

Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen 2008



Fisken og havet, særnummer 1 b-2008

Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen 2008

Redaktører:
Knut Sunnanå og Maria Fossheim

Utarbeidet i samarbeid mellom

Havforskningsinstituttet
Norsk Polarinstitutt
NIVA - Norsk institutt for vannforskning
NINA - Norsk institutt for naturforskning
Akvaplan-niva
Statens Strålevern
NIFES - Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning
NILU - Norsk institutt for luftforskning
ARCTOS-nettverket
Artsdatabanken
Direktoratet for naturforvaltning
Fiskeridirektoratet
Forsvarets forskningsinstitutt
Kystverket
Meteorologisk institutt
Norges geologiske undersøkelse
Oljedirektoratet
Petroleumstilsynet
Statens forurensningstilsyn
Sjøfartsdirektoratet
Veterinærinstituttet

www.imr.no

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet 1. mars 2008, justert 14. mars 2008

Grafisk form og produksjon: Havforskningsinstituttet

Innhold	5
Forord	7
Sammendrag	8

1. Innledning

1.1	Helhetlig forvaltning av det marine miljø	9
1.1.1	Økosystembasert forvaltning	9
1.1.2	Indikatorer og måloppnåelse	9
1.1.3	Menneskelig påvirkning	10
1.1.4	Biologisk mangfold	10

2. Økosystembasert forvaltning

2.1	En definisjon av begrepet og hva det innebærer for overvåkingsgruppa	
2.1.1	En praktisk tilnærming til økosystembasert forvaltning	11
2.1.2	Forvaltningshjulet	12
2.1	Overvåkingsgruppas bidrag til økosystembasert forvaltning	13
2.2.1	Overvåkingsgruppas årlige rapport og status for indikatorene	13
2.2.2	Overvåkingsgruppas vurdering av overvåkingsprogrammet	13

3. Beskrivelse av havområdet

3.1	Økosystemet	
3.1.1	Geografi	14
3.1.2	Hydrografi	15
3.1.3	Biologi	15
3.2	Verdifulle og sårbare områder	
3.2.1	Forvaltning og klima	17
3.2	Forurensing	19

4. Status for indikatorer

4.1	Havklima	
4.1.1	Isutbredelse i Barentshavet	20
4.1.2	Temperatur, saltholdighet og næringssalter i faste snitt	22
4.1.3	Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet	25
4.2	Iskanten	
4.2.1	Planteplankton: Biomasse og produksjon ved iskanten	15
4.3	Planteplankton	
4.3.1	Plankton uttrykt som mengde klorofyll <i>a</i>	30
4.4	Dyreplankton	
4.4.1	Dyreplanktonbiomasse	31
4.4.2	Dyreplankton: Artssammensetning	33
4.5	Fiskebestander det ikke fiskes på	
4.5.1	Biomasse og utbredelse av ungsild	34
4.5.2	Biomasse og utbredelse av kolmule	34

4.6	Fiskebestander det fiskes på	
4.6.1	Gytebestand hos torsk	36
4.6.2	Gytebestand hos lodde	37
4.6.3	Gytebestand hos blåkkeite	38
4.6.4	Gytebestand hos vanlig uer	39
4.6.5	Gytebestand hos snabeluer	40
4.7	Bunnlevende organismer	
4.7.1	Artssammensetning og mangde av bunndyr og fisk i forskningstrål..	41
4.7.2	Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn	42
4.7.3	Forekomst av kongekrabbe	44
4.8	Sjøfugl og sjøpattedyr	
4.8.1	Sjøfugl	46
4.8.2	Romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn	52
4.8.3	Bifangst av nise	53
4.9	Fremmede arter	
4.9.1	Fremmede arter	55
4.9.2	Kongekrabbe	55
4.9.3	Snøkrabbe	55
4.10	Sårbare og truede arter	
4.10.1	Rødlistearter	57
4.11	Forurensende stoffer	
4.11.1	Forurensing i isbjørn	58
4.11.2	Forurensing i ringsel	60
4.11.3	Forurensing i polarlomvi	61
4.11.4	Forurensing i fisk og reker	61
4.11.5	Forurensing i kysttorsk	64
4.11.6	Forurensing i blåskjell	61
4.11.7	Forurensing i sedimenter	66
4.11.8	Søppel langs kysten	72
4.11.9	Radioaktivitet	73
4.11.10	Tilførsler - Atmosfæriske tilførsler	77
4.11.11	Tilførsler - Elvetilførsler	78
5. Evaluering		
5.1	Metode og prosess	80
5.2	Evaluering av tilstanden i økosystemet	81
5.3	Grunnlaget for evaluering av økosystemet: De enkelte indikatorene	82
5.3.1	Indikatorer for det fysiske miljø	82
5.3.2	Indikatorer for plankton	82
5.3.3	Indikatorer for fisk	83
5.3.4	Indikatorer for bunndyr	83
5.3.5	Indikatorer for sjøfugl	84
5.3.6	Indikatorer for sjøpattedyr	84
5.3.7	Indikatorer for fremmede arter	85
5.3.8	Indikatorer for sårbare og truede arter	85
5.3.9	Indikatorer for forurensing	85
5.4	Evaluering av det indikatorbaserte overvåkingssystemet	86
5.4.1	Vurdering av indikatorer for verdifulle og sårbare områder	87
6. Videre arbeid		
6.1.	Nye indikatorer	90
6.2.	Kommentar til tolking av overvåkingsdata	91
6.3	Kunnskapsformidling	93
7. Referanser		94

Forvaltningsplan Barentshavet - rapport fra overvåkingsgruppen, mars 2008

Oppfølgingen av Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) er i godt gjenge. Den rådgivende gruppe for overvåking av Barentshavet og områdene utenfor Lofoten (Overvåkingsgruppen), sammen med de andre fora som er oppnevnt av den interdepartementale styringsgruppen, er kommet godt i gang med sitt arbeid. Overvåkingsgruppen ledes av Havforskningsinstituttet og sekretariatet i Tromsø har for tiden to ansatte.

Overvåkingsgruppen er bredt sammensatt med deltakelse fra relevante direktorater/tilsyn og offentlige institusjoner, og etter behov andre med forsknings- og overvåkingsvirksomhet i området. Følgende institusjoner er medlemmer i gruppen og deltar i arbeidet eller mottar informasjon fra gruppens arbeid: ARC-TOS-nettverket, Akvaplan-niva, 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, Statens forurensningstilsyn, Statens Strålevern, Sjøfartsdirektoratet og Veterinærinstituttet. Faglig forum har også fast representasjon i gruppen.

Årets rapport legger vekt på å presentere de indikatorene forvaltningsplanen gir som viktige elementer i overvåkingssystemet for miljøkvalitet. Rapporten vurderer også hvordan indikatorene fungerer i forhold til å overvåke havområdet. I tillegg gir årets rapport å en evaluering av økosystemets funksjon og tilstand. Overvåkingsgruppens rapport sendes til den interdepartementale styringsgruppen ved Miljøverndepartementet med kopi til Fiskeri- og kystdepartementet, samt til Faglig forum. Rapporten er offentlig tilgjengelig fra 3. mars 2008.

Gruppen har hatt en rekke møter og rapporten har vært vurdert av gruppen i plenum. Innholdet gjenspeiler oppfatningen til medlemmene i gruppen. De faglige elementene i kapittel 4 er de enkelte forfatteres ansvar og i denne delen av rapporten er derfor forfatterne angitt. I resten av rapporten er står gruppen som som forfatter, med sekretariatet som redaktører.

Tromsø, 1. mars 2008

Knut Sunnanå og Maria Fossheim

Arbeidet med oppfølging av Stortingsmeldingen om "Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan)" er nå inne i sitt andre år og Overvåkingsgruppen har fokusert på å gi en beskrivelse av økosystemet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Dette området regnes som et av de rikeste, reineste og mest produktive havområder i verden. Samtidig er det også påvirket av menneskelige aktiviteter og klimaendringer.

Overvåking av økosystemet er en stor utfordring, og utvikling av et godt faglig grunnlag i indikatorene for tilstand i dette økosystemet har vært hovedsaken for arbeidet, som har ført frem til årets rapport. Utvikling av egnede indikatorer, basert på utvalget i forvaltningsplanen, er avgjørende for om kunnskapen kan presenteres for forvaltningen på en slik måte at beslutninger kan tas basert på en økosystemtilnærming. For at en skal komme i mål med å få alle indikatorene etablert, må det i tillegg til en utvikling av selve indikatorene også etableres ny overvåking, som kan gi bedre informasjon til indikatorene.

Internasjonalt er begrepet "økosystembasert forvaltning" blitt brukt i mange år. Overvåkingsgruppen har forsøkt å gi begrepet et konkret innhold som skal leve opp til fremtidens behov for kunnskap til forvaltning av havene. Økosystemet i Barentshavet og ved Svalbard er et komplekst økosystem med næringsnett der strømmen av biomasse kan skifte alt etter variasjoner i det fysiske miljø og svingninger i dominerende biomasse. Systemet er artsrikt, for det meste bunnlevende arter, men også et stort antall pelagiske arter.

Det kan observeres en klar økning i temperaturen i vannmassene i Barentshavet gjennom en lengre periode, noe som blant annet gir seg utslag i store endringer i isdekket. Det observeres også at arter av fisk som ellers forbindes med en sørligere utbredelse blir observert i betydelige mengder i Barentshavet. Modellering av samlet primærproduksjon gjennom året viser at denne i hovedsak skjer i de varme, sørvestlige deler av Barentshavet, for så å bli transportert videre inn i Barentshavet via beiting av dyreplankton og videre oppover i næringskjedene.

Det observeres endringer i mengden av fisk, som for eksempel torsk og lodde, uten at grunnene til dette er fullt ut kjent. Sammenhengene er heller ikke klare, hverken innbyrdes eller i forhold til det fysiske miljø. Likevel er det grunn til å peke på at mengden av ung kolmule og sild er i nedgang i vest, mens det kan observeres en økning i lodde og ung sild i øst. Dette faller sammen med en betydelig økning av isfritt areal i øst og nord. Torskebestanden har vært utsatt for et stort overfiske, og gytebestanden er avtagende, men over langtidsgjennomsnittet. Bestandene av uer (vanlig uer og snabeluer) er fortsatt på et lavt nivå.

Fordelingen av sjøpattedyr synes å være knyttet til byttedyr: knølhval, vågehval og finnhval finnes i områder med gytemoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen knyttes til yngre lodde og kolmule.

Det er ikke grunnlag i indikatorer til å trekke noen slutninger om endringer i biomasse og antall av bunnlevende dyr, men bestanden av kongekrabbe er økende og der bestanden er godt etablert er det endringer i bunndyrsamfunnet

I 2007 var det en betydelig hekkesvikt i mange sjøfuglbestander langs kysten fra Lofoten til Finnmark og flere sjøfuglbestander i dette området har vært i nedgang i lengre tid. Kolonier av sjøfugl er ofte nært knyttet til forekomst av pelagisk fisk og dyreplankton, og endringer i hekkebestander og ungeproduksjon vil derfor gi indikasjoner om endringer i disse bestandene.

Det er generelt lave forurensningsnivåer i området, men fortsatt høye nivåer av stabile organiske miljøgifter (POPer) og kvikksølv, spesielt i høyerestående organismer som isbjørn og sjøfugl. Disse stoffene stammer fra langtransportert forurensning.

Innhold av fremmedstoffer er lavt med hensyn på sjømattrygghet for de utvalgte indikatorene, med mulig unntak av dioksin i torskelever. Målinger i overflatesedimenter viser at det generelt er lave metallkonsentrasjoner av metall, som bly, kobber, krom, kvikksølv og sink, mens arsen har noe varierende nivå. Nivåene for alle metaller er ikke over referansenivået, som er det naturlige bakgrunnsnivået. Nivåene av radioaktiviteten i sedimenter er ganske stabile og har ikke endret seg mye over tid. Nivåene av technesium-99, som ikke er en naturlig nuklid, varierer i prøver fra tang langs kysten og gjenspeiler utslippene fra Sellafield.

De fleste av indikatorene har betydning for ett eller flere av de verdifulle og sårbare områdene som er definert i forvaltningsplanen, spesielt indikatorene for forurensning som vil ha relevans for alle verdifulle og sårbare områder. Det er særlig indikatorer for biomasse av plankton, sjøfugl, fisk og bunndyr som kan si noe om status for økosystemet i kystområdene fra Lofoten via Tromsøflaket til grensen av Russland. Indikatorene for det fysiske miljø og indikatorer for plankton og beitende fisk, sjøpattedyr og sjøfugl forteller mest om tilstanden langs iskanten og polarfronten. Tilstanden langs kysten av Svalbard belyses av flere indikatorer, spesielt sjøfugl og sjøpattedyr.

De fleste av indikatorene er nå på plass og blir rapportert. Systemet synes å gi tilstrekkelig informasjon til å trekke slutninger i samsvar med det som etterspørres i forvaltningsplanen, hvor hver av indikatorene og flere indikatorer i sammenheng skal kunne si noe om økosystemets tilstand og funksjonalitet, og om forvaltningen av ressursene, miljøet og økosystemet er i henhold til oppsatte mål. I denne rapporten er det forsøkt å gi vurderinger av hvordan indikatorene fungerer i henhold til disse kravene, og eventuelt hva som gjenstår av utvikling for å komme dit.

1.1 Helhetlig forvaltning av det marine miljø

Økosystemet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er et av de rikeste, reineste og mest produktive havområder i verden. Men det er sårbart, spesielt for menneskelig påvirkning og klimaendring. Overvåking av økosystemet er en stor utfordring, og koordinering av aktivitet, og evaluering av tilstand og utvikling er prioriterte oppgaver for forvaltningen. Årets rapport fra Rådgivende gruppe for overvåking av Barentshavet setter søkelys på disse utfordringene.

Arbeidet med oppfølging av Stortingsmeldingen om "Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan)" er nå inne i sitt andre år. En lang rekke offentlige organer som arbeider med forvaltning, kontroll og forskning, er involvert. Arbeid i ulike grupper og fora skal lede frem til en revisjon av forvaltningsplanen i løpet av 2010 og kan få stor betydning for den fremtidige bruken av våre marine nordområder.

Det er sagt klart at norsk forvaltning av det marine miljø skal basere seg på vitenskapelige resultater, og at kunnskap om hvordan økosystemet fungerer skal være en viktig basis for en slik forvaltning. Siden midten av 1800-tallet har norske forskere arbeidet på oppdrag fra myndighetene for å gi svar på spørsmål som opptar folk langs kysten. De som lever av havet, har lenge krevd at myndighetene skal sikre at ressursene blir tatt vare på og virksomheten skjer på en måte som gagnar alle.

Norge har et stort mangfold av institusjoner som driver med forskning, kontroll og forvaltning av det marine miljøet, og i de fora og grupper som er satt til å utvikle en helhetlig forvaltning, deltar over tjue. Samarbeid er derfor viktig, og gjensidig respekt og utveksling av faglig kunnskap er avgjørende for å lykkes.

1.1.1 Økosystembasert forvaltning

Internasjonalt er begrepet "økosystembasert forvaltning" blitt brukt i mange år, og man har forsøkt å gi det et innhold som skal leve opp til fremtidens behov for kunnskap til forvaltning av havene. Overvåkingsgruppen, som er ett av foraene som er gitt mandat gjennom forvaltningsplanen for Barentshavet, har sett det som en viktig oppgave å gi begrepet et konkret innhold. Et felles begrepsapparat er nyttig for forskning og forvaltning og skaper grunnlag for et godt samarbeid mellom alle relevante institusjoner.

Overvåkingsgruppens rapport, som gis ut i Havforskningsinstituttets rapportserie *Fisken og havet*, tar i år for seg et eget kapittel om hva "økosystembasert forvaltning" skal være. Stortingsmeldingen "Rent og rikt hav" sier følgende: "Økosystemtilnærming til havforvaltning er en integrert forvaltning av menneskelige aktiviteter basert på økosystemenes dynamikk. Målsetningen er å oppnå bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene og opprettholde deres struktur, virkemåte og produktivitet". Overvåkingsgruppen har prøvd å vise hvordan overvåking og bruk av indikatorer kan gi et godt kunnskapsgrunnlag for forvaltningen.

1.1.2 Indikatorer og måloppnåelse

Overvåking av Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er meget omfattende og har betydning for alle institusjonene som er medlem i overvåkingsgruppen. Forvaltningsplanen legger opp til å bruke et sett av indikatorer som skal gi en samlet beskrivelse av tilstand og utvikling i økosystemet. Siden slike indikatorer representerer et begrenset utvalg av all tilgjengelig kunnskap, er det viktig at utvalget i størst mulig grad gjenspeiler den kunnskapen som er nødvendig. Det er også nødvendig å evaluere indikatorene med jevne mellomrom, slik at de tar opp i seg ny viten. Overvåkingsgruppen mener dette er mulig gjennom et godt samarbeid mellom de institusjoner som er representert i overvåkingsgruppen.

Utvikling av egnede indikatorer, basert på utvalget i forvaltningsplanen, vil være avgjørende for om kunnskapen kan presenteres for forvaltningen på en slik måte at beslutninger kan tas basert på en økosystemtilnærming. Høsting, skipstrafikk, petroleumsvirksomhet og annen bruk av havområdene er i dag gjenstand for aktiv forvaltning. Informasjonen som presenteres i overvåkingsgruppens rapport, skal brukes av Faglig forum, sammen med annen informasjon, for å evaluere måloppnåelse i forvaltningen.

1.1.3 Menneskelig påvirkning

Forvaltningsplanen er spesielt opptatt av verdifulle og sårbare områder og peker på behovet for bedre kunnskap om økosystemet i disse, særlig i forbindelse med økt menneskelig aktivitet. Belastningen er allerede stor pga. fiskerier og skipstrafikk. Forurensning til verdifulle og sårbare områder transporteres med vannstrømmer og luft via de dominerende vindsystemene.

Barentshavet er fortsatt et rent hav, og sjømat herfra er av høy kvalitet. Dyr som lever i tilnytting til is og i svært kalde områder kan være spesielt sårbare for fremmedstoffer. Dyrene må tære på fettlaget for å overleve vinteren og fremmedstoffer i fettvevet blir da tilgjengelig. Noen dyr blir dermed mer sårbare for endringer i økosystemet og kan lett bli dårligere i stand til å klare seg i de ugjestmilde omgivelsene.

1.1.4 Biologisk mangfold

Barentshavets biologiske mangfold er stort, med godt over tre tusen registrerte arter av dyr og alger. De fleste lever på eller i havbunnen. I de frie vannmassene er det mange organismer som er viktig føde for fisk og andre dyr. Barentshavet er i tillegg et meget viktig område for flere av de store hvalartene. Disse dyrene kommer til områder der produksjonen er høy og det er lett å skaffe seg store mengder mat på kort tid. Balansen mellom naturens prosesser og menneskelig aktivitet er sårbar i et område der vi ønsker å høste mat, utvinne olje og gass, drive skipsfart og utvikle turisme.

Overvåkingsgruppen ser årets rapport som et første skritt i retning av å levere et kunnskapsgrunnlag for en økosystembasert forvaltning. Dette innbefatter en hensiktsmessig beskrivelse av økosystemet og dets funksjonalitet samt utvikling av indikatorene slik at ny kunnskap kan etableres gjennom en samlet vurderingsarbeidet frem til dette tidspunkt vil bære preg av at veien i stor grad blir til mens man går.

I St.meld.nr. 8 (2005-2006) – Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan) – er det et sentralt poeng at forvaltningen skal være økosystembasert. Gjennom praktisk forvaltning vil en nå søke å operasjonalisere begrepet økosystembasert forvaltning.

2.1 En definisjon av begrepet og hva det innebærer for overvåkingsgruppa

I stortingsmeldinga finner vi klare mål for en økosystembasert forvaltning, men meldinga inneholder i seg selv ingen klar definisjon av begrepet. For å finne en definisjon som et samlet norsk Storting har gitt sin tilslutning til må en gå til St.meld.nr. 12 (2001-2002) - Rent og rikt hav – som også gir opphavet til modellen for forvaltningen av Barentshavet: *”Regjeringen mener at samordning og koordinering mellom ulike myndigheter må styrkes dersom vi skal nå målsetningen om et rent og rikt hav. Regjeringen legger derfor opp til en helhetlig forvaltning av våre hav- og kystområder basert på en økosystemtilnærming”* (St.meld.nr. 12, 2001-2002).

Gjennom St.meld.nr. 12 (2001-2002) ga Stortinget sin tilslutning til begrepet økosystembasert forvaltning med følgende definisjon:

”Økosystemtilnærming til havforvaltning er en integrert forvaltning av menneskelige aktiviteter basert på økosystemenes dynamikk. Målsetningen er å oppnå bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene og opprettholde deres struktur, virkemåte og produktivitet” (St.meld.nr. 12, 2001-2002).

Målene for forvaltningen som står i St.meld.nr. 8 (2005-2006) bør brukes som presiseringer av denne definisjonen. Det overordnede målet knyttet til produktivitet og biologisk mangfold presiseres i stortingsmeldinga:

”Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal forvaltes slik at mangfoldet av økosystem, naturtyper, arter og gener bevares, og økosystemenes produktivitet opprettholdes. Menneskelig aktivitet i området skal ikke skade økosystemenes funksjon, struktur, produktivitet eller dynamikk” (St.meld.nr. 8, 2005-2006).

2.1.1 En praktisk tilnærming til økosystembasert forvaltning

Begrepet økosystembasert forvaltning har vært i bruk i over 10 år. Internasjonale fag- og forvaltningsmiljø slutter seg til begrepet som en framtidig løsning for å kunne utnytte ressursene på en bedre og mer bærekraftig måte enn tradisjonell forvaltning. Den praktiske tilnærmingen, som innebærer en overgang fra forvaltning av enkeltbestander til

en mer helhetlig forvaltning, er likevel relativt ny, også i internasjonal sammenheng. Selv om det finnes beskrivelser og definisjoner av økosystembasert forvaltning eller økosystemtilnærmingen som det også kalles, er det fortsatt uavklart hva begrepet innebærer i praktisk forvaltning. I en gjennomgang av eksisterende initiativer for økosystembasert havforvaltning, som ble gjort i 2005, ble det konkludert: *”None of the initiatives reviewed has implemented the objectives and/or indicators. Some of the initiatives are currently going through the process of testing and further developing indicators (e.g., ESSIM Initiative, the IOC/COM Indicators project, the Gulf of Maine indicators and the North Sea EcoQOs), but no reports are publicly available. Thus, there is no way to evaluate the success of these initiatives”* (Walmsey 2005).

Litteratur publisert etter 2005 tyder på at situasjonen fortsatt er den samme. En oversiktsartikkel over marin økosystembasert forvaltning publisert i 2007 har for eksempel som hovedfokus hva som bør være mål for en slik forvaltning og ikke hvilke resultater og erfaringer som har vært oppnådd (Leslie og McLeod 2007).

For å få en klarere oppfatning av økosystemtilnærmingen vil en tilnæringsmåte være å drøfte hva som ligger i de elementene som er benyttet i definisjonen av begrepet. Et sentralt element i definisjonen er at det skal være en *”Integrert forvaltning av menneskelige aktiviteter”*. Dette innebærer en samordnet forvaltning mellom forvaltningsmyndigheter/ sektorer og interesser. I dette ligger det et klart budskap om forvaltning ut i fra en helhetlig tankegang. Forvaltningen har tidligere i stor grad vært etter sektorlover og av etater med kulturtradisjoner og *”rettigheter”*. Å endre dette er en utfordring, men det er altså de menneskelige aktivitetene som skal forvaltes, og forvaltningen skal styre disse aktivitetene og effektene av dem i forhold til de mål som settes.

Et annet viktig element er at *”Målsetningen er å oppnå bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene”*. Hva innebærer dette?

I konvensjonen om biologisk mangfold er bærekraftig bruk definert slik:

"bruk av det biologiske mangfolds komponenter på en måte og i et tempo som ikke fører til ødeleggelse av biologisk mangfold på sikt, og derved opprettholder dets potensial til å tilfredsstillere den nåværende og de fremtidige generasjoners behov og forhåpninger (art. 2)" (NOU 2004:28).

Hvordan kan dette brukes i praktisk forvaltning? Et forhold som har vært løftet frem i forbindelse med marin ressursforvaltning er for eksempel dette:

"I forhold til en bærekraftig utvikling vil derfor egenskaper ved biologisk mangfold som representerer viktige økosystemprosesser, være sentrale. Det er nettopp denne typen egenskaper som kan vise oss om vi vedlikeholder økosystemenes evne til å bestå og til å produsere produkter og tjenester for kommende generasjoner. Samtidig er det vanskelig å si hvilke egenskaper ved det biologiske mangfoldet som kommende generasjoner måtte komme til å trenge. Dermed vil bevaring av biologisk mangfold på bred basis, med gener, arter og økosystemer og deres tilknyttede prosesser, være nødvendig for en bærekraftig utvikling" (NOU 2005:05).

Dette understreker behovet for helhetstankegangen som er nevnt ovenfor.

2.1.2 Forvaltningshjulet

De ulike elementene som inngår i en praktisk tilnærming til begrepet økosystembasert forvaltning kan

illustreres i form av en modell av et forvaltningshjul (Fig. 2.1.2.1). Forvaltningshjulet skal illustrere at forvaltningen bør være både dynamisk, med rom for å endre beslutninger. Forvaltningen bør også være adaptiv for å kunne innpasse ny kunnskap som genereres.

Modellen har følgende steg. På basis av best mulig kunnskap gjøres faglige vurderinger og det gis anbefalinger til politikerne, slik at disse skal ha en best mulig basis for sine vedtak om forvaltningen av området. Slike vedtak kan være overordnede retningslinjer, planer, tillatelser til inngrep, pålegg om å utføre miljøforbedringstiltak etc. For å sikre at konsekvensene av menneskelig aktivitet holder seg innenfor økosystemenes bæreevne, må det settes i verk et system av overvåking og miljøkvalitetsmål. Gjennom dette systemet vil det vise seg om kursen eventuelt må endres, om for eksempel aktivitetsnivå må reduseres eller det må gjøres avbøtende tiltak for å ivareta miljøet.

Overvåkingsgruppas viktigste bidrag til økosystembasert forvaltning vil være gjennom en kontinuerlig overvåking for å framskaffe et godt kunnskapsgrunnlag til forvaltninga. Basert på overvåkingsresultater, samt annen framkommet kunnskap, vil en viktig oppgave være å foreta en kontinuerlig evaluering av indikatorene for å vurdere disse opp mot de vedtatte miljømålene i St.meld.nr. 8 (2005-2006). Dette gjøres i samarbeid med Faglig forum.



Figur 2.1.2.1 Forvaltningshjulet illustrerer de ulike elementene som en økosystembasert forvaltningsplan kan inneholde. Ulike deltakere vil kunne plasseres innefor sirkelen.

2.2 Overvåkingsgruppas bidrag til økosystembasert forvaltning

Helhetlige vurderinger av miljøtilstand og påvirkning er sentralt. En kan skille mellom to typer helhetsvurderinger. 1) Den ene typen er kontinuerlige vurderinger som gjøres basert på et oppsatt overvåkingsprogram, slik som for eksempel Overvåkingsgruppas årlige rapport. 2) Den andre typen er helhetsvurderinger av selve overvåkingsprogrammet. Begge typer vurderinger inngår i forvaltningshjulet (Fig. 2.1.2.1).

2.2.1 Overvåkingsgruppas årlige rapport og status for indikatorene

Overvåkingsgruppa bør etterstrebe å benytte overvåkingsresultater inn mot en helhetsvurdering og ikke separate vurderinger av ulike deler av økosystemet. Det betyr at en i størst mulig grad bør vurdere den samlede påvirkningen av ulike faktorer på økosystemet. Rent konkret betyr det at ulike indikatorer som representerer påvirkning, i størst mulig grad bør ses i sammenheng med hverandre. Det er verd å merke seg at indikatorer som måler effekt av en påvirkning også kan representere en (indirekte) påvirkning på andre deler av økosystemet. Momenter som bør klargjøres:

- Hvilke indikatorer som er indikatorer for direkte påvirkninger (de fleste av de abiotiske);
- Hvilke indikatorer som er direkte indikatorer på tilstand (de biotiske);
- Hvordan indikatorer for tilstand (biotiske) representerer indirekte påvirkning på andre deler av økosystemet;
- Hvilke indikatorer (dersom de finnes) som er indikatorer for effekter av påvirkninger.

Det er i det videre arbeidet nødvendig at det blant annet:

- Gjøres en nærmere beskrivelse av hvordan påvirkningsindikatorerne og tilstandsindikatorerne skal ses i sammenheng;

- Gjøres en nærmere vurdering av hvordan de forskjellige indikatorene skal brukes for å rapportere tilstanden i Barentshavet;
- Der det er mulig, også settes terskelverdier for når utviklingen ikke tilfredsstiller de krav som settes til en bærekraftig bruk av Barentshavet.

Her vil for eksempel noen indikatorer si noe om økosystemenes struktur og virkemåte er opprettholdt, mens andre indikatorer vil si noe om mangfoldet av økosystem, naturtyper, arter og gener bevares, og atter andre vil si noe om økosystemenes produktivitet opprettholdes. Til sammen skal dette utgjøre kunnskapsgrunnlaget for en økosystembasert forvaltning.

2.2.2 Overvåkingsgruppas vurdering av overvåkingsprogrammet

Overvåkingsgruppa må løpende vurdere om det eksisterende settet av indikatorer er tilstrekkelig for å foreta helhetsvurderinger. Det bør også vurderes om indikatorene fanger opp effekter som spres i økosystemet eller opptrer på andre steder enn de som overvåkes. Her er det verd å merke seg at de fleste indikatorene måler tilstand.

Andre viktige spørsmål i det videre arbeidet er dessuten:

- Er det behov for indikatorer som er tettere på det vi antar er viktige prosesser i økosystemet?
- Kan en utarbeide retningslinjer for hvordan man skal vurdere de ulike indikatorene samlet sett – for å kunne vurdere den overordnede miljøstatustusen for Barentshavet – som følge av samlet påvirkning?

Økosystemet i Barentshavet avgrenses i vest av Norskehavet og i øst av Novaya Semlja. Det ligger på kontinentalsokkelen mellom 70°N og 82°N, fra norskekysten i sør til kanten mot Polhavet i nord og dekker havområdene rundt Svalbard og utenfor Lofoten. Arealet er ca 1.6 mill km². Gjennomsnittlig dybde er på ca 230m og varierer fra store grunnområder med ca 100 m til dype renner på ca 400 m. Økosystemet er påvirket av at kaldt vann fra Polhavet møter varmt vann fra Atlanterhavet og norskekysten. Området der disse vannmassene møtes, kalles polarfronten. Strømsystemene i Barentshavet er styrt av topografien på bunnen, der dype renner og bankområder danner løp og barrierer for vannmassene (Figur 3.1.1). Hvert sekund strømmer ca 2 millioner tonn varmt vann inn i Barentshavet fra sør. Variasjoner i temperatur og mengde, gjennom året og fra år til år, bestemmer store deler av variasjonene i økosystemet. Nedenfor er geografien og økosystemet i Barentshavet beskrevet nærmere.

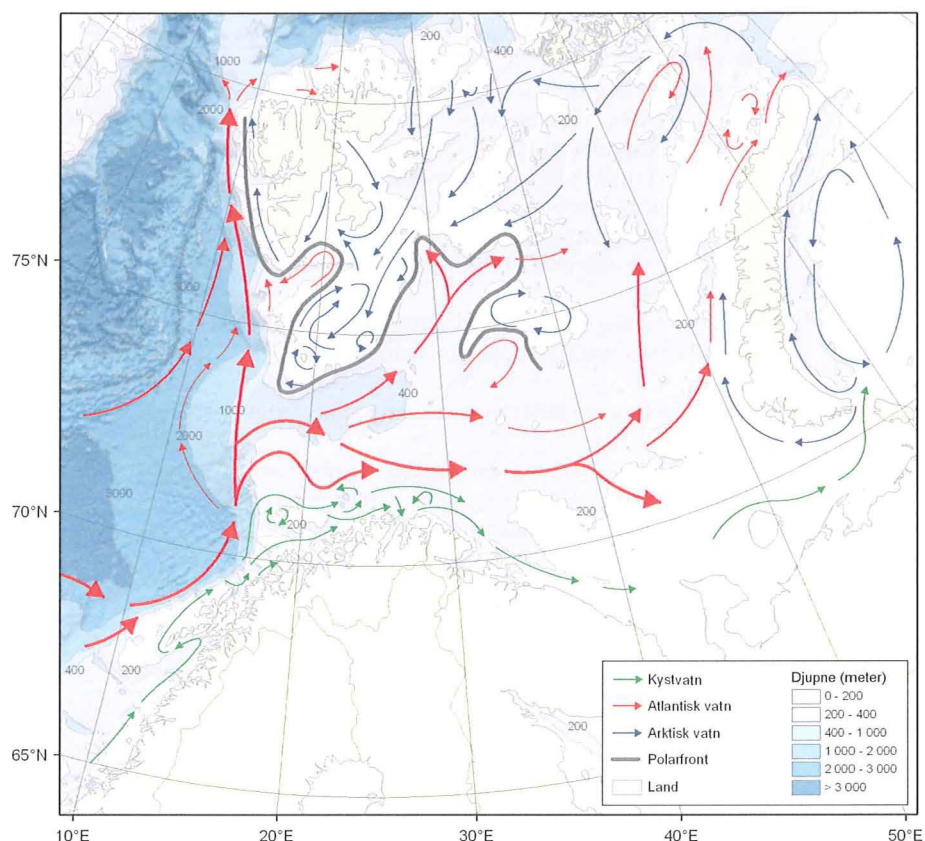
3.1 Økosystemet

3.1.1 Geografi

Under siste istid dekket isen hele det området vi i dag kaller Barentshavet. Isen var forankret i landstrukturer, men hadde sterke is-strømmer ut fra breer på land som har gravd ut flere av de dype rennene i Barentshavet. Dette har bl.a. ført til at de dypeste områdene i Barentshavet er i vest der Bjørnøyrenna går utover kanten mot Norskehavet. Topografien i Barentshavet er dermed forskjellig i vest, som utgjør den norske delen av Barentshavet, og i øst som utgjør den russiske delen. I den vestlige delen utgjør Sval-

bard en barriere for vannmassene, mens vi i øst har et stort bassengområde med grunnere bankområder. Områdene i sørøst ved utløpet fra Kvitsjøen er særlig grunne og har helt andre økologiske forhold enn i de vestlige områdene. Dette skyldes blant annet at det er flere større elver i Russland enn i Norge, men også det forhold at de store strømsystemene setter opp en hovedsirkulasjon som går mot klokkeretningen.

Den geografiske dimensjon i Barentshavet er av stor betydning for produksjonen og fordelingen av bio-



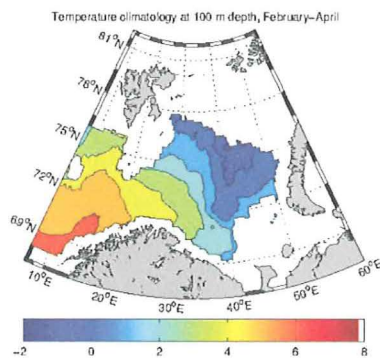
Figur 3.1.1 De viktigste trekkene ved sirkulasjon og dybdeforhold i Barentshavet (Fra Havets ressurser og miljø, Fisken og havet, sernummer 1 – 2007)

massen. Vi kan dele Barentshavet inn i tre soner¹) Områder som alltid er isfrie, 2) Områder som er isdekket om vinteren og isfrie om sommeren og 3) Områder som alltid er isdekket. Iskanten befinner seg i område 2 og vil flytte seg gjennom året avhengig av om isen fryser til eller smelter. Når iskanten trekker seg nordover om våren og sommeren skjer det en produksjon av planteplankton i det smeltevannsstabiliserte området som gir grunnlag for beiting fra sjøpattedyr, sjøfugl og viktige fiskeslag. (Figur 3.1.1.1 og 3.1.1.2). Dette iskantsamfunnet er av svært stor betydning for produksjonen i Barentshavet, og særlig for den høyarktiske næringskjeden som blant annet inkluderer hvalross og isbjørn.

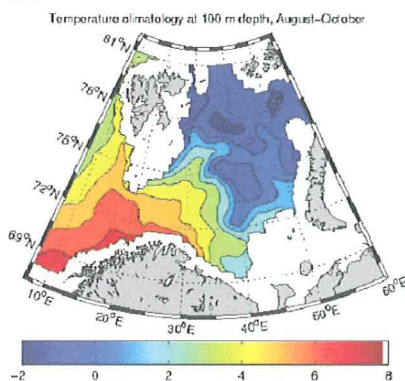
3.1.2 Hydrografi

Siden innstrømmingen av atlantisk vann og kystvann i sørvestskjer hovedsakelig gjennom åpningen mellom Bjørnøya og norskekysten, blir strømmen østover i Barentshavet smal og sterk. Lengre øst brer disse vannmassene seg utover og avkjøles gradvis inntil de forlater Barentshavet gjennom åpninger mellom store og små øyer i øst og nord. Sentralbanken, som ligger omtrent midt i Barentshavet, splitter de innstrømmende vannmassene og noe av det varme vannet strømmer nordover i Hopen dypet.

Kalde og ferskere vannmasser fra Polhavet strømmer sørover i Barentshavet fra innløp mellom øyene



Figur 3.1.1.1 Gjennomsnittlig vintertemperatur i Barentshavet ved 100m dyp. Observasjoner i februar – april i perioden 1977 – 1979. Polarfronten er skarpe hvert enkelt år, men blir spredd i gjennomsnitt.



Figur 3.1.1.2 Gjennomsnittlig sommertemperatur i Barentshavet ved 100m dyp. Observasjoner i august – oktober i perioden 1977 – 1979. Polarfronten er skarpe hvert enkelt år, men blir spredd i gjennomsnitt.

i nord. Disse strømmene er svakere enn de varme. Siden sirkulasjonen er mot klokkeretningen vil de kalde strømmene gå mot vest over de nordlige bankområdene og så videre sørover langs østkysten av Svalbard. Disse kalde vannmassene strømmer så over Spitsbergenbanken og Bjørnøyplatået og oppover langs vestkysten av Svalbard. Her fortsetter de parallelt med den vestlige greinen av atlantehavsvannet som danner vestgrensen for Barentshavet.

Skillet mellom de varme og de kalde vannmassene utgjør det vi kaller polarfronten. Denne sonen er relativt smal og veldefinert i vest, mens den brer seg over et betydelig større areal og har stor variasjon fra år til år i sentrale, østlige og nordlige områder. Der disse vannmassene møtes danner det seg strømvirvler, og dypere vannmasser virvles opp til overflaten. Dette fører til at næringssalter transporteres opp til overflaten og bidrar til økt produksjon.

3.1.3 Biologi

Det meste av energi som tas opp av fisk og andre dyr som lever i dette økosystemet er biomasse produsert i Barentshavet fra planteplankton i de øvre vannlagene. I tillegg kommer det biomasse inn i Barentshavet med havstrømmene. Når en trekker fra den energien som havets planter (algene – planteplankton) bruker selv til å vedlikeholde sin egen biomasse, så er det ca 400 millioner tonn biomasse tilgjengelig i Barentshavet gjennom året. Denne biomassen er basis for alle næringskjedene i økosystemet.

Næringskjedene i Barentshavet beskrives ofte som relativt enkle og korte, særlig de som omfatter nøkkelarter som lodde, ungsild og polartorsk. Disse artene har høy biomasse og blir beitet av torsk, huse, sel og hval. I perioder og områder der disse nøkkelartene ikke er dominerende utvikler det seg et mer komplekst næringsnett. Ca 80 % av tilgjengelig biomasse finner veien til organismer som lever på, og nede i, bunnen av Barentshavet og som kalles bunndyr (benthos). Det resterende blir mat for dyrep plankton og deretter planktonspisende fisk. Mindre enn 1 % av tilgjengelig biomasse blir mat for de artene som utgjør den største delen av fisket i Barentshavet, og for sjøpattedyr og sjøfugl.

Det finnes nær to hundre fiskearter i Barentshavet, mens det er identifisert rundt tre tusen arter av virvelløse bunndyr. Bunndyrene omsetter en biomasse på ca 300 millioner tonn hvert år og havbunnen er derfor en svært viktig del av økosystemet i Barentshavet. Endringer i bunndyrsamfunnetes sammensetning og mengde kan derfor potensielt få dramatiske konsekvenser for den fiskbare biomassen, og vår kunnskap om disse sammenhengene er mangelfull.

I Barentshavet hekker ca. 8 millioner par sjøfugl (17 arter), og når den ikke-hekkende delen av bestanden inkluderes, representerer dette ca. 26 millioner individer. Av disse hekker ca. 3 millioner par langs norskekysten nord for polarsirkelen, og de resterende 5 millioner på Svalbard, Franz Josef Land, Novaya Zemlya og den russiske fastlandskysten. Sjøfuglene i Barentshavet konsumerer årlig mer enn 1 million tonn av den marine produksjonen, i hovedsak likt fordelt mellom fisk og andre smådyr.

3.2 Verdifulle og sårbare områder

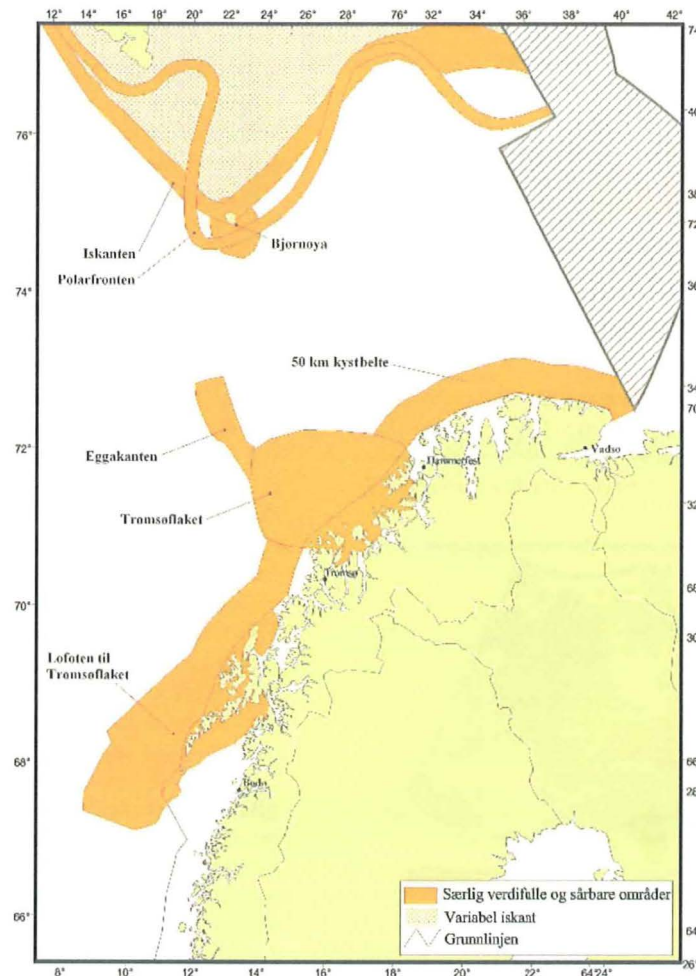
Noen områder i Barentshavet peker seg ut som særlig verdifulle og sårbare i miljø- og ressursammenheng. Dette er områder som ut fra en naturfaglig vurdering har vesentlig betydning for økosystemets struktur, funksjon, biologisk mangfold og produksjon. Mulige skade-virkninger kan få langvarige eller irreversible konsekvenser. Store deler av det biologiske mangfoldet, spesielt bunndyrsamfunnene, er ennå ikke kartlagt.

De verdifulle og sårbare områdene som er omtalt i Forvaltningsplanen er tre kystområder langs Norge – Lofoten, Tromsøflaket og kysten videre østover, to åpne havområder - iskanten og området ved

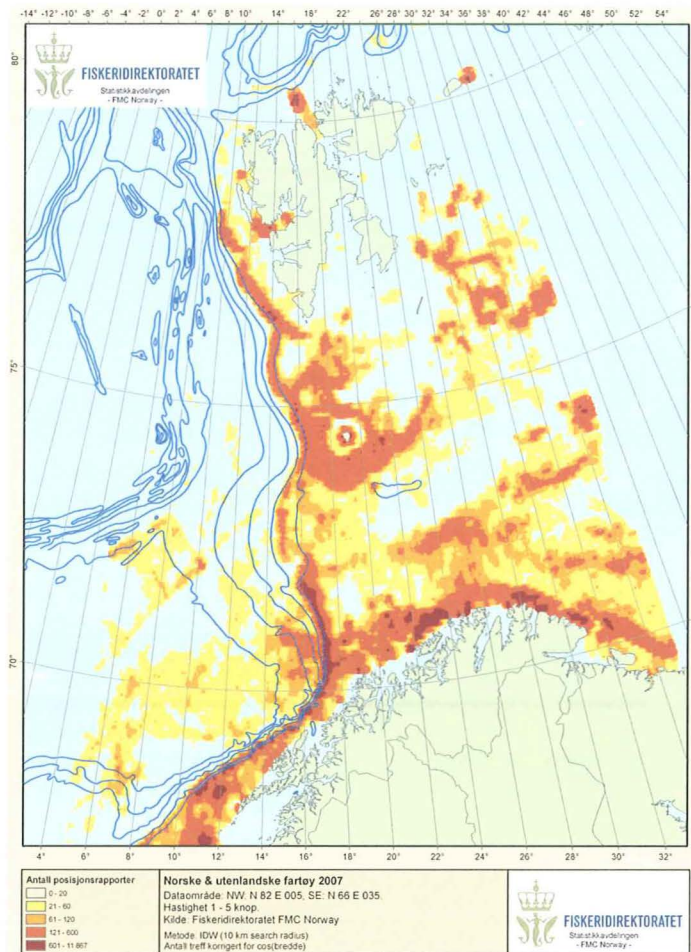
polarfronten og kystområdene utenfor Svalbard (Figur 3.2.1).

Topografien har stor betydning for fordeling av innstrømmende vannmasser i sør og vest og mye av produksjonen som synker ned til bunnen i disse områdene er begrenset til visse geografiske områder. Disse områdene er derfor viktige, og de kan være sårbare for menneskelige påvirkninger, samtidig som de ofte gir opphav til rike fiskerier. Vi finner de viktigste fiskefeltene i vest og sør der det varme vannet strømmer inn langs norskekysten og østover mot den russiske kysten (Figur 3.2.2). Dette er i vannmasser som er isfrie hele året, med høy produksjon. I perioder er havet isfritt hele året langs store deler av den russiske kysten, og det kan da være gyting av torsk langt mot øst. Også lodde og sild benytter disse vannmassene til å gi larver og yngel gode oppvekstvilkår. I disse områdene er det rike forekomster av bunndyr. Særlig viktig er lokale forekomster av svamper, koraller og andre større, fastsittende organismer. Siden den varme strømmen også har en vestlig del som strømmer nordover langs kanten ut mot Norskehavet i vest, er også dette et viktig område for mange fiskeslag. Hyse, uer og blåkveite benytter dette området til å ynkle, og ungsild og kolmule beiter her store deler av året. I sum utgjør produksjonen i disse varme områdene den vesentligste delen av den totale produksjonen i Barentshavet. Kyst- og fjordområdene langs kysten i sør bidrar også til økosystemet i Barentshavet, men mye av produksjonen i disse områdene har en lokal sirkulasjon og influerer derfor lite på energi-omsetningen i Barentshavet.

Områdene som er dekket av is i deler av året faller i stor grad sammen med polarfronten, selv om også arktiske vannmasser er fri for is korte deler av året. Når isen smelter og trekker seg mot nord og øst utover sommeren, skjer det en høy produksjon i denne sonen



Figur 3.2.1 Særlig verdifulle og sårbare områder i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (Fra St.meld. nr. 8 (2005 – 2006))



Figur 3.2.2 Antall posisjoner fra norske og utenlandske fiskefartøy over 24 meter med en hastighet på mellom 1 og 5 knop i 2007. Norske fiskefartøy spores i hele området, mens data fra utenlandske fiskefartøy bare refererer seg til norsk økonomisk sone. Data innenfor grunnlinjen (inkludert Vestfjorden) er ikke inkludert.

og mange arter beiter i området. For lodde er dette det viktigste beiteområdet gjennom året, og det kan bygges opp en betydelig biomasse i år med høy produksjon. Også sel og hval beiter i disse områdene i perioder med høy produksjon, men særlig hval vil nok for det meste holde seg i eller nær de varmere vannmassene. Store deler av produksjonen synker også her til bunns, torskeyngel bunnslår seg i dette området og beiter i stor grad på bunnlevende organismer. Overlevelsen for yngel og andre mindre organismer kan være høy, siden større fisk ofte trekker ut av området i kalde perioder med mye is.

