libellula*. Data ved Havforskningsinstituttet viser at *C. glacialis* og *T. libellula* er svært viktige fødeorganismer for bl.a. polartorsk og lodde. En reduksjon i mengden av disse planktonorganismene vil trolig påvirke disse fiskeartene i negativ retning.

I 2008 var mengdene *Calanus finmarchicus* og *C. glacialis* på snittet Fugløya-Bjørnøya (FB) henholdsvis 63 300 ind. m⁻² og 38 ind. m⁻². Dette er lavere enn hva som ble observert i 2007, henholdsvis 78 500 ind. m⁻² og 2 700 ind. m⁻². Nedgangen for *C. finmarchicus* kan skyldes faktorer som lavere mengder dyreplankton i innstrømmende atlantisk vann fra Norskehavet, økt predasjon, eventuelt lokale produksjonsforhold, eller en kombinasjon av disse faktorene. Den kraftige nedgangen for *C. glacialis* kan skyldes at området er mer påvirket av atlantiske vannmasser enn tidligere. Til tross for at vi ser en klar nedgang i mengden av *C. glacialis* fra 2007 til 2008, ser vi ikke noe klart mønster i dataene fra 2004 til 2008. Enkelte år opptrer arten i moderate mengder, andre år i svært lave antall.

Tatt i betraktning at periode 2004–2008 var varmere enn normalt, og at vår innsamling varierer noe i tid mellom årene, kan det være vanskelig å avdekke reelle endringer.

Hvis man imidlertid sammenlikner med et kaldt år, som for eksempel 1996 (4200 ind. m⁻²), er mengdene på Fugløya-Bjørnøyasnittet mye lavere i gjennomsnitt for årene 2004–2008 (1600 ind. m⁻²). Nylige toktobservasjoner indikerer også at det er færre *Themisto libellua* i området enn tidligere. Liknende resultater er også rapportert fra russiske kolleger. Selv om data fra Barentshavet indikerer at det er en tilbakegang for spesifikke arktiske arter i noen områder, trengs det data fra lengre perioder. Dessuten opparbeides ytterligere materiale fra tidsserienes begynnelse for å etablere robuste historiske referanser for å bekrefte dette.

Langt flere *Calanus helgolandicus* ble funnet i 2008 enn i 2007. Sammenlignet med disse to årene ble det kun funnet svært få individer av denne arten i 1996. Resultatene antyder at spredningen av denne sørlige hoppekrepsformen er reell ved inngangen til Barentshavet, men i langt mindre grad enn man for eksempel ser i Nordsjøen. Når prøvematerialet utvides vil vi få et bedre statistisk grunnlag for å vurdere situasjonen. Vi vil fortsette dette arbeidet i årene fremover, med spesielt fokus 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 økosystemtoktene 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. 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.

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 *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. Resultatene antyder at spredningen av denne sørlige hoppekrepsformen har nådd Barentshavets vestgrense, men fremdeles i langt mindre omfang enn det man observerer i Nordsjøen.

Påvirkning

Påvirkes av 4.1.3 Transport av atlantisk vann; 4.3.1 Tidspunkt for våroppblomstring; 4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringssalter; 4.3.2 Planteplanktonbiomasse og artssammensetning



Fiskebestander det ikke fiskes på

Indikatorene 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 slike effekter virker inn på hele økosystemet.

4.5.1 Biomasse og utbredelse av ungsild

Institusjoner

Havforskningsinstituttet og PINRO

Forfattere

Erling Kåre Stenevik

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Referanser til data

IMR/PINRO Joint Report Series, No. 1/2009.

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

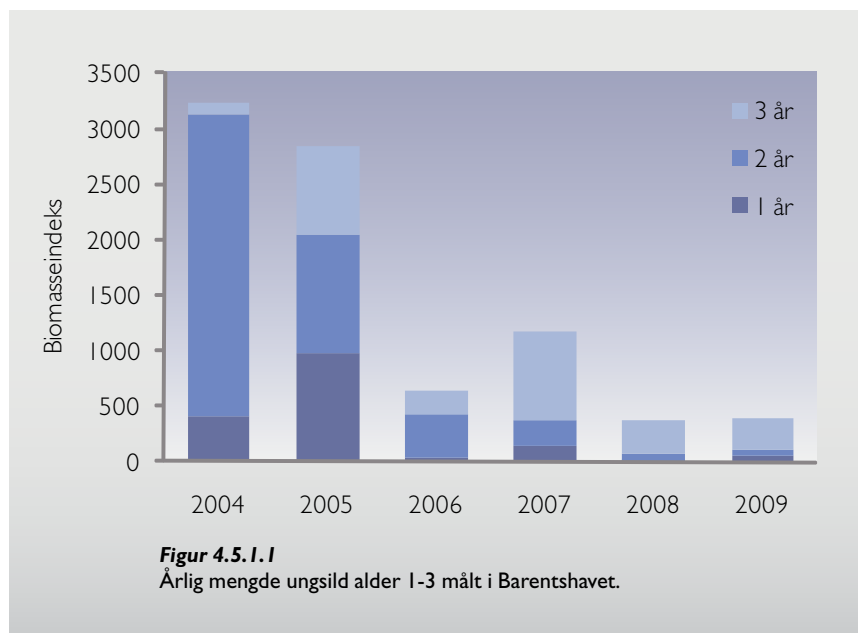
Historisk nivå

Tiltaksgrense

Ingen

SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært



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

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 (Figur 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 freddet under internasjonale avtaler og utsettes i meget liten grad for fiske.

Mengden ungsild reflekterer i størst grad eksterne forhold som foreldrebestandsstør-

relse 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 spiser loddeelarver, og når det er mye ungsild i Barentshavet blir rekrutteringen til loddebestanden dårligere. Loddas rolle som transportør av biomasse fra dens beiteområder sør for iskanten til gyteområdene ved kysten blir dermed 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 blir redusert. Tilsvarende forhold kan gjelde for andre predatorer på lodde.

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 ett år gammel sild i Barentshavet.

Teknisk vurdering

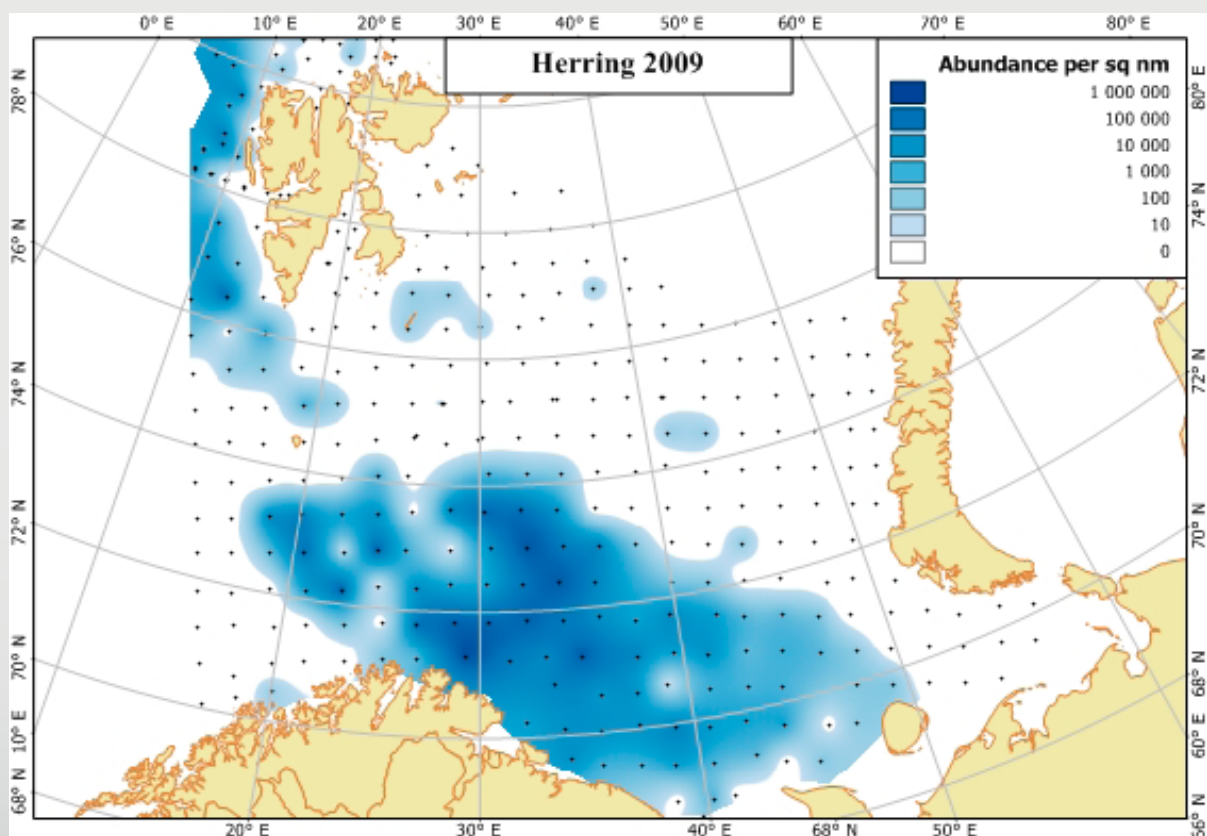
Indikatoren fungerer bra.

Økosystemvurdering

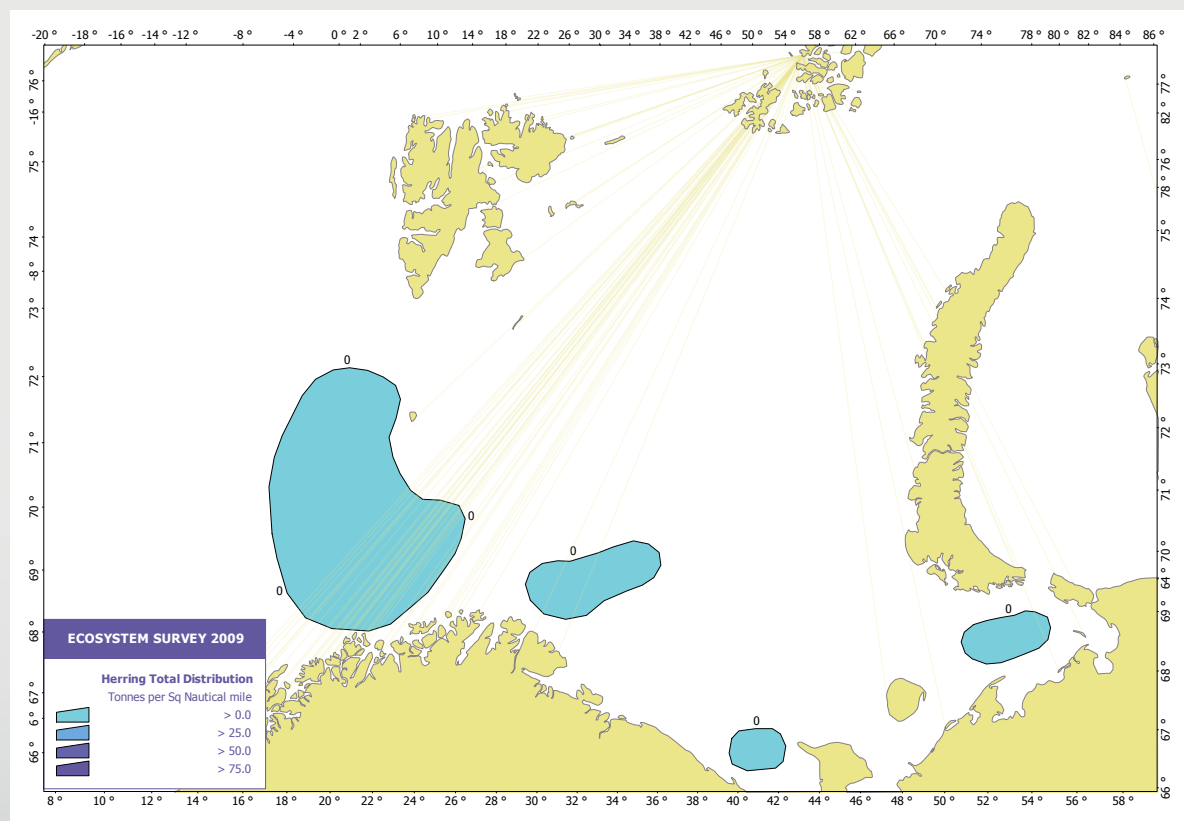
Styrken på ungsildbestanden har en betydelig innvirkning på rekrutteringen i loddebestanden, siden den beiter så effektivt på loddeelarver. Loden på sin side er å anse som en nøkkelart som påvirker økosystemet i betydelig grad. Silda er derfor også en sentral aktør i økosystemet, selv om den bare opptrer i Barentshavet som ung og utvandrer før modning. 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.

Påvirkning

Denne indikatoren påvirkes av ikke bare sjøtemperatur (4.1.2), men også kvalitet og tilgang på byttedyr som loddeelarver og yngel (4.6.2) og annet dyreplankton (4.4.1). Ungsilda påvirker økosystemet i betydelig grad siden beitingen på de unge stadiene av lodde (4.6.2) har en betydelig påvirkning på bestanden av lodde. Torskebestanden (4.6.1), så vel som sjøpattedyr (4.8.3) og sjøfugl (4.8.1) påvirkes både direkte og indirekte gjennom effekten byttedyr kvaliteten har på vekst, overlevelse og gytefrekvens.



Figur 4.5.1.2
Utbredelse av 0-gruppe sild høsten 2009.



Figur 4.5.1.3
Estimert relativ akustisk tetthetsfordeling av sild i Barentshavet i 2009.
(Fra økosystemtoktet i august-oktober)

4.5.2 Biomasse og utbredelse av kolmule

Institusjoner

Havforskningsinstituttet og PINRO

Forfattere

Åge Høines

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Referanser til data

Anon. 2009. IMR/PINRO Joint Report Series.

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Historisk nivå

Tiltaksgrense

Ingen

SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

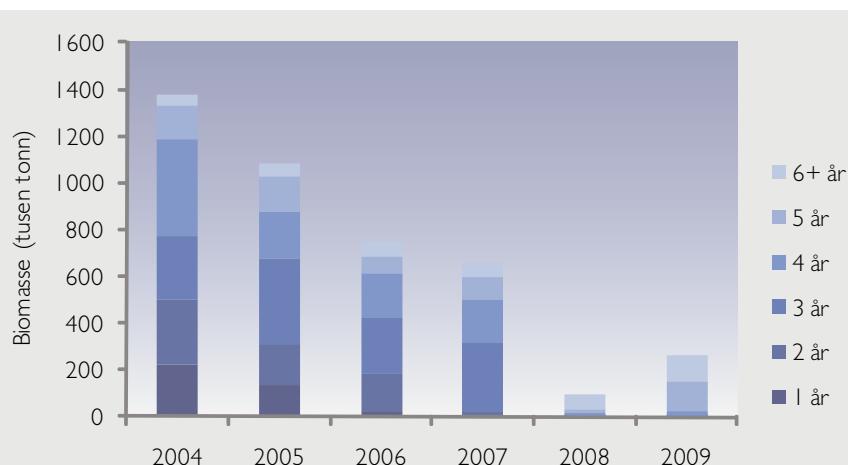
Kolmulen økte trolig i utbredelse og mengde i Barentshavet i perioden 1996–2004, men har etter dette vært i klar nedgang. Kolmulebestandens størrelse i Barentshavet styres av naturlige forhold (temperatur, næringstilgang og predatorer) og av fiskepress i andre områder (det foregår ikke fiske på kolmule 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 predatorer. Måleserien for denne arten utgjøres av økosystemtoktet 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.

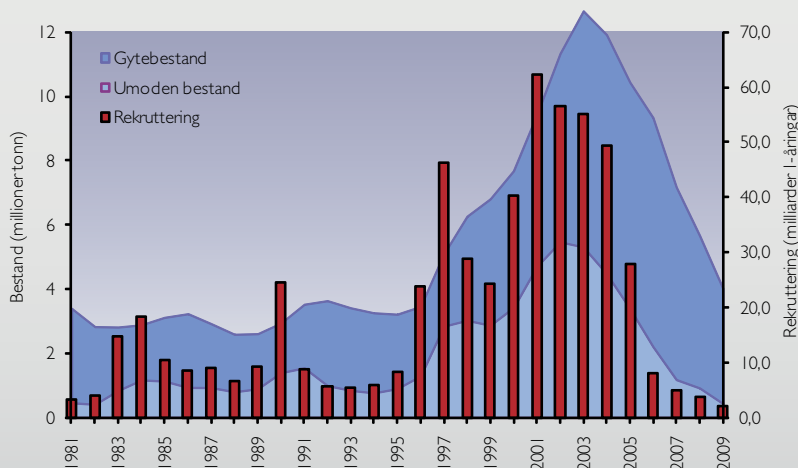
Økosystemvurdering

Kolmule 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 betydning som næringskonkurrent med sild og byttedyr for torsk. Dette igjen kan ha stor betydning for vekst og bæreevne i torskbestanden, og slik for hele økosystemet i Barentshavet.



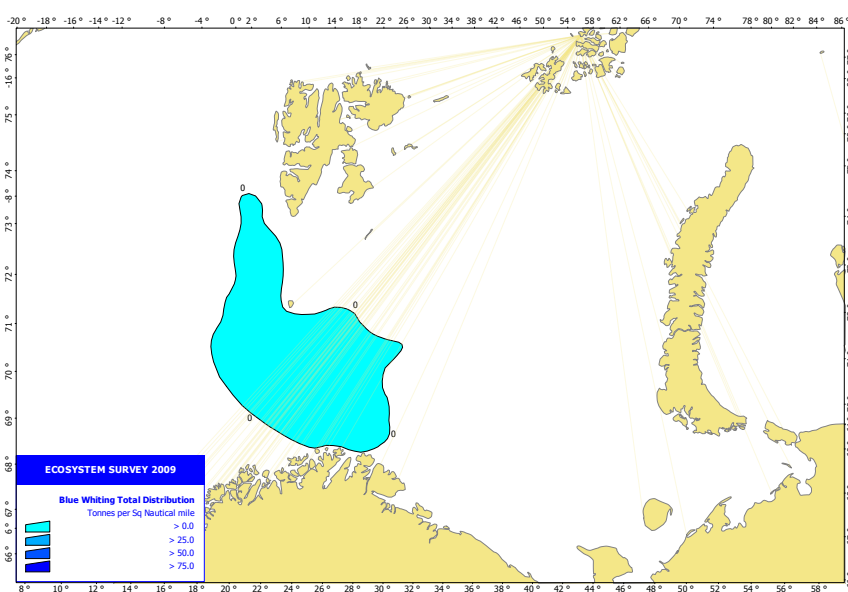
Figur 4.5.2.1

Estimert biomasse basert på ekkoloddregistreringer per år for kolmule i Barentshavet med bidraget fra hver aldersgruppe (fra økosystemtoktet i august–oktober). Biomassen av kolmule styres sannsynligvis av mengden kolmule i Norskehavet og innstrømming av varmt vann til Barentshavet.



Figur 4.5.2.2

Utvikling av totalbestand (mørkt + lyst felt) og rekruttering som antall 1-åringar for kolmule. Rekrutteringen i 2009 er usikker.



Figur 4.5.2.3

Estimert tetthetsfordeling (t/nm²) av kolmule i Barentshavet i 2009 basert på ekkoloddregistreringer (fra økosystemtoktet 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. Indikatorene 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

Referanser til data

Ingen

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi

Føre-var-gytebestanden

Tiltaksgrense

Beregnet gytebestand er mindre enn føre-var-gytebestanden

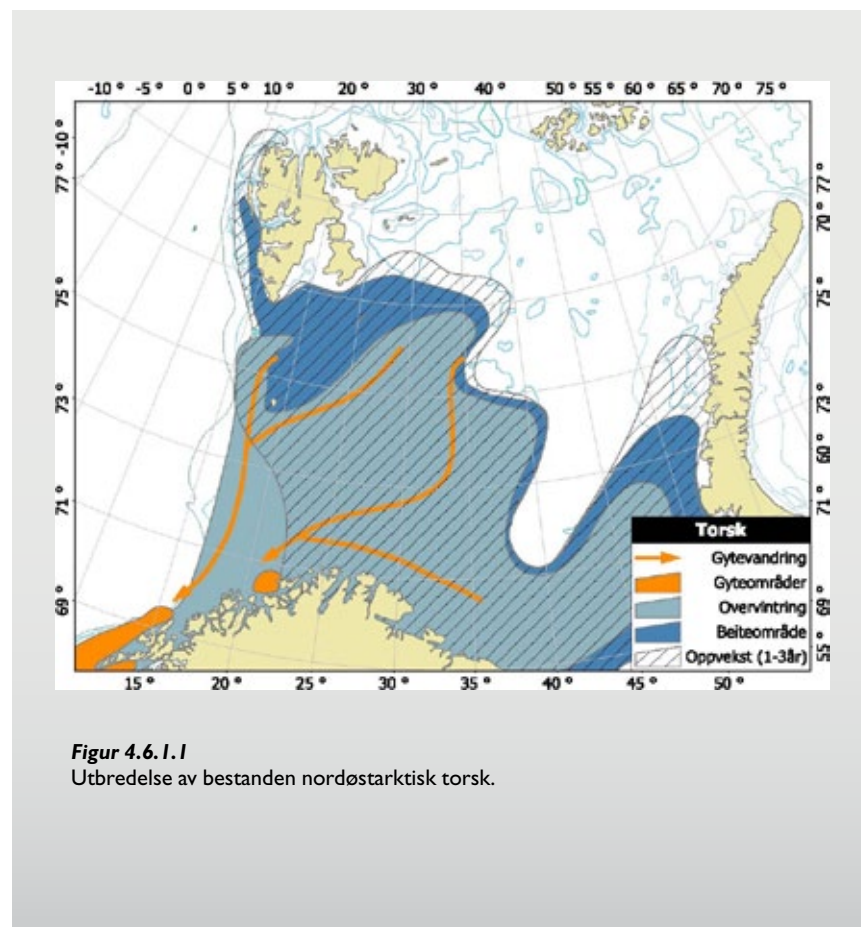
SVO-relevans

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). Gytebestanden av nordøstarktisk torsk i 2010 er beregnet til 1 350 000 tonn. Dette er over den tiltaksgrensen som er fastsatt av forvaltningen.

Avtalt kvote for 2010 er 620 000 tonn, basert på en revidert fangstregel, mens rådet fra ICES var på 577 500 tonn, i henhold til den tidligere etablerte fangstregel. Avtalt kvote for 2009 var 525 000 tonn. Kvoten for 2008 var 430 000 tonn. Total internasjonal fangst i 2008 var 464 000



Figur 4.6.1.1
Utbredelse av bestanden nordøstarktisk torsk.

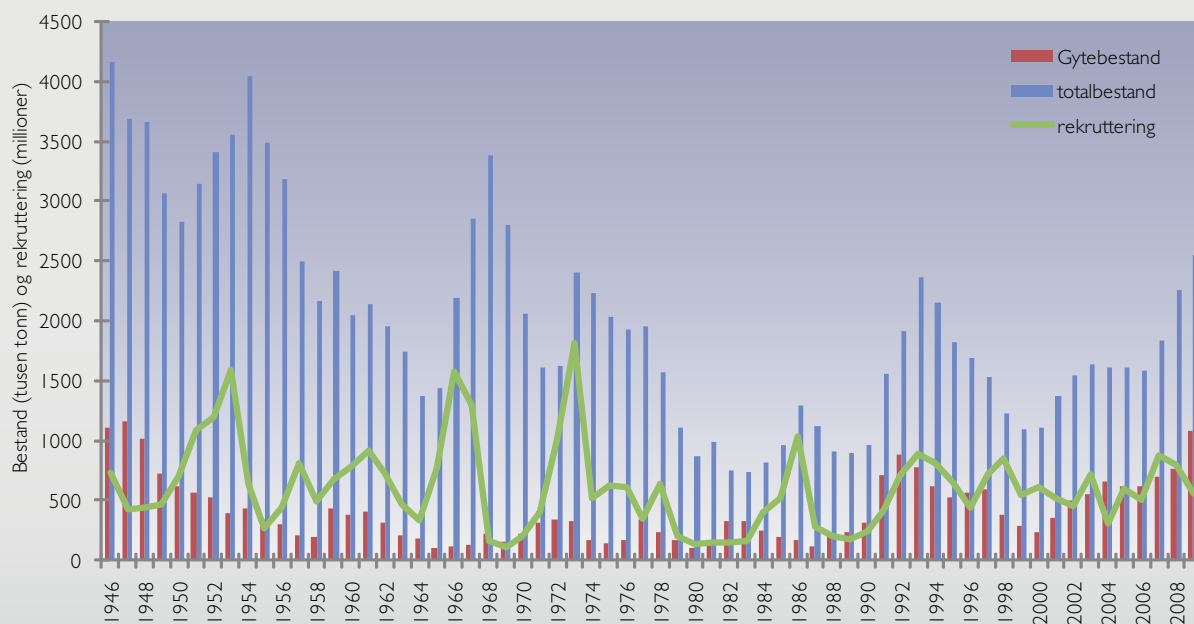
tonn, basert på den norske beregningen av urapportert fiske på 15 000 tonn. Det norske fisket var 197 000 tonn i 2008. Andre fangstnasjoner i rangert rekkefølge: Russland, Færøyene, Spania, Storbritannia, Island, Grønland, Tyskland, Portugal, Frankrike, Polen, Hviterussland og Irland. Om lag 70 % av årsfangsten tas med bunntrål. Resten fanges med garn, line, snurrevad og juksa. Fisket i 2008 anses for å være bærekraftig. Det urapporterte fisket ble betydelig redusert fra 2006 til 2008, og det er et prioritert mål å få helt slutt på det.

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer

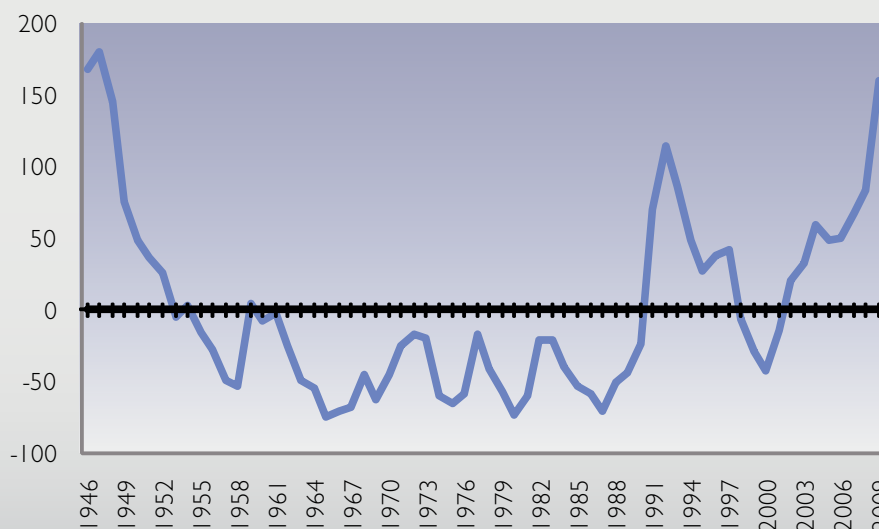
Økosystemvurdering

Denne indikatoren påvirker eller påvirkes i særlig grad av følgende andre indikatorer: 4.5.1 Ungsild og 4.6.2 Lodde, samt til en mindre grad fiskeri. 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.



Figur 4.6.1.2

Nordøstarktisk torsk. Gytebestand (røde søyler), totalbestand (blå søyler) og rekruttering (kurve). Det er størrelsen på totalbestanden som sier mest om fangstgrunnlaget. 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 og PINRO

Forfattere

Sigurd Tjelmeland

Data grunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Referanser til data

Gjøseter, H., Bogstad, B. og S. Tjelmeland. 2009. Thematic Issue No. 2. Marine Biology Research 5 (1).

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. 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 nøkkelart i Barentshavet. Lodda er fordelt sentralt og nord i Barentshavet under beiteperioden sommer/høst.

Det har vært tre bestandssammenbrudd siden 1983 knyttet til sterke årsklasser av sild i Barentshavet (Figur 4.6.2.1). Rekrutteringen sviktet sist gang fra 2001, da bestanden fortsatt var stor. Det har ikke vært kommersielt fiske fra 2003 til og med 2008. Det ble påvist en oppgang i 2007, og loddebestanden i Barentshavet fortsatte å

øke i 2008, men hadde en liten nedgang til 2009. Fisket ble åpnet igjen i 2009, med en kvote på 390 000 tonn for vinteren 2009 og 360 000 tonn for vinteren 2010.

Bestandsmålingen i september 2009 resulterte i et overslag over totalmengden på 3,8 millioner tonn, der 2,3 millioner tonn var modnende fisk som vil gyte våren 2010 (Figur 4.6.2.2). Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon 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 (B_{lim}) ved gytetidspunktet. ICES gir sine råd om loddeforvaltningen ut fra denne regelen.

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer:

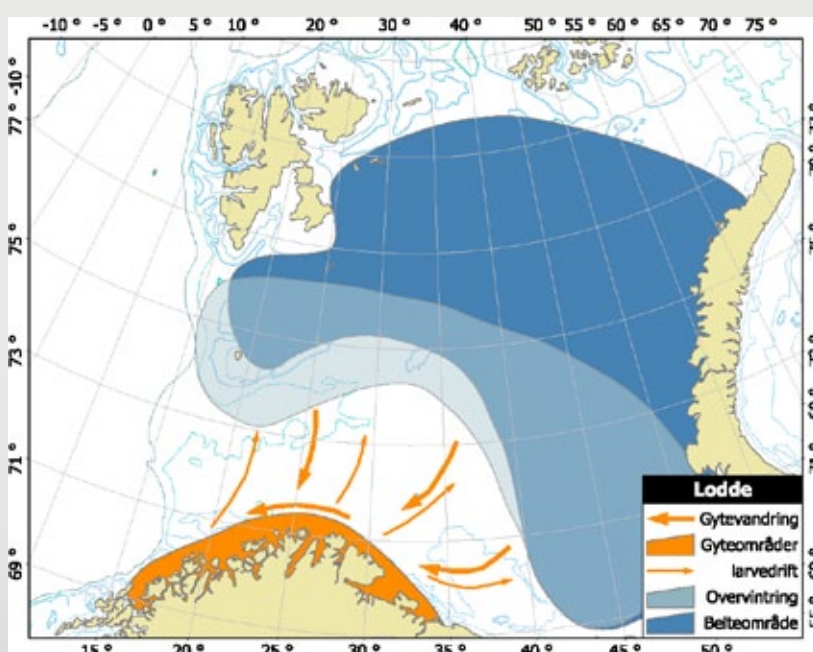
Økosystemvurdering

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.

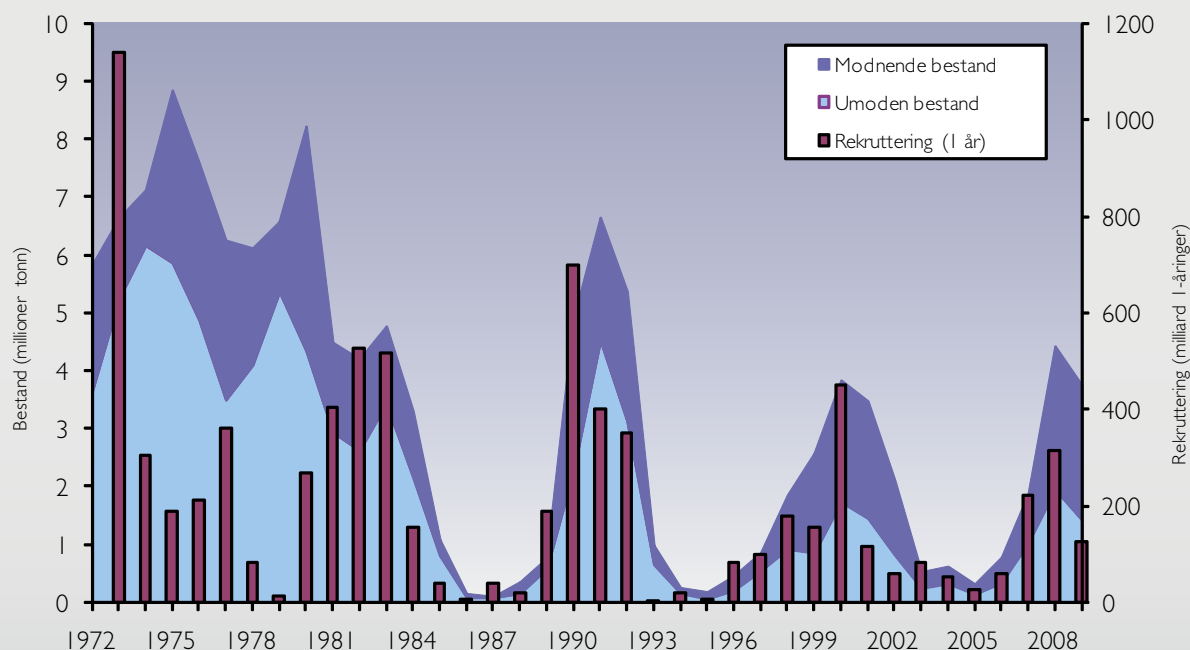
Påvirkning

4.5.1 ungsild

4.6.1 torsk



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.

4.6.3 Gytebestand hos blåveite

Institusjoner

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

Forfattere

Elvar H. Hallfredsson

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Referanser til data

ICES. 2009. Report of the Arctic Fisheries Working Group.

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi

Føre-var-gytebestanden (ikke kjent)

Tiltaksgrense

Beregnet gytebestand er mindre enn føre-var-gytebestanden

SVO-relevans

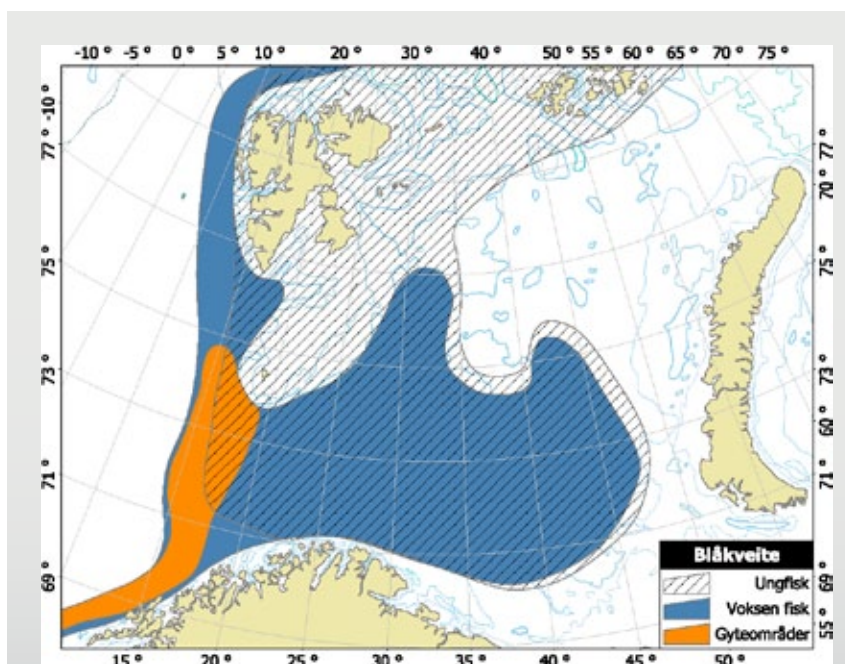
Lofoten (>500m) – Tromsøflaket (>500m) – Iskanten – Svalbard

Blåveite (*Reinhardtius hippoglossoides*) er en flatfisk med svært vid utbredelse, som er karakterisert ved kontinuerlig utbredelse langs de dype kontinentale skråningene fra østlige del av Canada til nord for Spitsbergen. Blåveite 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 ungfish er rundt Svalbard, nord og øst for Spitsbergen og østover forbi Frans Josefs Land. I Barentshavet finner vi blåveite 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 blindsidene er pigmentert og er bare litt lysere enn øyesiden, noe som indikerer et mer pelagisk levested. Hunnfisken blir størst, opptil 1,2 m, men i våre farvann sjelden over 1 m. Hannene blir sjelden større enn 65–70 cm. Viktigste føde er fisk, blekksprut og krepsdyr.

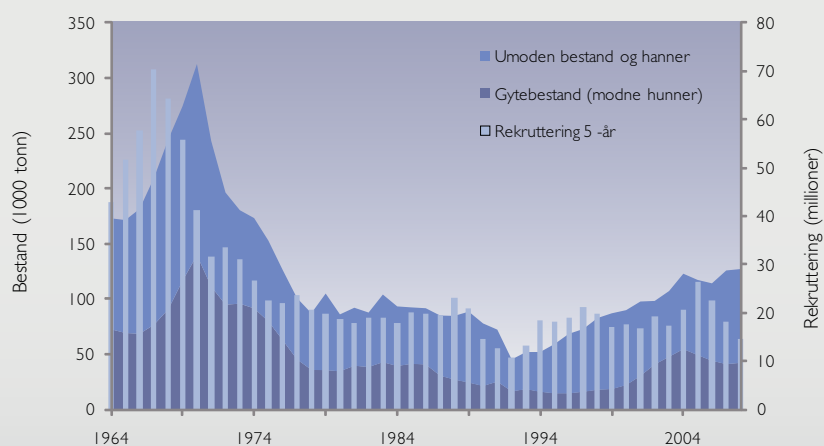
Blåveite har et aktivt levested med migrasjoner både vertikalt og horisontalt, og den er en langlivet art som bare tåler lav beskatning.

Det illustrative assessmentet som blir gjort av ICES indikerer at gytebestanden har vært på et lavmål siden sent på 1980-tallet, men en gradvis økning er observert frem til 2004. Etter 2004 har det vært en utfletting.



Figur 4.6.3.1

Utbredelseskart over den nordøstarktiske blåveitebestanden.



Figur 4.6.3.2

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

Rekrutteringen har vært stabil på et lavt nivå siden begynnelsen på 80-tallet, men de siste målene på rekruttering har vist en økning (Figur 4.6.3.2).

Avtalt kvote for 2008 var 2 500 tonn satt av norske myndigheter til et begrenset kystfiske. I tillegg ble det i Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon avsatt 8 000 tonn forskningskvote (fordelt mellom Norge og Russland). anbefalingen fra ICES var å ikke overstige en fangst på 13 000 tonn. Total internasjonal fangst i 2008 var 13 100 tonn, inkludert forskningsfangst. Av dette utgjorde norsk fangst 7 400 tonn og russisk 5 300 tonn. Om lag 66 % av årsfangsten ble tatt med bunntrål, resten fanges med garn og line.

Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon har kommet til enighet om en fordelingsnøkkel for blåveite fra og med 2010, som innebærer at Norge får en andel på 51 %, Russland får 45 % og 4 % avsettes til tredjeland for fiske i fiskevernsonen ved Svalbard. Partene har også fastsatt en totalkvote på 15 000 tonn per år i 2010–2012. anbefalingen fra ICES for 2010 er å redusere fangsten for å bygge opp bestanden og ikke overstige en fangst på 13 000 tonn.

Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Assessmentet på blåveite 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. Blåkveite 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 gjennomgå, 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 blåkveite påvirker byttedyrbestandene den beiter på, eller i hvor stor grad tilgang og kvalitet på byttedyrene påvirker vekst og rekruttering hos blåkveite.

Påvirkning

Temperaturrendringer vil kunne føre til endret utbredelse (4.1)

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

Referanse

ICES (2009) Report of the Arctic Fisheries Working Group

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi

Føre- var-gytebestanden (ikke kjent)

Tiltaksgrense

Tiltaksgrense er ikke kjent

SVO-relevans

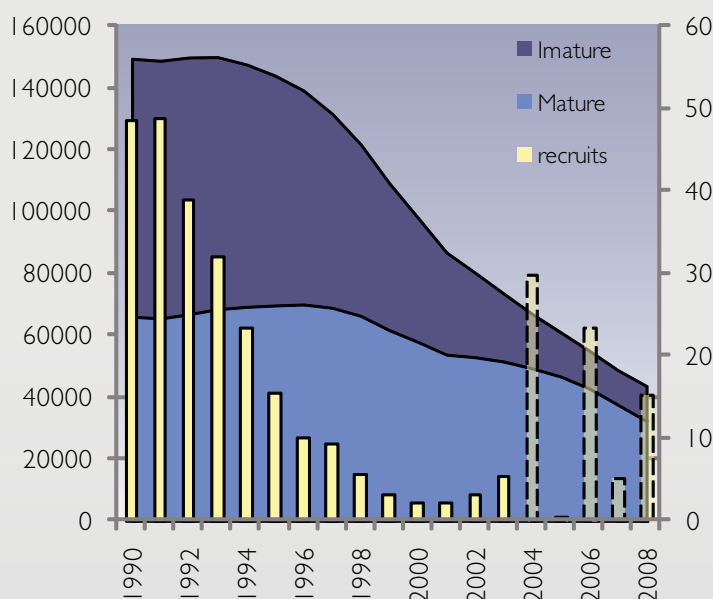
Lofoten – Tromsøflaket – Polarfronten

Bestanden av vanlig uer er vurdert som "under gjenoppbygging". Nye og oppdaterte data for denne bestanden (fiske- 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 vært rekordlave i perioden 1994–2003. Det er indikasjoner på sterkere årsklasser etter 2003, men på grunn av sen modning er det ikke forventet at disse årsklassene bidrar til gytebestanden før 2015. Bestanden er derfor svært svak, og det ventes at denne situasjonen vil vedvare i flere år. Vanlig uer er klassifisert blant sårbare arter på den norske rødlista som kom ut i 2006. På grunn av historisk lavt bestandsnivå, gjentar ICES sitt råd fra i fjor om forbud mot direkte fiske etter vanlig uer i enkelte ICES områder (I og II). De siste



Figur 4.6.4.1

Utbredelseskart over bestanden nordøstarktisk vanlig uer.



Figur 4.6.4.2

Resultat fra eksperimentelle bestandsberegninger (GADGET) av nordøstarktisk 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). Det knytter seg stor usikkerhet til antall 3-åringer de siste årene siden toktresultat alene viser en mer alvorlig utvikling.

års reguleringer ser ut til å ha tilrettelagt for økt rekruttering og lavere dødelighet for den voksne delen av bestanden. Stenging av områder må opprettholdes, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lave som mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. Med dette forventes at menneskelig påvirkning er redusert, og at bestanden kan oppbygges gjennom tiden. Hvor raskt den bygges opp er avhengig av blant annet størrelsen på bestanden av naturlige predatorer.

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 ung fisk blir den beitet på av torskefisk og kveite. Uerbestanden påvirkes av både naturlige forhold (temperatur, predatorer, etc.) og av menneskelige aktiviteter, fiske osv.

