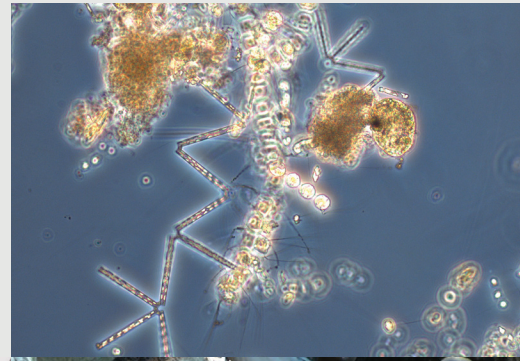


Status for miljøet i Barentshavet
og ytre påvirkning –
rapport fra Overvåkingsgruppen 2017



Fisken og Havet, særnummer 1b-2017

Status for miljøet i Barentshavet og ytre påvirkning – rapport fra Overvåkingsgruppen 2017

Redaktører:

Per Arneberg og Anders Jelmert

Bidragstere:

Sylvia Frantzen, Anne Kirstine Frie, Ann Mari Vik Green, Norman Green, Bjørn Einar Grøsvik, Eldbjørg S. Heimstad, Ann Merete Hjelset, Josefina Johansson, Lis Lindal Jørgensen, Kit Kovacs, Svein-Håkon Lorentsen, Christian Lydersen, Gro I. van der Meeren, Marianne Olsen, Geir Ottersen, Modulf Overvik, Åsa Borg Pedersen, Cecilie von Quillfeldt, Hilde Kristine Skjerdal, Gunnar Skotte, Kristine Orset Stene, Anne Britt Storeng, Tone Vollen og Jon Aars

Utarbeidet i samarbeid mellom:

Fiskeridirektoratet

Havforskningsinstituttet

Meteorologisk institutt

Miljødirektoratet

NIFES - Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning

NILU - Norsk institutt for luftforskning

NINA - Norsk institutt for naturforskning

NIVA - Norsk institutt for vannforskning

Norges geologiske undersøkelse

Norsk Polarinstitutt

Oljedirektoratet

Sjøfartsdirektoratet

Statens Strålevern

Innhold

Forord	4
1. Innledning.....	4
2. Sammendrag.....	6
2.1 Dominerende trekk i utviklingen og sentrale prosesser	6
2.2 Status og utvikling for de ulike komponentene.....	6
2.3 Endring i ytre påvirkning	8
3. Helhetlig vurdering av tilstand og utvikling i økosystemet	9
3.1 Effekter av klimaendringer.....	10
3.2 Naturlig dynamikk.....	13
3.3 Snøkrabbe som sprer seg og sjøfuglbestander som minker	14
4. Tilstanden og utvikling for de ulike delene av økosystemet	15
4.1 Klima	15
4.1.3 Vannmasser og havstrømmer	18
4.1.4 Havnivå, bølger og vind	19
4.1.5 UV	19
4.1.6 Årsaker til status og endringer i klima	20
4.1.7 Konsekvenser for økosystemet av endringer i klima	20
4.1.8 Fremtidbilder	20
4.1.9 Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning.....	23
4.1.10 Kunnskapsbehov	24
4.2 Plankton.....	25
4.2.1 Planteplankton.....	25
4.2.2 Dyreplankton	26
4.3 Bentos.....	27
4.4 Fisk	29
4.5 Sjøfugl og sjøpattedyr	32
4.5.1 Sjøfugl	32
4.5.2 Sjøpattedyr	35
4.6 Fremmede arter.....	41
4.6.1 Status og endringer siden 2009	41