I områdene med arktisk vann ligger isen mesteparten av året utenom i høstmånedene. Disse områdene er preget av lavere produksjon som gjerne er knyttet til isflora og -fauna. Her vil fisk gyte under isen og yngel beiter på produksjonen under isen og i iskanten. Polartorsk er en viktig art i dette området, men store forekomster av frittstående krepsdyr og snegl finnes også, selv om mengdene ikke kan sammenlignes med de andre områdene. Noen sjøpattedyr, som ringsel og isbjørn, har i tillegg spesialisert seg på islagte farvann. Slike områder omfatter også kystfarvann på Svalbard og russiske øyer i nord og øst, mens langs Vest-Spitsbergen kan det varme vannet nå helt inn til kysten og inn i fjordene om sommeren.

Barentshavet preges av vårens iskantoppblomstring av alger. Allikevel er det slik at den største produksjonen av planteplankton gjennom året skjer i de vannmasser som aldri er islagt. Biomassen som genereres i disse vannmassene beites av dyre-

plankton, fisk, sjøpattedyr og sjøfugl og forflytter seg gradvis innover i Barentshavet med havstrømmene. Dermed vil ansamlingen av biomasse, både i vannmassene og på bunnen, i stor grad følge topografien i Barentshavet og fiskebanker, dyprenner og bankskråninger er områder som gir opphav til gode sesongmessige fiskerier. I noen områder er det sterk nedsynking av biomasse som gir opphav til et rikt dyreliv på havbunnen. I slike områder vil også luftbåren forurensing kunne transporteres ned mot bunnen og inn i de marine næringskjedene.

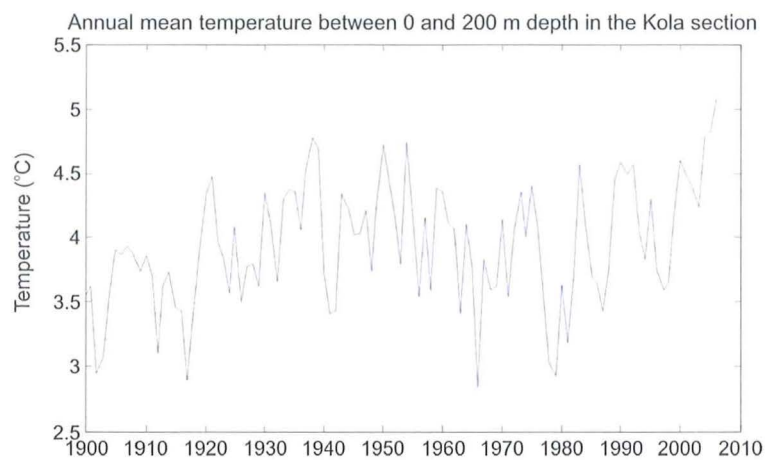
3.2.1 Forvaltning og klima

Det er kjent at forekomster av frittstående og bunnlevende kommersielle fiskeslag varierer over år. Men også bunnlevende organismer har store variasjoner i sin utbredelse over tid. Denne biomassen utgjør en betydelig del av næringsgrunnlaget for kommersielle fiskeslag, og en god beskrivelse av utbredelse og mengde er derfor viktig. Enda viktigere blir en god oversikt over geografisk utbredelse, produksjon og mengde når mer komplekse modeller over økologien i Barentshavet skal lages.

Sjøpattedyr og sjøfugl er i en særstilling i økosystemet ved at de er varmblodige. De konsumerer to til tre ganger så mye biomasse som det vi fisker i Barentshavet. Dersom temperaturen fortsetter å øke vil disse dyregruppene kunne få endrede livsvilkår. Alle andre dyr og fisk som finnes i økosystemet er kaldblodige, som betyr at de har samme temperatur i kroppen som i vannet. Kaldblodige dyr har høyere energiforbruk når temperaturen øker, og de søker

derfor ofte til kaldt vann i perioder der det er lite mat i systemet, for eksempel om vinteren. Ved en temperaturokning (Fig 3.2.1.1) vil derfor den høstbare biomasse faktisk kunne avta, dersom ikke en større del av produksjonen blir tilgjengelig som mat for disse artene. I dette ligger en stor utfordring med

hensyn til å forstå de grunnleggende prinsipper for hvordan økosystemet fungerer, fordi vi må forvente store endringer av klimaet i fremtiden og vi har en forventning om å kunne høste mat fra havet i all fremtid.



Figur 3.2.1.1 Gjennomsnittlig årlig temperatur fra 0 til 200m i Kolasnittet, stasjon 3-7 (Fra Joint PINRO/IMR report on the state of the Barents sea ecosystem 2006)

3.3 Forurensing

Samlet sett er våre nordlige havområder lite forurenset. Langtransportert forurensing kombinert med spesielle forhold i økosystemene gjør en del arter høyt i næringskjeden utsatt for miljøgifter (isbjørn, polarrev, polarmåke og hval). Framtidige utfordringer er klimaendringer, petroleumsvirksomhet og økt skiptrafikk. Dette kan øke belastningen på de nordlige havområdene og risikoen for akutt forurensning.

Selv om det finnes få lokale forurensingskilder i den norske delen av Barentshavet, er også dette området påvirket av og sårbart for langtransportert forurensing, særlig luftbårne stoffer. Organisk forurensing løses dårlig i vann og tas lett opp av organsimer lavt i næringskjeden. Deretter transporteres stoffene videre oppover i næringskjeden og kan opptre i høye konsentrasjoner øverst i næringskjeden. Mange miljøfarlige stoff binder seg til organiske partikler og synker til bunns. Her kan stoffene tas opp av bunnlevende dyr og bakterier. Noen av stoffene vil også kunne frigjøres fra sedimentene som følge av menneskelig aktivitet, som tråling og petroleumsvirksomhet.

St.meld.nr.8 (2005-2006) setter ambisiøse mål for å møte utfordringene, f.eks:

- Utslipp og tilførsler av forurensende stoffer til Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal ikke føre til helseskader eller skader på naturens evne til produksjon og selvfornyelse. Virksomhet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal ikke bidra til forhøyede nivåer av forurensende stoffer;
- Konsentrasjonene av helse- og miljøfarlige kjemikalier og radioaktive stoffer i miljøet skal ikke overskride bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer, og skal være tilnærmet null for menneske-

skapte forbindelser. Utslipp og tilførsler av helse- og miljøskadelige kjemikalier eller radioaktive stoffer fra virksomhet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal ikke bidra til overskridelser av disse nivåene;

- Operasjonelle utslipp fra virksomhet i området skal ikke medføre skade på miljøet, eller bidra til økninger i bakgrunnsnivå av olje eller andre miljøfarlige stoffer over tid;
- Fisk og annen sjømat skal være trygg og oppleves som trygg av forbrukeren i de ulike markedene.

Skal vi nå disse målene kreves det helhetlig informasjon om tilførsler og tilstand i miljøet, som kan sees i sammenheng med risikopotensial og effekter.

Det pågår i dag betydelig miljøgiftovervåking i Barentshavet. Aktivitetene er organisert i flere programmer og med mange aktører som har ulike målsettinger. Miljøgiftovervåkingen utføres både langs kysten og i åpent hav. Det tas prøver av forurensning i det abiotiske miljøet (sedimenter, samt luft og vann), og i levende organismer. Det legges vekt på å sikre lange tidsserier for å kunne bedømme utviklingen over tid.

I St.meld.nr.8 (2005-2006) innførte Regjeringen en helt ny forvaltningsmodell. Gjennom økosystembasert forvaltning skal en begrense skadevirkningene av menneskelig aktivitet. En økosystembasert forvaltning av Barentshavet forutsetter at man løpende vurderer hvordan økosystemets tilstand endrer seg i forhold til de målene som er etablert for forvaltningen. Et helhetlig system for miljøgiftovervåking i nordområdene er under utvikling. Overvåkingsgruppens oppgave i denne sammenhengen er blant annet å peke på mangler og forbedringspunkter.

I dette kapitlet vil de indikatorer som er listet i forvaltningsplanen bli gjennomgått. Noen få indikatorer er enda ikke klare for rapportering. De fleste indikatorer er nå vel etablert og fungerer bra. Det er imidlertid et stort potensial for videre utvikling, og flere av indikatorer som presenteres vil bære klart preg av dette.

Klassifisering av indikatorer som tilstandsindikatorer og indikatorer for menneskelig påvirkning, er i henhold til kriterier som er beskrevet i Indikatorrapporten. I beskrivelsen av indikatorer 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).

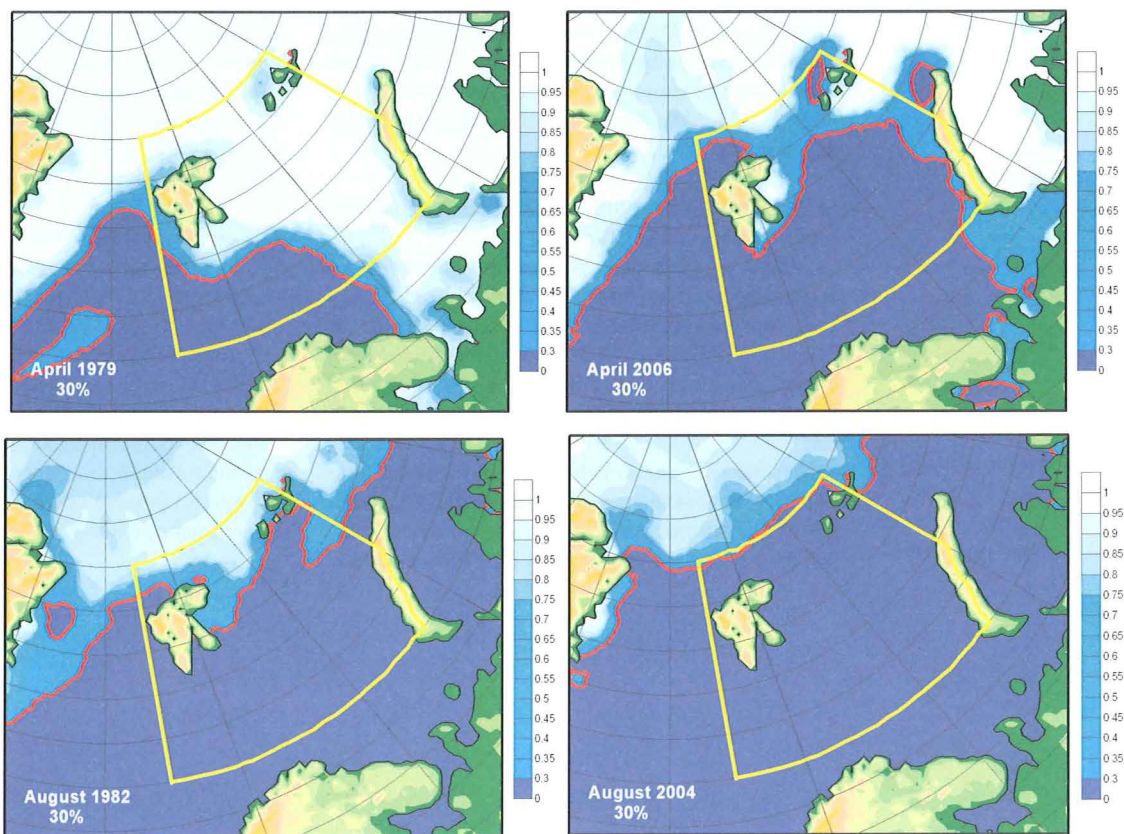
4.1 Havklima

De tre indikatorer 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. Indikatorer må ses på

som indirekte indikatorer for egenskaper i det fysiske miljøet. Ytterligere kommentarer blir gitt under evaluering lengre bak i rapporten.

4.1.1. Isutbredelse i Barentshavet

Utførende - Norsk Polarinstitutt, Havforskningsinstituttet og Meteorologisk institutt



Figur 4.1.1.1. Største og minste isutbredelse for april (A,B) og august (C,D) gitt som middelveidier i perioden 1979-2007; areal med isdekke >30%. Største utbredelse i april ble registrert i 1979, minste i 2006 og største utbredelse i august ble registrert i 1982, minste i 2004. Grense for området der beregningene er utført er vist med gul linje.

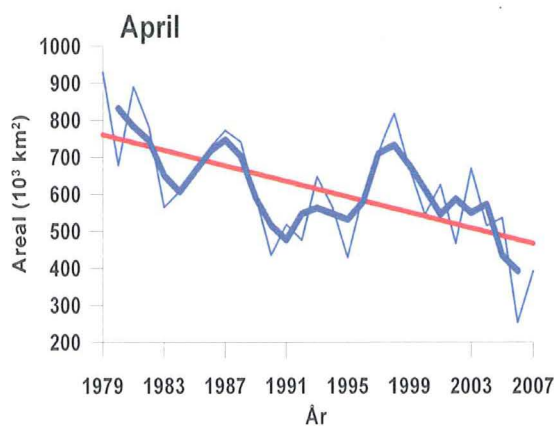
Ansvarlig for denne utgaven - Sebastian Gerland, Stein Tronstad, Olga Pavlova og Randi Ingvaldsen
 Datagrunnlag - NSIDC, <http://nsidc.org/data/nsidc-0051.html>, og iskart fra Den Nasjonale Iskarttjenesten ved Meteorologisk institutt
 Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 Referanseverdi - Midlere verdier 1979 - 2007
 Tiltaksgrense - Ingen
 VSO relevans - Iskanten – Polarfronten - Svalbard

For et nærmere angitt område (Figur 4.1.1.1) er midlere isutbredelse beregnet for månedene april og august i perioden 1979-2007. Isutbredelsen er målt som arealer med iskonsentrasjon over 30%. Tidsserien er basert på passive mikrobølgedata fra satellitter med instrumentene SMMR (Nimbus-7) og SSM/I (DMSP), med en romlig oppløsning på 25 km.

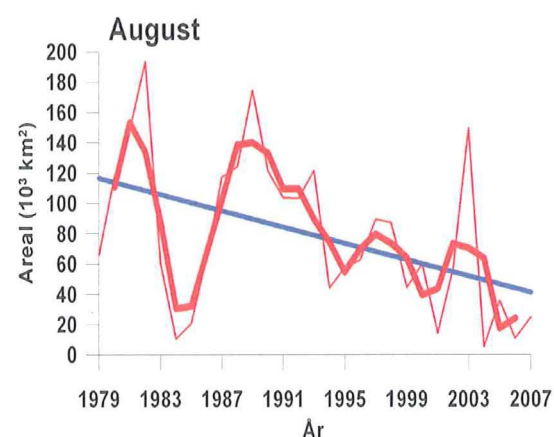
For april, som oftest er måneden med størst isutbredelse i Barentshavet, viser tidsserien en negativ trend i perioden 1979-2006. Men det er også betydelig variasjon i isutbredelse i april mellom år (Figur 4.1.1.2.). Største og minste utbredelse av is i april og august er vist i figur 4.1.1.1.

For august måned, som med overgangen til september oftest har sesongminimum, viser tidsserien også en negativ trend for hele perioden (Figur 4.1.1.3.). Nedgangen fra 1979 til 2007 er omtrent 23% per tiår for arealene med over 30% iskonsentrasjon. Mot slutten av perioden har vi hatt 4 år – 2001, 2004, 2006 og 2007 – da hele det angitte arealet har vært uten tett drivis.

September 2007 har vært en ny minimumsrekord for havis i Arktis (siden daglige satellitmålinger foreligger, 1979), med betydelig mindre is enn ved den forrige rekorden i 2005. Det område som var sterkest påvirket var Nordpolbassenget mellom Alaska og Øst-Sibir, der et stort område ble isfritt. Også i det sentrale Barentshavet var 2007 et år med lite is på sommeren 2007, mens det samtidig var relativt mye havis nord og vest for Svalbard og i Framstredet. Som en følge av lite is i 2007, kommer det til å bli en økt andel av førsteårsis i forhold til flerårsis i polbassenget fremover.

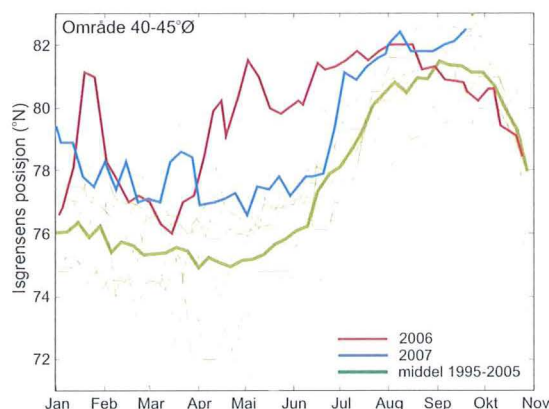
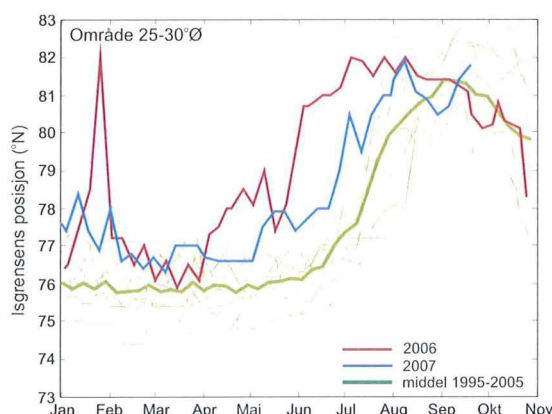


Figur 4.1.1.2. Trender i isutbredelse for april måned. Tynn kurve viser årlige middelveidier, tykk viser løpende 3- årsmiddel, og rett linje viser trenden for perioden 1979- 2007.

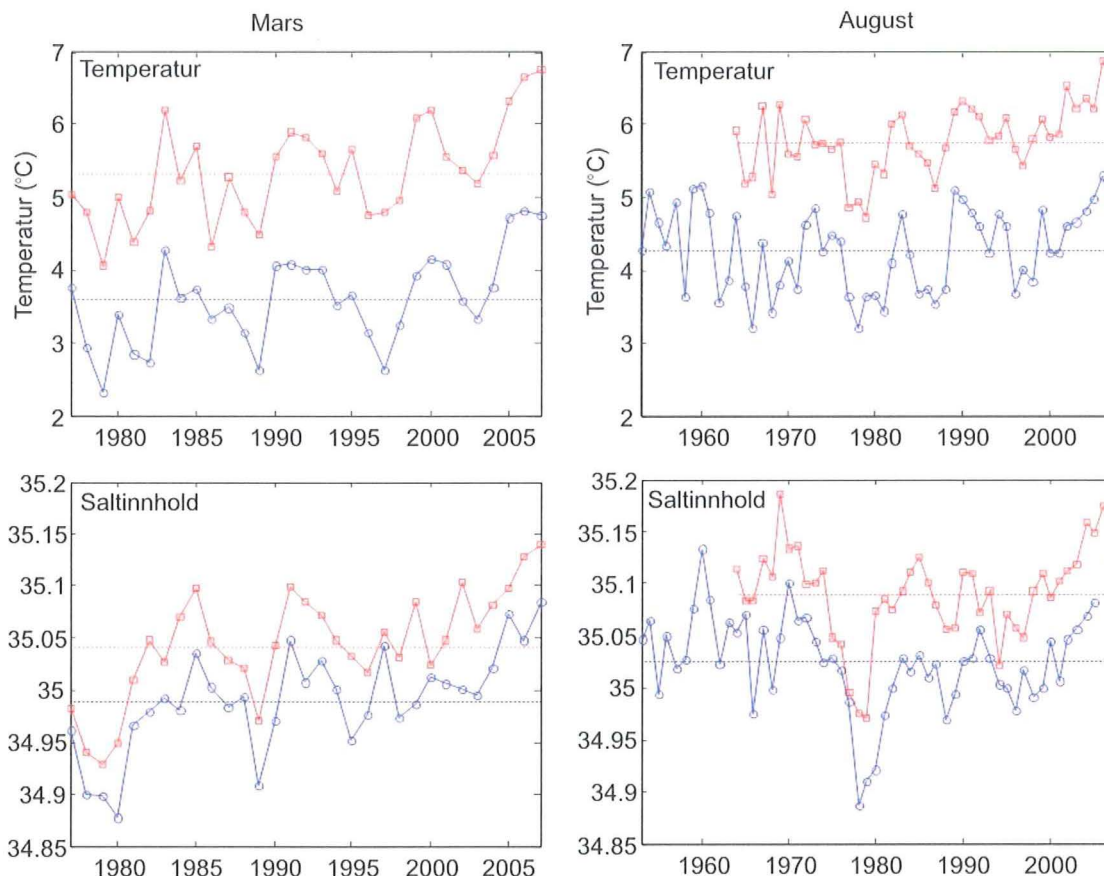


Figur 4.1.1.3. Trender i isutbredelse for august måned. Tynn kurve viser årlige middelveidier, tykk viser løpende 3- årsmiddel, og rett linje viser trenden for perioden 1979- 2007.

I forbindelse med det minimale isdekket som har vært observert i Barentshavet de siste årene, har det også vært endringer i geografisk område og tidspunkt for smeltingen om våren. Dette har stor betydning for primærproduksjonen siden smeltingen skaper et stabilt overflatelag som er en forut-



Figur 4.1.1.4. Nordlig posisjon på iskanten i det vestlige (området 25-30oØ) og sentrale (området 40-45oØ) Barentshavet gjennom året. De tynne grønne linjene viser enkeltårene 1995-2005 og den tykke grønne linjen er middelet av disse. Den røde linjen viser isgrensen i 2006 og den blå i 2007.



Figur 4.1.2.1. Temperatur og saltholdighet i Atlanterhavsvannet om vinteren (i mars) for perioden 1977-2007 og om sommeren (i august) for perioden 1953-2007. Røde linjer viser snittet Fugløya-Bjørnøya og blå linjer er snittet Vardø-Nord. De horisontale linjene er sesongmiddelet for hele måleperioden.

setning for våroppblomstring nær iskanten. I 2006 var forholdene helt spesielle og isgrensen trakk seg nordover mye tidligere på våren enn vanlig (Figur 4.1.1.4). I løpet av april flyttet isgrensen seg 300-400 km nordover på grunn av vind. Når smeltingen startet i midten av mai var forflytningen nordover i de vestlige deler like sterk som den vanligvis er i juni-juli. I den sentrale delen var isgrensen i mai 2006 på 80°N, hvilket vil si at området var isfritt før vårsmeltingen kunne starte. Dette vil kunne føre til en endret primærproduksjon i området. I 2007 har den sesongmessige variasjonen vært mer som normalt selv om isgrensen har ligget 150-200 km lenger nord enn vanlig. Smeltingen begynte i mai, men i de sentrale deler av Barentshavet var den svakere enn vanlig frem til midten av juni. Den sterkeste smeltingen både i vestlige og sentrale deler foregikk i juni, 2-4 uker tidligere enn gjennomsnittet.

4.1.2 Temperatur, saltholdighet og næringsalter i faste snitt

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - 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

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Middelt over hele måleperioden

Tiltaksgrense - Ingen

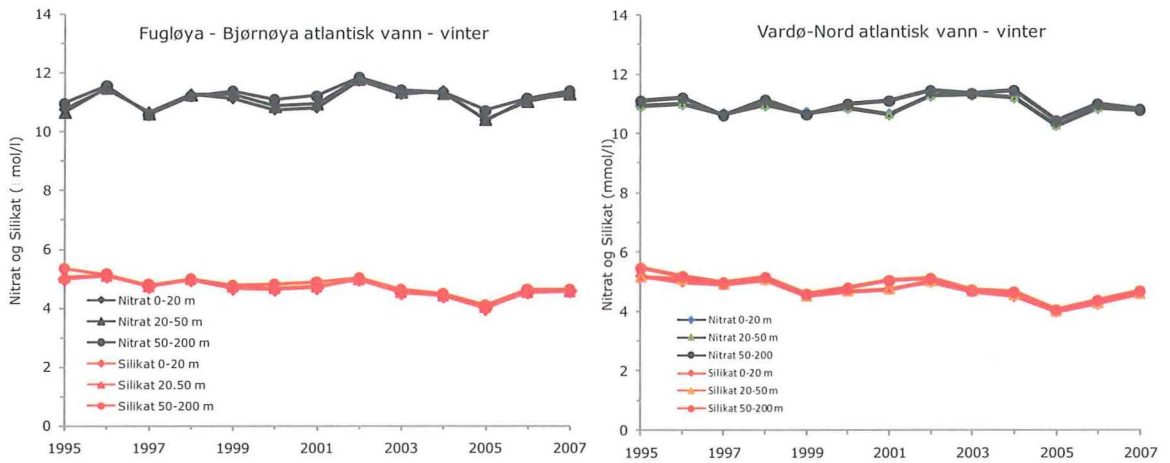
VSO relevans - Kystnært – Iskanten – Polarfronten - Svalbard

Sjøtemperaturene i Barentshavet er på sitt kaldeste i mars og sitt varmeste i august, og data fra disse månedene brukes derfor som indeks på vinter og sommertemperaturer. Snittene som er valgt er Bjørnøya – Fugløya og Vardø nord, som er vist på figur 3.1.1. Disse snittene dekker havstrømmene inn i Barentshavet.

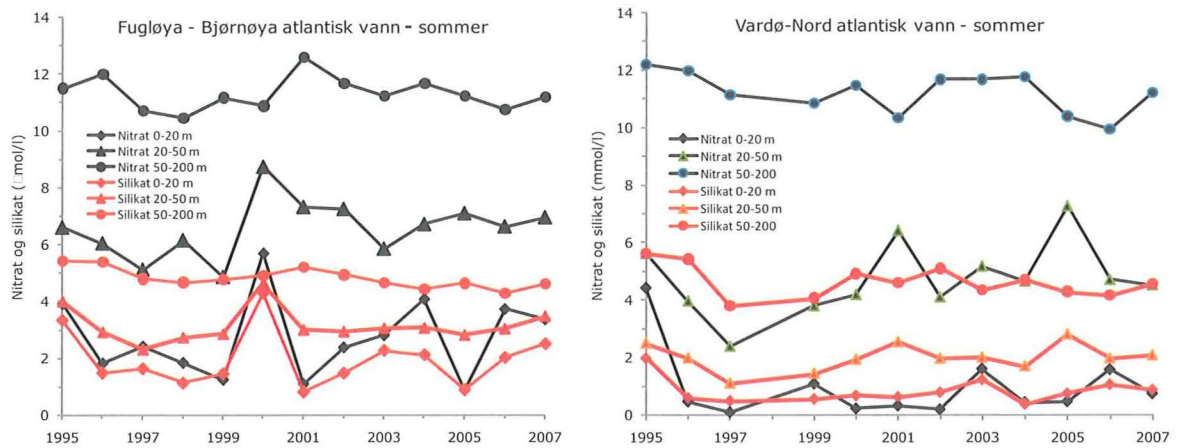
2007 var et svært varmt år i Barentshavet, og vinteren 2007 hadde temperaturer opp mot 1.5°C over langtidsmiddelet (Figur 4.1.2.1). Dette er det høyeste som er observert siden tidsserien startet. Vardø-Nord snittet hadde imidlertid en liten nedgang i forhold til vinteren 2006, og sommertemperaturene i begge snittene viste også en nedgang i forhold til forrige år.

Generelt viser vintertemperaturene i Barentshavet en økende trend fra 1977 til 2007, og alle de tre siste årene har vært varmere enn observert tidligere (Figur 4.1.2.1). Det er imidlertid viktig å påpeke at denne tidsserien startet på et kaldt tidspunkt i den naturlige klimasyklusen.

Den noe lenger tidsserien med sommertemperatur fra den varmeste måneden (august), viser at det var en varm periode i Barentshavet også på 1950-tallet, men ikke fullt så varm som den nåværende. Perioden 2001-2006 var for øvrig den varmeste 5-års-



Figur 4.1.2.2. Næringsalter i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardø-Nord (høyre) om vinteren (mars).



Figur 4.1.2.3. Næringsalter i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardø-Nord (høyre) om sommeren (august).

perioden siden begynnelsen av forrige århundre. Næringsaltene, 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 for vekstsesongen starter om våren. Fordelingen om sommeren gir i tillegg en indikasjon om hvor vellykket planteplanktonets vekst har vært.

Figur 4.1.2.2. viser gjennomsnittskonsentrasjoner av nitrat og silikat om vinteren i tre dybdelag i Atlanterhavsvannet i Fugløya-Bjørnøya og Vardø-Nord snittene hvert år i perioden 1995-2007. Det er små forskjeller i næringsaltkonsentrasjonene i Fugløya-Bjørnøya snittet i de tre lagene, noe som tyder på en god vertikalblanding av vannmassene om vinteren. De tre lagene som er valgt for målingene representerer det produktive øverste laget hvor våroppblomstringen finner sted, et midt-lag hvor akkumulering og sinking av planteplankton om sommeren bidrar til et vist konsum av næringsalter, og et dyplag der bioproduksjon er minimal.

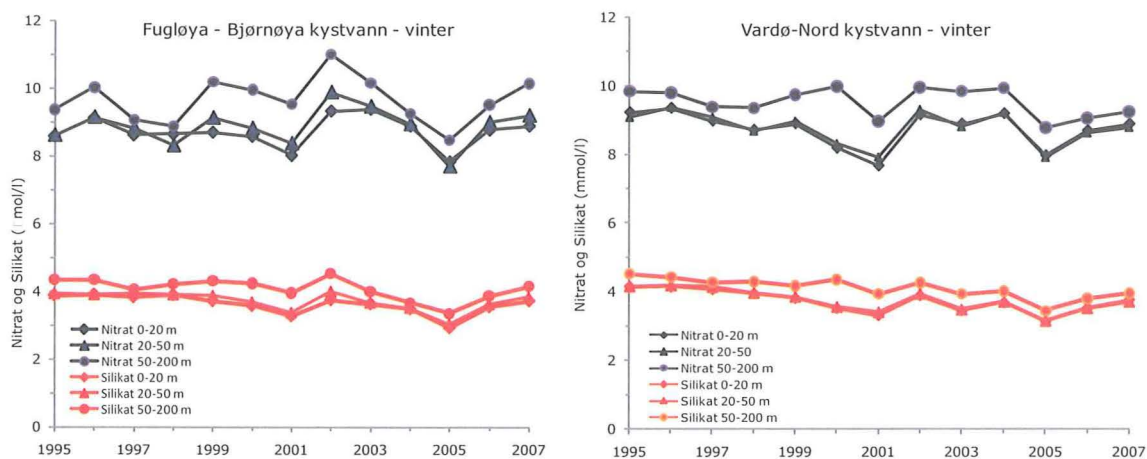
Nitrat viser mellomårlege variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 11.1 µmol/l i de øverste 50 m for hele perioden. Tilsvarende verdi for laget 50-200 m er 11.2 µmol/l. Silikat viser også liknende variasjoner rundt en gjennomsnittverdi på 4.7 µmol/l, men

den klar nedgående "trend" fra 5.1 µmol/l i 1995 til 4.1 µmol/l i 2005 observert i forrige rapport ser ut til å ha stoppet. Silikat konsentrasjoner økte til 4.5 µmol/l i 2006 og 4.6 µmol/l i 2007.

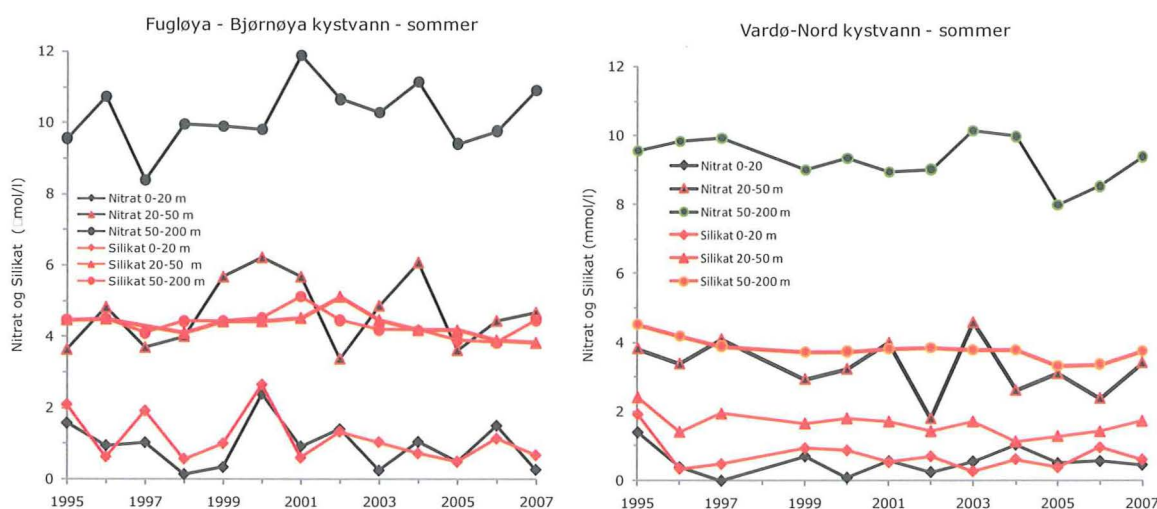
Tilsvarende forhold som i Fugløya-Bjørnøya snittet finner man i Vardø-Nord snittet, men med noe lavere konsentrasjoner av nitrat og høyere konsentrasjoner av silikat (Figur 4.1.2.2).

Om sommeren er det, pga. biologisk forbruk av næringsaltene i de øverste lagene, større forskjell mellom lagene samt større årlige variasjoner enn om vinteren (Figur 4.1.2.3.). Spesielt i laget 0-20 meter er det stor årlige variasjon både i nitrat og silikat med høye verdier i 1995, 2000, 2004, 2006 og 2007. Dette tyder på at i disse årene var planteplanktonets vekst mindre. Laget 20-50 m viser også en nedgang i næringsaltene i forhold til vinteren men i mindre grad enn laget 0-20 m. I laget 50-200 meter var gjennomsnittet litt høyere enn om vinteren, 11.3 µmol/l for nitrat og 4.8 µmol/l for silikat, samtidig som de mellomårlege variasjonene var noe større.

Den nedgående "trend" for silikat i det dypeste laget i perioden 1995-2005 var også tydelig somrene 2006 og 2007. Forholdene i Vardø-Nord snittet om sommeren var stort sett de samme som ved Fugløya-



Figur 4.1.2.4. Næringsalter i tre dybdelag i Kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardø-Nord (høyre) om vinteren (mars).



Figur 4.1.2.5. Næringsalter i tre dybdelag i Kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardø-Nord (høyre) om sommeren (august).

Bjørnøya snittet, men konsentrasjonene av både nitrat og silikat var noe lavere.

Det er ennå ikke klart hva som er årsaken til den nedgående "trend" i silikat, men man kan ikke se bort fra at det kan ha en forbindelse med den oppgående "trend" observert både i temperatur og saltholdighet i samme periode. En mer detaljert studie av forholdene, især variasjoner i dypet til blandingslaget i Atlanterhavsvannet i det nordlige Norskehavet om vinteren, kan muligens avsløre årsaken. Nærings-saltene blir regenerert i blandingslaget om vinteren. I det dypere blandingslaget om vinteren blir mer organisk materiale utsatt for remineralisering og dermed blir større mengder næringsalter disponible for produksjon etterfølgende vår. Men silikat regenereres saktere enn både nitrat og fosfat samtidig som det ofte fjernes fra det øverste laget om sommeren via synkende diatomeer. Disse to fakta kan delvis forklare at det ved et grunnere blandingslag om vinteren blir regenerert relativt mindre silikat i forhold til nitrat og fosfat.

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 mengden av næringsalterne disponibelt til diatomeenes våroppblomstring blir mindre, samtidig som diatomeene som regel ikke kan vokse optimalt ved silikatkonsentrasjoner lavere enn 1-2 $\mu\text{mol l}^{-1}$. Etter våroppblomstringen av diatomeene, blir det som er igjen av næringsalterne brukt opp igjen av flagellater. Siden diatomeene er hovedføde for en stor del av dyreplanktonet, er planteplanktonets sammensetning tidlig om våren av stor betydning for hvor mye av produksjonen 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. Næringsalterforholdene i disse vannmassene kan sees i Figurene 4.1.2.4 og 4.1.2.5..

Om vinteren er konsentrasjonene i lagene 0-20 m og 20-50 m ganske like i begge snittene Bjørnøya – Fugløya og Vardø nord, noe som reflekterer

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

Temperaturen i vannet har økt klart de siste 10 årene og dette skyldes i stor grad at vannet som kommer fra Norskehavet har høyere temperatur. En svak nedadgående trend i mengde nærings salt om vinteren, med en påfølgende økning i de to siste år, kan tyde på en forbedring av potensialet for primærproduksjon de siste to årene. Sommersituasjonen er vanskeligere å tolke fordi variasjonen fra år til år er stor, men den svake økning i de øvre lag i atlantisk vann i de to siste år, sammen med en svak nedadgående trend i dypere lag kan tyde på en lavere produksjon som beites ned i betydelig grad. I Kyststrømmen har en gjennomgående svak, nedadgående trend i nærings saltkonsentrasjoner om sommeren, noe som tyder på en noe større produksjon i perioden. Både i atlantisk havsvann og kystvann viser Vardø-Nord snittet lavere nærings salt-konsentrasjoner enn Fugløya-Bjørnøya snittet. Dette tyder på en høyere produksjon på Vardø-Nord snittet.

4.1.3 Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Randi Ingvaldsen

Datagrunnlag - Målerserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet. For andre data, ta kontakt med Havforskningsinstituttet.

Hva slags indikator - Tilstandsindikator
Referanseverdi - Middelt over måleperioden

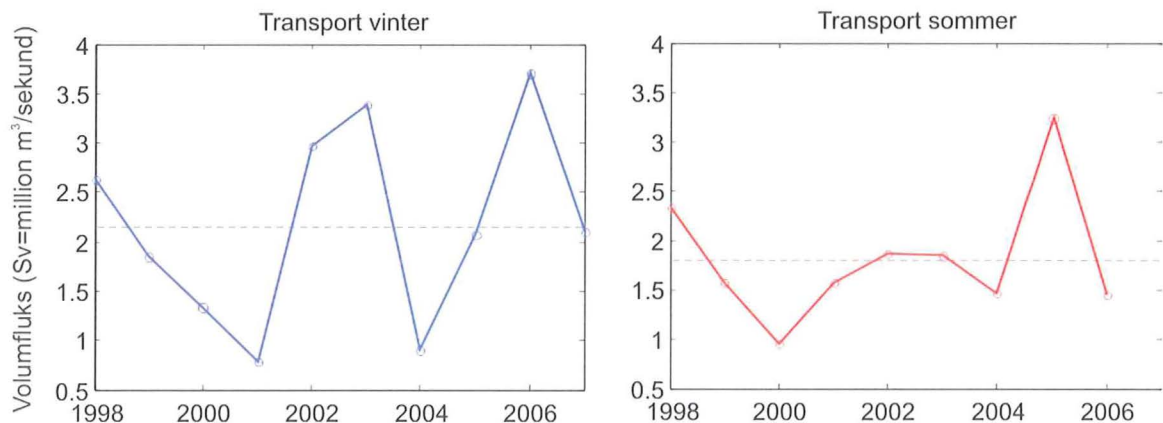
Tiltaksgrense - Ingen

VSO 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 av egg, larver, og dyreplankton inn i Barentshavet. Det er en klar sammenheng mellom innstrømningen og årsgjennomsnitt av mengde dyreplankton i Fugløya-Bjørnøya snittet. Innstrømningen viser stor variasjon om vinteren (Figur 4.1.3.1). Sommeren 2005 skilte seg ut med svært høy transport inn, og den etterfølgende vinteren (2006) hadde den høyeste innstrømningen observert. Transporten inn i Barentshavet den vinteren var nesten 4 ganger høyere enn den laveste vinterverdien som var i 2001. Fra slutten av 1997 frem mot sommeren 2006 økte den årlige innstrømningen til Barentshavet med nesten 50%. Etter sommeren 2006 har imidlertid innstrømningen vært lavere eller nær middelet og vinteren 2007 var det en sterk nedgang i forhold til året før. Data fra sommeren 2007 er foreløpig ikke klare, men seriene tyder på at innstrømningen denne sommeren har vært lavere enn middelet. Årsaken til de observerte variasjonene er knyttet til variasjoner i vindforholdene vest i Barentshavet.

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

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 ingen trend i innstrømningen for perioden 1997-2007.



Figur 4.1.3.1. Transport av atlantisk vann inn i Barentshavet om vinteren (desember-mars) og sommeren (juni-august). Transporten er oppgitt i antall Sverdrup (Sv). 1 Sverdrup (= 1 million m³/sekund) tilsvarer transporten av vann i alle verdens elver til sammen. Fullstendig beskrivelse av hvordan indikatoren er beregnet kan finnes i Ingvaldsen et al. (2004). Kan du ta inn en kort beskrivelse i teksten?

4.2 Iskanten

Indikatoren som presenteres i dette kapitlet er koblet til beskrivelsen av produksjonen som skjer etter hvert som isen smelter og trekker seg nordover om sommeren. Det skapes da spesielle forhold som gir høy planteplanktonproduksjon. Primærproduksjonen er intens, men blant annet fordi vannet er så kaldt er det begrenset med dyreplankton til stede for å beite på planteplanktonet. Mye av planteplanktonet synker derfor til bunns og kan nyttiggjøres av bunndyrsamfunnene. Indikatoren kan kobles til biomasse av dyreplankton og lodde.

4.2.1 Planteplankton: Biomasse og produksjon ved iskanten.

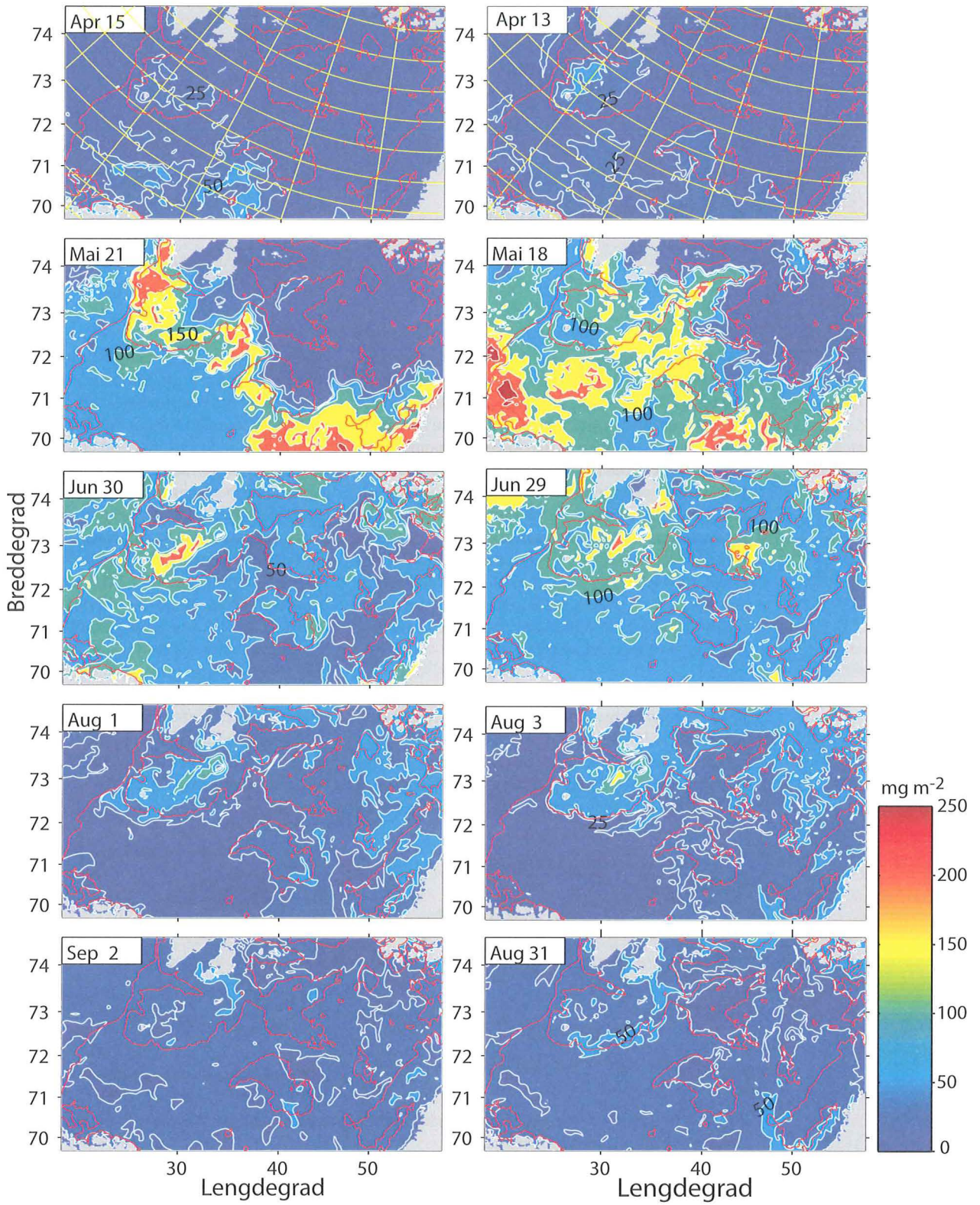
Utførende - ARCTOS nettverk
 Ansvarlig for denne utgaven - Paul Wassmann og Marit Reigstad
 Datagrunnlag - Data fra NFR prosjektene Arktisk Lys og Varme og CABANERA
 Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 Referanseverdi - Middelt over de siste 10 år
 Tiltaksgrense - Ingen
 VSO relevans - Iskanten – Polarfronten - Svalbard

Klorofyll er lett å måle, enten med sonder in situ eller ekstrahert fra filtrerte partikler. Det finnes svært mange klorofyll målinger over hele Barentshavet. Disse er å finne i de ulike institusjoner (f. eks. HI, NP, NFH etc.), men er ikke sammenfattet i en database. Alle data er trolig tilgjengelige. I tillegg til observasjoner finnes det rimelig gode simuleringer gjennom SINTEF sin SINMOD modell og i Fig. 4.2.1.1 vises det en oversikt over den romlige fordeling av integrert klorofyll, fordelt over to ulike år og

årstider. Det er opplagt en svært variabel indikator når det gjelder tid (tidspunkt for blomstring, årstid, og år) og rom.

Våroppblomstringen ved iskanten er lett synlig i mai når smeltende is, lys og vinterakkumulerte næringssalter gir gode muligheter for planteplanktonvekst som er sterk nok for utstrakt beiting fra dyreplankton og økt utsynking av planteplanktonceller og fekalier. Planteplanktonveksten er større enn tapet gjennom beiting og utsynking. Beitepresset av dyreplankton på våroppblomstringen er sterkt variabel pga. varierende overvintring, beiting på zooplankton og adveksjon fra Norskehavet. Klorofyllkonsentrasjonen kan derfor variere sterkt og gir ikke nødvendigvis en indikasjon på planteplanktonproduktivitet. Klorofyll a datagrunnlaget må derfor diskuteres i lys av betydelig variabilitet. Man kan også fort feiltolke klorofyll a data med hensyn til produktivitet. For å kunne være en indikator for produktivitet måtte klorofyllkonsentrasjon korrigeres for beiting og utsynking, men dette er knapt mulig.

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.



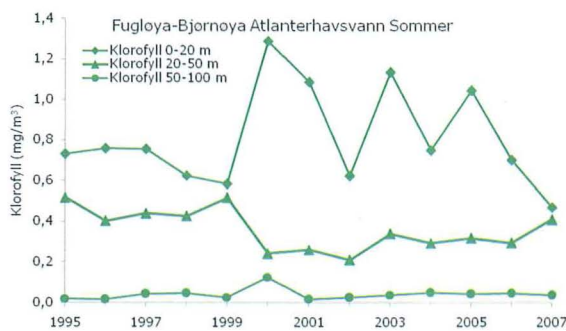
Figur 4.2.1.1. Variabilitet av integrert klorofyll (mg m^{-2}) i april, mai, juni, august og september for 1998 (kaldt år, venstre) og 1999 (varmt år, høyre). Skala til høyre.

4.3 Planteplankton

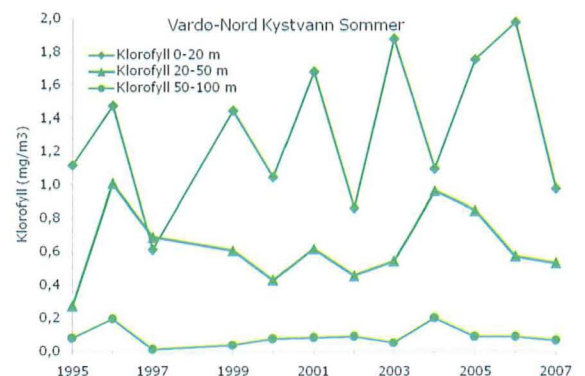
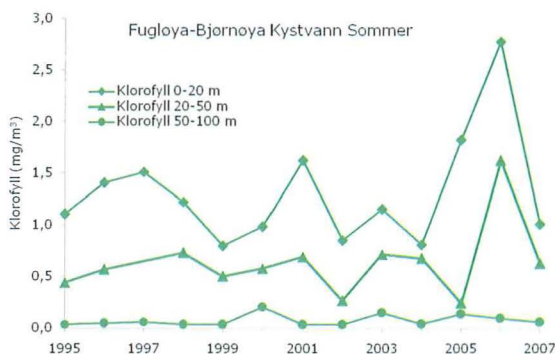
Indikatoren klorofyll a som presenteres her har som formål å belyse planteplankton som er essensielt for produktiviteten i havet, som føde for høyere trofiske organismer og som næringsgrunnlag for dyr på bunnen. Planteplankton er hovedprimærprodusentene i havet. De er frittlevende mikroskopiske alger som ved hjelp av pigmentet klorofyll kan fange opp solenergien og via fotosyntesen omdanne uorganiske forbindelser (CO₂, næringsalter 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⁻¹, og maksimale konsentrasjoner opp mot 20 g l⁻¹ har blitt målt ved iskanten. Det finnes ikke tiltaksgrenser for klorofyll.