4.6.5 Gytebestand hos snabeluer – fiskebestand under oppbygging

Institusjoner

Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

Forfattere

Kjell Nedreaas og Benjamin Planque

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Referanse

ICES (2009) Report of the Arctic Fisheries Working Group

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

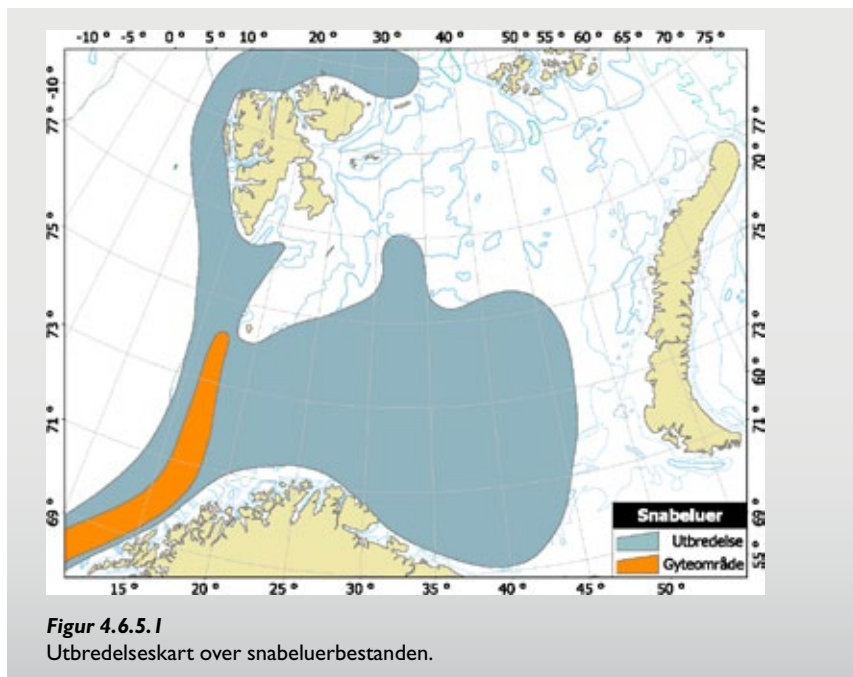
Føre var-gytebestanden (ikke kjent)

Tiltaksgrense

Tiltaksgrænse er ikke kjent

SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Polarfronten

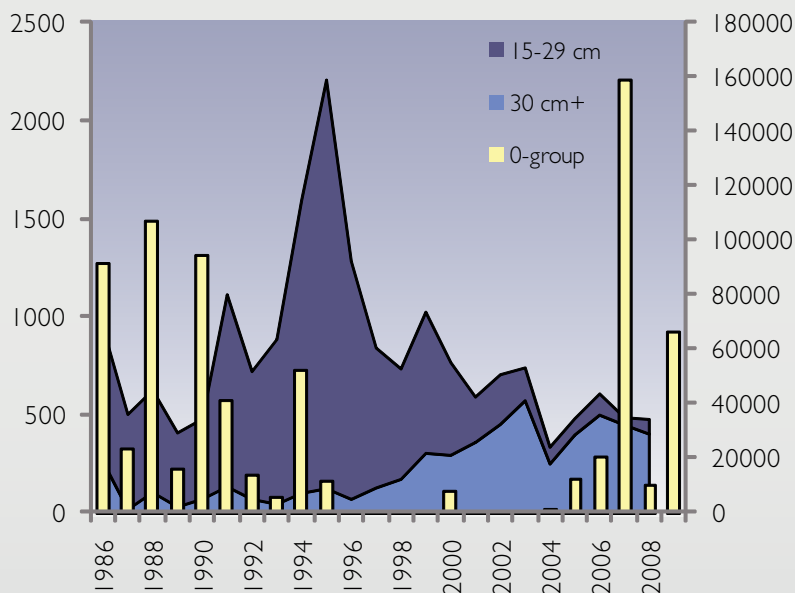


Figur 4.6.5.1
Utbredelseskart over snabeluerbestanden.

Et nytt år med data for denne bestanden forandrer ikke ICES sin bestandsvurdering. Bestanden av snabeluer er vurdert som "under gjenoppbygging". Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden 1991, og gytebiomassen består nesten fullstendig av årsklasser født før dette tidspunktet. Innføringen av strenge reguleringer, basert på føre-var-prinsippet, har ført til en økning i den voksne delen av bestanden. Etter 2004 kan det ses tegn til økt rekruttering. Biomassen av juvenile fisk er på et historisk lavt nivå, og de få gode årsklassene som er observert siden 2005 vil ikke komme inn i gytebestanden før 2016. Opprettholdelsen av tiltak for å beskytte både den juvenile og voksne delen av bestanden er nødvendig for å tillate gjenoppbygging av bestanden. 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 gjenoppbygging av bestanden.

Et nystartet direkte fiskeri gir stor grunn til bekymring for snabeluerbestandens fremtid. Fra og med 2007 har Den nordøstatlantiske fiskerikommisjon (NEAFC) satt en årlig kvote som kan fiskes i et kappfiskeri (olympisk fiske) i internasjonalt farvann. Etter dette har fangstene i internasjonalt farvann gått ned, men det antas at dagens nivå (rundt 10 000 tonn) ikke er ødeleggende for gjenoppbygging av bestanden. Yngel er også tatt som bifangst i alle fiskerier, inkl. rekefisket.

ICES gjentar sitt råd fra i fjor og tilrår forbud mot direkte trålfiske etter snabeluer i områdene I og II. Forbud mot fiske i enkelte områder må opprettholdes, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lave som



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. Nedgangen i 2004 skyldes mest sannsynlig utvandring til Norskehavet. 0-gruppeindeksen (fra årlige tokt med flytetrål i Barentshavet/Svalbard) er vist som mål på rekrutteringen (søyler, høyre akse).

mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. Med dette forventes at menneskelig påvirkning er redusert, og at bestanden kan bygges opp over tid.

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 ungfish blir den beitet på av torskefisk og blåkkeite (4.6.3), og voksne snabeluer er også et ettertraktet bytte for klappmyss. Snabeluerens betydning som føde for nordøstarktisk 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 viktige planktonpisere, 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 planktonpisere som har overtatt denne nisjen, og vi må sikre oss at vi har nok planktonpisende fisk i de ulike havområdene slik at planktonproduksjonen blir utnyttet til produksjon av fisk.

Indikatorerne 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. Det 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 kapittel 4.9) og beskattes gjennom et intensivt fiske.

4.7.1 Artssammensetning og mengde av bunndyr i forsknings-trål

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Lis Lindal Jørgensen

Datagrunnlag

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

Referanser til data

Utvikling av indikator for bunnlevende organismer i Barentshavet (DN)
Joint Norwegian-Russian environmental status 2008.
Russian-Norwegian Benthos Network (MD – Den bilaterale miljøvernkomisjon)

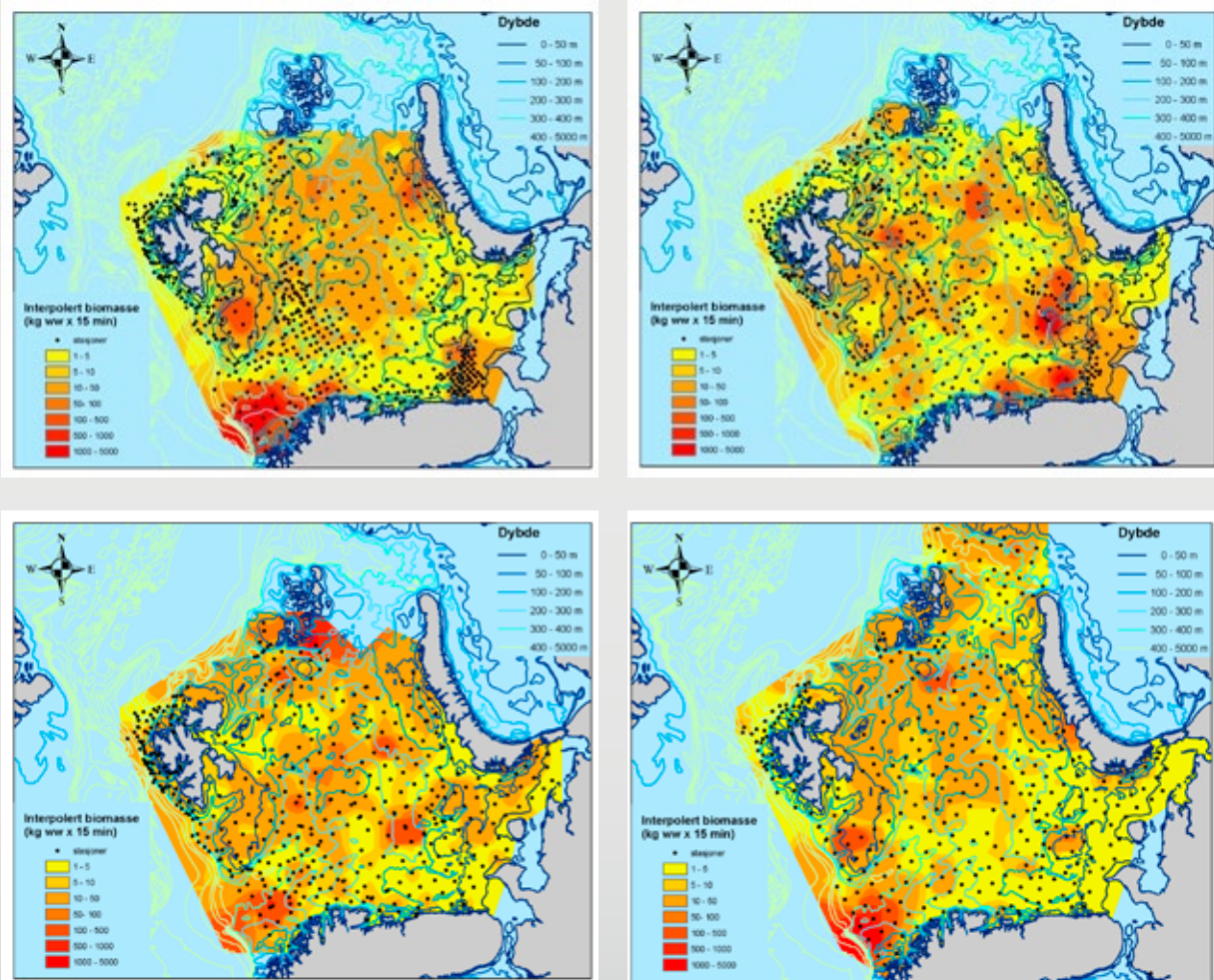
Havets ressurser og miljø Fisken og Havet (IMR)
Survey report from the joint Norwegian-Russian ecosystem survey in the Barents Sea.
Forvaltningsplan Barentshavet (Fisken og Havet 1b-2008)

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Ingen ennå, men er under bearbeidelse



Figur 4.7.1.1

Utbredelsen (biomasse for 15 minutters tråling) av bifangst fra bunnfisktrål analysert på økosystemtokt aug-sep 2006 (øverst til venstre) – 2007 (øverst til høyre) – 2008 (nederst til venstre) – 2009 (nederst til høyre) fra russisk og norsk båt med taksonomiske eksperter om bord.

Tiltaksgrænse

Ingen ennå, men er under bearbeidelse

SVO-relevans

Alle

Indikatoren skal belyse naturlige og antropogene forandringer i biomasse i rom og tid for bunndyrbifangst tatt i Barentshavet. For hver stasjon som blir undersøkt blir alle arter registrert (antall og biomasse) i store dyregrupper, og på de fleste båter som deltar i økosystemtoktet blir artene også bestemt til nærmest mulig taxon og helst til art. I dette datasettet finnes det derfor opplysninger om den totale biomasse, antall individer, registrerte dyregrupper og registrerte taxa (arter) per stasjon. Det foreligger data fra 400–700 stasjoner per år i 2006, 2007 og 2008.

Foreløpige resultater fra de felles norsk-russiske økosystemtoktene (Figur 4.7.1.1) viser fluktuasjoner i biomasse mellom år. Biomasse-hotspots gjenfinnes år etter år i sørvestre deler av Barentshavet, på Spitsbergbanken, Sentralbanken, Storbanken og Gåsbanken samt i deler av nordøstlige Barentshavet. Hopenypet har stabile lavere verdier sammenliknet med områdene rundt.

Fluktuerende biomasser fra år til år kan bety at arter kan forflytte eller spre seg i forhold til miljø eller forsvinne fra et område av andre årsaker. Det er tidligere blitt påvist meterlange fronter med sjøstjernepopulasjoner som beveger seg over havbunnen med flere meter per døgn. Likeså har store haneskjellforekomster forsvunnet på få år, forårsaket av brå temperatursvingninger, sykdom, parasitter eller intens beiting. Kongekrabbepopulasjonen økte dramatisk nord for Kapp Kanin (se figur) i 2006 og 2007, men kollapset plutselig i 2008 pga. overfiske og/eller manglende mattilgang. Snøkrabben brer seg fra øst og vestover. I 2008 ble det registrert de høyeste forekomster i norsk del av det sentrale Barentshavet. I bifangstundersøkelsene (se figur) blir materialet sortert til dyregruppe på alle fartøy som er involvert i prosjektet. Dermed er det mulig å få vite hvilke dyregrupper som forårsaker eventuelle alarmerende fluktuasjoner. Der det er bentosekspert om bord er det mulig å gå helt til art, og de årlige data vil kunne vise hvilken art eller arter som forårsaker alarmerende biomassefluktuasjoner.

Teknisk vurdering

Denne beskrevne indikator kan utvikles og bli operativ innen relativt kort tid. Bifangst-databasen for 2006–2008 trenger standardisering, kvalitetskontroll og datavask. Den skal foreligge på et format som det er enkelt å jobbe med, og den må utvikles til å kunne gjennomgå enkle standardiserte årlige oppdateringer og presentasjoner. Dataprogrammer må utvikles for tagging av arter innen

zoogeografisk-, fødetype- og levestett- klassifisering. Programmene skal kunne gjenkjenne arter og merke dem med rett klassifisering, og kunne levere enkle standardiserte årlige oppdateringer og presentasjoner. Hvor stor del av bunndyrfaunaen blir egentlig fanget opp i bifangstregistreringene? For å svare på dette spørsmålet ble bifangst (bunntål), epifauna (2 m bomtrål), infauna (grabb) samlet inn på 36 stasjoner i sørvestlige Barentshavet (se figur) i 2006–2008. Slik dannes dette materialet grunnlag for et komparativt studie hvor faunaen tatt med de tre innsamlingsformene kan sammenlignes.

Det mangler en grunnlagskartlegging for epifauna og infauna i Barentshavet, dvs. en beskrivelse av monitoringsarealene som viser hvordan indikator-bunndyrfaunaen skal se ut. Det anbefales at PINRO får ansvar for å sammenfatte alle data som finnes for epifauna (Sigby-trawl data total biomasse samt biomasse og antall for aktuelle indikatorarter) i Barentshavet og fremstiller en slik grunnlagsbeskrivelse.

Økosystemvurdering

Økosystemtoktet i Barentshavet sammen med PINRO involverer fem fartøy (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 dyreplankton, pattedyr, fugl og CTD blir registrert. Indikatoren bør utvikles i en økosystembasert sammenheng hvor oseanografi og utbredelse av fisk og plankton kan ses i en sammenheng. JAES er en overvåkingsmodell som kan registrere fluktuasjoner i hele Barentshavet samtidig og i et langtidsperspektiv. Metoden skaffer en årlig analysemodell som viser hvilke områder, dyregruppe og arter som viser alarmerende fluktuasjoner. Ut fra dette kan det vurderes om oppfølgende undersøkelser er nødvendig. Dette kan føre til eventuelle forvaltningstiltak for å hindre uønskede situasjoner. Fra 2006 er bifangsten analysert under det årlige felles norsk-russiske forskermøte. Dataene fra begge sider blir samlet i en felles datamatrikse, og det blir utviklet utbredelseskart og felles overvåkingsområder i Barentshavet for bunndyr. Metoden skal belyse naturlige og antropogene forandringer i biomasse i rom og tid for bunndyrbifangst i Barentshavet. Registrerte fluktuasjoner kan ses i sammenheng med ev. andre fluktuasjoner i de høyere trofiske nivåene som samtidig måles på JAES. Dette vil kunne styrke den økosystembaserte forvaltning som globalt er under utvikling. Denne indikatoren (samlet bifangst epifauna) påvirker 1) biodiversitet, produktivitet, ev. beiteområder for bunnspisende dyr. Indikatoren påvirkes av 1) bunnfisktrålning, ankring, kjettinger, invasjon av fremmede arter (predasjon, konkurranse om plass og bytte) forurensning.

4.7.2 Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svamptilfunn**Institusjoner**

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Pål Buhl-Mortensen (HI) og Anne Brit Storeng (DN)

Datagrunnlag

Data over kjente forekomster av korallrev kan finnes på hjemmesidene til MAREANO og Artsdatabanken

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 opptil 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 Malangsgrunnen 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 fisketetteter nær revene. Skader som er påført av fiskeriene er ofte synlige og entydige for korallrev (Fosså et al. 2000).

4.7.2.2 Hornkoraller

Utbredelsen av hornkoraller, som *Paragorgia arborea* (sjøtre), *Paramuricea placomus* (sjøbusk), *Primnoa resediformis* (risengrynkorall) og *Isidella lofotensis* (bambuskorall) er dårligere kjent enn for *Lophelia pertusa*. Hornkoraller danner habitater som fiskere har gitt navnet korallskog. Sjøtre er vår største korall og kan bli over tre m høy (muligens opp mot ca. 6-8 m) (Tendal 1992). Hornkorallene er på lik linje med *Lophelia* langselvete 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 også utsatt for skader fra fiskerier med bunnredskap (Mortensen et al. 2005). Hornkorallhabitater utgjør "coral gardens" som er ett av habitatene OSPAR har listet som truede og i nedgang. OSPAR har den senere tid jobbet med å utarbeide forslag til økologiske kvalitetsmål for dette og andre truede bunnhabitater. Til forskjell fra *Lophelia* 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 skjellete etter disse korallene blir lettere transportert bort med strømmen enn *Lophelia* sitt skjelett. Flere steder langs kysten av Øst-Finnmark er det rapportert om skadde koralltilfunn. 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

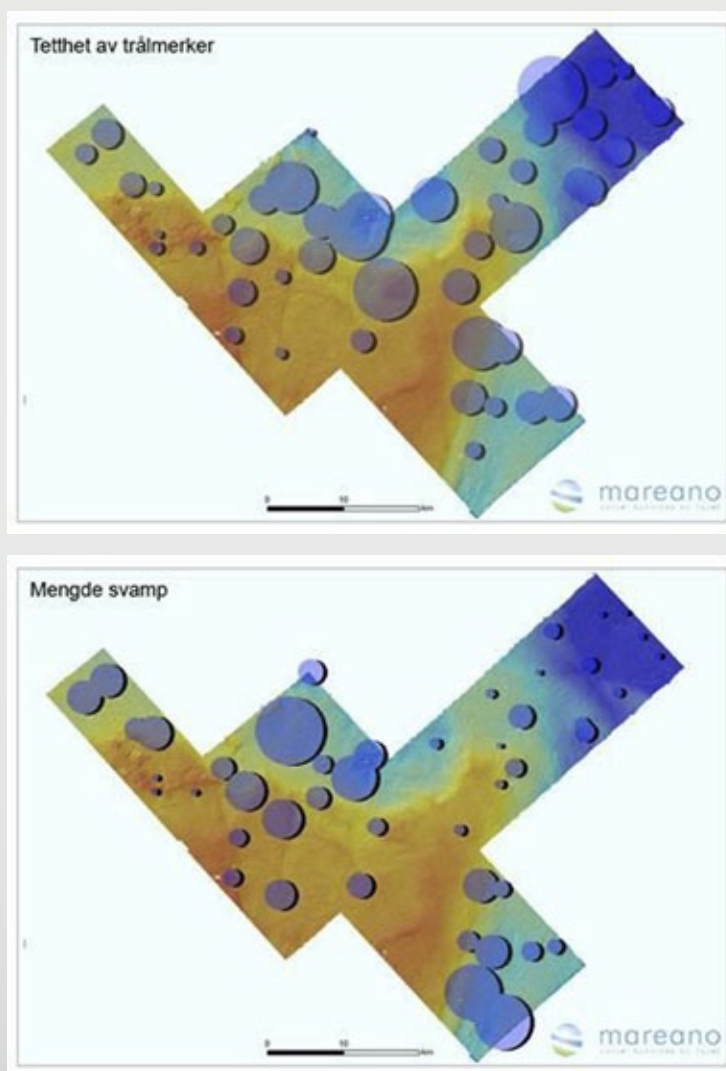
Svamper er kolonidyr som danner et indre skjelett i form av små spikler av kisel eller kalk. Det er kjent at svampområder er utbredt i deler av Barentshavet, for eksempel på Tromsøflaket, spesielt i Snøhvitområdet og de vestlige deler som grenser til kontinentalsokkelkanten (Mareano, toktrapport 2009). Det foreligger imidlertid ikke noen fullstendig oversikt over utbredelsen av svampsamfunnene. Havforskningsinstituttets bunntrålundersøkelser 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. På Tromsøflaket grenser disse områdene 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. Ved revidering av indikatoren er det et ønske om å dele den opp i tre indikatorer:

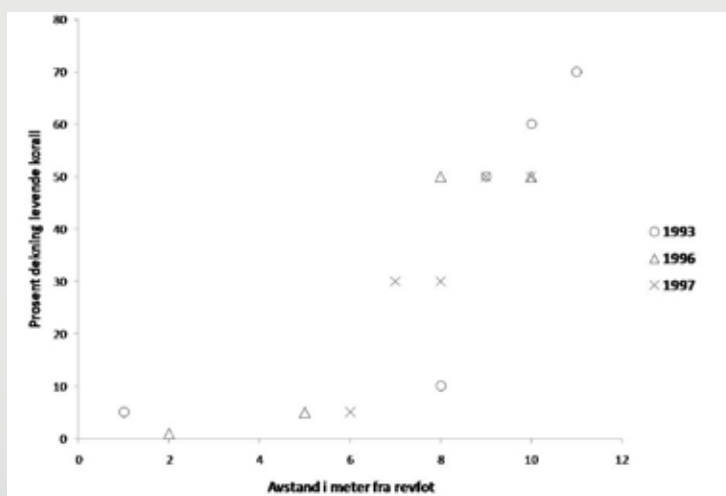
1. Dekke av korallrev som indikator for generell helsetilstand

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 korallskjelettet. 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 nærings-tilgang. Referanseverdier for indikatoren eksisterer for korallrev som har blitt inspisert med undervannsvideo (ROV, "fotoramme" eller Campod). Spesielt eksisterer det gode data for referanseverdi for Sularevet i Midt-Norge. Referanseverdiene representerer ulike årstall. 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



Figur 4.7.2.1

Relativ tetthet av trålmerker (øverst) observert på havbunnen på Tromsøflaket og relativ mengde av svamp (nederst). Figurene illustrerer art det forgår bunntråling 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 (Mortensen, upubliserte data).

med denne indikatoren må man foreta en utvelgelse av noen *Lophelia* rev som man deretter overvåker.

2. 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 og er notert som "skader observert". Referanseverdiene representerer ulike årstall. Dessverre er ingen korallrev 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 videotransekter over utvalgte rev. Ved å gjenbesøke identiske arealer på tidligere undersøkte rev påvises mer kvantitative endringer i omfanget av knuste koraller.

3. Tetthet av kolonier som indikator for fiskeripåvirkning

Denne indikatoren påvirkes ved fysisk forstyrrelse, med andre ord, fjerning av organismer som følge av fiske med bunntåling, garn eller line. Kolonier av svamp og korall kan skades eller fjernes (bifangst) ved kontakt med bunnfiskeredskap. Skade på hornkorall og svamp kan føre til dødelighet og redusert tetthet (antall kolonier per arealenhet). Denne indikatoren forutsetter standardisert overvåking av utvalgte referanseområder. En egnet metode som kan anvendes er beskrevet i Norsk standard (Visuelle bunnunderøkelser med fjernstyrte og tauede observasjonsfarkoster for innsamling av miljødata, NS9435), hvor et antall parallelle videotransekter repeteres for å beregne tettheten av kolonier. Dette gir grunnlag for å beskrive hvorvidt en observert endring ligger innenfor en naturlig variasjonsbredde eller er signifikant høyere enn dette.

Teknisk vurdering

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

Økosystemvurdering

Koraller og svamper er utsatt for menneskelig aktivitet via skader som påføres gjennom fiskeriaktivitet i form av tråling. Disse skadene kan spores mange år



Figur 4.7.2.3

Eksempel på en relativt tett bestand ("korallskog") med opptil 60 cm høy bambuskorall (*Isidella lofotensis*) i Hardangerfjorden. Denne korallen skiller seg fra de fleste andre hornkoraller i norske farvann ved at den står i mudderbunn. Slike områder kan være utsatt for reke- krepsetråling, garn og linefiske. Foto: Epigraph/Havforskningsinstituttet 2009.

etter at skaden er påført. Eksponering av forspill fra oppdrettsanlegg er identifisert som en mulig trussel i kystområder. Omfanget av dette problemet vil bli evaluert av ICES arbeidsgruppe for dypvannsøkologi (WGDEC) i 2009. Dekke av korallvev vil være en aktuell indikator for å vurdere effekten fra økt partikkelkonsentrasjon. I tillegg er korallene 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 skelettstrukturen vil bli redusert. Dette kan føre til svakere skelett eller lavere vekstshastighet. Også svamper med indre strukturer av kalsiumkarbonat vil kunne bli påvirket av dette. Det kan tenkes at forsuring av havene kan virke på polyppene og larvene direkte.

4.7.3 Forekomst av kongekrabbe

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

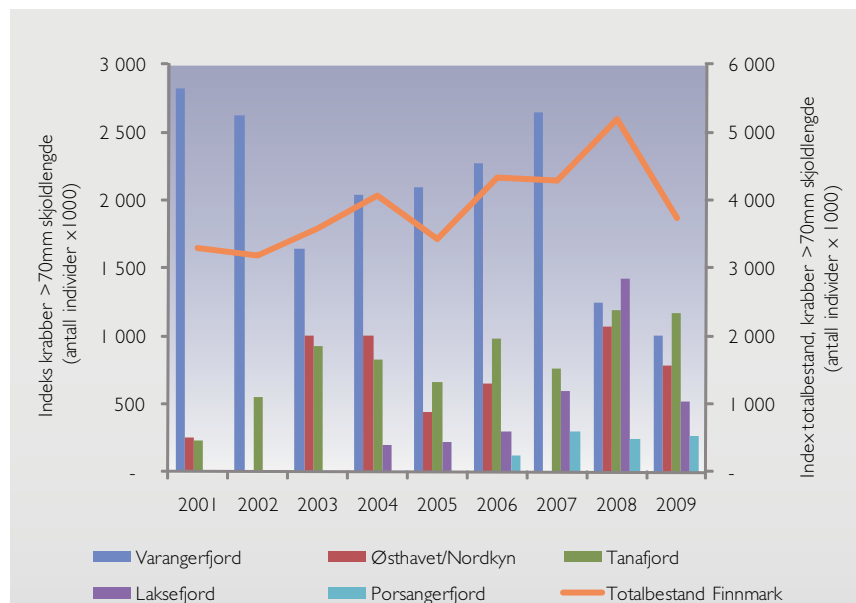
Jan Sundet

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

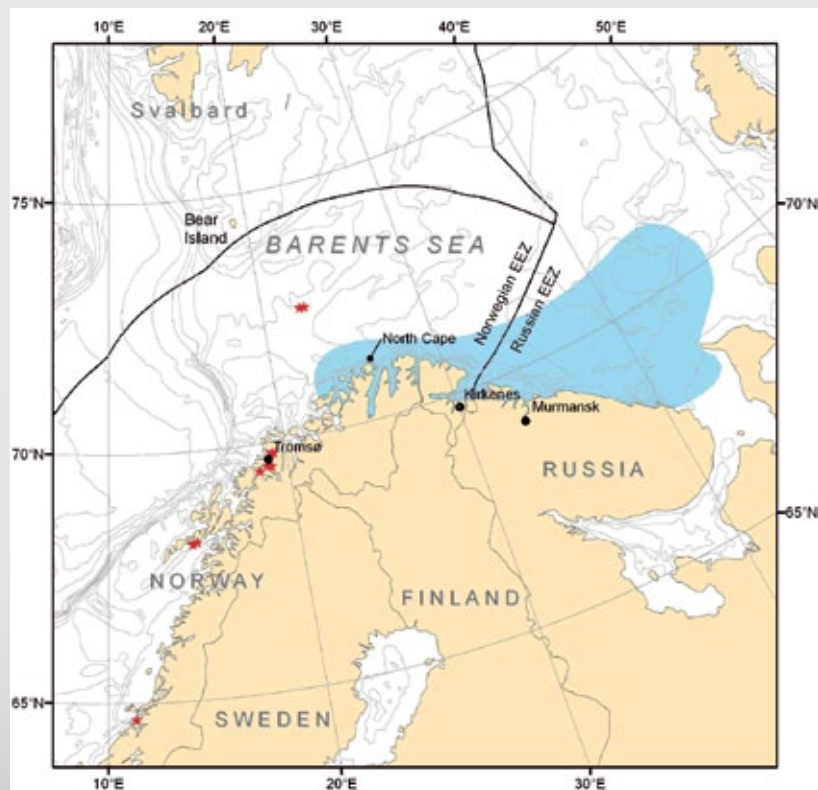
Referanser til data

St.meld. nr. 40 (2006-2007)



Figur 4.7.3.1

Estimater for totalbestanden av kongekrabbe med skjoldlengde større enn 70 mm, i norsk sone i tidsrommet 2001-2009.



Figur 4.7.3.2

Utbredelse av kongekrabbe i Barentshavet per januar 2010. 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. I tillegg ble det i juni 2009 fanget en hannkongekrabbe ved Sotra utenfor Bergen. 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.

Type indikator

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (introduksjon)

Referanseverdi

Utbredelse

Tiltaksgrense

Spredning til nye områder

SVO-relevans

Kystnært

Kongekrabben 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 årsalder. I likhet med andre krabber er den særkjønnet og en hunnkrabbe kan ha opp til 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 2009 med bruk av trål og teiner ved to tokt i løpet av august/september. Estimaten av totalbestanden (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2009

er noe lavere enn i 2008 (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 2009 representerer derfor hannkrabber større enn 137 mm skjoldlengde, og var betydelig lavere enn i 2008 (ca. 120 tonn). Det forventes en middels eller lav rekruttering til den fangstbare bestanden i norsk sone både i 2010 og 2011.

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. 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 2009 viste at kongekrabben hadde en begrenset utbredelse utenfor ca. 12–14 nm fra land. Årsaken til dette kan være at bestanden utenfor det kvoteregulerte området blir hardt beskattet, 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 de siste 3–4 årene, og det er kun fanget få krabber 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 nødvendig for å hindre spredning av kongekrabben. Ett 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 (NINA)

Forfattere

Per Fauchald

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av NINA

Referanser til data

www.seapop.no

Type indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

Tiltaksgrense

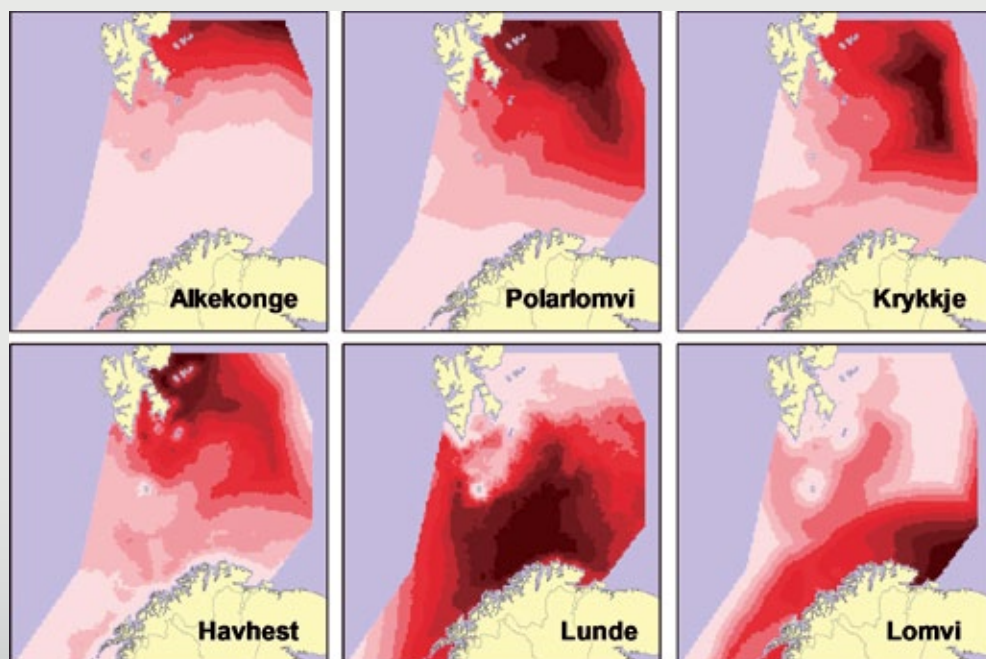
Ingen

SVO-relevans

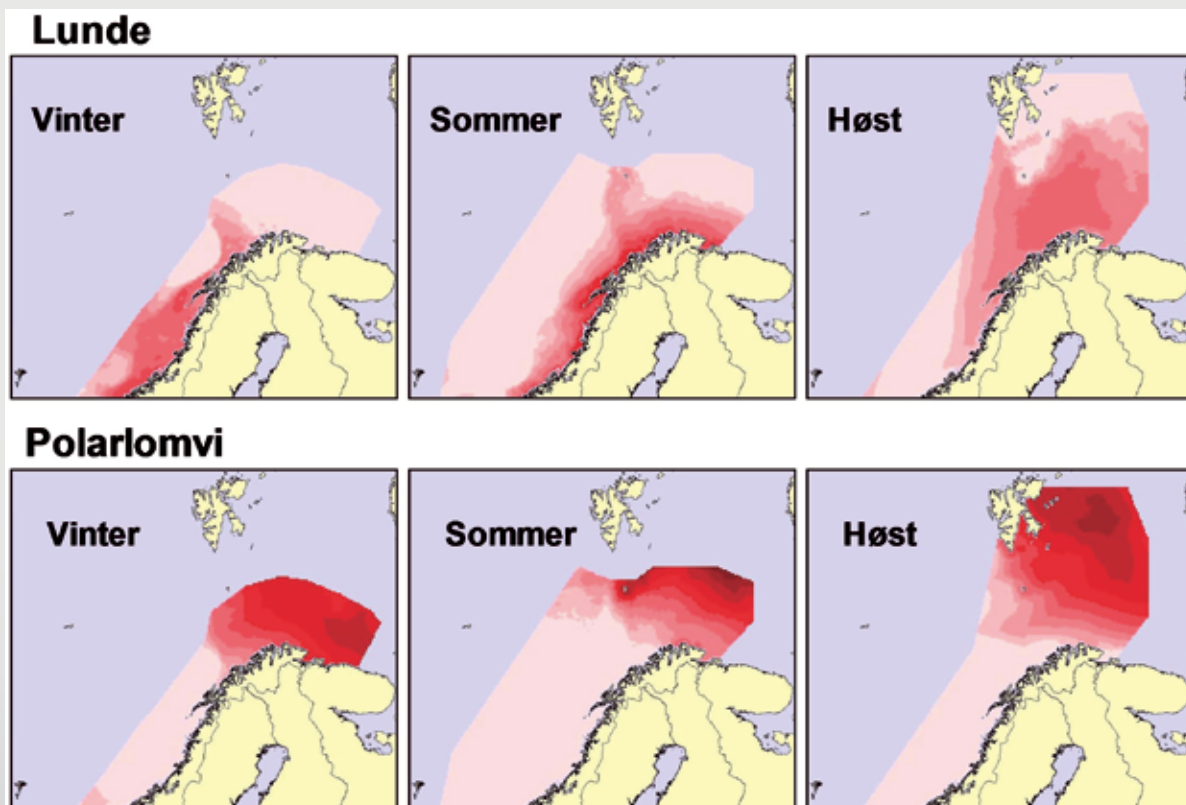
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

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). 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.

Dissse dataene har i liten grad inngått i overvåkingen av marine økosystemer. Fordi det er relativt kostnadseffektivt å innhente data fra åpent hav, 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 CPR (Continuous Plankton Recorder), en innretning som taukes 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 at en sjøfuglobservatør følger Havforskningsinstituttets regulære tokt. Barentshavet dekkes av et økosystemtokt om høsten og et bunnfisktokt om vinteren. Norskehavet dekkes av et økosystemtokt om våren. Fordelen med denne typen samarbeid er at man sam-



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

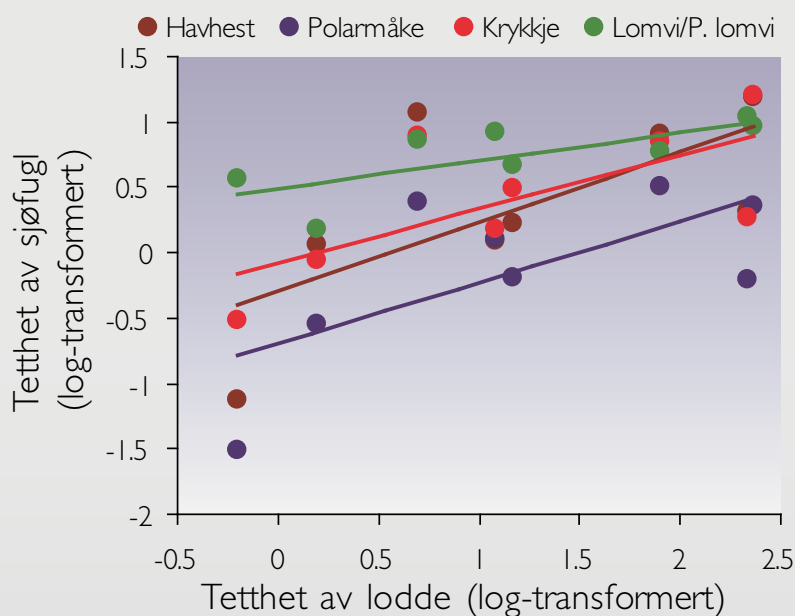


Figur 4.8.1.2
Sesongforflytninger: Fordeling av lunde og polarlomvi i Norskehavet og Barentshavet i ulike sesonger.

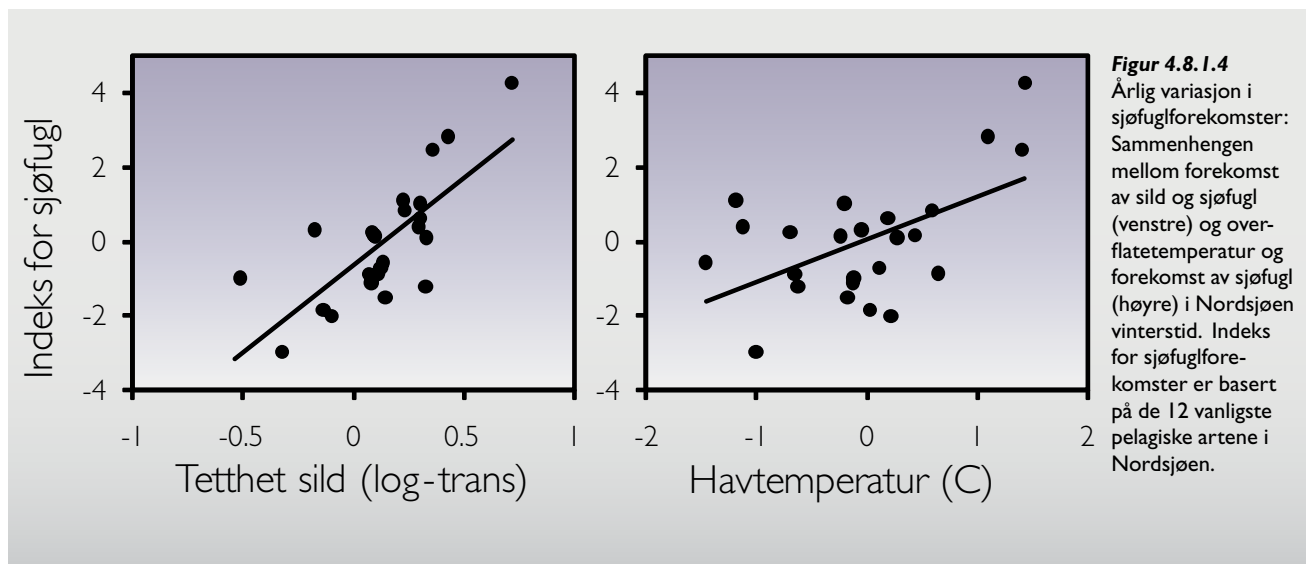
ler inn synoptiske data på mange deler av økosystemet, og at det er mulig å relatere disse dataene til hverandre.

Analysen av eksisterende data viser at de ulike sjøfuglartene 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 i Barentshavet senkvinters er for eksempel knyttet til loddebestanden. Stor loddebestand tiltrekker seg sjøfugl. Det er derfor



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



en positiv sammenheng mellom mengde sjøfugl og loddebestand i denne perioden (Figur 4.8.1.3). Tilsvarende finner vi en positiv sammenheng mellom sildebestanden 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 NINA og NP

Referanser til data

Anker-Nilssen, T. & Barrett, R.T. 1991.
Anker-Nilssen, T. (red.) et al. 2008.
Anker-Nilssen, T. et al. 2005.
Anker-Nilssen et al. 2006.
Bakken, V. 1989.
Krasnov, J.V. & Barrett, R.T. 1996.
Lorentsen, S.-H. & Christensen-Dalsgaard, S. 2009.
Miljøverndepartementet 2006 (forvaltningsplan).
von Quillfeldt, C. H. & Dommasnes, A. 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 hekken- og sjøfugl rapporteres årlig (Lorentsen & 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 & 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 programnets hjemmesider (www.seapop.no) og i dets årsrapporter. 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, Hornøya 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 indikatorene er videre vurdert i forhold til referanseverdier og tiltaksgrenser i kapittel 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, Hornøya 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 2009, 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 & Barrett 1991), understreker dramatikken i situasjonen ytterligere. I de overvåkingsfeltene på Hjelmsøy hvor det overvåkes antall egg lagt, har hekkebestanden økt i den siste tiårsperioden (2000-2009), og for hele overvåkingsperioden 1992-2009 er det 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

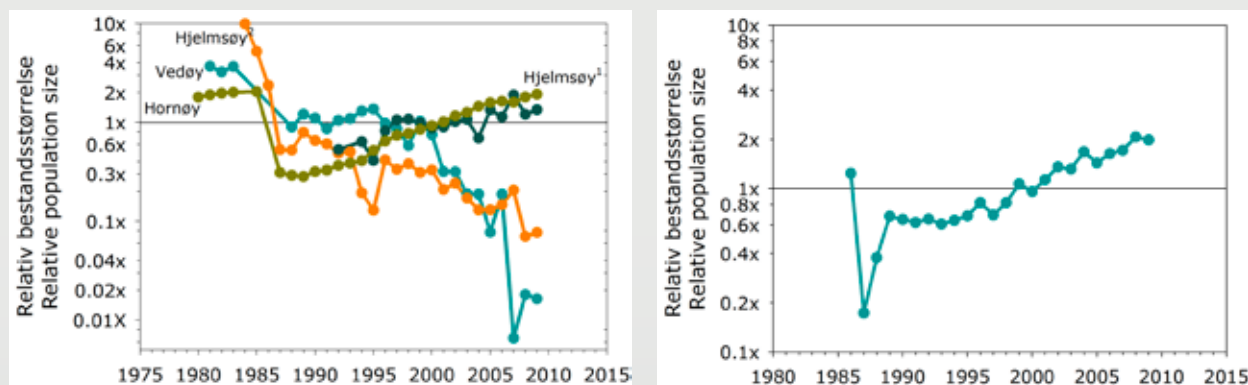


Foto: Svein-Håkon Lorentsen

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 prøvefelt innenfor regionen/kolonien, bestandsendring pr. år (%), trend (+/0/-) og signifikans-nivå 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 (2000-2009) vist.