4.6.2	Effekter av fremmede arter	45
4.6.3	Mulig utvikling.....	46
4.6.4	Risikovurdering	47
4.6.5	Kunnskapsbehov	47
4.6.6	Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning.....	47
4.7	Truede arter og naturtyper.....	48
4.8	Forurensning i mat og miljø	54
4.8.1	Tilførsler av miljøskadelige stoffer til forvaltningsplanområdet	55
4.8.2	Nivåer og effekter av miljøskadelige stoffer i forvaltningsplanområdet	56
4.8.3	Kunnskapsbehov	63
4.8.4	Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning.....	63
4.9	Havforsuring.....	64
4.9.1	Historisk utvikling	64
4.9.2	Prognoser.....	65
4.9.3	Økologiske effekter	68
4.9.4	Raskere endringer i nord	69
4.9.5	Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning.....	69
4.9.6	Kunnskapsbehov	70
4.10	Påvirkning fra aktivitet i forvaltningsplanområdet	71
4.10.1	Fiskedødelighet i Barentshavet	71
4.10.2	Trålaktivitet i Barentshavet	72
5.	Særlig verdifulle og sårbare områder	73
6.	Indikatorliste.....	76
7.	Referanser.....	78

Forord

Regjeringen skal legge fram en revidert forvaltningsplan for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten som melding til Stortinget i 2020. Forvaltningsplanen skal gi overordnede rammer for eksisterende og ny virksomhet i havområdene, og legge til rette for sameksistens mellom næringer innenfor rammen av en bærekraftig utvikling. Faglig forum for norske havområder og Den rådgivende gruppen for overvåking (Overvåkingsgruppen) er ansvarlige for å utarbeide det faglige grunnlaget. Det faglige grunnlaget blir utarbeidet som en serie med ulike rapporter. Dette er den første rapporten i denne serien.

Følgende institusjoner deltar i arbeidet med det faglige grunnlaget: Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Kartverket, Kystverket, Meteorologisk Institutt, Miljødirektoratet, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning, Norges geologiske undersøkelse, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norsk institutt for luftforskning, Norsk institutt for naturforskning, Norsk Polarinstitutt, Oljedirektoratet, Petroleumstilsynet, Sjøfartsdirektoratet og Statens strålevern.

1. Innledning

Som en del av oppfølgingen av de tre helhetlige forvaltningsplanene for norske havområder, skal Overvåkingsgruppen hvert tredje år rapportere om status i miljøet i havområdene Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak. Rapportene alternerer mellom de ulike områdene, slik at det i 2015 ble rapportert for Nordsjøen og Skagerrak, i 2016 for Norskehavet mens turen i år er kommet til Barentshavet. Som nevnt i forordet, inngår årets rapport i det faglige grunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen for Barentshavet og områdene utenfor Lofoten.

Formålet med rapporten er å beskrive hovedtrekk i status og vesentlige utviklingstrekk for miljøet i Barentshavet de senere årene. Førrige faglige grunnlagsrapport for oppdatering av forvaltningsplanen for Barentshavet kom i 2010 og var basert på data frem til og med 2009. I rapporten er det derfor vurdert hvordan tilstanden i Barentshavet har endret seg fra 2009.

I Overvåkingsgruppens rapporter gis det separate vurdering av status for de ulike hovedgruppene i økosystemet. Dette er i stor grad basert på Overvåkingsgruppens indikatorer for området samt noe annen informasjon og er gitt i kapittel 4. Overvåkingsgruppen har begynt å utvikle indikatorer for menneskelig påvirkning. I årets rapport er resultatet fra to av disse rapportert (fiskedødelighet og trålaktivitet). I årene som kommer er hensikten å utvikle indikatorer også for petroleumsvirksomhet, skipsfart og aktivitet til andre aktører, og rapportere resultater så de kan legges til det faglige grunnlaget for revisjonsarbeidet. I kapittel 4 er kunnskapsbehov omtalt for de ulike komponentene.

Nytt i årets rapport er at det også gis en helhetlig vurdering av dominerende trekk i status og utvikling i økosystemet med vekt på å beskrive hvordan sentrale prosesser påvirker tilstanden. Dette er gitt i kapittel 3. Formålet er å styrke arbeidet med samlet påvirkning og andre vurderinger knyttet til forvaltningsplanarbeidet. Noe av stoffet i kapittel 3 er hentet fra kapittel 4. I tillegg er det basert på andre kilder, i første rekke en omfattende mengde forskningsarbeider fra Barentshavet de senere årene, rapporter fra ICES-gruppen «Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR)» (ICES. 2016), Felles norsk-

russisk miljøstatusrapport for Barentshavet (McBride mfl. 2016), rapport om Barentshavet fra systemet «Miljøovervåking Svalbard og Jan Mayen (MOSJ)» (Fauchald mf l. 2014) og en den nylig publiserte rapporten om status for biodiversitet i Arktis fra arbeidsgruppen CAFF innen Arktisk Råd (CAFF 2017).