Mengden klorofyll som befinner seg i vannmassene er dermed en brukbar indeks for planteplankton biomasse. Klorofyll a konsentrasjoner kan, under visse forutsetninger, også tolkes som en indikator for produktivitet og primærproduksjon, ved at planteplanktonets biomasse er en funksjon av kon-

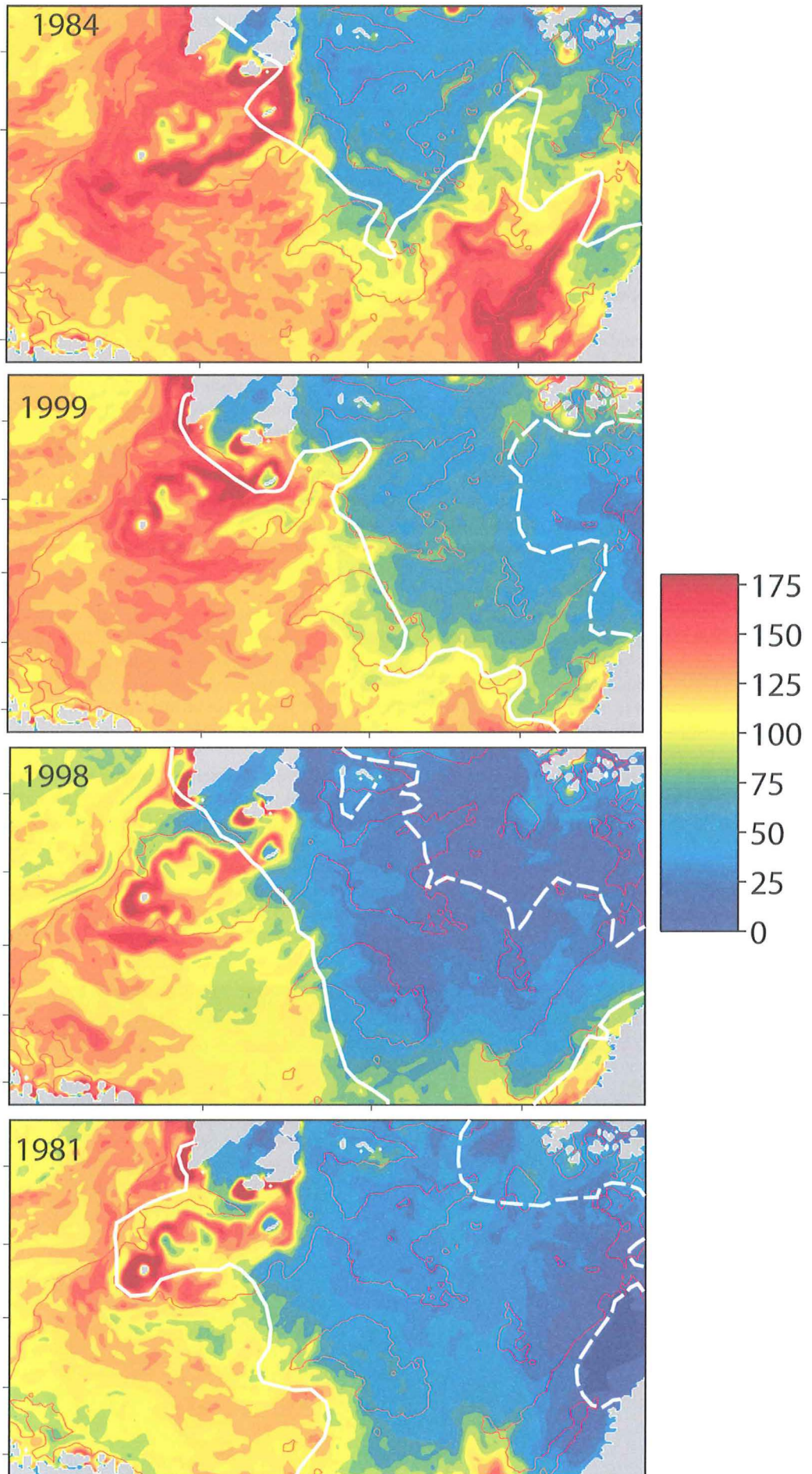
sentrasjonen av pigmentet klorofyll a. Men fordi planteplanktonet blir beitet ned av dyreplanktonet, viser klorofyllkonsentrasjonene langt større variasjoner. Planteplankton, for eksempel målt som klorofyll a, kan direkte relateres til produksjon tidlig i vekstsesongen når veksten normalt er betydelig 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 hoppekreps som utøver et betydelig beitepress på planteplankton. Presset kan være så stor at planteplankton aldri finnes i større mengder, til tross for stor primærproduksjon (se Ratkova et al. 1999; Slagstad et al. 1999; Wassmann et al. 1999). Også i Barentshavet er beitepresset stort (Wassmann et al. 2006) og klorofyll a er derfor ofte ikke en tydelig indikator for produktivitet. Med stor beitepress kan mangel på klorofyll a føre til betydelig feiltolkning av produktivetsregimet.



Figur 4.3.1.1. Klorofyll a i tre dybdelag i atlantehavsvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardo-Nord (høyre) om sommeren (august).



Figur 4.3.1.2. Klorofyll a i tre dybdelag i kystvannet i snittene Fugløya-Bjørnøya (venstre) og Vardo-Nord (høyre) om sommeren (august).



Figur 4.3.1.3. Årlig primærproduksjon i Barentshavet for fire utvalgte år (g C m⁻² år⁻¹). Isgrenser angitt for april og september.

4.3.1 Plankton uttrykt som mengde klorofyll a og produksjon

Utførende - Havforskningsinstituttet og ARCTOS
Ansvarlig for denne utgaven - Francisco Rey, Paul Wassmann og Marit Reigstad

Datagrunnlag - Klorofyll observasjoner blir foretatt ved Havforskningsinstituttets dekning av de faste snitt Fugløya-Bjørnøya (6 ganger i året) og Vardø-Nord (4 ganger i året). Kvalitetskontrollerte data blir oversendt Norsk Marint Datasenter. Primærproduksjon er simulert av SINMOD fysisk-biologisk koplet 3D modell, evaluert med observasjoner (Wassmann et al. 2006)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Middelt over siste 10 år

Tiltaksgrense - Ingen

VSO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten - Svalbard

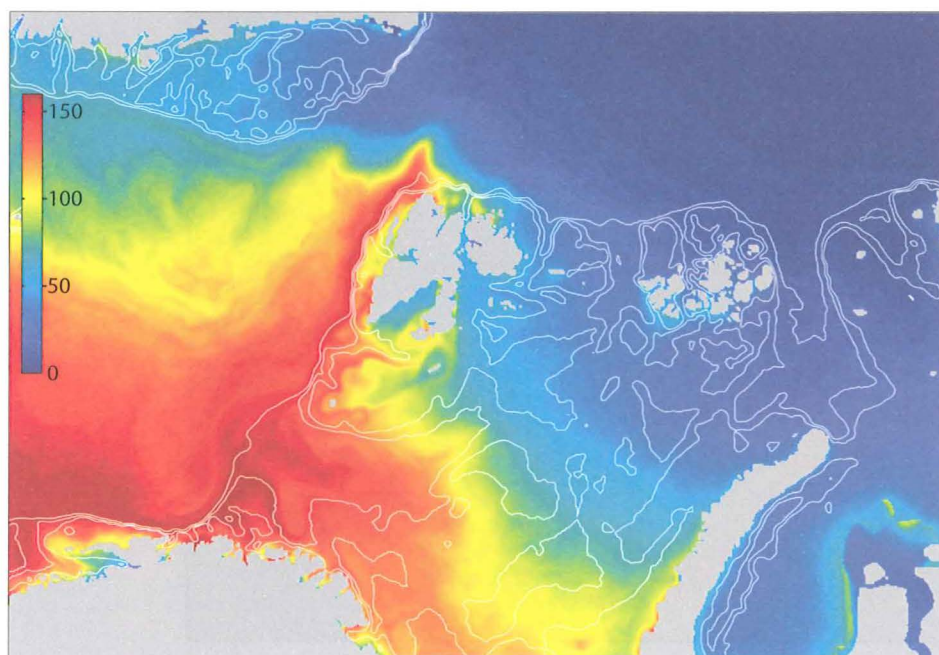
Om vinteren er planteplanktonets biomasse i Barentshavet ekstremt lav med klorofyllverdier som regel under 0,05 mg m⁻³. Om sommeren øker konsentrasjonene kraftig. I Atlanterhavsvannet ved Fugløya-Bjørnøya-snittet (Figur 4.3.1.1) var klorofyllkonsentrasjonene i de to øverste dybdelagene ganske like fra 1995 til 1999. Fra og med 2000 og til 2005 ble det en forandring i mønsteret da konsentrasjonene i 0-20 meter økte kraftig, mens det i 20-50 meter ble observert en nedgang. Dette mønsteret ble forandret i 2006 og 2007 ved at klorofyllkonsentrasjonene gikk ned igjen til før 2000 nivået. Ved Vardø-N-snittet var forholdene ganske annerledes enn ved Fugløya-Bjørnøya snittet. I det øverste laget viste klorofyll bare små mellomårlege variasjoner, med unntak av 2005 hvor det ble observert en nesten tredobling av konsentrasjonen. I 2006 og 2007 gikk konsentrasjonene tilbake. I 20-50 meter ble det observert en nedgående "trend" i klorofyllkonsentrasjonen i perioden 1995-2005 for å øke igjen i 2006 og 2007.

I kystvannet ved Fugløya-Bjørnøya snittet (Figur 4.3.1.2) var de mellomårlege 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 mellomårlege variasjonene i 0-20 m laget med en svak økende "trend". I de to andre lag var variasjonene langt mindre og uten noen "trend".

Feltmåling av primærproduksjon er svært arbeids- og ressurskrevende, og gir 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. Fig. 4.3.1.3 viser variabilitet i primærproduksjon i løpet av varme (topp) og kalde (bunn) år. Videre viser linjene for is betydningen av is-sonen. Primærproduksjonen i is-sonen integrert over et år er ikke høy sammenlignet med den åpne del av Barentshavet, og minkende nordover. Derimot har is-sonen ofte høye klorofyll a konsentrasjoner (Fig. 4.2.1.1) og dette tolkes ofte feilaktig som et uttrykk for høy produktivitet.

Fig. 4.3.1.4 viser den modellerte gjennomsnittlige primærproduksjon i perioden 1995 til 2006 og det er mulig å beregne regionens betydelige mellomårsvariabilitet. Dersom produktivitet velges som en indikator i Barentshavet er numerisk modellering eneste realistiske tilnærming.

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



Figur 4.3.1.4. Gjennomsnittlig årlig primærproduksjon 1995 – 2006 (g C m⁻² år⁻¹).

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 sjøpattedyr, sjøfugl og bunndyrsamfunn i Barentshavet.

Endringer i klima vil påvirke produksjonsforholdene for alle ledd i næringskjeden, men kanskje særlig for plankton og fisk. Sørlige arter kan få en mer nordlig utbredelse enn før, så overvåking av artssammensetningen i planktonet kan gi tidlig varsel om endringer i økosystemet. Overvåkingen foregår i dag hovedsakelig under det store økosystemtøktet i august og september. 4–6 ganger i året overvåkes også et snitt mellom Fugløya og Bjørnøya, som dekker Barentshavets vestlige åpning, og Vardø–Nordsnittet i den sentrale delen av havområdet.

4.4.1 Dyreplanktonbiomasse

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Tor Knutsen og Padmini Dalpadado

Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Hva slags indikator - Tilstandsindikator/Områdeindikator

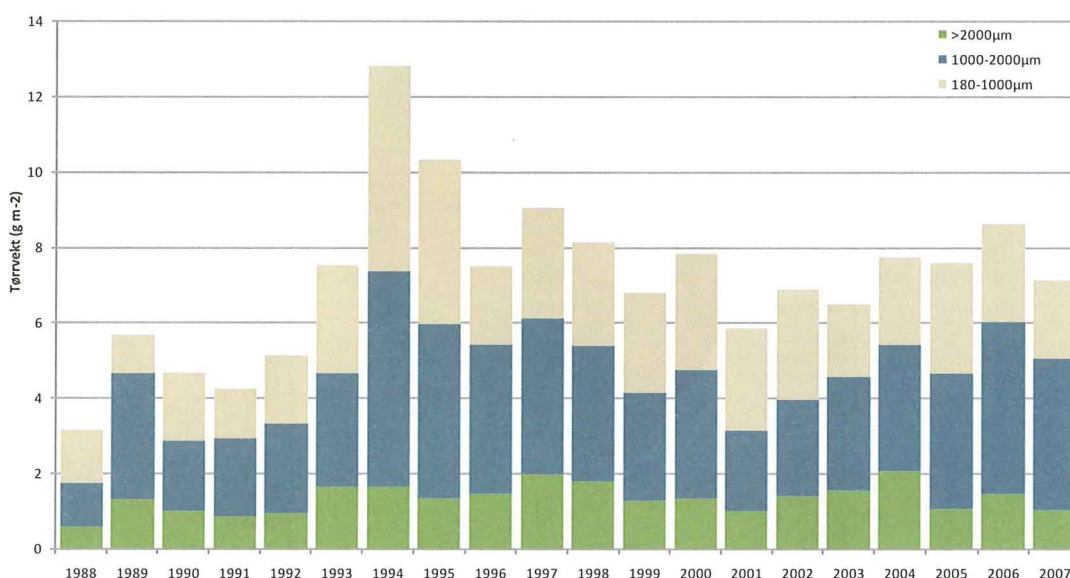
Referanseverdi - Midlere fordeling over siste 10 år

Tiltaksgrense - Ingen

VSO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten - Svalbard

Fra 2005 til 2006 var det en økning i gjennomsnittlig biomasse fra 7,7 til 8,6 g tørrvekt/m², mens det i 2007 ble målt en gjennomsnittsverdi på 7.13 g tørrvekt/m² (Figur 4.4.1.1), altså en vesentlig reduksjon i forhold til de to foregående år. I august–september når målingene utføres, er planktonet i ferd med å vandre ned mot dypere vann, men det er fremdeles relativt mye små planktonformer igjen oppe i vannsøylen. Små planktonorganismer som ikke lar seg fange i håvene med maskevidde 180 µm, som brukes som standard, vil nok tidvis være tallrike, men

Dyreplankton biomasse Barentshavet, WP2, bunn - 0m



Figur 4.4.1.1 Størrelsesfraksjonert tørrvekt av dyreplankton (g m⁻²) i Barentshavet beregnet på grunnlag av håvtrekk fra bunn til overflate.

ha mindre betydning for den stående biomasse som måles.

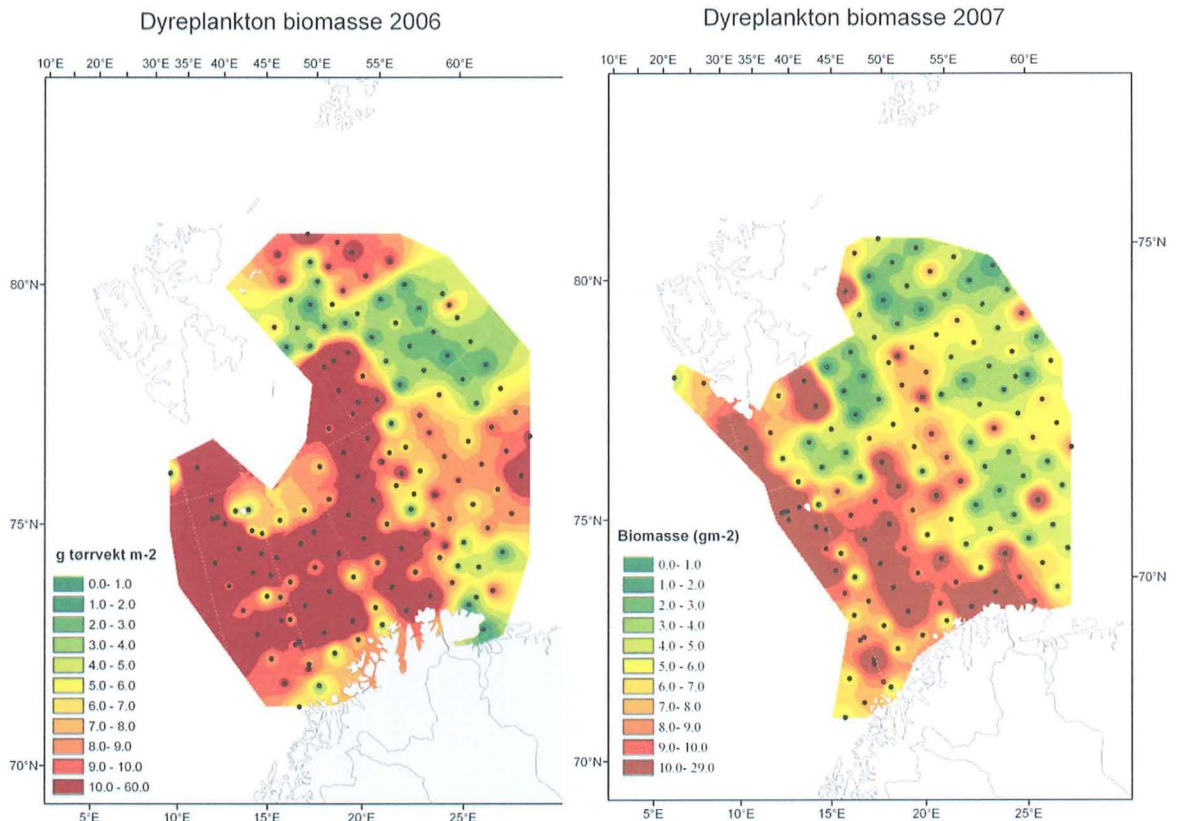
Utbredelsen av dyreplankton i 2007 er vist i Figur 4.4.1.2. Situasjonen i 2007 har likheter med 2005 og 2006, med mest plankton i vest og sør. Fordelingmønsteret gjenspeiler imidlertid tydelig at den østlige delen av undersøkelsesområdet, øst for 30° grader østlig lengde, er fattig på plankton. De vestlige og sørlige planktonforekomstene i 2007 skyldes nok at disse områdene er påvirket av innstrømmende varmt og planktonrikt atlantehavsvann som strekker seg nord og øst opp i Bjørnøyrenna, selv om det i 2007 var langt lavere planktonmengder her enn i 2006. Kartet viser lave forekomster av plankton nordøst for Bjørnøya, et grunnområde som er påvirket av kaldt, arktisk vann. Nær norskekysten er mengden dyreplankton moderat. Tradisjonelt er det nord i Barentshavet observert høye mengder dyreplankton. Dette er ikke tilfelle i 2007, selv om det er observert et par stasjoner med høye planktonverdier, blant annet øst i Storfjorden.

Det er mange forhold som påvirker planktonproduksjonen og således dens stående biomasse som måles for hele Barentshavet en gang per år. 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 er oppvekstområde for flere kommersielle fiskearter som lever av dyreplankton. Viktige eksempler er ungsild og yngel av lodde, torsk, hyse, sei og uer. I tillegg har arter som kolmule og tobis et markert innslag i Barentshavet. I 2007 er det også observert

en kraftig økning og utbredelse av 0-gruppe uer. Et generelt inntrykk fra Økosystemtoktet i 2007 var at det også ble fanget en større mengde maneter med pelagisk trål sammenlignet med tidligere år. Dette betyr totalt sett økt konkurranse om føden og større beiting på dyreplanktonet, noe som kan forklare nedgangen i planktonmengdene i 2007. Hvorvidt en variabel eller lavere primærproduksjon kan ha medvirket til en reduksjon i dyreplankton biomassen på måletidspunktet i 2007, har man ikke tilstrekkelig opparbeidet materiale til å svare på i dag.

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

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



Figur 4.4.1.2 Fordeling av dyreplankton tørrvekt (g m⁻²) fra bunn til overflate i 2006 (venstre) og 2007 (høyre).

4.4.2 Dyreplankton: Artssammensetning

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Tor Knutsen og Padmini Dalpadado

Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet. Denne indikatoren skal baseres på historiske data. Prøver til beskrivelse av artssammensetning skal samles ved Fugløya-Bjørnøya snittet.

Hva slags indikator - Tilstandsindikator /områdeindikator

Referanseverdi - Midlere fordeling over siste 10 år
Tiltaksgrense - Ingen

VSO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Iskanten – Polarfronten - Svalbard

I dag eksisterer ikke en langtidsserie av dyreplankton på artsnivå i Barentshavet. Et prosjekt som ble opprettet i 2005 har begynt å arbeide med det materialet som er samlet inn de siste årene. Indikatoren var opprinnelig tenkt beregnet på grunnlag av dyreplanktonets artssammensetning slik at det kunne etableres et uttrykk for biodiversitet i planktonsamfunnet for ulike typer vannmasser som er karakteristisk for Fugløya-Bjørnøya snittet ved inngangen til Barentshavet. På denne måten vil det være mulig å belyse endringer i planktonsamfunnet (f.eks. introduksjon av nye arter, endringer i forhold mellom arter/stadier), som antas tilført Barentshavet, og dessuten vurdere historiske endringer som har skjedd i årene hvor 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 dyreplankton artsdata som også favner ulike økoregioner og vannmasstyper i Barentshavet lengre øst og nord. På denne måten vil en kunne få bedre beskrevet endringer som skjer i de ulike deler av Barentshavet (øst-vest/syd-nord) og knytte disse til havmiljø og klima på en bedre måte enn opprinnelige foreslått. I en slik sammenheng er det mulig at en standard artsopparbeiding slik den gjøres i dag ikke er tilstrekkelig, men må utvides eventuelt avgrensning til spesielle grupper av dyreplankton som kan tenkes å være særlig sensitive for miljøendringer eller viktige som føde for planktonspisende fisk. Per i dag er det opparbeidet et større antall prøver fra årene 2004, 2005 og 2006, for hvert år gjelder dette fire ulike vannmasser og årstider.

I de senere årene er det gjort et økende antall observasjoner av mer varmekjære arter i forhold til tidligere i Barentshavet, f.eks. krillen *Nematocelis megalops* og hoppekrepsen *Gaetanus tenuispinus* – en art som likner raudåte *Calanus finmarchicus* og ishavsåte *Calanus glacialis*. Endringer i mengde og utbredelse vil trolig kunne belyses kvantitativt ved å se på historiske data. Det er også viktig å følge med sammensetning og utbredelse av typisk dominante og økologiske viktige arktiske arter som hoppekrepsen *C. glacialis* og amfipoden *T. libellula* i forhold til atlantisk arter, særlig nå som havklimaet synes å være i endring.

4.5 Fiskebestander det ikke fiskes på

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

4.5.1 Biomasse og utbredelse av ungsild

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO
Ansvarelig for denne utgaven - Jens Christian Holst
Datagrunnlag - Anon. 2007. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem. Survey in the Barents Sea August-October 2007 (vol.1). IMR/PINRO Joint Report Series, No. 4/2007. ISSN 1502-8828. 97 pp.

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Historisk nivå

Tiltaksgrænse - Ingen

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Norsk vårgytende sild har gyteområder langs Norskekysten fra Stadt til Malanggrunnen. 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, næringsstilgang og predatorer) og av fisket, som foregår vesentlig utenfor Barentshavet. Observert år til år variasjon i mengde ungsild (Fig. 4.5.1.1) reflekterer derfor ikke størrelsen på foreldrebestanden, men gjennomsnittlig mengde ungsild over en tidsperiode på for eksempel ti år vil normalt være godt korrelert med størrelsen på den voksne bestanden. Ungsilda i

Barentshavet er fredet under internasjonale avtaler og utsettes i meget liten grad for fiske.

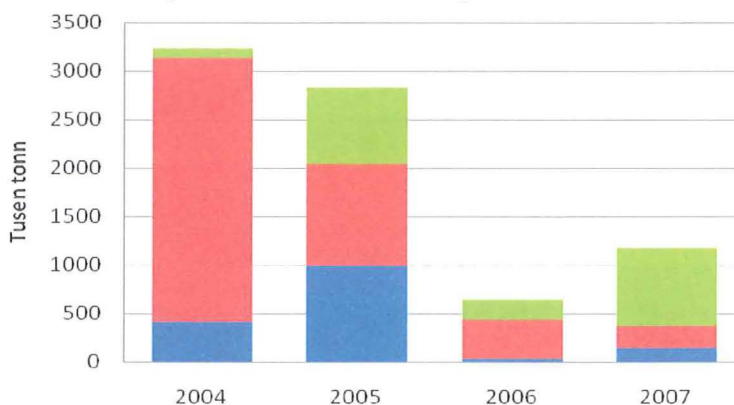
Mengden ungsild reflekterer derfor i størst grad eksterne forhold som foreldrebestandsstørrelse og fysisk-økologiske forhold i Norskehavet. Interne fysiske og økologiske forhold i Barentshavet vil likevel ha stor betydning for utviklingen av den enkelte årsklasse i form av vekst og dødelighet. Ungsilda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

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

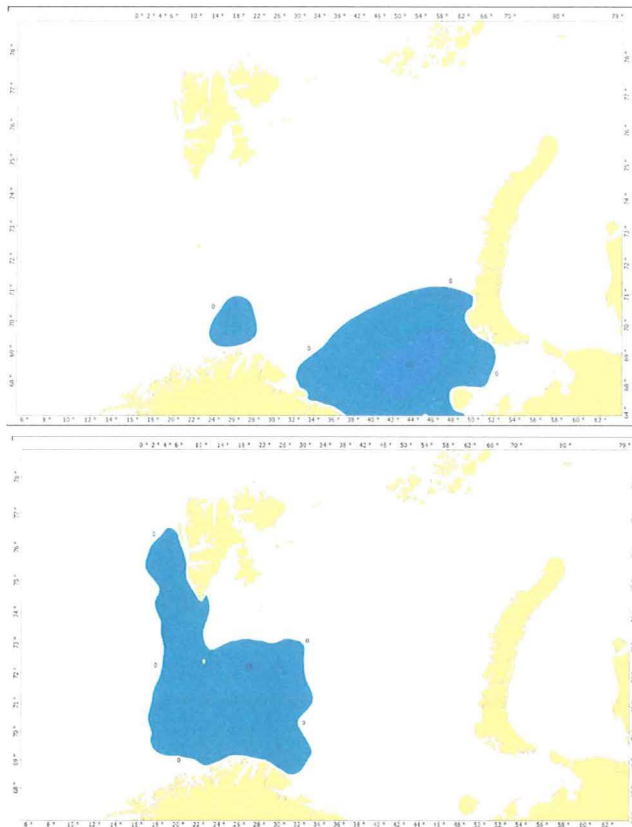
Sammenlignet med de senere års fordeling er målt fordeling i 2007 ekstremt østlig (Fig. 4.5.1.2.). En slik fordeling vil favorisere sen vekst og, fordi utvandringen fra Barentshavet er lengdeavhengig, vil ungsilden vandre ut som eldre individer enn ved vestligere fordeling.

4.5.2 Biomasse og utbredelse av kolmule

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO
Ansvarelig for denne utgaven - Are Salthaug
Datagrunnlag - Anon. 2007. Survey report from the joint Norwegian/Russian ecosystem. Survey in the Barents Sea August-October 2007 (vol.1). IMR/



Figur 4.5.1.1 Total akustisk biomasseindeks basert på ekkoloddregistreringer per år for sild i Barentshavet med bidraget fra hver aldersgruppe (fra økosystemtøktet i august-oktober).



Figur 4.5.1.2 Estimert relativ akustisk tetthetsfordeling av sild i Barentshavet i 2007 (fra økosystemtoktet i august-oktober). Mørkest blåfarge = størst mengde.

Figur 4.5.2.2 Estimert relativ akustisk tetthetsfordeling av kolmule i Barentshavet i 2007 (fra økosystemtoktet i august-oktober).

PINRO Joint Report Series, No. 4/2007. ISSN 1502-8828. 97 pp.

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Historisk nivå

Tiltaksgrense - Ingen

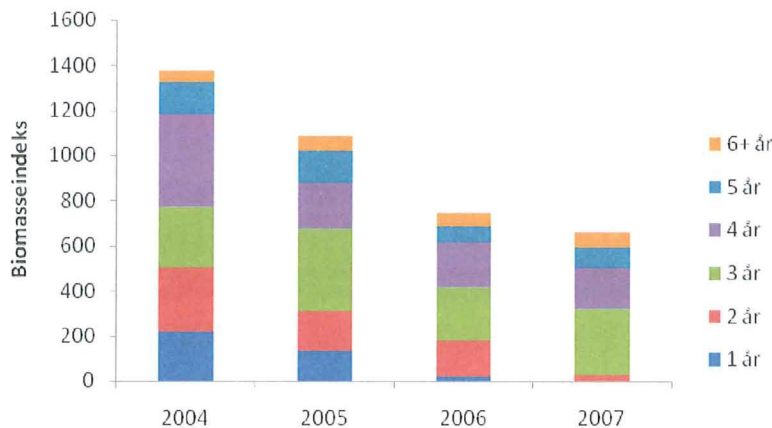
SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Svalbard

Kolmulen har trolig økt i utbredelse og mengde i Barentshavet i løpet av den siste tiårsperioden. Kolmulebestandens størrelse i Barentshavet styres av naturlige forhold (temperatur, næringstilgang og predatorer) og av fiskepress i andre områder (det foregår ikke fiske på kolmule i Barentshavet). Mes-teparten 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 del av Barentshavet må de

være en viktig næringskonkurrent for sild og lodde. De kan også være viktige byttedyr for noen predatorer.

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

Fem indikatorer er tatt med for å vise utviklingen i fiskeressurser som er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet. Indikatorene gir et bilde av både den pelagiske og den bunnære del av økosystemet. Biomassens utvikling sier noe om oppbygging av biomasse og tålegrenser for fiske, mens rekruttering sier noe om produksjon innen hvert år. Forvaltningen av Barentshavet har hittil hatt fokus på de biologiske ressursene og forvaltningen håndheves for det meste gjennom fastsetting av kvoter i fiskeriene.



Figur 4.5.2.1 Total akustisk biomasseindeks basert på ekkoloddregistreringer per år for kolmule i Barentshavet med bidraget fra hver aldersgruppe (fra økosystemtoktet i august-oktober).

4.6 Fiskebestander det fiskes på

4.6.1 Gytebestand av torsk

Utførende - Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

Ansvarlig for denne utgaven - Asgeir Aglen
Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO (Bestandsberegninger i ICES: <http://www.ices.dk/iceswork/wgdetailacfm.asp?wg=AFWG>)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

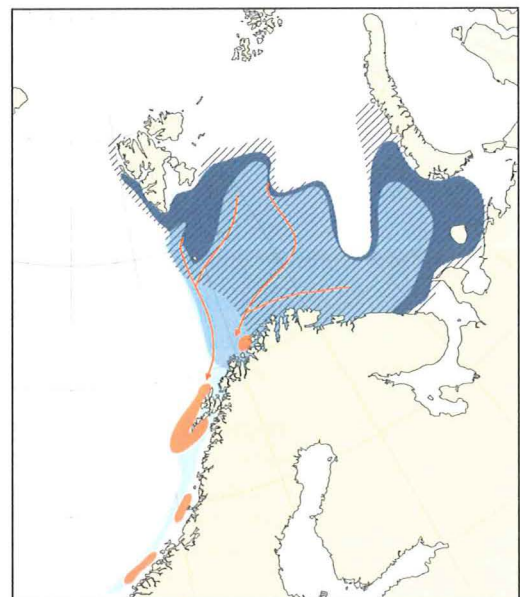
Referanseverdi - Føre-var-gytebestanden

Tiltaksgrense - Beregnet gytebestand er mindre enn føre-var-gytebestanden

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Torsk er en viktig predator i Barentshavet. 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.

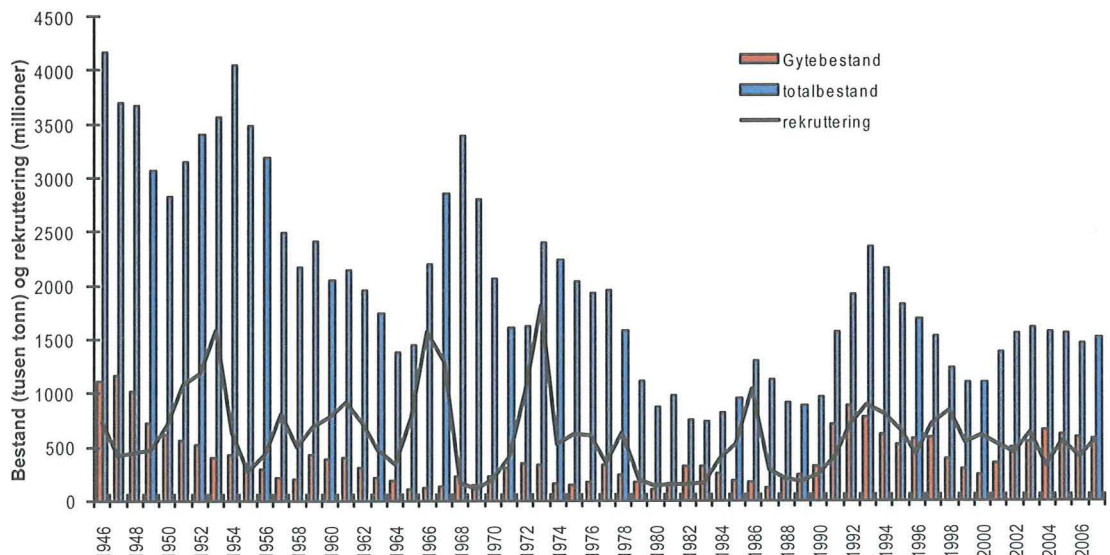
Bestanden er i rimelig god forfatning, men lavere enn langtidsgjennomsnittet (1946–2007). Gytebestanden er minkende, men fortsatt over langtidsgjennomsnittet (Figur 4.6.1.2). Det vitenskapelige rådet for fisket i 2008 understreker at det er viktig å få slutt på all urapportert fangst for å unngå videre nedgang. Gytebestanden av nordøstarktisk torsk



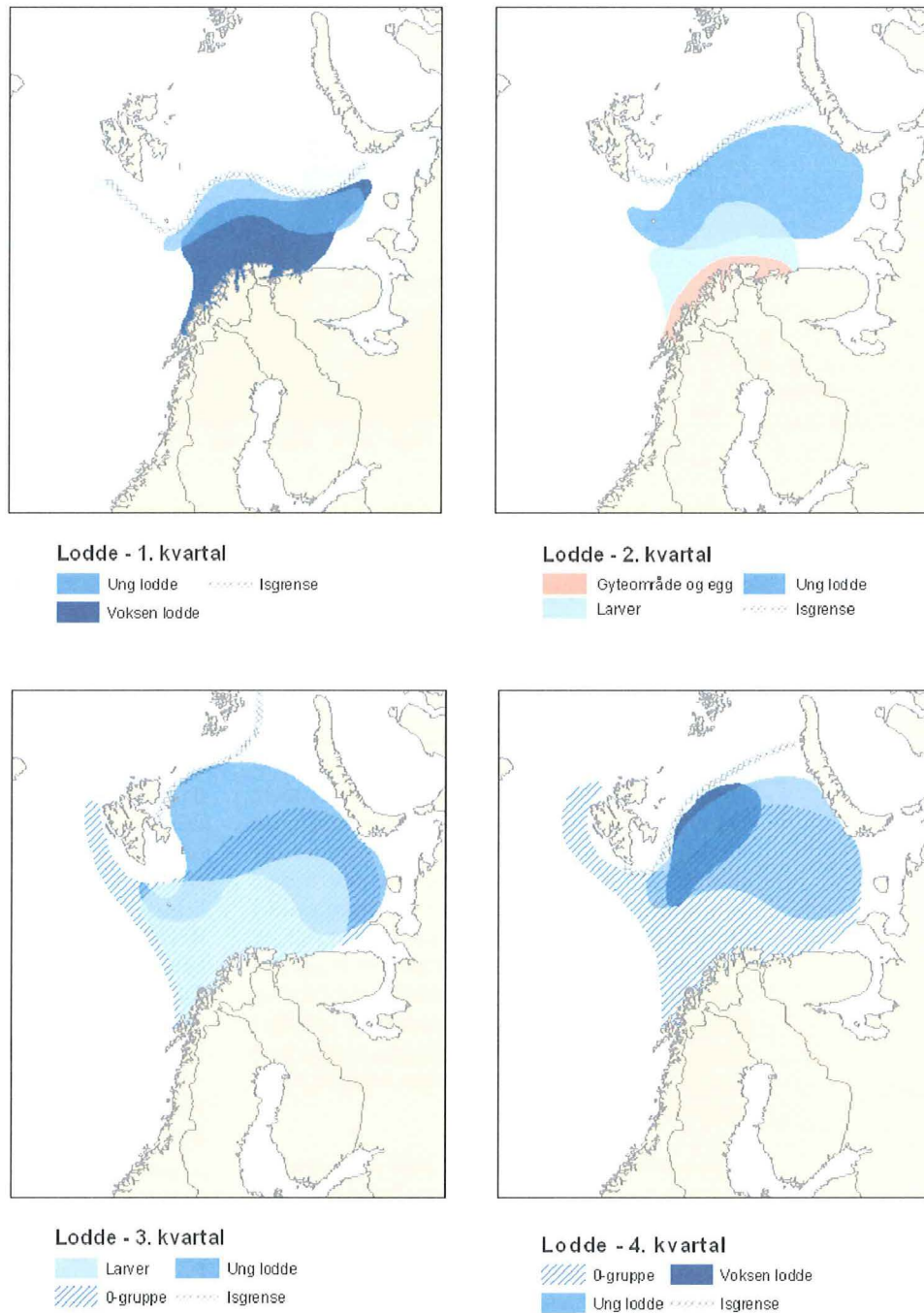
Overvintingsområde (4 år og eldre) Beiteområde (4 år og eldre)
Oppvekstområde (1-3 år) Gyteområde
Gytevandring

Figur 4.6.1.1 Utbredelse av bestanden nordøstarktisk torsk.

i 2008 er beregnet til 531 000 tonn. Dette er over den tiltaksgrensen som er fastsatt av forvaltningen.



Figur 4.6.1.2 Nordøstarktisk torsk. Gytebestand (brune søyler), totalbestand (blå søyler) og rekruttering (kurve).



Figur 4.6.2.1. Utbredelse av lodde gjennom året.

Avtalt kvote for 2008 er 430 000 tonn mens rådet fra ICES var på 409 000 tonn. Avtalt kvote for 2007 var 421 000 tonn. Totalkvoten for 2006 var 471 000 tonn. Total internasjonal fangst i 2006 var 596 000 tonn, basert på den norske beregningen av urapportert fiske på 127 000 tonn. Det norske fisket var 201 000 tonn i 2006. Andre fangstnasjoner i rangert rekkefølge: Russland, Færøyene, Storbritannia, Spania, Grønland, Island, Tyskland, Portugal, Frankrike, Polen og Irland. Om lag 70% av årsfangsten tas med bunntrål. Resten fanges med garn, line, snurrevad og juksa.

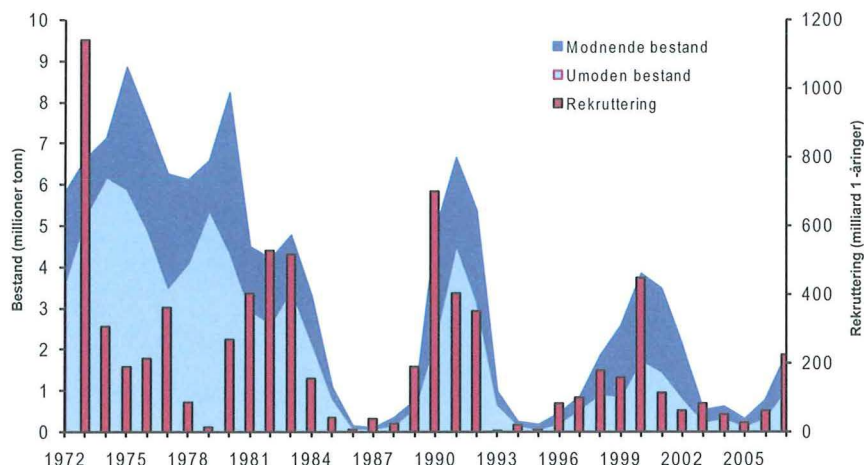
Fisket i 2006 anses å ha risiko for ikke å være bærekraftig. Det er et prioritert mål å få slutt på det urapporterte fisket som har resultert i et betydelig overfiske av kvotene de siste årene.

4.6.2 Gytebestand hos lodde

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO
 Ansvarlig for denne utgaven - Sigurd Tjelmeland
 Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO
 Hva slags 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

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



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 gyteperioden sommer/høst.

Loddebestanden i Barentshavet er fortsatt på et lavt nivå, men vil trolig øke i størrelse i årene som kommer. Kommersielt fiske er foreløpig ikke aktuelt. Det er tredje gangen på ca. 20 år at loddebestanden har hatt et sammenbrudd, men denne gangen har ikke bestanden vært så langt nede som i de to forrige periodene (Figur 4.6.2.2.). Rekrutteringen sviktet allerede fra 2001, da bestanden fortsatt var stor, og har holdt seg lav etter det, men med en oppgang i 2007. Svikten i rekruttering skyldes nok først og fremst beitepresset fra en stor bestand av ungsild i Barentshavet i denne perioden. Høsten 2006 og høsten 2007 ble det funnet relativt mye loddeyngel, og bestanden er i vekst.

Bestandsmålingen i september 2007 resulterte i et overslag over totalmengden på i underkant av 2 millioner tonn, der om lag 0,8 millioner tonn var modnende fisk som vil gyte våren 2008 (Figur 4.6.2.2.). Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjonen har vedtatt en forvaltningsregel som går ut på at det skal være mindre enn 5% risiko for at gytebestanden skal komme under 200 000 tonn (Blim) ved gytetidspunktet. ICES gir sine råd om loddeforvaltningen ut fra denne regelen. I 2008 er det ca. 15% risiko for at gytebestanden skal bli mindre enn dette, og rådet var derfor å ikke åpne for fiske. Forventningsverdien til gytebestanden er i 2008 beregnet til å være 330 000 tonn.

Det har ikke vært kommersielt fiske etter lodde i Barentshavet siden 2003. I løpet av de siste 20 årene har loddefisket vært stoppet i tre perioder på grunn av store endringer i bestandsstørrelsen. Det vil ikke bli drevet kommersielt fiske på denne bestanden i 2008.

Loddebestanden i Barentshavet er på et lavt nivå. Beregnet gytebestand har 15% risiko for å bli mindre enn føre var-gytebestanden og kommersielt fiske er derfor ikke aktuelt i 2008 (jfr. ICES forvaltningsregel).

Det har ikke vært kommersielt fiske etter lodde i Barentshavet siden 2003. I løpet av de siste 20 årene har loddefisket vært stoppet tre ganger på grunn av store endringer i bestandsstørrelsen. Det vil ikke bli drevet kommersielt fiske på denne bestanden i 2007.

4.6.3 Gytebestand av blåkveite

Utførende - Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

Ansvarlig for denne utgaven - Åge Høines

Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

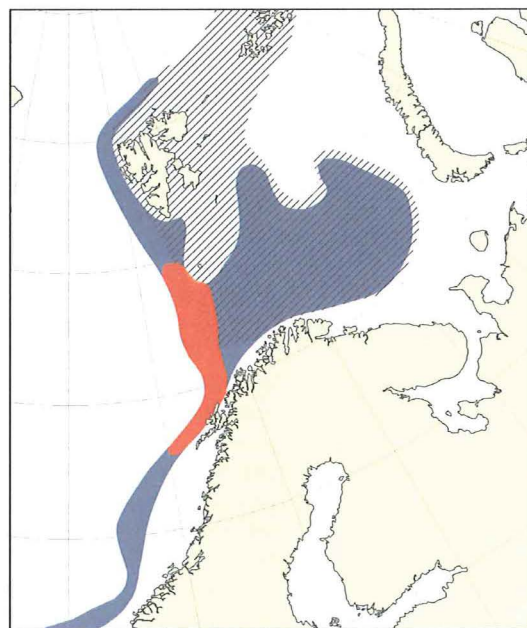
Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi - Føre-var-gytebestanden (ikke kjent)

Tiltaksgrense - Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

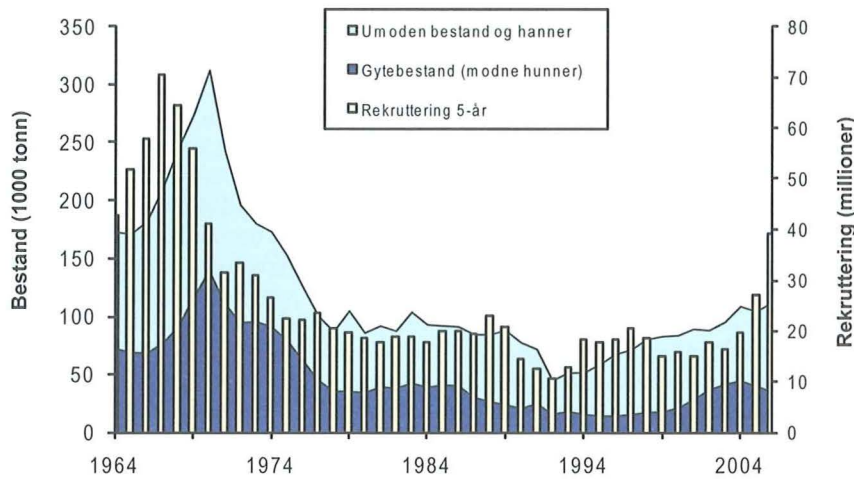
SVO relevans - Nei

Blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoides*) er en flatfisk med svært vid utbredelse, som er karakterisert



/// Utbredelse av ungfisk Hoved gyteområde
■ Voksen del av bestanden

Figur 4.6.3.1. Utbredelseskart over den nordøstarktiske blåkveitebestanden.



Figur 4.6.3.2 Utvikling av totalbestand (mørkt blå) og gytebestand (modne hunner, lys blå) av nordøstarktisk blåkveite. Antall rekrutterer som antall 5-åringer gitt som søyler.

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

Arten foretrekker kalde vannmasser og forekommer ikke i vann varmere enn ca. 4oC. Den ligner kveite, men blindside er pigmentert og er bare litt lysere enn øyesiden. Hunnfisken blir størst, opp til 1,2 m, men i våre farvann sjelden over 1 m. Hannene blir sjelden større enn 65-70 cm. Viktigst føde er fisk, blekksprut og krepsdyr.

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

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

kvote for 2006 var 2 500 tonn satt av norske myndigheter til et begrenset kystfiske. I tillegg ble det i Den Blandede Norsk-Russiske fiskerikommisjon avsatt 4 500 tonn til hver av partene for forskningsformål, til sammen 9 000 tonn. Anbefalingen fra ICES var å ikke overstige en fangst på 13 000 tonn.

Total internasjonal fangst i 2006 var 17 900 tonn, inkludert forskningsfangst. Av dette utgjorde norsk fangst 11 150 tonn og russisk 6 050 tonn. Om lag 55 % av årsfangsten tas med bunntål. Resten fanges med garn og line.

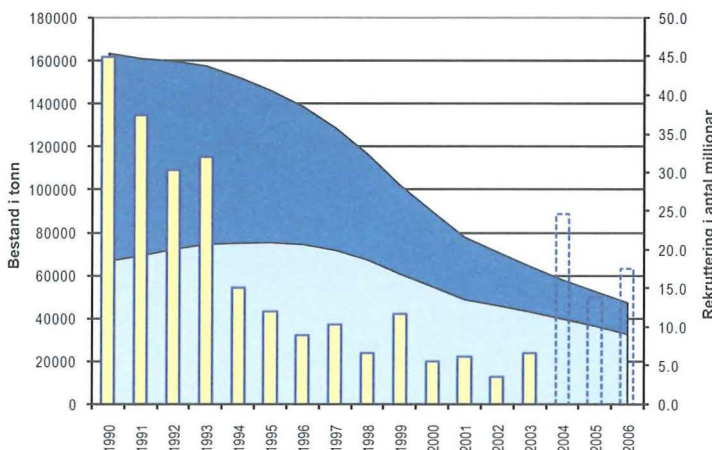
I fravær av definerte referansepunkter kan ikke denne bestanden evalueres fullt ut.

Gitt bestandens status og mangel på informasjon bør ikke fisket overstige 13 000 tonn før sikre data om en økt gytebestand kan stadfestes.