Art	Lokalitet/område/ fylke	Tidsperiode	Antall år med data	Antall kolonier/ prøvefelt	Endring pr år (%)	Trend	Signifikans- nivå
Lomvi	Vedøy	1981-2009	25	1/3	-3,1	-	***
		2000-2009	10		-1,8	-	***
	Hjelmsøy, individer	1984-2009	26	1/9	-11,9	-	***
		2000-2009	10		-8,6	-	**
	Hjelmsøy, eggfelt	1992-2009	17	1/5	5,6	+	**
		2000-2009	10		6,2	+	*
	Hornøya	1980-2009	28	1/3	1,8	0 (+)	n.s.
		2000-2009	10		8,3	+	***
	Bjørnøya	1986-2009	24	1/23	6,9	+	***
		2000-2009	10		7,8	+	***
Polarlomvi	Hjelmsøy	1984-2009	26	1/3	-2,1	-	***
		2000-2009	10		-1,2	-	***
Guillemot	Sofiekammen, Svalbard	1988-96	5	1/2	2,0	0 (+)	n.s.
	Diabasodden, Svalbard	1988-2005	10	1/11	+0,0	0 (+)	n.s.
	Tschermakfjellet, 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	1988-2009	17	1/10	-3,2	-	***
		2000-2009	10		-7,3	-	***
	Ossian Sars, Svalbard	1988-2009	21	1/4	-2,1	-	
		2000-2009	10		-5,2	-	**
	Bjørnøya	1987-2009	18	1/10	-1,4	-	**
		2000-2009	10		-4,6	-	**
Lunde	Hernyken	1979-2009	31	1/415	-3,5	-	***
		2000-2009	10		-0,5	0 (-)	n.s.
	Anda	1981-2009	9	1/8 - Mange	-0,4	-	*
	Bleiksvær	1988-93	4	1/46	-1,6	0 (-)	n.s.
	Gjesvær	1997-2009	13	1/150	-3,9	-	*
	Hornøya	1980-2009	27	Mange/many	2,3	+	***
		2000-2009	10		0,5	0 (-)	n.s.



Figur 4.8.2.2

Utviklingen i hekkebestanden av lomvi på Vedøy (Røst), Hjelmsøy og Hornøya (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.

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 2009 var lik bestanden i 2008. Hekkebestanden i 2009 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 & Aarvak 2006). Hekkesesongen 2009 var bedre enn de to foregående som var 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 Hornøya vist en klart positiv trend etter krakket i 1987 (Krasnov & Barrett 1996), og ligger nå på et nivå likt med da overvåkingen startet i 1980. I den siste tiårspereioden (2000-2009) har denne bestanden vokst med i gjennomsnitt 8,3 % 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 tilsynelate-

tende 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 prøvefeltene 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

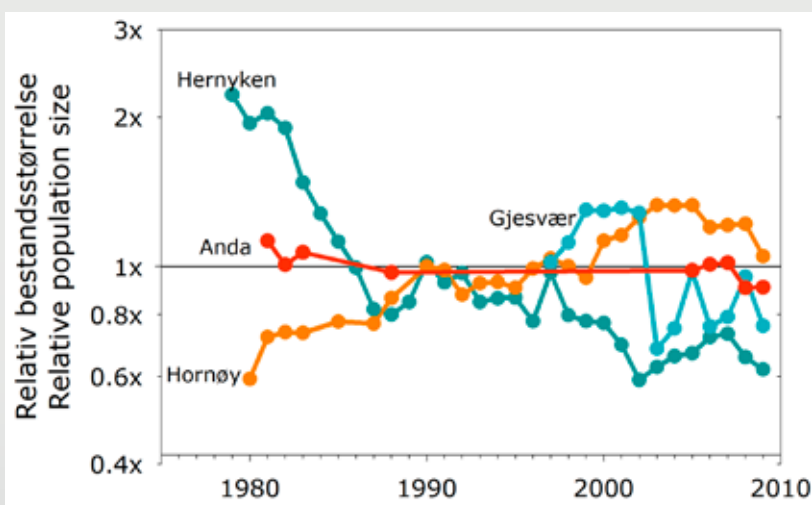
Indikatoren fungerer:

Økosystemvurdering

Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, og det kan være et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefall 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.

Påvirkning:

Det er uklart hvilke andre indikatorer denne indikatoren påvirker i vesentlig grad. Indikatoren påvirkes av havklima (4.1) og sannsynligvis av innvirkningene av klima på produksjonen av planteplankton (4.3) og dyreplankton (4.4), samt både enkelte fiskebestanders størrelse (4.5.1 Ungsild, 4.6.1 Torsk og 4.6.2 Lodde).



Figur 4.8.2.3

Utviklingen i hekkebestanden (antall okkuperte reirganger i prøvefelt) av lunde på Røst (Hernyken), Andå, Bleiksøy, Gjesvær og Hornøya 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 benevnninger se Figur 4.8.2.2.

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 Hornøya (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 og 2009 har det i perioden etter 2002 vært en svak men jevn økning, men den totale hekkebestanden er likevel bare rundt 30 % av hva den var i 1979. Reproduksjonen har vært god i kun et fåtall av de siste ti hekkesesongene (Anker-Nilssen & 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 2005-09 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 avtatt i perioden 1997-2009 (Figur 4.8.2.3). På Hornøya er det observert en signifikant

økning i hekkebestanden i overvåkingsperioden sett under ett (1980-2009), mens den har holdt seg stabil 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 sildebstanden nå er stor er det ikke gitt at gytesesongene og rekrutteringen av sildelarver er god. De tre siste årene (2007, 2008 og 2009) 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 Hornøya har lundene tilgang til både lodde og tobis og har derfor god tilgang på næring i de fleste år.

Påvirkning

Det er ukjent hvilke andre indikatorer denne indikatoren påvirker i vesentlig grad. Indikatoren påvirkes av havklima (4.1) og sannsynligvis av innvirkningene av klima på produksjonen av planteplankton (4.3) og dyreplankton (4.4), samt både enkelte fiskebestanders størrelse (4.5.1 Ungsild, 4.6.1 Torsk og 4.6.2 Lodde).



Foto: Svein-Håkon Lorentsen

Foto: Hallvard Strøm, NP



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

Iskanten – 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 og 2009. 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 prøvefeltene 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 2009 ble kun koloniene på Fuglehuken og Ossian Sarsfjellet over-

våket. Det er her observert en signifikant negativ bestandsutvikling, både i hele overvåkingsperioden (fra 1988), og i de siste ti årene.

Teknisk vurdering

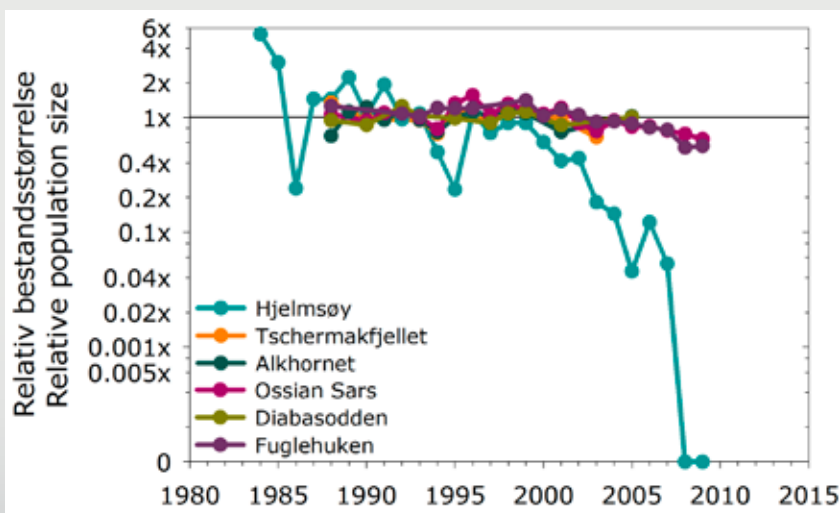
Indikatoren fungerer.

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 jakttrykket endres.

Påvirkning

Det er ukjent hvilke andre indikatorer denne indikatoren påvirker i vesentlig grad. Indikatoren påvirkes av havklima (4.1) og sannsynligvis av innvirkningene av klima på produksjonen av planteplankton (4.3) og dyreplankton (4.4), samt både enkelte fiskebestanders størrelse (4.5.1 Ungsild, 4.6.1 Torsk og 4.6.2 Lodde).



Figur 4.8.2.4

Utviklingen i hekkebestanden av polarlomvi på Hjelmsøya, samt utvalgte lokaliteter på Svalbard 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. For forklaring av y-aksebenevninger, se Figur 4.8.2.2.

Foto: Svein-Håkon Lorentsen



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.

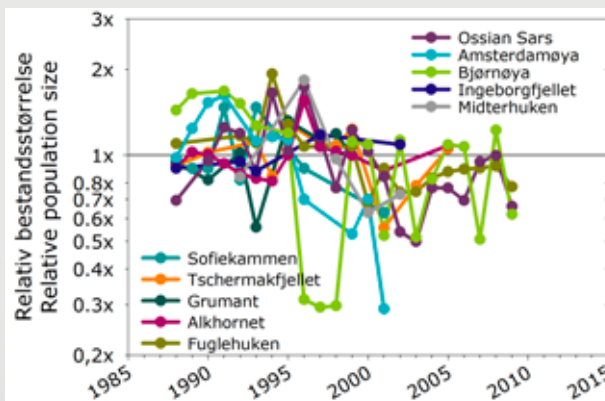
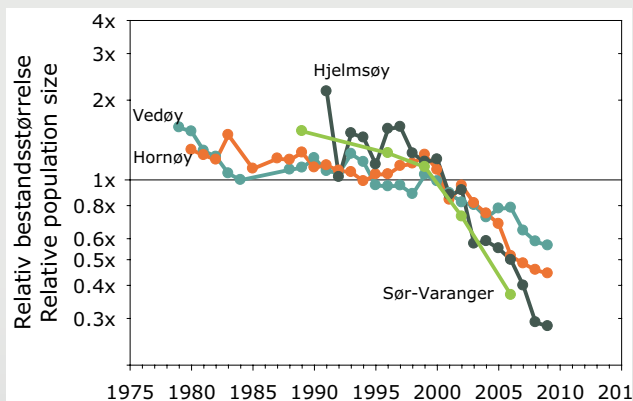
SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Krykkje overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten–Barentshavet på Røst, Anda, Hjelmsøy og Hornøya, samt på Bjørnøya og Spitsbergen (Figur

4.8.2.1). For alle overvåkingslokalitetene på fastlandet, med unntak av Anda, er det registrert en signifikant tilbakegang siden overvåkingen 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 Hornøya ble det satt nye bunnoteringer for bestandsstørrelse i 2009 (den forrige var fra 2008!). Krykkjebestanden på Vedøy var relativt stabil i perioden 1995–2000, men har ellers gått tilbake. Bestandsstørrelsen i 2009 var 36 % 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 Hornøya 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). Krykkjebestanden på Anda har økt med gjennomsnittlig 3,9 % per år i perioden 2005–2009, og er den eneste krykkjebestanden langs fastlandskysten som er i økning. Krykkje overvåkes også i flere kolonier på Spitsbergen og på Bjørnøya (Tabell 4.8.2.2). I 2009 ble det gjennomført tellinger på Fuglehuken, Ossian Sars og Bjørnøya. For koloniene på Fuglehuken og Bjørnøya er det registrert en signifikant bestandsnedgang hele overvåkingsperioden sett under ett (Tabell 4.8.2.2, Figur 4.8.2.5). For Ossian Sarsfjellet og Bjørnøya har hekkebestandene vært mer stabile.



Figur 4.8.2.5

Utviklingen i hekkebestanden av krykkje (tilsynelatende okkuperte reir) på Røst (Vedøy), Hjelmsøy, Hornøya 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-aksebenevninger, 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 overvåking 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	1979-2009	28	1/5	-2,5	-	***
	2000-2009	10		-5,5	-	***
Anda	2005-2009	5	1/10	3,9	+	**
Hjelmøy	1991-2009	19	1/2	-9,4	-	***
	2000-2009	10		-14,5	-	***
Hornøya	1980-2009	28	1/6	-3,1	-	***
	2000-2009	10		-10,0	-	***
Sør-Varanger	1989-2006	5	25-47	-7,7	-	**
Bjørnøya	1988-2009	20	1/8	-3,8	-	**
	2000-2009	10		-4,7	0 (-)	n.s.
Sofiekammen	1988-2001	8	1/1	-2,7	0 (-)	n.s.
Tschemakfjellet	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	1988-2009	17	1/3	-2,5	-	**
	2000-2009	10		1,76	0 (+)	n.s.
Ossian Sars	1988-2009	21	1/4	-2,2	0 (-)	n.s.
	2000-2009	10		0,6	0 (+)	n.s.
Amsterdamøya	1988-2001	8	1/6	-7,0	-	*

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer.

Økosystemvurdering

Sjøgugler som henter sin næring fra havoverflata er mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøgugler. 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.

Påvirkning

Det er ukjent hvilke andre indikatorer denne indikatoren påvirker i vesentlig grad. Den påvirkes av havklima (4.1) og sannsynligvis av innvirkningene av klima på produksjonen av planteplankton (4.3) og dyreplankton (4.4), samt både enkelte fiskebestanders størrelse (4.5.1 Ungsild, 4.6.1 Torsk og 4.6.2 Lodde).

4.8.2.5 Hekkesuksess og voksenoverlevelse hos utvalgte sjøguglarter**Type indikator**

Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi

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

Tiltaksgrense

Når gjennomsnittlig hekkesuksess over tre år er utilstrekkelig til å demme opp for naturlig voksendødelighet. 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 parametre for den miljøpåvirkningen sjøgugler utsatt for. Hekkesuksess 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. Siden lengelevende sjøgugler 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 næringsvalg tar det flere år å opparbeide til et informativt nivå, og de vil ikke egne seg som indikatorer uten en nærmere analyse og operasjonalisering 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 sjøguglartene 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 gjentas 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:

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

Indikatorverdiene er fargekodet i forhold til tiltaksgrensene:

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

For krykkje i alle fastlandskolonier unntatt Anda i Vesterålen, lomvi på Vedøy og Hjelmsøya, polarlomvi på Hjelmsøy og alle koloniene på Spitsbergen og Bjørnøya, samt alle lundekoloniene langs det norske fastlandet er tiltaksgrensene overskredet, eller på vei til å bli overskredet, i negativ betydning. For lomvikoloniene på Bjørnøya, Hornøy samt den delen av bestanden på Hjelmsøya som hekker i steinur er bestandstilstanden god.

Hekkesuksess for alle krykkjekolonier i Lofoten/Barentshavet, med unntak av Anda og Bjørnøya er også lavere enn eller svært nær tiltaksgrensen. For lomvi er den

registrerte hekkesuksessen god på Hjelmsøya (i ur) og Bjørnøya innenfor akseptable rammer, mens for polarlomvi er én koloni, Ossian Sars, under og én koloni, Bjørnøya, over tiltaksgrensen. Hekkesuksess for lunde er under tiltaksgrensen i alle de overvåkede koloniene unntatt Hornøya.

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 lomvibestandene på Vedøya og Hjelmsøya (individfelt). Situasjonen for lomvi i nordnorske fuglefjell vurderes som svært kritisk.

For lunde er situasjonen mht. bestandsutvikling siste 5 år på vei til- eller under tiltaksgrensen for alle fastlandskoloniene. Hekkesuksess siste 3 år er under tiltaksgrensen for lunde i alle norske kolonier unntatt Hornøya.

Påvirkning

Det er ukjent hvilke andre indikatorer denne indikatoren påvirker i vesentlig grad. Indikatoren påvirkes av havklima (4.1) og sannsynligvis av innvirkningene av klima på produksjonen av planteplankton (4.3) og dyreplankton (4.4), samt både enkelte fiskebestanders størrelse (4.5.1 Ungsild, 4.6.1 Torsk og 4.6.2 Lodde).

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. Den er hovedsakelig basert på en dataserie som startet 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 sjøpattedyrsamfunn i 10 år for å danne grunnlaget for en forventet sjøpattedyrfordeling. Deretter skal årlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn sammenlignes mot den forventede. Eventuelle avvik skal beskrives og relateres til mulige årsaker, som for eksempel havklima og bestandsstørrelser og fordelinger av relevante byttedyr.

Økosystemtoktene har blitt gjennomført i august-september siden 2003, så vi har nå 7 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 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, mens mindre deler av bestandene oppholder seg i sørvestre deler av Barentshavet (Figur 4.8.3.1). Kvitnos oppholder seg mest i sørlige og sentrale deler av Barentshavet (Figur 4.8.3.2). Også sjeldnere arter, som blåhval, seihval og grønlandshval blir observert.

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, oransje: 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	-27	0,0
	Anda	16	0,9
	Hjelmsøya	-49	0,3
	Hornøya	-35	0,1
	Fuglehuken	-11	
	Ossian Sars	-13	
Lomvi	Bjørnøya	-43	0,8
	Vedøy, Røst	-78	
	Hjelmsøya, egg	0	0,4
	Hjelmsøya, individer	-41 ¹⁾	
	Hornøya	22	
	Bjørnøya	38	0,8
Polarlomvi	Hjelmsøya	-99,9	
	Fuglehuken	-36	
	Ossian Sars	-22	0,4 ¹⁾
	Bjørnøya	-18	0,8
Lunde	Hernyken, Røst	-7	0,0
	Anda, Vesterrålen	-8	0,4
	Gjesvær	-23	0,1
	Hornøya	-21	0,7

¹⁾ Data kun fra 2 av de siste 3 årene.

Analysen av dataene samlet inn fra 2003-2007 viser til dels sterke artsrelasjoner. Bardehvalenes fordeling i nord synes å være sterkt tilknyttet den nordlige fronten av loddefordelingen. Dette reflekterer sannsynligvis at bardehval i nordlige Barentshavet beiter på zooplankton heller enn lodde i disse årene hvor loddebestanden var liten. 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. Årsaken til denne nordlige gradienten i zooplankton skyldes sannsynligvis større grad av nedbeiting over sommeren i sørlige og sentrale områder av både pelagisk fisk og toppredatorer (e.g., torsk, bardehval og grønlandssel). Disse toppredatorene beiter mer på zooplankton i år med lite lodde enn i år med mye lodde. De nordlige områdene er minst nedbeitet fordi de har vært isfrie og tilgjengelig for predasjon en relativt kort tidsperiode. Siden 2008 har loddmengden i Barentshavet økt voldsomt, og tre hypoteser er presentert om bardehvalenes responser til den økende loddmengden.

1) Hvis bardehvalene prefererer å beite på zooplankton vil den økende loddmengden føre til en nordlig forskyvning av bardehvalene i forhold til den observerte fordelingen fra 2003-2007 (Figur 4.8.3.1). Dette fordi lodda ved høye tettheter migrerer lenger nord og fører til en kraftigere nedbeiting av zooplankton.

For å opprettholde sin posisjon nord for loddefronten må også bardehvalene forflytte seg nordover.

- 2) De nordlige områdene utgjør et rikt og forutsigbart habitat for bardehvalene, som hvalene benytter uavhengig av størrelsen på loddebestanden. Når det er lite lodde er det mye zooplankton, når det er mye lodde blir mer av zooplanktonet beitet ned men mer lodde kommer inn i området. I så fall forventes ingen endring i bardehvalfordelingene, men en nordlig forskyvning av lodda vil gi økt overlapp med bardehvalene og økt predasjon.
- 3) Bardehvalene skifter fra å beite på zooplankton til å beite på lodde når loddas bestandsstørrelse blir stor nok. I så fall forventes kanskje en forflytning av hvalene inn i loddas kjerneområde, og hvalfordelingen bør bli mer kompakt og lik loddas fordeling, ikke smal og avlang slik hvalfordelingen var i 2003-2007. Bardehvalfordelingen i 2008 var lik fordelingen i 2003-2007 selv med en stor økning i loddmengde fra 2007-2008. Dette støtter hypotese 2. Det var derfor knyttet stor interesse til hvalenes fordeling i 2009, siden loddebestanden også har økt siden 2008.

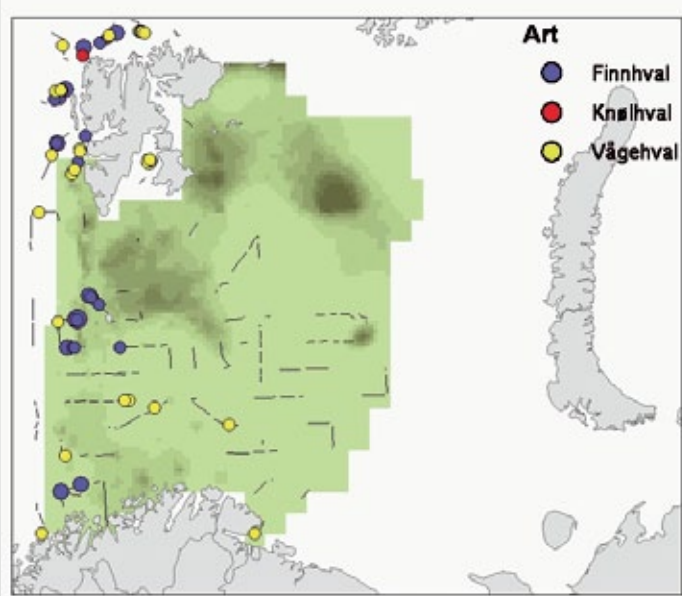
I 2009 deltok hvalobservatører på begrensede deler av økosystemtoktet pga begrensede økonomiske rammer. Dekning i

nordlige områder ble prioritert for nettopp å følge bardehvalenes respons til lodda. Underveis i toktet ble det imidlertid gjort endringer i gjennomføring pga problemer med å komme inn i russisk sone. Fartøyene ble omdirigert, med det resultat at de nordlige områdene ikke ble dekket av sjøpattedyrobservere i 2009 (Figur 4.8.3.1). Antall bardehval observert ble redusert med 75% i forhold til 2008, og deknningen primært sentrale deler av studieområdet og vest og nord av Svalbard gir lite informasjon og har liten verdi i forhold til å vurdere eller utvikle denne indikatoren eller vurdere bardehvalenes respons til lodda.

Kvitnosen 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 antyder 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 i 2010. Mens antall individer observert i 2008 er sammenlignbart med antall individer observert i 2007, viste antall observasjoner i 2009 en reduksjon på 66 % i forhold til 2008. Dette skyldes nok i stor grad den reduserte deknningen av hvalobservatører i 2009, hvor heller ikke høytetthetsområdene til kvitnos ble dekket i tilstrekkelig grad (Figur 4.8.3.2).

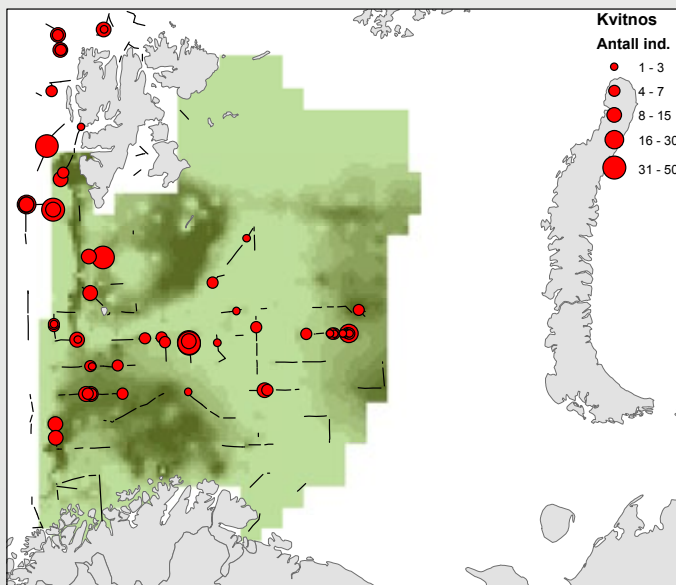
Indikator av romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn er under utvikling. Erfaringer så langt med relevante datagrunnlag tyder på at variasjon i denne indikatoren vil reflektere sterke artsinteraksjoner og fluktuasjoner i byttebestander. Estimering av assosiasjoner mellom sjøpattedyr, byttedyr og habitat inngår i pågående forskningsprosjekt. I løpet av den foreslåtte 10-årsperioden med innsamling av grunnlagsdata forventer vi 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 forutsetter imidlertid at vi får en god deknning av høytetthetsområdene i årene som kommer. Pga. liten deknning vil data fra 2009 i liten grad bidra til utvikling av indikator eller øke vår forståelse for de prosesser som påvirker denne indikatoren.

Resultater så langt viser likevel at indikatoren for romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn er en viktig og informativ indikator for å overvåke toppredatorer i Barentshavet, samt å identifisere sjøpattedyr-byttedyrinteraksjoner og andre prosesser som påvirker sjøpattedyrenes økologiske rolle og romlige fordeling.



Figur 4.8.3.1

Fordeling av sjøpattedyrartene finnshval, vågehval og knølshval. 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 2009. Punktstørrelse angir antall individer observert, fra 1-3 individer. Svarte linjer viser de deler av økosystemtoktet som er dekket av hvalobservatører i 2009.



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 2009. Punktstørrelse angir antall individer observert. Svarte linjer viser de deler av økosystemtoktet som er dekket av hvalobservatører i 2009

Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling. Videre utvikling avhenger av god dekning av hvalobservatører under økosystemtoktene.

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 den 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 hval – byttedyr-interaksjoner, vil den også gi informasjon om hvilke byttedyrbestander som påvirkes av hval. Relevante byttedyrbestander er kolmule, sild, lodde, polartorsk, krill og amfipoder.

4.8.4 Bifangst av nise

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Arne Bjørge

Datagrunnlag

Basert på en tidsserie som startet 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 overvåking (2006-2008)

Tiltaksgrænse

Bifangst skal ikke øke sammenlignet med referanseverdien

SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

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 per fiskeinnsats): garnfiske etter breiflabb med halvmaske på 18 cm; garnfiske etter rognkjeks; bunnarn etter torskefisk (halvmaske på 8-12 cm). Havforskningsinstituttet har etablert en kystreferanseflåte for overvåking av bifangst i disse fiskeriene. Formålet 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 en større gruppe 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.

2006 var første år med komplett datainnsamling etter at ordningen ble innført. De første årene vil innsatsen bli rettet inn mot bunnarn etter torskefisk og breiflabb. I 2006 ble det registrert bifangst av 149 niser, hvorav 77 stk fanget i statistikkområder som omfattes av Forvaltningsplan Barentshavet. I 2007 og 2008 ble det registrert bifangst av hhv. 166 og 176 niser. Data for 2009 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 er i ferd med å ekstrapolere rapporterte bifangstdata fra kystreferanseflåten til estimater for samlede bifangster hos alle fartøy av samme fartøykategori og redskapstype.

Konklusjon

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

Teknisk vurdering

Indikatoren er under utvikling.

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 bunnarn påvirkes av torskebestanden (4.6.1).



I dag regnes fremmede arter som en av de største truslene mot det biologiske mangfoldet på kloden. En fremmed art er en art som ikke finnes naturlig på stedet, men har spredd seg dit fra et naturlig opprinnelsessted ved hjelp av mennesker. Overvåking av fremmede arter er derfor viktig som en indikasjon på menneskelig påvirkning av økosystemet. Det eksisterer pr i dag ingen overvåking av fremmede arter i våre kyst og havområder. I Barentshavet overvåkes kongekrabbe fast samt at man også register observasjoner av snøkrabbe.



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

Alle

Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen utfører et oppdrag for å gi svar på hvordan kartlegging og overvåking av fremmede marine arter kan utføres, og har foretatt en spørreundersøkelse for å finne ut 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 omfatter "klassisk" prøvetaking og er ikke spesielt rettet mot introduserte/fremmede arter. Artslistene fra alle typer prøvetaking sjekkes mot "svar- telisten".

I 1991–1992 gjennomførte Akvaplan-niva en større kvantitativ resipientundersøkelse i tilknytning til havneområdet i Narvik. Listene over arter av bunndyr og alger som ble funnet har kun avdekket én art som med sikkerhet er introdusert til norske farvann, nemlig algen gjelvtang (*Fucus evanescens*) som ble funnet på én stasjon. Denne algen ble observert i Norge for første gang i 1900, og antas å ha blitt introdusert til landet gjennom skipsfart. I 2005 tok Akvaplan-niva en ny 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. stillehavssøsters 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.

Universitetene har 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 Hammerfest-området. Høsten 2008 kartla Havforskningsinstituttet kongekrabbe i norsk sone med bruk av trål og teine. Estimaten av totalbestanden (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2009 er noe lavere enn i 2008. Bestanden av små kongekrabbe lar seg ikke måle med instituttets 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 de siste 3–4 årene, og det er kun fanget få krabber vest for Måsøy/

Hammerfest-området. Tettheten av kongekrabbe er fortsatt mye høyere i de østlige delene (Varanger og Tanaffjorden) enn i de vestlige delene (Laksefjord og Porsanger). Kongekrabbe står som en egen indikator under kapittel 4.7.3.

4.9.1.2 Snøkrabbe

Snøkrabben (*Chionoecetes opilio*) er en introdusert art til Barentshavet. Den ble første gang observert av russiske forskere i 1996, i nærheten av Gåsbanken i russisk sone (Kuzmin et al. 1999). 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. Den 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 vi antar 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 bentossamfunnene 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 Havforskningsinstituttets tokt i Barentshavet. Instituttet tar også imot og registrerer alle bifangster av kongekrabbe som gjøres i andre fiskerier. I 2009 ble det tatt flere bifangster av snøkrabbe i garn og linefisket i Øst-Finnmark enn tidligere år.

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 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 begrodd oljeplattformer og fiskeredsaker m.m.). Denne indikatoren påvirker biodiversitet og produktivitet.

Indikatoren slik den er presentert her inneholder informasjon om utvalgte marine artene i Barentshavet som befinner seg på den norske rødlista og som overvåkes. Det eksisterer pr i dag ingen samlet overvåking av de truede og sårbare artene i Barentshavet. Arter kan være truet av menneskelig aktivitet eller være sårbare ut fra endringer i miljø.

4.10.1 Rødlistede arter

Institusjoner

Direktoratet for naturforvaltning (NINA)

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

Tiltaksgrense

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 rødlister 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 ålebrosm. 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 truede 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 artene har imidlertid en mindre andel av bestanden innen området, for eksempel ål, håbrann og pigghå, og er derfor ikke gjenstand for fulle undersøkelser. For alger og evertebrater er hovedinformasjonen mer i form av obser-

vasjoner 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.



Foto: Caroline Dunif

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, BI = 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.

Alger	Rødliste status	Levested	Påvirkningsfaktorer	Datagrunnlag
Charophyceae – kransalger <i>Chara canescens</i> – hårkrans	VU	Brakkvann (5-20 psu), poller	Areal, Eut	Kartlegging, overvåking
Rhodophyceae – rødalger <i>Ceramium deslongchampsii</i>	EN	Tidevannssonen, H	Areal	Observasjoner
Karplanter <i>Zannichellia palustris</i> ssp. <i>polycarpa</i> – storvasskrans	EN	Brakkvann		Eldre enkeltfunn
Evertebrater				
Mollusca <i>Mya arenaria</i>	VU	B, BI, 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
Fisk				
<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> – uer	VU	D, P, 100 -1000 m	Bsk	Overvåking, bestandsanalyser
<i>Sebastes mentella</i> - snabeluer	VU	D, P, 300 -1500 m	Bsk	Overvåking, bestandsanalyser
Bestander: <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
Sjøpattedyr				
<i>Phoca vitulina</i> – steinkobbe	VU	Kyst, litoral	Bsk	Overvåking
<i>Balaena mysticetus</i> – grønlandshval	CR	P 0 – 200 m	Bsk, Forur, Klim	Observasjoner
Sjøfugl				
Teist – <i>Cephus grylle</i>	NT	Kyst	Forur?, Klim	Bestandskartlegging, **
Lunde – <i>Fratercula arctica</i>	VU	Kyst, offshore om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **
Hettemåke – * <i>Larus ridibundus</i>	NT			
Krykkje – <i>Rissa tridactyla</i>	VU	Kyst, offshore (og kyst) om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **
Polarlomvi – <i>Uria lomvia</i>	NT	Kyst, offshore om vinteren	Bsk, Klim, Fisk	Overvåking, **
Lomvi – <i>Uria aalge</i>	CR	Kyst, offshore og kyst om vinteren	Klim, Fisk	Overvåking, **

* Hettemåke er i mindre grad knyttet til kysten idet 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.

4.10.1.1 Fisk

Vanlig uer finnes i hele forvaltningsområdet og fiskes kommersielt. Arten er rødlistet på grunn av bestandsnedgang. Fangstrater fra trålfisket viser en klar reduksjon i forekomstene, og indikerer at bestanden nå er nær et historisk lavmål. Årsklassene har vært rekordlave i perioden 1994-2003. Det er indikasjoner på sterkere årsklasser etter 2003, men på grunn av sen modning er det ikke forventet at disse årsklassene bidrar til gytebestanden før 2015. Bestanden er derfor svært svak og det ventes at denne situasjonen vil vedvare i flere år.

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. Et nystartet direkte fiskeri gir stor grunn til bekymring for snabeluerbestandens fremtid. Fra og med 2007 har Den nordøstatlantiske fiskerikommisjon (NEAFC) satt en årlig kvote som kan fiskes i et kappfiskeri (olympisk fiske) i internasjonalt farvann. Etter dette har fangstene i internasjonalt farvann gått ned, men det antas at dagens nivå

(rundt 10 000 tonn) ikke er ødeleggende for gjenoppbyggingen av bestanden. Yngel er også tatt som bifangst i alle fiskerier, inkl. rekefisket.

ICES gjentar sitt råd fra i fjor og tilrår forbud mot direkte trålfiske etter snabeluer i noen områder (I og II). Forbud mot fiske i enkelte områder må opprettholdes, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lave som mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. Med dette forventes at menneskelig påvirkning er redusert, og at bestanden kan bygges opp over tid.

Torsk som art er ikke rødlistet, men situasjonen for bestanden av kysttorsk nord for Stad er vurdert som sterkt truet (EN) på grunn av pågående populasjonsreduksjon, svak rekruttering og mangel på effektive reguleringstiltak. 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. Det er iverksatt forvaltningstiltak og det er i gang konkrete planer om økt forskningsinnsats for å kunne styrke lokale bestander.

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 i overkant av 1000 dyr på Svalbard. Nye bestandstillinger har fastlagt at det er rundt 2800 individer i området Vesterålen-Finnmark. Jakt er regulert, men fastsatte kvoter har siden 2003 vært langt høyere enn anbefalt av Havforskningsinstituttet. I tillegg omkommer et ukjent antall dyr som bifangst i fiskeredskap og sannsynligvis under uregulert jakt.

4.10.1.3 Sjøfugl

Lomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på 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. Resultatene fra hekkesesongen 2009 viser at den mest dramatiske nedgangen har skjedd på Vedøy og Hjelmsøy med hhv 99,5 % reduksjon siden begynnelsen av 1980-tallet og 99 % i perioden 1984 til 2009. Den nordnorske lomvibestanden var i 1984 kun 25 % av hva den var i 1964, noe som 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, var hekkebestanden i 2009 rundt 30 % av hva den var i 1979. På Anda er det gjennomført arealberegninger for å estimere endringer i totalbestanden siden 1981-83. Disse viser at bestanden her har hatt en svak, men signifikant, negativ bestandsutvikling. Lundebestanden på Gjesvær har avtatt i perioden 1997-2009 mens det på Hornøya er observert en signifikant økning i hekkebestanden.

Polarlomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Hjelmsøy og i utvalgte kolonier på Svalbard. På Hjelmsøya er polarlomvien ikke registrert i overvåkingsfeltene de siste tre årene. Hekkebestandene på Bjørnøya og Svalbard har gått signifikant tilbake.

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 er tilbakegangen rundt 70 %. Dette gjelder 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.



Foto: Svein-Håkon Lorentsen

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 2010 og vil da ta med seg resultater fra prosessen rundt den reviderte rødlista som kommer vinteren 2010. Deler av denne rapporten er benyttet for å kunne gi innspill til indikatoren i forbindelse med årets rapport og er basert på gjeldende rødliste fra 2006.

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. De som er tatt med her er de som det foreligger noe data på. Avhengig av hvilken artsgruppe det her er snakk om vil påvirkningsfaktoren være forskjellig.



Forurensende stoffer

For å kunne overvåke forurensningsbelastningen i havområdet og følge måloppnåelsen systematisk, må det velges representative indikatorer. Overvåkingsgruppen har fokusert på de forurensningsindikatorerne som ble foreslått i St. meld. nr. 8 (2005-2006) – Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten 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. Til sammen skal dette gi grunnlag for å vurdere forurensningssituasjonen i havområdet opp mot målene. De utvalgte miljøgiftene danner også grunnlag for vurdering av sjømattrygghet. Valg av indikatororganismer er også relevant for vurderinger av tilstanden i særlig sårbare og verdifulle områder (SVO).

Koordinering

Statens forurensningstilsyn/Klif

Ansvarlig

Christine D. Olseng

Referanse

Bakke, T. et al. 2008

De forurensende stoffene som overvåkes er: Metaller og metallspesier (Hg, Pb, Cd, Cu, As og TBT), organiske miljøgifter (PAH, THC, PCB, HCB, BFH, PFCs, dioksiner og dioksinlignende PCB, dioksiner og furaner inkludert pesticidene DDT, toksafen, kloridan og HCH samt radioaktivitet.

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

Indikatorartene er nøkkelarter i økosystemet og/eller arter som er viktige 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 fordeling av

miljøgifter. Ny kunnskap på dette området vil komme med Klima- og forurensningsdirektoratets Tilførselsprogram som startet i 2009.

Under hver enkelt forurensningsindikator er tilgjengelige overvåkingsresultater oppsummert. 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.klif.no/> (Under forurenset sjøbunn – veiledere)
- <http://eur-lex.europa.eu>

4.11.1 Strandsøppel

Institusjoner

Kystverket og Norsk Polarinstitutt

Forfattere

Synnøve Lunde

Datagrunnlag

MOSJ/Norsk polarinstitutt/Sysselemanden på Svalbard
http://npweb.npolar.no/tema/Miljo_overnakning

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

Ingen forsøpling

Tiltaksgrense

Uakseptabel forsøpling i strandsonen

SVO-relevans

Alle

Store mengder søppel driver i land på strendene innenfor forvaltningsplanområdet fra aktiviteter i Barentshavet. Forvaltnings-

planen har som mål at forsøpling og annen skade på miljøet som følge av utslipp av avfall fra virksomheter i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal unngås. Søppel langs kysten er en indikator som skal følges opp i forvaltningsplanarbeidet, og indikatoren er per i dag under utvikling. Indikatoren kan følges opp ved å samle inn og registrere mengde søppel som ti lflyter strendene. 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 fra 2001 til 2009 (Figur 4.11.1.1). Tendensen viser en nedadgående kurve, men det er trolig for lite data for å konklusjon. De siste årene har det også vært praktiske problem å få inn nødvendige data til prosjektet.

Vekt sier ikke alt om forsøpling av strendene. Store og lette gjenstander kan utgjøre en estetisk skjemmende forsøpling, men vil gjøre lite utslag på vekt. Dyr kan skades av spesielle gjenstander (f.eks. reinsdyr som vikler geviret inn i tauverk og garn). Fuk-tigheten på innsamlingsstidspunktet vil også påvirke vekten. Og en stor trålpøse/fiskegarn funnet på ei strand kan gjøre meget store utslag i vekten.

Det er behov for et system med konkrete målinger av jevnlig (f.eks. årlig) tilflyt av strandsøppel på utvalgte steder innen forvaltningsplanområdet. Denne målingen må skje på områder som etter en vurdering av hvilke strandområder kan være representativ 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 referansenivå må etableres.

Indikatoren (vekt av søppel) sier ikke noe om hvor søppelet kommer fra, og hvor tiltak skal settes inn. Ved utvikling av indikatoren bør dette innarbeides. Hvor søppelet fra Barentshavet "strander" er selvsagt 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 søp-

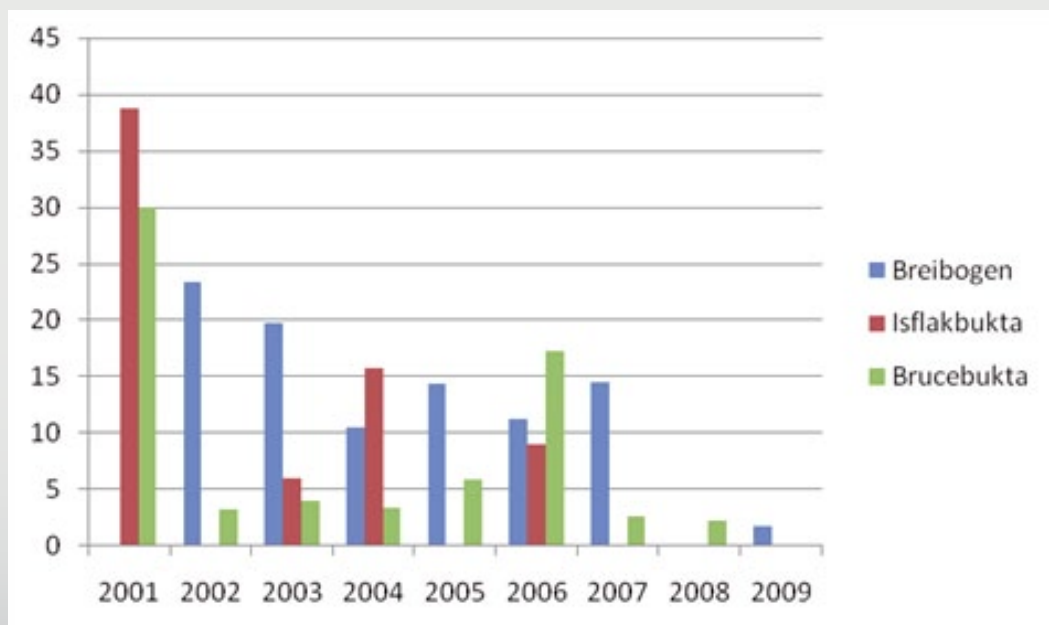
pel til havnene. Norske myndigheter har ikke etablert noe systematisk system for rapportering av omsetning av avfall over mottaksordningene for avfall fra skip. Aggregerte tall er derfor ikke tilgjengelig.

Teknisk vurdering

Systematisk innsamling og veing av søppel på utvalgte steder langs kysten er en god indikator på om uakseptabel forurensning fins. Over tid vil en kunne si noe om hvilken vei utviklingen går. Det er ønskelig å ha indikatorer for mengde søppel i vannmassene og eventuelt også søppel som synker til bunns.

Økosystemvurdering

Utslipp av plast har vært forbudt siden 1998, men det oppdages stadig plast i det marine miljøet. Plasten kan være til stor skade f.eks. på overflatebeitende fugl og pattedyr fordi de vikler seg inn 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. Påvirker/skader overflatebeitende fugl og pattedyr: Lite kunnskap om effekt på pelagiske og bentiske arter.



Figur 4.11.1.1
Søppelmengde på utvalgte strandområder på Svalbard.



Figur 4.11.1.2
Årlig mengde søppel som har drevet i land i Breibogen, Isflakbukta og Brucebukta på Svalbard (200 meter lang strekning hver plass). Pga snø og is i Isflakbukta ble det ikke plukket søppel der i 2007, 2008 og 2009. Det ble heller ikke plukket søppel i Brucebukta i 2009.