Fordi rapporten inngår i det faglige grunnlaget for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet, er vurdering av endringer i ytre påvirkning tatt med som et ekstra tema i år. Dette er organisert i rapporten ved at vurderinger er gjort i de respektive temaene som dette er aktuelt for. Det er klima (kapittel 4.1), fremmede arter (kapittel 4.6), forurensning (kapittel 4.8) og havforsuring (kapittel 4.9). Vurderingene om samlet påvirkning er satt inn i en faktaboks i slutten av de nevnte delkapitlene.

Sammendraget (kapittel 2) er gjort separat for stoffet i kapittel 3 (kapittel 2.1), vurdering av de ulike komponentene (kapittel 2.2) og ytre påvirkning (kapittel 2.3).

I tillegg er det gjort en oppsummering for de særlig verdifulle og sårbare områdene (SVSO) som er definert i forvaltningsplanen. Dette har form av en tabell der det er oppsummert status for de ulike komponentene som har ligget til grunn for utpeking av områder som SVSO og som er dekket av Overvåkingens indikatorer. Dette er gitt i kapittel 5 og skal bidra til arbeidet med disse områdene i det faglige grunnlaget for revisjonen.

Nytt i årets rapport er også at det er brukt referanser. Dette er innført for å synliggjøre vurderinger som er gjort og dermed bidra til at de er etterprøvbare.

Overvåkingens indikatorer publiseres elektronisk og oppdateres løpende på Miljøstatus i Norge sine nettsider (www.miljostatus.no). I kapittel 6 er det gitt en liste over hvilke indikatorer som inngår i grunnlaget for denne rapporten. Her er det også gitt lenker til de fullstendige rapporteringene på nettsidene til Miljøstatus i Norge.

En rekke institusjoner har bidratt til denne rapporten, enten ved å levere data til indikatorene eller på andre måter til utforming av teksten. På omslagssiden er det angitt hvilke institusjoner dette dreier seg om.

2. Sammendrag

Rapporten dekker tre hovedtema: (1) Dominerende trekk i status og utvikling i økosystemet i Barentshavet siden 2009 med vekt på å beskrive hvordan sentrale prosesser påvirker tilstanden (kapittel 3), (2) mer detaljert beskrivelse av status og utvikling for de ulike komponentene i økosystemet (kapittel 4) og (3) en vurdering av endring i ytre påvirkning fra 2009 (også i kapittel 4). Disse temaene er oppsummert hver for seg i dette sammendraget.

2.1 Dominerende trekk i utviklingen og sentrale prosesser

Fortsatt økning i temperatur og tap av havis har satt i gang store endringer i økosystemet som samlet omtales som en borealisering av Barentshavet. Dette har dominert utviklingen i årene opp mot og etter 2009. Temperaturøkningen har ført til at atlantiske og varmekjære arter som tidligere hadde sin sentrale utbredelse i de sørvestlige delene av Barentshavet, har spredt seg mot nord og øst. Samtidig har utbredelsen til arktiske arter minket og er nå i stor grad begrenset til de nordligste og østligste områdene. Disse endringene er store. Tap av havis har ført til økt primærproduksjon og åpnet nye områder for beiting for arter som torsk. Sammen med god fiskeriforvaltning har dette lagt grunnlaget for en stor torskebestand. Tap av havis har også rammet arktiske arter som lever i eller på isen. Mange arktiske arter må også forventes å være under press fordi mengden av arktiske fettrike byttedyr de er avhengige av, har minket.