4.6.4 Gytebestand av vanlig uer

- Utførende - Havforskningsinstituttet og ICES
- Ansvarelig for denne utgaven - Kjell Nedreaas
- Datagrunnlag - Tidsserier med tokt- og fiskeridata vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet
- Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)
- Referanseverdi - Føre-var-gytebestanden
- Tiltaksgrense - Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden
- SVO relevans - Nei

Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden tidlig på 1990-tallet. Toktresultat og fangstrater fra



Figur 4.6.4.1 Resultat fra eksperimentelle bestandsberegninger av nordøstarktisk vanlig uer (Sebastes marinus). 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).

trålfisket viser en klar reduksjon i forekomstene, og indikerer at bestanden nå er nær et historisk lavmål. Årsklassene har vært rekordlave det siste tiåret, særlig i Barentshavet. Bestanden er derfor svært svak. Gitt den lave produksjonen til vanlig uer, ventes denne situasjonen å vedvare i mange år. Den eksperimentelle bestandsvurderingen som blir gjort av ICES bekrefter dette. I fravær av definerte referansepunkter kan ikke bestanden evalueres fullt ut i forhold til slike.

Dagens reguleringstiltak er ikke tilstrekkelige for å hindre en fortsatt bestandsnedgang. En økning av beskatningsgraden (fiskedødeligheten) bekrefter dette. ICES tilrår strengere reguleringer på grunn av fortsatt nedgang i gytebestand og rekruttering. ICES gjentar anbefalingen om 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. Anbefalte reguleringer for 2008 er ikke direkte fiske og lav bifangst i andre fiskerier. I fravær av definerte referansepunkter kan ikke bestanden evalueres fullt ut.

4.6.5 Gytebestand av snabeluer

Utførende - Havforskningsinstituttet, PINRO og ICES

Ansvarlig for denne utgaven - Kjell Nedreaas

Datagrunnlag - Tidsserier med tokt- og fiskeridata vedlikeholdt av PINRO og Havforskningsinstituttet.

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi - Føre-var-gytebestanden (ikke kjent)

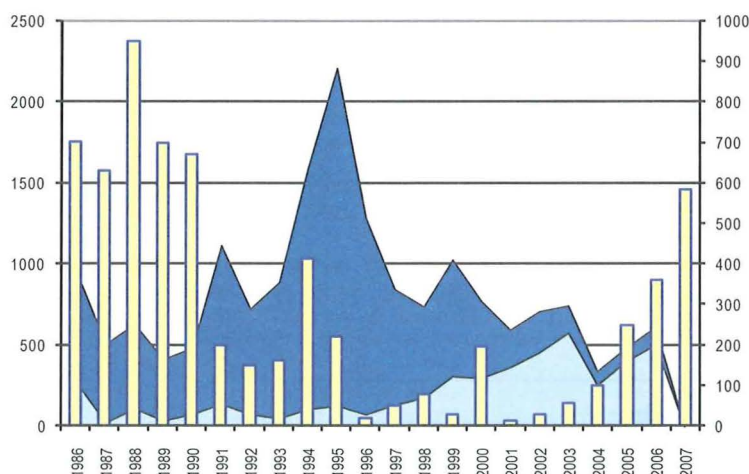
Tiltaksgrense - Beregnet gytebestand er mindre enn føre var-gytebestanden

SVO relevans - Nei

Bestanden har hatt sviktende rekruttering siden 1991, og ICES vurderer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne. Toktresultat viser at bestanden er nær et historisk lavmål. Bare årsklassene født før 1991 kan bidra til gytebestanden i nevneverdig grad, siden de etterfølgende 16 årsklassene er svært svake. I oppvekstområdene i Barentshavet observeres det imidlertid bedre rekruttering av yngel. For å sikre at de rekrutterende årsklassene får bidra så mye som mulig til gjenoppbyggingen av bestanden er det svært viktig at denne yngelen får det beste vern fra å bli tatt som bifangst i alle fiskerier, inkl. rekefisket. Selv om størrelse på gytebestanden er ukjent, vil bestanden av snabeluer nepe kunne gi grunnlag for et direkte fiskeri på mange år på grunn av rekrutteringssvikten siden 1991. Det har imidlertid utviklet seg et direkte fiskeri utenfor de økonomiske sonene i Norskehavet, med en klar økning av fangstene. For å kunne verifisere en eventuell økning av foreldre-/gytebestanden, er det nødvendig at hele utbredelsesområdet av voksen snabeluer i ICES områdene I og II blir kartlagt, både den snabelueren som står ved bunnen og pelagisk. Pelagiske- og bunnfisktokt må planlegges og utformes slik at fiskens mulige vandringer blir tatt hensyn til. Det haster også med å få på plass et analytisk assessment av både total- og gytebestand.

ICES tilrår forbud mot direkte trålfiske etter snabeluer i ICES områdene I og II. Stenging av områder må opprettholdes, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lave som mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. De anbefalte reguleringene i 2008 er vern av yngel, ikke direkte trålfiske og lav bifangst i andre fiskerier.

I fravær av et analytisk assessment og definerte referansepunkter kan ikke bestanden evalueres fullt ut. Særlig gjelder dette størrelsen på foreldre-/gytebestanden.



Figur 4.6.5.1 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).

4.7 Bunnlevende organismer

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

4.7.1 Artssammensetning og mengde av bunndyr og fisk i forskningstrål

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO

Ansvarlig for denne utgaven - Lis Lindal Jørgensen
Datagrunnlag - RegFisk database (familienivå) og PINRO/IMR database (artsnivå)

Hva slags indikator

Tilstandsindikator

Referanseverdi

Tiltaksgrense

SVO relevans - Alle

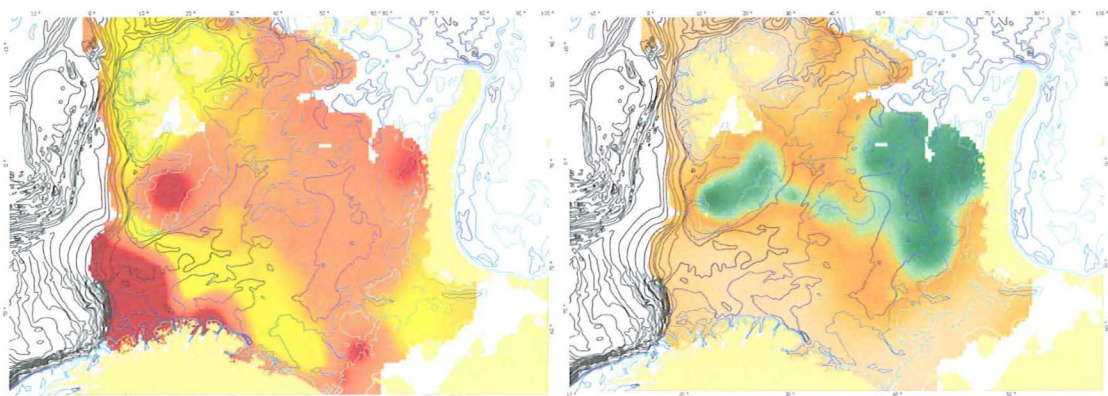
Havbunnen er oppsamlingsreservoaret for alle spiselige partikler som synker ned fra vannsøylen over. Bunndyr nyttegjør seg av denne matresursen og slipper ut næringsstoffer under nedbrytingen av den inntatte føden. Mange av disse dyrene har tilpasset seg sporadisk tilgang på føde ved å ha hurtig

vekst, mye avkom og kort liv (høy produktivitet). Der hvor mye mat synker ned som en fast sesongbestemt puls finner vi gjerne dyr som har tilpasset seg å fange matpartikler fra vannmassene med spesielle filtreringsorganer. Disse dyrene kan leve lenge og bli seint kjønnsmodne (lav produktivitet på tross av høy biomasse).

Det er funnet sammenheng mellom mengden av bunndyrs biomasse og iskanten i Barentshavet. Biomasseøkningen er blant annet korrelert med den høye sesongmessige pulsen av algevekst i den korte og intense vårperioden samt prosesser i vannet som får maten til å synke til bunnen. Men da iskanten kan variere med flere hundre kilometer fra år til år, må også bunndyrene oppleve store fluktuasjoner i tilgangen på mat.

Noen av de høyeste faunabiomasser er registret på de grunne områdene i Barentshavet. De høyproduktive grunne områder i Arktis opprettholder, eller har opprettholdt, store mengder av bunndyr, bunnspisende fisk, hvaler, seler, hvalross og dykkender. Grunne områder i Arktis fungerer som gigantiske matfat for fiske- og pattedyrsamfunnet i Barentshavet.

I stabile miljøer kan komplekse bunnsamfunn utvikle seg. I strømsterke områder (sokler, kanter, banker) vil disse samfunn ofte bestå av store, langsomt voksende, oppreiste, filtrerende arter. I områder



Figur 4.7.1.1. Preliminære resultater for "hotspots" av bunndyr i vekt (til venstre) og i antall (til høyre) i Barentshavet tatt med forskningstrål fra 678 stasjoner på økosystemtokt med to russiske og tre norske forskningsbåter august-september 2006. Verdiene er ikke oppgitt da de stadig er under opparbeidelse. Mørkerødt i venstre figur angir "biomass-hotspots", gult er områder hvor det ble tatt minst bifangst. Mørkegrønt i figuren til høyre angir områder med høyt antall individer, mens de lys-oransje er områder med lavt antall individer.

med mindre strøm (bassenger og renner) kan store gravende arter stå for en stadig omrøring og lufting av sedimentet. Områder med høy grad av vekslende miljø vil ofte utvikle små opportunistiske arter med kort og effektiv reproduksjonssyklus. Samfunnsanalyser av bunndyr kan derfor fortelle om det eksisterende fysiske miljø. Fordi flere av bunndyrene gjenfinnes på samme område år etter år kan forandringer i bunndyr-samfunnet fortelle om forandringer i miljøet både i rom og tid.

Indikatoren har som formål å belyse forandringer i artssammensetning, fluktuasjoner i populasjons-sammensetning og fluktuasjoner i antall individer og biomasse i rom og tid.

Hvert år i august–september foretar Havforskningsinstituttet undersøkelser for bl.a. å innhente data om utbredelse og mengde av kommersiell fisk. På disse toktene blir bunntål brukt over hele Barentshavet av både Havforskningsinstituttet og PINRO for å hente inn data om bunntilnyttede kommersielle fisk, samt dyphavsreke. Bunntålen tar en rekke bifangstarter. Fra 2006 er denne bifangsten blitt analysert under de felles norsk-russiske undersøkelsene.

Det trålfangede materialet kan utvikles til å indikere (ikke kartlegge) en zoogeografisk oppdeling av Barentshavet (hvordan arter fordeler seg i forhold til vannmasser), biomasse- eller antallsrelaterte forekomster av bunndyr (Figur 4.7.1.1), dominante dyregrupper i antall og vekt, samt utbredelse av viktige arter som, for eksempel, potensielle byttedyr for fisk og pattedyr.

Preliminære undersøkelser (Figur 4.7.1.1) antyder at det er de grunne bankene som kan inneholde både den høyeste biomasse av bunndyr, men også det største antall individer, mens området i sørvest, hovedsakelig bebodd av store svamper, har et lavt antall av store, tunge individer som til sammen utgjør de tyngste fangstene som blir gjort. Det samme gjør seg gjeldene i sør øst hvor "få" men store kongekrabber gir et biomasse "hotspot". Området langs polarfronten er særlig interessant, da den omtrent følger linjen med "antall" maksima (høyre figur), mens "biomasse" maksima (venstre figur) ser ut til å variere etter geografisk lokalitet

Storskala, grove, bunnundersøkelser med trål kan således supplere detaljerte kvantitative grabbundersøkelser og kan kanskje gi indikasjoner om mulige storskala endringer i sammensetningen av store bunnlevende organismer.

Figur 4.7.2.1 Kart som viser utbredelse av korallrev langs Norskekysten. Røde punkter: bekreftede funn, hvite punkter: ubekreftede meldinger, grå felt: revområder.

Vekt og antall av arter, gjennomsnittsvekten og størrelse av individer innen artene, proporsjoner mellom arter og fødegrupper per overvåkingsområde kan inngå i vurderingen i form av en diversitetsindeks eller som biotiske indisier.

4.7.2 Utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Pål Buhl-Mortensen
Datagrunnlag - Data kan finnes på hjemmesidene til MAREANO (www.mareano.no), Havforskningsinstituttet (www.imr.no/coral) og Artsdatabanken (www.artsdatabanken.no)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning

Referanseverdi - Utbredelse og tilstand av kjente forekomster

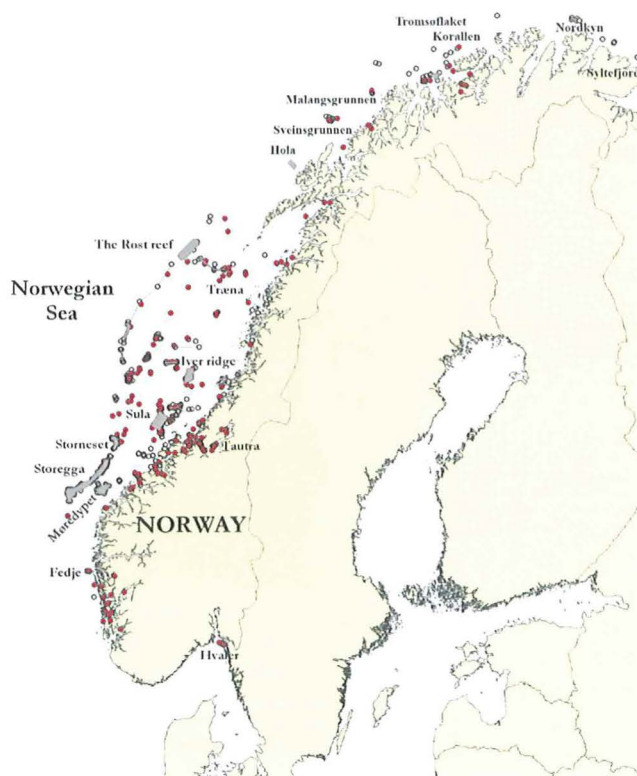
Tiltaksgrense - Det er signifikant økning i skadeomfanget eller reduksjon i forekomstenes utbredelse i områder som overvåkes

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Korallrev, hornkoraller og svampsamfunn er artsrike habitater som er sårbare for fiskerier med bunnredskap. Mange av artene innen disse organismegruppene har en stor utbredelse og finnes i flere verdenshav. De hører til to ulike dyrerekker: Nesledyr (korallrev og hornkoraller) og svamp.

Korallrev

Korallrev dannes i norske farvann av steinkorallen *Lophelia pertusa*. Denne arten har dannet rev som er opp til ca 9000 år gamle i midt-Norge. Alderen på revene i Barentshavet er ikke kjent. Det oppdages stadig flere korallrev i Barentshavet (Figur 4.7.2.1). De siste oppdagelsene ble gjort på MAREANO-tokved Malanggrunnen og i Hola utenfor Vest-



erålen (Figur 4.7.2.1). Korallrevene representerer en viktig naturressurs, med et stort mangfold av arter som finner skjulested eller mat i dette habitatet (Figur 4.7.2.2). Ofte er det høye fiske-tettheter nær revene. Skader som er påført av fiskerier er ofte synlige og entydige for korallrev. Disse skadene kan spores mange år etter at skaden er påført. Mange steder langs kysten har fiskere selv rapportert om skader på korallrev påført av fiskerier. Dette gjelder flere steder langs kysten av Troms og Finnmark, for eksempel Syltefjord, vest av Sørøy, Fuglen og Sveinsgrunnen (Figur 4.7.2.1). Forekomst av korallrev har blitt indikert av fiskere på en rekke steder langs Finnmarkskysten. Carl Dons (1944) oppgav et område utenfor Nordkyn som sannsynligvis det nordligste stedet i verden hvor *Lophelia pertusa* forekommer (Figur 4.7.2.1). Denne informasjonen hadde han fra pålitelige fiskere. På 1990-tallet fikk Havforskningsinstituttet flere opplysninger om mulige korallrev i Øst-Finnmark. Det var først i 2006 og 2007 at Havforskningsinstituttet fikk anledning til å undersøke Finnmarkskysten grundig med tanke på utbredelsen av korallrev. Man fant da at den nordligste sikre forekomsten var vest av Sørøya, et lite område som fiskere kaller for Korallen (Figur 4.7.2.1). Her var det også rapportert om skader fra fiskerier, noe undersøkelser kunne bekrefte. Omtrent 40 % av revet var ødelagt, hvilket kan betegnes som omfattende. Ytterkantene av dette revet er i stor grad ødelagt og knust, mens deler av revet som ligger litt vanskeligere til for fiskerne har fått stått uberørt. På alle andre steder som ble betraktet som mulige forekomster av korallrev ble det kun funnet hornkorraller.

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 korallskjelletet. 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 så som økt partikkelinnhold eller minket næringstilgang. Dette gjøres ikke i dag, men anbefales inkorporert i fremtidige overvåkingsprogram for utvalgte *Lophelia*-rev (referanse-rev).

Hornkorraller

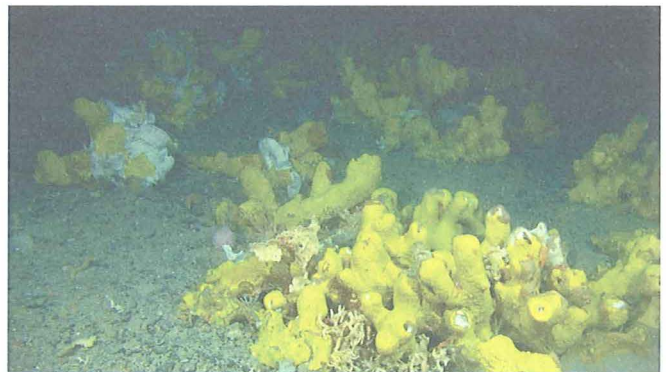
Utbredelsen av hornkorraller, så som *Paragorgia arborea* (Sjøtre, Figur



Figur 4.7.2.2 Rikt liv på Malangsrevet (*Lophelia pertusa*). Bildet er tatt i den naturlig døde del av revet (foto: Havforskningsinstituttet, MAREANO).



Figur 4.7.2.3 Hornkorrallen *Paragorgia arborea*, på et *Lophelia*-rev på Loppøya (foto: Havforskningsinstituttet, HERMES).



Figur 4.7.2.4 Svampen *Aplysilla sulfurea* utenfor Finnmarkskysten (foto: Havforskningsinstituttet, HERMES).



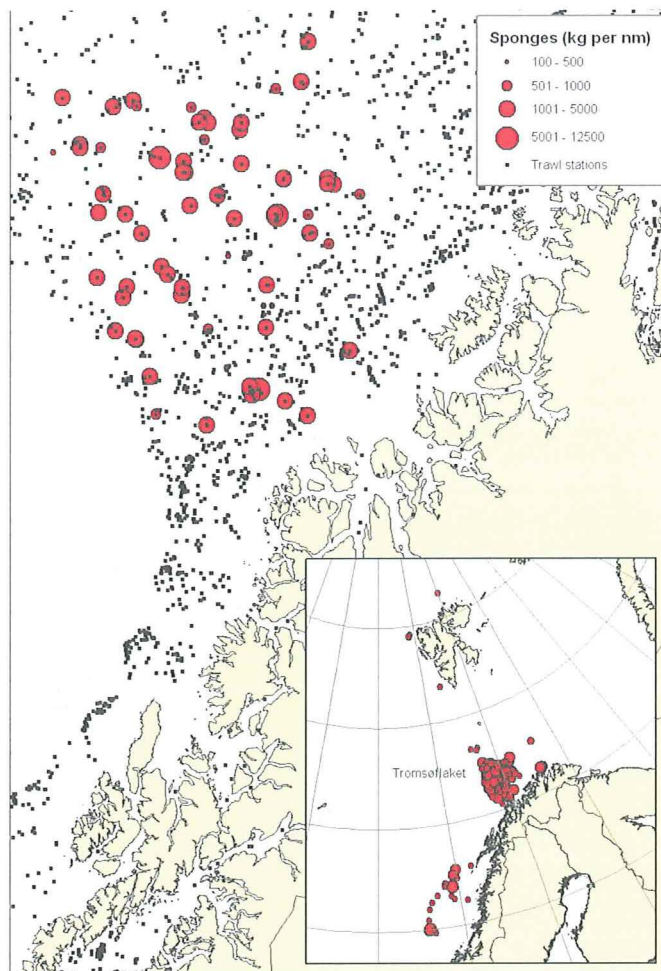
Figur 4.7.2.5 Svamper på Tromsøflaket. Overflaten av svampene har her unormalt mye sediment, antagelig som følge av trållaktivitet (foto: Havforskningsinstituttet, MAREANO).

4.7.2.3), *Paramuricea placomus* (Sjøbusk) og *Primnoa resedaformis* (Risengrynkoral) er dårligere kjent enn for *Lophelia pertusa*. Hornkoraler 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). Hornkorallene er på lik linje med *Lophelia* langlivede arter som vokser relativt langsomt. De eldste koloniene man finner i Norge er sannsynligvis mellom 100 og 200 år gamle. Slike kolonier er rundt 2 m høye, og forekommer på alle velutviklede *Lophelia*-rev. Koloniene bryter opp når de blir større enn dette, og revene bygges gradvis opp av korallskjelletter som akkumuleres. Derfor er revene mye eldre enn koloniene (f. eks. Sula-revet som er rundt 9000 år gammelt). Hornkorallene er også utsatt for skader fra fiskerier med bunnredskap, men til forskjell fra *Lophelia* er skadene på hornkoraler vanskeligere å oppdage, delvis fordi koloniene står mer spredt enn *Lophelia*. Mønstre og spor etter skraping fra trål er derfor vanskeligere å oppdage enn på et rev. En annen grunn er at skjellettene etter disse korallene lettere transporteres bort med strømmen enn *Lophelia* sitt skjelett. Flere steder langs kysten av Øst-Finnmark er det rapportert om skadde korallsamfunn (f. eks. utenfor Nordkyn og Syltefjord, Figur 4.7.2.1). Etter kartlegging utført som del av det EU-finansierte forskningsprosjektet HERMES ble det klart at korallene på disse lokalitetene er hornkoraler og ikke korallrev.

Svampsamfunn

Svamper er kolonidyr som danner et indre skjellett i form av små spikler av kisel eller kalk (Figur 4.7.2.4). Det er kjent at svampområder er utbredt i deler av Barentshavet, for eksempel på Tromsøflaket, spesielt i Snøhvitområdet (Figur 4.7.2.1). Det foreligger imidlertid ikke noen fullstendig oversikt over utbredelsen av svampsamfunnene. Havforskningsinstituttets bunntrålundørsøkelser har registrert mengden store svamper i fangstene fra 1981 til nå (Figur 4.7.2.5). 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 (Figur 4.7.2.6). 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.

Flere områder hvor det er rapportert om korallrev er ikke skadeomfanget kjent (for eksempel på kontinentalsokkelkanten utenfor Sveinsgrunnen). Skadeomfanget er stort på det nordligste korallre-



Figur 4.7.2.6 Bifangst av svamp i Havforskningsinstituttets bunntrålfangster i perioden 1996-2000.

vet (Korallen), mens det er lite observerte skader på revene på Lophhavet. Det kan konkluderes med at flere revområder sannsynligvis ikke er kartlagt, spesielt langs kontinentalsokkelkanten fra Røst til vest av Tromsøflaket.

4.7.3 Forekomst av kongekrabbe

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO
 Ansvarlig for denne utgaven - Jan H. Sundet
 Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO
 Hva slags 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 ca 7-9 år gammel. I likhet med andre krabber er den særkjønnet og en hunnkrabbe kan ha opptil 450 000 egg som den bærer med seg som utrogn i ca 11 måneder. Larvene er pelagiske i 40-60 døgn og har relativt liten egenbevegelse. Kongekrabbens diett består i hovedsak av bunndyr som muslinger, sjøstjerner og børstemark, men den er også åtseleter. Stort sett det meste av fastsittende eller sakte bevegelige bunndyr er fun-

Tabell 4.7.3.1. Estimater for totalbestanden av kongekrabbe med skjoldlengde større enn 70 mm, i norsk sone i 2006 og 2007.

Område	Indeks 2001	Indeks 2002	Indeks 2003	Indeks 2004	Indeks 2005	Indeks 2006	Indeks 2007
Varangerfjorden	2818	2628	1646	2038	2097	2 276	2644
Østhavet	250	*	1002	1002	444	650	*
Tanafjorden	234	552	926	826	664	984	762
Laksefjorden	*	*	*	197	221	294	591
Porsangerfjorden	*	*	*	*	*	118	296
Totalbestand	3302	3180	3574	4063	4143	4322	4293

*Ikke estimert

net i magene til kongekrabben. Noe som indikerer at den spiser det som er tilgjengelig.

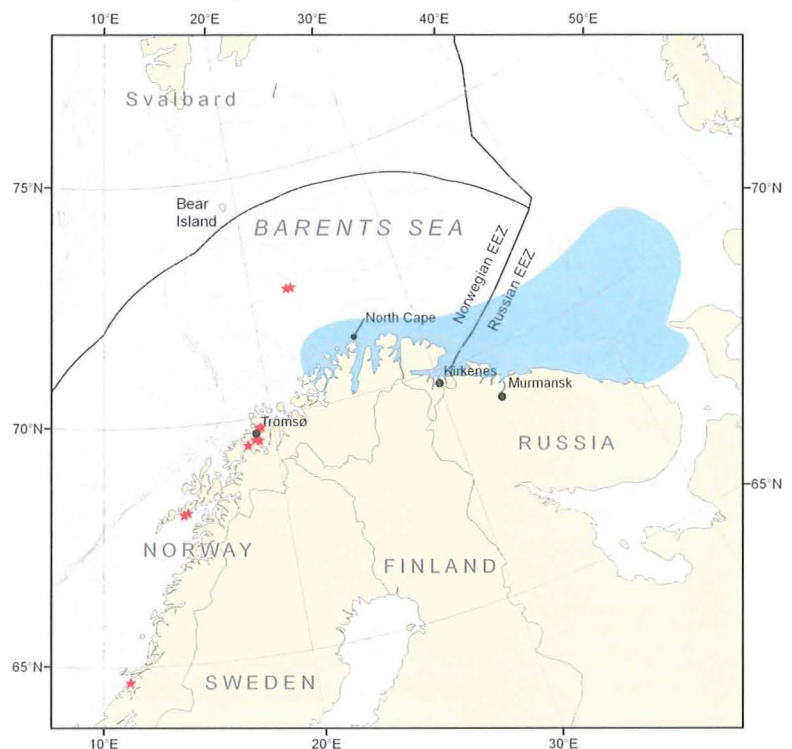
Kongekrabben i norsk sone ble kartlagt høsten 2007 med bruk av trål og teiner ved tokt i løpet av august /september. Estimaten av totalbestanden (krabber større enn 70 mm skallengde) for 2007 omfattet ikke området mellom Vardø og Nordkyn (Østhavet). Likevel er estimatene på samme nivå som i 2006, noe som indikerer at nivået for totalbestanden har økt betydelig (tabell 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, altså større enn det tidligere minstemålet ved felles forvaltning med Russland (132 mm). Mengden fangstbar kongekrabbe estimert for 2007 representerer derfor hannkrabber større enn 137 mm skjoldlengde, og var på samme nivå som i 2006 (ca 1 mill.). Det forventes imidlertid en betydelig rekruttering til den fangstbare bestanden i norsk sone i 2008 og 2009.

Stortingsmeldingen om kongekrabben som kom høsten 2007 legger opp til at det blir et avgrenset område i Øst-Finnmark hvor krabben skal forvaltes som en bærekraftig fiskeressurs. Utenfor dette området vil det bli et fritt fiske samt at en vil vurdere å iverksette tiltak for å hindre ytterligere spredning. 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. Kartleggingen i de åpne havområdene i 2007 viste at kon-

gekabben hadde en større utbredelse til havs enn tidligere undersøkelser har vist. Det ble blant annet funnet en del krabbe rundt 12 nm av land. Årsaken til dette kan være at bestanden i dette området har økt slik at krabben må finne nye beiteområder 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 noe i forhold til 2006, og det er kun fanget få enkeltindivider vest for Måsøy/Hammerfest – området.

Tettheten av kongekrabbe er fortsatt mye høyere i de østlige delene (Varanger og Tanafjorden) enn i de vestlige delene (Laksefjord og Porsanger), men fra og med 2007 foregikk fisket etter krabben i alle delene vest for 26°E.

Tiltak er nødvendige for å hindre spredning av kongekrabben. Et tiltak er fritt fiske vest for 26°E.



Figur 4.7.3.1 Utbredelse av kongekrabbe i Barentshavet pr januar 2008. Røde sirkler angir funn av enkeltkrabber.

4.8 Sjøfugl og sjøpattedyr

4.8.1 Sjøfugl

Utførende - Norsk Polarinstitutt og Norsk institutt for naturforskning

Ansvarlig for denne utgaven - Svein-H. Lorentsen, Tycho Anker-Nilssen og Hallvard Strøm

Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Norsk Polarinstitutt og Norsk institutt for naturforskning

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. Resultatene fra overvåkingen av hekkende sjøfugl rapporteres årlig (f.eks. Lorentsen 2007). 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 (lomvi, polarlomvi og lunde, Miljøverndepartementet 2006) er rapportert under. I tillegg rapporteres også her bestandsutvikling for krykkje innenfor for-

valtningsområdet. Denne arten ble foreslått i "indikatorrapporten" for Lofoten-Barentshavet (von Quillfeldt & Dommasnes 2005), men er utelatt i forvaltningsplanen.

I forvaltningsplanen er bestandsutvikling hos tre sentrale sjøfuglarter foreslått som indikator. Som tiltaksgrense er foreslått en bestandsnedgang på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad. Gjennom Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl er det kun overvåket bestandsendringer. Med implementeringen av SEAPOP for området Lofoten-Barentshavet fra 2005-sesongen har en fått en utvidet overvåking som også inkluderer voksenoverlevelse, reproduksjon og næring for et utvalg av arter på utvalgte nøkkellokaliteter. For noen lokaliteter (Røst, Hornøy og Bjørnøya) eksisterer eldre tidsserier for disse parametrene. Dette vil gjøre oss bedre i stand til å bedre kunne forstå hva som ligger bak de trendene som observeres. Indikatorene hekkesuksess og voksenoverlevelse er behandlet i kapittel 4.8.1.5, og alle indikatorene er videre vurdert i forhold til referanseverdier og tiltaksgrenser i kap. 4.8.1.6. på side xx.

De forskjellige målestasjonene (overvåkingslokalitetene) for sjøfugl på Norskekysten, Svalbard og Bjørnøya er vist i Figur 4.8.1.1 og 4.8.1.2.



Figur 4.8.1.1 Geografisk plassering av målestasjonene (overvåkingslokalitetene) for sjøfugl på Norskekysten.

4.8.1.1 Bestandsutvikling hos lomvi

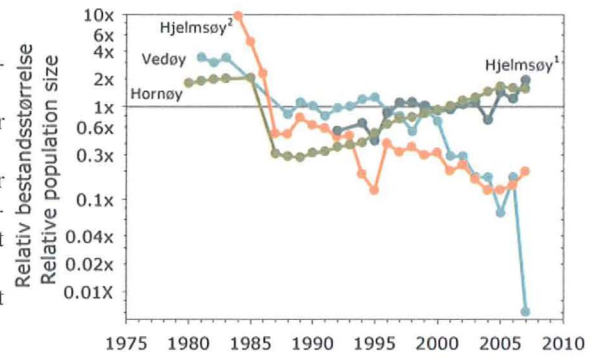
Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi - Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

Tiltaksgrænse - 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 og Hornøy, samt på Bjørnøya (Figur 4.8.1.1 og 4.8.1.2). I de fleste koloniene er det registrert en dramatisk og signifikant tilbakegang i hekkebestanden siden begynnelsen av 1980-tallet (Figur 4.8.1.3, Tabell 4.8.1.1). 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 98 % fra 1984 til 2007, og den har ikke vist noen tegn til bedring siden krakket i 1986/87 (bortsett fra i de feltene der lomviene hekker i skjul). At den nordnorske lomvibestanden i 1984 var kun 25 % av hva den var i 1964 (Anker-Nilssen & Barrett 1991), understreker dramatikken i situasjonen ytterligere. I overvåkingsfeltene på Hjelmsøy, der det overvåkes antall egg lagt, har hekkebestanden holdt seg stabil i den siste 10-års perioden (1998-2007). For hele overvåkingsperioden 1992-2007 er det imidlertid observert en dobling av bestanden. Dette skyldes sannsynligvis at lomviene i disse feltene hekker i ur, og dermed har bedre beskyttelse mot predasjon og/eller forstyrrelse som følge av en



Figur 4.8.1.3 Utviklingen i hekkebestanden av lomvi på Vedøy (Røst), Hjelmsøy og Hornøy vist som bestand (antall individer i prøvefelt) i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.1.1. Fotnote 1. Eggfelt, 2. Individfelt.

økende havørnbestand. Problematikken med havørn ser ut til å være den samme på Vedøy. Antallet lomvi som ble registrert i overvåkingsfeltene på Vedøy i 2007 var rekordlavt og representerer en tilbakegang på 97 % siden 2006! Hekkebestanden var i 2007 0,2 % 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 2007 var en av de aller dårligste som noensinne er registrert i nordøst Atlanteren, med fullstendig hekkesvikt for mange arter i Storbritannia, Færøyene, Island og langs norskekysten. Man skal derfor være forsiktig med å



Figur 4.8.1.2 Geografisk plassering av målestasjonene (overvåkingslokalitetene) for sjofugl på Svalbard og Bjørnøya.

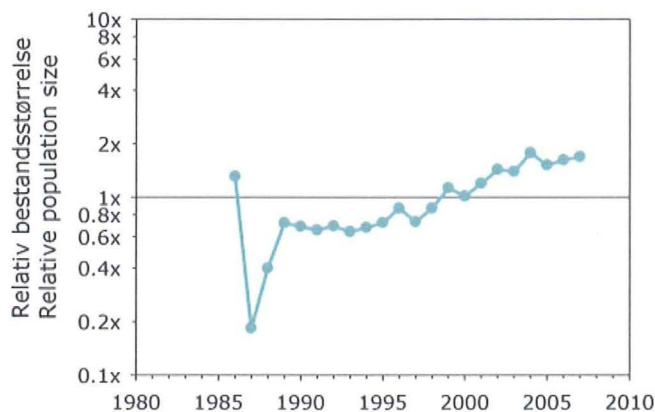
Tabell 4.8.1.1 Trendanalyse for lomvi, polarlomvi og lunde i forskjellige kolonier innenfor forvaltningsområdet for Lofoten-Barentshavet. I tabellen er angitt tidsperiode for tellingene, antall år med tellinger i perioden, antall kolonier og prøvefelt innenfor regionen/kolonien, bestandsendring pr. år (%), trend (+/0/-) og 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.

Art	Lokalitet/ område/fylke	Tids- periode	Antall år med data	Antall kolonier/ prøvefelt	Endring per år	Trend (%)	Signifi- kans- nivå
Lomvi	Vedøy	1981-2007	23	1/3	-14,0	-	***
		1998-2007	10		-32,9	-	**
	Hjelmsøy, individer	1984-2007	24	1/9	-12,8	-	***
		1998-2007	10		-12,2	-	**
	Hjelmsøy, eggfelt	1992-2007	15	1/5	6,3	+	***
		1998-2007	10		4,8	0 (+)	n.s.
	Hornøy	1980-2007	26	1/3	0,9	0 (+)	n.s.
		1998-2007	10		9,5	+	***
	Bjørnøya	1986-2007	20	1/23	6,5	+	**
		1998-2007	10		7,4	+	***
Polar- lomvi	Hjelmsøy	1984-2007	24	1/3	-12,9	-	***
		1998-2007	10		-29,0	-	***
	Sofiekammen, Svalbard	1988-1996	5	1/2	2,0	0 (+)	n.s.
	Diabasodden, Svalbard	1988-2005	10	1/11	+0,0	0 (+)	n.s.
	Tschermakfjellet, Svalbard	1988-2003	11	1/0	-2,0	-	*
	Grumant, Svalbard	1988-1998	7	1/7	4,1	0 (+)	n.s.
	Alkhorneret, Svalbard	1988-2005	14	1/3	0,2	0 (+)	n.s.
	Fuglehuken, Svalbard	1988-2007	15	1/10	-2,1	-	**
		1998-2007	9		-6,1	-	***
	Ossian Sars, Svalbard	1988-2007	19	1/4	-1,5	0 (-)	n.s.
1998-2007		10		-5,6	-	**	
Lunde	Hernyken	1979-2007	29	1/415	-3,7	-	***
		1998-2007	10		-1,3	0 (-)	n.s.
	Anda	1981-2007	7	1/8 - Mange	-0,2	0 (-)	n.s.
	Gjesvær	1997-2007	11	1/150	-4,8	0 (-)	n.s.
	Hornøy	1980-2007	25	Mange	2,5	+	***
1998-2007		10		2,9	+	**	

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 åpnet hekkende lomvibestanden på Hornøy vist en klart positiv trend etter krakket i 1987 (Krasnov & Barrett 1996), og ligger nå på et nivå ca 10 % under nivået da

overvåkingen startet i 1980. I den siste tiårsperioden har denne bestanden vokst med i gjennomsnitt 10,3 % 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 tilsynelatende en stor bestandsvekst, men denne økningen var sannsynligvis mest influert av tilbakekomst av voksenfugl som stod over hekking mens forholdene var dårligere. Etter 1989 har det vært en jevn vekst i hekkebestanden (Figur 4.8.1.4). 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



Figur 4.8.1.4 Utviklingen i hekkebestanden av lomvi på Bjørnøya vist som bestand (antall individer i prøvefelt) i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. Tallet for 1986 er delvis beregnet i ettertid, og er derfor noe usikkert. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.1.2.

av lomvi på Bjørnøya er derfor fortsatt bare under halvparten av hva den var før kollapsen i loddebestanden (H. Strøm, pers. obs.).

Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, og hvis den negative trenden fortsetter er det sannsynligvis bare et tidsspørsmål for arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs norskekysten. Det bør umiddelbart settes i gang undersøkelser for å avdekke årsakene til de negative bestandstrendene for arten. Dette gjelder spesielt for koloniene på Vedøy og Hjelmøy. Det bør også utvikles bedre metoder til å overvåke de bestandene som hekker i skjul, så disse bestandskomponentene kan inkluderes i overvåkingsprogrammet.

4.8.1.2 Bestandsutvikling hos lunde

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi - Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

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

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Lunde overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Hernyken (Røst), Anda (Vesterålen), Gjesvær og Hornøy (Figur 4.8.1.1 og 4.8.1.2, Tabell 4.8.1.1). På Hernyken, som antas å være representativ for hele Røstgruppen, gikk hekkebestanden kraftig tilbake i perioden 1979-88 (Figur 4.8.1.5). Etter en kortvarig oppgang i 1989-90 gikk bestanden ytterligere tilbake, og det laveste antallet okkuperte reir hittil ble registrert i 2002. De fem siste årene har det vært en svak men jevn økning, men hekkebestanden er likevel bare

rundt 30 % av hva den var i 1979. Det er håp om fortsatt bestandsvekst de nærmeste 4-5 årene etter god reproduksjon i fem av de ni siste hekkesesongene (Anker-Nilssen & Aarvak 2006, T. Anker-Nilssen, pers. medd.).

Bestandstrendene for Hernyken har vært signifikant negative for hele overvåkingsperioden sett under ett. For de siste 10 årene er trenden stabil. På Anda er det gjennomført arealberegninger for å estimere totalbestand fra tellingene som ble foretatt i 1981-1983 og i 1988. Med de tellingene som ble gjennomført i 2005-2007 er det nå mulig å estimere bestandstrender også for denne lokaliteten. Resultatene viser at lundebestanden her har holdt seg stabil siden begynnelsen på 1980-tallet (Figur 4.8.1.5). Lundebestanden på Gjesvær har vært stabil i perioden 1997-2007 (Figur 4.8.1.5). På Hornøy er det observert en signifikant økning i hekkebestanden i overvåkingsperioden sett under ett (1980-2007), og i de siste 10 årene (Tabell 4.8.1.1).

4.8.1.3 Bestandsutvikling hos polarlomvi

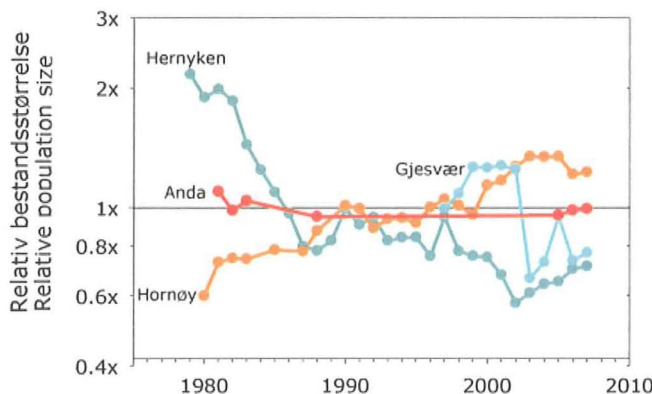
Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)

Referanseverdi - Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

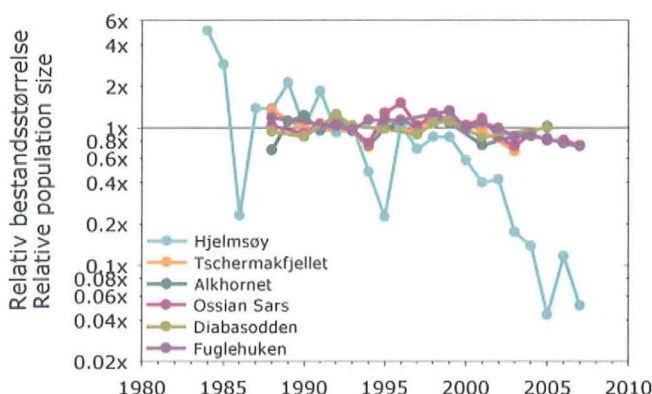
Tiltaksgrense - Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad

SVO relevans - Iskanten – Polarfronten – Svalbard

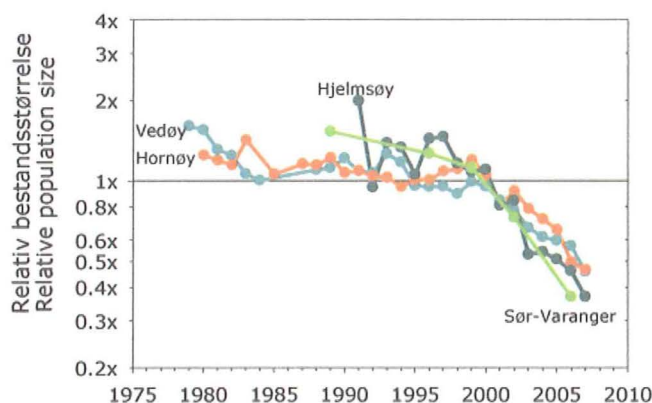
Polarlomvi overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Hjelmøy og i utvalgte kolonier på Svalbard (Figur 4.8.1.1 og 4.8.1.2). Hekkebestanden på Hjelmøy viser store årlige variasjoner og hekkebestanden var i 2007 kun 1 % av hva den var i 1984 (Figur 4.8.1.6, Tabell



Figur 4.8.1.5 Utviklingen i hekkebestanden (antall okkuperte reir ganger i prøvefelt) av lunde på Røst (Hernyken), Anda, Bleiksøy, Gjesvær og Hornøy vist som bestand i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.1.1.



Figur 4.8.1.6 Utviklingen i hekkebestanden av polarlomvi på Hjelmøya 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 4.8.1.2.



Figur 4.8.1.7 Utviklingen i hekkebestanden av krykkje (tilsynelatende okkupertereir) på Røst (Vedøy), Hjelmøy, Hornøy og Sør-Varanger vist som bestand i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. Legg merke til at y-aksen er logaritmisk. Gjennomsnitt er satt til 1 (1X) og 2X representerer derfor en dobbelt så stor bestand, 3X tre ganger så stor bestand, 0,5 halvparten av bestanden osv.

4.8.1.1). Det må imidlertid presiseres at prøvofeltene på Hjelmøy 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 4.8.1.6), men det ser ut til at variasjonene er konsistente mellom de forskjellige koloniene. I 2007 ble koloniene på Fuglehuken og Ossian Sars overvåket. For Fuglehuken er det observert en signifikant negativ bestandsutvikling, både i hele overvåkingsperioden (fra 1988), og i de siste 10 årene. For Ossian Sars er det ikke registrert noen signifikant trend for hele overvåkingsperioden under ett (1988-2006), men utviklingen de siste 10 år har vært negativ. Tiltak ikke nødvendig

4.8.1.4 Bestandsutvikling hos krykkje

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)
Referanseverdi - Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

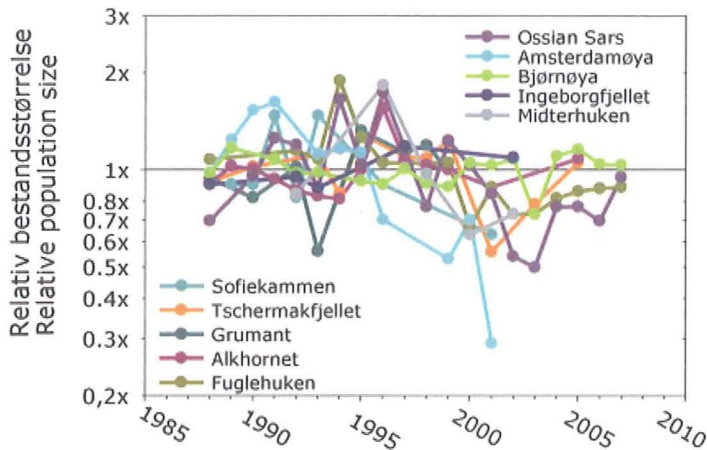
Tiltaksgrense - Levedyktig bestandsnivå når bestanden er under dette. Ellers nedgang i bestanden på 20 % eller mer over fem år, eller mislykket hekking fem år på rad

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært – Svalbard

Krykkje overvåkes årlig innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet på Røst, Hjelmøy og Hornøy, samt på Bjørnøya og Spitsbergen (Figur 4.8.1.1 og 4.8.1.2). I 2005 ble det gjennom SEAPOP-programmet initiert overvåking på Anda i Vesterålen og på flere lokaliteter i Troms og Finnmark, men resultatene fra disse er det ikke hensiktsmessig å rapportere før det har gått 3-4 år. For alle overvåkingslokalitetene på fastlandet er det registrert en signifikant tilbakegang siden overvåkingen ble startet rundt 1980. I alle tilfeller gjelder dette hele overvåkingsperioden sett under ett såvel som i de siste 10 årene (Figur 4.8.1.7, Tabell 4.8.1.2). Krykkjebestanden på Vedøy (Røst) var relativt stabil i perioden 1995-2000, men har gått tilbake etter dette. Bestandsstørrelsen i 2007 var en tredel av hva

Tabell 4.8.1.2 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 prøvofelt 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	Tids- periode	Antall år med data	Antall kolonier/prøvefelt	Endring pr år (%)	Trend	Signifi- kansnivå
Vedøy, Røst	1979-2007	26	1/5	-3,1	-	***
	1998-2007	10		-7,7	-	***
Hjelmøya	1991-2007	17	1/2	-8,1	-	***
	1998-2007	10		-12,4	-	***
Hornøy	1980-2007	26	1/6	-2,6	-	***
	1998-2007	10		-9,7	-	***
Sør-Varanger	1989-2006	5	25-47	-7,7	-	**
Sofiekammen	1988-2001	8	1/1	-2,7	0 (-)	n.s.
Tschermakfjellet	1988-2005	11	1/1	-1,0	0 (-)	n.s.
Grumant	1988-1999	8	1/1	2,82	0 (+)	n.s.
Alkhornet	1988-2005	14	1/3	0,8	0 (+)	n.s.
Fuglehuken	1988-2007	15	1/3	-2,8	-	*
	1998-2007	9		0,3	0 (+)	n.s.
Ossian Sars	1988-2007	19	1/4	-2,4	0 (-)	n.s.
	1998-2007	10		-2,3	0 (-)	n.s.
Amsterdamøya	1988-2001	8	1/6	-7,0	-	*
Bjørnøya	1988-2007	18	1/8	0,0	0 (+)	n.s.
	1998-2007	10		1,6	0 (+)	n.s.



Figur 4.8.1.8 Utviklingen i hekkebestanden av krykkje (tilsynelatende okkuperte reir) i noen kolonier på Svalbard vist som bestand i prosent av gjennomsnitt for alle år den er overvåket. For en mer detaljert kartforklaring, se Figur 4.8.1.2.

den var da overvåkingen startet i 1979. På Hjelmsøy ble det laveste antall reir noensinne registrert i 2007. Hekkebestanden er her en femdel av det den var da overvåkingen startet i 1991. Også på Hornøy ble det laveste antall reir noensinne registrert i 2007, og hekkebestanden er nå ca 40 % 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 4.8.1.2). Krykkje overvåkes også i flere kolonier på Spitsbergen og på Bjørnøya (Tabell 4.8.1.2). I 2007 ble det gjennomført tellinger på Fuglehuken, Ossian Sars og Bjørnøya. For kolonien på Fuglehuken er det registrert en signifikant bestandsnedgang (Tabell 4.8.1.2, Figur 4.8.1.8). For Ossian Sarsfjellet og Bjørnøya har hekkebestandene vært mer stabile.