4.1.2 Tilførsler

4.1.2.1 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 Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) (tidligere Statens forurensningstilsyn, SFT). Rapporter med data er tilgjengelig fra Klifs nettside: <http://www.klif.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 prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

SVO-relevans

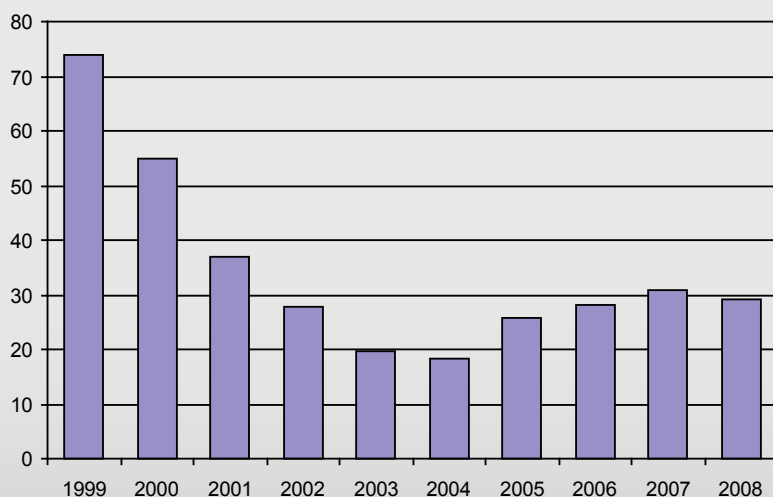
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten
Polarfronten – Svalbard

Fra Zeppelin-observatoriet finnes det lange tidsserier for følgende komponenter: PCB, PAH, DDT, HCH, HCB, pesticider, CO, CO₂ (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 på side 139 i Stortingsmelding 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". Tiltaksgrense kan være: "Økning i nivået over et visst antall år eller en større økning over kortere tidsrom". Nedenfor er vist noen eksempler på lange tidsserier for viktige forurensningskomponenter, og resultater for "ny" komponent i 2008, fra Zeppelin-observatoriet:

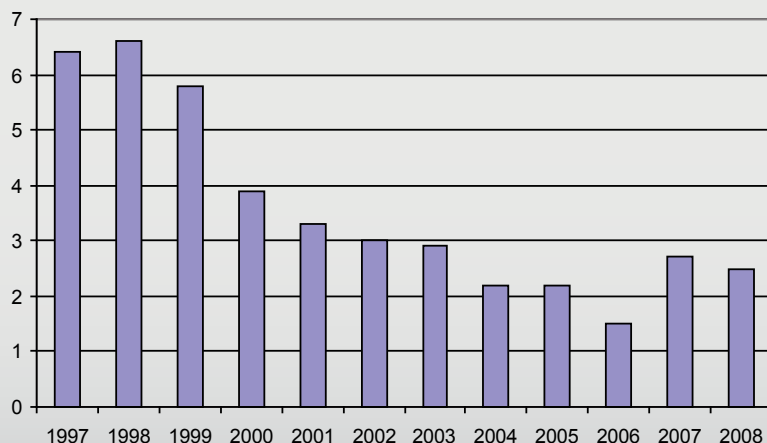
Polyklorete bifenylar (PCB)



Figur 4.1.2.1

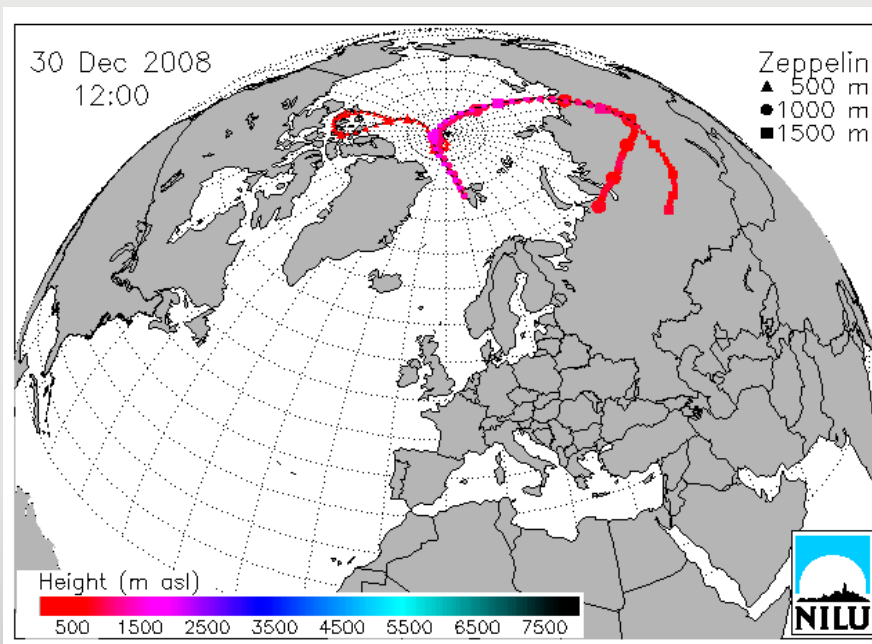
Årlige middelkonsentrasjoner av sum PCB (alle PCB fra tri- til dekalor) i luft på Zeppelin-observatoriet. Enhet: pg/m³. Sum-konsentrasjonen ble redusert fra 1999 til 2003, og har siden økt noe.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)



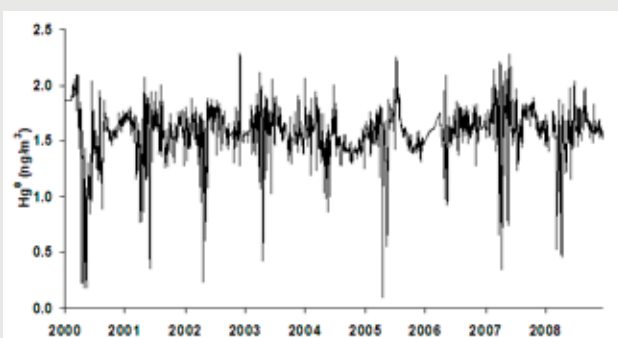
Figur 4.1.2.2

Årlige middelkonsentrasjoner av sum PAH i luft på Zeppelinfjellet. Enhet: ng/m³. Figuren viser at den årlige middelkonsentrasjonen av PAH har hatt en klar nedadgående trend fra 1999 til 2006, men at konsentrasjonen deretter har økt noe.



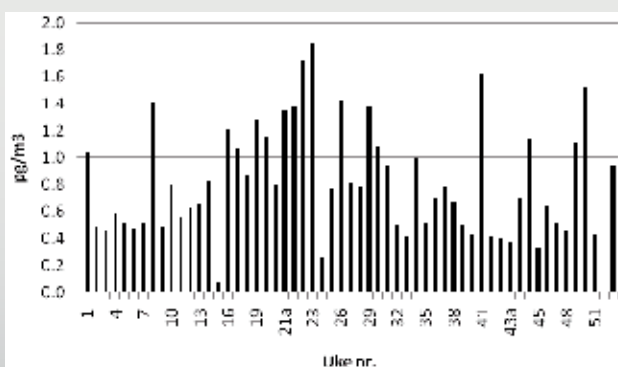
Figur 4.11.2.3

Beregnete trajektorier med adkomst til Zeppelin-observatoriet under prøvetaking av prøven med høyest verdi for sum PAH i 2008. Figuren viser tydelig transportveien for de mest forurenkede luftmassene.



Figur 4.11.2.4

Tidsserier for elementært kvikksølv i gassfase (GEM) ved Zeppelinfjell, 2000-2008. Hver vår 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.



Figur 4.11.2.5

Konsentrasjon av sum av komponentene PFOSA, PFOS, PFOA og PFNA i luft på Zeppelin-stasjonen i 2008. Figuren viser en tydelig årstidsvariasjon.

Resultatene av luftmålingene på Zeppelin-observatoriet viser at konsentrasjonene i luft (og dermed tilførselen) avtar for HCH og klordaner, øker for HCB, PCB-153 og PCB-101 og er ganske stabil for kvikksølv, DDT og PAH.

Mer utfyllende informasjon:

- Klima- og forurensningsdirektoratet www.klif.no/
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (EMEP-stasjoner)

www.nilu.no/projects/ccc/sitedescriptions/no/index.html og www.nilu.no/projects/ccc/sitedescriptions/no/no42.html

- Zeppelin Station www.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 tilførsel" har ikke hatt problemer i 2009.

Økosystemvurdering

Indikatoren "atmosfærisk tilførsel" 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 osv.

4.11.2.2 Elvetilførsler

Institusjoner

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Forfattere

Øyvind Kaste

Datagrunnlag

Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til SFT/Klif og NIVA

Referanser til data

Andersen J. R. et al. 1997
Skarbøvik, E. Et al. 2009
Skjelkvåle, B.L. (red) 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

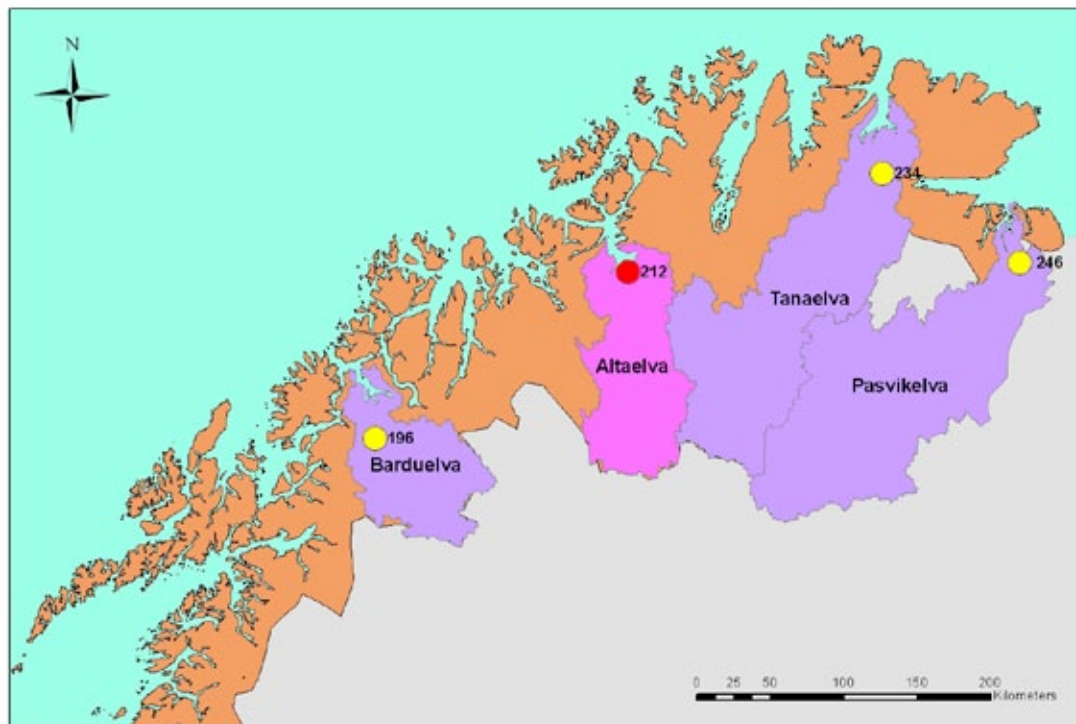
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Den største delen av elvetilført forurensning til Barentshavet stammer fra fastlandet, og det er også her stasjonene i dagens Elvetilførselsprogram ligger. Landtilførsler fra for eksempel Svalbard, Jan Mayen og Bjørnøya har mindre kvantitativ betydning, men det kan være aktuelt å opprette målestasjoner her for å dekke den geografiske gradienten Barentshavet spenner over. 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 forurens-

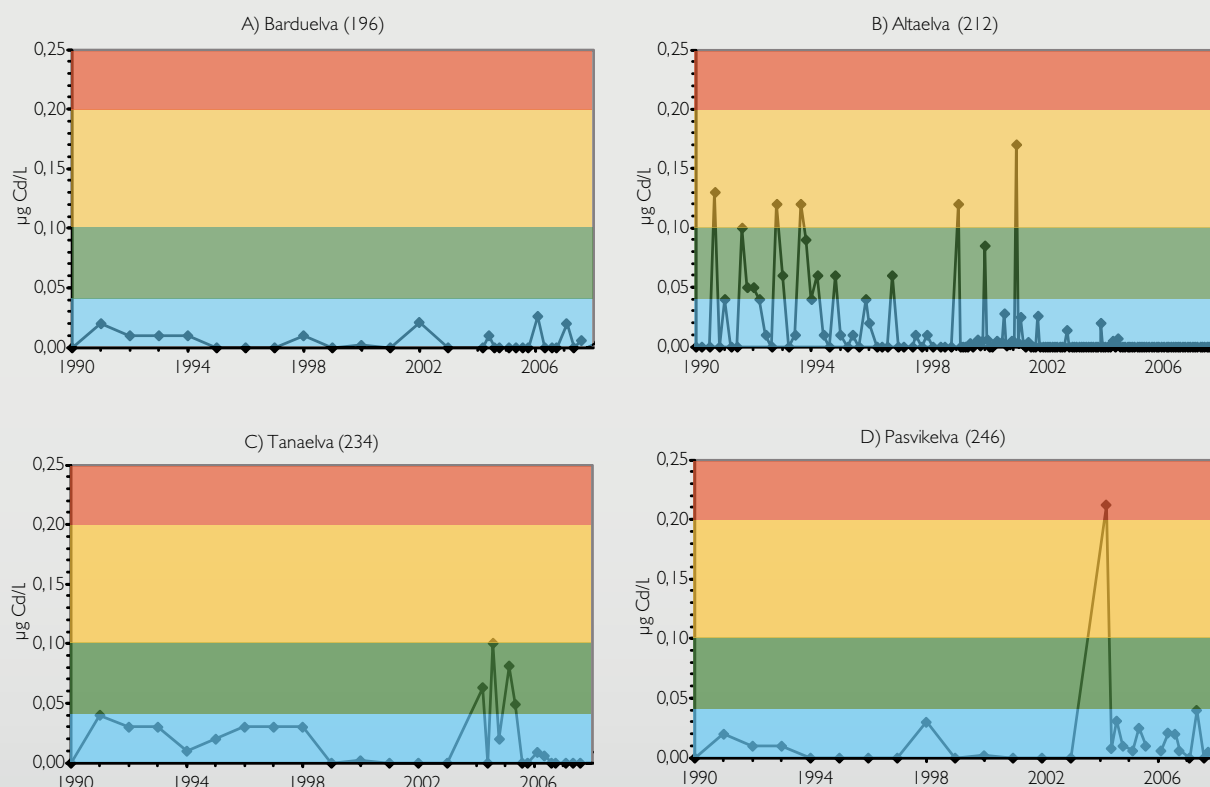
ningsovervåking" som administreres av Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT). Elvetilførselsprogrammet (RID - Riverine Inputs and direct Discharges) er en del av Oslo-Pariskonvensjonens (OSPAR) samlede overvåkingsprogram (www.ospar.org/).

Elvetilførselsprogrammet (RID) 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. 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, SiO₂, arsen, krom og nikkel. I tillegg analyseres gamma-HCH (lindan) samt PCB-7 (CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153, CB180) fire ganger per år i Altaelva.



Figur 4.11.2.6

Elvetilførselsprogrammets (RID) 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 4.11.2.7

Variasjon i konsentrasjoner av kadmium (Cd, µg/l) i perioden 1990-2008, 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.

For landområder nedstrøms målepunktene og nedbørsfelt som ikke dekkes av elvemålingene, beregnes tilførslene (nitrogen og fosfor) teoretisk ved hjelp av TEOTIL2-modellen (i samarbeid med "TEOTIL-programmet" som NIVA gjennomfører for Klif). 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 2008 (Skarbøvik et al. 2009) 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 generelt et godt grunnlag for å kunne vurdere langtidstrender og forandringer. Med lav prøvetakingsfrekvens (kun kvartalsvis prøver i tre av elvene) risikerer en imidlertid at enkeltprøver kan gi et feilaktig bilde av år-til-år-variasjonen. Det er et klart behov for å forbedre prøvetakingsfrekvensen samt å utvide aktiviteten til å representere et større geografisk område, også utenfor Fastlands-Norge. 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 markert forurenset av nikkel og kobber. Hovedkilden til dette er lufttransporterte forurensninger fra smelteverket i Nikel på russisk side. Forøyede konsentrasjoner av nikkel og kobber i dette området er også dokumentert gjennom SFTs overvåkingsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 2008). Ellers var Altaelva moderat forurenset av kobber og sink i 2008 (tilstandsklasse 2). Barduelva lå i klasse 2 (moderat forurenset) mht. kvikksølv i 2008.

4.1.3 Forurensning i sedimenter

Koordinering

Klima og forurensningsdirektoratet

Ansvarlig

Christine Daas Olseng

Referanse

Miljøundersøkelse Region IX, 2007.
Akvaplan-Niva rapport: i Region IX og X – Barentshavet, 2008. Rapport nr 2009-0157. Det Norske Veritas.

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 undersøkelse (NGU) om sedimentundersøkelser i åpent hav, MAREANO, SFT/NIVAs overvåking av miljøgifter langs kysten; Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) og operatørenes offshoreovervåking som rapporteres til Klif. 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

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Stepan Boitsov

Datagrunnlag

Kart på www.mareano.no

Referanser til data

Boitsov, S., Jensen, H.K.B., Klungsøyr, J. 2009a.
Boitsov, S., Jensen, H.K.B., Klungsøyr, J. 2009b.

Havforskningsinstituttet har også i 2008 gjennomført undersøkelser av forurensning i bunnsedimenter. Undersøkelsene ble påbegynt i 2006 som del av MAREANO-programmet. I 2008 var området vest for Lofoten og Vesterålen i det nordøstlige Norskehavet i fokus. 20 sedimentkjerner

ble samlet og analysert for hydrokarboner. Oversikt over prøvetakingsstasjonene og resultatene er tilgjengelig på www.mareano.no, hvor de er satt sammen med resultater fra tidligere år.

Både totale hydrokarbonnivåer (THC) og nivåer av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) benyttes gjerne som indikatorer på oljeforurensning. PAH kan komme fra olje, men også fra andre naturlige og menneskeskapte kilder. Sedimentstasjonene som ble undersøkt i 2008 har relativt lave konsentrasjoner av THC og PAHsammenlignet med for eksempel det tidligere studerte området sør for Svalbard (se Boitsov et al. 2009b). Selv om nivåene er relativt lave, som forventet i dette området, er de gjennomsnittlig noe høyere enn det som ble funnet i det sørlige Barentshavet i 2006-2007. Figur 4.11.3.1 viser resultatene for data fra 2006-2008. 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 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 Klima- og forurensningsdirektoratets såkalte PAH16-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 en rekke stasjoner i det nylig undersøkte området var

verdiene i klasse II ("God" ifølge SFT klassifisering) mens andre var i klasse I ("Bakgrunn"). Resultatene er vist for 2006-2008 data i Figur 4.11.3.2.

Mer detaljerte resultater for forskjellige PAH-komponenter finnes i form av kart på 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. Ingen kjente påvirkninger fra eller på andre indikatorer.

4.11.3.2 Konsentrasjoner av hydrokarboner i sediment

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Stepan Boitsov

Datagrunnlag

Kart på www.mareano.no

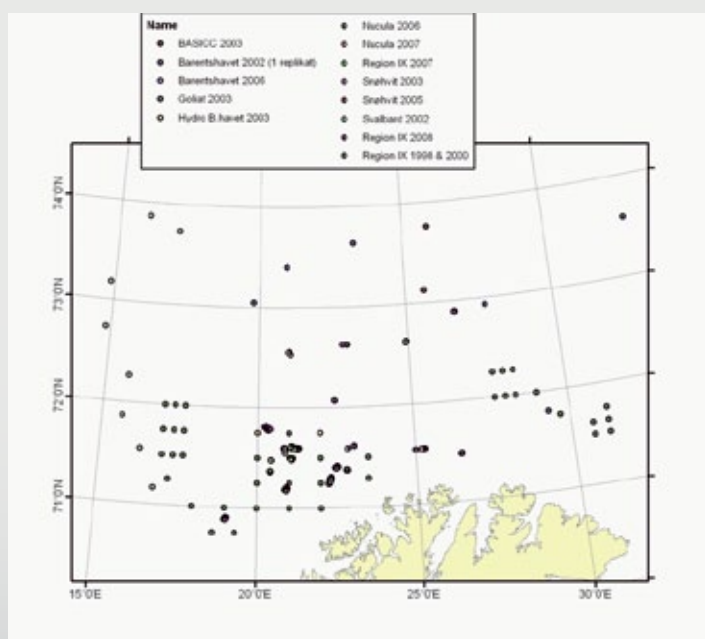
Referanser til data

Boitsov, S. et al. 2009a.
Boitsov, S. et al. 2009b.

Målingene av tungmetallkonsentrasjoner i sediment utføres på kystnære stasjoner nord for polarsirkelen som en del av NGU/HIs Mareano kartleggingsprogram (www.mareano.no) og som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) utført av NIVA i regi av Klima- og forurensningsdirektoratet. Klororganiske miljøgifter måles kun i CEMP-programmet.

Målingene er basert på overflatesediment (0-1 eller 0-2 cm) i fjorder og, med få unntak, i kystfarvann og ikke åpent hav, og gir derfor et inntrykk av belastninger som grenser til åpne havområder.

Fra overvåking av mange miljøgifter er følgende tungmetaller valgt ut: kadmium, kvikksølv, bly og arsen. I tillegg analyseres det også for kobber, nikkel og sink. Av klororganiske miljøgifter er det valgt ut: PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CBne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB. I tillegg analyseres det også for PAH, Lindan (γ -HCH) og TBT. For disse 7 utvalgte miljøgiftene lå konsentrasjonene i overflatesediment fra denne regionen i eller nær klasse "bakgrunnsnivå" (SFT Klasse I, SFT 2007, figur 4.11.3.4) Unntaket gjaldt fem tilfeller for bly; fire fra skråningen utenfor Lofoten og Vesterålen og én sedimentprøve fra Hadsselfjorden,



Figur 4.11.3.1

Undersøkte stasjoner i Barentshavet i forbindelse med petroleumsvirksomhet.

Lofoten/Vesterålen med Pb-nivåer svarende til SFTs forurensningsnivå svarende til "moderat forurenset" eller Klasse II (Figur 4.11.3.4). De utvalgte 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 Vannrammedirektivets eller OSPARs liste over prioriterte stoffer. CEMP-overvåking i nord begynte i 1992. Sediment på samme stasjon har blitt undersøkt to ganger: første gang i 1992/1994 og andre gang i 2004/2006.

For undersøkelse av tidstrender, har NGU, i samarbeid med HI, tatt sedimentkjerner (20-31 cm lange) i dypere avsetningsområder som skråningen utenfor Lofoten, Malangsdjupet og Ingøydjupet. NGU har analysert flere lag nedover i sedimentkjernene for tungmetaller, og datert disse lagene. Disse tidstrendundersøkelsene indikerer at spesielt nivåene av tungmetallene bly og kvikksølv har økt svakt over en periode på 50-70 år (Figur 4.11.3.5). Det understrekes at nivåene fremdeles er lave. Økningen av nivåer tolkes som et resultat av langtransportert forurensning.

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

Ingen kjente påvirkninger på økosystemene.

Ingen kjente påvirkninger fra eller på andre indikatorer.

4.11.3.3 Konsentrasjoner av tungmetaller og klororganiske miljøgifter i sediment

Institusjoner

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

Forfattere

H.K.B. Jensen, T.Thorsnes og N.W. Green

Datagrunnlag

www.mareano.no, www.niva.no, 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
Jensen H. K. B. et al. 2009
SFT 2007
Shi, L. et al. 2008

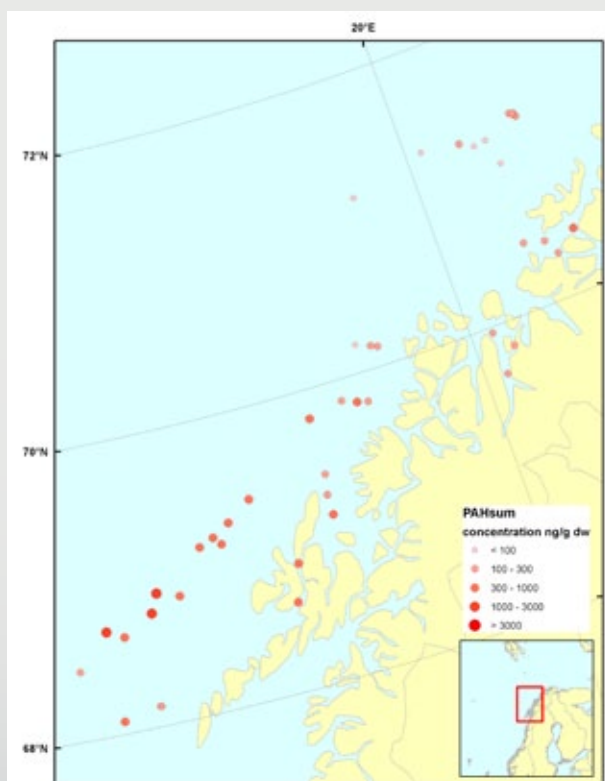
Green, N.W. et al. 2008

Jensen H. K. B., Knies J., Finne T. E. og Thorsnes T., 2009.
Mareano 2008 – miljøgeokjemiske resultater fra Nordland VII. NGU-rapport nr. 2009.057, 31 sider, inkl. CD med analysedata

Målingene av tungmetallkonsentrasjoner i sediment utføres på kystnære stasjoner nord for polarsirkelen som en del av NGU/Havforskningsinstituttets Mareano kartleggingsprogram (www.mareano.no) og som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) utført av NIVA i regi av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Klororganiske miljøgifter måles kun i CEMP-programmet.

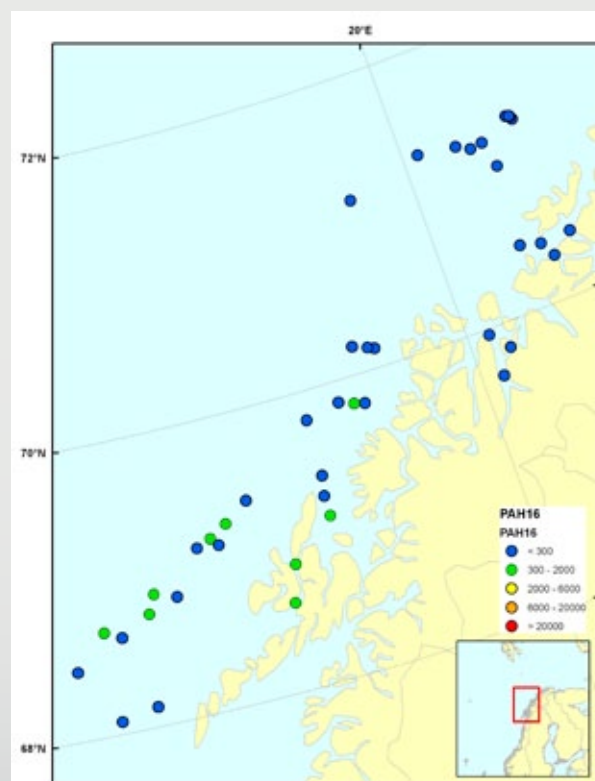
Målingene er basert på overflatesediment (0-1 eller 0-2 cm) i fjorder og, med få unntak, i kystfarvann og ikke åpent hav, og gir derfor et inntrykk av belastninger som grenser til åpne havområder.

Fra overvåking av mange miljøgifter er følgende tungmetaller valgt ut: kadmiom, kvikksølv, bly og arsen. I tillegg analyseres det også for kobber, nikkel og sink. Av klororganiske miljøgifter er det valgt ut: PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CBene 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB. I tillegg analyseres det også for PAH, Lindan (γ -HCH) og TBT. For disse



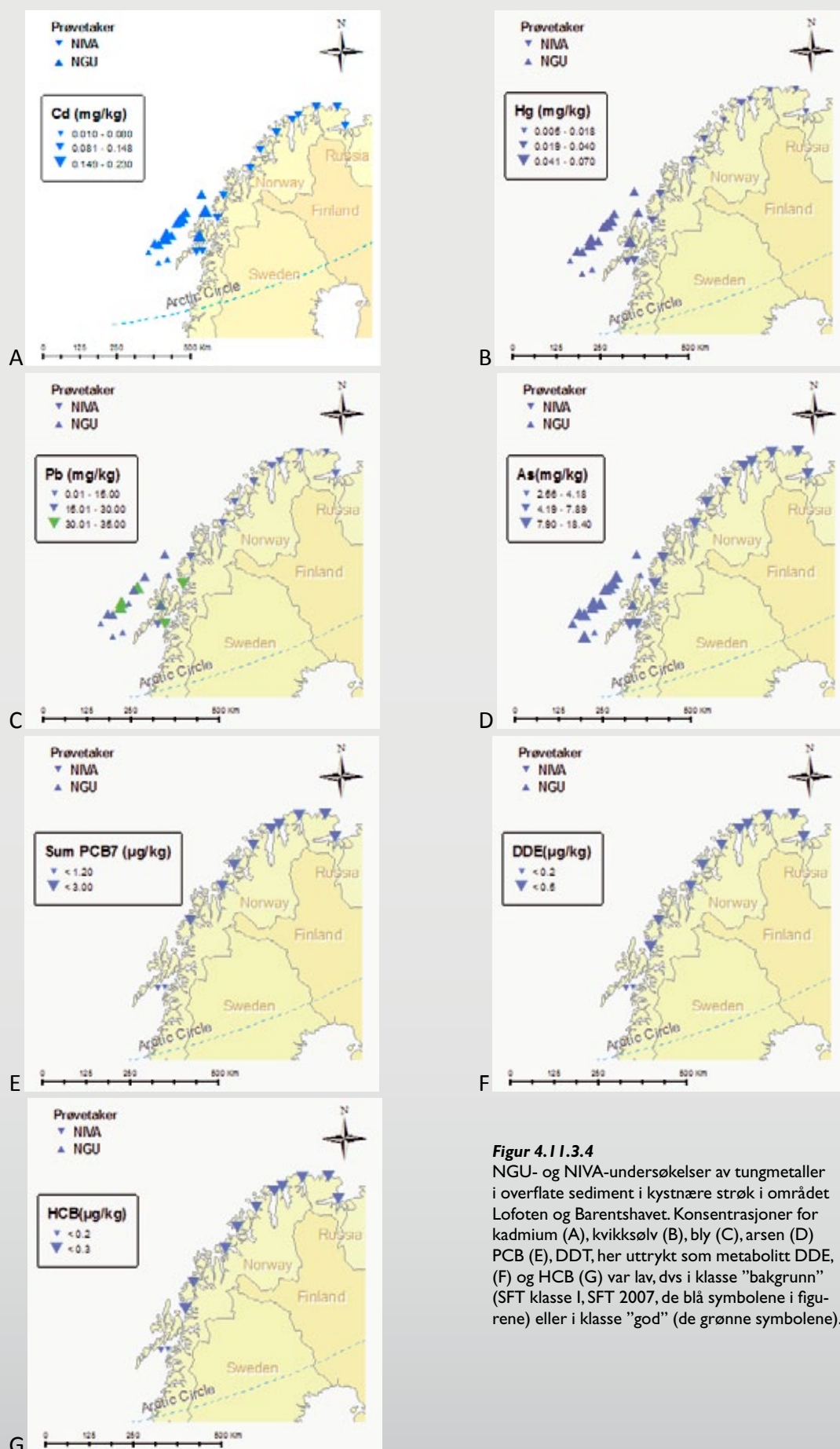
Figur 4.11.3.2

Summerte PAH nivåer i øverste sedimentlag, 0-1 cm, $\mu\text{g/kg}$ (ng/g) tørrvekt.

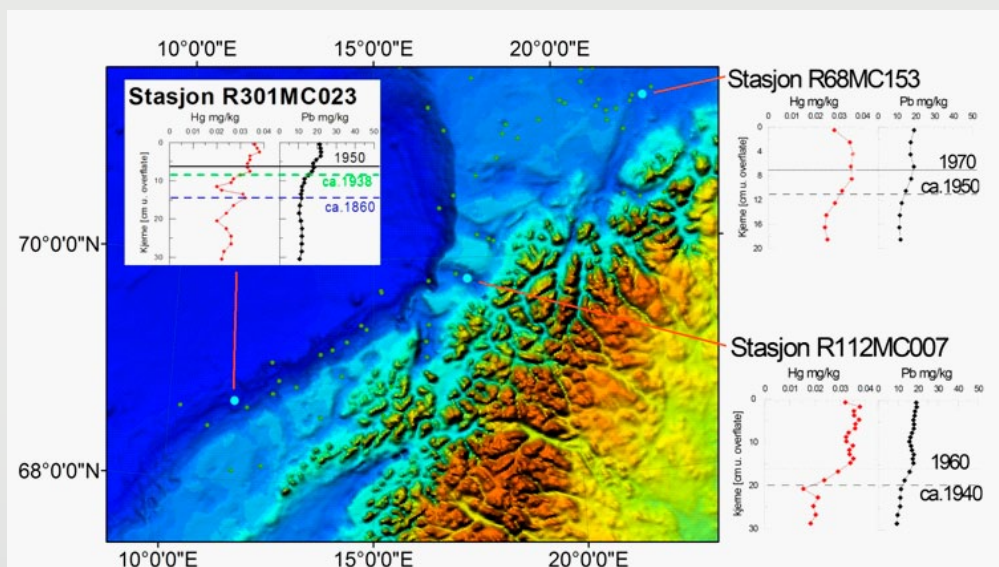


Figur 4.11.3.3

PAH16 nivåer i øverste sedimentlag, 0-1 cm, med SFT tilstandsklasser vist med farge ($\mu\text{g/kg}$ tørrvekt).

**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 havområdene utenfor Lofoten og sørlige Barentshav. Dybdeprofiler fra 20-30 cm lange sedimentkjerner viser tidsserier fra Malangsdjupet (R112MC007), Ingøydjupet ved Tromsøflaket (R68MC153) og dyphavet utenfor Lofoten (R301MC023) for kvikksølv (Hg) og bly (Pb). Lagene fra kjernene er datert ved ^{210}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.

syv utvalgte miljøgiftene lå konsentrasjonene i overflatesediment fra denne regionen i eller nær klasse "bakgrunnsnivå" (SFT Klasse I, SFT 2007, Figur 4.11.3.4) Unntaket gjaldt fem tilfeller for bly; fire fra skråningen utenfor Lofoten og Vesterålen og én sedimentprøve fra Hadsselfjorden, Lofoten/Vesterålen med Pb-nivåer svarende til SFTs forurensningsnivå svarende til "moderat forurenset" eller Klasse II (Figur 4.11.3.4). De utvalgte 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 eller OSPARs liste over prioriterte stoffer. CEMP-overvåking i nord begynte i 1992. Sediment på samme stasjon har blitt undersøkt to ganger: første gang i 1992/1994 og andre gang i 2004/2006.

For undersøkelse av tidstrender, har NGU, i samarbeid med Havforskningsinstituttet, tatt sedimentkjerner (20-30 cm) 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 (Figur 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

Ingen kjente påvirkninger på økosystemene.
Ingen kjente påvirkninger fra eller på andre indikatorer.

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

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

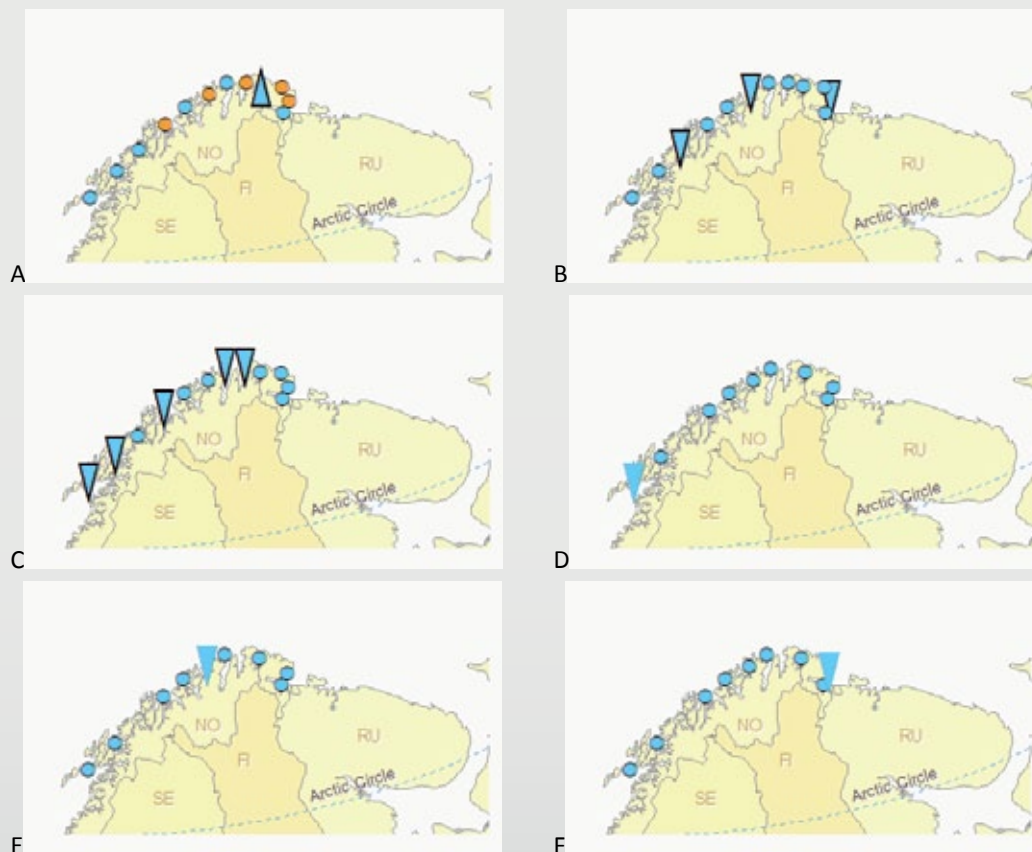
SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i blåskjell utføres på stasjoner nord for polar-sirkelen som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) i regi av Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere Statens forurensningstilsyn).

Fra CEMPs 91 lange tidsserier av miljøgifter i blåskjell med data fra 2007-2008 er følgende komponenter valgt ut: kadmiom, kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser), DDT (uttrykt som DDE) og HCB (Figur 4.11.4.1). I tillegg analyseres det og beregnes tidstrender også for kobber, sink, Lindan (γ -HCH) og TBT (i 2007), 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. De utvalgte miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektiv og/eller OSPARs liste over prioriterte stoffer.

Av de 91 tidsseriene er det 18 som viser nedadgående trender og to som viser en oppadgående trend (en stasjon for kob-



Figur 4.11.4.1

Trend 1992-2008 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 forurensset). Generelt er konsentrasjonene lave og dersom en trend kan spores går den nedover.

ber og kadmium på en annen). Resultatene for 2008 viser at konsentrasjonene er lave, dvs. i eller så vidt over SFTs Klasse I (Ubetydelig - Lite forurensset). Konsentrasjoner av kadmium på enkelte stasjoner ligger så vidt over over i SFTs klasse II (4.11.4.1 A). Årsaken til dette er uvisst, men man kan ikke utelukke et naturlig høyt bakgrunnsnivå. I tillegg lå konsentrasjoner av kvikksølv, bly og PCB over SFTs klasse I 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 etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen og Jan Mayen.

Økosystemvurdering

Av de 91 tidsseriene som ble analysert for blåskjell, viser 18 nedadgående trender mens to er oppadgående (for kobber på en stasjon og kadmium på en annen). Resultatene for 2009 viser lave konsentrasjoner, dvs. i eller så vidt over SFTs Klasse I (Ubetydelig - Lite forurensset). 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. Ingen kjente påvirkninger fra eller på andre indikatorer.

4.11.4.2 Forurensning i reker

Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) og Havforskningsinstituttet

Forfattere

Sylvia Frantzen, Amund Måge 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. 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
Gobeil, C. et al. 1997.
Zauke, G.-P. et al. 2006.
www.helsedirektoratet.no/ernaering

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, 2008 og 2009 og analysert for innhold av fremmedstoffer. Fra tidligere har det blitt tatt prøver i 1995 og 2000. Analysene har blitt gjennomført både på samleprøver av kokte, pillede reker og på samleprøver av hele, kokte reker med skall. Resultatene for kokte, pillede reker, som er den spiselige delen av rekene, kan sammenlignes med EUs øvre grenseverdier for mattrygghet for de stoffene der disse finnes, mens dette ikke er en aktuell problemstilling i forhold til hele reker. I 2009 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 pesticider (plantevernmidler) inkludert DDT og dets metabolitter, HCH (α -, γ -), klordan (cis-, trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42a, 44, 50, 62). Prøvene har også blitt analysert for perfluorerte alkylerte forbindelser (PFAS).

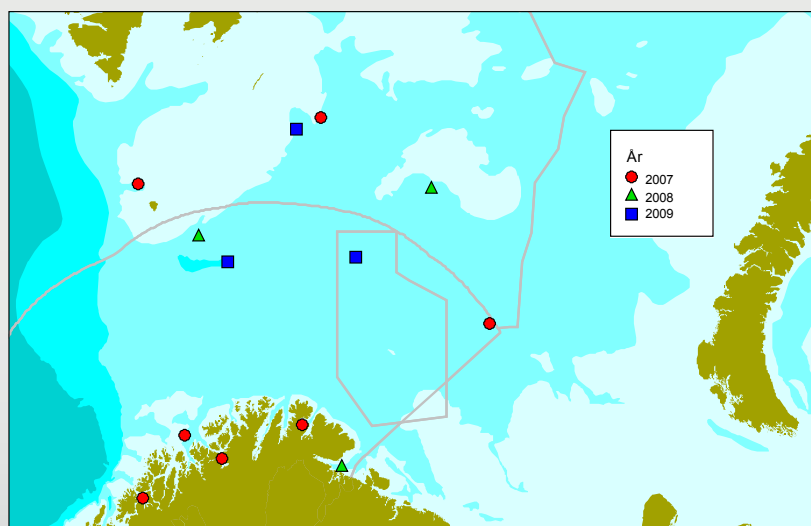
Resultater er vist i Figur 4.11.4.3 og figur 4.11.4.4. Konsentrasjonene av kadmium, bly og kvikksølv i pillede reker var langt

under EUs øvre grenseverdier for disse i krepsdyr. Nivået var noe høyere i de prøvene som ble tatt i 2007 enn i de som ble tatt i 2008 og 2009, men dette kan skyldes at flere av prøvene i 2007 ble tatt i kyst- og fjordområder. Kadmiumkonsentrasjonen i pillede reker var på samme nivå som det som har vært funnet i analyser gjort for Sjømatdata i 1995 og 2000 (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).

Hele reker hadde høyere konsentrasjon av kadmium og bly enn pillede reker, noe som ikke er uventet ettersom disse metallene akkumuleres i indre organer hos krepsdyr. Kvikksølv på sin side var høyest i de pillede rekene, noe som skyldes at metylkvikksølv binder seg mest til proteiner. I 2007 var det imidlertid høyere kadmiumkonsentrasjon i de pillede enn i de hele rekene. Dette kan skyldes at det i 2007 ble tatt prøver av reker fra syv ulike posisjoner, hvorav rekene fra fem av posisjonene ble analysert uten skall og rekene fra to andre posisjoner ble analysert med skall. Det var derfor ikke et naturlig samsvar mellom de hele og de pillede rekene dette året slik som i 2008 og 2009, da det ble tatt ut prøver av både hele og pillede reker fra samme posisjon til analyse. De to prøvene av hele reker fra 2007 hadde tilfeldigvis et lavt nivå av kadmium, mens rekeprøvene som ble analysert uten skall hadde i gjennomsnitt noe høyere nivå. I 2009 hadde en av prøvene av hele reker kadmiumkonsentrasjon i samme område som i 2007 (0,04 mg/kg våtvekt), selv om gjennomsnittet var omtrent det dobbelte.

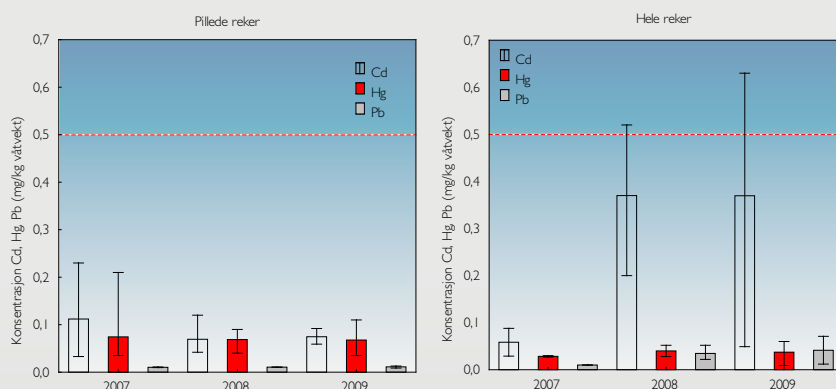
Konsentrasjonen av totalarsen i både pillede og hele reker var forholdsvis høy (Figur 4.11.4.4), med opp til 55 mg/kg våtvekt i pillede reker i 2009. Gjennomsnitt- og høyeste verdi var likevel lavere i 2009 enn i 2008. Dette er på nivå med tidligere analyser av arsen i reker (www.nifes.no/sjomatdata). De høyeste konsentrasjonene av totalarsen ble målt i pillede reker, men forskjellene mellom pillede og hele reker var ikke betydelige. Høye konsentrasjoner av arsen i reker har vært kjent i mer enn 80 år, og det er sannsynlig at arsenet stort sett foreligger i lite giftige organiske former.