Utviklingen i Barentshavet er også preget av indre dynamikk som blant annet har gitt seg utslag i at loddebestanden, en sentral komponent i økosystemet, har kollapset fire ganger siden begynnelsen av 1980-tallet. Mens den første kollapsen fikk omfattende konsekvenser i resten av økosystemet, inkludert økt dødelighet blant sel, sjøfugl og torsk, hadde de to neste kollapsene langt mindre effekter på økosystemet. Årsaken til dette er antagelig at det var økt tilgang til alternative byttedyr under den andre og tredje kollapsen. Den fjerde kollapsen er i gang nå, og det gjenstår å se hvilke konsekvenser den vil få.

Andre viktige utviklingstrekk er spredning av snøkrabbe, en relativt ny art i økosystemet og nedgang i flere sjøfuglbestander, som antagelig er knyttet til svikt i næringstilgang.

2.2 Status og utvikling for de ulike komponentene

Havtemperaturen i Barentshavet har hatt en økende trend de siste 40 årene. Den nådde et foreløpig maksimum i 2006, sank til nær langtidsmidlet i 2009, men har siden det steget igjen og er nå godt over langtidsgjennomsnittet. Samtidig har utbredelse av havis avtatt, og den minste isutbredelsen siden måleserien startet i 1979 ble observert i 2016. Klimamodeller tyder på fortsatt økning i temperatur og tap av havis frem til 2060-tallet. Endringene forventes å være minst frem mot 2030-tallet og så øke frem mot 2060.

Nedgangen i mengde havis kan ha bidratt til at primærproduksjonen har økt i Barentshavet i årene før og etter 2009.

Biomassen av dyreplankton, som er et viktig bindeledd mellom primærproduksjonen og resten av økosystemet, har økt de siste årene. Mengden av varmekjære dyreplanktonarter har også økt mens mengden av arktisk dyreplankton arter har minket.

Biomasse av bunndyr har variert betydelig i ulike deler av Barentshavet i de senere årene. I østlige områder kan noe av dette skyldes økt predasjon fra snøkrabbe. Snøkrabbe sprer seg vestover og nordover, men har fortsatt sin hovedutbredelse i russisk del av Barentshavet. Bestanden av kongekrabbe er stabil, og det frie fisket vest for 26° øst ser foreløpig ut til å være effektivt for å hindre spredning vestover. Bestanden av dypvannsreke har økt noe og er over langtidsgjennomsnittet.

Bestanden av torsk i Barentshavet er fortsatt i god forfatning. Bestanden av snabeluer har hatt en positiv utvikling. I bestanden av vanlig uer har rekrutteringen sviktet siden tidlig på 1990-tallet. Til tross for stadig strengere vernetiltak, er bestanden fortsatt i nedgang og er nå mindre enn noensinne. I den norske rødlista fra 2015 er den karakterisert som «sterkt truet». Polartorskbestanden har avtatt i flere år, men viste en kraftig oppgang fra 2015 til 2016. Loddebestanden er på lavt nivå etter å ha kollapset. Hysebestanden er i god forfatning.

De store bestandene av sjøfugl som overvåkes er i nedgang. Det gjelder lomvi og krykkje langs fastlandskysten og polarlomvi og lunde i hele området. Det er ikke klart hva dette skyldes, men svikt i næringstilgang ser ut til å være en viktig årsak.

Både vekst etter fredning og klimaendringer påvirker bestandene av sjøpattedyr i Barentshavet nå. Hvalross er eksempel på en art som økt etter fredning mens ringsel er under press på grunn av tap av havis. Noen arter, som isbjørn, kan være påvirket av både klimaendringer og vekst etter fredning. Sjøpattedyr som fangstes har stabile eller voksende bestander. Situasjonen er god for sel langs fastlandskysten av Barentshavet, til forskjell fra kystsel lenger sør langs norskekysten.

Antallet fremmede arter som er registrert i Barentshavet er lavt (<10) og har ikke økt siden 2009. Det er uklart om snøkrabbe er innført av mennesker til Barentshavet. Snøkrabbe påvirker biomasse av andre bunndyr der arten er tallrik øst i Barentshavet. Kongekrabbe har samme effekt langs fastlandskysten øst for Nordkapp.