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

4.8.1.5 Hekkesuksess og voksenoverlevelse hos utvalgte sjøfuglarter

Hva slags indikator - Tilstandsindikator og menneskelig påvirkning (fiskeri, forurensning)
Referanseverdi - Hekkesuksess tilstrekkelig til å opprettholde bestandsnivå (rekruttering) med normale og tilstrekkelige nivå på voksenoverlevelse
Voksenoverlevelse på et naturlig og normalt nivå for bestanden, og for å opprettholde bestandsantall
Tiltaksgrense - Når gjennomsnittlig hekkesuksess over tre år er utilstrekkelig for supplering av naturlig voksendødelighet Når gjennomsnittlig nedgang i voksenoverlevelse er mer enn 20 % over 2 år
SVO relevans - Alle

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

vikling (og responderer tidligere), men siden langlevende sjøfuglarter gjerne ikke kompromitterer egen overlevelse på vegne av overlevelsen til avkom innenfor en eller et fåtall hekkesesonger viser denne parameteren seg å være relativt ufølsom for miljøpåvirkning. Den vil likevel være viktig å overvåke fordi den vil gi seg umiddelbare (og dramatiske) utslag hvis det skulle skje noe med miljøet. Hekkesuksess er en parameter som gir umiddelbare utslag ved redusert næringstilgang, og er derfor svært viktig å overvåke. Gjennom SEAPOP overvåkes også næringstilgang direkte for et utvalg av arter på nøkkellokaliteter. Slike data tar det litt tid å opparbeide og de vil derfor ikke egne seg som indikatorer for det er operasjonalisert hvordan de skal brukes. Dataene er likevel tilgjengelige og brukes 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.

4.8.1.6 Vurdering av indikatorene

Sentralt i arbeidet med indikatorer for Barentshavet er et rasjonalt system for vurdering av om målene for forvaltningen er oppnådd. Nedenfor er gitt en vurdering av bestandsutvikling og hekkesuksess for de aktuelle sjøfuglartene som er behandlet her (Tabell 4.8.1.3). 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 for supplering av naturlig voksendødelighet.

For tiltaksgrensene for hekkesuksess er følgende indikatorverdier brukt for de respektive artene (estimert ut i fra en demografisk modell der vekstraten itereres til den er 1, og der overlevelse på unger første år er satt til 50 %, og lik med voksenoverlevelse fram til kjønnsmoden alder. Verdier for voksenoverlevelse er hentet fra litteraturen for stabile bestander eller bestander i vekst):

Krykkje: 1,3 unger/par
Lomvi: 0,4 unger/egg
Polarlomvi: 0,7 unger/egg
Lunde: 0.7 utfløyne unger/egg

Indikatorverdiene er fargekodet i forhold til tiltaksgrensene:

Tabell 4.8.1.3 Vurdering av oppnåelse av miljøkvalitetsmålene for krykkje, lomvi, polarlomvi og lunde i forskjellige kolonier innenfor forvaltningsområdet Lofoten-Barentshavet. Følgende fargekoder er brukt; Rød: miljøkvalitetsmål overskredet i negativ betydning, orange: miljøkvalitetsmål på vei mot en negativ utvikling, grønn: miljøkvalitetsmål innenfor akseptable rammer.

Art	Lokalitet	Bestandsutvikling siste 5 år (%)	Hekkesuksess siste 3 år
Krykkje	Vedøy	-31	0,31
	Anda		1,15
	Hjelmsøya	-29	0,39
	Hornøy	-41	0,56
	Fuglehuken	21	1,19 ¹
	Ossian Sars	89	
	Bjørnøya	43	0,7 ¹
Lomvi	Vedøy	-99,9	
	Hjelmsøya, egg	74	
	Hjelmsøya, individer	0	
	Hornøy	24	
	Bjørnøya	21	0,74 ¹
Polarlomvi	Hjelmsøya	-67	
	Fuglehuken	-15	
	Ossian Sars	1	
	Bjørnøya		0,67 ¹
Lunde	Hernyken, Røst	18	0,32
	Anda, Vesterrålen	4	0,68 ¹
	Gjesvær	16	
	Hornøy	-8	0,79 ¹

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

- Rød: tiltaksgrense overskredet i negativ betydning
- Orange: indikatorverdi på vei mot en negativ utvikling
- Grønn: indikatorverdi innenfor akseptable rammer

For krykkje i alle fastlandskolonier, lomvi på Vedøy og polarlomvi på Hjelmsøya er tiltaksgrensene overskredet i negativ betydning. Hekkesuksess for alle krykkjekolonier i Barentshavet er er også lavere enn tiltaksgrensene eller på vei mot en negativ utvikling. Den eneste lomvi- og polarlomvikolonien der man samler inn data på hekkesuksess er Bjørnøya og utviklingen der er innenfor akseptable rammer. For lunde er hekkesuksess i alle koloniene unntatt Hernyken innenfor akseptable rammer.

4.8.2 Romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Mette Mauritzen

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

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Gjennomsnittlige bestandsverdier de siste 10 år + historiske data

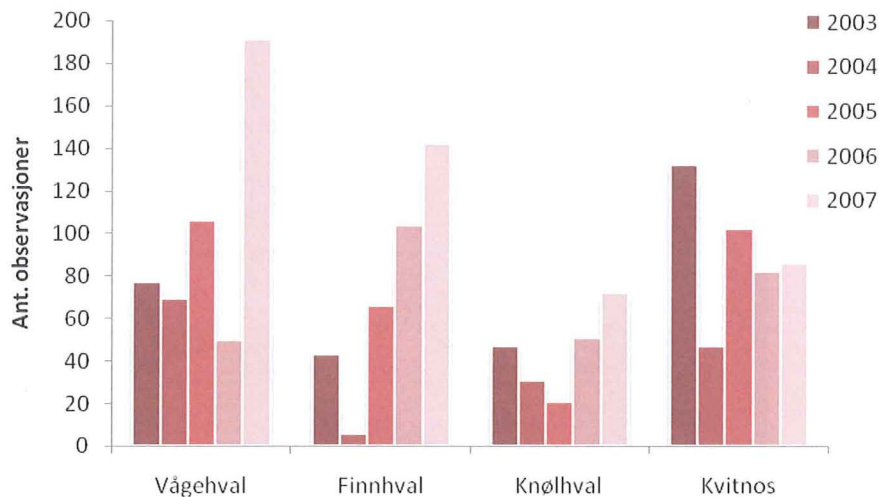
Tiltaksgrense - Ingen

SVO relevans - Alle

Sjøpattedyr er topp-predatorer i Barentshavet. Rundt 7 selarter og 17 hvalarter observeres jevn-

lig i Barentshavet, og de beiter på både bentiske og pelagiske byttedyr. Mange arter har overvintringsområder i sørlige, tempererte strøk, men søker i sommerhalvåret nordover til Barentshavet for å beite. Siden sjøpattedyrene har lang generasjonstid vil fluktusjoner i bestandsstørrelser opptre over lengre tidsintervall enn vi typisk ser hos deres byttedyr. Men fordi de gjerne forflytter seg over store avstander gjennom året, er deres geografiske fordelinger dynamiske og en respons til endringer i habitat og tilgang på byttedyr. Variasjon i indikatoren 'romlig fordeling av sjøpattedyrsamfunn' vil derfor reflektere variasjon i havklima og fluktusjoner i viktige byttebestander.

Indikatoren er i stor grad basert på data samlet inn på økosystemtoktene i Barentshavet i august-september. Økosystemtoktene har blitt gjennomført siden 2003, så vi har nå data fra fem år. Vår erfaring så langt er at disse dataene gir en god oversikt over hvilke sjøpattedyrarter som er i de åpne vannmasser, og hvor i systemet de oppholder seg. Årlig observeres rundt 20 arter. Mest informasjon får vi om de tallrike artene, som vågehval, finnhval, knølhval og kvitnos (Figur 4.8.2.1). Vi ser allerede romlige mønstre i deres fordelinger; knølhval og finnhval oppholder seg typisk langs eggakanten og i kalde, nordlige områder nord for polarfronten, mens vågehval og kvitnos er mer pelagiske og fordelt over hele Barentshavet (Figur 4.8.2.2). Men også sjeldnere arter, som seihval og grønlandshval har blitt observert. I tillegg har også varmekjære delfiner som van-



Figur 4.8.2.1 Antall observasjoner av de vanligste artene per år under økosystemtoktene 2003-2007.

lig kortsnutet delfin og stripedelfin blitt registrert i sørlige varme vannmasser i 2006, et år med stort innslag av varmt atlantisk vann.

Barentshavet er et dynamisk system, og vi må forvente finskala-variasjon (km) i sjøpattedyrenes fordelinger mellom år. I tillegg vil variasjon i observasjonsinnsats mellom år skape noe variasjon i observerte fordelinger. Fordi sjøpattedyrene kun kan observeres når det er fint vær og når det er lyst, blir bare deler av båtenes transekter (ca 30%) dekket av hvalobservatorer hvert år. Denne indikatoren bør derfor reflektere storskala-variasjon i fordelinger av sjøpattedyrsamfunn, og relateres til storskala-prosesser som fordeling av de ulike vannmasser og byttedyrbestander, og polarfrontens posisjon.

Relevante byttedyrbestander, som for eksempel sild, lodde og polartorsk, er geografisk segregerte og oppholder seg i varme atlantiske (sild) og kalde polare (lodde og polartorsk) vannmasser. Vi forventer at eventuelle endringer i fordeling av vannmasser og/eller endringer i byttedyrenes rolle for de enkelte sjøpattedyrarter vil reflekteres i artenes fordeling på stor skala.

Årene som hittil har vært dekket av økosystemtoktet har Barentshavet vært preget av økende innstrømming av varmt Atlantisk vann, 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 sjøpattedyrartene og byttedyr viser at sjøpattedyrene fordeler seg i forhold til spesifikke byttedyr: knøl, vågehval og finnhval er assosiert med gytmoden lodde og polartorsk, mens kvitnos er assosiert med yngre lodde og kolmule. Segregering mellom hvalartene mhp gytmoden og ung lodde, samt assosiasjon med alternative byttedyr (polartorsk og kolmule) kan være en respons til den lave loddetettheten som har preget Barentshavet i denne perioden.

Vi er fremdeles i en fase hvor vi samler inn grunnlagsdata for denne indikatoren. Eventuelle avvik i samfunnsstruktur, fordeling eller trofiske relasjoner skal sammenlignes med et gjennomsnitt observert over 10 år for å gi rom for naturlig variasjon. Kvantifisering av avvik vil først gjøres når grunnlagsdataene er på plass.

4.8.3 Bifangst av nise

Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Arne Bjørge

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

Hva slags indikator - Menneskelig påvirkning (fiskeri)

Referanseverdi - Årlig bifangst som gjennomsnittet av de siste fem år

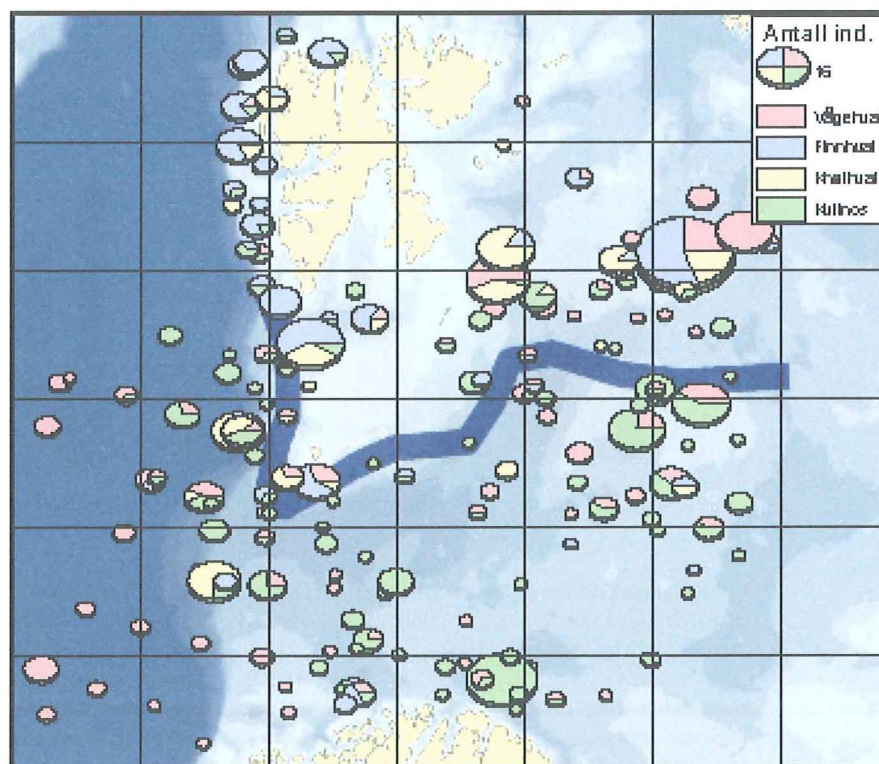
Tiltaksgrense - Økning i bifangst basert på løpende gjennomsnitt for de fem siste år

SVO relevans - Lofoten – Tromsøflaket – Kystnært

Niser er en fiskespisende tannhval som beiter i kystnære, grunne farvann, men også utover kontinentalsokkelen der vanddybdene er mindre enn ca 200 meter. Nisenes konsum er sannsynligvis ikke vesentlig for bestandene av byttedyr, med mindre det er stasjonære bestander av niser i avgrensede systemer (f.eks. i fjorder) som beiter på lokale, stasjonære fiskebestander. Nisene er tallrike i våre farvann, men svært utsatt for drukning i fiskegarn.

EU og OSPAR har fastsatt at årlig bifangst av niser ikke skal overskride 1.7% av bestanden i Nordsjøen. Dette er ikke formålstjenlig i våre nordlige kystfarvann og Barentshavet fordi estimat av tallrikhet mangler. Både på grunn av vern av biologisk mangfold og ut fra generell dyrevelferd, bør det være et mål å redusere bifangstene så langt som mulig. En egnet tiltaksgrense er derfor at bifangstene ikke skal øke.

De vesentligste fiskefangstene i norske fiskerier 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 særlig er tre fiskerier som har høy bifangst av sjøpattedyr (bifangst per fis-



Figur 4.8.2.2 Fordeling av sjøpattedyrartene vågehval, finnhval, knølhval og kvitnos observert under økosystemtøkene august-september 2003-2006. Punktens størrelse angir antall totalt antall individer observert, mens fargene angir relativ fordeling mellom de 4 artene, som indikert i boksen øverst til høyre. Den mørkeblå linjen viser polarfrontens posisjon.

keinnsats): garnfiske etter breiflabb med halvmaske på 18 cm; garnfiske etter rognkjeks; bunngarn etter torskefisk (halvmaske på 8-12 cm). Havforskningsinstituttet har etablert en kystreferanseflåte for overvåking av bifangst i disse fiskeriene. Formålet med referanseflåten er å bedre informasjonen om innsats og fangststatistikk for kystfiskeriene generelt, og samtidig framskaffe data om bifangster, inklusive bifangst av fugl og pattedyr. Tre forutsetninger ble lagt til grunn for utvelgelse av kystfiskefartøy til referanseflåten:

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

Atten kystfartøyer mindre enn 15 m total lengde fordelt med to fartøyer i hvert av de 9 fiskeristatistikk-områdene langs kysten ble valgt ut og kontraktet for å gi detaljert informasjon om innsats, fangst og bifangst. Året 2006 var første år med komplett data-innsamling etter at ordningen ble innført. De første årene vil innsatsen bli rettet inn mot bunngarn etter torskefisk og breiflabb. I 2006 ble det registrert til sammen 194 sjøpattedyr bifanget av de 18 fartøyene

(149 niser, 27 steinkobber, 10 havert og 8 grønlands-sel). Av de 149 bifangede nisene i 2006 ble 77 dyr fanget i statistikkområder som omfattes av Forvaltningsplan Barentshavet.

Arbeidet med innsamling av bifangstdata vil bli videreført og utnyttet til å utvikle en indeks for bifangst av niser i Barentshavet. Havforskningsinstituttet arbeider også med å etablere metoder og rutiner for å ekstrapolere rapporterte bifangstdata fra kystreferanseflåten til estimater for samlede bifangster hos alle fartøyer av samme fartøykategori og redskapstype. I tillegg samles data om bifangst av sjøpattedyr fra Havforskningsinstituttets havgående referanseflåte og via Fiskeridirektoratets inspektører ombord på havgående fiskefartøyer. Arbeidet med å utvikle en indeks for bifangst av niser er i samsvar med framdriftsplanen.

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 tallrikhet av niser som ofte kompenseres med innvandring fra utenskjærs farvann. Inntil populasjonsstrukturen (og avgrensning av lokale bestander) er avklart er det ikke mulig å vurdere i hvilken grad bifangster i utredningsområdet medfører reduksjon i biologisk mangfold.

4.9 Fremmede arter

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

4.9.1 Fremmede arter

Utførende - Direktoratet for naturforvaltning
 Ansvarlig for denne utgaven - Anne Britt Storeng
 Datagrunnlag - Ikke opprettet måleserie/overvåking
 Hva slags indikator - Menneskelig påvirkning (introduksjon)
 Referanseverdi - Historisk informasjon
 Tiltaksgrense - Oppdagelse av fremmede arter i overvåkingen
 SVO relevans - Alle

Den norske Artsdatabanken kom i mai 2007 ut med ei Norsk Svarteliste som viser en oversikt over fremmede arter som er påvist i Norge. Det er også foretatt en økologisk risikovurdering for et utvalg av artene. I alt er det 44 marine arter på denne lista. Aktiviteter som akvakultur, internasjonal handel og transport har økt spredningen av fremmede arter. 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.). Ballastvann inneholder en rekke akvatiske organismer, både plankton og organismer i planktoniske livsstadier. Disse kan etablere seg i nye miljø og utkonkurere lokale flora og fauna.

Per i dag eksisterer det ikke en systematisk overvåking av fremmede arter, med unntak av kongekrabben (se kap. 4.9.2). Det finnes derfor ikke data som kan gi informasjon til denne indikatoren, men det er et erklært mål i forvaltningsplanen at det skal være en indikator for fremmede arter i Barentshavet. Direktoratet for naturforvaltning har i samarbeid med Fiskeridirektoratet etablert et prosjekt som tar sikte på å komme med et forslag til hvordan fremmede arter kan overvåkes. Prosjektet er satt ut til Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen i samarbeid, og forventes ferdigstilt i løpet av våren 2008. Etter dette må det arbeides for å få etablert en

permanent overvåking som etter hvert vil kunne gi informasjon om denne indikatoren.

Under er det tatt med resultater fra to introduserte arter som det eksisterer data på.

Tiltak i form av å etablere overvåking er nødvendig

4.9.2 Kongekrabbe

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO
 Ansvarlig for denne utgaven - Jan H. Sundet
 Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO
 Hva slags indikator - Menneskelig påvirkning (introduksjon)
 Referanseverdi - Utbredelse
 Tiltaksgrense - Spredning til nye områder
 SVO relevans - Kystnært

Kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*) 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 spredd seg vestover langs Finnmarkskysten til omtrent ved Måsøy/Hammerfest-området. Enkeltindivider er fanget lenger vest og sør, men det ser ikke ut til at den har etablert seg der. Både voksen kongekrabbe og larver ser ut til å kunne overleve innenfor et vidt temperaturområde, selv om den foretrekker levetemperaturer på under 4 grader. Dette gjør det vanskelig å vurdere naturlige begrensninger når det gjelder potensielle spredningsområder.

Igangværende forskning har vist at kongekrabben har effekter på bunnfaunaen ved at de største individene av dyregrupper som muslinger og pigghuder forsvinner i områder hvor krabben har oppholdt seg lenge. Det er imidlertid usikkert om det dreier seg om permanente endringer i bunn-økosystemet. Den nye stortingsmeldingen om kongekrabben (St. meld.nr 40, 2007) som kom høsten 2007 legger opp til en økt forskning på økosystemeffektene av krabben samtidig med sterkere virkemidler for å hindre videre spredning.

I tillegg til at kongekrabbe er en fremmed art inngår den også i indikatoren for bunnlevende organismer. Se kap 4.7.3 Forekomst av kongekrabbe.

Den raske veksten i krabbebestand tilsier at det bør legges vekt på å overvåke utbredelsen av denne arten.

4.9.3 Snøkrabbe

Utførende - Havforskningsinstituttet og PINRO

Ansvarlig for denne utgaven - Jan H. Sundet

Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Havforskningsinstituttet og PINRO

Hva slags indikator - Menneskelig påvirkning (introduksjon)

Referanseverdi - Utbredelse

Tiltaksgrense - Spredning til nye områder

SVO relevans - Iskanten – Polarfronten – Svalbard

Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) er etter hvert blitt en vanlig krabbeart i de østlige delene av Barentshavet (russisk sone) og russiske anslag viser at det i 2006 var ca 1 million voksne individer av arten i denne delen av Barentshavet. Flere eksemplarer er også fanget langs kysten av Finnmark, samt i de nordlige delene av Barentshavet og i Svalbardsonen. Det er mye som tilsier at denne arten får en mer nordlig utbredelse i Barentshavet enn kongekrabben.

Den raske veksten i bestanden tilsier at det bør legges vekt på å overvåke utbredelsen av denne arten.

4.10 Sårbare og truede arter

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

4.10.1 Rødlistede arter

Utførende - Direktoratet for naturforvaltning
Ansvarlig for denne utgaven - Anne Britt Storeng
Datagrunnlag - Den norske rødlista
Hva slags 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 - Alle

Rødlistede arter er arter som er vurdert til å ha en risiko for å bli borte fra et område over et gitt nivå (ved bruk av IUCN's kriterium for kvantitative analyser (E-kriteriet), > 5 % sannsynlighet for å være borte om 100 år). I rødlistesammenheng er det i hovedsak to årsaker som medfører at arter blir vurdert til å ha en slik risiko for å bli borte fra et område. Dette er enten i) pågående bestandsnedgang eller ii) liten bestand (enten få individer og/eller at arten finnes på et lite areal). Slike arter vil i mange sammenhenger kunne få økt risiko for utdøing på grunn av menneskelige påvirkninger (eks arealendringer, forurensning, høsting). Ved en økosystembasert forvaltning som definert i kap. 2 vil målsettingen være å forvalte et område slik at risiko for utdøing for disse artene ikke øker, dvs at deres evne til å opprettholde sin naturtilstand i forhold til menneskeskapt påvirkning ikke skal reduseres. Å følge endringer i bestandsstørrelser og/eller forekomstareal for slike arter vil være en direkte oppfølging av arter som er antatt å være særlig sårbare for menneskelig aktivitet. De artene som er på rødlista på grunn av liten bestand vil vanligvis ha begrenset påvirkning på andre arter, mens de arter som er der på grunn av kraftig bestandsnedgang også vil kunne ha en funksjon i økosystemet som gjør at andre arter påvirkes ved eventuelle videre bestandsreduksjon.

Den Internasjonale naturvernunionen (IUCN) definerte i 2001 (IUCN 2001) et nytt kategori og kriteriesett for bruk ved vurdering av arter sin risiko for å dø ut, og kom i 2003 (IUCN 2003) med anbefalinger

ved risikovurderinger av arter på nasjonalt nivå. Dette medførte også justeringer av definisjoner av sentrale begrep i en Rødliste. Som det er nå kan rødlista deles inn i 4 hovedkategorier av arter. Dette er i) utdødde arter, ii) truede arter (inkluderer rødlistekategoriene kritisk truet (CR), sterkt truet (EN) og sårbar (VU)), iii) nær trua arter (kategori NT) og iv) arter der plassering i en av de 3 forannevnte rødlistekategorier er uavklart på grunn av kunnskapsmangel (kategori DD).

Ved utarbeidelsen av nye norske rødlistener i 2006 ble for første gang flere marine organismegrupper vurdert ut i fra IUCN sine kriteriesett. Til sammen ble det rødlistet 31 marine makroalger, 59 invertebrater og 36 marine fisk. For fisk ble det også rødlistet bestander av torsk, polartorsk og nordlig ålebrosme. I tillegg ble det rødlistet syv marine fuglearter, 13 marine pattedyrarter, samt tre karplantearter og to leddyrarter som er knyttet til marint miljø.

For de fleste organismegruppene ble det geografiske området som det ble gjort rødlistevurderinger for avgrenset til kystsonen omkring fastlands-Norge og havområdene innenfor norsk økonomisk sone. For fisk ble også fiskevernsonen ved Svalbard inkludert i utredningsområdet. For fugl og pattedyr ble det laget egne rødlistener for Svalbard og fiskevernsonen omkring. Dette innebærer at for Barentshavet er hovedgruppene makroalger og invertebrater behandlet med hensyn til norsk kyst og sydlige havområder, mens fisk er behandlet for en større del av Barentshavet.

I og med at det for denne indikatoren i begrenset grad eksisterer overvåkingsserier som kan brukes, er det etablert et prosjekt som tar sikte på å gjennomgå Rødlista for prioritering av rødlistearter for overvåking i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Direktoratet for naturforvaltning har etablert et prosjekt som Norsk institutt for vannforskning skal gjennomføre i samarbeid med Havforskningsinstituttet. Prosjektet skal levere en rapport i løpet av våren 2008. Etter dette må det arbeides for å få etablert en permanent overvåking som etter hvert vil kunne gi informasjon om denne indikatoren.

4.11 Forurensende stoffer

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

De forurensende stoffene som overvåkes er: Metaller (Hg, Pb, Cd, Cu og As), organiske og lignede forbindelser (TBT, PAH, THC, PCB, dioksinlignende PCB, pesticider (DDT, Toxafen, Chlordan, HCH), HCB, BFH (bromerte flammehemmere), PFAS (perfluorerte forbindelser) og 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 grunnlag for bekymring i EU, OSPAR, Stockholm-konvensjonen og LRTAP.

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

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

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.

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

4.11.1 Forurensning i isbjørn

Utførende - Norsk polarinstitutt

Ansvarlig for denne utgaven - Geir Wing-Gabriel-sen

Datagrunnlag - Måleserier vedlikeholdt av Norsk polarinstitutt

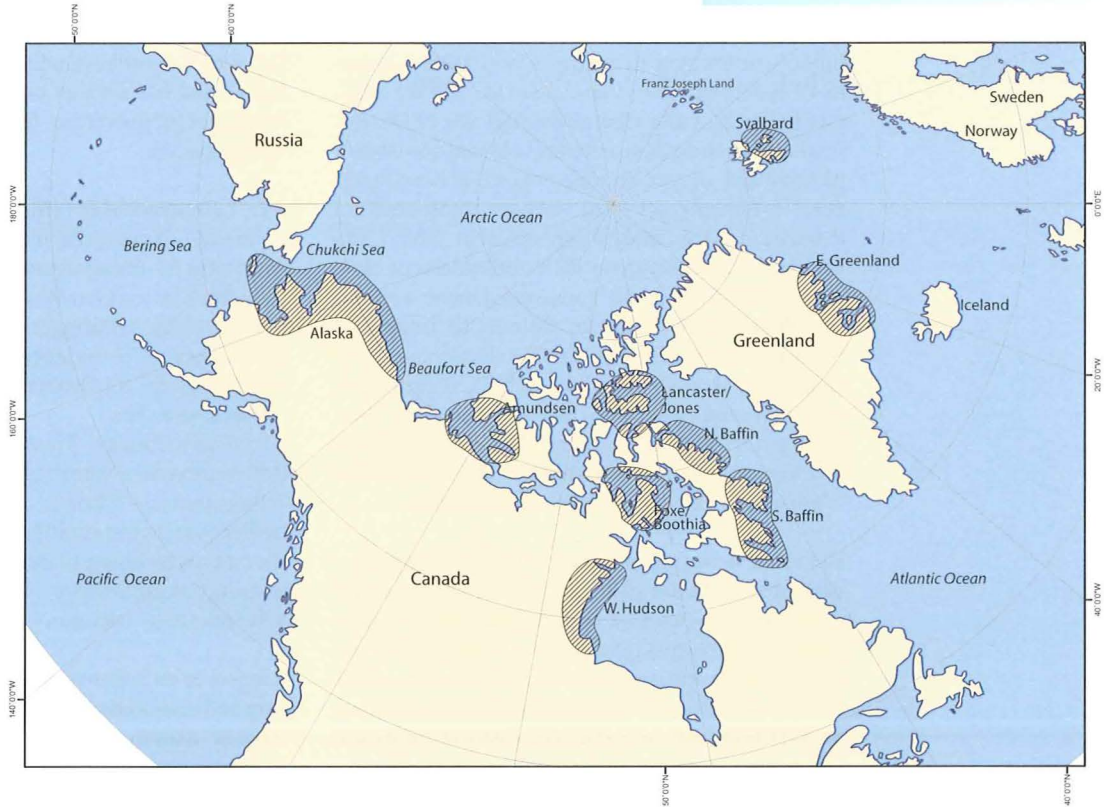
Hva slags indikator - Tilstandsindikator

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

VSO relevans - Iskanten – Svalbard

Overvåking av miljøforurensning i isbjørn har fått særlig oppmerksomhet fordi klorerte organiske forbindelser (KO) synes å hope seg opp i isbjørn. Noen av de høyeste konsentrasjoner av KO som er registrert i noe arktisk pattedyr, er funnet hos isbjørn (de Wit et al., 2004). I Svalbardområdet er isbjørn en perfekt art for å varsle om trender i organisk bundet forurensning, både i tid og over område, siden isbjørnen har stor utbredelse og innehar en viktig rolle som toppredator i det marine næringsnett. En studie av KO-forbindelser i isbjørn som dekker ni forskjellige populasjoner i Alaska, Canada, Grønland og Svalbard (Figur 4.11.1.1), viser at konsentrasjonene av PCB (for eksempel PCB-153) i fettprøver fra hunnbjørn på Svalbard var blant de høyeste i de undersøkte populasjonene (Figur 4.11.1.2) (Verreault et al., 2005a). Konsentrasjonen av PCB-153 i isbjørn i Svalbardområdet var opptil fem ganger så høy som i Boothiagulfen i Canada. PCB-153 er blant de mest metabolsk resistente PCB-forbindelsene, som til vanlig finnes spredd over det meste av miljøet, og har generelt de høyeste konsentrasjonene i pattedyr. PCB-153 er den mest vanlige PCB-forbindelse i fettprøver fra Svalbard. PCB (sum av 42 forskjellige forbindelser) varierte fra 2868 til 16043 ng/g fettvekt i prøver samlet fra isbjørn i 2002. Konsentrasjonen av PCB-153 og andre KO-forbindelser,



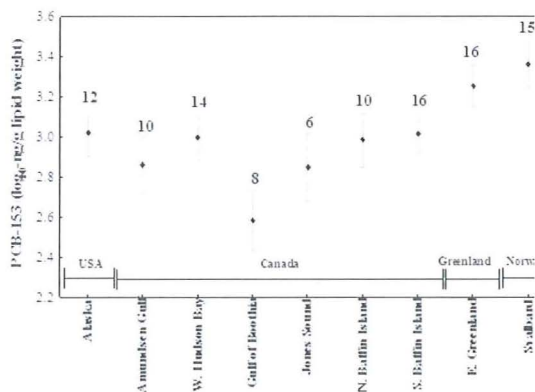
Figur 4.11.1.1 Kart som viser hvilke områder (skraverte felt) undersøkelse av miljøgifter i isbjørn har blitt gjennomført.

som for eksempel DDT, viste en økende trend fra de vestlige til de østlige populasjonene av isbjørn (figur 4.11.1.2). Dette kan indikere en større luft- og havbasert langtransport av PCB-forbindelser fra Vest- og Øst-Europa inn i Barentshavet og Svalbardområdet.

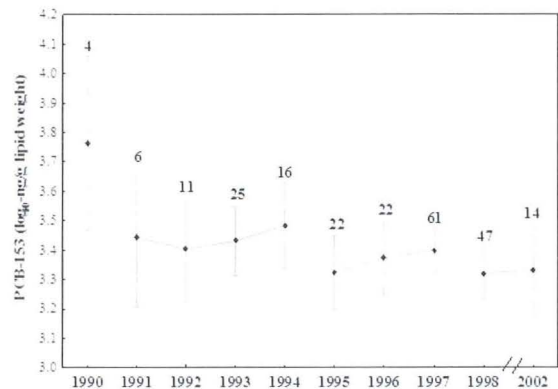
Undersøkelser av PCB-153 i plasma hos isbjørn i Svalbard-området fra 1990 til 2002, viser klar nedgang gjennom perioden (figur 4.11.1.3). Det synes også som det har vært en mindre nedgang fra 1995 til 2002, noe som kan tyde på at nivået av PCB i Svalbard-området har flatet ut og nådd en balanse med den nåværende, globale tilførselen av PCB. Nyere resultater indikerer at forventet nedgang i Arktis vil gå langsommere.

Nyere undersøkelser har avdekket nye fremmedstoffer og metabolitter i vev og plasma hos isbjørn i

Svalbard området. Slike miljøgifter er blant annet bromerte flammehemmere (BFH) og perfluorerte alkyl-forbindelser (PFA). 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 PFA-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 PBDE-forbindelser i fett hos isbjørn på Svalbard var de høyeste sammenlignet med Canada og Grønland (Muir et al., 2006). Likevel fant en annen undersøkelse at PBDE-for-



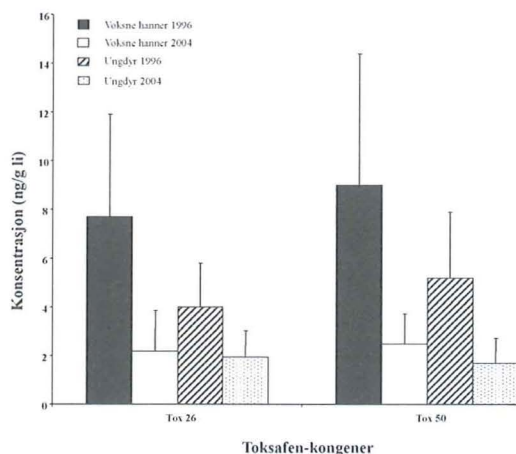
Figur 4.11.1.2 Geografisk fordeling av PCB-153 (ng/g fettvev) i isbjørn fra ni forskjellige populasjoner listet etter lengdegrad fra vest til øst. Middeler verdier er vist med 95 % konfidensintervall. (Fra Verreault et al 2005a).



Figur 4.11.1.3 Trend fra 1990 til 2002 av PCB-153 (ng/g fettvev) i isbjørn fra Svalbard målt i plasma. Middeler verdier er vist med 95 % konfidensintervall. (Fra Henriksen et al. 2001).

bindelsene bare var en tiendedel av konsentrasjonen av PCB-forbindelser (Verreault et al., 2005b). Sammenlignet med alle fremmedstoffer var PFOS-forbindelser de mest dominerende i plasma hos isbjørn på Svalbard, og var blant de høyeste konsentrasjonene sammenlignet med sørlige Hudsonbukten (Canada) og Grønland (Smithwick et al., 2005). Det ble funnet hydroksylerte PCB-forbindelser i større konsentrasjoner enn konsentrasjonene av opprinnelige PCB-forbindelser i blodet til isbjørn på Svalbard (Verreault et al., 2005b). Dette antyder at isbjørn har stor evne til å inkludere PCB-forbindelser i biologiske prosesser, noe som medfører dannelse av OH-PCB-forbindelser. Det ble likevel målt lave konsentrasjoner av 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 reprodusere. Nyere studier bekrefter disse mistankene. De antyder også at helsesituasjonen for isbjørn er påvirket av fremmede stoffer, spesielt er det populasjonene i Grønland og på Svalbard, som er påvirket av KO-forbindelser. Det er først og fremst PCB som forurenser i isbjørn, og tidligere vurderinger av helsesituasjonen til isbjørn var først og fremst basert på sammenligning med PCB-nivåer som var kjent for å gi helseeffekter på andre arter. Blant annet var konsentrasjonen av PCB-forbindelser høyere i populasjonen i Hudsonbukta, Grønland og på Svalbard enn hva som var angitt som nivå der ingen effekt var påvist på overlevelse av minkvalper (Verreault et al., 2005a). Det har også vært vist at nivået av KO-forbindelser funnet i isbjørn på Svalbard har sammenheng med hormon-nivåer og funksjonalitet av immunforsvaret. For eksempel var nivået av testosteron lavt i isbjørn på Svalbard samtidig som det ble målt høye konsentrasjoner av PCB. Testosteron spiller en viktig rolle ved kjønnsmodning. Nivået av thyroide-hormon var også lavt ved høye PCB-konsentrasjoner og andre studier viser at isbjørn på Svalbard kan ha dårlig utviklet overlevelse av unger ved høye konsentrasjoner av KO-forbindelser (de Wit et al., 2004).



Figur 4.11.2.1 Konsentrasjon av toksafen, kongener 26 og 50 (ng/g ekstraherbart lipid) i spekk fra voksne hanner og ungdyr av ringsel, Kongsfjorden, Svalbard 1996 og 2004.

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

4.11.2 Forurensning i ringsel

Utførende - Norsk polarinstitutt

Ansvarlig for denne utgaven - Christian Lydersen, Hans Wolkers og Geir Wing Gabrielsen
Datagrunnlag - Målinger utført av Norsk polarinstitutt. Dataene er tilgjengelige gjennom Miljøovervåkingssystem for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ – mosj.npolar.no)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Naturlig bakgrunnsnivå

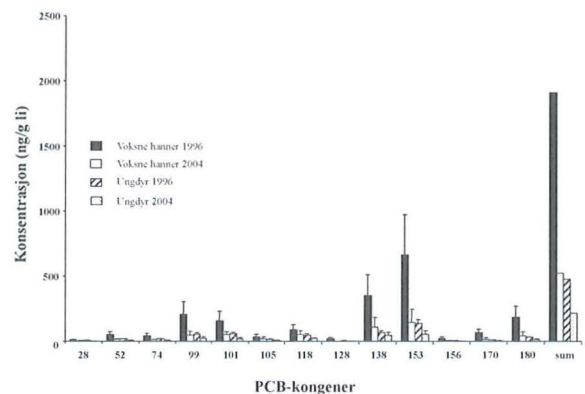
Tiltaksgrense - Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

VSO relevans - Iskanten – Svalbard

Ringsel er en sirkumpolar art som Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) anbefaler overvåket for miljøgifter. Arten har dårlig evne til å omsette miljøgifter og kan derfor være en godt egnet indikatorart for å påvise stoffer i dyr. Arten er også et viktig byttedyr for isbjørn, og målinger kan derfor si noe om 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 kongener). For både toksafen og PCB har det vært en markert nedgang i nivåene fra 1996 til 2005 (Figur 4.11.2.1 og 4.11.2.2).

Nedgangen av miljøgifter er mest markert i voksne dyr, men også i juvenile har nivåene gått ned. Nedgangen reflekterer med stor sannsynlighet at utslippene av toksafen og PCB har gått ned i de områdene som bidrar med tilførsel av disse stoffene til Barentshavsområdet.

På bakgrunn av dagens nivå av persistente organiske miljøgifter hos ringsel på Svalbard, er det ikke grunn til å tro at forurensninger av de såkalt "gamle" miljøgiftene (toksafen og PCB) gir effekter på dyrenes immun-, hormon og reproduksjonssystem. Det



Figur 4.11.2.2 Konsentrasjon av PCB-konsentrasjoner (alle kongener) (ng/g ekstraherbart lipid) i spekk fra voksne hanner og ungdyr av ringsel, Kongsfjorden, Svalbard 1996 og 2004.

er imidlertid ikke kjent hvilke nivåer ringsel har av "nye" miljøgifter, som for eksempel bromerte flammehemmere og fluorforbindelser.

Det vil ikke være aktuelt med tiltak i forhold til "gamle" miljøgifter. Undersøkelser og overvåking av "nye" miljøgifter vil kunne si noe om behov for tiltak overfor disse miljøgiftene.

4.11.3 Forurensning i polarlomvi

Utførende - Norsk polarinstitutt
 Ansvarlig for denne utgaven - Geir Wing-Gabriel-
 sen og Cecilie Miljeteig
 Datagrunnlag - Målinger utført av Norsk polarin-
 stitutt
 Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 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
 VSO 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. Rapporten nedenfor er foreløpig. Materialet er ikke analysert med statistiske metoder, og konklusjoner om trender er derfor foreløpige.

Prøvene viser en reduksjon i konsentrasjonen av de fleste organohalogener fra 1993 til 2002/2003 og ytterligere reduksjon til 2007. Dette inkluderer organoklorinene (pesticider, toksafener, PCB-er), bromerte flammehemmere (PBDE-er og HBCD) og to av de perfluorinerte alkylstoffene (PFOS og PFHxS).

For de andre perfluorinerte alkylstoffene (PFNA, PFTeA, PFDcS, PFPeDA, PFDcA, PFUnA, PFTriA, PFDaA, Σ PFAS) ser vi derimot en annen fordeling. Her finner vi de høyeste nivåene i egg fra 2007. I egg fra Kongsfjorden kan det se ut som at nivåene av disse forbindelsene har stabilisert seg eller går ned noe fra 2002 til 2007. For egg fra Bjørnøya ser det igjen annerledes ut. Her stiger konsentrasjonene av PFTeA, PFDcS, PFPeDA, PFDcA, PFUnA, PFTriA, PFDaA og Σ PFAS mellom 2003 og 2007. Kombinert med reduksjonen av PFOS-konsentrasjonen i samme tidsperiode, så er resultatet nå at PFOS ikke er den dominerende perfluorinerte alkylstoffet i polarlomvi egg 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 Σ PFAS. PFAS-nivåene er generelt høyere på Bjørnøya enn i Kongsfjorden (2002/2003 og 2007).

For organoklorinene ser det generelt ut som at nivåene i Kongsfjorden 2002 og Bjørnøya 2003 og i Kongsfjorden 2007 og Bjørnøya 2007 er relativt like og reduksjonen mellom 2002/2003 og 2007 er omtrent lik i begge områder. Noe lignende ser vi for de bromerte flammehemmerne, selv om det for

disse kan se ut som at BDE-nivåene på Bjørnøya 2003 ligger noe under BDE-nivåene i Kongsfjorden 2002, mens BDE-nivåene i 2007 er noenlunde like i begge områdene. HBCD-konsentrasjonene reduseres mindre på Bjørnøya mellom 2003 og 2007 enn i Kongsfjorden mellom 2002 og 2007, og nivåene av HBCD er høyere på Bjørnøya i 2007 enn i Kongsfjorden i 2007.

TBT ble ikke detektert over deteksjonsgrensen i noen prøver.

PAH ble kun detektert over deteksjonsgrensen i et fåtall prøver. Det kan se ut som det ble detektert PAH i flere prøver fra Bjørnøya i 2003 (og til dels fra Kongsfjorden i 2002) enn i de andre. Egg fra Kongsfjorden i 1993 ble ikke analysert for PAH.

Elementanalyse viste ikke noen klare generelle trender. Cadmium-nivåene var noe lavere i 2007 enn i 2002/2003 både i Kongsfjorden og på Bjørnøya. Nivåene var omtrent like i de to områdene. Kvikksølvkonsentrasjonene ble redusert mellom 2002/2003 og 2007 i begge områder (i Kongsfjorden ble konsentrasjonen nesten halvert). Konsentrasjonene var høyere i Kongsfjorden enn på Bjørnøya. Nivåene av bly ble redusert i Kongsfjorden mellom 2002 og 2007, mens på Bjørnøya økte nivåene av bly mellom 2003 og 2007. Nivåene av bly var generelt sett høyere på Bjørnøya enn i Kongsfjorden.

Nivå av miljøgifter i egg hos polarlomvi gjør oss i stand til å vurdere geografiske forskjeller, utvikling av miljøgifter over tid og muligheter til å vurdere evt. effekter av miljøgifter. De miljøgiftnivå som er funnet i egg fra polarlomvi ligger for alle stoffer som er vurdert under grenseverdi for effekter.

4.11.4 Forurensning i fisk og reker

Utførende - Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning
 Ansvarlig for denne utgaven - Amund Måge, Sylvia Frantzen og Kåre Julshamn
 Datagrunnlag - Data fra miljødatabasen, "Sjømatdata", blir hvert år lagt åpent tilgjengelig på internett med link fra NIFES' hjemmeside www.nifes.no. Der finner man gjennomsnittlig og største og minste konsentrasjon per år av de enkelte typer fremmedstoffer i en art, uavhengig av havområde.
 Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 Referanseverdi - Naturlig bakgrunnsnivå og EU's grenseverdier for trygg mat.
 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
 VSO relevans - Alle

Målinger av miljøgiftkonsentrasjoner i torskefilet har siden starten i 1994 vært gjennomført i Barentshavet som en del av NIFES' miljødatabase. Fra 2006 ble også torskelever og –rogn inkludert, og fra og med 2007 vil det årlig gjøres analyser av samleprøver av reker, lodde og polartorsk. Prøvetakingen blir gjennomført av Havforskningsinstituttet og deres referanseflåte i områder hvor artene fiskes kommersielt, det vil si ulike steder i Barentshavet (Figur

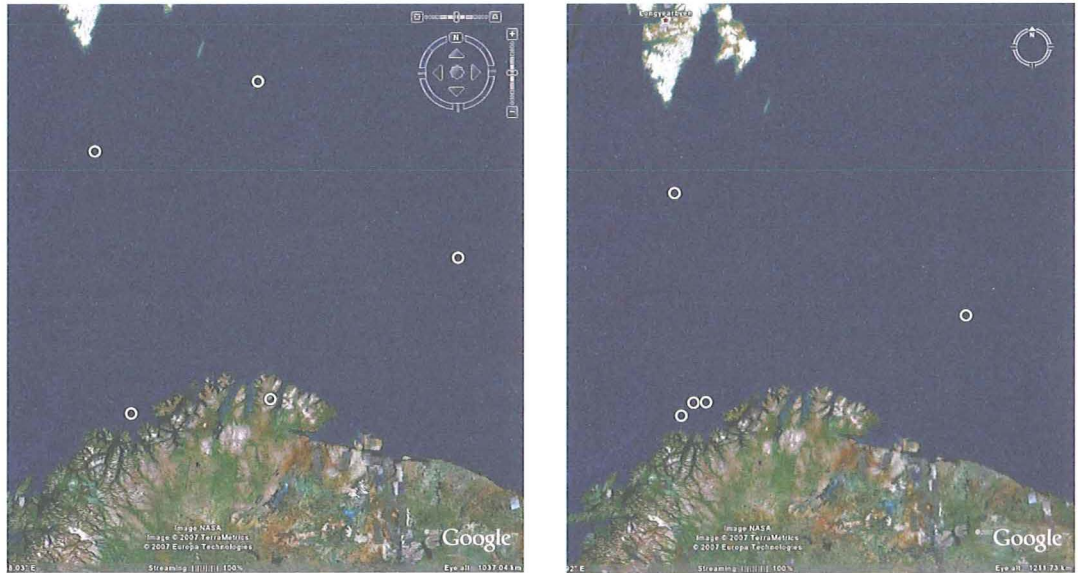


Fig. 4.11.4.1 Lokalteter der det ble tatt prøver av A) reker (til venstre) og B) lodde i 2007.

4.11.4.1 og 4.11.4.2). I 2007 har det blitt samlet inn lodde, reker og torsk, mens prøver av polartorsk har vært vanskelig å få tak i. I 2007 er det dessuten tatt prøver av filet av rødspette og uer fra Barentshavet til miljødatabasen, men disse er ikke tatt med som forurensningsindikatorer.

Forbindelser det analyseres for i forbindelse med NIFES' overvåking er spormetaller, PCB7 (sum av syv PCB-forbindelser, 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), dioksiner og dioksinlignende PCBer, bromer-

te flammehemmere (sum HBCD og sum av syv ulike PBDE kongener) samt en rekke pesticider inkludert DDT, toksafen, chlordan, HCH og HCB. I tillegg har det for første gang i 2007 blitt analysert for perfluoreerte alkylerte substanser (PFAS) i lodde, reker og torskelever. Data tilbake til 1994 finnes bare for spormetaller, og PCB7 og noen pesticider har vært målt siden 1995.