Konsentrasjonen av kobber var høyere i hele reker enn i pillede (Figur 4.11.4.4). Gjennomsnittlig kobberkonsentrasjon i pillede reker i 2009 som 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).



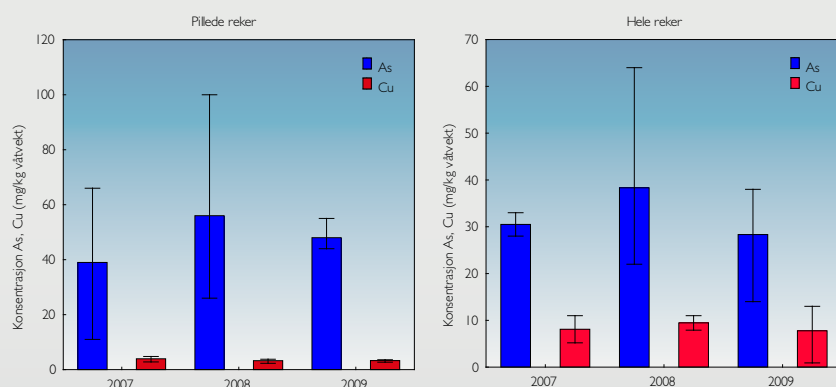
Figur 4.11.4.2

Kart som viser posisjonene i Barentshavet hvor det har blitt tatt prøver av reker i 2007, 2008 og 2009 for bestemmelse av miljøgifter.



Figur 4.11.4.3

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd, blank), kvikksølv (Hg, rød), og bly (Pb, grå) i samleprøver av pillede reker (til venstre) og hele reker (til høyre) prøvetatt i Barentshavet i 2007, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist. Rød stiplet linje markerer EUs øvre grenseverdi på 0,5 mg/kg våtvekt for Cd, Hg og Pb i krepsdyr.



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, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

Konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE og sprøytemiddelrester var generelt lave i reker, noe som er forventet på grunn av lavt fettinnhold (opp til 2,0 % i 2009). Høyeste konsentrasjon av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB målt i pillede reker i 2009 var på 0,16 ng TE/kg våtvekt, som er kun to prosent av EUs øvre grenseverdi på 8 ng TE/kg våtvekt. Konsentrasjonen av PCB7 i både 2007, 2008 og 2009 var på nivå med konsentrasjonene som ble funnet i 1995 og 2000 (*www.nifes.no/sjomatdata*).

Konsentrasjonene av de pesticidene som ble bestemt i reker fra Barentshavet i 2009 var under kvantifiseringsgrensene i alle prøvene. Av PFAS-forbindelsene var det bare PFOS som hadde konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen i 2008 og 2009, med lave konsentrasjoner. I 2007 hadde to av prøvene noe høyere konsentrasjoner av ulike PFAS-forbindelser.

Teknisk vurdering

Innholdet av miljøgifter i pillede reker er en viktig indikator i forhold til sjømattrygghet for metaller, spesielt kadmium og arsen. Innholdet av miljøgifter i hele reker er en indikator for forurensning av miljøgifter i en økosystemsammenheng. 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 og 2000 å sammenligne med.

Økosystemvurdering

Reke er en viktig art i human ernæring med en sunn bestand og typiske fangstvolum rundt 30 000 tonn totalt i norske fiskerier (*www.imr.no*). Den har også stor betydning i økosystemet som føde for fisk, særlig torsk. Hele reker kan ha relativt høye konsentrasjoner av kadmium, og både hele og pillede reker har svært høye konsentrasjoner av arsen. De høye verdiene av arsen i reker har vært kjent i nærmere 100 år, men kan være et pedagogisk problem mer enn et toksikologisk problem, siden de formene av arsen som finnes i reker ikke er giftige. Nivået av organiske miljøgifter er svært lavt i reker.

Innholdet av miljøgifter i reker påvirkes av innholdet av miljøgifter i det de spiser, som kan være forholdsvis lavt i næringskjeden (små krepserdyr; mark) eller høyt i næringskjeden i form av åtsler. Om innholdet av miljøgifter i reker er direkte påvirket av nivået av miljøgifter i sedimentet vites ikke. Innholdet av miljøgifter i dyr som har reker som en viktig del av kostholdet, særlig torsk (kap. 4.11.5.1-2) 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 på www.sft.no og 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

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

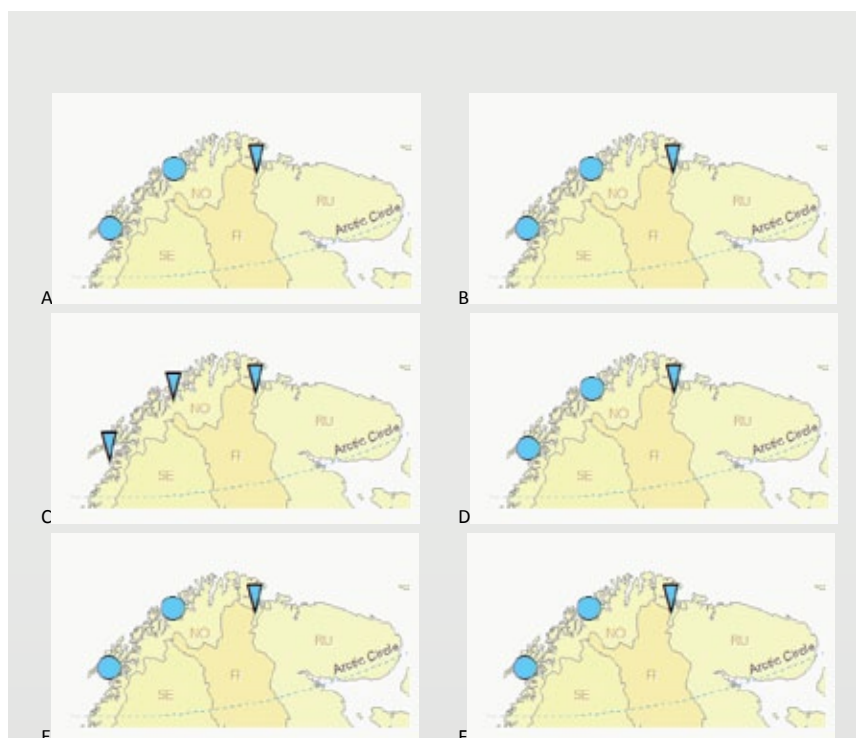
SVO-relevans

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 i torskbestanden i Barentshavet.

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i kysttorsk utføres på fire stasjoner nord for polarsirkelen; Lofoten, Kvængen (nordøst for Skjervøy), Revsbotn (nordøst for Hammerfest – resultater ikke visst), og Varangerfjorden, som del av Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) i regi av Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere Statens forurensningstilsyn).



Figur 4.11.5.1

Trend 1992-2008 og konsentrasjon for 2008 i forhold til SFTs Klasse I for kadmium (A), kvikksølv (B), bly (C), PCB (D), DDT (E) og HCB (F) i torskelerver eller torskfilet (kvikksølv). Trekant opp/ned indikerer opp-/nedadgående trend og sirkel indikerer ingen trend eller ikke tilstrekkelig data for å gjennomføre en trendanalyse. Blått symbol betyr under øvre grense i SFTs Klasse I (Ubetydelig - Lite forurensset). Generelt er konsentrasjonene lave og dersom enn trend kan spores går den nedover.

Fra CEMPs 45 lange tidsserier av mange miljøgifter i torsk (lever og filet) som har 2007-2008-data, er følgende komponenter valgt ut: kadmium, kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB-ene 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 (γ -HCH), men konsentrasjonene i torsklever fra denne regionen ligger under bakgrunnsnivå eller i klasse "Ubetydelig – Lite forurenset" (SFTs klasse I, Molvær et al. 1997) eller under deteksjonsgrense (Lindan). Orienterende undersøkelse av PFAS og PBDE i torsklever 2005/2006 tydet på lave konsentrasjoner (Bakke et al. 2008). Miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyreliv i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Alle disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektiv og/eller OSPARs liste over prioriterte stoffer. Av de 45 tidsseriene som ble analysert for torsk, viser 13 nedadgående trender. Resultatene for 2008 viser lave konsentrasjoner, dvs. i SFTs 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 torskbestander. 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. I forbindelse med forvaltningsplanen blir det fra og med 2006 tatt årlige prøver av torskfilet og -lever fra Barentshavet, og resultatene publiseres i Sjømatdata.

Referanser til data

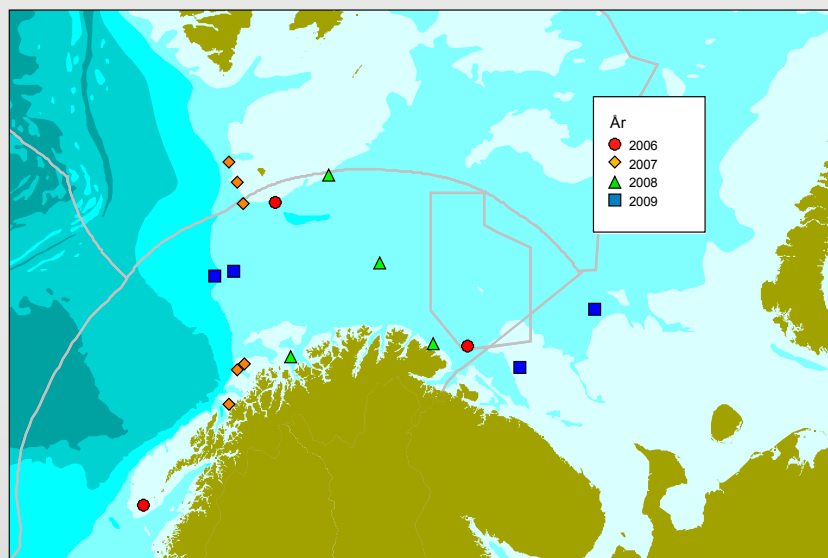
www.nifes.no/sjomatdata

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå



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 2006-2009.

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

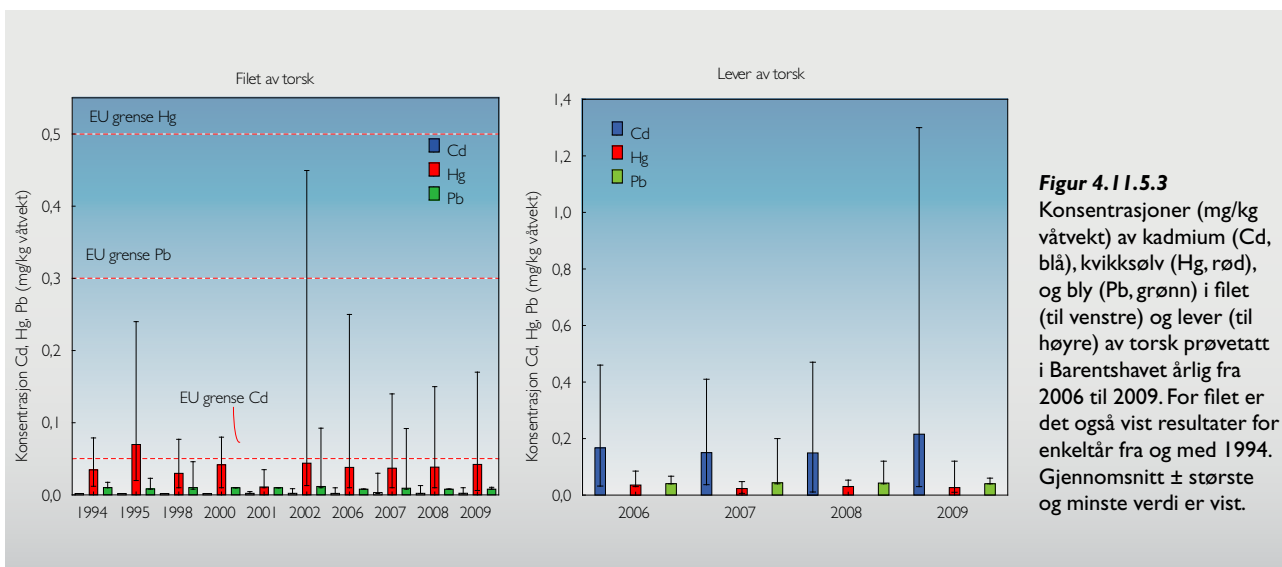
Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Torsk (*Gadus morhua*) er blant de artene NIFES har overvåket over lengst tid 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 2009 ble det tatt prøver av 25 torsk fra hver av fire ulike posisjoner i Barentshavet (Figur 4.11.5.2). Torskeprøvene har blitt analysert for er metaller (Hg, Cd, Pb, As, Cu), dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE samt en rekke pesticider (plantevernmidler) inkludert DDT og dets metabolitter, HCB, HCH (α -, β -, γ -), 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. Mellom 12 og 17 leverprøver fra tre posisjoner og kun fem filetprøver fra en posisjon ble analysert for pesticider i 2009. Perfluorerte alkylforbindelser (PFAS) forbindelser ble analysert i fem leverprøver og fem filetprøver fra tre posisjoner. Resultater er gitt i Figurene 4.11.5.3-6.

Ingen prøver av torskfilet fra Barentshavet har hatt konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv eller bly over EUs øvre grenseverdier, og gjennomsnittskonsentrasjonene har vært på stort sett samme nivå fra 1994 til 2009 (Figur

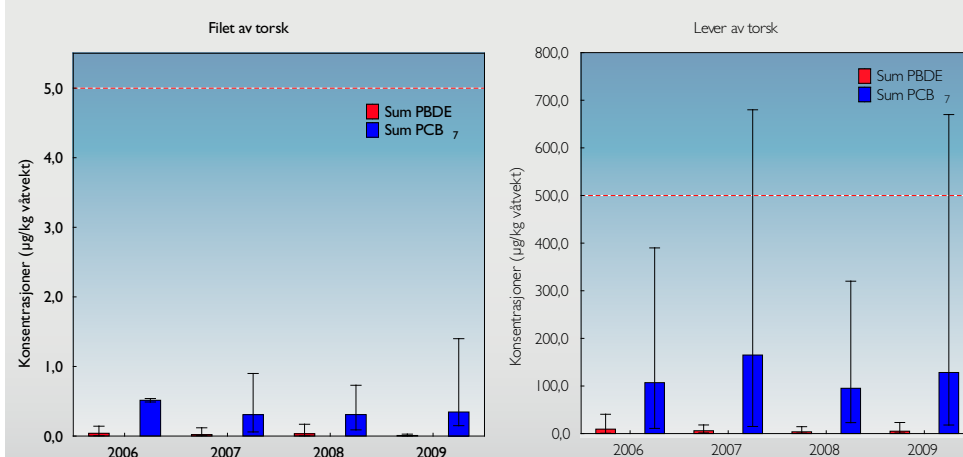
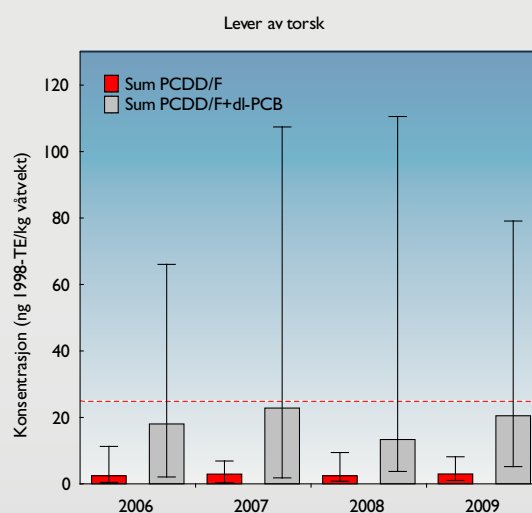
4.11.5.3, venstre panel). Mens EUs øvre grenseverdi for kvikksølv i filet for humant konsum er 0,5 mg/kg våtvekt, har SFT en klassifisering i torskfilet der 0,1-0,3 mg/kg våtvekt tilsvarer et moderat forurenset område (klasse II). Prøver av tre individer av torsk i 2009, fem i 2008, én i 2007 og to i 2006 hadde konsentrasjoner av kvikksølv innenfor klasse II. SFTs klassifisering tar imidlertid ikke hensyn til biologiske variasjoner som skyldes faktorer som alder, størrelse og fysiologisk tilstand. Lever av torsk prøvetatt i 2009 hadde konsentrasjoner av kvikksølv og bly som var på nivå med tidligere år, mens kadmiumkonsentrasjonen var noe høyere, med et gjennomsnitt på 0,22 mg/kg våtvekt, og 1,3 mg/kg våtvekt som høyeste verdi (Figur 4.11.5.3, høyre panel; www.nifes.no/sjomatdata). Konsentrasjonene av kadmium og bly hos torsk var høyere i leverprøver enn i filetprøver, mens kvikksølvkonsentrasjonen var høyest i filetprøvene. EU har ikke satt øvre grenseverdier for metaller i fiskelever.

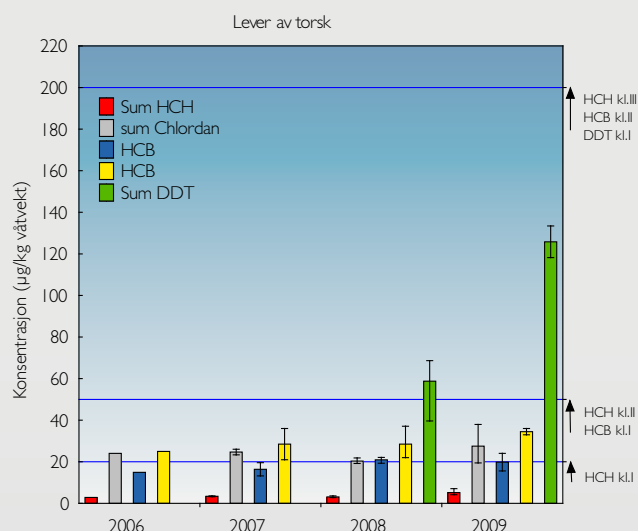
Blant prøvene av torsklever som ble analysert i 2009 var det 22 av i alt 97 som hadde konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over EUs øvre grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt (Figur 4.11.5.4). Gjennomsnittlig konsentrasjon i 2009 var 20,5 ng TE/kg våtvekt, mens snittkonsentrasjonen ved hver av de fire posisjonene varierte fra 17 til 26 ng TE/kg våtvekt. Torsk fra en av posisjonene hadde altså gjennomsnittlig konsentra-



sjon av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever som oversteg EUs øvre grenseverdi. Lever av torsk fra Barentshavet har også tidligere vist seg å ha relativt høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB (Overvåkningsrapportene 2008, 2009). Variasjonen mellom stasjonene så ut til å være relatert til størrelsen på fisken ved de ulike stasjonene. Det er dioksinlignende PCB som utgjør størstedelen av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av torsk fra Barentshavet. I motsetning til lever inneholder den magre fileten av torsk svært lave konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB (ikke vist).

Resultatene for PCB7 og PBDE for filet og lever av torsk er vist i Figur 4.11.5.5. I likhet med dioksiner er det generelt mye høyere konsentrasjoner av disse forbindelsene i lever enn i filet 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





Figur 4.11.5.6

Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av HCH (rød), klordan (grå), HCB (blå), toksafen (gul) og DDT (grønn) i lever av torsk prøvetatt i Barentshavet årlig fra 2006 til 2009. Øvre grense for SFTs tilstandsklasser for HCB, HCH og DDT i torskelever er markert med blå horisontale linjer. Summen er gitt som "upperbound LOQ". Figuren viser gjennomsnitt av middelverdiene for de ulike posisjonene, ± største og minste middelverdi.

PCB7 i filet var alltid godt innenfor klasse I (Figur 4.11.5.5, venstre panel), og kun en enkel leverprøve fra 2009 hadde konsentrasjon av PCB7 på 670 µg/kg våtvekt og kom dermed i klasse II (Figur 4.11.5.5, høyre panel). Denne var prøvetatt langt øst i Barentshavet, mens en torsk med tilsvarende høy konsentrasjon av PCB7 ble prøvetatt i Vestfjorden i 2007.

Resultatene for pesticider i torskelever fra 2006 til 2009 er vist i Figur 4.11.5.6. EU har foreløpig ikke satt øvre grenseverdier for pesticider i sjømat, men for noen av dem har SFT tilstandsklasser for konsentrasjoner i torskelever som sier noe om graden av forurensning. For HCB i torskelever i 2009 hadde 20 av de 52 analyserte prøvene konsentrasjoner på 20 µg/kg våtvekt eller mer, som tilsvarer tilstandsklasse II, "moderat forurenset". En av posisjonene hadde dessuten gjennomsnittskonsentrasjon av HCB på 24 µg/kg våtvekt (Figur 4.11.5.6). For DDT og HCH i torskelever var alle gjennomsnittskonsentrasjoner godt innenfor klasse I, "lite til ubetydelig forurenset", tre enkeltindivider hadde konsentrasjoner av sum DDT i lever mellom 200 og 380 µg/kg våtvekt. Konsentrasjonene av DDT var høyere i 2009 enn i 2008, men en "tidsserie" på to år for DDT er for lite til å konkludere at det har skjedd en økning. De øvrige pesticidene så ut til å ha holdt seg noenlunde stabile siden 2006. Bare fem filetprøver av torsk ble analysert for pesticider i 2009, ingen av dem med kvantifiserbare resultater.

Det var generelt lave konsentrasjoner av PFAS i torskelever. Den forbindelsen det var størst konsentrasjoner av var perfluorert oktansulfonat (PFOS), der konsentrasjonene varierte fra under kvantifiseringsgrensen på 1,0 µg/kg våtvekt til 5,8 µg/kg våtvekt. For de øvrige PFAS-forbindelsene hadde de fleste prøvene konsentrasjoner under eller like over kvantifiseringsgrensene. I de fem filetprøvene som ble analysert var det så godt som ingen konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensene.

Teknisk vurdering

Torskefilet er en spesiell viktig indikator for forurensning av kvikksølv, der vi har en tidsserie tilbake til 1994. NIFES har også data for DDT og PCB i torskefilet tilbake til 1995, men her er nivåene lave. Dette er et resultat av lavt fettinnhold i torskefilet. Torskelever akkumulerer fettløselige miljøgifter og er derfor en viktig indikator for nivået av de organiske miljøgiftene og pesticider, hvor vi nå har en tidsserie på fire år (to år for DDT). Organiske miljøgifter i torskelever viser at det er nødvendig med en basisundersøkelse ("baseline") for å få mer grunnleggende kunnskap om nivået av fremmedstoffer i denne arten. Dette er NIFES nå i gang med.

Økosystemvurdering

Torsk fra Barentshavet er en av våre aller viktigste viltfangede sjømatressurser, og for sjømattrygghet er både filet og lever av torsk viktige indikatorer. Forurensning i torsk er også den eneste indikatoren vi har for nivået av miljøgifter i en fiskepisende fiskeart fra Barentshavet. Filet av torsk kan akkumulere forholdsvis mye kvikksølv hvis det er forhøyet nivå av dette i miljøet. Det er imidlertid lave konsentrasjoner av kvikksølv og alle andre stoffer det er analysert for i filet av torsk fra Barentshavet. Torsk akkumulerer forholdsvis store mengder organiske miljøgifter i leveren, og i 2009

var gjennomsnittskonsentrasjonen av dioksiner og dioksinlignende PCB like under EUs øvre grenseverdi. Dette viser at forurensningsnivået i Barentshavet er slik at det kan påvirke matkvaliteten negativt. Dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever er en utfordring i forhold til mattrygghet for de som skal omsette torskelever, og ikke minst for de som spiser mye av denne matvaren. Mattilsynet har gitt et kostholdsråd der de fraråder kvinner i fruktbar alder og barn å spise fiskelever og pålegg av fiskelever (www.matportalen.no). De høye nivåene i torskelever av dioksiner og dioksinlignende PCB, så vel som andre fettløselige miljøgifter som det ikke er gitt grenseverdier for, viser behovet for å rense torskelever ved videreforedling til tran. På de fire årene i tidsserien er det ikke mulig å se noen økende eller avtakende trend i nivået av dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever. Innholdet av miljøgifter i torskefilet og -lever påvirkes av innholdet i det torsken spiser, og vil derfor trolig være 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 (NIFES) og Havforskningsinstituttet

Forfattere

Sylvia Frantzen, Amund Måge 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. 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

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå

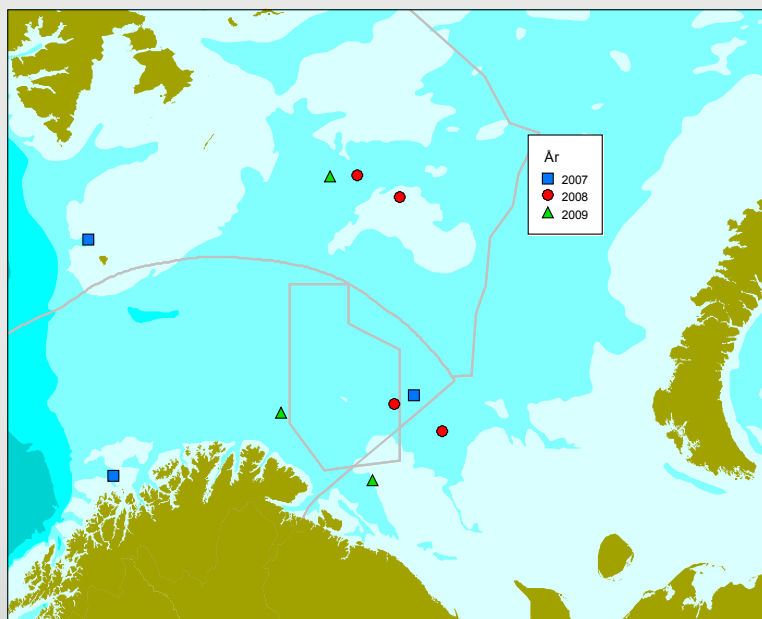
Tiltaksgrense

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 fôrmidler.

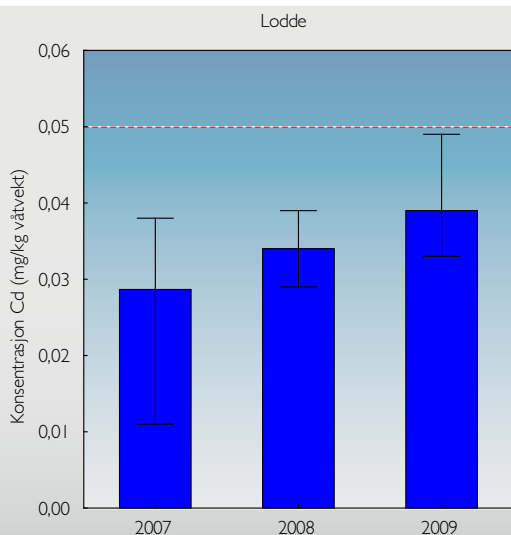
SVO-relevans

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

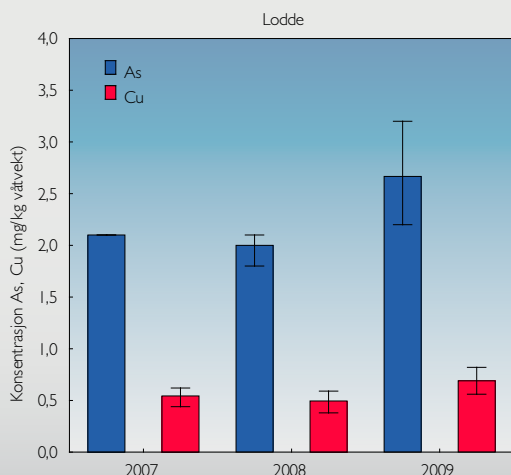
Prøver av lodde fra Barentshavet har blitt analysert for fremmedstoffer i 2007, 2008 og 2009. Posisjonene hvor det har blitt tatt prøver av lodde er vist i Figur 4.11.5.7. I 2009 har det blitt tatt prøver av lodde fra tre posisjoner, og det har blitt analysert en samleprøve av 25 fisk fra hver posisjon. Parametere det har blitt analysert for i 2009 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 pesticider (plantevernmidler) inkludert HCH (α-, γ-), klordan (cis-, trans- og oksyklordan), DDT og toksafen (26, 32, 40+41, 42a, 44, 50, 62). HCB er ikke rapportert for 2009 på grunn av problemer med analysemetoden. Resultater er vist i

**Figur 4.11.5.7**

Kart som viser posisjoner hvor det ble prøvetatt lodde i Barentshavet i 2007, 2008 og 2009 for bestemmelse av miljøgifter.

**Figur 4.11.5.8**

Konsentrasjon (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd) i samleprøver av hel lodde prøvetatt i Barentshavet i 2007, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist. Rød stiplet linje markerer EU-øvre grenseverdi for fisk til human konsum.

**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, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

figur 4.5.11.8–9 og i tabell 4.5.11.1. I 2009 har det også blitt analysert for perfluorerte organiske forbindelser (PFAS).

Lodde fra Barentshavet inneholder generelt lave nivåer av fremmedstoffer. Blant metallene hadde alle prøvene fra 2009 konsentrasjoner av kvikksølv og bly under kvantifiseringsgrensene. Konsentrasjonen av kadmium i loddeprøvene varierte fra 0,033 til 0,049 mg/kg våtvekt, som er like under EU-øvre grenseverdi for kadmium i fisk på 0,05 mg/kg våtvekt (Figur 4.11.5.8). Det relativt høye innholdet av kadmium sammenlignet med for eksempel filet av torsk (kap. 4.11.5.2) skyldes mest sannsynlig at det er hel lodde som har blitt analysert, ettersom kadmium gjerne akkumuleres i indre organer som bl.a. leveren. Lodde er imidlertid ikke vanlig som menneskeføde, men brukes som råstoff i forindustrien. Der er det andre og høyere grenseverdier som gjelder, men konsentrasjonene i hel lodde er ikke direkte sammenlignbare med grenseverdier som gjelder for fôrmidler fordi konsentrasjonene endres i prosessen med å fremstille fiskemel og –olje. Konsentrasjonen av arsen var høyere i 2009 enn i 2007 og 2008, men antallet prøver er for lavt til å konkludere med at det har skjedd en økning.

Konsentrasjonene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7 og PBDE i lodde var svært lave i 2009, som i 2008 og 2007 (ikke vist). Konsentrasjon av de ulike pesticidene som ble analysert de tre årene er vist i Tabell 4.11.5.1, og konsentrasjonene av de fleste stoffene var under kvantifiseringsgrensene. For PFAS har vi resultater fra 2007 og 2009, og her var det kun PFOS og PUnA som var over kvantifiseringsgrensen i noen av prøvene, med relativt lave konsentrasjoner (ikke vist).

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer, foreløpig med kun tre år i tidsserien. Lodde er en kortlevd art og overvåking av innholdet av miljøgifter i lodde vil muligens på relativt kort tid kunne vise om det er pågående forurensning eller påvirkning. Det er imidlertid mange faktorer som påvirker konsentrasjon av fremmedstoffer i fisk, og tre prøver per år tatt i ulike områder er for lite til å kunne si om en tilsynelatende endring er reell eller skyldes tilfeldig variasjon.

Forurensning i lodde er en viktig indikator i forhold til å vise renhet i arter som nyttes som råstoff til fiskemel som er ingrediens i fiskefôr. Konsentrasjonen av miljøgifter i fisken er imidlertid ikke direkte sammenlignbar med EU-øvre grenseverdier som gjelder for fôrmidler. Ved produksjon av fiskemel blir fett ekstrahert, noe som endrer innholdet av miljøgifter i varierende grad avhengig av egenskapene til stoffene og fettinnholdet. Selv om indikatoren gir en pekepinn på 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 i fôrproduksjon.

Økosystemvurdering

Innholdet av fremmedstoffer i lodde har betydning for sjømattrygghet siden det påvirker innholdet av miljøgifter i de kommersielle fiskeartene som spiser

Tabell 4.11.5.1

Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av ulike pesticider i samleprøver av lodde fra Barentshavet, prøvetatt i 2007, 2008 og 2009.

Forbindelse (µg/kg vv)		2007 N = 5	2008 N = 4	2009 N = 3
HCB		1,2 (1,1 – 1,3)	1,6 (1,1 – 2,2)	-
HCH	α-HCH	<0,6	<0,6	<0,3 – 0,4
	γ-HCH	<2,0	<2,0	<0,3
Klordan	Cis-klordan	0,80 (0,52 – 1,0)	0,78 (0,60 – 1,0)	<0,9 – 1,1
	Trans-klordan	<0,7	<0,7	<0,3
	Oksy-klordan	<1,3	<1,3	<0,3
	Sum klordan*	2,9 (2,5 – 3,0)	2,8 (2,6 – 3,0)	1,6 (<1,5 – 1,7)
Toksafen	Sum toksafen (26+50+62)*	2,7 (2,1 – 6,3)	<5,0	5,6 (4,6 – 6,2)
DDT	Sum DDT*†	-	-	<7,5

* Sum er basert på "upperbound LOQ"

† Sum av op-DDD, pp-DDD, op-DDE, pp-DDE, op-DDT, pp-DDT.

lodde og i oppdrettsfisk som spiser for basert på lodde. Det bør være et lavt nivå av fremmedstoffer i lodde fordi den befinner seg lavt i næringskjeden. Tungt nedbrytbare miljøgifter fra lodde vil oppkonsentreres oppover i næringskjeden. Indikatoren viser at lodde inneholder relativt lave konsentrasjoner av miljøgifter. Innhold av miljøgifter i lodde påvirkes av innholdet i det lodde spiser, som er mellomstort dyreplankton. Loddas lave nivå i næringskjeden, sammen med kort levetid, bidrar til at innholdet av miljøgifter generelt er forholdsvis lavt. Innholdet av miljøgifter i lodde påvirker innholdet i arter som har lodde som en viktig del av dietten, sånn som sild (ungsil), torsk (4.11.5.2), sjøpattedyr (4.11.6) og sjøfugl (4.11.7).

4.11.5.4 Forurensning i polartorsk

Institusjoner

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

Forfattere

Sylvia Frantzen, Amund Måge 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. 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
Sørmo, E.G. et al. 2006.

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

Naturlig bakgrunnsnivå.

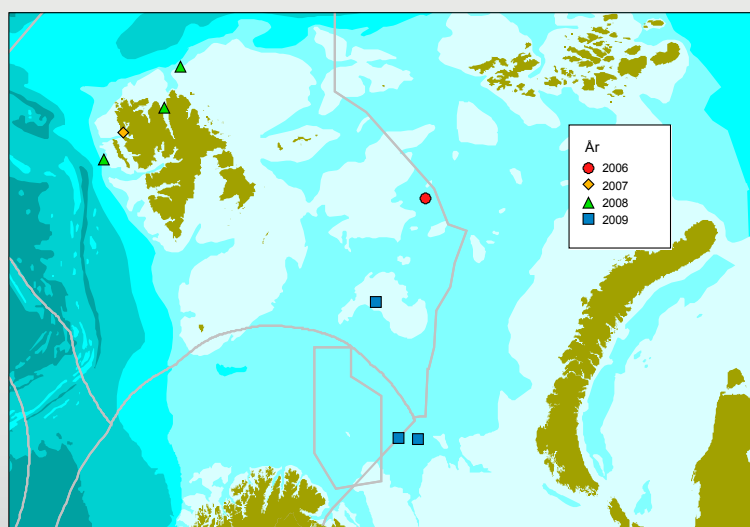
Tiltaksgrense

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.

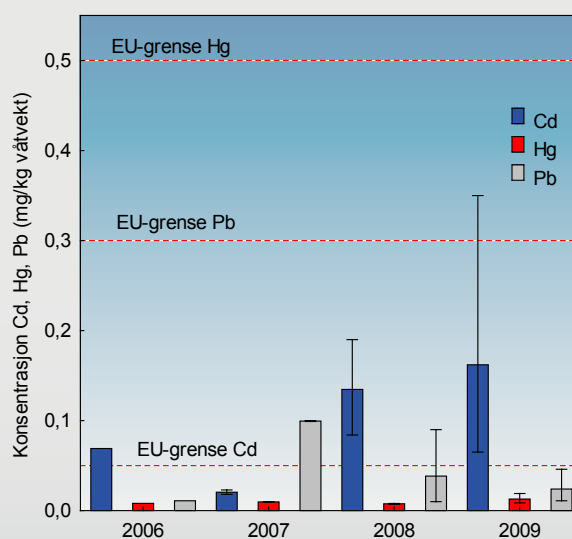
SVO-relevans

Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Hittil har en samleprøve av hel polartorsk fra 2006, to fra 2007, tre fra 2008 og tre fra 2009 blitt analysert for fremmedstoffer. Prøvene har blitt analysert for metaller (As, Cd, Cu, Pb, Hg), PCB7, PBDE, dioksiner og dioksinlignende PCB samt en rekke pesticider (plantevernmidler) inkludert HCB, HCH (α-, γ-), DDT og

**Figur 4.11.5.10**

Kartet viser posisjoner i Barentshavet hvor polartorsk ble prøvetatt i 2006, 2007, 2008 og 2009 for bestemmelse av miljøgifter.

**Figur 4.11.5.11**

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av kadmium (Cd, blå), kvikksølv (Hg, rød) og bly (Pb, grå) i samleprøver av hel polartorsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist. Røde stiplete linjer markerer EUs øvre grenseverdier for Hg, Cd og Pb i fisk til human konsum.

dets metabolitter, klordan (cis- trans- og oksy-) og toksafen (26, 32, 40+41, 42, 44, 50, 62). I 2009 ble det også analysert for perfluorerte alkylerte forbindelser (PFAS). Posisjonene hvor polartorsk ble prøvetatt de ulike årene er vist i Figur 4.11.5.10. Prøvene ble tatt i veldig ulike områder de fire årene, og relativt langt sør og øst i 2009 (Figur 4.11.5.10). Resultater er vist i Figur 4.11.5.11-12 og Tabell 4.11.5.2.

Med unntak av 2007 har konsentrasjonen av kadmium i polartorsk stort sett vært over det som er EUs øvre grenseverdi for kadmium i fisk til human konsum (Figur 4.11.5.11). Dette er ikke unormalt da vi analyserer hel polartorsk. I og med at polartorsk ikke er vanlig menneskeføde er dette ikke et problem i forhold til human ernæring. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av arsen i polartorsk i 2009 var på hele 19 mg/kg våtvekt, noe som er mye høyere enn i 2006-2008 (4.11.5.12). Det kan skyldes at prøvene i 2009 ble tatt i et helt annet område og en annen tid på året enn tidligere.

Konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene i samleprøver av hel polartorsk som er prøvetatt årlig fra 2006 til 2009 har vært svært lave. For eksempel har konsentrasjonen av sum dioksiner og dioksinlignende PCB i denne perioden variert fra 0,097 til 0,43 ng TE/kg våtvekt (ikke vist). Både den laveste og den høyeste konsentrasjonen ble funnet i prøvene fra 2009. For PBDE var konsentrasjonene på samme nivå som samme område som vist i en undersøkelse gjort enda lenger nord (Sørmo et al. 2006).

Av pesticidene innholdt prøvene av polartorsk tatt i 2009 kvantifiserbare konsentrasjoner av HCB, toksafen og DDT-metabolitten pp-DDE (Tabell 4.11.5.x). Konsentrasjon av PFAS-forbindelser var under eller så vidt over kvantifiseringsgrensene i alle de prøvene fra 2009 som ble analysert for dette (ikke vist).

Tabell 4.11.5.2

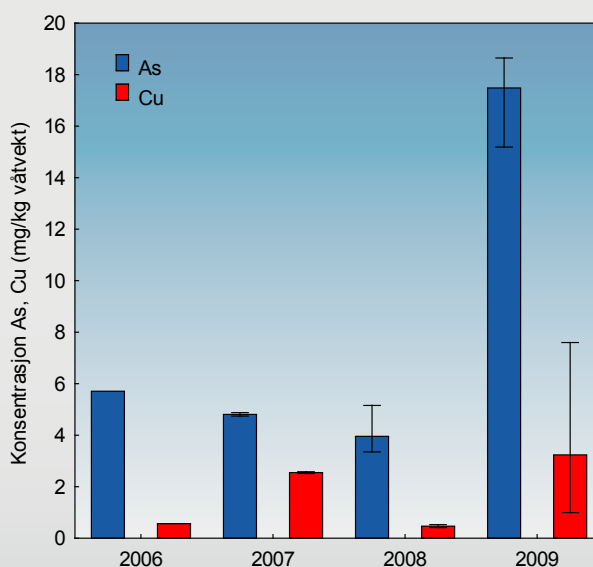
Konsentrasjoner (µg/kg våtvekt) av ulike pesticider i samleprøver av polartorsk fra Barentshavet, prøvetatt i 2006, 2007 og 2009.

Forbindelse (µg/kg vv)		2006 N = 1	2007 N = 2	2009 N = 3
HCB		1,2	0,81 (0,80 – 0,82)	1,3 (0,5 – 1,7)
Klordan	Sum cis-, trans-, oxyklordan*	<2,5	0,57 (0,55 – 0,58)	<1,5
Toksafen	Sum toksafen (26+50+62)*	<4,0x	1,65 (1,5 – 1,8)	0,57 (0,55 – 0,58)
DDT	Sum DDT*†	-	1,25 (1,2 – 1,3)	<5,4 – 5,7

* Summer er basert på "upperbound" LOQ

† Sum av op-DDD, pp-DDD, op-DDE, pp-DDE, op-DDT, pp-DDT

x Toksafen 26 ikke inkludert



Figur 4.11.5.12

Konsentrasjoner (mg/kg våtvekt) av arsen (As, blå) og kobber (Cu, rød) i samleprøver av hel polartorsk prøvetatt i Barentshavet i 2006, 2007, 2008 og 2009. Gjennomsnitt ± største og minste verdi er vist.

Teknisk vurdering

Fremmedstoffer i polartorsk har nå vært overvåket i fire år; med få prøver per år og stor geografisk og sesongmessig spredning fra år til år. Det er viktig at ikke forskjeller fra år til år mistolkes som tidstrender.

Økosystemvurdering

Polartorsk er en art med stor biomasse, mellom en og to millioner tonn (Havets ressurser og miljø 2008, www.imr.no), og den er en viktig del av økosystemet i Barentshavet. Siden polartorsk er mat for arter som torsk, sel og hval kan indikatoren indirekte påvirke innholdet av miljøgifter også i human kost. Det bør være et lavt nivå av fremmedstoffer i polartorsk fordi den befinner seg lavt i næringskjeden, og persistente

miljøgifter fra polartorsk vil oppkonsentreres oppover i næringskjeden. Polartorsk hadde et forholdsvis lavt nivå av de fleste miljøgiftene det ble analysert for. Unntakene var kadmium, der konsentrasjonene oversteg EUs øvre grenseverdi som gjelder for fisk til human konsum, og arsen. Kadmium i polartorsk over EUs øvre grenseverdi betyr ikke noe så lenge ikke hel polartorsk fiskes for human konsum. Arsen i fisk foreligger erfaringsmessig i lite giftige organiske former. 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).

4.1.1.6 Forurensning i sjøpattedyr

Institusjoner

Havforskningsinstituttet

Forfattere

Tore Haug og Geir Wing Gabrielsen

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 Aguilar, 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

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

Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Det er så langt i liten grad foretatt systematiske innsamlinger av biologisk materiale for overvåkning 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 ringsel [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, 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 (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, vandring og årssykluser for flere pattedyrarter. Sjøpattedyr eksponeres for en rekke stoffer som potensielt kan påvirke deres helsetilstand. Persistente organiske stoffer som PCB, DDT, fluorforbindelser og bromerte flammehemmere representerer muligens de største utfordringene (Reijnders & Aguilar 2002; Gabrielsen og Sydnes 2009). I tillegg til å være persistente er disse stoffene også lipofile (fettløselige), noe som bidrar til både bioakkumulasjon og biokonsentrasjon i sjøpattedyrenes spekk. Dersom nivåer av ulike stoffer skal overvåkes i utvalgte sjøpattedyr er det avgjørende at det etableres nøyaktige og strenge innsamlingsprosedyrer. Ulike kjønn- 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 fett enhet enn fete dyr i god kondisjon (Kleivane et al. 1995). Dynamikken i spekkaget bidrar også til at stoffene ikke finnes jevnt fordelt – konsentrasjonene er gjerne høyere i spekkagets ytre deler sammenlignet med dypereliggende lag. Grønlandssel og vågekval 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 vågekval, torsk, lodde og sild der betydningen av vågekval 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 vågekvalbestanden 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 fluorforbindelser) 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.