På den norske rødlisten som kom i 2015 er fem arter fra Barentshavet vurdert som mindre truet enn da den forrige rødlisten kom i 2010. For seks arter vurderes situasjonen som mer alvorlig nå. En naturtype i Barentshavet er med på rødlista som kom ut i 2011 over truede naturtyper.

Konsentrasjonene av forurensende stoffer er stabile eller nedadgående. Nivåene er generelt lave og godt innenfor krav til trygg sjømat. Med unntak av enkelte toppredatorer, hvor det fortsatt måles høye nivåer, er konsentrasjonene av de fleste miljøgiftene også under nivåene som antas å kunne føre til effekter på de mest sårbare delene av økosystemene. Det er midlertid usikkerhet knyttet til denne vurderingen av to grunner. For det første har vi for lite kunnskap om biologiske effekter av miljøgifter. For det andre utvikler industrien stadig nye stoffer som dukker opp i havområdene, og for å få oversikt over disse må ny og kostbar overvåking settes i gang.

Arktiske havområder, som Barentshavet er spesielt utsatt for forsurening på grunn av økte konsentrasjoner av CO₂ i atmosfæren. Det har vært en betydelig økning innen forskning på biologiske effekter av havforsuring siden 2009.

Indikatorer for menneskelige aktivitetene i Barentshavet er utviklet for fiskedødelighet og trålaktivitet. De viser at fiskeriene i Barentshavet er bærekraftige og at påvirkning på bunnlevende dyr fra trålvirksomhet har avtatt betydelig de fire siste tiårene.

2.3 Endring i ytre påvirkning

Endringer i ytre påvirkning er vurdert for klima, fremmede arter, forurensning og havforsuring.

For klima er de viktigste endringene etter 2009 at økningen i temperatur og tap av havis har fortsatt. Klimamodeller tyder på fortsatt økning i temperatur og tap av havis frem til 2060-tallet. Endringene forventes å være minst frem mot 2030-tallet og så øke frem mot 2060. Flere modeller viser betydelig lave nivåer av havis i Barentshavet i 2100. For havstrømmer, UV, vannstand, bølger og vind er det ikke påvist trender for Barentshavet etter 2009.

Det er ikke registrert nye fremmede arter i Barentshavet siden 2009. Det er uklart om snøkrabbe er spredt til Barentshavet av mennesker eller om den har vandret inn naturlig. Arten sprer seg vestover fra russisk sone og har kolonisert østlige deler av norsk sone i betydelige antall etter 2009. Det er ventet at snøkrabben vil kolonisere det meste av Barentshavet, inkludert områdene rundt Svalbard, men ikke de sørlige delene på grunn av for høye temperaturer der. Bestanden av kongekrabbe har vært stabil de siste årene, og spredninger vestover fra Nordkapp holdes nede gjennom et fritt fiske i dette området. Både snøkrabbe og kongekrabbe påvirker biomasse av andre bunndyrarter gjennom beiting der de er tallrike.

Risikoen for innføring av fremmede arter med ballastvann forventes å avta når Ballastvannkonvensjonen trer i kraft i 2017. Det vil fortsatt være risiko for spredning av fastsittende organismer utenpå skip og andre installasjoner. Den samlede risikoen for innføring av fremmede arter med skip vil være avhengig av utvikling i skipstrafikk. Forhøyede temperaturer bidrar til økt risiko for etablering av fremmede arter. Ny risikovurdering for fremmede arter vil bli gjort i forbindelse med arbeidet med ny svarteliste, som starter i 2017.

Det er fortsatt nedgang i tilførslene og nivåene av flere av miljøgiftene som måles i lufta på Svalbard, men for noen stoffer har det vært en svak økning de siste årene. Tilførselen av radioaktiv forurensning har gått ned de siste årene. Tilførsler med elver av næringsalter og kobber øker, primært som følge av oppdrettsvirksomhet, men det er uklart hvor mye av disse utslippene som transporteres fra kystsonen og inn i forvaltningsplanområdet. Stoffene som gir grunn til bekymring for effekter på økosystemet kommer utenfra. Nivåene er lave, og under grenser for mattrygghet, men det er usikkert om de kan ha effekter på arter. Det er også et begrenset antall stoffer som overvåkes. Økte temperaturer som følge av klimaendringer forventes å gi økt spredning av miljøgifter på global skala. Smelting av havis og tining av permafrost kan forårsake remobilisering og fordamping av miljøgifter til atmosfæren i Arktis. Store skogbranner og branner på dyrket mark har vist seg å gi økt tilførsel av organiske miljøgifter til Arktis.