Gjennomsnittlig og største og minste konsentrasjon av tungmetallene arsen (As), kadmium (Cd),

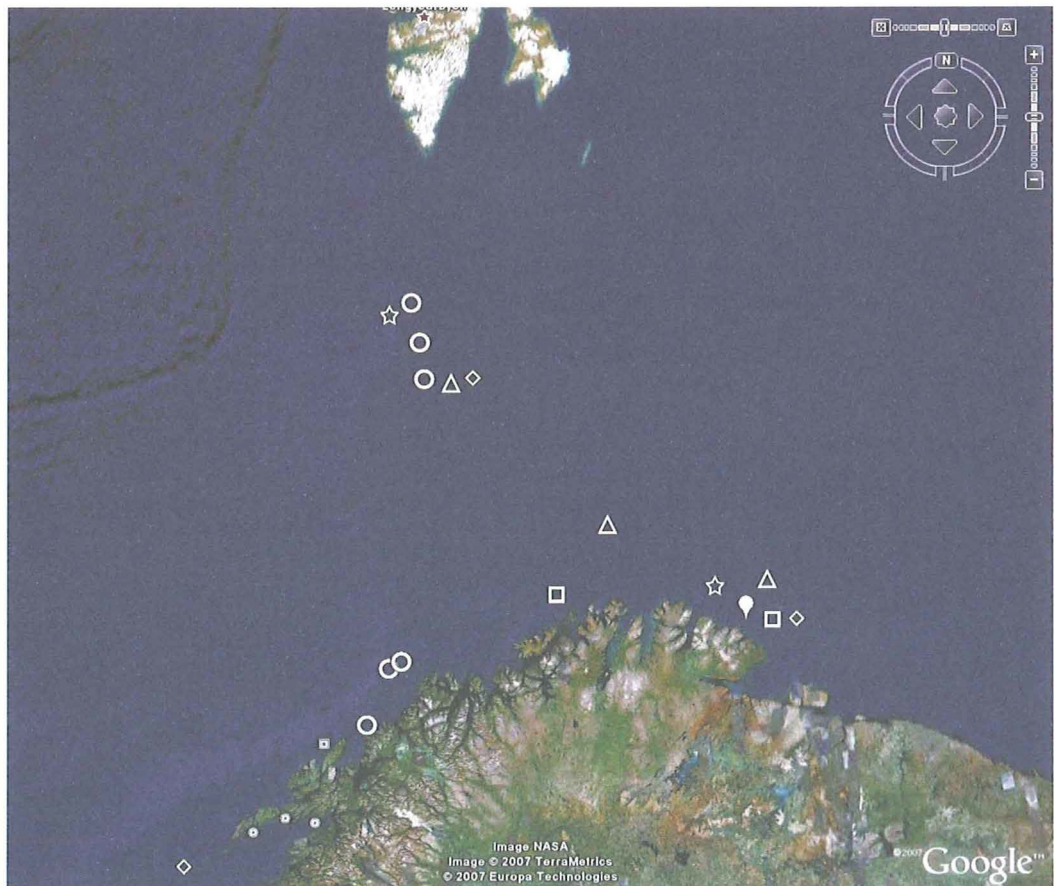


Fig. 4.11.4.2 Lokalteter der det har blitt tatt prøver av torsk i perioden fra 1994 til i dag. De store åpne ringene representerer prøvene tatt i 2007, skrå ruter 2006, trekant 2002, "ballong" 2001, firkant 1998, stjerne 1994, liten prikk 1995 og liten firkant 2000.

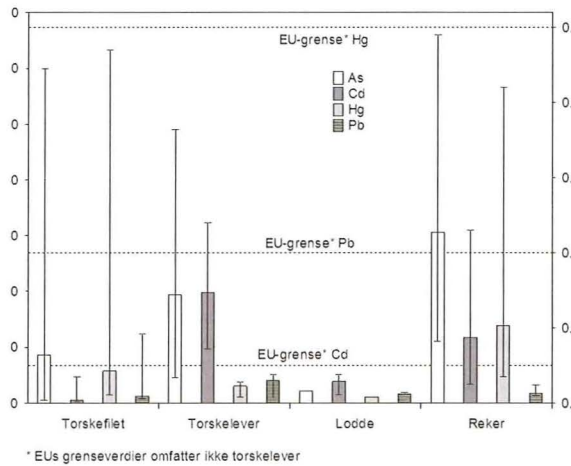


Fig. 4.11.4.3 Konsentrasjoner (gjennomsnitt ± største og minste verdi) av tungmetallene arsen, kadmi- um, kvikksølv og bly i torskefilet, torskelever, samt i samleprøver av hele reker og lodde fra Barentshavet i 2007. Torskelever er unntatt fra EUs grenseverdier for metaller.

kvikksølv (Hg) og bly (Pb), samt PCB7, dioksiner og dioksinlignende PCB målt i torsk, reker og lodde fra alle lokaliteter i Barentshavet i 2007 er vist i figur 4.11.4.3 og fig. 4.11.4.4. De fleste verdiene for 2007 lå godt under EUs grenseverdier for sjømat. Med unntak av torskelever var det lodde som hadde de høyeste konsentrasjonene av organiske miljøgifter, men største verdi for summen av dioksiner og dioksinlignende PCB på 0,84 ng TE/kg våtvekt var likevel lav i forhold til grenseverdien på 8 ng TE/kg våtvekt. Torskelever hadde gjennomsnittskonsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB opp mot den nye grenseverdien for lever på 25 ng TE/kg våtvekt og enkeltverdier som lå langt over denne grenseverdien. Siden det ble analysert samleprøver av hele reker og lodde var verdiene vi fikk ut et gjennomsnitt av populasjonen, og resultatene reflekterer ikke den individuelle variasjonen. I forhold til SFT sin klassifisering, som kun omhandler dioksiner/furaner, er likevel torskeleveren klassifisert som Ubetydelig/Lite forurenset.

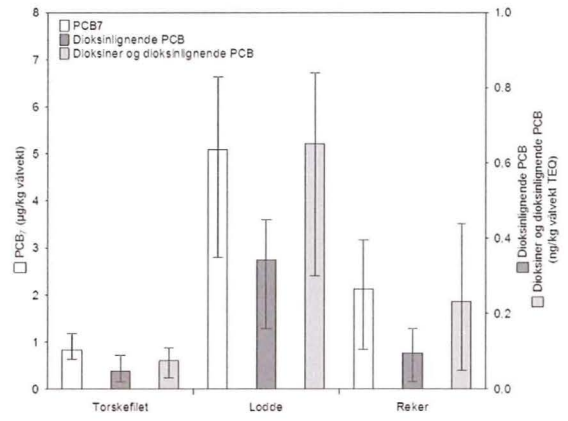


Fig. 4.11.4.4 Konsentrasjoner (gjennomsnitt ± største og minste verdi) av PCB7, dioksiner og dioksinlignende PCB i torskefilet samt samleprøver av hele reker og lodde fra Barentshavet i 2007. Resultatene for torskelever er vist i figur 4.11.4.6.

Figur 4.11.4.5 og 4.11.4.6 viser resultater for torsk fra prøvetakingen startet og frem til i år. Det kan se ut som om det har vært en økning i innholdet av spormetaller fra og med 2002, men det er viktig å merke seg at prøvene er tatt svært ulike steder og til ulike tider på året og sånn sett ikke kan si noe om det har vært en endring i forurensningssituasjonen. Resultatene gir imidlertid et godt inntrykk av den generelle variasjonen i innholdet av fremmedstoffer i filet av torsk i Barentshavet. Ettersom datagrunnlaget øker med hyppigere overvåkning knyttet til forvaltningsplanen vil trolig et økt innhold av fremmedstoffer som skyldes økt forurensning generelt i Barentshavet kunne registreres. For lodde og reker er det ikke bygd opp noen tidsserier ennå, men med årlig overvåkning vil datagrunnlaget forbedres. Dette gjelder også pesticider, bromerte flammehemmere og PFAS, som ikke er presentert foreløpig.

Nivåene er lave og godt under grenseverdiene for de fleste komponentene. Unntaket er summen av

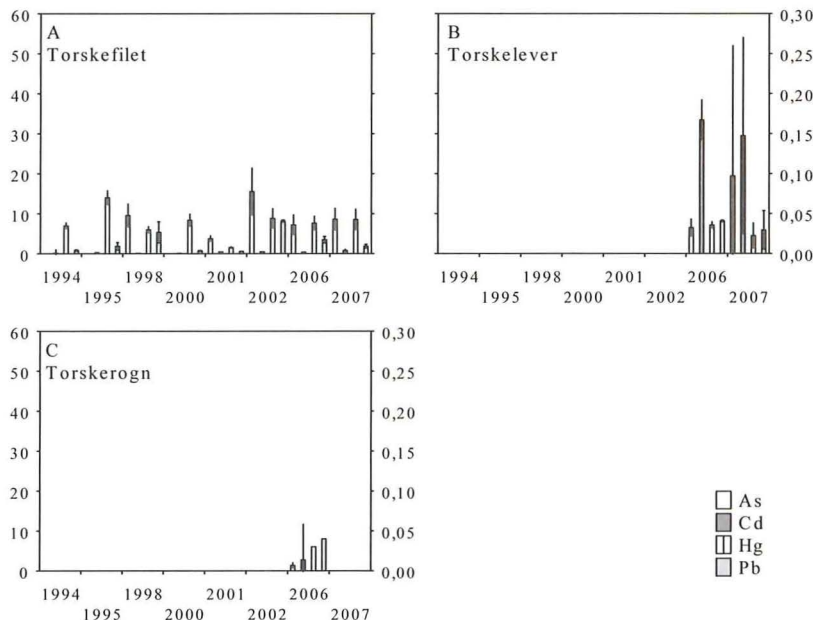


Fig. 4.11.4.5 Konsentrasjoner (gjennomsnitt ± største og minste verdi) fra 1994 til i dag av tungmetallene arsen, kadmi- um, kvikksølv og bly i A) torskemuskel, B) torskelever og C) torskerogn fra Barentshavet. Torskerogn er analysert i samleprøver, og lever og rogn ble ikke analysert før i 2006.

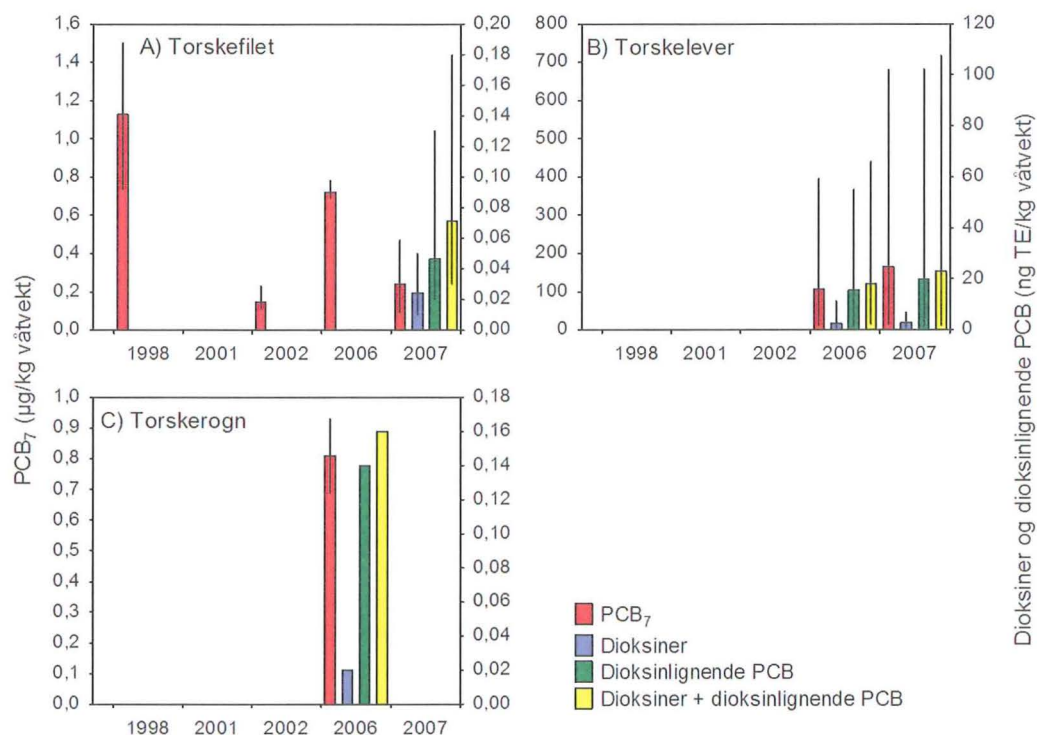


Fig. 4.11.4.6. Konsentrasjon i perioden 1998 til 2007 av PCB₇, dioksiner og dioksinlignende PCB i A) torskemuskel, B) torskelever og C) torskerogn. Torskerogn er analysert i samleprøver, og lever og rogn ble ikke analysert før i 2006. Legg merke til at hver figur har forskjellig skala på y-aksene.

dioksiner og dioksinlignende PCB i torskelever, der gjennomsnittsverdien er nær den nye grensen på 25 ng TE/kg våtvekt.

4.11.5 Forurensning i kysttorsk

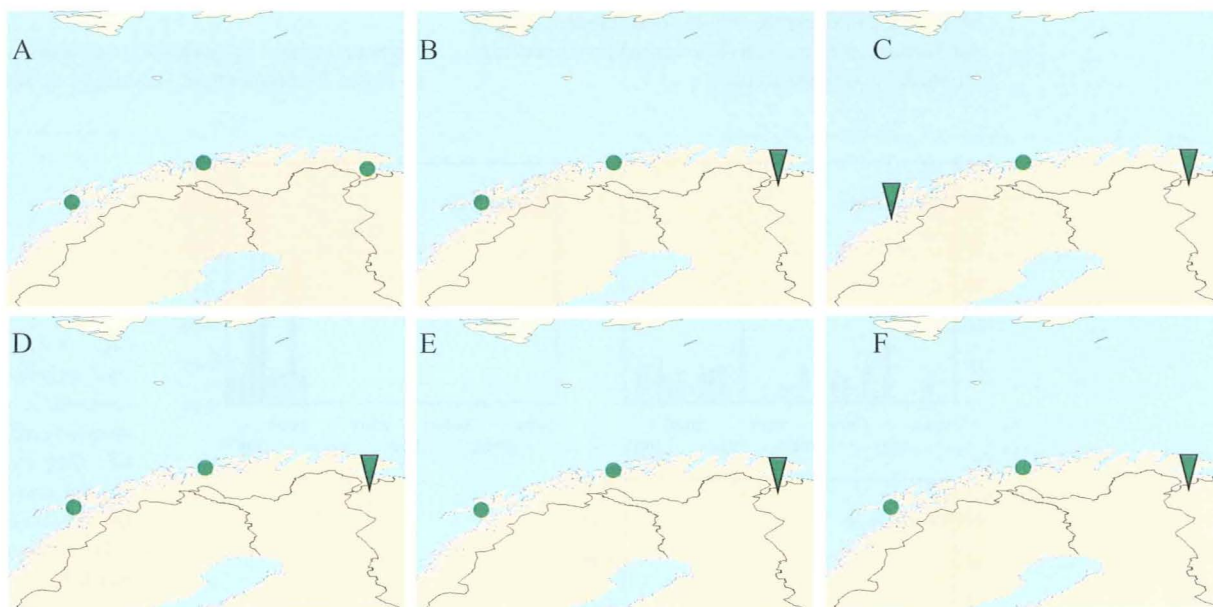
Utførende - Norsk institutt for vannforskning
 Ansvarlig for denne utgaven - Norman W. Green
 Datagrunnlag - Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til Statens forurensningstilsyn ([http://](http://www.sft.no/)

www.sft.no/) og Norsk institutt for vannforskning (<http://www.niva.no/>)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 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

VSO relevans - Lofoten – Tromsøflaket - Kystnært



Figur 4.11.5.1. Trend 1992-2006 og konsentrasjon for 2006 i forhold til SFTs Klasse I for kadmium (A), kvikksølv (B), bly (C), PCB (D), DDT (E) og HCB (F) i torskelever eller torskefilet (kvikksølv). Trekant opp/ned indikerer opp-/nedadgående trend og sirkel indikerer ingen trend eller ikke tilstrekkelig data for å gjennomføre en trendanalyse. Rødt/grønt symbol betyr over/under øvre grense i SFTs Klasse I (Ubetydelig eller Lite forurenset).

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 overvåkingsprogram. I tillegg tar NIFES prøver av torsk fra åpne havområder i Barentshavet. Til sammen gir dette datagrunnlaget informasjon om forurensningsstoffer i både kyst og fjordområder, og om torskbestandene i Barentshavet.

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

Fra JAMPs 54 lange tidsserier av mange miljøgifter er følgende komponenter valgt ut: kadmium, kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB'ne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB (Figur 4.11.5.1). I tillegg analyseres det også for kobber og Lindan (□-HCH), men konsentrasjonene i torsk lever fra denne regionen lå under bakgrunnsnivå (Cu) eller under SFT Klasse I eller deteksjonsgrense (Lindan). Orienterende undersøkelse av PFAS og PBDE i torsk lever skal rapporteres vår 2008. Disse miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyrelivet i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektivets eller OSPARs liste over prioriterte stoffer.

Det var 54 tidsseriene som ble analysert, hvorav 8 visste nedadgående trender og 2 var oppadgående;

en for kadmium og en for kobber (ikke vist). Resultatene for 2006 viste lave konsentrasjoner, dvs under SFT Klasse I.

4.11.6 Forurensning i blåskjell

Utførende - Norsk institutt for vannforskning

Ansvarlig for denne utgaven - 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/>)

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

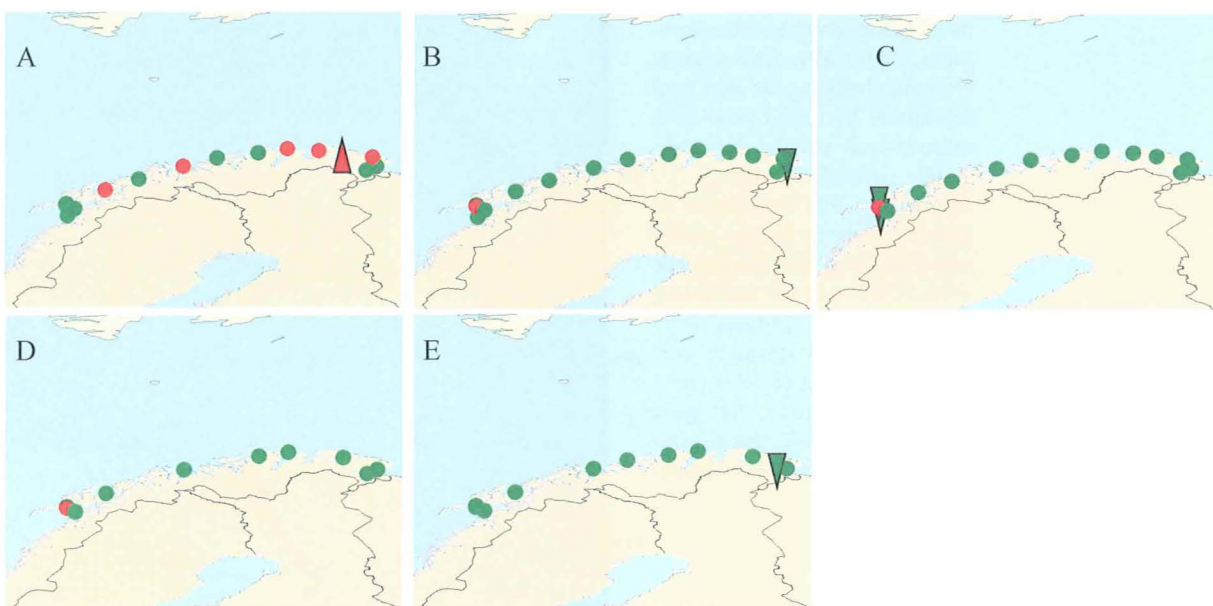
Referanseverdi - Naturlig bakgrunnsnivå

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

VSO relevans - Lofoten – Tromsøflaket - Kystnært

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i blåskjell utføres på stasjoner nord for polarsirkelen som del av Joint Monitoring and Assessment Programme (JAMP) i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Fra JAMPs 81 lange tidsserier av mange miljøgifter er følgende komponenter valgt ut: kadmium, kvikksølv, bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB'ne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB (Figur 4.11.6.1). I tillegg analyseres det også for kobber, Lindan (□-HCH) og TBT, men for disse miljøgiftene lå konsentrasjonene i blåskjell fra denne regionen under SFTs Klasse I eller deteksjonsgrense. Disse miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyrelivet i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektivets eller OSPARs liste over prioriterte stoffer.



Figur 4.11.6.1 Trend 1992-2006 og konsentrasjon for 2006 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. Rødt/grønt symbol betyr over/under øvre grense i SFTs Klasse I (Ubetydelig eller Lite forurenset).

Det var 81 tidsseriene som ble analysert, hvorav 7 visste nedadgående trender. Resultatene for 2006 viste lave konsentrasjoner, dvs under eller så vidt i SFTs Klasse I. Unntaket gjaldt kadmium på noen stasjoner. Årsaken til dette er uvisst, men man kan ikke utelukke et naturlig høyt bakgrunnsnivå.

4.11.7 Forurensning i sedimenter

Koordinering - Statens forurensningstilsyn
Ansvarlig for denne utgaven - Christine Daae Olseng

Datagrunnlag - Se de ulike underkapitlene

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

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

VSO relevans - Alle

Sedimentprøver fra Barentshavet blir samlet inn gjennom ulike overvåkingsprogrammer og undersøkelser. De viktigste er samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet (HI) og Norges geologiske undersøkelser (NGU) om sedimentundersøkelser i åpent hav, MAREANO, Statens forurensningstilsyns (SFT) Joint Monitoring and Assessment Programme (JAMP), og SFTs offshoreovervåking. 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. Det er en målsetting at neste rapport fra overvåkingsgruppen (som kommer i 2009) skal se disse dataene i sammenheng og for eksempel presentere kart med geografisk utbredelse av enkelte indikatorstoffer i overflatesediment. Til rapporten i 2009 vurderes en gjennomgang av hvilke stoffer som dekkes og hvor omfattende overvåking som er nødvendig for hvert stoff (prøvetakingsfrekvens, antall stasjoner etc), og videre om det er behov for å overvåke nye stoffer eller gjøre spesielle overvåkingskampanjer knyttet til effekter i sårbare områder.

Figur 4.11.7.1 Posisjoner av prøvesamlingsstasjoner på 2003- og 2004-toktene (Havforskningsinstituttets sedimentundersøkelser).

SFTs offshoreovervåking

Miljøovervåking offshore foregår i regioner og hver region undersøkes hvert 3. år. Oppstart av overvåking skjer i forbindelse med oppstart av aktiviteten i en region. Resultatene fra stasjoner i Barentshavet ble rapportert i Overvåkingsgruppas rapport i 2007, og nye resultater kommer ikke inn før i mars 2008. I forbindelse med nye leteboringer vil det også settes i gang noen nye undersøkelser våren og sommeren 2008.

4.11.7.1 Konsentrasjoner av hydrokarboner i sediment

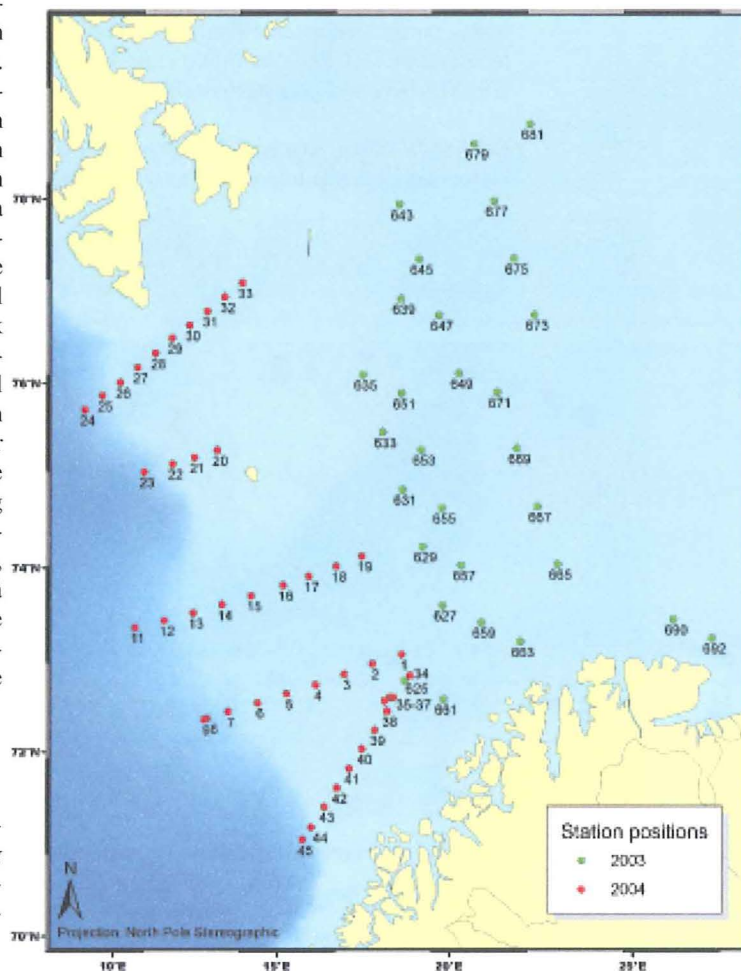
Utførende - Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Stepan Boitsov

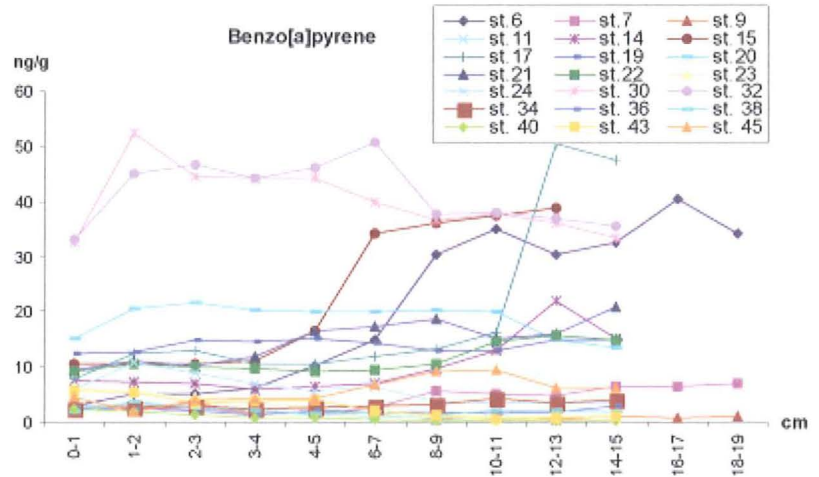
Datagrunnlag - Data fra 2003-2004: Boitsov, S., Klungøy, J., Jensen, H.: "Concentrations of petroleum hydrocarbons in sediments and seawater from the Barents and Norwegian Seas 2003-2005". Fisken og havet nr. 3, 2007. 46 s.

Data fra 2003, 2004, 2006: kart på www.mareano.no

Havforskningsinstituttet gjennomførte i 2003-2004 undersøkelser av forurensning i bunnsedimenter fra Barentshavet og på skråningen ned mot dypet i Norskehavet. I 2006 ble samme arbeid utført i sørlige del av Barentshavet under MAREANO-programmet. Kun overflatesedimenter ble samlet i 2003 mens sedimentkjerner ble samlet i 2004 og 2006. Oversikt over stasjonene fra 2003-2004-tokt er gitt i Figur 4.11.7.1, mens 2006-data er tilgjengelige på www.mareano.no.



Figur 4.11.7.2 Konsentrasjoner av benzo[a]pyren i sedimentkjerner fra forskjellige stasjoner på 2004-toktet (kun hver annen centimeter er vist ved mer enn 5 cm dybde). (Havforskningsinstituttets sedimentundersøkelser)

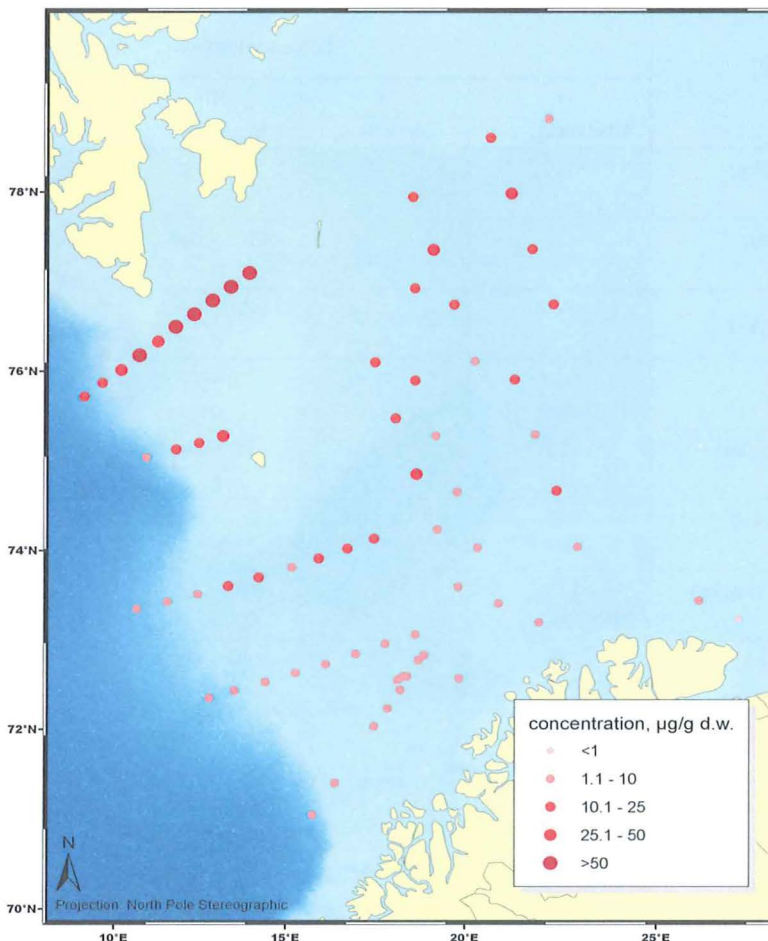


Både totale hydrokarbonnivåer (THC) og nivåer av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) benyttes gjerne som indikatorer på oljeforurensning. PAH kan komme fra olje, men også fra andre naturlige og menneskeskapt kilder. Sedimentstasjonene som ligger i den sørlige delen av Barentshavet, har lavere konsentrasjoner av THC og PAH enn stasjonene sør for Svalbard (som vist for THC i Figur 4.11.7.2). Forekomsten og nivåene i sedimentene kan forklares med sedimentenes geokjemiske opprinnelse, innbefattet naturlig lekkasje/erosjon av fossilt brensel (kull/olje). I tillegg kan det være et mindre bidrag som skyldes ulike tilførsler av olje og annet fossilt brensel fra ulike menneskeskapt aktivitet.

Det er utarbeidet klassifiseringssystem for forurensning av kun én forbindelse av PAH-klasse ved SFT,

nemlig benzo[a]pyren, som er et kraftig kreftfremkallende stoff. Systemet er utarbeidet for fjord- og kystområder, og gjelder ikke åpent hav. På to stasjoner i det nordlige Barentshav (nr. 673 og 677, Figur 4.11.7.1) var verdiene for benzo[a]pyren i Klasse III, mens alle de andre stasjonene hadde benzo[a]pyren nivåer klassifisert som tilhørende Klasse I eller II. Sedimentkjerner samlet i 2004 viser ingen økning av benzo[a]pyren-nivåer i moderne tid, dvs. i sedimentlaget nærmest overflaten (Figur 4.11.3), noe som antyder at det kun er naturlige bakgrunnsnivåer som er observert.

Nivåene av PAH og THC målt i 2006 i MAREANO-området i det sørlige Barentshavet (Tromsøflaket, Ingøydjupet og enkelte fjordområder) var svært lave, som forventet i dette området. Det er ikke



Figur 4.11.7.2 Totale hydrokarbonnivåer (THC) i overflatesedimenter (0-1 cm), målt i 2003-2004 (Havforskningsinstituttets sedimentundersøkelser).

registrert vesentlige økninger i nivåene av PAH eller THC i moderne tid i disse områdene, men ved noen stasjoner er det funnet moderat økning for enkelte av de studerte PAH-forbindelsene. Det er også en mistanke om lokale, naturlige kilder av hydrokarboner på havbunn i Ingøydjupet, noe som krever videre undersøkelse. Resultatene er vist i form av kart på www.mareano.no og blir rapportert med flere detaljer i 2008.

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

4.11.7.2 Konsentrasjoner av tungmetaller, arsen, barium og TBT i sediment

Utførende - Norges geologiske undersøkelser
Ansvarlig for denne utgaven - Terje Thorsnes og Henning K.B. Jensen

Datagrunnlag - www.mareano.no

Knies J., Jensen H. K. B., Finne T. E., Lepland A. and 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, pp. 1 - 35.

Jensen H. K. B., Knies J., Finne T. E. og Thorsnes T., 2007. Mareano 2006 - miljøgeokjemiske resultater fra Tromsøflaket, Ingøydjupet, Lopp havet og Sørøysundet. NGU-rapport nr. 2007.059, 249 sider (inkl. bilag).

Norges geologiske undersøkelser har i samarbeid med Havforskningsinstituttet utført undersøkelser av tungmetallinnhold, arsen, barium og TBT i Barentshavet. Undersøkelsene er gjort i to omganger – med 73 stasjoner i det vestlige Barentshavet i 2003-2004, og 15 stasjoner fra Tromsøflaket/Ingøydjupet i 2006. Den siste fasen er gjort som en del av MAREANO-programmet. For 2003-2004-dataene er bare overflateprøver rapportert (Knies et al. 2006). Stasjonene fra Tromsøflaket/Ingøydjupet i 2006 (Jensen et al. 2007) er fra sedimentkjerner som både viser dagens nivå og historisk utvikling av innholdet av miljøgifter, basert på aldersdateringer. Fordi metodikkene avviker noe, er resultatene rapportert separat her.

Overflateprøver – vestlige Barentshav

Resultatene fra i alt 73 prøvetakingsstasjoner fra overflatesedimenter i den vestlige delen av Barentshavet (Figur 4.11.7.4) viser at det generelt er lave metallkonsentrasjoner i overflatesedimentene (bly, kobber, krom, kvikksølv og sink) svarende til SFT tilstandsklasse I (Tabell 4.11.7.1). Unntakene er

Tabell 4.11.7.1 Tabellen viser Statens forurensningstilsyns (SFT) klassifiseringssystem for nivåer av metaller og uorganiske elementer i fjorder og kystsedimenter (Molvær m. fl., 1997). Antall overflateprøver (0 – 1 cm) angitt med uthevet skrift viser hvor mange av de undersøkte prøvene fra Barentshavet som tilhører de forskjellige tilstandsklasser (I – V).

Parametere	Forurensningsnivåer				
	I Ubetydelig	II Moderat	III Betydelig	IV Sterkt	V Meget
Arsen (mg/kg)	< 20	20 – 80	80 – 400	400 – 1000	>1000
As	62	9	2	0	0
Bly (mg/kg)	<30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	>1500
Pb	73	0	0	0	0
Flurid (mg/kg)	<800	800 – 3000	3000 – 8000	8000 – 20000	>20000
	73	0	0	0	0
Kadmium (mg/kg)	<0,25	0,25 – 1	1 – 5	5 – 10	>10
	71	2	0	0	0
Kobber (mg/kg)	<35	35 – 150	150 – 700	700 – 1500	>1500
Cu	73	0	0	0	0
Krom (mg/kg)	<70	70 – 300	300 – 1500	1500 – 5000	>5000
Cr	73	0	0	0	0
Kvikksølv (mg/kg)	<0,15	0,15 – 0,6	0,6 – 3,0	3 – 5	>5
Hg	73	0	0	0	0
Nikkel (mg/kg)	<30	30 – 130	130 – 600	600 – 1500	>1500
Ni	45	28	0	0	0
Sink (mg/kg)	<150	150 – 700	700 – 3000	3000 – 10000	>10000
Zn	73	0	0	0	0
Sølv (mg/kg)	<0,3	0,3 – 1,3	1,3 – 5	5 – 10	>10
Ag	73	0	0	0	0
TBT (µg/kg)	<1	1 – 5	5 – 20	20 – 100	>100
	ingen	ingen analy.	ingen analy.	ingen analy.	ingen

arsen, som har nivåer varierende fra tilstandsklasse I–III. To prøver har arsenkonsentrasjoner svarende til klasse III. Ni prøver har arsenkonsentrasjoner svarende til klasse II. Prøvene med klasse II og III arsenkonsentrasjoner er funnet i Storfjordrenna sør for Svalbard og en enkelt stasjon nordøst i det undersøkte området. I Storfjordrenna avsettes sedimenter med bidrag fra kildebergarter på Svalbard, som blant annet består av skifer og kull. Figur 4.11.7.5 viser arsenkonsentrasjonene i overflateprøvene. Nikkel har 28 prøver ut av 73 prøver i tilstandsklasse II og 45 prøver i klasse I. Kadmium har 2 prøver i klasse II (0,25–1,0 mg/kg sediment) og 71 prøver i klasse I. Analyser av barium viser at den høyeste konsentrasjonen er i nærheten av “Håkon Mosby slamvulkanen” (Figur 4.11.7.6). Disse bariumverdiene skyldes sannsynligvis naturlig opprinnelse. En prøve fra stasjon 38, nær Snøhvit har en bariumkonsentrasjon på 330 mg/kg sediment. Statoil har rapportert at det ble sluppet ut 88 tonn barytt i forbindelse med boringen av brønn NOCS 7121/5-3 i 2001, og det er en mulig årsakssammenheng mellom den forhøyde verdien og Statoils utslipp.

Kjerneprøver – Tromsøflaket/Ingøydjupet

På Tromsøflaket er havbunnsedimentene relativt grove (morene, som er hardpakket leire med sand, stein og grus, med et tynt lag av grusholdig sand og sandholdig grus i overflaten), med unntak av mindre områder med slam. Ingøydjupet har finkornede sedimenter dominert av slam, og er et område med i hovedsak kontinuerlig avsetning.

Tabell 4.11.7.2 Tabellen viser Statens forurensningstilsyns (SFT) klassifiseringssystem for nivåer av metaller og uorganiske elementer i fjorder og kystsedimenter (Molvær m. fl., 1997). Antall overflateprøver (0–1 cm) angitt med uthevet skrift viser hvor mange av de undersøkte prøvene fra Tromsøflaket og Ingøydjupet som tilhører de forskjellige tilstandsklassene.

Parametere	Forurensingsnivåer				
	I Ubetydelig	II Moderat	III Betydelig	IV Sterkt	V Meget
Arsen (mg/kg)	< 20	20 – 80	80 – 400	400 – 1000	>1000
As	15	0	0	0	0
Bly (mg/kg)	<30	30 – 120	120 – 600	600 – 1500	>1500
Pb	15	0	0	0	0
Kadmium (mg/kg)	<0,25	0,25 – 1	1 – 5	5 – 10	>10
Cd	15	0	0	0	0
Kobber (mg/kg)	<35	35 – 150	150 – 700	700 – 1500	>1500
Cu	15	0	0	0	0
Krom (mg/kg)	<70	70 – 300	300 – 1500	1500 – 5000	>5000
Cr	15	0	0	0	0
Kvikksølv (mg/kg)	<0,15	0,15 – 0,6	0,6 – 3,0	3 – 5	>5
Hg	15	0	0	0	0
Nikkel (mg/kg)	<30	30 – 130	130 – 600	600 – 1500	>1500
Ni	10	5	0	0	0
Sink (mg/kg)	<150	150 – 700	700 – 3000	3000 – 10000	>10000
Zn	15	0	0	0	0
Sølv (mg/kg)	<0,3	0,3 – 1,3	1,3 – 5	5 – 10	>10
Ag	15	0	0	0	0
TBT (µg/kg)	<1	1 – 5	5 – 20	20 – 100	>100
	5	0	0	0	0

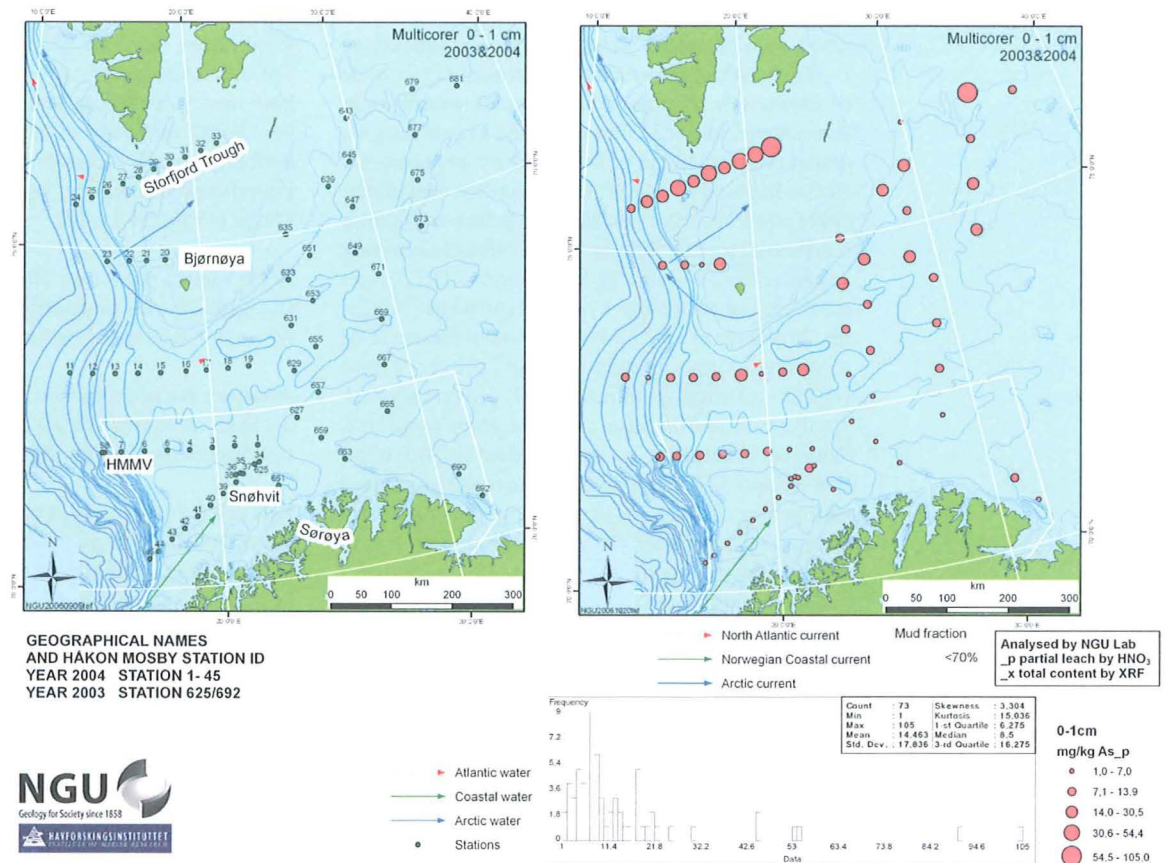
Resultatene fra i alt 15 prøvetakingsstasjoner på Tromsøflaket og Ingøydjupet (se Figur 4.11.7.7, kart med prøvetakingsstasjonene) viser at det er lave konsentrasjoner av metallene (bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink) og arsen i overflatesedimentene, svarende til SFT tilstandsklasse I (Tabell 4.11.7.2).

Nikkel har 5 prøver av 15 prøver i tilstandsklasse II. Dette skyldes sannsynligvis naturlig nikkelrike mineraler, og kan neppe knyttes til forurensning.

Analyser for innhold av tributyltinn (TBT) viste at det ikke var mulig å detektere dette stoffet i overflatesedimentene fra 5 utvalgte stasjoner.

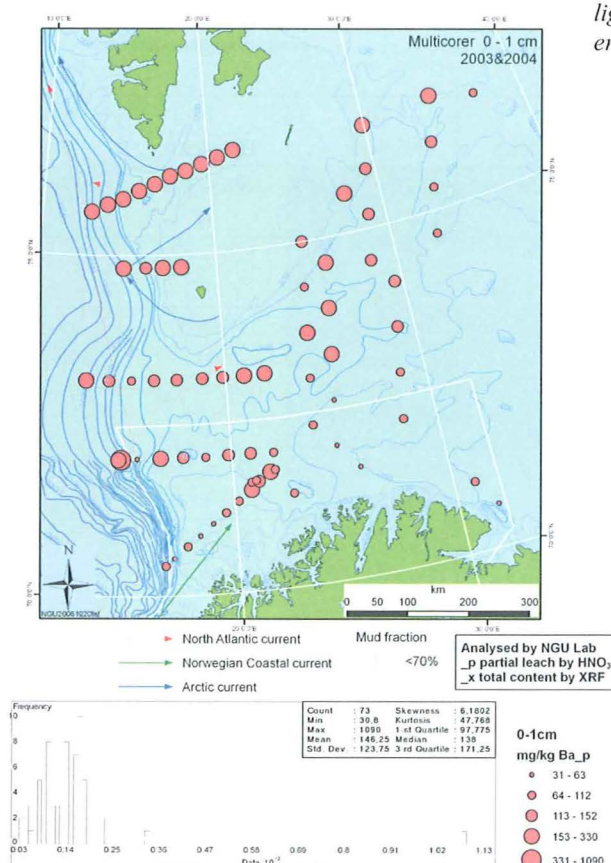
Kjerner fra Ingøydjupet analysert for metaller i 1 cm intervaller viser en tendens til økende innhold av både bly og kvikksølv mot toppen av kjernene, svarende til en økning de siste årtiene. Det kan tyde på et bidrag fra menneskelig kilder. Det er imidlertid viktig å merke seg at de forhøyde verdiene ikke overstiger tilstandsklasse I.

Resultatene fra disse undersøkelsene viser at tungmetallinnholdet i sedimentene ikke er over referansenivået, som er naturlig bakgrunnsnivå. Det er behov for bedre kunnskap om naturlig bakgrunnsnivå – dette vises ved at nivåene for arsen og nikkel delvis faller i kategorien “Moderat forurenset”, på tross av at det er snakk om naturlig nivåer.

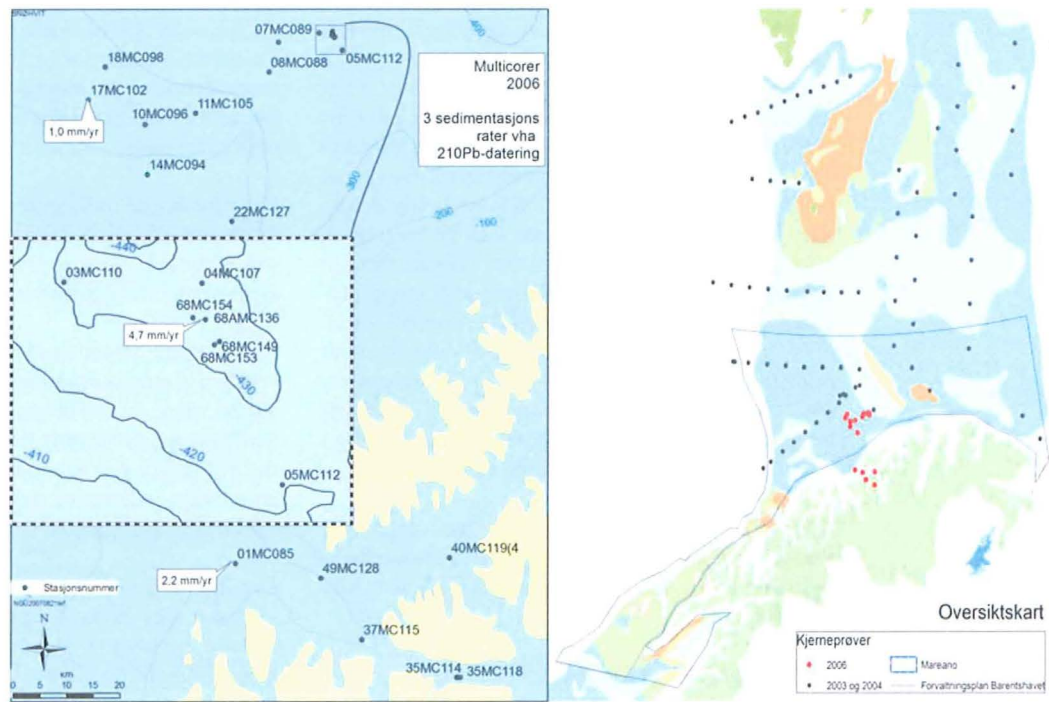


Figur 4.11.7.4 Havforskningsinstituttets 2003 og 2004 prøvetaksstasjoner dekker store deler av Barentshavet. I alt 73 prøvetaking stasjoner er inkludert i undersøkelsen. HMMV vist på kartet er forkortelsen for "Håkon Mosby Mud Volcano". MAREANO-området er avgrenset med hvit strek.

Figur 4.11.7.5 Arsen (As) konsentrasjoner i mg/kg tørrvekt sediment i 0 – 1 cm sediment prøvene. To prøver i SFT klasse III (80 - 400 mg/kg sediment) svarende til markert forurensingsnivå. Ni prøver er i klasse II (20 – 80 mg/kg sediment) svarende til moderat forurensning. De resterende 62 prøver er i klasse I (< 20 mg/kg sediment), svarende til ubetydelig innhold av arsen. Deler av MAREANO-området er avgrenset med hvit strek.



Figur 4.11.7.6 Barium (Ba) konsentrasjon i 0–1 cm prøver varierer fra 30,8 – 1090 mg/kg sediment. Høyeste konsentrasjon er på stasjon 8, i Håkon Mosby-slamvulkan området. Den nest høyeste konsentrasjon på 330 mg/kg sediment er fra Snøhvit-området (stasjon nr. 38). Statoil har rapportert at barium ble brukt under boreoperasjonen på brønn 7121/5-3 i 2001. Totalt ble det sluppet ut 88 tonn barytt under denne operasjon.