4.1.1.6.1 Forurensning i ringsel

Institusjoner

Norsk Polarinstitutt

Forfattere

Christian Lydersen, Hans Wolkers, Heli Routti, Kjetil Sagerup og Geir Wing-Gabrielsen

Datagrunnlag

Målinger utført av Norsk polarinstitutt. Dataene er tilgjengelige gjennom Miljøovervåkingssystem for Svalbard og Jan Mayen (MOS) – mosjnpolar.no

Referanser til data

Letcher R.J. et al. In press. Routti H. et al. 2008.
Routti H. et al. 2009a.
Routti H. et al. 2009b.
Routti H. et al. Submitted.
Wolkers, H. et al. 2008.
Wolkers, H. et al. 2004.

Type indikator

Forurensningsindikator

Referanseverdi

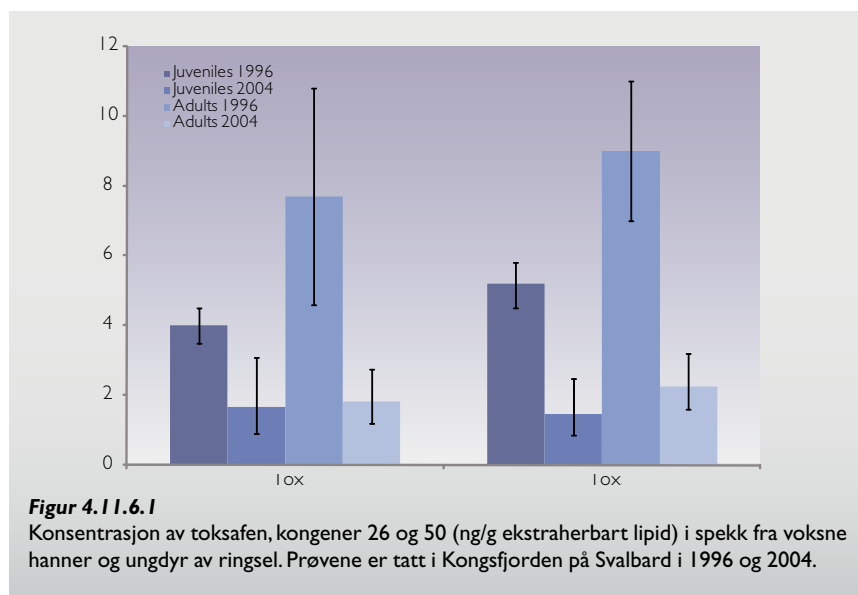
Naturlig bakgrunnsnivå

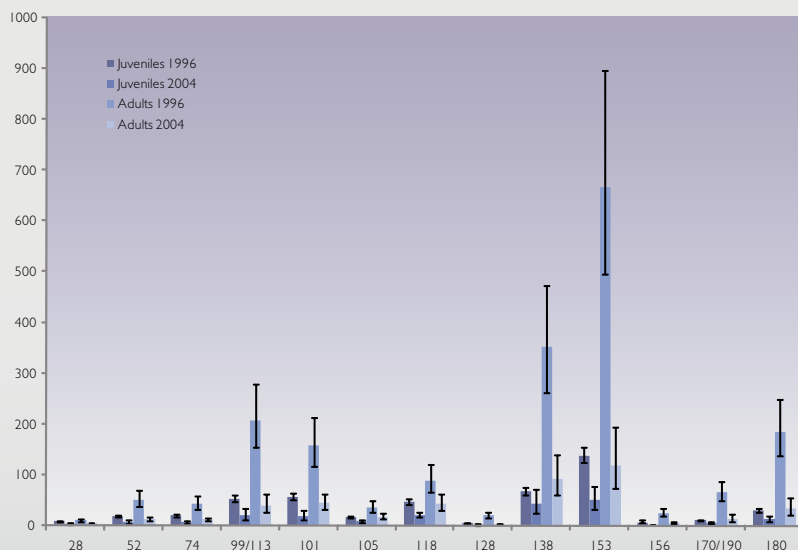
Tiltaksgrænse

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

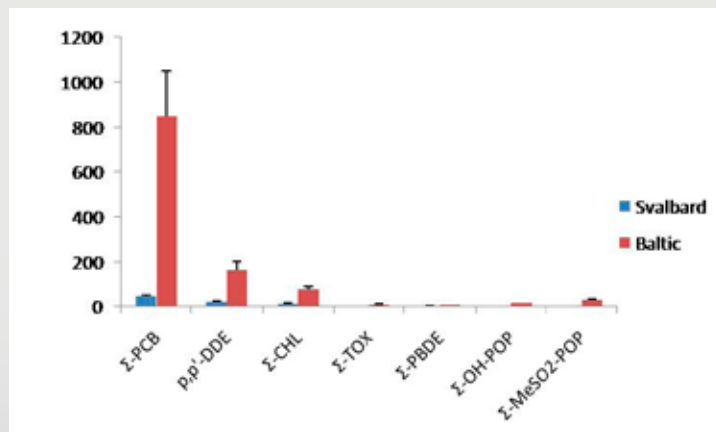
Iskanten – Svalbard





Figur 4.11.6.2

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



Figur 4.11.6.3

Miljøgiftkonsentrasjoner (ng/g ww ± SE) i lever (OH-PCBs in plasma) hos ringsel fra Østersjøen og Svalbard, 2006.

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 miljøgifter i dyr. Arten er også et viktig byttedyr for isbjørn, og målinger kan derfor si noe om miljøgifteksponering 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 kongenere). For både toksafen og PCB har det vært en markert nedgang i nivåene fra 1996 til 2004 (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 (inkl. toksafen og PCB) overgår grenseverdier for effekter på dyrenes immun-, hormon og reproduksjonssystem (Letcher et al. in press). I et nytt studium av ringsel fra Svalbard (2007) og Østersjøen (Finland) ble 50 voksne ringsel undersøkt for tradisjonelle persistente miljøgifter (PCB, organiske sprøytemidler og toksafener) og "nye" bromerte flam-

mehemmere (BFH-er), pentachlorophenol og metabolitter av PCB, BFH-er og heptachlorstyrene. Nivåene fra dette studiet kan ikke direkte sammenlignes med data fra 1996 og 2004, da forskjellig organ, spekk i 1996/2004 og lever i 2007, ble analysert. Nivåene av PCB-er, PFH-er og pesticider var 6-15 ganger høyere i Østersjøen enn på Svalbard (Figur 4.11.6.3). PCB dominerer (52 %) fulgt av DDE (23 %) og klordaner (17 %). BFH-er (2 %) og toksafener (5 %) utgjør bare en liten del av den totale belastningen. Ringsel har høyere kapasitet til å omdanne miljøgifter enn polarmåke, men lavere kapasitet til å bryte ned miljøgifter enn isbjørn. Omdanningskapasiteten var høyere i Østersjøen, noe som betyr at omdanningen øker med økt nivå av miljøgifter. Studiet av ringsel fra 2007 på Svalbard viser at miljøgiftene ikke gav effekter på dyrenes hormonsystem (thyroid, vitamin A og calcitriol). Negative effekter ble funnet hos sel fra Østersjøen. I forbindelse med overvåking av miljøgifter i ringsel bør noen OH-PCB-er og pentachlorophenol også tas med i analysen av miljøgifter.

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 Polarinstitutt

Forfattere

Geir Wing Gabrielsen og Kjetil Sagerup

Datagrunnlag

Måleserier vedlikeholdt av Norsk polarinstitutt

Referanser til data

Gabrielsen G.W. 2007.
Gabrielsen, G.W. et al. 2009.
Letcher R.J. et al. In press.
Muir, D.C.G. et al. 2006.
Smithwick, M. et al. 2005.
Verreault, J. et al. 2005.
Verreault, J. et al. 2006.
de Wit, C.A. et al. 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 miljøgifter 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; Gabrielsen 2007; Gabrielsen og Sydnæs 2009). I Svalbardområdet er isbjørn en god art for å varsle om trender i organisk bundet forurensing, både i tid og over område, siden isbjørnen har stor utbredelse og innehar en viktig rolle som toppredator i det marine næringsnett.

En studie av klorerte organiske forbindelser i isbjørn som dekker ni forskjellige populasjoner i Alaska, Canada, Grønland og Svalbard (Figur 4.11.6.4), viser at konsentrasjonene av PCB (sum av 42 forskjellige PCB-forbindelser) i fettprøver fra hunnbjørn på Svalbard var blant de høyeste målte verdiene i de undersøkte populasjonene (Figur 4.11.6.5) (Verreault et al. 2005a). Konsentrasjonen av PCB i isbjørn i Svalbardområdet var opptil fem ganger så høy som i Boothiafjorden 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 4.11.6.5). 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-forbindelsen i fettprøver fra Svalbard.

Undersøkelser av PCB-153 i plasma hos isbjørn i Svalbard-området fra 1990 til 2008, viser stabilt nivå av PCB-153 i perioden 1991-2002 (Figur 4.11.6.6). Konsentrasjonen av PCB-153 gikk betydelig ned fra 2002 til 2008. De analyserte prøvene fra 2008 er imidlertid bare fra binner uten årssunger. Dette betyr at gjennomsnittet for 2008 kan være litt overestimert. Gjennom en reanalyse av miljøgiftprøver fra 1998 sammen med nye prøver fra 2008 fant vi at insektsmiddelet DDT og dens metabollitt DDE var like høy i 2008 som i 1998. Dette funn tyder på at det fremdeles trans-

porteres DDT og DDE til Norsk Arktis. Videre viste disse resultatene fra isbjørn at BDE-47 (tetra-brominert-difenyl-eter) har hatt en svak nedgang, samtidig som BDE-209 og HBCDD ikke ble funnet i prøvene (under deteksjonsgrensen for analysene). Nyere undersøkelser har avdekket nye fremmedstoffer og metabolitter i vev og plasma hos isbjørn i Svalbard-området. Slike nye 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, brannslukkingsskum, tekstilimpregnering osv. Metabolittene som finnes i pattedyr består i hovedsak av reststoffer av PCB-forbindelser (hydroksylerte (OH) og metylsulfon (MeSO₂) PCB-forbindelser) i enzymsystemene. I en studie som ble gjennomført rundt hele polområdet ble det rapportert at nivåene av PBDE-forbindelser i fett hos isbjørn på Svalbard var høyest, 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). PFOS-forbindelser var den gruppen av fremmedstoffer som var dominerende i plasma hos isbjørn på Svalbard, og konsentrasjonen var blant de høyeste sammenlignet med sørlige Hudsonbukten (Canada) og Grønland (Smithwick et al., 2005). Det ble funnet OH-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 MeSO₂-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 reproducere. Nyere undersøkelser antyder 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 (Gabrielsen 2007; Letcher et al. In press). Det er først og fremst PCB som forurenses 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. Nivået av thyroidehormon var lavt ved høye 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).

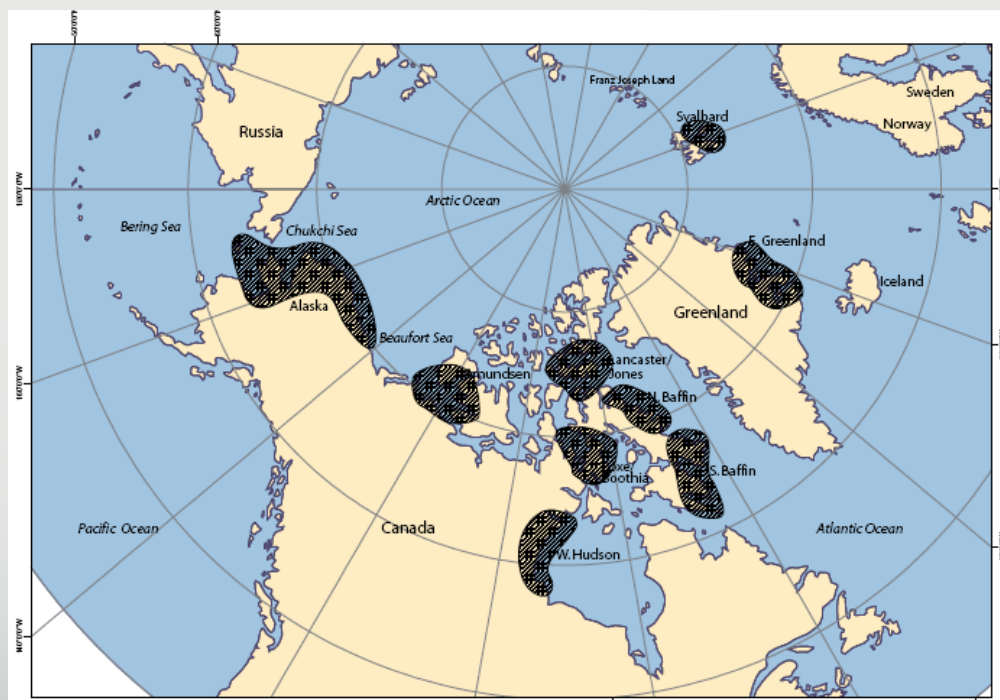
Deler av isbjørnbestanden på Svalbard og Frans Josef Land har nivå av organiske miljøgifter som overstiger grenseverdier for effekter på hormon- og immunsystem.

Teknisk vurdering

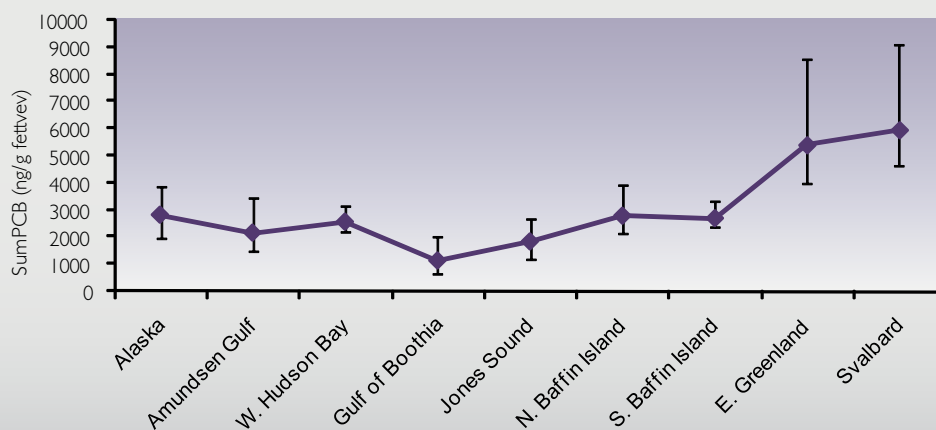
Vi kjenner en del til hvilke konsentrasjoner av "gamle" miljøgifter som skal til for at hormon- og immunsystem påvirkes i isbjørn. Vi har imidlertid dårligere kunnskap om hvordan ulike typer av miljøgifter virker i kombinasjon. Det er også mangelfull kunnskap om hvordan effekter på hormon- og immunsystem 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 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

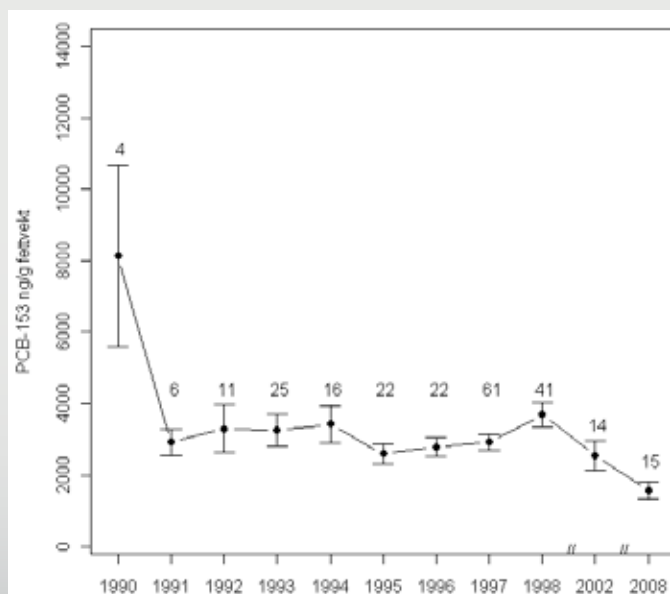
Nivåene av miljøgifter i isbjørn er over grensene for effekter på hormon- og immunsystem. En kan forvente at reproduksjon og/eller overlevelse påvirkes enkeltindivider. Mens nivå av gamle miljøgifter har flatet ut så øker nivå av nye miljøgifter. En totalvurdering tilsier at isbjørnen må overvåkes både med henblikk på nivåer og effekter av miljøgifter 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 og påvirkning av isbjørners kondisjon (tap av kroppsvekt) vil medføre økt konsentrasjon 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 4.11.6.4
Kart som viser hvilke områder (skraverete felt) undersøkelse av miljøgifter i isbjørn har blitt gjennomført.



Figur 4.11.6.5
Geografisk fordeling av PCB (sum av 42 PCB-forbindelser) (ng/g fettvev) i isbjørn (hunger) fra ni forskjellige populasjoner listet etter lengdegrad fra vest til øst. Middelverdier er vist med 95 % konfidensintervall (Fra Verreault et al. 2005).



Figur 4.11.6.6
Trend fra 1990 til 2008 av PCB-153 (ng/g fettvekt) i isbjørn fra Svalbard målt i plasma. Middelverdier er vist med ± 1 SEM (Fra Henriksen et al. 2001, Verreault et al. 2005 og nye data Norsk Polarinstitutt).

4.11.7 Forurensning i sjøfugl - polarlomvi

Institusjoner

Norsk Polarinstitutt

Forfattere

Geir Wing Gabrielsen og Cecilie Miljeteig

Datagrunnlag

Målinger utført av Norsk polarinstitutt

Referanser til data

AMAP, 2004.
Bakke, T. et al. 2008. Gabrielsen, G.W. et al. 2009.
Helgason, L.B. et al. 2008. Houde, M. et al. 2006.
Letcher R.J. et al. In press. Miljeteig C. et al. In press.

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

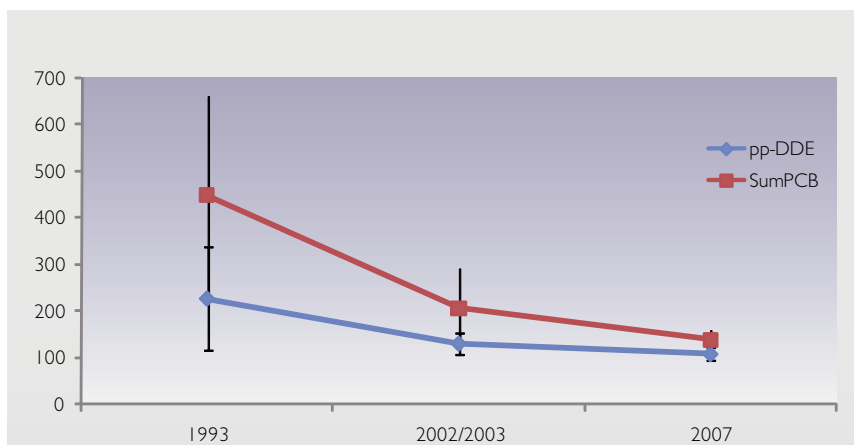
SVO-relevans

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, polyaromatiske hydrokarboner (PAH-er) og et utvalg av metaller.

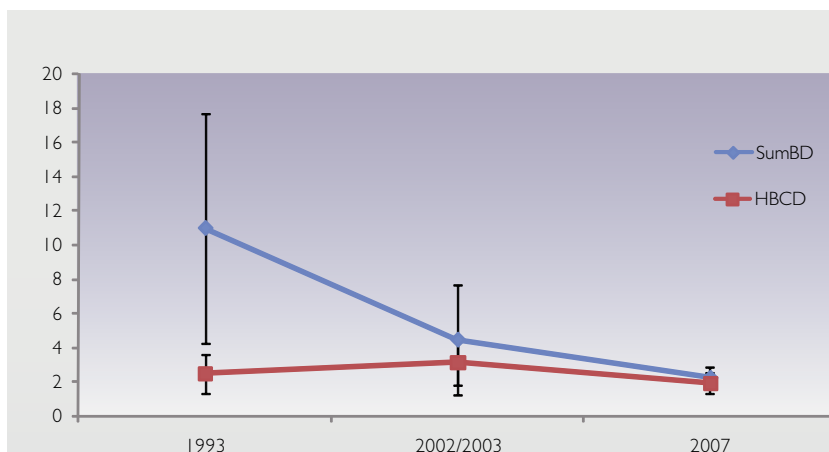
Prøvene viser en reduksjon i konsentrasjonen av de fleste klorerte organiske forbindelser fra 1993 til 2002/2003 og ytterligere reduksjon i 2007. For de analyserte klorerte organiske forbindelsene og BFH-ene ser det ut som at nivåene i Kongsfjorden 2002 og Bjørnøya 2003 og i Kongsfjorden 2007 og Bjørnøya 2007 er relativt like. Reduksjonen fra 2002/2003 til 2007 er omtrent lik i begge områder. Konsentrasjonen av de fleste klorerte organiske forbindelsene (pesticider, toksafener, PCB-er) i polarlomvi gikk signifikant, ned fra 1993 til 2002/2003 og fra 2002/2003 til 2007 (Figur 4.11.7.1) med noen få unntak (HCB og β -HCH).

Av BFH-ene var det signifikant lavere konsentrasjoner av polybromerte difenyleterene (PBDE) i 2007 sammenlignet med 1993. (Figur 4.11.7.2). Konsentrasjonsforskjellene mellom 1993 og 2002/2003 var signifikant for noen av PBDE-ene, men det var ingen var signifikant forskjell mellom prøvene fra 2002/2003 og 2007. Dette indikerer at nivåene av BFH-er begynner å stabilisere seg. HBCDD-konsentrasjonene var på et stabilt nivå gjennom hele tidsperioden (Figur 4.11.7.2).



Figur 4.11.7.1

Gjennomsnittskonsentrasjoner (ng/g ww) ± standardavvik av ΣPCB (sum av alle PCB kongenere) og p,p'-DDE i polarlomvi 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 ΣBDE (sum av alle BDE kongenere) og HBCD i polarlomvi fra Kongsfjorden og Bjørnøya i 1993 (n=5, kun Kongsfjorden), 2002/2003 (n=10) og 2007 (n=10).

For de fleste PFCene ble det funnet signifikante forskjeller mellom Kongsfjorden og Bjørnøya. PFAS-nivåene er generelt høyere på Bjørnøya enn i Kongsfjorden når man sammenligner innenfor de to tidsperiodene (2002/2003 og 2007). PFC-ene 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, PFDA, 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 PFDA

som var høyest i 2007 og 2002 og lavest i 1993. Forskjellene var signifikante for de fleste perfluorerte alkylforbindelser 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 signifikant forskjellige verdier for PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrIA, PFTeA og PFPeDA. Konsentrasjonene av sulfonater var høyere i 2003 sammenlignet med 2007 med signifikante forskjeller for PFOSA og PFOS (Figur 4.11.3).

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 til stede i omtrent dobbelt så høye konsentrasjoner som PFOS og disse to forbindelsene utgjør omtrent 2/3 av ΣPFAS. Bare 5-10 år tilbake var PFOS den dominerende perfluorerte forbindelsen i biotiske prøver (Houde et al. 2006). PFOS ble fasert ut av hovedprodusenten (3M, USA) i 2000-2002, og nedgangen i PFOS-konsentrasjoner i polarlomviegg kan være et resultat av reduksjonen i produksjon.

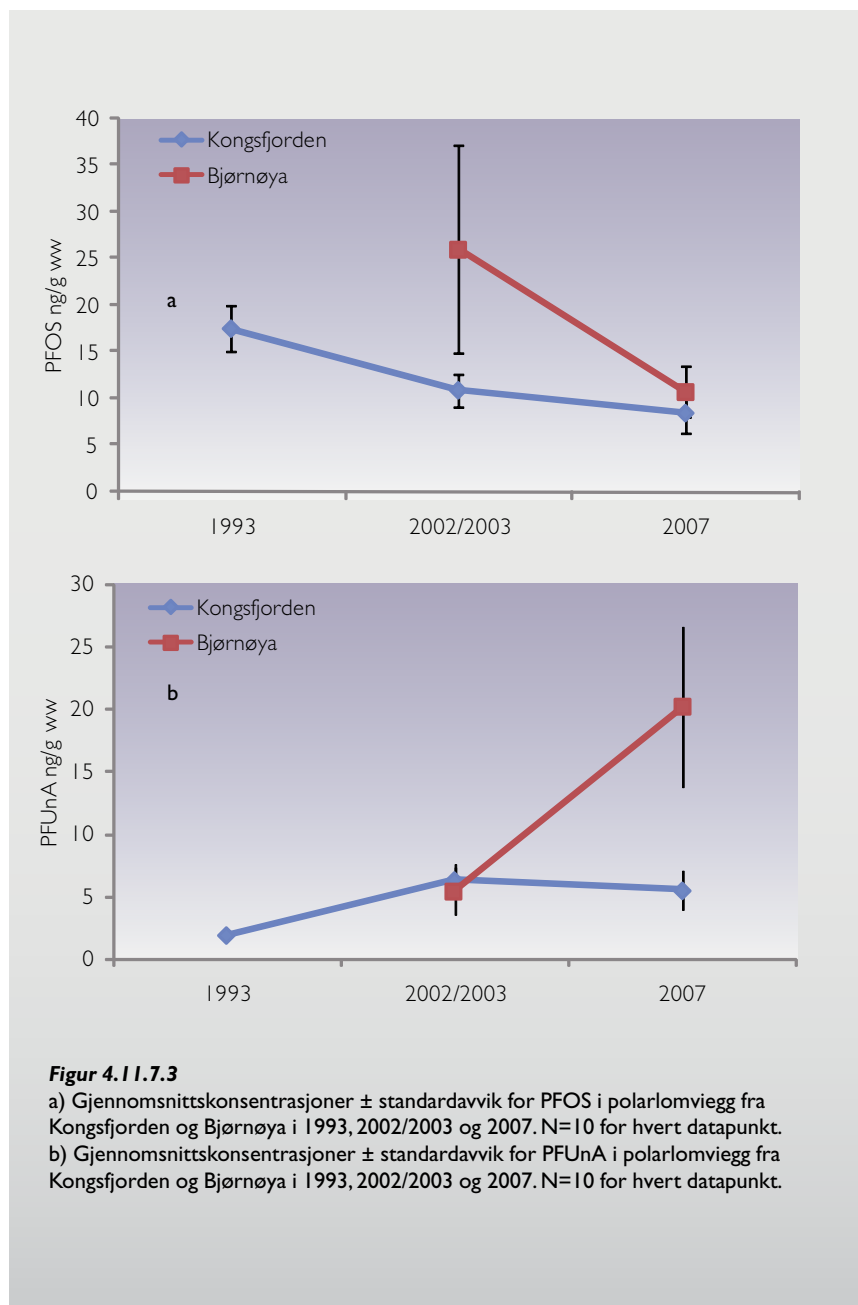
Ingen av de analyserte organiske tinnforbindelser ble detektert over deteksjonsgrensen i noen prøver.

PAH-er ble kun detektert over deteksjonsgrensen i et fåtall prøver. PAH-er ble detektert i flere prøver i 2002/2003 enn i 1993 og i 2007. ΣPAH-konsentrasjonene var signifikant høyere i 2002/2003, sammenlignet med i 2007. Egg fra Kongsfjorden i 1993 ble ikke analysert for PAH.

Tungmetallene 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. Kvikksølvkonsentrasjonene signifikant høyere i Kongsfjorden enn på Bjørnøya. Nivået av kvikksølv ble redusert mellom 2002/2003 og 2007 i i Kongsfjorden (konsentrasjonen ble nesten halvert). 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). Miljøgiftkonsentrasjonene som er funnet i egg fra polarlomvi er vurdert som under grenseverdiene for effekter (Gabrielsen og Sydnes 2009; Letcher et al. In press).

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 kon-



Figur 4.11.7.3

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

sentrasjonene 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 sannsynlige under 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.

4.1.1.8 Radioaktivitet

Institusjoner

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Forfattere

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

Datagrunnlag

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Referanser til data

AMAP, 2002. Amundsen I. et al. 2003. Carlsson L. et al. 1991. Heldal et al., 2003. Magnus et al. 2006. NRPA, 2007. NRPA, 2007.

Type indikator

Tilstandsindikator

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

Alle

De viktigste kildene til radioaktiv forurensning i marint miljø er i stor grad knyttet opp mot nedfall fra atmosfæriske prøvesprengninger på 50- og 60-tallet, Tsjernobyl-ulykken og utslipp fra europeiske gjenvinningsanlegg for brukt kjernefysisk brensel (Sellafield og La Hague). I dag er utstrømning av Tsjernobyl-relatert cesium-137 (^{137}Cs) fra Østersjøen den viktigste kilden for denne radionukliden.

Radioaktiv forurensning i Barentshavet er lav, og generelt er nivåene i Arktis synkende (AMAP, 2002). Et viktig unntak var økte nivåer av technetium-99 (^{99}Tc) i perioden 1994 til 2003, som følge av utslipp fra Sellafield-anlegget i Storbritannia (Amundsen et al. 2003). Utslippene av ^{99}Tc 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 gjennom det nasjonale overvåkningsprogrammet RAME, som koordineres av Strålevernet. Programmet er et samarbeid med Havforskningsinstituttet og Statens strålevern. Her blir det årlig samlet inn prøver av sjøvann, sedimenter og biologisk materiale. Havforskningsinstituttet gjør i tillegg en årlig overvåkning rundt den sunkne atomubåten Komsomolets.

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

Norsk Polarinstitutt og Statens strålevern har i tillegg et samarbeid om innsamling av enkelte arter polare sjøpattedyr og polarfugl, i våre nordligste områder.

4.1.1.8.1 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

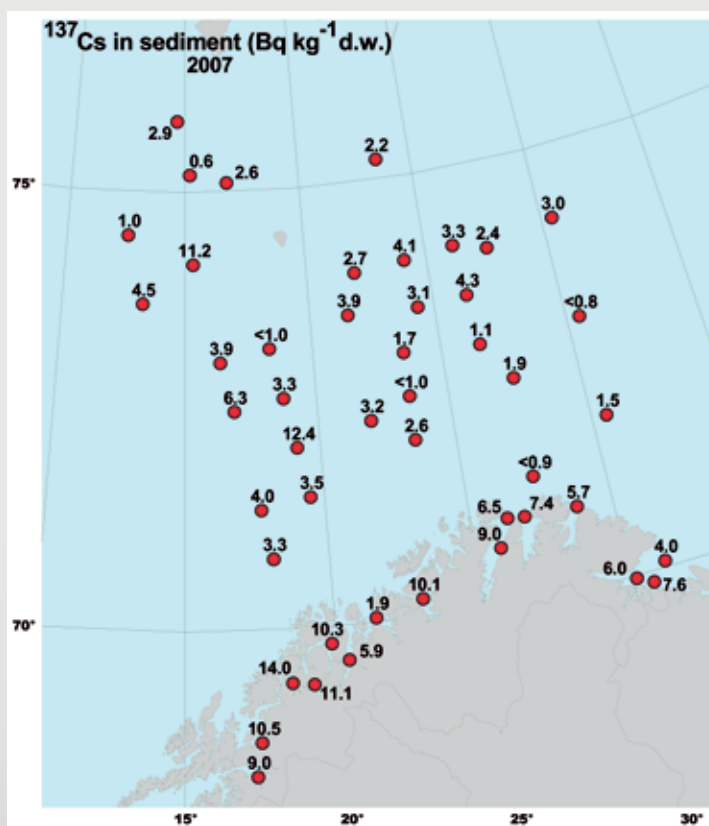
NRPA, 2009. Radioactivity in the Marine Environment 2007. Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME). StrålevernRapport 2009:15. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2009.

Referanseverdiene for naturlig forekommende og menneskeskapte radioaktive stoffer i marint miljø er definert som henholdsvis naturlig bakgrunnsnivå og null. Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet.

rensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet.

Det ble i 2007 målt cesium-137 (^{137}Cs) i overflatesedimenter (0-2 cm) i Barentshavet, langs kysten i enkelte fjorder og i deler av Norskehavet. Nivåene varierte fra < 0.9 til 14.0 Bq kg^{-1} (tørrvekt). De høyeste konsentrasjonene ble observert langs kysten og i enkelte fjorder, der bl.a. kyststrømmen påvirkes av utrenning fra Østersjøen og avrenning fra land. Nivåene av ^{137}Cs i sedimenter er generelt stabile og har ikke endret seg mye over tid.

Havforskningsinstituttet har årlig siden 1993 overvåket miljøet rundt den sunkne ubåten "Komsomolets". Ubåten ligger på omtrent 1700 meters dyp sørvest av Bjørnøya. Nivåene av ^{137}Cs i sedimenter i området rundt ubåten har variert fra under deteksjonsgrensen til $6,1 \text{ Bq kg}^{-1}$. I 2009 fant vi her en konsentrasjon av ^{137}Cs i sedimenter på $3,3 \text{ Bq kg}^{-1}$. Nivåene er på størrelse med nivåene vi finner i nærliggende havområder, og man ser ingen tydelige tegn til lekkasje fra ubåten.



Figur 4.1.1.8.1

Nivåer av cesium-137 (Bq kg^{-1}) i overflatesedimenter fra Barentshavet i 2007.

4.11.8.2 Radioaktivitet i tang

Institusjoner

Statens strålevern

Forfattere

Torbjörn Gäfvert og Anne Lene Brungot

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Statens strålevern

Referanser til data

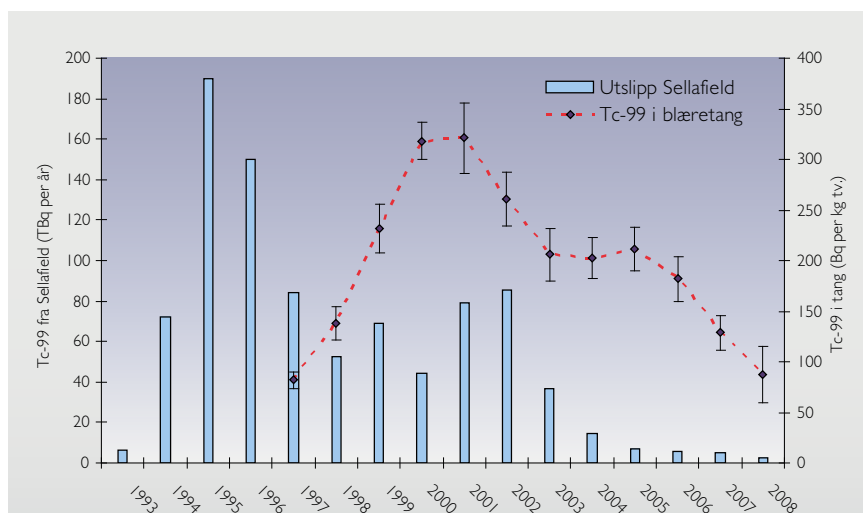
NRPA, 2009.

Statens strålevern samler månedlig inn prøver av *Fucus vesiculosus* (blæretang) fra Hillesøy utenfor Tromsø. Prøvene analyseres for bl.a. cesium-137 (^{137}Cs) og technetium-99 (^{99}Tc). Resultatene gir kunnskap om dagens nivåer av ulike radioaktive stoffer i biotisk materiale og hvordan konsentrasjonene varierer over tid. Konsentrasjonen av ^{137}Cs i blæretang fra

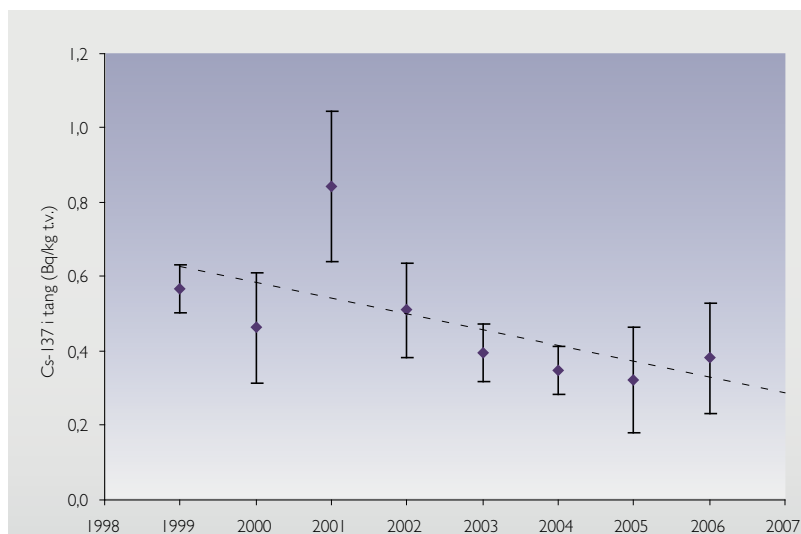
Hillesøy har i perioden 1999 til 2007 ligget mellom 0.1 til 1.0 Bq kg⁻¹ tørrvekt. Figur 4.11.8.3 viser konsentrasjonen av ^{99}Tc i blæretang fra Hillesøy i perioden 1997 til 2006. Nivåene av ^{99}Tc varierer over tid og gjenspeiler utslippene fra Sellafield ved Irskesjøen.

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

Nivåene av radioaktiviteten i tang er avhengig av hvilken nuklide som måles. Nivået av cesium i tang har ikke endret seg nevneverdig over tid, men data fra Hillesøy samsvarer med en svak nedgang av nivåene siden 1999. Nivåene av technetium-99 i tang har variert og gjenspeiler utslippene fra Sellafield, se Figur 4.11.8.2.



Figur 4.11.8.2
Tidsserie for ^{99}Tc i blæretang fra Hillesøy (Bq kg⁻¹ tørrvekt) i perioden 1997-2008.



Figur 4.11.8.3
Tidsserie for cesium-137 (Cs^{137}) i blæretang fra Hillesøy (Bq kg⁻¹ tørrvekt).

4.11.8.3 Radioaktivitet i fisk og reker

Institusjoner

Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Forfattere

Anne Lene Brungot, Ingrid Sværen og Hilde Elise Haldal

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av og Havforskningsinstituttet og Statens strålevern

Referanser til data

NRPA, 2009.

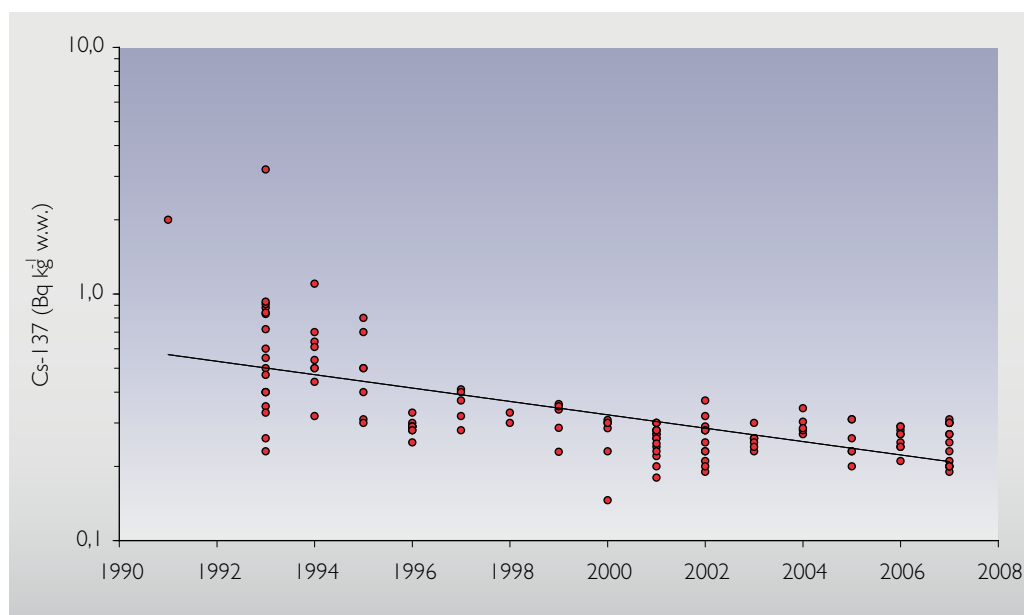
Måling av radioaktivitet i fisk og sjømat har pågått siden 1991. Overvåkingen av radioaktivitet i fisk og sjømat er viktig med tanke på dokumentasjon overfor forbruker og andre lands myndigheter, samtidig som man kan følge forurensningene og utviklingen over tid av menneskeskapt radioaktivitet i fisk og sjømat. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (^{137}Cs). 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⁻¹ våtvekt av cesium-137, mens referanseverdien for menneskeskapt radioaktivitet er satt til naturlig bakgrunnsnivå (OSPAR), som er målsettingene til Norske myndigheter innen 2020.

Det er analysert prøver i perioden fra 1991 til og med 2008. Figur 4.11.8.4 viser utviklingen i nivået av ^{137}Cs i torsk fra områdene utenfor Finnmark, fra 1991 fram til 2007. Figur 4.11.8.4 viser en nedadgående trend, da hovedkilden til ^{137}Cs i stor grad har vært knyttet opp mot Tsjernobyl-ulykken i 1986. Cesium-137 har en fysisk halveringstid på 30,07 år, og nedgangen av ^{137}Cs 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 analysert for cesium-137, og nivåene i lodde og polartorsk fra 1991 og frem til og med 2008 viser lave nivåer på henholdsvis 0.07 til 0.27 og fra 0.09 til 0.25 Bq kg⁻¹ våtvekt.

Måling av radioaktivitet i reker har pågått siden 1993 som en del av overvåkning av radioaktivitet i fisk og sjømat. Figur 4.11.8.5 viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av reker. Prøvene er i hovedsak analysert for ^{137}Cs , og nivåene i reker har i perioden fra 1993 til 2007 ligget i området 0.07 Bq kg⁻¹ til 0.50 Bq kg⁻¹ våtvekt.



Figur 4.11.8.4
Innholdet av cesium-137
i torsk fra områdene
utenfor Finnmark, i
perioden 1991 til 2007.

4.11.8.4 Radioaktivitet i blåskjell

Institusjoner

Statens strålevern og Mattilsynet

Forfattere

Anne Lene Brungot

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av og Havforskningsinstituttet og Statens strålevern

Referanser til data

NRPA, 2009.

Måling av radioaktivitet i blåskjell i de tre nordligste fylkene har pågått siden 2007. Prøvene er analysert for cesium-137 (Cs^{137}) og polonium-210 (Po^{210}). Kildene til forurensning av Cs^{137} er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. Kildene til Po^{210} er en naturlig forekommende radioaktiv nuklide som gir kunnskap om dagens nivåer av i marine organismer og hvordan konsentrasjonene varierer. Konsentrasjonene av Po^{210} i det marine miljøet i og rundt Barentshavet stammer i stor grad fra naturlig bakgrunnsnivå.

Data fra 2007 viser at nivået av ^{137}Cs er < 0.11 og at nivået av Po^{210} er på 1.8 Bq kg⁻¹ våtvekt (NRPA 2009).