Når det gjelder havforsuring, har et mindre studium etter 2009 i den sørvestre delen av Barentshavet har vist at konsentrasjonen av uorganisk karbon økte fra 1997 til 2011, hovedsakelig som følge av økt opptak av menneskeskapt CO₂. Studiet viste at det ikke skjedde

en forventet reduksjon i pH og aragonittmetning, antagelig fordi vannets evne til å motstå pH- endringer har økt. Nye beregninger tyder på at forsureningen kan bli mangedoblet i løpet av dette århundret. Det er anslått at reduksjon i pH kan bli 0,1-0,25 i de nordiske hav, og 0,25-0,35 i Arktis fram til 2065. Dette er en brå endring i pH-nivå, i kontrast til det stabile pH nivået i havet over mange millioner år. De største endringene forventes i Barentshavet, i områdene rundt Svalbard og i Polhavet. De økologiske effektene av havforsuring har vært omfattende studert etter 2009. Det finnes studier som viser negative effekter av forsurening, men nyere forskning tyder også på at mange arter og funksjonelle grupper har betydelig større evne til å tilpasse seg forsureningen enn tidligere antatt. Det er ulike resultater med hensyn på effekter på de viktige hoppekrepsartene *C. finmarchicus* og *C. glacialis*.

3. Helhetlig vurdering av tilstand og utvikling i økosystemet

Dette kapittelet beskriver dominerende trekk i status og utvikling i økosystemet i Barentshavet. Det er lagt vekt på å beskrive hvordan sentrale prosesser påvirker tilstanden. Figur 3.1 viser forvaltningsplanområdet.



Figur 3.1. Forvaltningsplanområdet for Barentshavet. Fra Meld. St. 10 (2010-2011). Kilde Norsk Polarinstitutt

Fortsatt økning i temperatur og store endringer i økosystemet som følge av dette har vært det dominerende trekket i utviklingen i Barentshavet de siste årene. Videre er utviklingen preget av naturlig dynamikk som blant annet har gitt seg utslag i at loddebestanden, en sentral komponent i økosystemet, har kollapset flere ganger. Andre viktige utviklingstrekk er nedgang i flere sjøfuglbestander og spredning av snøkrabbe.