Figur 4.11.7.7 Kartet til høyre viser MAREANO-området med prøvetakingsstasjonene 2006 med røde prikker. Sorte prikker viser overflateprøver fra 2003/2004-innsamling. En del stasjoner i kystsonen innenfor MAREANO-området ble prøvetatt i perioder med dårlig vær. Detaljkartet til venstre viser prøvetakingsstasjonen på Tromsøflaket, Ingøydjupet og Sørøysundet/Loppa.

4.11.7.3 Konsentrasjoner av miljøgifter i marine overflatesediment

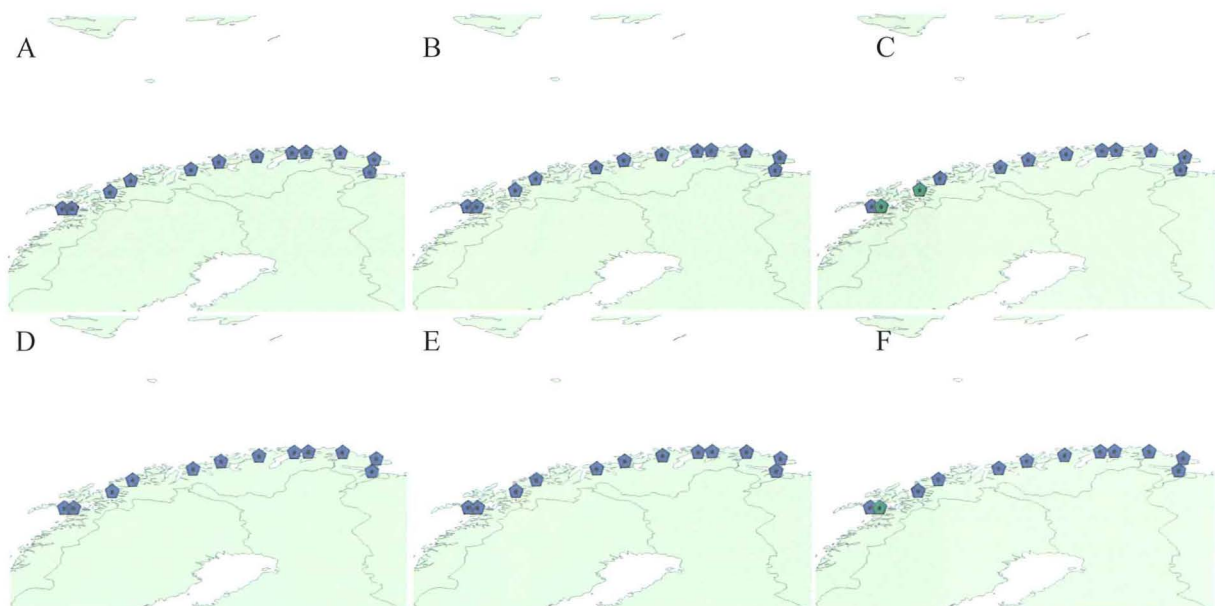
Utførende - Norsk institutt for vannforskning
 Ansvarlig for denne utgaven - Norman W. Green
 Datagrunnlag - Rapporter med data er tilgjengelig fra nettsidene til Statens forurensningstilsyn (<http://www.sft.no/>) og Norsk institutt for vannforskning (<http://www.niva.no/>)

Målingene av miljøgiftkonsentrasjoner i sediment utføres på kystnære stasjoner nord for polarsirkelen som del av Joint Monitoring and Assessment Pro-

gramme (JAMP) i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT).

Målingene er basert på overflatesediment (0-2 cm) 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.

Fra JAMPs overvåking av mange miljøgifter er følgende komponenter valgt ut: kadmium, kvikksølv,



Figur 4.11.7.8 Konsentrasjon for 1992/1994 og 2004/2006 i forhold til SFT Klassene for kadmium (A), kvikksølv (B), bly (C), PCB (D), DDT, her uttrykt som metabolitt DDE, (E) og HCB (F) i overflatesediment. Farge indikerer SFT Klassene I - Ubetydelig eller Lite forurenset - (blå), II - Moderat forurenset - (grønn).

bly, PCB (uttrykt som sum av syv enkelte forbindelser, CB'ne 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180), DDT (uttrykt som DDE), og HCB (Figur 4.11.7.8). I tillegg analyseres det også for kobber, sink, PAH, Lindan (α -HCH) og TBT (kun i 2006), men for disse lå konsentrasjonene i overflatesediment fra denne regionen nær eller under SFT Klasse I eller deteksjonsgrense. Disse miljøgiftene kan ha en toksisk effekt på mennesker og dyrelivet i havet. De kan akkumulere i næringskjedene og noen er meget persistente i miljøet. Disse miljøgiftene omfattes av EUs Vannrammedirektivets eller OSPARs liste over prioriterte stoffer. JAMP-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. Dette er ikke nok for en tidsanalyse.

Kystnære sedimentstasjoner (12) ble undersøkt. Konsentrasjoner av nevnte miljøgiftene i overflatesediment fra disse stasjonene lå under eller så vidt i SFTs Klasse I.

4.11.8 Sjøppl langs kysten

Utførende - Kystverket og Norsk polarinstitutt
 Ansvarlig for denne utgaven - Synnøve Lunde
 Datagrunnlag - MOSJ/Norsk polarinstitutt/Sysselmannen på Svalbard
http://npweb.npolar.no/tema/Miljo_overvakning
 Hva slags indikator - Tilstandsindikator
 Referanseverdi - Ingen forsøpling
 Tiltaksgrense - Uakseptabel forsøpling i strandsonen
 VSO relevans - Alle

Det driver i land store mengder søppel på strendene innenfor forvaltningsplanområde fra aktiviteter i Barentshavet. Forvaltningsplanen har satt som mål at forsøpling og annen skade på miljøet som følge av

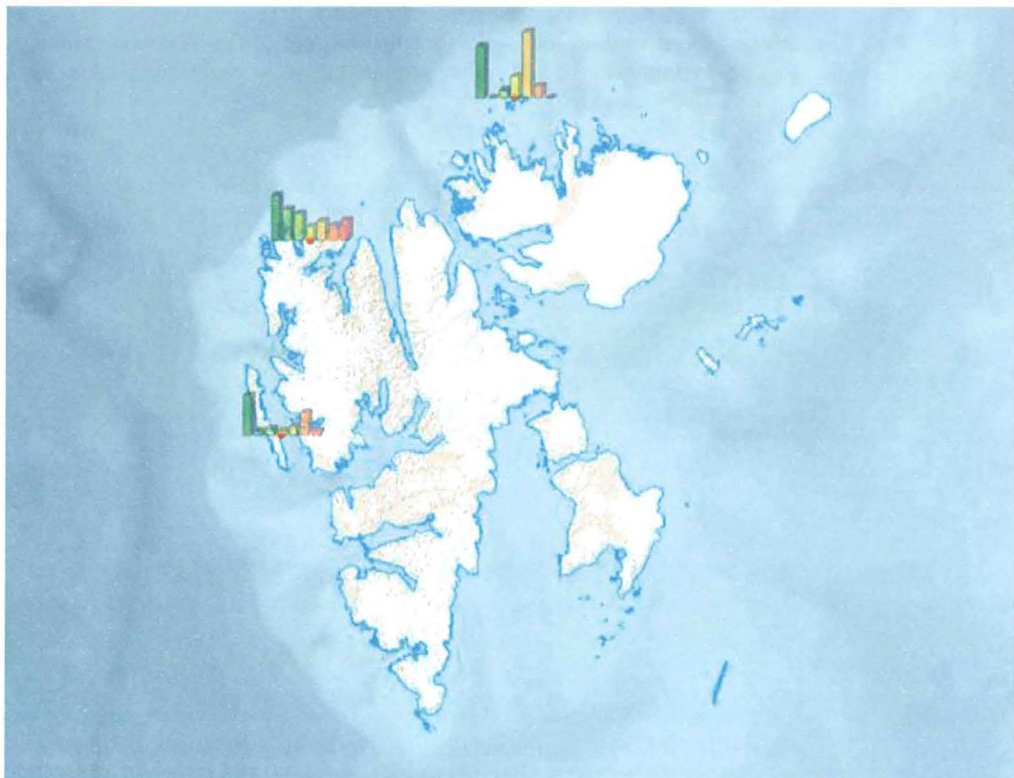
utslipp av avfall fra virksomheter i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten skal unngås. Søppel langs kysten er en indikator som skal følges opp i forvaltningsplanarbeidet og indikatoren er per i dag under utvikling.

En måte denne indikatoren kan følges opp på er å foreta innsamling og registrering av mengde søppel som tilflyter strendene. Dette må gjøres på utvalgte steder og måles enten etter volum eller vekt.

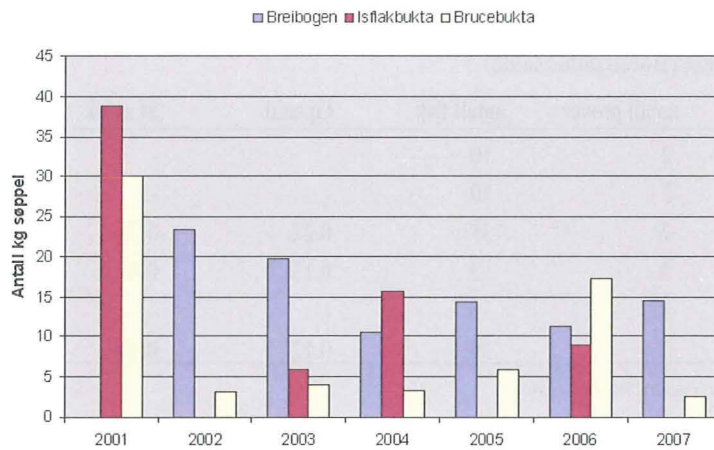
På tre mindre strandområder på Svalbard er det satt i system at strandområder ryddes helt hvert år og alt søppel veies, som en del av MOSJ (Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen). Prosjektet har data fra 2001 til 2007 (Figur 4.11.8.1 og 4.11.8.2). Tendensen viser en nedadgående kurve, men det er trolig for lite data for å trekke konklusjon.

Utvikling av indikatoren

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). Fuktigheten på innsamlingstidspunktet 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 strandsjøppel 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.



Figur 4.11.8.1 Sjøppelmengde på utvalgte strandområder på Svalbard.



Figur 4.11.8.2 Årlig mengde søppel som har drevet i land i Breibogen, Isflakbukta og Brucebukta på Svalbard (200 meter lang strekning hver plass). Et funn av en hel not på stranden i Isflakbukta i 2005 (410 kg) er ikke tatt med i framstillingen.

Indikatoren (vekt av søppel) sier ikke noe om hvor søppelet kommer fra, og dermed hvor tiltak skal settes inn. Ved utvikling av indikatoren bør dette også innarbeides. Hvor søppelet fra Barentshavet "strander" er selvsagt avhengig av strømforholdene i havet utenfor. Utvikling av indikatoren må ta hensyn til det.

Det er også et behov for å sammenstille og sammenligne statistikk for levert søppel til havnene. Norske myndigheter har ikke etablert noe systematisk system for rapportering av omsetning av avfall over mottaksordningene for avfall fra skip, og aggregerte tall er derfor ikke tilgjengelig.

4.11.9 Radioaktivitet

Utførende - Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Anne Lene Brungot, Torbjörn Gäfvert og Ingrid Sværen

Hva slags indikator - Tilstandssindikator

Referanseverdi - Naturlig bakgrunnsnivå

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

VSO relevans - Alle

Radioaktiv forurensning i Barentshavet er lav og generelt er nivåene av radioaktiv forurensning i Arktis synkende (AMAP, 2002). Et viktig unntak er økte nivåer av technetium-99 (99Tc) i perioden 1994 til 2003, som følge av utslipp fra europeiske gjenvinningsanlegg, og da i hovedsak utslipp fra Sellafield anlegget i Storbritannia. Utslippene av 99Tc fra Sellafield har siden 2003/2004 blitt redusert som følge av ny metode for rensing av avfall.

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

Overvåking av fisk og sjømat er ett eget program, som koordineres av Strålevernet i samarbeid med Mattilsynet, Havforskningene, og NIFES. Her er det årlig prøvetagning av fisk og sjømat fra områder i Barentshavet, Tromsøflaket og områdene utenfor Lofoten, som er rapportert.

Tabell 4.11.9.1. Oversikt over prøver av torsk (*Gadus morhua*) som er analysert i perioden 1991-2005. Torsk (*Gadus morhua*)

Årstall	antall prøver	antall fisk	Gj.snitt	St.a vvik	Median	Min -Max*
1991	1	25	-	-	2.00	-
1992	1	1	-	-	0.70	-
1993	21	357	0.67	0.62	0.50	0.23 -3.20
1994	22	988	0.56	0.17	0.50	0.21 -1.10
1995	59	1215	0.63	0.47	0.40	0.10 -2.10
1996	18	433	0.34	0.16	0.29	0.10 -0.48
1997	19	475	0.33	0.11	0.32	0.10 -0.55
1998	11	275	0.30	0.11	0.31	0.18 -0.42
1999	20	678	0.29	0.10	0.27	0.13 -0.54
2000	20	859	0.24	0.05	0.25	0.15 -0.29
2001	32	1323	0.30	0.16	0.27	0.10 -0.96
2002	28	991	0.25	0.08	0.23	0.10 -0.45
2003	29	1035	0.31	0.09	0.30	0.12 -0.48
2004	15	155	0.28	0.11	0.28	0.10 -0.47
2005	18	450	0.25	0.09	0.24	0.12 -0.55

*Min-Max verdi er oppgitt i Bq kg-1 våtvekt.

Tabell 4.11.9.2 Oversikt over prøver av polartorsk (*Boreogadus saida*) som er analysert i perioden 1991-2003. Polartorsk (*Boreogadus saida*)

Årstall	antall prøver	antall fisk	Gj.snitt	St.avvik	Median	Min -Max*
1991	2	10	-	-	0.40	<0.30 -0.40
1992	2	10	-	-	0.20	<0.20 -0.20
1993	7	35	0.22	0.05	0.23	0.14 -0.27
1999	3	3	0.13	0.01	0.13	0.12 -0.16
2002	1	5	-	-	0.10	0.10
2003	2	30	0.12	0.04	0.12	0.09 -0.14

*Min -Max verdi er oppgitt i Bq kg⁻¹ våtvekt.

4.11.9.1 Radioaktivitet i fisk og reker

Utførende - Statens strålevern

Ansvarlig for denne utgaven - Anne Lene Brungot

Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Havforskningen og Statens strålevern

Torsk

Måling av radioaktivitet i torsk har pågått siden 1991 som en del av overvåking av radioaktivitet i fisk og sjømat. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern, Havforskningsinstituttet og det tidligere Næringsmiddeltilsynet. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (¹³⁷Cs). 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 ¹³⁷Cs, mens referanseverdien for menneskeskapt radioaktivitet er satt til naturlig bakgrunnsnivå (OSPAR).

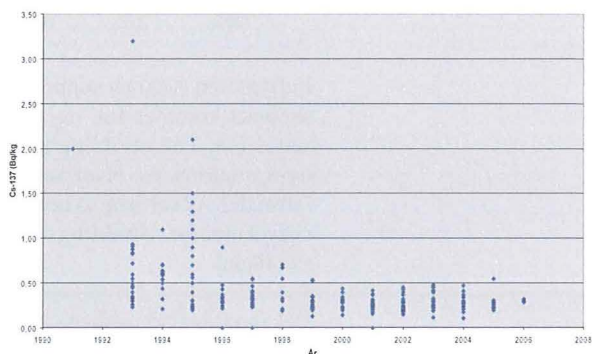
I Tabell 4.11.9.1.1 er det gitt en oversikt over antall prøver og aktiviteten av ¹³⁷Cs (Bq/kg våtvekt) i torsk fra Barentshavet i perioden fra 1991 til 2005. Resultatene viser at nivåene er langt lavere enn grenseverdiene satt av EU for import og eksport av fisk og sjømat. Nivåene er imidlertid høyere enn referanseverdien som er satt til naturlig bakgrunnsnivå, for menneskeskapt radionuklid.

Overvåkingen av radioaktivitet i fisk og sjømat er viktig med tanke på dokumentasjon ovenfor forbruker og andre lands myndigheter. Overvåking av torsk foregår systematisk og i Figur 4.11.9.1.1 vises utviklingen fra 1991 fram til 2006, på innhold av cesium-137 i torsk fra Barentshavet. Nivået av cesium-137 i torsk i perioden viser en nedadgående trend, da hovedkilden til radiocesium i stor grad er knyttet opp mot Tjernobylulykken i 1986. Cesium-137 har en fysisk halveringstid på 30,07 år, og nedgangen av cesium-137 i torsk er som forventet.

Tabell 4.11.9.3 Oversikt over prøver av lodde (*Mallotus villosus*) som er analysert i perioden 1992-2005. Lodde (*Mallotus villosus*)

Årstall	antall prøver	antall fisk	Gj.snitt	St.avvik	Median	Min -Max
1992	2	10	-	-	0.11	<0.10 -0.11
1995	1	100	-	-	-	<0.06
1999	7*	15	0.22	0.04	0.22	0.07 -0.25
2003	3	15	0.04	0.02	0.04	0.02 -0.07
2005	2	50	-	-	-	<0.3

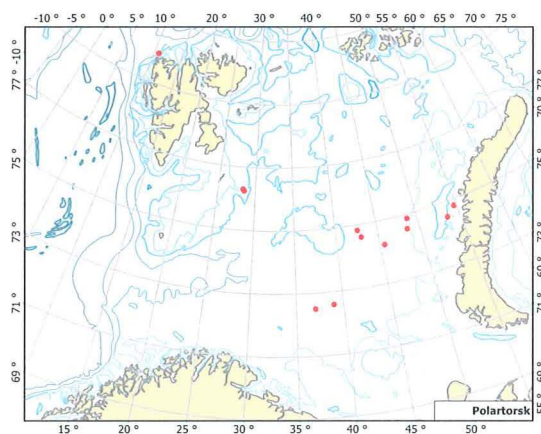
* I tillegg er det målt 4 prøver under deteksjonsgrensen, som ikke er tatt med i datagrunnlaget.



Figur 4.11.9.1 Radiocesium (¹³⁷Cs, Bq/kg) i torsk fra 1991 til 2006.

Polartorsk

Måling av radioaktivitet i polartorsk har pågått siden 1991 som en del av overvåking av radioaktivitet i fisk og sjømat. Figur 4.11.9.1.2. viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av polartorsk. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern og Havforskningsinstituttet.

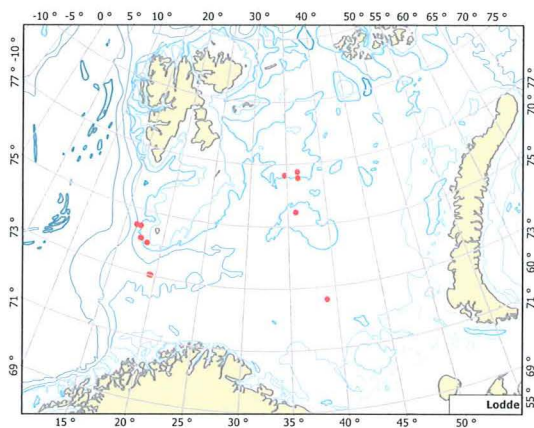


Figur 4.11.9.2 Prøvetagningspunkter for uttak av polartorsk (1991-2003).

Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (137Cs). Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. I Tabell 4.11.9.1.2 er det gitt en oversikt over antall prøver og aktiviteten av 137Cs (Bq/kg våtvekt) i polartorsk fra Barentshavet i perioden fra 1991 til 2003.

Lodde

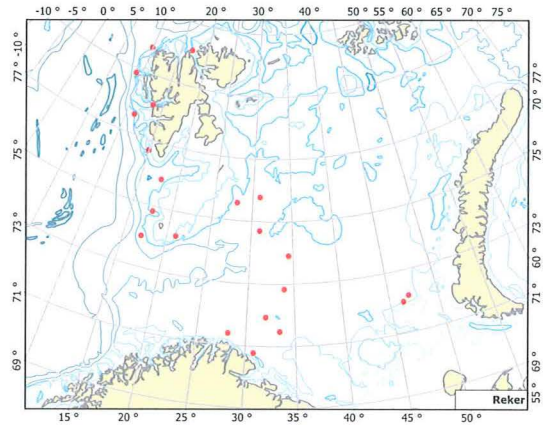
Måling av radioaktivitet i lodde har pågått siden 1992 som en del av overvåkningen av radioaktivitet i fisk og sjømat. Figur 4.11.9.1.3 viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av lodde. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern og Havforskningsinstituttet. Prøvene er i hovedsak analysert for cesium-137 (137Cs). Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning, som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. I Tabell 4.11.9.1.3 er det gitt en oversikt over antall prøver og aktiviteten av 137Cs (Bq/kg våtvekt) i lodde fra Barentshavet i perioden fra 1992 til 2005.



Figur 4.11.9.1.3 Prøvetagningspunkter for uttak av lodde (1992-2005).

Reker

Måling av radioaktivitet i reker har pågått siden 1993 som en del av overvåking av radioaktivitet i fisk og sjømat. Figur 4.11.9.1.4 viser en oversikt over prøvetakingspunkter for uttak av reker. Dataene er samlet inn og bearbeidet i samarbeid mellom Statens strålevern, Havforskningsinstituttet og det tidligere Næringsmiddeltilsynet. Prøvene er i



Figur 4.11.9.4 Prøvetagningspunkter for uttak av reker (1993-2006).

hovedsak analysert for cesium-137 (137Cs). Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet. Aktiviteten av 137Cs i reker fra Barentshavet har i perioden fra 1993 til 2005 ligget i området 0.07 Bq kg-1 til 0.50 Bq kg-1 våtvekt.

Radioaktivitet i fisk og reker

Nivåene av cesium-137(137Cs) i torsk, polartorsk, lodde og reker er lave, og ligger godt under grenseverdiene satt av EU for import og eksport av fisk og sjømat. Grenseverdiene til EU i forhold til eksport og import av sjømat er i dag på 600 Bq kg-1 våtvekt av 137Cs. Overvåkningen av radioaktivitet i fisk og sjømat er viktig med tanke på dokumentasjon ovenfor forbruker og andre lands myndigheter.

4.11.9.2 Radioaktivitet i tang

Utførende - Statens strålevern

Ansvarlig for denne utgaven - Anne Lene Brungot og Torbjörn Gäfvert

Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Statens strålevern

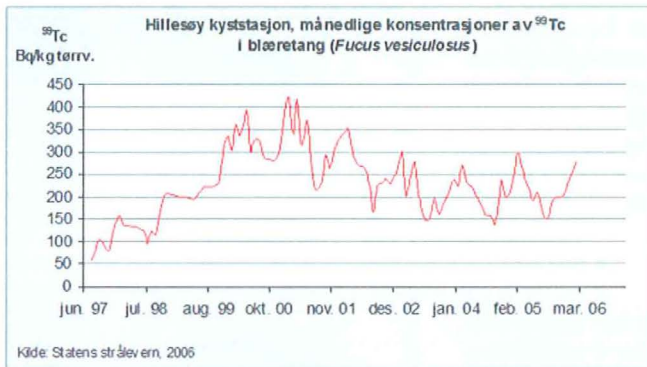
Statens strålevern samler månedlig inn prøver av Fucus vesiculosus (blæretang) fra Hillesøy utenfor Tromsø. Prøvene analyseres for bl.a. cesium-137 (137Cs), technesium-99 (99Tc) og plutonium-isotoper (239+240Pu). Resultatene gir kunnskap om dagens nivåer av ulike radioaktive stoffer i biotisk materiale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

Tabell 4.11.9.4 Tidsserie for 137Cs i blæretang (Bq/kg tørrvekt) fra Hillesøy i perioden 1997-2005.

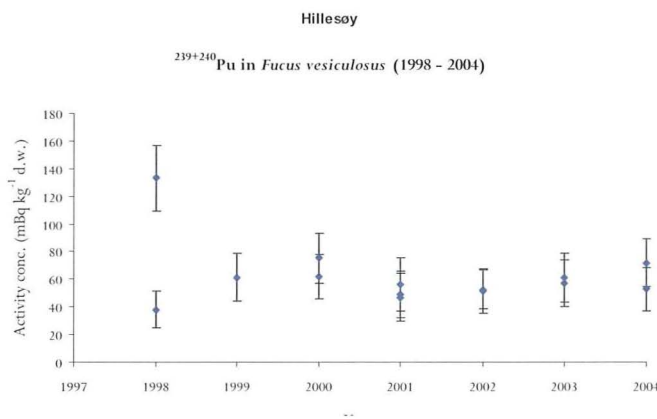
År	Prøver	Gj.snitt	St.avvik	Median	Max-Min
1997	4	0.44	0.28	0.31	0.85-0.28
1998	11	0.53	0.18	0.58	0.77-0.24
1999	9*	0.57	0.06	0.58	0.67-0.48
2000	11	0.46	0.15	0.43	0.70-0.13
2001	6**	0.94	0.20	0.90	1.00-0.51
2002	11	0.51	0.13	0.59	0.66-0.33
2003	10*	0.39	0.08	0.39	0.54-0.30
2004	5	0.35	0.06	0.34	0.43-0.26
2005	7	0.32	0.14	0.33	0.52-0.07

* En prøve er ikke inkludert i materialet, da ikke detektert 137Cs i prøven.

** To prøver er ikke inkludert i materialet, da ikke detektert 137Cs i prøvene.



Figur 4.11.9.5 Tidsserie for ^{99}Tc i blæretang fra Hillesøy (Bq/kg tørrvekt) i perioden 1997-2006.

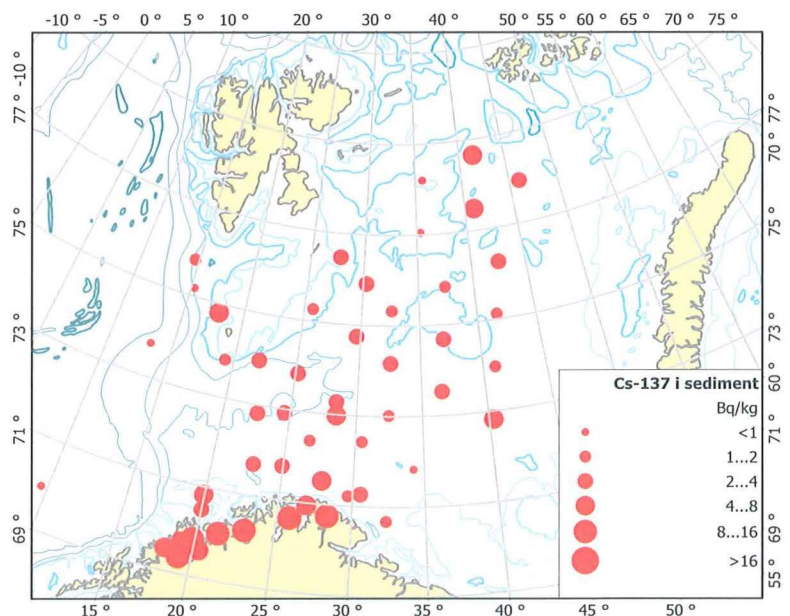


Figur 4.11.9.6 Tidsserie for $^{239+240}\text{Pu}$ i blæretang fra Hillesøy (mBq kg⁻¹ tørrvekt).

Konsentrasjonen av ^{137}Cs i blæretang fra Hillesøy har i perioden fra 1997 til 2005 vært forholdsvis stabil (Tabell 4.11.9.4). De viktigste kildene til forurensning av radioaktivt cesium i marint miljø er i stor grad knyttet opp mot nedfall fra atmosfæriske atomprøvespogningen på femti og seksti tallet, Tsjernobylulykken, utslipp fra represseringsanlegg, utstrømning fra Østersjøen og avrenning fra land.

Figur 4.11.9.5 viser konsentrasjonen av ^{99}Tc i blæretang fra Hillesøy i perioden 1997 til 2005. Nivåene varierer over tid og gjenspeiler utslippene fra Sellafield ved Irskesjøen.

Figur 4.11.9.7 Oversikt over område, samt nivå av cesium-137 i overflatesedimenter fra Barentshavet i 2005



Konsentrasjonene av $^{239+240}\text{Pu}$ i blæretang fra Hillesøy er analysert i samme periode. Figur 4.11.9.6 viser en oversikt over nivåene fra 1998 til 2004.

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

Nivåene av radioaktiviteten i tang er avhengig av hvilken nuklide som måles. Nivået av cesium og plutonium i tang er ganske stabile, og har ikke endret seg over tid. Nivåene av technesium-99 i tang har variert og gjenspeiler utslippene fra Sellafield.

4.11.9.3 Radioaktivitet i sedimenter

Utførende - Statens strålevern og Havforskningsinstituttet

Ansvarlig for denne utgaven - Anne Lene Brungot og Ingrid Sværen

Datagrunnlag - Måleserie vedlikeholdt av Havforskningen og Statens strålevern

Referanseverdiene for naturlig forekommende og menneskeskapt radioaktive stoffer i marint miljø er definert som henholdsvis naturlig bakgrunnsnivå og null. I 2005 ble det målt cesium-137 (^{137}Cs) i sedimenter fra Barentshavet. Kildene til denne forurensningen er i stor grad knyttet opp mot langtransportert forurensning som stammer fra menneskelig påvirkning av økosystemet.

Det ble i 2005 målt på overflatesedimenter (0-2 cm) i Barentshavet, langs kysten og deler av Norskehavet. Nivåene varierte fra 1.4 til 11.4 Bq kg⁻¹ (tørrvekt). I Figur 4.11.9.3.1 vises en oversikt over prøvetagningssteder og konsentrasjoner i 2005. Nivåene er ganske stabile og har ikke endret seg mye over tid. Aktiviteten av ^{137}Cs i sedimenter er fra 0.2 til 14.1 Bq kg⁻¹ (tørrvekt). De høyeste konsentrasjonene finner man langs kysten, der bl.a. kyststrømmen transporterer utrenning fra Østersjøen og avrenning fra land.

I tillegg overvåker Havforskningsinstituttet årlig miljøet rundt den sunkne ubåten Komsomolets

som ligger på 1700 meters dyp sør vest av Bjørnøya. Nivåene av ¹³⁷Cs i sedimenter rundt ubåten lå på ca. 0.3 Bq kg⁻¹ i 2005 og viser ingen endring fra tidligere år.

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

4.11.10 Tilførsler – Atmosfæriske tilførsler

Utførende - Norsk institutt for luftforskning

Ansvarlig for denne utgaven - Ole-Anders Braathen

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

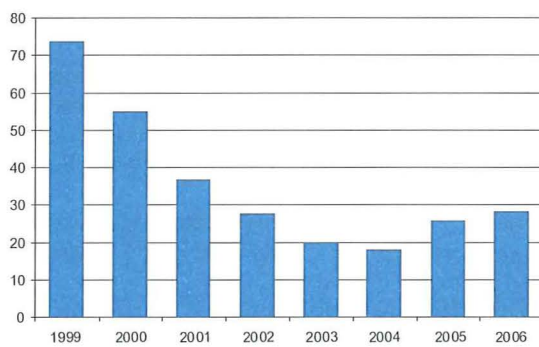
Hva slags indikator - Tilstandsindikator

Referanseverdi - Naturlig bakgrunnsnivå

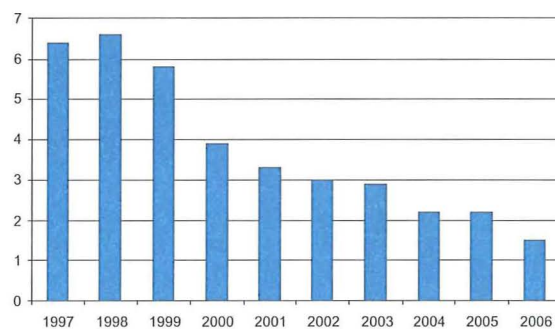
Tiltaksrensning - Økning i nivået av forurensende stoffer over et visst antall år, eller en plutselig økning fra en prøvetakning til den neste i et område, over naturlig bakgrunnsnivå

VSO relevans - Alle

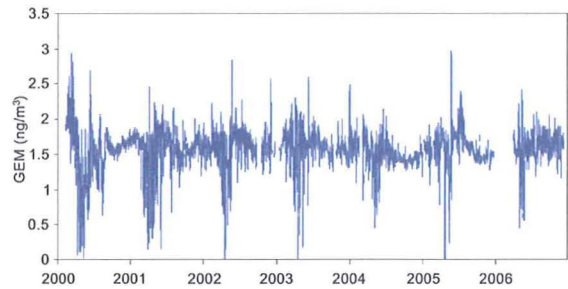
Fra Zeppelin-observatoriet finnes det lange tidsserier for følgende komponenter: PCB, PAH, DDT, HCH, HCB, pesticider, CO, CO₂ (SU, Sve-



4.11.10.1 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 svakt.



4.11.10.2 Årlige middelkonsentrasjoner av sum PAH i luft på Zeppelifjellet. Enhet: ng/m³. Den årlige middelkonsentrasjonen av PAH har hatt en klar nedadgående trend i perioden fra 1999 til 2006.



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

rige), metan, klimagasser og erstatningsstoffer, kvikksølv, sporelementer, VSOvelkomponenter, 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 St.meld.nr. 8 (2005-2006): Hg, Pb, Cd, Cu, As, PAH (38 komponenter), PCB (32 komponenter), DDT (6 komponenter), Chlordan (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.

I figurene 4.11.10.1, 4.11.10.2 og 4.11.10.3 er vist noen eksempler på lange tidsserier for viktige forurensningskomponenter fra Zeppelin-observatoriet:

Mer utfyllende informasjon:

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

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

Konsentrasjonen av elementært kvikksølv i luft på Zeppelin-observatoriet er like høy som i Sør-Norge. Nedbrytning av elementært kvikksølv i perioder ved polar soloppgang fører til at kvikksølv blir biologisk tilgjengelig i den tida på året hvor flora og fauna er i rask vekst.

Den høyeste konsentrasjonen av sum PCB som ble målt i 2006, sees i sammenheng med en episode av luftforurensning forårsaket av skogbranner og brenning av landbruksavfall i Øst-Europa. Lufta målingen ble gjort i, kom fra Øst-Europa og passerte over Skandinavia før den nådde Zeppelin-observatoriet.

4.11.11 Tilførsler – Elvetilførsler

Utførende - Norsk institutt for vannforskning

Ansvarlig for denne utgaven - Øyvind Kaste

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

Hva slags indikator - Tilstandsindikator

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

VSO relevans - Alle

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 likevel være aktuelt å opprette målestasjoner her for å dekke den geografiske gradienten Barentshavet spenner over. I og med at nordområdene representerer den delen av Norge som sannsynligvis kommer til å oppleve den største lokale oppvarmingen som følge av globale klimadringene 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 forurensnings- overvåking" som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Elvetilførselsprogrammet (RID - Riverine Inputs and direct Discharges) er en del av Oslo-Pariskonvensjonens (OSPAR) samlede overvåkingsprogram.

Elvetilførselsprogrammet (RID) omfatter fire sta-

sjoner nord for polarsirkelen: Barduelva (nr. 196), Altaelva (nr. 212), Tana (nr. 234) og Pasvikelva (nr. 246) (Figur 4.11.11.1). Altaelva har månedlig prøvetaking, mens de andre tre har kvartalsvis prøvetaking. Programmet startet i 1990. Alle prøvene analyseres med hensyn til: kvikksølv, kadmium (Figur 4.11.11.2), 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) 4 ganger pr. år i Altaelva.

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 SFT). Modellen brukes også som verktøy for å ekstrapolere tilførsler av øvrige stoff til umålte områder og direkte utslipp til sjø.

Mer utfyllende informasjon:

- SFT: <http://www.sft.no/>
- NIVA: <http://www.niva.no/>
- OSPAR: <http://www.ospar.org/>

Nedenfor er det gitt en oversikt over gjennomsnittsnivåer av målte metaller/miljøgifter i 2006 (Skarbøvik et al. 2007) vurdert i forhold til tilstandsklasser i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997):

Pb: Alle stasjoner i klasse 1

Cd: Alle stasjoner i klasse 1

Cu: Bardu i klasse 1, Alta og Tana i klasse 2, Pasvik i klasse 3

Zn: Alle stasjoner i klasse 1

Cr: Tana i klasse 2, resten i klasse 1

Ni: Pasvik i klasse 5, resten i klasse 1

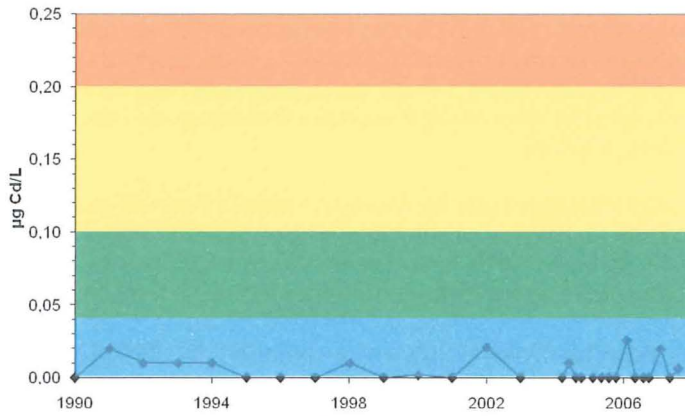
Hg: Alle stasjoner i klasse 1

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

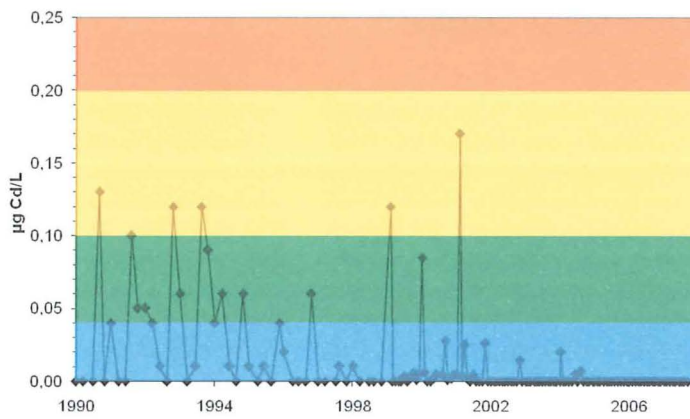


Figur 4.11.11.1 Elvetilførselsprogrammets (RID) stasjoner i nord: Barduelva (196), Altaelva (212), Tana (234) og Pasvikelva (246). Stasjoner markert med gult prøvetas fire ganger per år, mens rødt angir månedlig prøvetaking. For områdene utenom de fire vassdragene beregnes det hvert år teoretiske tilførsler av næringsstoffer til havet ved hjelp av modellverktøyet TEOTIL.

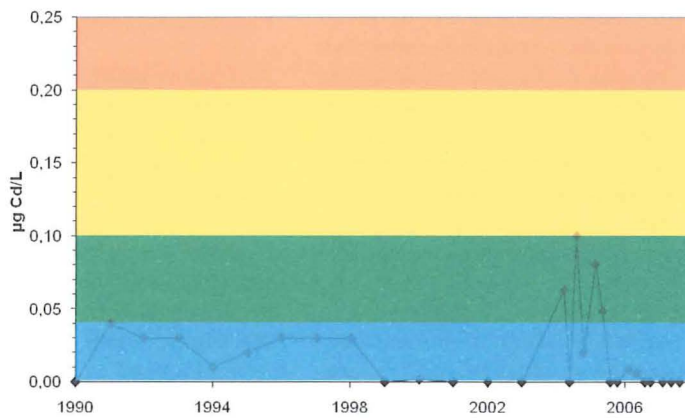
A) Barduelva (196)



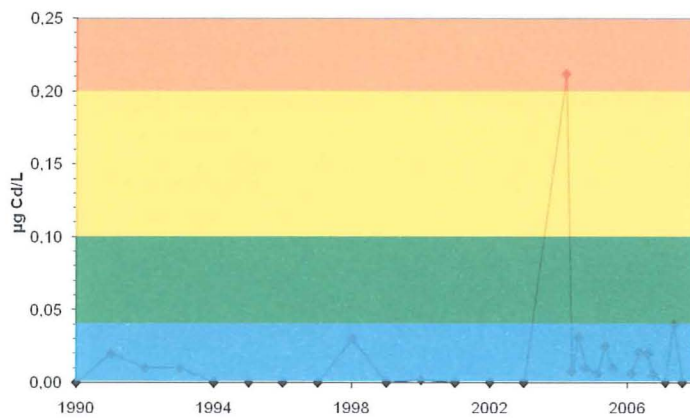
B) Altaelva (212)



C) Tanaelva (234)



D) Pasvikelva (246)



Figur 4.11.11.2 Variasjon i konsentrasjoner av kadmium (Cd, µg/l) i perioden 1990-2007, på RID-stasjonene i Barduelva (A), Altaelva (B), Tana (C) og Pasvikelva (D). Fargekodene angir tilstandsklasser i forhold til SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

Overvåkingsgruppen skal løpende koordinere gjennomføringen av overvåking i havområdet i tilknytning til forvaltningsplanen, sammenstille overvåkingsresultater og tolke informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser. Dette kapitlet gir en sammenstilling av overvåkingsresultater som er beskrevet for de enkelte indikatorene i rapporten. Fremstillingen må ses i lys av introduksjonen som er gitt i kapittel 3, der økosystemet er beskrevet slik at det skal være mulig å se en sammenheng med den evaluering av indikatorene som blir gitt i dette kapitlet.

Kapitlet vil gi en helhetlig vurdering av økosystemet i Barentshavet for å avdekke utviklingen i økosystemet frem til i dag og særlig påpeke unormal/uønsket utvikling. Videre vil det i den grad det er mulig bli beskrevet hvordan sannsynlig utvikling vil være i nærmeste fremtid. Det vil bli forsøkt å avdekke om utviklingen skyldes naturlige forhold eller er menneskeskapte.

Kapitlet vil bli avsluttet med en vurdering av hvordan det indikatorbaserte overvåkingssystemet fungerer.

5.1 Metode og prosess

Forvaltningsplanen skal sikre et bedre grunnlag for å gjennomføre en helhetlig forvaltning. Dette innebærer blant annet opprettelsen av et system for samordnet overvåking av økosystemets tilstand ut fra et sett med representative indikatorer, for å kunne evaluere om målene som er satt i Forvaltningsplanen blir nådd. Konklusjonene overvåkingsgruppen trekker om tilstanden i Barentshavet på bakgrunn av indikatorene danner et viktig grunnlag for dette evalueringsarbeidet. Selve målevalueringen gjøres av Faglig forum.

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

Hver indikator og flere indikatorer i sammenheng skal kunne si noe om økosystemets tilstand og funksjonalitet, og i tillegg indikere hvorvidt forvaltningen av ressursene, miljøet og økosystemet er i henhold til oppsatte mål. I denne rapporten er det derfor forsøkt å gi vurderinger av hvordan indikato-

rene fungerer i henhold til disse kravene, og eventuelt hva som gjenstår av utvikling for å komme dit.

De fleste av indikatorene er enda ikke godt nok utviklet til å dekke alle disse aspektene. Flere av indikatorgruppene har nå vært gjennom en betydelig revisjon og utvikling. Spesielt gjelder dette indikatorene for forurensing og sjøfugl. Datatilfanget for de fleste indikatorene synes å være tilfredsstillende, men det gjenstår en del arbeid med bearbeiding og presentasjon for 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.

"Indikatorrapporten", som var utgangspunktet for utvelgelsen av indikatorer, gir et godt grunnlag for å vurdere hensikten med de fleste indikatorene og hvilke vurderinger som bør gjøres opp mot indikatorene.

Evalueringen av indikatorene forsøker å ta opp i seg føringene som er gitt i de innledende kapitlene i denne rapporten, særlig kapitlene om økosystembasert forvaltning. I neste rapport (2009) ønsker vi å ha et særlig fokus på evalueringen av verdifulle og sårbare områder, og indikatorene er i denne rapporten også forsøkt vurdert i denne sammenheng. Vurderingene i denne rapporten har gått gjennom en omfattende behandling av gruppens medlemmer

5.2 Evaluering av tilstanden i økosystemet

Økosystemet i Barentshavet og ved Svalbard er et komplekst økosystem med næringsnett der strømmen av biomasse kan skifte alt etter variasjoner i det fysiske miljø og svingninger i dominerende biomasse. Systemet er artsrikt, for det meste bunnlevende arter, men også et stort antall pelagiske arter. En lang rekke arter har sine spesielle nisjer, både geografisk, i tid og næringsmessig i dette økosystemet. De biologiske studiene har fokusert i størst grad på kommersielle arter som synes å leve i relativt enkle næringskjeder, mens mange næringsnett er mye mer innflokke. Disse finnes det liten kunnskap om.

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

Det kan observeres en klar økning i temperaturen i vannmassene i Barentshavet gjennom en lengre periode, noe som blant annet gir seg utslag i store endringer i isdekket. Det observeres også at arter av fisk som ellers forbindes med en sørligere utbredelse blir observert i betydelige mengder i Barentshavet. Det er likevel ingen klare endringer i mengden plankton, selv om det har vært observert endringer det siste året som kan ha betydning.

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

Det observeres endringer i mengden av fisk som torsk og lodde uten at sammenhengene er klare, hverken innbyrdes eller i forhold til det fysiske miljø. Likevel er det grunn til å peke på at mengden av ung kolmule og sild er i nedgang i vest, mens det kan observeres en økning i lodde og ung sild i øst. Dette

faller sammen med en betydelig økning av isfritt areal i øst og nord. Det har vært en periode med stort overfiske av torsk og bestandene av uer er fortsatt på et lavt nivå.

Det er ikke grunnlag i indikatorer til å trekke noen slutninger om endringer i biomasse og antall av bunnlevende dyr. Likevel ser vi av rapporter fra MAREANO-programmet at det er store forskjeller i fordeling og mengde i forskjellige deler av Barentshavet. Store bunndyr som svamp og kolonidannende dyr som koraller, er sårbare for skader fra fiskerikaktivitet og betydelige områder kan være ødelagt. Bestanden av kongekrabbe er økende og der bestanden er godt etablert er det endringer i bunndyrsamfunnet (som man ikke vet om er permanente).

I 2007 var det en betydelig hekkesvikt i mange sjøfuglbestander langs kysten fra Lofoten til Finnmark, og flere sjøfuglbestander i dette området har vært i nedgang i lengre tid. Dette kan være indikasjoner på matmangel i deler av økosystemet. Dette kan i sin tur påvirke tilgangen av mat for skalldyr, fisk og sjøpattedyr. Kolonier av sjøfugl er oftest knyttet til forekomst av pelagisk fisk og dyreplankton, og endringer i hekkebestander og ungeproduksjon vil derfor gi indikasjoner om endringer i produsert biomasse i de områder som ligger nært de forskjellige koloniene. Dette kan gi et tidlig varsel om hendelser i økosystemet, men det er i dag ikke etablert god nok kunnskap om dette. Fordelingen av sjøpattedyr synes å være knyttet til spesifikke byttedyr: knøl, vågehval og finnhval er assosiert med gytemoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen er assosiert med yngre lodde og kolmule.

Det er grunn til å ha fokus på forurensing, spesielt av fremmede (menneskeskapt) stoffer som påvirker de biologiske prosessene. Nivået av slike stoffer er heldigvis ikke faretruende høyt og sjømat fra Barentshavet er vurdert som trygg. Virkningen på økosystemet av konstant, lav konsentrasjon av disse stoffene over lengre tid er imidlertid ukjent, og det er fare for at nivåene av visse stoffer kan øke dersom det ikke rettes tiltak mot de kildene som sprer forurensing i luft og vann. Virkningene av slik forurensing på økosystemet er ukjent, og en føre var tilnærming skulle tilsi forbedret overvåking i tiden fremover overfor vanntransportert og luftbåren forurensing til Barentshavet og Svalbard.

5.3 Grunnlaget for evalueringen av økosystemet: De enkelte indikatorene

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

- Økt temperatur i vannet, iskanten lenger mot nord, raskere smelting om våren over en periode på 10 år.
- Det meste av primærproduksjonen i sør og vest, men også betydelig produksjon ved iskanten.
- Mengde dyreplankton er jevn i de ti siste årene, men nedgang i 2007. Mest dyreplankton i sør og vest, men signifikant mindre i sentrale deler av Barentshavet i 2007 enn i 2006.
- Nedgang for ungsild og kolmule i de siste 5 år, men mye ungsild øst i Barentshavet i 2007.
- Loddebestanden i vekst, men fortsatt under tiltaksgrensen.
- Gytebiomasse for torsk i nedgang, men over tiltaksgrensen.
- Ingen gjenoppbygging av enkelte bestander under tiltaksgrensen.
- Bunndyr fordeler seg med høy biomasse i vest og stort antall individer sentralt i Barentshavet.
- Bestanden av kongekrabbe øker, men lite krabbe vestover.
- Sjøfugl er i tilbakegang, og særlig alvorlig for lomvi og krykkje.
- Fordelingen av sjøpattedyr synes å være knyttet til byttedyr.
- Flere marine arter av fisk er på Rødlisten.
- Innhold av fremmedstoffer og radioaktivitet er lavt med hensyn på sjømattrygghet for de utvalgte indikatorene, med mulig unntak av dioksin i torskelever.
- Generelt lave forurensningsnivåer i området, men fortsatt høye nivåer av POP og kvikksølv i topp-predatorer som isbjørn og sjøfugl, grunnet langtransportert forurensning.