4.11.8.5 Radioaktivitet i sjøpattedyr

Institusjoner

Statens strålevern

Forfattere

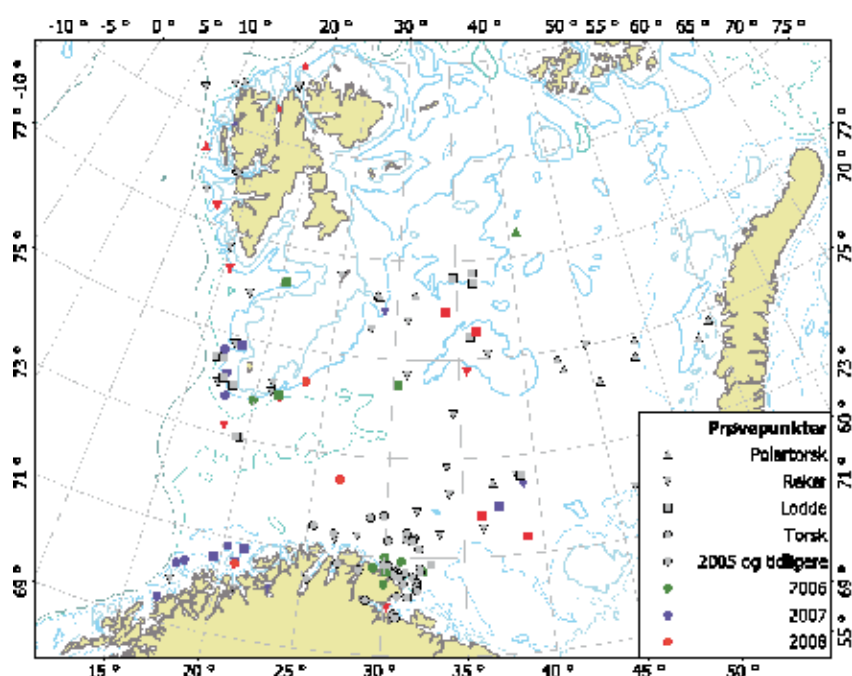
Justin Gwynn

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Norsk polarinstitutt og Statens strålevern

Referanser til data

Heldal et al. 2003, Magnus et al. 2006, NRPA's egne måleserier.



Figur 4.11.8.5

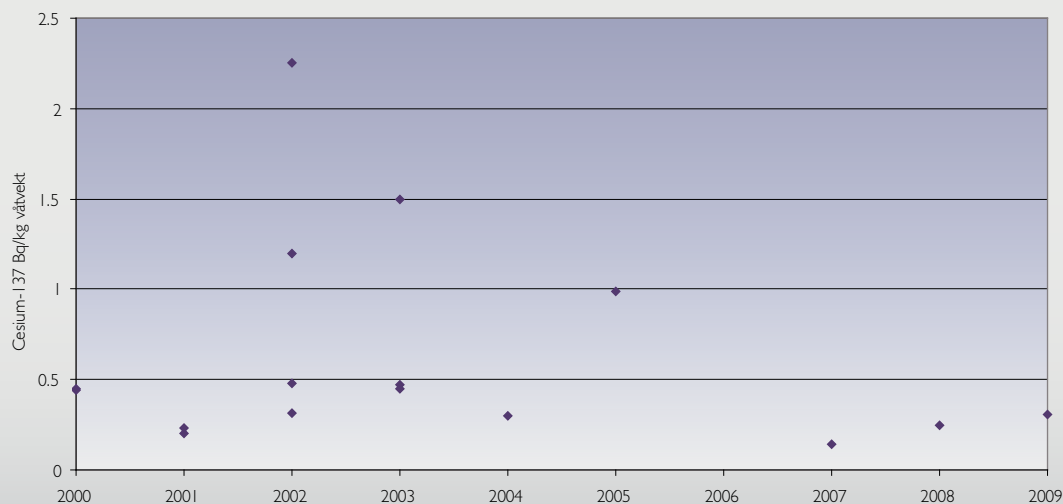
Prøvetakingspunkter for uttak av lodde og polartorsk (1991-2003), og reker (1993-2008).

Måling av radioaktivitet i flere sjøpattedyrarter har pågått siden 2000. Data er tilgjengelig på radioaktivitet for indikatorartene grønlandssel og ringsel fra 2003 og årlig for isbjørn siden 2000 (med unntatt av 2006). Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (Cs^{137}). Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. Overvåkingen av radioaktivitet i sjøpattedyr er viktig, for å dokumentere en eventuell oppkonsentrering av radionuklider gjennom marine næringskjeder.

I 2003 var konsentrasjoner av Cs^{137} i muskel av grønlandssel samlet i Varangerfjorden mellom 0,40 til 0,61 Bq kg⁻¹

våttvekt og for ringsel i og rundt Svalbard mellom 0,26 til 0,53 Bq kg⁻¹ våttvekt. Konsentrasjonen av cesium-137 i disse sjøpattedyrene er lave, men sammenlignet med konsentrasjonen av Cs^{137} i byttedyr for disse selartene antyder resultatene at Cs^{137} blir oppkonsentrert gjennom marine næringskjeder til sjøpattedyr (Heldal et al. 2003).

Konsentrasjonene av Cs^{137} i isbjørn fra området rundt Svalbard i perioden fra 2000 til 2009 varierer mellom 0,14 til 2,25 Bq kg⁻¹ våttvekt (Figur 4.11.8.5). Det er vanskelig å tolke variasjonene i dataene mellom de ulike individene av isbjørn fra år til år på grunn av forskjeller i tilstand og kost hos de ulike individene av isbjørn.



Figur 4.11.8.6
Innholdet av cesium-137 i isbjørn, i perioden 2000 til 2009.

4.11.8.6 Radioaktivitet i sjøfugl

Institusjoner

Statens strålevern

Forfattere

Justin Gwynn

Datagrunnlag

Måleserie vedlikeholdt av Norsk polarinstitutt og Statens strålevern

Referanser til data

NRPA, 2007.

Måling av radioaktivitet i flere sjøfuglarter har pågått siden 2005. For polarlomvi finnes det data for 2005 og 2006. Overvåkingen av radioaktivitet i sjøfugl er viktig, siden sjøfugl inntar ulike trofiske nivåer i den marine næringskjeden (dvs. ulike arter av sjøfugl lever av forskjellige byttedyr som befinner seg på ulike nivåer i næringskjeden) som for enkelte radionuklider gir ulik oppkonsentrering i sjøfugl. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (Cs^{137}) og polonium-210 (Po^{210}).

Kildene til forurensning av Cs^{137} er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. Polonium-210 er en naturlig forekommende radionuklide hvor hovedbidraget i Barentshavet og områdene rundt stammer fra naturlig bakgrunnsnivå. Polonium-210 er et dat-

terprodukt av radium-226 og bly-210 som forekommer naturlig, men oppkonsentreres i blant annet utslipp av produsert vann fra olje- og gassvirksomhet. Resultatene gir kunnskap om dagens nivåer av radioaktive stoffer i marine organismer og hvordan konsentrasjonene varierer over tid.

Konsentrasjonene av Cs^{137} i muskel av polarlomvi samlet på Svalbard fra 2005 og 2006 var lave (opp til $0,18 \text{ Bq kg}^{-1}$ våtvekt). Konsentrasjonen av polonium-210 i muskel av polarlomvi fra 2005 var mellom $6,4$ til $21,3 \text{ Bq kg}^{-1}$ våtvekt og mellom $4,3$ til $8,7 \text{ Bq kg}^{-1}$ våtvekt i 2006. Disse resultatene reflekterer i stor grad nivået av Po^{210} i byttedyr (små bunnlevende virvelløse dyr og fisk).

Teknisk vurdering

Indikatoren fungerer for tang, sediment, torsk, lodde, polartorsk, reker, blåskjell og isbjørn. Indikatorartene grønlandssel, ringsel og polarlomvi er fortsatt under utvikling.

Økosystemvurdering

Kildene til radioaktiv forurensning bidrar blant annet til å beskrive tilførselen av langtransportert forurensning som introduseres i økosystemet, til i våre nordlige havområder. I tillegg kommer naturlig forekommende radionuklider. Disse oppkonsentreres i utslipp av produsert vann fra olje- og gassvirksomhet. Denne indikatoren gir kunnskap om dagens nivåer av naturlig forekommende radioaktive stoffer i marine organismer og hvordan konsentrasjonene varierer over tid. Påvirkning: Ulike radioaktive isotoper oppkonsentreres i de marine næringskjedene. Nivåene er imidlertid lave.



Evaluering

Kapittel 5



Indikatorer og overvåking

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 får over en hel “verktøykasse” av metoder og modeller som gir innsikt fra ulike sider og på forskjellige nivåer i økosystemet.

Forvaltningsplanen for Barentshavet har satt opp en rekke mål for forvaltningen av havområdet. En økosystembasert forvaltning forutsetter at man løpende vurderer hvordan økosystemets tilstand endrer seg i forhold til disse målene. Gjennom overvåking av den økologiske tilstanden skal forvaltningen varsles om endringer som medfører behov for tiltak. Et representativt sett med indikatorer ble valgt ut for å kunne si noe om tilstanden i miljøet. Referanseverdier og tiltaksgrenser er etablert for flere av indikatorene for å få fastlagt grenser for når tiltak bør iverksettes.

Ett av prinsippene for en økosystembasert forvaltning er at den skal være kunnskapsbasert. For å ha dette trenger vi kunnskap om miljøets tilstand og kunnskap om sammenhengene mellom påvirkningene og miljøeffekt. Slik kunnskap samles inn av mange ulike aktører nasjonalt og internasjonalt. Gjennom forvaltningsplanarbeidet samles og systematiseres denne kunnskapen, og utfylles og suppleres der det identifiseres kunnskapsbehov.

Kunnskap om økosystemet og sammenhengene mellom de enkelte elementene i økosystemet er vanskelig å formidle i en enkel form til forvaltning, politikere og allmennheten. Et indikatorbasert system er et forsøk på å framstille tilstanden i økosystemet på en forenklet måte. Det blir da viktig å hele tiden vurdere om en har det riktige settet av indikatorer for å kunne si noe om tilstanden og sammenhengene i økosystemet. En viktig oppgave for overvåkingsgruppen er å påpeke hvor det er behov for å iverksette ny overvåking og hvor eksisterende overvåking må styrkes. Initierting av ny overvåking vil være avhengig av prioriteringer innenfor de institusjonene som utfører overvåkingen, samt bevilgninger som blir stilt til rådighet.

Flere institusjoner er involvert i overvåking innenfor forvaltningsplanområdet. Overvåkingsgruppas mandat er å koordinere gjennomføringen av overvåkingen i havområdet i tilknytning til forvaltnings-

planen, sammenstille overvåkingsresultatene og vurdere informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser. Overvåkingen som eksisterer er imidlertid bare en del av en større aktivitet for innsamling av data, bearbeiding og publisering av resultater i havområdet. Resultater fra det indikatorbaserte overvåkingssystemet må derfor ses i sammenheng med annen kunnskapsutvikling som gjøres innenfor ulike FoU-institusjoner i havområdet.

Bruk av indikatorer for å beskrive tilstanden i det marine miljøet (økosystemet) forutsetter at det er et godt samsvar mellom indikatorene og det som oppfattes å være viktig kunnskap om økosystemet og det marine miljø. En viktig oppgave for overvåkingsgruppen i Barentshavet har vært å vurdere hvor vidt de gitte indikatorene kan si noe om påvirkning, sammenhenger og endringer i økosystemet.

Endringer i indikatorer indikerer endringer i systemet, som igjen indikerer om tiltak bør iverksettes eller 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 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 sammenheng 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 er målbare, dvs. at de har en verdi eller et område knyttet til seg.

I dag ser vi at spesielt overvåkingen av helse- og miljøfarlige kjemikalier bør styrkes på alle nivåer i de marine økosystemene.

En bør også se nærmere på den overvåkingen som foregår på de lavere trofiske nivåene, og se på den integrerte overvåkingen av luft, hav og land i Arktis.

I de følgende kapitler gis det en beskrivelse av økosystemets tilstand basert på en samlet vurdering av et utvalg indikatorer, og en beskrivelse av den kunnskap om økosystemet som fremkommer fra de enkelte grupper av indikatorer. De valgte indikatorene er hentet fra forvaltningsplanen, og de fleste er nå utviklet slik at de fungerer i forhold til forventningene. Det gjenstår likevel arbeid for å få alle indikatorene til å fungere.

Det er også satt i gang arbeid for å inkludere nye indikatorer, spesielt rettet mot påvirkning og effekt på økosystemet. Overvåkingsgruppen har arrangert et eget seminar der utvikling av slike indikatorer var hovedfokus. Resultatene fra dette arbeidet vil legges frem i en egen rapport.

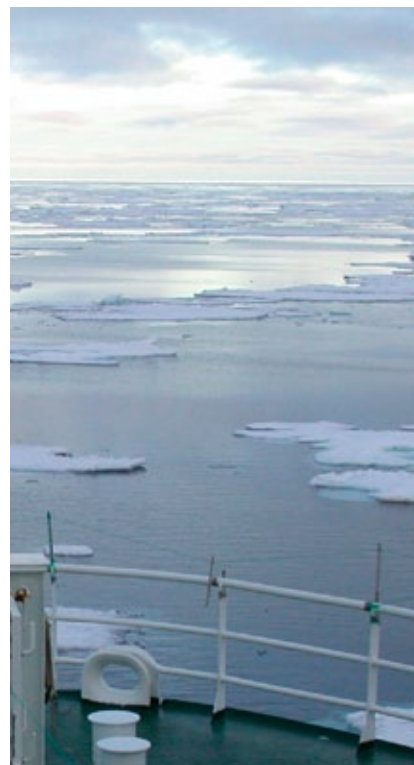




Foto: Øystein Paulsen.

Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (heretter omtalt som Barentshavet) er relativt artsrike områder. De mange artene er forbundet med hverandre i nett av interaksjoner (predasjon, konkurranse osv). Til sammen danner dette en dynamikk som kan være kompleks, og der kunnskapen er størst når det gjelder de kommersielt utnyttbare artene, men langt svakere for mange av de andre delene av økosystemet. Tidligere studier viser at noen arter er svært sentrale for dynamikken i økosystemet i Barentshavet.

Evalueringen av økosystemet i denne rapporten vier spesiell oppmerksomhet til de sentrale artene. Økosystemene i Barentshavet påvirkes i betydelig grad av variasjoner i klima, og dette er derfor et eget tema i evalueringen. I tillegg evalueres også utviklingstrekk for ulike grupper hvor det er avvik fra langtidsgjennomsnitt eller andre mål for normaler. Til sist gis en evaluering av sjømat i relasjon til humant konsum (trygg sjømat). For øvrig viser vi til fjorårets rapport fra Overvåkingsgruppen der de enkelte indikatorenes betydning for evalueringen av økosystemet ble satt i fokus.

5.2.1 Tilstand og interaksjoner for sentrale arter og komponenter

Lodde, sild og torsk er tre sentrale arter for dynamikken i økosystemet i Barentshavet. Lodde er en viktig predator på dyreplankton, og beitepresset er så sterkt at mengden av dyreplankton tenderer til å gå ned når mengden av lodde går opp og omvendt. Lodde beiter i betydelig grad langs iskan-ten og vandrer så til den nordlige kysten av

Norge for å gyte. Den frakter derfor deler av den store produksjonen langs iskan-ten til sørligere deler av Barentshavet.

I store deler av Barentshavet er lodde et viktig byttedyr for mange arter av fisk, sjøfugl og sjøpattedyr, og svingninger i loddebestander kan ha betydelige konsekvenser for disse gruppene. Dette ble spesielt synlig da loddas på midten av 1980-tallet gjennomgikk den første av foreløpig tre kollapser i bestanden siden overvåking av bestanden startet tidlig på 1970-tallet. Som en følge av loddekollapsen, kollapset også lomvibestanden, kroppskondisjon hos vågehval gikk ned, store vandringer ble utløst hos grønlandssel, og torskebestanden ble satt under press med dårligere næringstilgang og økt dødelighet hos ung-torsk som følge av kannibalisme. Under de to senere kollapsene i loddebestanden (1993-1997 og 2003-2006) har effektene på loddas predatorer vært mindre, blant annet fordi det har vært mer alternative byttedyr tilgjengelig og fordi det er mindre stor torsk i torskebestanden, slik at torsken

i mindre grad responderer med kannibalisme når det blir lite lodde. Det er likevel slik at perioder med lite lodde gjennomgående gir dårligere vekst, lavere overlevelse de første årene, senere kjønnsmodning og lavere gytefrekvens hos torsk. En forventer også at eventuelle nye kollaps i loddebestanden kan ha betydelige effekter for de mange andre artene som spiser lodde.

Ungsild er en viktig komponent i økosystemene i Barentshavet, hovedsakelig fordi det etter all sannsynlighet er den som utløser kollapsene i loddebestanden. Voksen sild lever ikke i Barentshavet, men silde-larver kommer drivende inn i området fra gytefeltene langs norskekysten. De oppholder seg 3-4 år i Barentshavet før de igjen vandrer tilbake til Norskehavet der de gyter. Ungsild spiser loddelarver, og omfanget av dette er så stort at loddebestanden kan kollapse når det er mye ungsild i Barentshavet. Innsig av store årsklasser av sild ser derfor ut til å ha vært hovedårsaken til de tre kollapsene i loddebestanden de siste tiårene. Man har likevel i enkelte



Foto: Øystein Paulsen.

tilfeller fått god lodderekuttering selv når det er mye ungsild i Barentshavet, noe som mest trolig kan forklares med at de to artene enkelte år kan finnes seg i ulike deler av havområdet.

Torsk er en viktig toppredator i økosystemet. Den ernærer seg av et bredt spekter byttedyr og kan skifte føde alt etter kvalitet og tilgjengelighet. Den kan derfor dempe svingninger og utbrudd i bestandene av byttedyr. Lodde er et spesielt næringsrikt og foretrukket byttedyr, og torskbestanden påvirkes av svingningene i loddebestanden.

Gjennom flere år har mengden ungsild i Barentshavet avtatt og er nå på et relativt lavt nivå. Dette skyldes at store årsklasser har vandret ut av området uten å bli erstattet av nye sterke årsklasser. Som en respons på dette har loddebestanden vokst de senere årene og er nå på et middels nivå. Også torskbestanden har økt i samme periode og er i 2010 beregnet å nå omtrent samme nivå som den lå på i årene etter andre verdenskrig. Dette forteller oss at torskens har svært gunstige forhold i Barentshavet nå. Sammen med det vellykkede arbeidet som har vært gjort for å redusere fiskepresset (inkludert sterk reduksjon av det urapporterte fisket på torsk) de senere årene, må vi regne med at de store mengdene lodde er en viktig del av årsaken til dette. Temperaturøkningen de siste årene, som har gjort større deler av Barentshavet tilgjengelig for torsk, har nok også hatt en positiv effekt på torskbestanden.

Hvor lenge kan vi regne med at dette varer? Spørsmålet er selvfølgelig vanskelig å besvare, men vi kan anta at silda vil spille en nøkkelrolle. Så lenge det ikke kommer nye store årsklasser av ungsild inn i Barentshavet, vil loddebestanden sannsynligvis ikke kollapse og en viktig del av matfatet til torsken og en rekke andre arter vil dermed være sikret. Ungsild begynner å beite på

loddelarver når de er omtrent et år gamle. Det har ikke vært høy rekruttering av sild i 2009, og den første årsklassen av ungsild som kan beite ned en loddeårsklasse vil derfor være 2010-årsklassen. Denne vil i så fall kunne påvirke 2011-årsklassen av lodde, noe som vil kunne gi betydelige effekter på loddebestanden tidligst i 2013. Inntil da vil en altså kunne forvente at kollaps i loddebestanden vil unngås, med de følgene det har for torsk og en rekke andre arter i Barentshavet.

En annen viktig gruppe i økosystemet er dyreplankton, som er hovednæring for lodde og unge stadier av sild og torsk samt en rekke andre arter. Mengden dyreplankton i Barentshavet har avtatt de tre siste årene. Økt beiting fra en voksende loddebestand og andre fiskearter er sannsynligvis en viktig del av årsaken til dette. En annen mulig årsak er at det har blitt transportert mindre dyreplankton inn fra Norskehavet gjennom havstrømmen som går derfra inn i Barentshavet.

Uansett årsak er et viktig spørsmål hvilke konsekvenser de minkende mengdene dyreplankton kan ha for fisk og andre arter i økosystemet. Vi har ikke tilstrekkelig kunnskap til å gi noen gode svar på dette spørsmålet, men fordi det nå er store mengder fisk i Barentshavet, som enten ernærer seg av plankton hele livet (som lodde) eller som ungfisk (torsk, sei, hyse), er det viktig å følge med på mengden dyreplankton for å kunne få forvarslar om eventuelle endringer som kan være av betydning for utvikling i fiskebestandene og andre arter som er avhengige av dyreplankton.

Mye av biomassen som produseres i Barentshavet kanaliseres gjennom bunndyr. Denne gruppen kan derfor være viktig for dynamikken i økosystemet. Vi har imidlertid begrenset kunnskap om hvordan bunndyr påvirker andre deler av økosys-

temet. Overvåking av bunndyr har foregått i perioder tidligere i Barentshavet, men den nåværende overvåking er satt i gang nylig. Resultatene fra nåværende overvåking viser at biomassen av bunndyr kan variere betydelig fra år til år, men at det samtidig er noen områder som peker seg ut som gjennomgående rike på bunndyr hvert år. Bunndyr kan påvirkes av svingninger i klima og kan også være betydelig påvirket av bunntråling, men vi vet lite om hvor store disse effektene er og hvilken rolle de spiller for variasjonen i mengde bunndyr som er observert i de senere års overvåking. I de siste par årene er det også kommet frem informasjon om at kongekrabbe kan ha betydelige effekter på bunndyr, men vi vet enda lite om den totale størrelsen på de endringene dette har satt i gang i bunndyrsamfunnene. Hyse er også en viktig predator på bunndyr. Vi har for tiden en rekordhøy hysebestand, og den individuelle veksten hos hyse er redusert. Det kan tenkes at beitingen fra hyse er så stor at den kan redusere bestanden av noen bunndyr betydelig.

5.2.2 Havklima

Et karakteristisk trekk for Barentshavet er at klimatiske faktorer som temperatur, isforhold og oseanografiske forhold varierer betydelig fra år til år. Dette har viktige effekter på økosystemet. Modeller tyder på at det meste av primærproduksjonen skjer i den varme sørvestlige delen av Barentshavet og at den er høyere i området som helhet i varme år. Den høye produksjonen i varme år er i første rekke knyttet til mindre utbredelse av havis.

Temperaturen i Barentshavet har økt de siste 30 årene. Etter å ha nådd et maksimum i 2006 har temperaturen vært i nedgang og ligger nå litt under trendlinjen, men over langtidsgjennomsnittet. Parallelt med temperaturøkningen, har utbredelse av havis avtatt de siste 30 årene. Etter 2000 har det vært flere år hvor hele Barentshavet

har vært isfritt om sommeren. Etter 2007, da mengden av havis i Arktis nådde det laveste nivået som er målt så langt, har mengden havis i Barentshavet økt noe.

Innstrømming av vann fra Atlanterhavet varierer betydelig mellom år og er viktig for utviklingen i vanntemperatur og isdekke. Det atlantiske vannet transporterer også store mengder egg, larver og dyreplankton inn i Barentshavet. Innstrømmingen har avtatt noe de siste årene, etter å ha vært på et høyt nivå i tidligere år.

Det har ikke vært gjort direkte målinger eller kjørt modeller av primærproduksjonen for 2009, men ut fra at det har blitt noe kaldere og noe mer is, kan det være rimelig å anta at den har gått noe ned i forhold til foregående år. Det er imidlertid betydelig usikkerhet forbundet med dette. En kan likevel stille spørsmål om nedgangen i temperatur og innstrømming av atlantehavsvann er noe som kan ha bidratt til den observerte nedgangen i mengden dyreplankton i Barentshavet de siste årene.

5.2.3 Utviklingstrekk som avviker fra normaler

For flere bestander av sjøfugl, isavhengige selarter og enkelte fiskebestander er tilstand eller utviklingstrekk utenfor normalsituasjon.

Flere sjøfuglbestander er i nedgang i utredningsområdet. Dette gjelder særlig lomvi og krykkje, og da særlig i den sørvestre delen av utredningsområdet. For lomvi er situasjonen så alvorlig at det kan være et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs fastlandskysten. Lenger nord og øst i Barentshavet er situasjonen bedre, slik at bildet er sammensatt. Det er ikke klart hva den omfattende nedgangen skyldes, men de mest sannsynlige forklaringene peker mot endringer i næringstilgang. Det er ikke klart hva som eventuelt har utløst dette. For krykkje er det observert tilsvarende nedganger i store deler av det nordlige Atlanterhavet, noe som indikerer at årsaken kan være å finne i storskala endringer i hele dette området.

Langs vestkysten av Spitsbergen har det i 2006, 2007 og 2008 vært betydelig svikt i reproduksjon hos ringsel. Ringsel lever i isen og er avhengig av gode isforhold for å få frem unger. Svikten i reproduksjon skyldes nedgangen i utbredelsen av havis i dette området i samme tidsrom. Tilsvarende reproduksjonssvikt er sett for andre arter i områder som grenser opp til Barentshavet. I Kvitsjøen, sør for Barentshavet, har ungeproduksjon hos grønlandssel falt

betydelig de senere årene, sannsynligvis som en følge av dårlige isforhold. I Nordskehavet er betydelig bestandsnedgang hos klappmyss blitt knyttet til den nedadgående trenden i isdekket i dette området.

Den nedadgående trenden i havisutbredelse som man har observert i Barentshavet og andre deler av Arktis de siste tiårene, er blitt relatert til menneskeskapte klimaendringer. Negative effekter på isavhengige arter har vært forutsagt som en følge av dette. Svikt i reproduksjon hos islevende sel kan være de første synlige effektene av klimaendringer på økosystemet i Barentshavet.

På grunn av tidligere overfiske er bestandene av snabeluer, vanlig uer, blåkveite og kysttorsk på lave nivåer. Det er satt i gang forvaltningstiltak for alle artene, og for snabeluer og blåkveite har det i de siste årene vært bedring i rekruttering og tegn til positiv utvikling i bestandene. For kysttorsk er det ennå for tidlig å evaluere hvilken effekt forvaltningstiltakene har hatt. De relativt omfattende tiltakene som er satt i gang i forhold til vanlig uer er ikke tilstrekkelige for å hindre fortsatt nedgang i bestanden.

Den generelle forurensningsbelastningen er lav i miljøet, men oppkonsentreringen i næringskjeden gjør at enkelte toppredatorer har nivåer av miljøgifter som ligger nær eller over grensen for effekt på immunforsvar og reproduksjonsevne.

5.2.4 Trygg sjømat

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 nordøstarktisk torsk. Andre viktige arter som blir høstet direkte til humant konsum fra Barentshavet er reke, sei, kveite, blåkveite og hyse. Lodde er et viktig råstoff til fiskemel- og fiskeolje produksjon.

Sjømattryggheten i forhold til miljøgiftinnhold er avhengig av lokalt og langtransportert forurensningsnivå. Men i forhold til nivå i ulike fiskearter vil parametere 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.

For de miljøgiftene 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.

Indikatorer og arter 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, kadmiom, bly og radioaktive stoffer i torskefilet. De andre artene som er med som indikatorer (reke, lodde, polartorsk) viser også lave verdier av alle miljøgiftene som er rapportert.

Unntaket fra regelen om lave nivåer i sjømat er nivåene av dioksin og dioksinlignende PCB i torskeliver, som generelt er tett opptil grensen som er satt for humant konsum på 25 ng TEQ/kg våtvekt. I siste års måling var en av fire stasjoner i Barentshavet over grenseverdien. Dette viser at også Barentshavet kan være så påvirket av menneskelig aktivitet at sjømattryggheten kan komme under press.

Grunnlaget for evalueringen av økosystemet: De enkelte indikatorene

De sentrale resultatene fra den indikatorbaserte overvåkingen fra 2007 til 2009 kan sammenfattes i følgende punktliste:



Foto: Yvonne Robbestad.

- Temperatur i vannet varierer rundt en stigende trend, for tiden noe avtagende fra maksimumsverdiene i 2006, og noe under trenden.
- Areal av isdekket varierer rundt en synkende trend, både for vår og høstsituasjon. Noe økning av is fra minimumsverdien i 2006.
- 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 fra 2007 til 2009. Mest dyreplankton i sør og vest, men signifikant mindre i sentrale deler av Barentshavet i de seinere årene.
- Nedgang for ungsild og kolmule i de siste seks år, med et minimum i 2008.
- Gytebiomasse for torsk og lodde godt over tiltaksgrensene.
- Høy kvote på torsk og kvote for fiske etter lodde i 2010.
- Liten gjenoppbygging av andre bestander under tiltaksgrensen.
- Bunndyr fordeler seg ujevnt med hensyn til mengde på ulike områder i Barentshavet.
- Bestanden av kongekrabbe er nå avtagende, og 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 til 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 har økt de siste 30 år med svingninger rundt en lineær trend. Temperaturen er nå i nedgang etter å ha nådd et maksimum i 2006 og ligger nå litt under trendlinjen. Trenden i temperaturøkning de siste 10 år er sammenlignbar med trenden over de siste 30 år.

Isutbredelsen i Barentshavet øker noe etter at iskanten har trukket seg lengre nord både om vinteren og om sommeren i en årrekke. Isdekket i Barentshavet har hatt en avtagende trend de siste 30 år og isdekket om våren 2006 og 2007 var mindre enn noen gang. Isdekket våren 2009 lå noe over trendlinjen. Isdekket om høsten viser en tilsvarende negativ trend. Både årene 2004 og 2006 viste historisk lave verdier, men verdiene for 2009 ligger noe over trendlinjen.

Isdekket i Barentshavet påvirkes av vindsystemene og isutbredelsen i Polhavet. 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, mens det samtidig var relativt mye havis i Framstredet vest for Svalbard. Minimum isutbredelse i Arktis i 2008 var også lite, men med noe mer is enn i 2007. Som en følge av lite is i 2007 og i 2008, kommer det til å bli en økt andel av førsteårs is i forhold til flerårs is i polbassenget fremover.

Innstrømming av vann fra Atlanterhavet påvirker ismengden, 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 og mer innstrømming midtveis. De seinere årene er det målt en innstrømming nær gjennomsnittet.

Isen har i de fire siste årene smeltet raskere om våren. Dette har gitt større arealer av isfritt vann om sommeren, selv om det er en tendens til mer is i 2008 og 2009. 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 2009. Det er ventet at dette vil fortsette, slik at man kan se for seg en utflating av den generelle temperaturstigningen som følge av klimaendringene. Hvor lav temperaturen kan bli før den igjen vil øke, er uvisst.

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. Fordelingen om sommeren gir i tillegg en indikasjon om hvor vellykket planteplanktonets vekst har vært.

De årlige avvikene i mengden næringssalter er små, men de viser en svak nedgående tendens gjennom hele den observerte perioden. Om sommeren er det, pga. biologisk forbruk av næringssaltene i de øverste lagene, større årlige variasjoner enn om vinteren.

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 atlantshavsvann. 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 årene.

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 er så langt basert på ny forskning som foregår i større, tidsavgrensede forskningsprogram. Mye ny kunnskap er i ferd med å bli publisert. Indikatorene for planteplankton ble for to år siden utviklet videre, ved at målingene av klorofyll a ble benyttet som grunnlag for å modellere den samlede produksjon av biomasse gjennom året. Det er behov for å utvikle disse indikatorene til en årlig oppdatering av modellkjøringer basert på innsamling av data hvert år, men det presenteres ikke nye oppdateringer i år.

Det er en betydelig produksjon i iskanten ettersom 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 har gjort vært gjort forsøk på å beskrive tidspunkt for våroppblomstring. Resultater fra dette modellarbeidet viser at det er stor geografisk variasjon innen ett år, samt at tidspunktet kan variere fra år til år i samme område. Det er ikke gjort oppdateringer av dette arbeidet.

Det meste av den årlige produksjonen skjer i det innstrømmende atlantshavsvannet 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. Dette skyldes først og fremst variasjonen i det isfrie arealet om vinteren, dvs. arealet av varmt, innstrømmende atlantshavsvann. Samlet produksjon i området som er dekket av is om vinteren er rundt det halve av produksjonen i det sørvestlige området. 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. Nye metoder utvikles stadig for å finne alternativer til tradisjonell mikroskopering, men utviklingen av disse metodene for bruk som verktøy for utvikling av en indikator er trolig ikke kommet langt nok.

Det synes å være et behov for videre arbeid med å modellere primærproduksjonen basert på observasjoner gjennom året, og over flere år, for å kunne gi en god indikator for tilgjengelig biomasse som tilføres økosystemet hvert år. Endringer i produksjon av planteplankton påvirker tilgjengelig produksjon av dyreplankton og dermed hele syklusen i økosystemet. For å kunne varsle tidlig om endringer i økosystemet er det viktig å kunne gi slike varsler basert på endringer i primærproduksjon (planteplankton).

Tidsserien av indikatorene for biomasse av dyreplankton er basert på gjennomsnittsverdier beregnet på grunnlag av en årlig horisontaldekning av dyreplanktonbiomasse som måles i august–september hvert år i forbindelse med økosystemtoktet i Barentshavet. Gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse var i 2009 lavere enn i de tre foregående årene. Biomassen i størrelsesfraksjonen 1000–2000 µm var imidlertid noe høyere enn i 2008, mens det er de to andre størrelsesfraksjonene som er årsaken

til nedgangen i målt totalbiomasse i 2009. Siden størrelsesfraksjonen 1000–2000 µm er den fraksjonen hvor hovedtyngden av *Calanus finmarchicus* og *C. glacialis* fanges opp, kan det tyde på en bedre tilstand for denne komponenten relativt til 2008, selv om den totale biomassen er lavere.

Nedgangen i biomasse skyldes mest sannsynlig et høyt beitepress fra lodda, men også andre planktonspisende fiskeslag, maneter og kammaneter er viktige aktører. Dessuten kan mengden innstrømmet dyreplankton fra Norskehavet ha avtatt uten at vi har sikre tall for dette. Utbredelsen av dyreplankton i 2009 var svært lik situasjonen i 2008, med størst biomasse av plankton i vest og spredte forekomster langs lengdegrad 30°Ø. Noen høyere forekomster ble også funnet i kystnære områder utenfor Troms og Finnmark. Et karakteristisk trekk for de siste to årene er de svært lave forekomstene sentralt i Barentshavet, særlig knyttet til de store, grunne bankene og tilgrensende områder.

Indikatoren for artssammensetning av dyreplankton er fortsatt i etableringsfasen. Det rapporteres i dag ikke for identifiserte trender i data. Basert på tilgjengelige data foretas imidlertid en kvalitativ vurdering av utbredelsen av nøkkelorganismer og eventuelle ”nykommere” i Barentshavet, som kan være et resultat av et varmere havområde (jf. globale klimaendringer):

1) Krillen *Thysanoessa inermis* er mer tallrik lenger nord i den vestlige delen av Barentshavet enn tidligere observert,

2) Sørlege arter som krillen *Nematoscelis megalops*, hoppekrepsen *Calanus helgolandicus* og vingesnegen *Cymbulia peronii* er kommet inn i eller observert i økende antall ved inngangen til Barentshavet. Indikatoren er fremdeles under utvikling. 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.

5.3.3 Indikatorer for fisk

For to av de tre indikatorene vi har for fisk som beiter på dyreplankton viser ungsild og kolmule en nedgang i biomasse de siste 3–5 år, med et minimum i 2008. Men loddebestanden er nå sterk 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 frem til 2009. Sammen med den høye biomassen av lodde, kan dette knyttes til nedbeiting av dyreplankton i de sentrale områder.

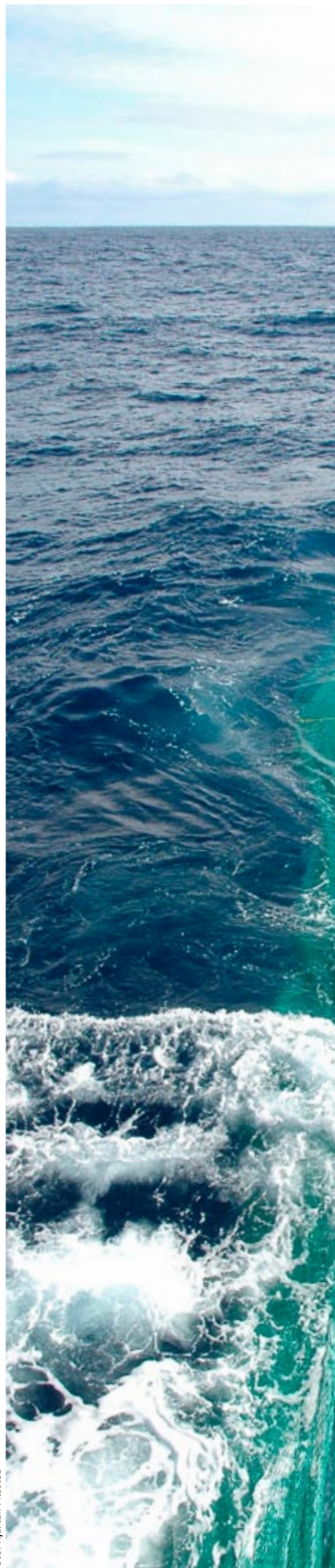


Foto: Kjartan Mæstad

Ungsild er en viktig predator på loddelarver, 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 og 2009 var det svært lite ungsild i havområdet. Parallelt har loddebestanden gått fra lave nivå i årene 2003–2006 til betydelig økning i 2008 og 2009. En av årsakene veksten i loddebestanden kan derfor være at store årsklasser av ungsild har vandret ut fra Barentshavet uten å bli erstattet av nye sterke årsklasser.

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 loddemengdene i Barentshavet har effekter på en rekke andre arter i økosystemet. Lodde er et viktig byttedyr for torsk. I 2009 har både totalbestanden og gytebestanden av torsk fortsatt å vokse, og den store loddebestanden er sannsynligvis en viktig årsak til dette.

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 seks årene. Dette kan tyde på at Barentshavet ikke er et viktig oppvekstområde for kolmule, selv med en økning i vanntemperaturen. Redusert innstrømming av atlantehavsvann kan også være en årsak til lavere mengde ung kolmule, selv om den mest nærliggende forklaring er sviktende gytebestand av kolmule, med påfølgende rekrutteringssvikt.

Torsk er en viktig predator i Barentshavet. Den voksne torsken spiser mye småfisk av mange arter, hvorav lodde er den viktig-

ste. 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 2010 understreker likevel at det er viktig å få slutt på all urapportert fangst. Det urapporterte fisket ble betydelig redusert fra 2006 til 2009, og det er et prioritert mål å få helt slutt på det. Gytebestanden til nordøstarktisk torsk i 2010 er beregnet til over 1,3 millioner tonn, dette er på samme nivå som torskebestanden hadde etter siste verdenskrig.

Flere fiskebestander i Barentshavet er under tiltaksgrensen, og tiltak er satt i verk for å gjenoppbygge disse bestandene. Tiltakene baserer seg på råd fra Det internasjonale råd for havforskning (ICES). ICES' beregninger 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. Bestandsberegningen på blåkveite er svært usikker og har hovedsakelig bare vært brukt som indikasjon på trender. Blåkveita synes å bli vesentlig eldre enn det som før var antatt. Dette er også støttet opp av merkeforsøk.

Uerbestandene i Barentshavet er svært nedfisket, og for vanlig uer er dagens regulerings tiltak 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. Tillatte bifangstgrenser bør settes 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 Indikatorer 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. Havforskningsinstituttets øko-

systemtokt i Barentshavet i fellesskap med PINRO involverer 5 forskningsfartøyer (3 norske og 2 russiske) og dekker hele Barentshavet i august–september hvert år. Toktet kalles ”The Joint Annual Norwegian-Russian Ecosystem Survey” (JAES). Bunnedyr, bunnfisk, pelagisk fisk, plante- og dyreplankton, pattedyr, fugl og CTD blir registrert.

Som et ledd i utviklingen av denne indikatoren gjøres det nå forsøk på å se hvordan Havforskningsinstituttets tråldata kan ses i sammenheng med grabbprøver tatt via overvåking (dvs. grabbstasjoner som er blitt analysert over flere år) av petroleumsindustrien i norsk del av Barentshavet, ev. hvordan de kan utfylle hverandre innen kartlegging og overvåking. Akvaplan-niva deltar her. Det bør vurderes å bruke MAREANO-metoder (bunntopografi, sediment, grabb, trål, slede, video) til å kartlegge de viktigste geografiske områdene i denne overvåkingen.

Foreløpige resultater 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 Barentshavet, på Spitsbergbanken, Sentralbanken, Storbanken og Gåsbanken, samt i deler av nordøstlige Barentshavet. Hoppendypet har stabile, men lavere verdier sammenliknet med områdene rundt. Høy biomasse betyr at miljøet er tilrettelagt slikt at individene i populasjonen har mat og tid til å vokse seg store eller bli mange. Fødetilgang er viktig, og dette krever at det er produktivitet (vedvarende mattilgang) i området. Områder med topografisk styrt upwelling, grunne områder, fronter og områder med tidevannsmiksing kan bli produktive områder pga. høy næringstilførsel fra omliggende dypere vann. Årlig fluktuierende biomasse kan bety at arter flytter eller sprer seg i forhold til miljø, eller forsvinner fra et område av andre årsaker.

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 bunnlevende organismene, men denne effekten er ikke godt nok kvantifisert.

Indikatoren for utbredelse av korallrev, hornkoraller og svamptilfunn 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 (f.eks. 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. Kongekrabbebestanden øker innenfor utbredelsesområdet. Tiltak er nødvendig 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 sjøfuglindikatorer viser en større eller mindre tendens til nedgang, både i de siste ti 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. Undersøkelser for å avdekke årsakene til de negative bestandstrendene for arten bør settes i gang umiddelbart. 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.

Det er vanskelig å si om avtakende fuglebestander skyldes klimarelaterte endringer i de marine økosystemene, lavere produksjon av byttedyr eller økt uttak av fiskeresurser som er viktige byttedyr for sjøfugl. 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 hekkesesong. Selv om sildebstanden nå er stor, er det ikke gitt at gytesesongene og rekrutteringen av silde-

larver er god. De tre siste årene 2007–2009 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 næringen sin fra havoverflata er kjent for å være mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøfugl. 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. 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 tiltaksgrensen.

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 både bentiske (bunnlevende) og pelagiske (frittlevende) 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 kvitnos 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 dyreplankton heller enn lodde, og at de



Knølhval med den karakteristiske hvite sporen.

unggår områder med høy tetthet av lodde pga. av nedbeiting av byttedyr i disse områdene. Denne hypotesen støttes av fordeling av store dyreplankton (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.

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 vi observerte 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 vanndybdene er mindre enn ca. 200 meter. I flere områder er bifangst av niser høyere enn lokalt bærekraftig nivå, 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 Indikatorer 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 stedege arter utrykkes eller at næringsinteresser skades. I så fall vil denne indikatoren kunne påvirke mange av de biologiske indikatorene her.

I 2007 ble det 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 tilfældige observasjoner. For at indikatoren skal være operasjonell i forhold til forvaltningsplanen må det etableres permanent overvåking. 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. Estimaten av totalbestanden av kongekrabbe (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2009 er noe lavere enn i 2008. For snøkrabbe viser resultater fra bifangster at det er tatt flere bifangster av snøkrabbe i garn og linefisket i Øst-Finnmark i 2009 enn tidligere år.

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 oppføringen 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. Direktoratet for naturforvaltning har etablert et prosjekt som Norsk institutt for vannforskning skal gjennomføre i samarbeid med Havforskningsinstituttet. Det tas sikte på å gjennomgå den reviderte Rødlista som er under arbeid for prioritering av rødlistearter for overvåking i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten for videre bruk inn i en indikator.

5.3.9 Indikatorer 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.

Ett 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 avfall) og forurensning i miljøet (sediment, bunnlevende dyr, fisk, fugl, sel og isbjørn).

Forsøpling måles på tre mindre strandområder på Svalbard. Disse områdene ryddes hvert år og avfallet 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.

Målinger av organiske miljøgifter i luft og nedbør utført på Zeppelinobservatoriet (Svalbard) siden tidlig på 1990-tallet viser en nedadgående trend for de fleste "gamle" miljøgiftene. Denne positive utviklingen ser nå til å ha stoppet opp både for DDT, PCB og HCB. Årsaken kan være en kombinasjon av fortsatt bruk av DDT, en sterkere fordampning av tidligere avsatt HCB og PCB på grunn av flere skogbranner, redusert isdekke og/eller større tilførsel av relativt varmt atlantehavsvann.

For metaller er det ingen synlige trender i luftmålingene, med kanskje unntak av nikkel. Når det gjelder de såkalte "nye" miljøgiftene er kunnskapen om forekomst og tidstrender mer begrenset grunnet kortere måleserier.

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 markert 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 KLIFs (tidligere SFT) overvåkingsprogram for langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 2007). Ellers var Altaelva moderat forurenset av kobber

og krom i 2007 (SFTs tilstandsklasse 2, Moderat forurenset). Barduelva lå i klasse 2 (moderat forurenset) mht. kvikksølv i 2008. Måling av fremmedstoffer i sediment inngår i flere overvåkingsprogram både langs kysten og i havområdene. 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 overvåkningen som settes i gang ved eventuell oppstart av aktivitet på et felt. Som en del av Mareano-programmet ble det i tillegg gjennomført undersøkelser i bunnsedimenter fra det sørlige Barentshavet i 2006–2007 og i området vest for Lofoten og Vesterålen i 2008.

Sedimentstasjonene som ble undersøkt i 2008 har relativt lave konsentrasjoner av THC og PAH sammenlignet med for eksempel det tidligere studerte området sør for Svalbard (se Boitsov et al. 2009b). Selv om nivåene er relativt lave, som forventet i dette området, er de gjennomsnittlig noe høyere enn det som ble funnet i det sørlige Barentshavet i 2006–2007. Forekomsten og nivåene i sedimentene kan forklares med sedimentenes geokjemiske opprinnelse, innbefattet naturlig lekkasje/erosjon av fossil brensel (kull/olje). I tillegg kan det være et mindre bidrag som skyldes tilførsler av olje og annet fossilt brensel fra ulik menneskeskapt aktivitet.

Undersøkelsene av overflateprøver fra havbunnen viser at både tungmetallnivåene og nivået av menneskeskapt radionuklid er lave, dvs. på eller nær naturlig bakgrunnsnivå. Tidstrendundersøkelser fra Malangdjupet og Ingøydjupet indikerer at spesielt tilførselene 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. 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 THC-nivå 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 skalldyr er svært viktig for vårt konsum av fiskeprodukter og for eksporten av disse. Disse indikatorer 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 egen-

skap. For de fleste stoffer ligger målingene godt under de grenseverdier som er satt i EU for humant konsum.

Samleprøver av hele reker og pillede reker fra Barentshavet har blitt analysert for metaller og organiske miljøgifter i 2007, 2008 og 2009. Organiske miljøgifter (deriblant dioksiner, PCB, PBDE, pesticider, PFAS) er funnet i svært lave konsentrasjoner. I pillede reker, som er den spiselige delen, ble det ikke funnet noen konsentrasjoner av kadmium, kvikksølv eller bly over EUs øvre grenseverdier. Radioaktivt Cesium-137 i reker er målt fra 1993 og fram til i dag, og nivået av Cesium-137 er lavt. Konsentrasjonen av totalarsen i 2009 var forholdsvis høy, både i pillede og hele reker (opptil 55 mg/kg våtvekt i pillede reker), men var på nivå med tidligere analyser av arsen i reker. Arsen i reker foreligger stort sett i lite giftige organiske former. Hele reker hadde i 2009 som i 2008 høyere konsentrasjon av kadmium og bly enn pillede reker, noe som er naturlig ettersom disse metallene akkumuleres i indre organer hos krepsdyr. Kvikksølvnivået var derimot høyest i de pillede rekene, noe som skyldes at metylkvikksølv binder seg mest til proteiner.

Det er i hovedsak ubetydelig forurensning av kadmium, kvikksølv, bly, PCB, DDT og HCB i blåskjell. Resultatene fra 2008 viste lave konsentrasjoner (i eller like over SFTs klasse I) med unntak av kadmium som på noen stasjoner ligger så vidt over i SFTs klasse II. Årsaken er uvisst, men naturlig høye bakgrunnsnivåer kan ikke utelukkes. På en stasjon i Varangerfjorden ble det registrert forhøyede verdier av kvikksølv, bly og PCB (klasse II).

Data for torsk fra Barentshavet viser at ingen filetprøver har konsentrasjoner av kvikksølv, kadmium eller bly eller radioaktive isotoper over EUs grenseverdier. Konsentrasjonene har vært stabile fra 2006 til 2009. Filet av torsk inneholder svært lave konsentrasjoner av dioksiner, dioksinlignende PCB og andre organiske stoffer. 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, én for kadmium og én for kobber. I 2007 ble det målt lave konsentrasjoner (SFTs klasse I).

Prøver torskelever i 2009 hadde konsentrasjoner av kvikksølv og bly på nivå med tidligere år, mens kadmiumkonsentrasjonen var noe høyere i 2009. Torskelever fra Barentshavet har vist seg å ha et relativt høyt innhold av dioksiner og dioksinlignende PCB og andre organiske miljøgifter.

Blant analyserte torskeleverprøver i 2009 hadde 22 av i alt 97 konsentrasjoner av sum dioksiner og dioksinlignende PCB over EUs øvre grenseverdi for fiskelever på 25 ng TE/kg våtvekt. En av de fire posisjonene hadde gjennomsnittskonsentrasjon over grenseverdien, med 26 ng TE/kg våtvekt. Dioksinlignende PCB utgjør størstedelen av summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever av torsk fra Barentshavet. I motsetning til lever inneholder den magre fileten av torsk svært lave konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB og andre organiske miljøgifter.

Det ble i 2009 også analysert for rester av pesticider (plantevernmidler) i torsk. Kun fem filetp prøver ble analysert for pesticider, og alle lå under kvantifiseringsgrensene. For HCB i torskelever havnet 20 av 52 prøver i SFTs klasse II (moderat forurensset), men det er viktig å huske at disse klassifiseringsgrensene ikke tar hensyn til alder, størrelse og fysiologisk tilstand på fisken. Klassifiseringen kan derfor gi inntrykk av at Barentshavet er mer forurensset av HCB enn det er, ettersom torsk fra Barentshavet kan være relativt stor. Konsentrasjonene av DDT var høyere i 2009 enn i 2008, men en "tidsserie" på to år for DDT er for lite til å konkludere at det har skjedd en økning. De øvrige pesticidene så ut til å ha holdt seg noenlunde stabile siden 2006.

Samleprøver av hel lodde har blitt analysert for fremmedstoffer i 2007, 2008 og 2009. Nivåene av fremmedstoffer i lodde er generelt lave. Unntaket er konsentrasjonen av kadmium i loddeprøvene fra 2009 som var like under EUs øvre grenseverdi for kadmium i fisk på 0,05 mg/kg våtvekt. Det relativt høye nivået av kadmium, sammenlignet med nivået i for eksempel torskefilet, skyldes sannsynligvis at hel lodde ble analysert, da kadmium akkumuleres i indre organer. Konsentrasjonen av arsen var høyere i 2009 enn i 2007 og 2008, men antallet prøver er for lavt til å konkludere med at det har skjedd en økning. Når det gjelder radioaktivt Cesium-137 er det sporadisk analysert prøver av lodde fra 1992 og fram til i dag og nivåene er lave.

Polartorsk brukes ikke som menneskeføde, men har en viktig økologisk betydning i det arktiske næringsnett. Samleprøver av polartorsk fra 2006, 2007, 2008 og 2009 har blitt analysert for fremmedstoffer. Konsentrasjonene av de organiske miljøgiftene har vært lave i alle prøvene som er analysert så langt. Med unntak av 2007 har konsentrasjonen av kadmium i polartorsk stort sett vært over det som er

EUs øvre grenseverdi for kadmium i fisk til humant konsum, noe som er naturlig siden det analyseres på hel fisk. Kadmium i polartorsk over EUs øvre grenseverdi betyr imidlertid ikke noe så lenge ikke hel polartorsk fiskes for humant konsum. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av arsen i polartorsk i 2009 var på hele 18 mg/kg våtvekt, noe som er mye høyere enn i 2006–2008. Det kan skyldes at prøvene i 2009 ble tatt i et helt annet område og en annen tid på året enn tidligere år, og trenger ikke skyldes økning. Arsen i fisk foreligger erfaringsmessig i lite giftige organiske former. Polartorsk fra 2009 inneholdt kvantifiserbare, men likevel lave, nivåer av pesticidene HCB, toksafen og DDT-metabolitten pp-DDE. Nivåene av radioaktivt cesium-137 ser ut til å være noe lavere i polartorsk enn i lodde.

Det blir ikke foretatt systematiske innsamlinger av biologisk materiale for overvåking av miljøgifter 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. Resultatene fra målinger av cesium-137 i topp-predatorer som isbjørn, grønlandssel og ringsel viste lave verdier av radioaktivt cesium-137. Resultatene antyder selv med lave verdier at cesium-137 oppkonsentreres i den marine næringskjeden, da nivåene av cesium-137 i byttedyr er lavere. 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. En re-analyse av miljøgiftprøver fra 1998 sammen med nye prøver fra 2008 viste at nivåene av insektsmiddelet DDT og dens metabolitt DDE var like høye i 2008 som i 1998. Dette tyder på at det fremdeles transporteres DDT og DDE til norsk del av Arktis. 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 β -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. 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 stressfaktorer som for eksempel klimaendringer, næringsmangel og sykdom/parasitter ytterligere kunne påvirke effektene på ulike økosystemer, er nødvendig. Tidsseriene er foreløpig ikke gode nok og stasjonsnettene bør utvides geografisk. Den pågående overvåkingen i området kan koordineres bedre enn det som er tilfelle nå.

Kapittel 6

Vurdering av arbeid



Kongsfjorden. Foto: Padmini Dalpadado

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.

Den årlige rapporten som ferdigstilles 15. februar hvert år fokuserer i hovedsak på følgende punkter:

- sammenstille overvåkingsresultater.
- vurdere resultatene i forhold til fastsatte indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser
- gi en samlet vurdering av status og utvikling.

Disse vurderingene har utgjort kjernen av rapporten hvert år, men har vært supplert av bl.a. temaartikler. For rapporteringen i 2010 har vi valgt en begrenset rapportering av punktene nevnt ovenfor via Havforskningsinstituttets nettsider for å legge frem et grunnlagsmateriale for felles rapportering med Faglig forum. I tillegg til dette skal overvåkingsgruppen også svare

regelmessig på en lang rekke andre punkter som er listet i mandatet fra styringsgruppen. Overvåkingsgruppen har siden 1. mars 2009 hatt 6 møter, hvorav alle har hatt videooverføring til en eller flere lokaliteter. Vertskap for møtene har gått på rundgang mellom medlemmene. I det følgende gis en oversikt over arbeidet overvåkingsgruppen har utført.

Overvåkingsgruppen har prioritert å fremskaffe informasjon til å dekke indikatorene som er skissert i forvaltningsplanen. Dette innebærer et aktivt arbeid fra gruppens medlemmer overfor sine egne institusjoner og samarbeidspartnere, for å sikre at informasjon blir samlet inn fra de tilgjengelige overvåkingsplattformer.

Overvåkingsgruppen har vurdert det slik at de pågående aktiviteter, spesielt feltaktiviteter, i stor grad er tilstrekkelig for å dekke de angitte indikatorene i forvaltningsplanen. Det er behov for å øke mengden innsamlet informasjon etter hvert, men opparbeiding av materiale må gis prioritet slik at informasjonen gjøres tilgjengelig for de respektive indikatorene.

Overvåkingsgruppen har ikke vært delaktig i planlegging av feltvirksomhet og er ikke representert i fora for planlegging av overvåkingsaktivitet. Medlemmene har meldt tilbake til sine respektive institusjoner om behov for overvåking. Overvåkingsgruppen melder også inn kunnskapsbehov til Faglig forum.

Gjennom temaartikler i rapportene har overvåkingsgruppen beskrevet overvåkingsmetodikk for det marine økosystemet og bruken av forskjellige overvåkingsplattformer. Gruppen er avhengig av at flere overvåkingsprogrammer fungerer godt og tar hensyn til de behov som arbeidet med et indikatorbasert system har. Slike overvåkingsprogrammer er bl.a. Havforskningsinstituttet sine økosystemtokt, toktvirksomhet knyttet til oseanografi, sjøfuglprogrammet SEAPOP, bunnkartleggingsprogrammet MAREANO og overvåkingsprogrammer knyttet til forurensning og mattrygghet.

6.1.1 Tokt- og feltvirksomhet

Havforskningsinstituttet koordinerer en stor del av fartøyene som utfører toktvirksomhet i Barentshavet, og økosystemtoktet er en av de mest omfattende plattformene for overvåking i åpent hav. Disse toktene må likevel sees i sammenheng 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 har vurdert at det er god kontakt med disse

programmene gjennom gruppens medlemmer. Dette betyr at bestillinger av data og resultater når frem på en god måte, men overvåkingsgruppen skulle likevel ønske en bedre kontakt i forbindelse med planlegging av innsamling. Det er ikke tatt stilling til om noen av disse undersøkelsene trenger revisjon.

Det pågår et betydelig samarbeid mellom Norge og Russland for å styrke overvåkingen av bunndyrhabitat. Også for fremmede arter 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 styrking av aktiviteter på dette feltet og avventer resultater fra disse prosjektene.

Overvåkingsgruppen vil likevel peke på at Havforskningsinstituttet gjennom det nasjonale toktprogrammet har gitt signaler om at økosystemtoktet på høsten er under vurdering. Dersom denne plattformen ikke er fullt operativ vil det kunne bety en mangelfull innsamling av informasjon for en rekke av indikatorene. Overvåkingsgruppen kunne ønske at det var en nærmere kontakt med den nasjonale toktkomiteen om behov for innhenting av data til indikatorene.

Dette viser 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 ved fremtidig rapportering.

6.1.2 Koordinering av aktivitet

Det er viktig å peke på at det samarbeid som pågår mellom overvåkingsgruppens medlemmer i 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 kunnskap og som på en enkel måte kan fremskaffe nødvendig informasjon som er tilgjengelig hos de respektive medlemsinstitusjonene. 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 vurderer det slik at dette skulle kunne være tilstrekkelig til å oppnå god koordinering av pågående overvåkingsvirksomhet opp mot forvaltningsplanens behov. Medlemmene av sekretariatet er også medlemmer av faggrupper innen Havforskningsinstituttet som er ansvarlig for planlegging av tokt. Sekretariatet og gruppens enkeltmedlemmer er i tillegg medlemmer av en rekke nasjonale og internasjonale arbeidsgrupper med relevans for gruppens arbeid.

Overvåkingsgruppen kan likevel vanskelig påvirke overordnede prioriteringer på instituttnivå. Gruppen har heller ikke noe direkte samarbeid med bevilgende organer innen FoU og kan derfor vanskelig påvirke prioriteringer av prosjektvirksomhet. Men, overvåkingsgruppen har likevel medlemmer fra universitetsmiljøene, både direkte og gjennom forskernettverket ARCTOS, noe som bør sikre en betydelig grad av koordinering opp mot den frie, prosjektrelaterte forskningen.

Internasjonalt er det en utvikling i retning av å sette i gang nye, store overvåkingsprogram for å dekke opp kunnskapsbehovene i en indikatorbasert, helhetlig og økosystembasert forvaltning. Det er også en del arbeid på gang for å sikre at data fra overvåking gjøres tilgjengelig for sammenstilling og beregning, da gjerne gjennom etablering av større, desentraliserte databaser. Samtidig er det i mange forsknings- og rådgivingsmiljøer en økende bekymring over at det ikke er tid til å gjøre nødvendige sammenstillinger og beregninger for å kunne gi råd i dagens system. Den koordinerende rollen til overvåkings-

Tabell 6.2.1

Status for indikatorene 2010.

Status for indikatorene 2010	Vurdering	Problem	Konklusjon
4.1. Havklima			
4.1.1 Isutbredelse i Barentshavet	Fungerer	Nei	Ingen
4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringssalter i faste snitt	Fungerer	Nei	
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 a	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 blåkveite (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 svampsamfunn	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

Merk: Indikatorer som er satt i kursiv er indikatorer som er under utvikling og som det derfor ikke kan konkluderes for mht referanse og tiltak.

gruppen må derfor brukes til å sikre at det ikke utføres dobbelt arbeid, og at innhenting av kunnskap til de respektive indikatorene skjer fra et størst mulig tilfang av bearbeidet kunnskap.

Det påhviler de store forskningsinstituttene å gjennomføre en prioritering av overvåkingsoppgaver basert på eget kunnskapstilfang og egen vurdering av evne til å bearbeide data frem til ferdige resultater. Det vil være naturlig at det innenfor et så

omfattende overvåkingssystem likevel ikke vil være mulig å dekke alle behov for overvåking rettet mot ønsket om indikatorer. Det påhviler derfor fagmiljøene å sikre at den overvåking som gjennomføres holder en best mulig faglig kvalitet og resulterer i vitenskapelige resultater som kan publiseres i de beste tidsskrifter.

Overvåkingsgruppen må koordinere sin virksomhet med andre internasjonale prosesser som pågår. Her vil OSPAR og

ICES sitt arbeid med økologiske kvalitetsmål og EU sitt arbeid med vanndirektivet, havstrategidirektivet og andre direktiv som påvirker de marine økosystem være av betydning. Her vil overvåkingsgruppen være avhengig av å bli invitert til å orientere om sin virksomhet, også søke å møte fast i enkelte grupper.

6.2

Vurdering av systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser

Overvåkingsgruppen har prioritert å fremskaffe informasjon til å dekke indikatorene som er skissert i forvaltningsplanen. Dette innebærer et aktivt arbeid fra gruppens medlemmer overfor sine egne institusjoner og samarbeidspartnere, for å sikre at informasjon blir samlet inn fra de tilgjengelige overvåkingsplattformer.

Indikatorene som er gitt i Forvaltningsplanen er delvis hentet fra "indikatorrapporten" og delvis nye. En viktig oppgave 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.

Det gjennomføres årlig flere store overvåkingsprogram for å dekke opp data til de utvalgte indikatorene som brukes innen helhetlig forvaltning. Disse programmene utføres av flere institusjoner, delvis i samarbeid med hverandre. Overvåkingsprogrammene er imidlertid bare en del av en større aktivitet for innsamling av data, bearbeiding og publisering av beregninger og andre resultater. Den samlede kunnskap om økosystemet og det marine miljø må derfor søkes innen den faglige helheten som utgjøres av all denne aktiviteten.

I utviklingen av et system for overvåking av miljøtilstanden må det både utvikles et hensiktsmessig system for overvåking av miljøet, og et hensiktsmessig system som sammenstiller data og utfører beregninger. Disse to systemene vil være en del av de aktivitetene som forskningsinstitusjoner normalt gjennomfører og der resultater og råd gis videre til forvaltningsinstitusjoner. Det vil normalt ikke være behov for å etablere nye overvåkings- og rådgivningssystemer, selv om det kan komme klare behov for å utvikle eksisterende systemer videre. I Tabell 6.2.1 er det gitt en skjematisk oversikt med vurdering av hvordan indikatorene i årets rapport fungerer. Indikatorene for forurensning er vurdert for seg i Tabell 6.2.4.1.

6.2.1 Indikatorsystemet

Bruk av indikatorer for å beskrive tilstanden i det marine miljøet (økosystemet) forutsetter at det er et godt samsvar mellom indikatorene og det som oppfattes å være viktig kunnskap om det marine miljø. Det betyr at endringer i indikatorene må

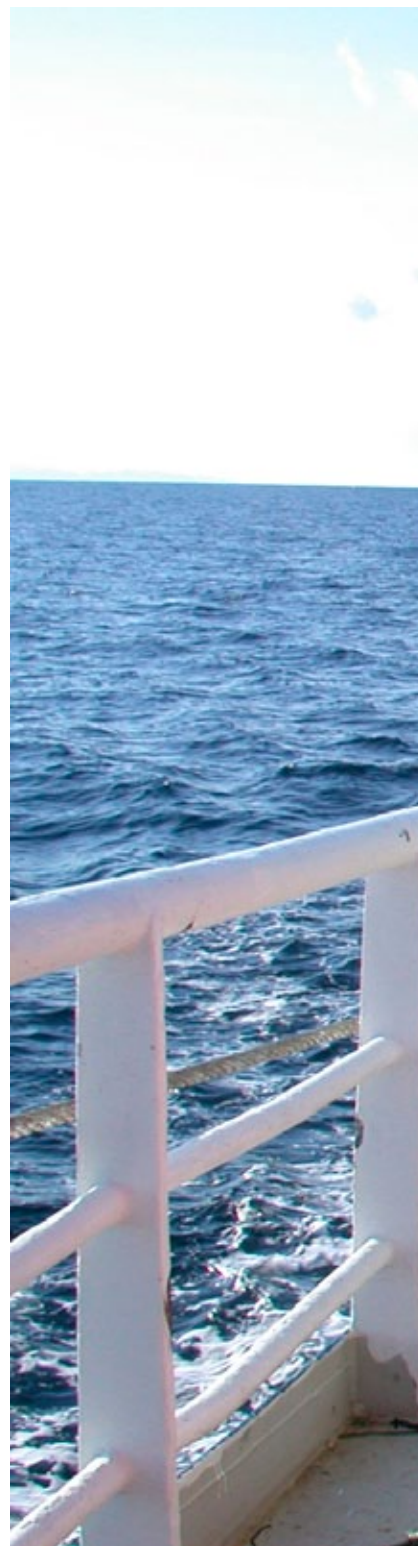
gjenspeile endringer økosystemet, eller den påvirkning som økosystemet utsettes for. Hver indikator og flere indikatorer i sammenheng skal kunne si noe om økosystemets tilstand og funksjonalitet, og i tillegg indikere hvorvidt forvaltningen av ressursene, miljøet og økosystemet er i henhold til oppsatte mål. I de årlige rapportene 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.

En indikator er en variabel størrelse som karakteriserer en del av økosystemet, ofte på en indirekte måte ved at det velges ut et tallmateriale som er antatt å belyse kunnskapen om denne delen av økosystemet på en grei måte. Ofte er det en slik indikator som brukes for å kunne vurdere om forvaltningsmålene er nådd eller om utviklingen i økosystemet er på rett vei, og ikke miljøtilstanden i seg selv.

De fleste indikatorene er 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 indikatoren "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.

De fleste indikatorene er nå på plass og blir rapportert. Systemet med indikatorbasert analyse av resultater fra overvåking begynner å gi tilstrekkelig informasjon til



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.tilf	Elvetilførsler	Tang	Blåskjell	Reke	Lodde	Polartorsk	Torsk	Polarlomvi	Grønlandssel	Ringsel	Isbjørn
Metaller og metallspesier													
Hg	f	f	f		f	f	f	f	f	f	m	u	u
Pb	f	f	f		f	f	f	f	f	f			
Cd	f	f	f		f	f	f	f	f	f			
Cu	f	f	f		f	f	f	f	f*				
As	f	f	f			f	f	f	f				
TBT	f				f					f			
Organiske miljøgifter													
PAH	f	f								f			
THC	f				u								
PCB	f*	f	f		f	f	f	f	f	f		f	f
HCB	f*	f			f	f	f	f	f*	f	m	f	f
BFH	u	u			m	f	f	f	f	f	m	f	f
PFCs	u	u				f	f	f	f	f	m	m	u
Dioksinliknende PCB		m				f	f	f	f	m	m	m	m
Dioksiner og furaner													
Pesticider:													
DDT	f*	f			f	f	f	f	f	f	m	f	f
Toxafen		m			u	f	f	f	f	f	m	f	f
Chlordan		f				f	f	f	f	f	m	f	f
HCH	f*	f	f		f	f	f	f	f	f	m	u	f
Radioaktive stoffer													
Radioaktivitet	f			f	f	f	f	f	f	u	u	u	f

f = Finnes måledata fra flere år (minimum 3 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

å trekke slutninger i samsvar med det som etterspørres i forvaltningsplanen. Noen av indikatorene er ennå under utvikling, og dette synes i hovedsak å være knyttet til to nivåer: indikatorer som mangler noen få elementer for å oppfylle kravene til å fungere som indikator (bl.a. plankton, bunnlevende dyr), og indikatorer som fungerer godt, og som kan utvikles videre (bl.a. sårbare og truede arter, forurensning).

Det er nødvendig å trekke inn annen informasjon i evalueringen av økosystemet, blant annet den felles norsk-russiske ressurs- og miljørapporten og annen statusrapportering som foretas av de enkelte instituttene og av andre overvåkingsprogrammer.

6.2.2 Indikatorer for det fysiske miljø og plankton

Det er ikke satt miljøkvalitetsmål for indikatorene for det fysiske miljø, men indikatorene gir et tilsvarende bilde av situasjonen som flere utredninger angående klimaendringer i området. Det betyr sannsynligvis at indikatorene gir et godt nok bilde av situasjonen og de endringer som kan observeres i det fysiske miljø.

Det har siden 2006 blitt et sterkere fokus på klimaendringer og de fysiske parametre som kan belyse klimaendringer vil måtte prioriteres. Dette gjelder særlig havforsuring, og dette er en egen indikator i forvaltningsplanen for Norskehavet.

Indikatorene for plankton er fortsatt under utvikling og spesielt viktig er det at model-

lering 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.

Det er bevilget midler til å opparbeide prøver av dyreplankton med hensyn på å skille på viktige arter. Dette har fått økt aktualitet de siste år grunnet fokus på endringer i artssammensetning som kan skyldes endringer i klima.

Drift av egg, larver og yngel er ikke eksplisitt berørt i noen av indikatorene, men verdifulle og sårbare områder som kystområder og polarfronten er svært viktig i denne sammenhengen. Indikatoren for innstrømmende atlantisk vann kunne med fordel ha blitt utviklet til en generell innstrømningsmodell 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 Indikatorer 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, fiskedødelighet og egen indikator for forventet produksjon.

Indikatorene for bunnlevende dyr er etter hvert utviklet slik at de oppfyller kravene til indikatorer. Men - det vil bli arbeidet videre med disse indikatorene og det er bevilget ekstra midler til slik utvikling. Indikatorene er også avhengige av at samarbeidet med russiske forskere kan fortsette. Det bør også vurderes om indikatoren skal utvides til bl.a. bløtbunnsamfunn.

Det foreligger kart, og videomateriale for vurdering av skadeomfang på enkelte korallrev. Flere områder med potensielle rev vil bli kartlagt under MAREANO, og svampsamfunn vil også bli inkludert i indikatoren over bunndyr.

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 har resultert i reviderte indikatorer.

6.2.4 Forurensningsindikatorer

Indikatorene for forurensning i åpent hav har vært underlagt et større arbeid for å tilpasse måleserier til de foreslåtte indi-

katorene og utvikle utvalget av målese-rier i indikatorene slik at det samsvarer med de undersøkelsene som faktisk gjennomføres (se Figur 6.2.4.1, Tabell over forurensningsindikatorer). Forurensningsindikatorer underlagt nasjonale overvåkingsprogrammer som er operative nær fastlandet fungerer godt. For flere av indikatorene eksisterer det i tillegg et behov for å innhente nye eller mer omfattende data. Det bør også påpekes at de nesten samtlige forurensningsindikatorer er tilstansindikatorer. Det finnes i dag ingen effektindikatorer.

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 ble det i 2009 opprettet en ny målestasjon på Andøya for målinger av miljøgifter 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 størst lokal oppvarming 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 "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. Vekt gir begrenset informasjon om forsøpling av strendene. Store, lette gjenstander er estetisk skjemmende men gir lite utslag

på vekten. Omvendt kan en stor, tung trålpose på en strand gi uforholdsmessig store utslag. 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 og dermed hvor tiltak bør settes inn. 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.

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, og naturlig høye nivåer av arsen, i de studerte områdene.

Det finnes fremdeles lite data for å kunne vurdere langtidsutviklingen 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.

Indikatoren forurensning i torsk fra åpne havområder 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.

Reker er en viktig indikator i forhold til sjømattrygghet for metaller, spesielt kadmium og arsen. Det har blitt tatt prøver av reker i 2007, 2008 og 2009 for å fylle kunnskapshull i forhold til det som etterspørres i forvaltningsplanen. Tidsserien på reker er som for mange av indikatorene kort, men for metaller finnes det også et



uttak i 1995 slik at det holder på å bli en verdifull tidsserie på denne indikatoren.

Arbeidet med indikatorene lodde og polartorsk er nettopp startet. Lodne 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. 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.

Prøvetaking av blåskjell og kysttorsk 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 å utvide overvåkingen til andre områder. En forbedring vil være å etablere tilsvarende målestasjoner på Svalbard, Bjørnøya, Hopen, Jan Mayen og ellers offshore.

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 Polarinstituttet 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.

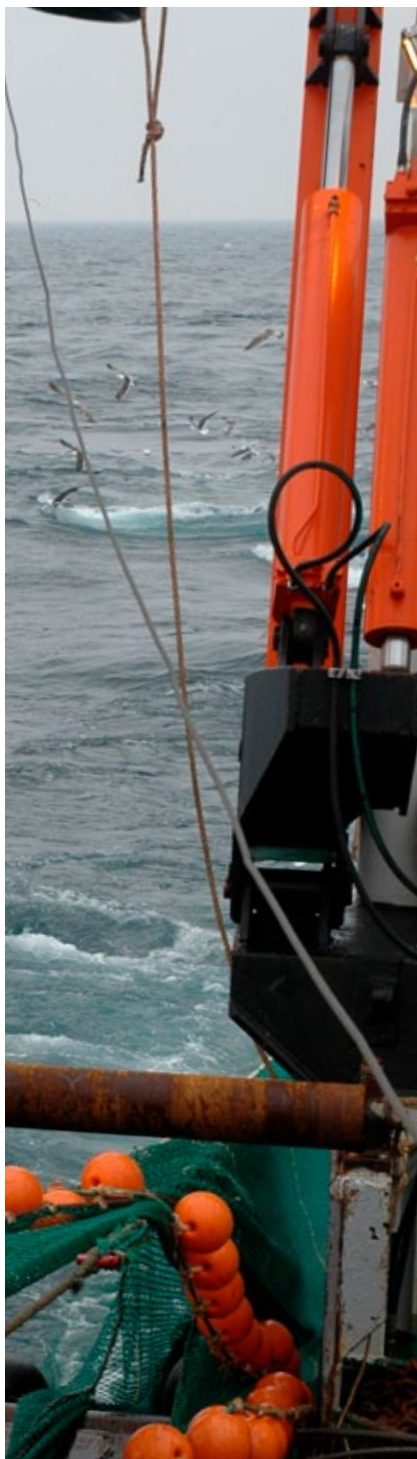
6.2.5 Indikatorene for verdifulle og sårbare områder

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 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. Denne produksjonen er viktig for fisk i hele systemet og spesielt for bunnlevende organsimer i disse områdene. Kartlegging av svampsamfunn og korallrev utført i MAREANO-programmet viser sammenhengen mellom produksjon, innstrømming av atlantisk vann og forekomsten av stor biomasse av bunndyr.

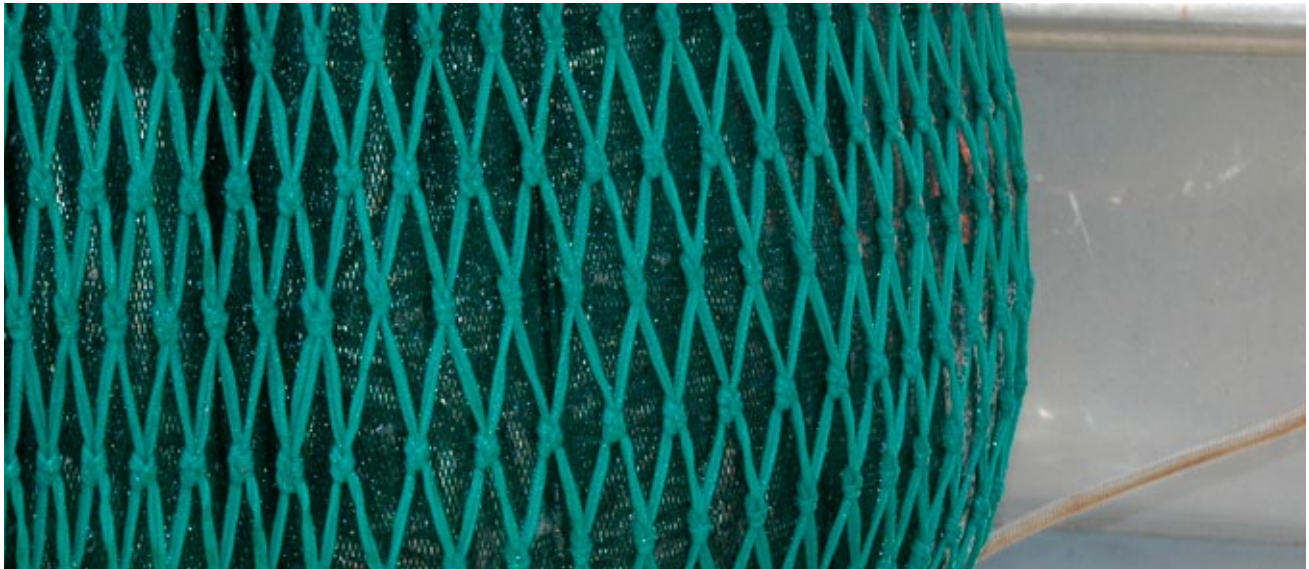
Vurdering av iskanten og polarfronten beskrives best av indikatorene for det fysiske miljø og indikatorer for plankton og beitende fisk, sjøpattedyr og sjøfugl. Den særegne produksjonen ved iskanten og iskantens variasjon gjennom perioden med data viser et spesielt aspekt av sårbarhet, ved at den geografiske 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 dette verdifulle og sårbare området, som også omfatter strandsonen. Svalbard synes å være særlig sårbar forurensning 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



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.

Innen to felt er det et behov for utvikling og dette er analysekapasitet og modellering av resultater. Tradisjonelt er det lettere å samle inn større datamengder enn det 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. Det bør vurderes om ikke analysekapasiteten bør utvides for å kunne følge opp behovet for etablering av tids-serier som kan gi informasjon om utvikling av status.

At de målte verdiene i dag ligger godt innenfor grenseverdier må ikke føre til at behovet for etablering av tids-serier prio-

riteres 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. Det er derfor særdeles nytting 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 kostnadskrevende 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 de siste årene, 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.

Det er et utstrakt samarbeid innen forvaltningsrettet overvåking gjennom Den norsk-russiske fiskerikommisjon og Den norsk-russiske miljøkommisjon. Innenfor miljøkommisjonen er det havmiljøgruppen som står for det koordinerende arbeidet rettet mot Barentshavet. Overvåkingsgruppen har så langt koordinert seg mot disse to kommisjonene ved at leder for sekretariatet samtidig er Havforskningsinstituttets representant i det norsk russiske miljø-samarbeidet, og deltar fast i havmiljøgruppen. Videre deltar forskere som leverer indikatorer regelmessig i samarbeidsmøter mellom norske og russiske forskningsinstitutter, samt enkelte ganger også i fiskerikommisjonen.

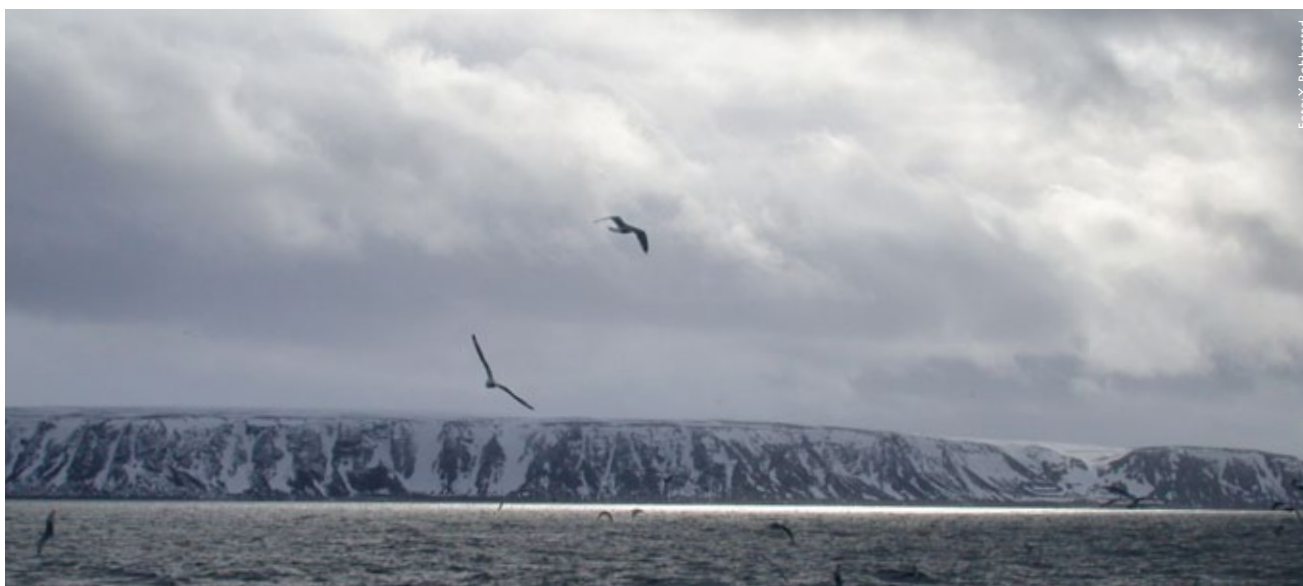


Foto: Y. Robbestad

Overvåkingsgruppen har i dag ikke noe formelt samarbeid med grupper som planlegger de felles norsk-russiske tokt og annen feltaktivitet i Barentshavet, og er avhengig av at gruppens medlemmer har kontakter til slike aktiviteter. En sterkere medvirkning i slik felles tokt- og feltaktivitet med russiske partnere, primært PINRO i Murmansk og SevMorGeo i St.Petersburg, vil gi gode muligheter til å koordinere overvåkingen i hele Barentshavet, bl.a. gjennom den ovenfor nevnte deltagelse på felles planleggingsmøter mellom norsk og russisk side.

Flere av overvåkingsgruppens medlemsinstitusjoner er deltagere på slike felles norsk — russiske tokt, og dette gir god mulighet for koordinert aktivitet mellom Norge og Russland innen flere fagfelt.

To av prosjektene under havmiljøgruppen i det 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. Samordningen av dette prosjektet med overvåkingsgruppens arbeid 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. Prosjektet er i 2009-2010 inne i en mellomfase

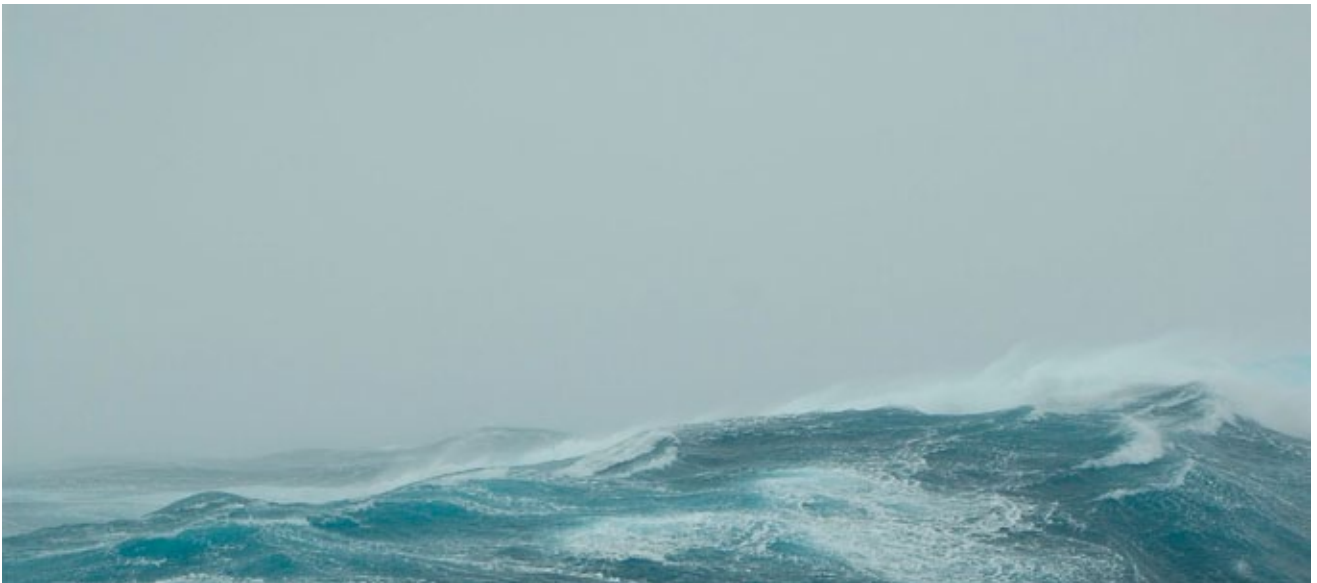
der det skal elveres sluttrapport, men det vil bli arbeidet for å få til en videreføring av dette nettverket fra 2011 da det fra overvåkingsgruppens side vurderes som et viktig middel for å få etablert en god indikator for bunnlevende organsimer.

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 indikatorene som er tatt i bruk alle er tilstands- 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.

Overvåkingsgruppen arrangerte i begynnelsen av januar 2010 et arbeidsseminar om utvikling av nye indikatorer. En fylldig rapport fra seminaret vil bli presentert 1. april.



Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif, tidligere SFT) har fått i oppdrag å legge inn formidling av resultater og indikatorer fra arbeidet med oppfølging av forvaltningsplanen for Barentshavet i nettportalen Miljøstatus Norge (miljostatus.no). Overvåkingsgruppen utformet i 2007 et eget prosjekt for formidling av resultater, og avventet i 2008 resultatene fra Klifs prosjekt før det ble satt i gang videre arbeid med nettbasert formidling av resultater.

Overvåkingsgruppen presenterer i 2010 en forkortet versjon av rapporten og denne vil bli gjort tilgjengelig for presentasjon på Miljøstatus Norge. Rapporten legges frem på Havforskningsinstituttet sine nettsider med kobling til utskriftsvennlige sider i pdf-format. Miljøstatus Norge vil så hente ut materiale til redaksjonell bearbeiding og presentere dette.

Arbeidet i Miljøstatus Norge har vært presentert for overvåkingsgruppen og formatet for presentasjonen er godkjent av gruppen. Videre har Miljøstatus Norge sendt forslag til presentasjon basert på rap-

porteringen i 2009 til godkjenning hos de enkelte bidragsytere. Miljøstatus Norge vil ha presentasjoner av resultater for 2010 ferdig kort tid etter at overvåkingsgruppens rapport er lagt ut på Havforskningsinstituttets nettsider.

Det er overvåkingsgruppens mål å få til et tettere samarbeid om presentasjon av resultater, ved at representanter fra Miljøstatus Norge møter i overvåkingsgruppen samtidig som arbeidet i sekretariatet styrkes med deltagelse fra Havforskningsinstituttets avdeling for samfunnskontakt og kommunikasjon.



Kapittel 7

Referanser

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: xii+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 (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., Roseland, 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. SEAPOPOP 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. SEAPOPOP. 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., Klungsoyr, J., Leknes, H., Miljeteig, C., Måge, A., Rolfnes, B.E., Savinova, T., Schlabach, M., Skaare, B.B., Valdersnes, 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: SEAPOPOP 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: SEAPOPOP 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., Klungsoyr, 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., Ulanowicz (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., Sydnes, 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 "sårbare 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.

Rigét, 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., Vavrinc, 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 murre 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.pocean.2006.10.003. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V7B-4MBC4WG-1/2/2b237f6b5f65eaebl47cffe0e6f9388>
- 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.