5.3.1 Indikatorer for det fysiske miljø

Hovedkonklusjoner fra indikatorene for det fysiske miljøet er at temperaturen i vannet har økt gjennom de siste 10 år, og at iskanten trekker seg lengre nord både om vinteren og om sommeren. Isdekket om sommeren har i 2007 vært mindre enn noen gang og det har vært behov for å lage en ny måleserie for å gi et bilde av isdekke gjennom hele året. Denne måleserien viser at 2006 var et meget spesielt år med tidlig smelting av isen.

Innstrømming av vann fra Atlanterhavet påvirker mengden av is, og variasjonen i innstrømming mellom år er betydelig. Transport av atlantisk vann inn

i Barentshavet har stor betydning for transport av egg, larver, og dyreplankton inn i Barentshavet. Transporten varierer i perioder på 3 – 4 år, og det er ingen trend i innstrømmingen for perioden 1997-2007.

Isen har i de to siste årene smeltet raskere om våren og dette har gitt større arealer av isfritt vann om sommeren. 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 siste året har vært det varmeste året i måleserien og vintertemperaturen var betydelig over langtidsmiddelet. Lengst øst i Barentshavet er det imidlertid observert en nedgang i temperaturen i 2007.

Indikatoren for næringssalter sier noe om potensialet for produksjon (vintersituasjon) og resultatet av produksjon (sommersituasjon). En svak nedadgående trend i mengde næringssalter om vinteren, med en påfølgende økning i de to siste år, kan tyde på en forbedring av potensialet for primærproduksjon de siste to årene. Sommersituasjonen er vanskeligere å tolke fordi variasjonen fra år til år er stor, men den svake økning i de øvre lag i atlantisk vann i de to siste år sammen med en svak nedadgående trend i dypere lag kan tyde på en lavere produksjon som beites ned i betydelig grad.

5.3.2 Indikatorer for plankton

Indikatorene for planteplankton sier i hovedsak noe om hvor mye klorofyll a det er i vannet til enhver tid. Dette er et tall som kan si noe om økosystemets evne til å produsere biomasse og noe om eventuell akkumulering av biomasse som ikke blir spist. Indikatorene for planteplankton er i år utviklet videre, ved at målingene av klorofyll a er benyttet som grunnlag for å modellere en samlet produksjon av biomasse gjennom året.

Det er en betydelig produksjon i iskanten etter som denne trekker seg mot nord og øst utover sommeren. Mengden klorofyll ved iskanten under isens smelting kan muligens gi en indikasjon på tilgjengelig biomasse for beitende dyreplankton, fisk, hval og bunndyr i denne delen av Barentshavet. Akkumulering av biomasse oppover i næringskjeden er viktig for hvor mye som kan høstes av kommersielle arter, men å måle klorofyll alene er ikke tilstrekkelig.

Likevel ser vi at det meste av den årlige produksjonen skjer i det innstrømmende atlantehavsvannet i områdene i sør og vest, som er isfri hele året. Det er betydelige forskjeller i produsert biomasse fra planteplankton i Barentshavet over året i kalde og varme år, og dette skyldes først og fremst variasjonen i det isfrie arealet om vinteren, dvs. arealet av varmt, innstrømmende atlantehavsvann. Den samlede produksjonen i området som er dekket av is om vinteren er rundt det halve av dette nivået. Det er vanskelig å si noe om produksjonen i områdene som er dekket av is det meste av året.

Tidsserien av indikatoren for biomasse av dyreplankton er ikke presentert som en utbredelsesindikator, men er basert på gjennomsnittsverdier beregnet på grunnlag av en årlig horisontaldekning av dyreplanktonbiomasse som måles i august-september hvert år i forbindelse med Økosystemtokt Barentshavet. En del av tidsserien bør imidlertid kunne presenteres som en geografisk indikator når den er ferdig utviklet.

Artssammensetning av dyreplankton vil muligens kunne utvikles til en mer omfattende indikator alt etter hvordan man metodisk velger å benytte arts-materialet som opparbeides. I de senere årene er det gjort et økende antall observasjoner av mer varmekjære arter av krill og hoppekreps enn tidligere i Barentshavet. Endringer i mengde og utbredelse vil trolig kunne belyses kvantitativt ved å se på historiske data. Det er også viktig å følge med sammensetning og utbredelse av typisk dominante og økologiske viktige arktiske arter av hoppekrepsen og amfipoder i forhold til atlantisk arter, særlig nå som havklimaet synes å være i endring.

Utbredelsen av dyreplankton viser at det er klart mest dyreplankton i områdene sør og vest i Barentshavet. Indeksen over tørrvekt av dyreplankton er en robust områdeindikator i det den representerer et gjennomsnitt for et stort geografisk område. For eksempel reflekterer variasjonene i dyreplanktonbiomasse godt loddebestandens størrelse. Det kan synes som om indikatoren har vært ganske stabil over de siste 10 år, men små endringer i tallverdiene representerer markante endringer som kan ha stor betydning for de bestandene som beiter på dyreplankton.

Det kan observeres en klar nedgang i mengde dyreplankton i 2007 sammenlignet med årene før. Dette kan tolkes som om beiting på dyreplankton i 2007 har økt, kanskje særlig fra lodde siden denne bestanden nå er i sterk vekst. Det er foreløpig ikke observert lavere produksjon av planteplankton i systemet.

5.3.3 Indikatorer for fisk

For de tre indikatorene vi har for fisk som beiter på dyreplankton viser to, ungsild og kolmule, en nedgang i biomasse de siste 3-5 år, mens loddebestanden nå er i klar vekst. 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. Det er påtagelig at det er så mye ungsild øst i Barentsha-

vet. Denne, kan bli værende der lenge fordi veksten der vil være langsommere. Dette sammen med en økning i biomassen av lodde kan føre til en kraftig nedbeiting av dyreplankton i de sentrale områder. Det skal også merkes at ungsild i øst vil kunne beite på loddelarver i dette området.

Loddebestanden i Barentshavet er på et lavt nivå. Beregnet gytebestand er estimert til å ha 15 % risiko for å bli mindre enn føre var-gytebestanden. Kommersielt fiske er derfor ikke aktuelt i 2008. Dette er tredje periode siden målingene startet tidlig på 1970-tallet at det er observert en betydelig nedgang i loddebestanden, men denne gangen har ikke bestanden vært så langt nede som i de to forrige periodene. Etter begge de to foregående periodene viste fiskeriene i Barentshavet en nedgang. Siden begynnelsen av 1970-tallet synes det også å være en reduksjon av nivået på toppene av loddas biomasse i gode perioder. Høsten 2006 og høsten 2007 ble det funnet relativt mye loddeyngel, og bestanden er i klar vekst med en beregnet gytebestand i 2008 på 330 000 tonn. En slik vekst har tidligere bidratt til bedre vilkår for torskbestanden etter noen år.

Totalbestanden av torsk i Barentshavet er i rimelig god forfatning, men lavere enn langtidsgjennomsnittet (1946–2007). Gytebestanden er minkende, men fortsatt over langtidsgjennomsnittet. Det vitenskapelige rådet for fisket i 2008 understreker at det er viktig å få slutt på all urapportert fangst for å unngå videre nedgang. Gytebestanden til nordøstarktisk torsk i 2008 er beregnet til 531 000 tonn, og dette er over den tiltaksgrensen som er fastsatt av forvaltningen.

Flere fiskebestander i Barentshavet er under tiltaksgrensen og tiltak er satt i verk for å gjenoppbygge disse bestandene. Disse tiltakene baserer seg på råd fra det internasjonale råd for havforskning (ICES). Beregninger som blir gjort av ICES for blåkveite indikerer at gytebestanden har vært på et lavmål siden sent på 1980-tallet, men en gradvis økning er observert. Rekrutteringen har vært stabil på et lavt nivå siden begynnelsen på 1980-tallet, men de siste målene på rekruttering har også vist en økning.

Urbestandene i Barentshavet er svært nedfisket og for vanlig uer er dagens reguleringstiltak ikke tilstrekkelige for å hindre en fortsatt bestandsnedgang. ICES anbefaler stopp i alt direkte fiske, utvidelse av fredningen, og skjerpede bifangstreguleringer for trål. Det er viktig med et sterkt yngelvern for å sikre rekruttering og gjenoppbygging av bestanden.

Bestanden av snabeluer må gis forsterket vern gjennom forbud mot direkte trålfiske og stenging av områder, og tillatte bifangstgrenser bør settes så lavest mulig inntil en klar økning i gytebestand og yngelforekomster kan bekreftes. For begge artene er beregningene svært usikre, og i fravær av definerte referansepunkter kan ikke disse bestandene evalueres fullt ut.

5.3.4 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. Både biomasse og antall individer av relativt store bunnlevende organismer ser ut til å være størst på en del viktige bankområder, i hovedsak rundt Bjørnøya og på Sentralbanken. Stort antall individer finner vi langs polarfronten, men den største biomassen finner vi i sørvest der det varme atlantehavsvannet strømmer inn i Barentshavet. Vi har fortsatt liten kunnskap om fordelingen av bunnlevende organismer sør og vest i Barentshavet og på bankene utenfor Lofoten.

Indikatoren for utbredelse av korallrev, hornkoraller og svampsamfunn inneholder en beskrivelse av artsrike habitater som er sårbare for fiskerier med bunnredskap. Flere områder hvor det er rapportert om korallrev er ikke skadeomfanget kjent (for eksempel på kontinentalsokkelkanten utenfor Sveinsgrunnen). Skadeomfanget er stort på det nordligste korallrevet, mens det er lite observerte skader på noen av de andre revene. Det kan konkluderes med at flere revområder sannsynligvis ikke er kartlagt, spesielt langs kontinentalsokkelkanten fra Røst til vest av Tromsøflaket.

En spesiell indikator for bunnlevende organismer er den introduserte arten kongekrabbe. Det er vanskelig å gi en vurdering av denne artens utbredelse i relasjon til økosystemet, siden den har vært forvaltet under et regime av oppbygging av bestanden for høsting. Først i de seinere år har det vært satt fokus på krabbens utbredelse i relasjon til skadelige virkninger på økosystemet.

Bestanden av kongekrabbe øker innenfor sitt utbredelsesområde. Tiltak er nødvendige for å hindre videre spredning av kongekrabben, og tiltak som allerede er satt i verk er å tillate fritt fiske vest for Nordkapp.

5.3.5 Indikatorer 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". Indikatorer for sjøfugl har to funksjoner. Den første er å vise hvor mye tilgang på biomasse det er i de øvre vannmasser, den andre er å gi grunnlag for forvaltning av det biologiske mangfold av våre sjøfuglbestander.

Nesten alle indikatorene på sjøfugl viser en større eller mindre tendens til nedgang, både i de siste 10 årene og samlet over tidsperioden de har vært overvåket. Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, og hvis den negative trenden fortsetter er det sannsynligvis bare et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs norskekysten.

Noen lokaliteter viser imidlertid andre tendenser, slik at bildet er noe vanskelig å tolke. Det er også vanskelig å si om avtakende fuglebestander skyldes lavere produksjon av byttedyr eller økt uttak av fiskeressurser av fiskeflåte og sjøpattedyr. Indika-

sjoner om at biomassen av planktonspisende fisk er i nedgang kan sies å samsvare med nedgang i biomasse av sjøfugl. Sjøfugler som henter sin næring fra havoverflata er kjent for å være mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøfugl, og det er derfor ikke urimelig å anta at den observerte tilbakegangen i hekkebestandene av krykkje er relatert til næringsforholdene.

En samlet vurdering av sjøfugl er at krykkje i alle fastlandskolonier, lomvi på Vedøy og polarlomvi på Hjelmøya har en negativ bestandsutvikling utenfor de akseptable grensene for miljøkvalitetsmål. Hekkesuksess for alle krykkjekolonier i Barentshavet er enten utenfor akseptable grenser eller på vei mot en negativ utvikling. Den eneste lomvi- og polarlomvikolonien der man samler inn data på hekkesuksess er Bjørnøya, og utviklingen der er innenfor akseptable grenser. For lunde er hekkesuksess i alle koloniene unntatt Hernyken innenfor akseptable grenser.

5.3.6 Indikatorer 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 (fritt svømmende) byttedyr. Indikatorene for sjøpattedyr er enda ikke fullt utviklet, men data fra økosystemtoktene i august og september er presentert som en indikator for utbredelse.

Årene som hittil har vært dekket av økosystemtoktet i Barentshavet har vært preget av økende innstrømming av varmt atlantehavsvann, samt lite lodde. Innsig av varmekjære delfinarter i 2006 kan være en respons til økt temperatur. Det er typisk at de varmekjære delfinartene er fiskespisende heller enn planktonspisende, slik at den trofiske strukturen blant de øvre trofiske nivåer kan endres noe med slike innsig.

Innløpende 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 gytmoden lodde og polartorsk, mens kvitnosen er assosiert med yngre lodde og kolmule. Segregering mellom hvalartene mellom gytmoden og ung lodde, samt assosiasjon med alternative byttedyr (polartorsk og kolmule) kan være en respons til den lave loddetettheten som har preget Barentshavet i denne perioden.

Bifangst av sjøpattedyr er et problem i mange områder og en indikator for dette i våre farvann er bifangst av nise. Nise er en fiskespisende tannhval som beiter i kystnære, grunne farvann, men også utover kontinentalsokkelen der vanddybdene er mindre enn ca 200 meter. I flere områder er bifangst av niser høyere enn lokalt bærekraftnivå, særlig i helt kystnære farvann med intensivt garnfiske. Det medfører lokal reduksjon i tetthet av niser som ofte kompenseres med innvandring fra åpent hav. Inntil populasjonsstrukturen (og avgrensning av lokale bestander) er avklart er det ikke mulig å vurdere i hvilken grad bifangst i utredningsområdet medfører reduksjon i biologisk mangfold.

5.3.7 Indikatorer for fremmede arter

Det ble i 2007 utgitt en liste over fremmede arter i norske områder og dette er også en av indikatorene i Forvaltningsplanen. For fremmede arter er det en mangel på systematisk overvåking som kan fortelle noe om utviklingen. Det en vet er basert på tilfeldige observasjoner. For at denne indikatoren skal være operasjonell i forhold til forvaltningsplanen må det etableres permanent overvåking. Et forslag til hvordan denne overvåkingen kan etableres vil komme i løpet av året.

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.

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. I forbindelse med forberedelser til revidering av den norske Rødlisten er det satt i gang et arbeid for å se på de bakenforliggende kriteriene for listingen av de marine artene. Resultatene for dette arbeidet vil bli tatt inn i den nye rødlisten som er planlagt å komme i 2010.

5.3.9 Indikatorer for forurensning

Et av temaene som ble tatt opp i forvaltningsplanen var å kunne belyse transport av fremmedstoffer gjennom næringskjeden. Det er kjent at 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.

Det er samtidig klart at forurensning i arktiske områder er liten, og fremmedstoffer i økosystemet har blitt transportert langveisfra gjennom luft eller vann. Stort fokus har i de seinere årene vært på luftbåren forurensning som synes å resultere i svært lokale "hot-spots" med høy grad av fremmedstoffer som akkumuleres i næringskjeden. Dette har sammenheng med de spesielle værssystemene som er dominerende i arktiske og polare områder. Noen langtransporterte stoffer, for eksempel PCB, ser ut til å avta med årene. Andre stoffer synes å være stabile. Tilførsel av fremmedstoffer ved avrenning fra norske elver synes å være variabel, for eksempel gjelder dette kadmium.

Vurdering av forurensning i fisk og skaldyr er svært viktig for vårt konsum av fiskeprodukter og for vår eksport av slike. Imidlertid fungerer også disse indikatorene for å belyse hvordan fremmedstoffer transporteres gjennom næringskjeden. Det synes

vanskelig å si noe om generelle trender, da de forskjellige stoffene varierer mye i mengde og egenkap. For de fleste stoffer ligger målingene godt under de grenseverdier som er satt for humant konsum.

Effekten av fremmedstoffer hos isbjørn kan forårsake manglende evne til å tåle infeksjoner og funn viser at fremmedstoffer påvirker utvikling av kjønnsorganer og kan hemme evnen til å reproducere. Det er grunn til å være bekymret for helsesituasjonen til isbjørn i flere arktiske områder, blant annet på Grønland og Svalbard. Det er først og fremst 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.

Indikatoren over PCB-belastning i fettvev hos isbjørn på Svalbard viser en nedadgående trend, noe som forhåpentligvis skyldes redusert bruk av PCB i industrien. Tiltak bør vurderes for å redusere dette problemet.

Måling av forurensning i sedimentene pågår som en del av den generelle overvåkingen rundt leting etter petroleumsressurser. I kystnære strøk er det nasjonale overvåkingsprogrammer for forurensning i sediment. Her gjennomføres det faste programmer og denne indikatoren vil på sikt kunne utvikles til et godt verktøy for å studere endringer over tid av organisk og ikke-organisk forurensning av havbunnen. Referanseverdier etableres ved at operatørene må gjennomføre undersøkelser for aktivitet og disse målingene kan på sikt utgjøre en god "base line" for forurensning i sedimentene. Resultatene fra disse undersøkelsene viser at hydrokarboninnholdet i sedimentene ikke er over naturlig bakgrunnsnivå. Det er behov for bedre kunnskap om naturlig bakgrunnsnivå, blant annet på grunn av mulig tilstedeværelse av naturlige lokale hydrokarbonkilder i de studerte områdene.

Resultater fra prøvetakingsstasjoner fra overflatesedimenter i den vestlige delen av Barentshavet viser at det generelt er lave metallkonsentrasjoner i overflatesedimentene (bly, kobber, krom, kvikksølv og sink), med unntak av arsen som har noe varierende nivå. Resultatene fra disse undersøkelsene viser likevel at tungmetallinnholdet i sedimentene ikke er over naturlig bakgrunnsnivå. Generelt viser disse undersøkelsene og overvåking av blåskjell og torsk ved kysten at det i hovedsak er ubetydelig forurensning av kadmium, kvikksølv, bly, PCB, DDT og HCB.

Nivåene av radioaktivitet i sedimenter er ganske stabile og har ikke endret seg mye over tid. De høyeste konsentrasjonene finner man langs kysten, der blant annet kyststrømmen transporterer utrenning fra Østersjøen og avrenning fra land. Resultatene fra disse undersøkelsene viser likevel at innholdet av menneskeskapt radioaktivitet i sedimentene er lavt, men over naturlig bakgrunnsnivå.

Nivåene av radioaktivitet i tang er avhengig av hvil-

ken nukleid som måles. Nivået av cesium og plutonium i tang er ganske stabile, og har ikke endret seg over tid. Nivåene av technesium-99 i tang har variert og gjenspeiler utslippene fra Sellafield. Innholdet av cesium og plutonium i tang er lavt, men over naturlig bakgrunnsnivå.

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

5.4 Evaluering av det indikatorbaserte overvåkingssystemet

De fleste av indikatorene er nå på plass og blir rapportert. Overvåkingssystemet synes å gi tilstrekkelig informasjon til å trekke slutninger i samsvar med det som etterspørres i forvaltningsplanen. Flere av indikatorene er riktignok ennå under utvikling, men dette synes i hovedsak å være knyttet til to nivåer av utvikling: indikatorer som ennå ikke oppfyller kravene til å fungere som indikator og indikatorer som fungerer men som kan utvikles videre.

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

Det er ikke satt miljøkvalitetsmål for indikatorene for det fysiske miljø, men indikatorene gir det samme 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.

Indikatorene for plankton er under videre utvikling og spesielt viktig er det at modellering har gjort det mulig å beregne total produksjon av planteplankton gjennom året. Det er behov for å utvikle indikatorene videre med tanke på geografisk fordeling og samlet produksjon av dyreplankton. Det vil også være viktig å utvikle en måleserie for dyreplankton om våren.

Drift av egg, larver og yngel er ikke eksplisitt berørt i noen av indikatorene, men verdifulle og sårbare områder som 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.

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 rådgivningsprosess på disse artene. Det bør vurderes om de angitte indikatorene er tilstrekkelig til å beskrive økologiske relasjoner mellom arter og mellom fisk og plankton. Det bør også vurderes om indikatorene for fisk skal utvides med indikatorer for larver eller yngel.

Indikatorene for bunnlevende dyr er ikke utviklet slik at de oppfyller kravene til indikatorer. Det vil bli arbeidet med disse indikatorene og overvåkinggruppen ønsker å bidra med innspill til rask utvikling av disse indikatorene. Det foreligger kart, og videomateriale for vurdering av skadeomfang fra enkelte korallrev. Flere områder med potensielle rev vil bli kartlagt under MAREANO.

Indikatorene for sjøfugl har vært gjennom en betydelig revisjon og fremstår i dag med god informasjon. Det vil enda kunne gjøres forbedringer i koblinger av disse til indikatorene for produksjon og biomasse.

Indikatorene for fremmede og sårbare arter vil bli revidert på bakgrunn av arbeidet med etablering av overvåkingssystemer for rødlistearter og fremmede arter. Dette arbeidet vil resultere reviderte indikatorer i neste rapport.

Indikatorene for forurensning i åpent hav er underlagt et større arbeid for å tilpasse måleserier til de foreslåtte indikatorene og utvikle utvalget av måleserier i indikatorene slik at det samsvarer med de undersøkelsene som faktisk gjennomføres (Figur 5.4.1). Det er ventet at disse indikatorene først vil være fullt operative i neste års rapport. Imidlertid kan det merkes at foretaksindikatorer underlagt nasjonale overvåkingssystemer operativt nær fastlandet fungerer godt. For mange av forurensningsindikatorene eksisterer det i tillegg et behov for å innhente nye eller mer omfattende data (se eksempler nedenfor for indikatorer rapportert i årets rapport):

Indikatoren for forurensning i isbjørn er en god indikator til å belyse hvordan ulike organiske mil-

jøgifter 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 miljøgiftnivå koblet med studier av effekter gjør oss i stand til å vurdere helsetilstand. Det er nå fem 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 finnes 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. 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 store mengder fremmedstoffer og miljøgifter, og det bør vurderes å inkludere disse i indikatoren.

Indikatoren for forurensning i torsk, blåskjell og 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. Det er imidlertid 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.

Målinger av atmosfærisk tilførsel på Zeppelin-fjellet ved Ny-Ålesund på Svalbard, fungerer godt. Det samme gjør målinger av elvetilførsler i Nord-Norge. 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 dekke hele Barentshavregionen og gradere resultatene geografisk. En betydelig forbedring vil derfor være å etablere tilsvarende målestasjoner på Bjørnøya, Jan Mayen og fastlandskysten (Finnmark eller Troms).

5.4.1 Vurdering av indikatorer for verdifulle og sårbare områder

Forvaltningsplanen identifiserer en rekke særlig verdifulle og sårbare områder i havområdet. Disse områdene må det tas spesielle hensyn til ved vurderinger av krav til og begrensninger i aktivitet basert på økt aktsomhet. De fleste av indikatorene har betydning for ett eller flere av de verdifulle og sårbare områdene, spesielt indikatorene for forurensning som vil ha relevans for alle verdifulle og sårbare områder.

Det er særlig indikatorer for biomasse av plankton, fisk og bunndyr som kan si noe om status for økosystemet i kystområdene fra Lofoten via Tromsøflaket til grensen av Russland. Overvåking av indikatorene viser at det er stor primærproduksjon i de kystnære områdene i vest og at denne produksjonen er viktig for fisk i hele systemet og spesielt for bunnlevende 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 også 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.

Figur 5.4.1 Forurensningsindikatorer og måleserier som inngår i disse. Figuren er en oppdatering av figur 3.1 i forvaltningsplanen. Figuren gir en oppsummering av hvordan indikatorene for forurensning fungerer.

Forurensningsindikator	Sediment	Tang	Blåskjell*	Reke	Lodde	Polartorsk	Torsk	Polarlomvi	Ringsel	Isbjørn	Atm.tilf.**	Elvetilførsler
SUM							SUM					
Hg	f		f	u	u	u	f	f			f	f
Pb	f		f	u	u	u	f	f			f	f
Cd	f		f	u	u	u	f	f			f	f
Cu	f		f	u	u	u	f2				f	f
As	f1			u	u	u	f1				f	f
TBT	f		f					f				
PAH (oljerelatert)	f							f			f	
THC (oljerelatert)	f1		u									
PCB	f2		f	u	u	u	f	f	u	u	f	f
Dioksinliknende PCB				u	u	u	f				mi	
DDT	f2		f	u	u	u	u1			u	f	
Toxafen			f	u	u	u	u1	f	u		mi	
Chlordan				u	u	u	u1				f	
HCH	f2		f	u	u	u	u1				f	f
HCB	f2		f	u	u	u	f2				f	
BFH	mi		mi	u	u	u	u	f	mi	u	u	
PFAS	mi			u	u	u	u	f	mi	u	u	
Radioaktivitet	f	f	u	f	f	f	f					

1=offshore/ 2=kystnær

1=offshore/ 2=kystnær

f = fungerer

u = under utvikling

mi = måles ikke, men er ønsket

* = Gjelder kystnære prøver ("f" betyr at stoffet er inkludert i rutinemessig overvåking og "u" betyr at stoffet har blitt undersøkt ved såkalt "orienterende" undersøkelser)

** = Fungerer/under utvikling på Zeppelin-observatoriet (Ny-Ålesund), fungerer ikke for hele Barentshavet

6. Videre arbeid

I mandatet for gruppen er det gitt en lang rekke arbeidsoppgaver knyttet til det overordnede mål om løpende å koordinere gjennomføringen av overvåking i havområdet i tilknytning til forvaltningsplanen, sammenstille overvåkingsresultater og vurdere informasjonen i forhold til systemet med indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser. I dette kapitlet gis det en kortfattet gjennomgang av status for fremdrift av arbeidet i forhold til mandatet. Det tas også inn noen innspill som er kommet til gruppen som ikke passer andre steder i rapporten.

Arbeidsoppgavene for gruppen er gitt i mandatet med følgende liste:

1. Koordinere gjennomføring av overvåking av det marine økosystem innenfor havområdet som angitt i forvaltningsplanen, samt gi råd om utviklingen av overvåkingssystemet.
2. Sammenstille overvåkingsresultatene.
3. Vurdere resultatene i forhold til fastsatte indikatorer, referanseverdier og tiltaksgrenser og gi en samlet vurdering av status og utvikling.
4. Løpende vurdere hvordan de foreslåtte indikatorene og referansenivåene fungerer i forhold til å overvåke havområdet og gi råd om nødvendige tilpasninger/ forbedringer innenfor gjeldende kompetanse- og arbeidsfordeling. Forslag til større endringer som ikke kan foretas innenfor eksisterende rammer skal oversendes den interdepartementale styringsgruppen ved Miljøverndepartementet, med kopi til Fiskeri- og kystdepartementet, for vurdering.
5. Løpende drøfte, utvikle og samordne overvåkingsmetodikk m.m.
6. Bidra til samordning av relevant overvåkingsaktivitet i området, bl.a. for å unngå overlappende aktivitet.
7. Gi råd om og arbeide for at norsk og russisk overvåking av det marine økosystem koordineres og sørge for at de norske resultatene blir tilgjengelig for russiske samarbeidspartnere. Dette skal blant annet skje i samarbeid med relevante faggrupper

under henholdsvis Den blandede norsk-russiske fiskerikommisjon og det bilaterale miljøvernssamarbeidet med Russland.

Arbeidet med punktene 2 og 3 er i godt gjenge og foreliggende rapport gir et godt bilde av status så langt. Arbeidet med punkt 1 har så langt vært rettet mot koordinering av bearbeidingen av resultater frem mot rapportering, men har i liten grad rettet seg mot koordinering av arbeidet i felt. Imidlertid er det nå i gang flere prosesser som vil kunne bidra til slik koordinering (Økosystemtokt i Barentshavet, overvåkingssystem for sårbare og fremmede arter). Medlemmer i overvåkingsgruppen har også gjort et betydelig arbeid ved utvikling av indikatorer som kan resultere i samordning av feltaktivitet, bl.a. for måling av forurensing. Arbeidet med punkt 1 må ses i sammenheng med punkt 5 og 6, og det vil bli fokusert på disse punktene i første halvår av 2008.

Arbeidet i punkt 7 er gitt i et eget prosjekt under arbeidet med forvaltningsplanen og dette prosjektet rapporterer direkte til faglig forum og styringsgruppen.

Punkt 4 er berørt i foreliggende rapport og dette arbeidet vil følges opp i løpet av 2008, og vil utgjøre et vesentlig bidrag i rapporten som skal leveres i 2009. Det vil bl.a. bli vurdert om det bør inkluderes nye indikatorer som en del av revisjonen av forvaltningsplanen og det vil bli gjort en vurdering av hvordan styrken til de enkelte indikatorene er i forhold til det de er ment å beskrive. I det følgende er det tatt inn et avsnitt som belyser et eksempel på en ny indikatore og noen betraktninger om statistiske metoder til å analysere indikatorer.

Til sist i dette kapitlet er det gitt en rapport om status på arbeidet med formidling av kunnskap fra arbeidet med forvaltningsplanen i Barentshavet.

6.1 Nye indikatorer

Gruppen har foreløpig ikke vurdert innen hvilke områder det er størst behov for nye indikatorer, men har mottatt ett forslag til en ny indikator for torsk. Gjennom arbeidet med rapporten, særlig i relasjon til vurdering av sårbare og verdifulle områder, synes det som om det mangler indikatorer som er tydelige på effektene i disse områdene.

6.1.1 Alder ved kjønnsmodning for nordøstarktisk torsk

Alder ved kjønnsmodning hos nordøstarktisk torsk bør tas inn som en indikator for overvåkingen av Barentshavet. Bakgrunnen er at gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning har gått betydelig ned siden 1940-tallet. To mulige prosesser kan forklare dette. Den ene er raskere individvekst som kan gjøre at torsken tidligere når en størrelse hvor "indre biologiske klokker" tilsier at den kjønnsmodnes. Den andre er at det på grunn av fiskepress i oppvekstområdene har skjedd en evolusjon slik at det er "de indre biologiske klokkene" i seg selv som er genetisk endret i bestanden, med resultat at torsken kjønnsmodner tidligere og ved mindre størrelse.

Mens endringer forårsaket av raskere individvekst lett kan reverseres, kan evolusjonære endringer i betydelig grad være irreversible.

Siden evolusjonære endringer innebærer at torsken ikke bare kjønnsmodner tidligere, men også ved mindre størrelse, kan de føre til svekket rekruttering. I tillegg kan de gjøre at torskens rolle som toppredator endres, siden liten torsk sannsynligvis vil ha et annet næringssøk enn stor torsk. At en nøkkelart endres på denne måten kan ha betydelige og uforutsigbare konsekvenser for økosystemet i Barentshavet.

Det er ikke avklart om nedgangen i alder ved kjønnsmodning skyldes økt individvekst eller evolusjonære endringer, men det høye fiskepresset i oppvekstområdene gjør at det er stor risiko for evolusjonære endringer. Det er de potensielt irreversible og alvorlige konsekvensene av slike evolusjonære endringer som gjør at det foreslås at alder ved kjønnsmodning hos nordøstarktisk torsk tas inn som indikator i overvåkingen av Barentshavet.

6.2. Kommentar til tolkning av overvåkingsdata

Allerede i mandatet for den opprinnelige indikatorrapporten¹ for Barentshavet ble det pekt på at indikatorene må være målbare med tilstrekkelig statistisk presisjon i målingene. Det var ikke tid og ressurser til å følge opp dette for de mange mulige indikatorene som ble foreslått i indikatorrapporten, men nå når det foreligger et mer begrenset antall indikatorer som skal danne grunnlag for vurdering av tilstanden for økosystemet i Barentshavet, kan det være grunn til å ta opp problemstillingen igjen. En måte å gjøre det på kan være gjennom statistisk hypotesetesting for å finne ut hvilke konklusjoner vi kan trekke ut fra endringer i de enkelte indikatorer.

Ved statistisk hypotese-testing ønsker vi å undersøke om et datamateriale gir grunnlag for å si noe om hvilken av to (eller flere) alternative antagelser det er mest rimelig å tro på. Tre sentrale begreper her er “signifikans”, “teststyrke” og “utsagnskraft” (kalles statistical power på engelsk, evt. også “teststyrke” på norsk).

Testingen skjer typisk og i sin enkleste form ved å formulere en “nullhypotese”, og så undersøke om datamaterialet gir grunnlag for å forkaste den eller akseptere den. Testen utformes da slik at sannsynligheten for å nå gal konklusjon (å forkaste nullhypotesen selv om den faktisk er sann) holdes på et rimelig lavt nivå. Signifikansnivået (oftest betegnet α) er en valgt øvre grense for denne feilsannsynligheten (kalles feil av type I). $1-\alpha$ kalles konfidensnivå. Får vi et resultat som gir grunn til å forkaste nullhypotesen, sier vi at “resultatet er signifikant” (forskjellig fra det vi ville vente dersom nullhypotesen var sann). (Signifikansnivået kan velges fritt, men hvordan testen da skal utføres for et gitt datamateriale bygger på visse antagelser, f.eks. normalfordeling, uavhengige observasjoner).

Så lenge vi begrenser oss til dette, sier resultatet av testen ikke noe om hvor verdifull konklusjonen er, siden det er en rent negativ konklusjon. Hvis nullhypotesen godtas, innebærer konklusjonen bare “vi har ikke grunnlag for å si at nullhypotesen er usann”. Hvis den forkastes, sier vi bare “nullhypotesen er neppe sann”, men uten å si noe om dette betyr noe i praksis. Har vi et lite datamateriale, kan

vi bare regne med å få signifikant resultat dersom nullhypotesen er langt fra sannheten, mens et stort datamateriale kan gi signifikant forkastning av nullhypotesen selv om avviket er helt ubetydelig.

For å gi konklusjonen et innhold må vi også se på hva vi ønsker å vurdere nullhypotesen opp mot, og hvordan datamaterialet er i stand til å skille mellom de to alternativene. I den sammenhengen kommer begrepet “teststyrke” (statistical power) inn. Teststyrken er sannsynligheten for at en statistisk test skal gi riktig resultat og forkaste nullhypotesen i de tilfeller hvor den faktisk er usann. Å godta en nullhypotese som er usann betegnes feil av type II. Teststyrken gjelder altså når virkeligheten avviker fra nullhypotesen, og for en gitt design av testen vil den øke jo større avviket er. Som regel defineres teststyrken som en funksjon av størrelsen på det reelle avviket fra nullhypotesen. Et krav til teststyrke kan f.eks. være “dersom nivåene øker med 5 % pr år eller mer, ønsker vi å forkaste nullhypotese om konstante nivåer med minst 90 % sannsynlighet”.

Begrepet “Utsagnskraft” brukes ofte som synonymt med “teststyrke”, men bør presiseres litt: Stor utsagnskraft har vi når vi samtidig har lavt signifikansnivå og høy teststyrke, dvs. lav sannsynlighet for feil av både type I og type II for de avvikene fra nullhypotesen som har praktisk betydning. Utsagnskraft er et uttrykk på hvor “trygg” man er på resultatet av en hvilket som helst statistisk analyse, for eksempel når det gjelder forskjell mellom to steder eller utvikling over tid. Det å kreve stor utsagnskraft forstått på denne måten setter krav til mengden av data.

Hvor mye data som kreves for å oppnå målet avhenger av en kombinasjon av flere ting:

1. Hvilken risiko aksepterer vi for å forkaste nullhypotesen hvis den er sann (f.eks. påstå at det er en økning i tid hvis nivåene er konstante i tid).
2. Hvilken risiko aksepterer vi for ikke å oppdage avvik fra nullhypotesen av en viss størrelse
3. Hvilke statistiske egenskaper datamaterialet har (f.eks. standardavvik for enkeltobservasjoner innenfor et år)

De to første elementene kan vi velge, mens pkt 3. bare kan anslås mer eller mindre sikkert. På basis av det kan det anslås hvor mye data som kreves. Omvendt, hvis vi har en gitt datamengde, og har estimert de statistiske egenskapene (ofte innebygd i testen),

¹ “Forslag til indikatorer og miljøkvalitetsmål for Barentshavet”, http://www.imr.no/_data/page/3839/Nr.5_2005.pdf

kan vi velge risikonivå for enten 1 eller 2, men ikke begge samtidig. Skjerper vi da det ene kravet, må vi slakke på det andre kravet. Dvs. at en må balansere de to formene for risiko mot hverandre. Tradisjonelt, hvis kravet til signifikans er gitt, og nullhypotese og datamateriale er gitt, vil teststyrken være definert som funksjon av størrelsen på avviket, og en kan gjøre en bedømmelse av om det er tilstrekkelig.

For å illustrere med et eksempel: Anta at det tas prøver en gang pr. år. Hvis antall replikater pr. år reduseres fra 12 til 4 prøver, øker variansen for middelverdien hvert år (teoretisk sett) med en faktor 3 dersom replikatene har uavhengig avvik fra trenden. Det betyr at standardavviket øker med en faktor ca. 1.7 (kvadratroten av 3). Dersom vi stiller samme krav til signifikansnivå som før, må den reelle trenden være ca. 70 % større for at vi skal forkaste nullhypotesen om ingen trend. For eksempel, si at vi har funnet ut, basert på variasjon i data, at det ville ta 20 år å oppdage en konstant endring på 10 % pr. år med 90 % sannsynlighet (teststyrke) når vi analyserer 12 prøver pr. år. Dersom vi i stedet tar 4 prøver pr. år, måtte endringen være ca. 17 % pr. år for at den skal oppdages med samme sannsynlighet i løpet av 20 år, hvis vi krever samme sikkerhet mot å påstå endring hvis det reelle nivået ikke endres over tid. Alternativt kan vi si at vi må vente noen flere år på å oppdage samme endring, i dette tilfellet ville perioden øke

med en faktor ca. 1.44 ($=3^{1/3}$), dvs. 45 % lengre tid, altså i stedet for 20 år vil det ta 29 år.

Det samme gjelder hvis vi holder antall replikater pr. år uendret (evt. bare en enkelt prøve pr. år), men lar det gå flere år mellom hver prøvetaking. Da vil variansen for årsgjennomsnitt bli den samme, men vi får nå færre årsgjennomsnitt over en gitt tidsperiode. Hvis det for eksempel tas prøver bare hvert 3. år i stedet for hvert år, må endringen være 70 % større for å bli oppdaget over samme antall år med gitt sannsynlighet, og for å oppdage samme trend må tidsperioden forlenges med en faktor ca. 1.44.

For et realistisk, aktuelt tilfelle er svaret mer komplisert. Endring i utsagnskraft beror på forhold mellom varians for avvikene fra trend-tilpasningen pga. år-til-år forskjeller som er felles for replikatene (between year difference), eventuelt med seriekorrelasjon for avvikene mellom år (svinginger over flere år) og varians pga. forskjell mellom replikater innen hvert år (within year difference). Foruten dette bør det også kartlegges eventuelle sammenhenger mellom f.eks. miljøgift-konsentrasjonene og andre faktorer. Vi må også ta i betraktning at tilførsler kan endres drastisk over kort tid, eller at en har mer langsiktige svingninger, slik at det er ikke-lineære forløp i tidsserien. Mer informasjon kan finnes i Bjerkeng (2006).

6.3 Kunnskapsformidling

En økosystembasert forvaltning baserer seg på kunnskap som skaffes fram gjennom forskning og overvåking av havområdene. Denne kunnskapen er av interesse både for beslutningstakere og forvaltere, men bør i like stor grad være tilgjengelig for folk flest. Gjennom å dele kunnskap med hele samfunnet kan vi bidra til å øke forståelsen for betydningen av en helhetlig forvaltning.

Forvaltningsplanen legger klare føringer for hvordan arbeid med kunnskapsformidling skal gjennomføres. Det sies at det innen 2008 skal sikres at "det faglige arbeidet knyttet til planen kan formidles på en mer koordinert måte enn i dag gjennom videre utvikling av eksisterende IT-verktøy. Norsk Polarinstitut og Havforskningsinstituttet i samråd med andre berørte etater, herunder Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning og Norges geologiske undersøkelser, vil utarbeide grunnlag for denne beslutningen. Forslaget skal baseres på at etablerte systemer i den grad det er hensiktsmessig søkes videreutviklet. Det skal tas hensyn til synspunkter fra referansegruppen. Norsk Polarinstitut og Havforskningsinstituttet skal ved utarbeidelsen av rapporter om resultater av forskning, overvåking, kartlegging og andre relevante faglige aktiviteter i tilknytning til målene i denne planen også sørge for at det blir utarbeidet materiale som er tilgjengelig for et bredere publikum, herunder i undervisningsøyemed, blant annet bygget på Havforskningsinstituttets ressurs- og miljørapporter. Det skal arbeides for at informasjon gjøres tilgjengelig på russisk for russiske myndigheter og berørte interessegrupper." Videre er det i mandatet for faglig forum og i brev fra Miljøverndepartementet gitt et oppdrag til Norsk polarinstitut og Havforskningsinstituttet som tolkes slik at det skal arbeides for å etablere en portal for formidling av kunnskap om Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Portalen skal fokuse-

re på kunnskap som bringes fram gjennom arbeidet som utføres innenfor rammene av Forvaltningsplan Barentshavet av de medvirkende institusjoner, men vil gjennom aktiv bruk av lenker og henvisninger også formidle kunnskap fra andre nettsteder, og få andre nettsteder til å henvide til portalen.

Det er derfor sendt inn et forslag til prosjekt der hovedelementene er som følger:

- Det etableres en redaksjon bestående av kommunikasjonsansvarlige ved Havforskningsinstituttet, Norsk Polarinstitut og Kystverket. Disse tre institusjonene leder de respektive gruppene i arbeidet. Havforskningsinstituttet er prosjektansvarlig.
- Det er redaksjonens ansvar å kommunisere nært med kommunikasjonsfaglig ansvarlig i de samarbeidende institusjonene.
- Det etableres en styringsgruppe bestående av lederne av Faglig forum, Overvåkingsgruppa og Forum for risiko.
- Faglig forums forslag til struktur legges til grunn for utvikling av portalen som formidler kunnskapen som blir utviklet under Forvaltningsplan Barentshavet. Stoff til Barentshavs-portalen hentes hovedsakelig fra de enkelte institusjoners nettsider. Stoffet linkes fra de enkelte institusjoners portal. Hovedfokus på stoffet i portalen skal være leveransene fra Overvåkingsgruppen, Forum for risiko og Faglig forum. I tillegg vil det være naturlig å synliggjøre arbeid og publikasjoner som direkte benyttes i rapportene for de tre gruppene.
- Portalen ligger på server hos Havforskningsinstituttet, men skal være uavhengig av instituttets eget portal slik at alle deltagende institusjoner er "medeiere".

Det var planlagt en lansering av portalen ca. 1. april 2008. Imidlertid er prosjektet betydelig forsinket grunnet manglende avklaring av mandatet i det innsendte prosjektforslaget.

- 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: 85s.
- Bakken, V. 1989. The population development of Common Guillemot *Uria aalge* on Vedøy, Røst. *Fauna norv. Ser. C, Cinclus* 12: 41-46.
- Bjerkeng, B., 2006. Statistisk vurdering av overvåkning av dioksiner i organismer. Kvantifisering av usikkerhet og vurdering av utsagnskraft, grunnlag for planlegging av overvåkningsprogram. Norsk institutt for vannforskning, rapport 5123-2005, 110 sider. ISBN 82-577-4833-1
- Boyd, I., Wanless, S. & Camphuysen, C. J. (red.) 2006. Top predators in marine ecosystems. Their role in monitoring and management. Cambridge University Press, Cambridge. 378s.
- Green, N.W., Hylland, K., Ruus, A., Walday, M., 2003. Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP). National Comments regarding the Norwegian Data for 2001. Norwegian Pollution Control Authority, Monitoring report no. 867/02 TA no. 1926/2002. Norwegian Institute for Water Research project 80106, report number 4618-2002, 217 pp.. ISBN number 82-577-4279-1.
- Kihlstrom, J.E., Olsson, M.; Jensen, S; Johansson, Aa.; Ahlbom, J.; Bergman, Aa., 1992. Effects of PCB and different fractions of PCB on the reproduction of the mink (*Mustela vison*). *Ambio* 21(8) 563:569.
- Krasnov, J.V. & Barrett, R.T. 1996. Large-scale interactions among seabirds, their prey and humans in the southern Barents Sea. – s. 443-456 i Skjoldal, H.R., Hopkins, C., Erikstad, K.E. & Leinaas, H.P. (red.). *Ecology of Fjords and Coastal Waters*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Leslie HM & McLeod KL (2007) Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Front Ecol Environ* 5(10): 540-548
- Lorentsen, S.-H. 2007. Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl. Resultater til og med hekkesesongen 2007. NINA Rapport 313: 54s.
- Monaghan, P. 1996. Relevance of the behaviour of seabirds to the conservation of marine environments. *Oikos* 77: 227-237.
- Muir DC, Backus S, Derocher AE, Dietz R, Evans TJ, Gabrielsen GW, Nagy J, Norstrom RJ, Sonne C, Stirling I, Taylor MK, Letcher RJ. 2006. Brominated flame retardants in polar bears (*Ursus maritimus*) from Alaska, the Canadian Arctic, East Greenland, and Svalbard. *Environ. Sci. Technol.* 40: 449-455.
- NOU (2004:28) – Lov om bevaring av natur, landskap og biologisk mangfold, Miljøverndepartementet 2004
- NOU (2005:05) – Enkle signaler i en kompleks verden. Forslag til et nasjonalt indikatorsett for bærekraftig utvikling, Finansdepartementet 2005
- Piatt, J. F., Sydeman, W. J. & Wiese, F. 2008. Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *MEPS* 352: 199-204.
- Ratkova, T. N., Wassmann, P., P.G. Verity & P. Andreassen. I. (1999). Abundance and biomass of pico-, nano- and microplankton along a transect on Nordvestbanken, north Norwegian shelf, in 1994. *Sarsia* 84: 213-226
- Ruus, A., Green, N.W., Maage, A., PCB-containing paint and plaster caused extreme PCB-concentrations in biota from the Sørfjord (Wester Norway) – A case study. *Marine Pollution Bulletin* 52(2006) 100:103.
- Schreiber, E. A. & Burger, J. (red.) 2002. *Biology of marine birds*. CRC Press, New York, 722s.
- Skogen, M., Gjosæter, H., Toresen, R. og Robberstad, Y. (red.) 2007. *Havets ressurser og miljø 2007. Fisken og havet, særnr. 1–2007*.
- Slagstad, D., Tande, K. & Wassmann, P. (1999). Modelled carbon fluxes as validated by field data on the north Norwegian shelf during the productive period in 1994. *Sarsia* 84: 303-317.
- Stiansen, J.E and A.A. Filin (editors) 2007. Joint PINRO/IMR report on the state of the Barents Sea ecosystem 2006, with expected situation and considerations for management. IMR/PINRO Joint Report Series No. 2/2007. ISSN 1502-8828. 209 pp. St.meld.nr. 12 (2001-2002) – Rent og rikt hav
- St.meld.nr. 8 (2005-2006) – Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan)
- 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 collapses of herring and capelin stocks. *Trans. 19th IUGB Congress, Trondheim* 1989.
- Verreault J, Muir DCG, Norstrom RJ, Stirling I, Fisk AT, Gabrielsen GW, Derocher AE, Evans TJ, Dietz R, Sonne C, Sandala GM, Gebbink WA, Riget FF, Born EW, Taylor MK, Nagy J, Letcher RJ. 2005a. 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.
- Verreault J, Gabrielsen GW, Chu S, Muir DCG, Andersen M, Hamaed A, Letcher RJ. 2005b. Flame retardants and methoxylated and hydroxylated polybrominated diphenyl ethers in two Norwegian Arctic top predators: Glaucous gulls and polar

bears. Environ. Sci. Technol. 39: 6021-6028.

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 nr. 5 2005: 157s

Walmsley J 2005 Developing Objectives and Indicators for Marine Ecosystem-Based Management: International Review of Marine Ecosystem-Based Management Initiatives Throughout the World, i: Oceans and Coastal Management Report 2005-09, Fisheries and Oceans, Canada.

Wassmann, P., Andreassen, I. & Rey, F. (1999). Seasonal variation of nutrients and suspended biomass along a transect on Nordvestbanken, north Norwegian shelf, in 1994. *Sarsia* 84: 199-212.

Wassmann, P., M. Reigstad, T. Haug, B. Rudels, G. Wing Gabrielsen, M. L. Carroll, H. Hop, S. Falk-Petersen, D. Slagstad, S. G. Denisenko, E. Arashkevich & O. Pavlova (2006). Food web and carbon flux in the Barents Sea. In Structure and function of contemporary food webs on Arctic shelves: a panarctic comparison. *Prog. Oceanogr.* 71: 232-287

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 - P.O. Box 1870 Nordnes
N-5817 Bergen - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404
N-9294 Tromsø - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

N-4817 His - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

N-5392 Storebø - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

N-5984 Matredal - Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

REDERIAVDELINGEN

Research Vessels Department

Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT OG KOMMUNIKASJON

Information

Tel: +47 55 23 85 00 - Fax: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

www.imr.no