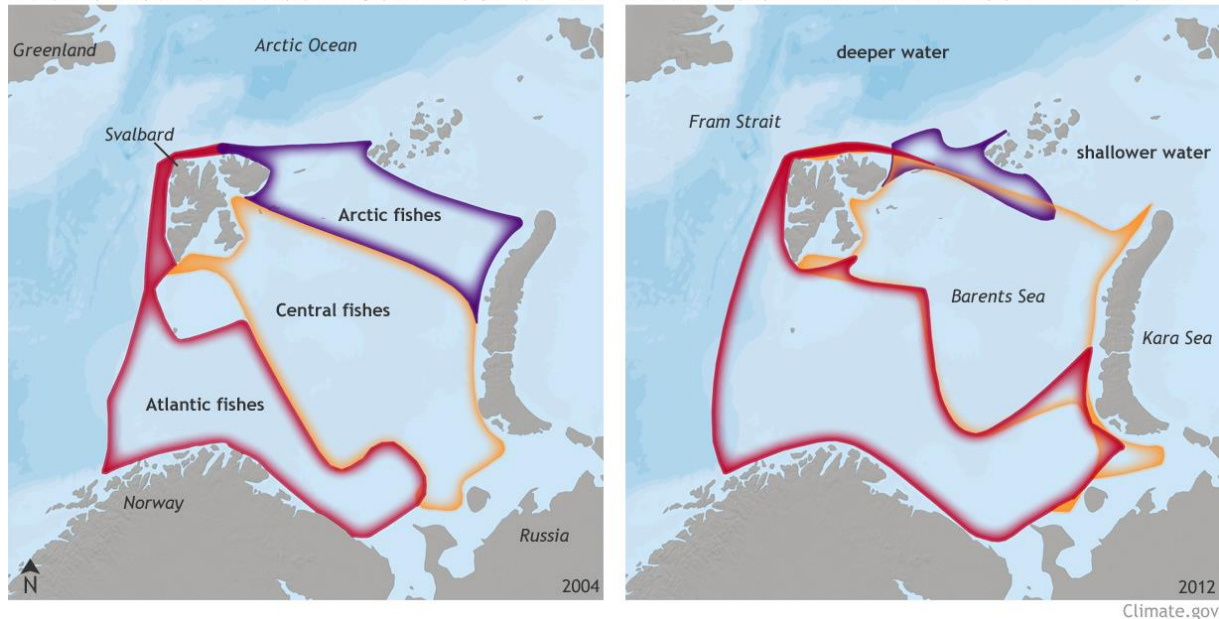
3.1 Effekter av klimaendringer

Som beskrevet i kapittel 4.1, har temperaturen i Barentshavet økt de siste 40 årene. Parallelt med dette har mengden havis avtatt. Barentshavet har gått fra å ha store områder med sesongmessig isdekke og enkelte områder med isdekke hele året, til å ha sesongmessig is over kun halvparten så store områder samt være nær helt isfri ved slutten av sommersesongen i flere år.

En dominerende respons i økosystemet på disse endringene i temperatur og isutbredelse er at atlantiske og varmekjære arter som tidligere hadde sin sentrale utbredelse i de sørvestlige delene av Barentshavet, har flyttet grensen for utbredelse mot nord og øst. Det har gjort at de nå gjennomgående finnes over et langt større område av Barentshavet enn tidligere. Samtidig har utbredelsen til arktiske arter minket og det er en tendens til at de nå forekommer mer begrenset i de nordlige og østlige områdene. Samlet er dette omtalt som borealiseringen av Barentshavet. Et av de mest omfattende studiene som har vist disse endringen dreier seg om bunnlevende fisk (Fossheim mfl. 2015). Studiet baserer seg på systematisk registrering av alle bunnlevende fiskearter i Barentshavet gjennom økosystemtoktet til HI og PINRO fra 2004 til 2012. Studiet viser for det første at fiskeartene i Barentshavet kan deles inn i tre karakteristiske samfunn, ett av atlantiske varmekjære arter i sørvest, ett av arktiske arter i nordøst og ett sentrumssamfunn mellom disse to. Videre viste studiet at disse samfunnene flyttet seg 131-159 km i nordlig og østlig retning fra 2004 til 2012. Dette er betydelig mer enn den forventede hastigheten i endringsutbredelser for fisk, som for alle typer modeller sett under ett i gjennomsnitt er 40 km per tiår (Cheung mfl. 2009). Det er også mer enn det som er forventet i modellene med de høyeste utslippsscenarioene og langt mer enn utbredelsesendringene som ble observert for fisk i de subarktiske delene av Beringhavet fra 1982-2006 (32 km) (Cheung mfl. 2009). Endringene har gjort at det arktiske fiskesamfunnet nå kun finnes i et lite område lengst nord i Barentshavet (figur 3.2). Også hvis en analyserer arktiske arter hver for seg (som kan avdekke nyanser i responsene til ulike arter), finner en det samme: Arktiske fiskearter har flyttet seg mot nord (Johannesen mfl. 2017).

Også for bunnlevende evertebrater er flere sørlige arter registrert lenger nord og øst i Barentshavet. Endringer i utbredelser i den pelagiske delen av økosystemet har vært studert av (Eriksen mfl. 2017). Noen av artene her, som for eksempel maneten *Cyanea capillata*, har endret utbredelse mot nord i takt med økende temperatur. For andre arter, inkludert 0 år gammel fisk av mange arter, har oppvarmingen hatt mer variable effekter på utbredelsene.

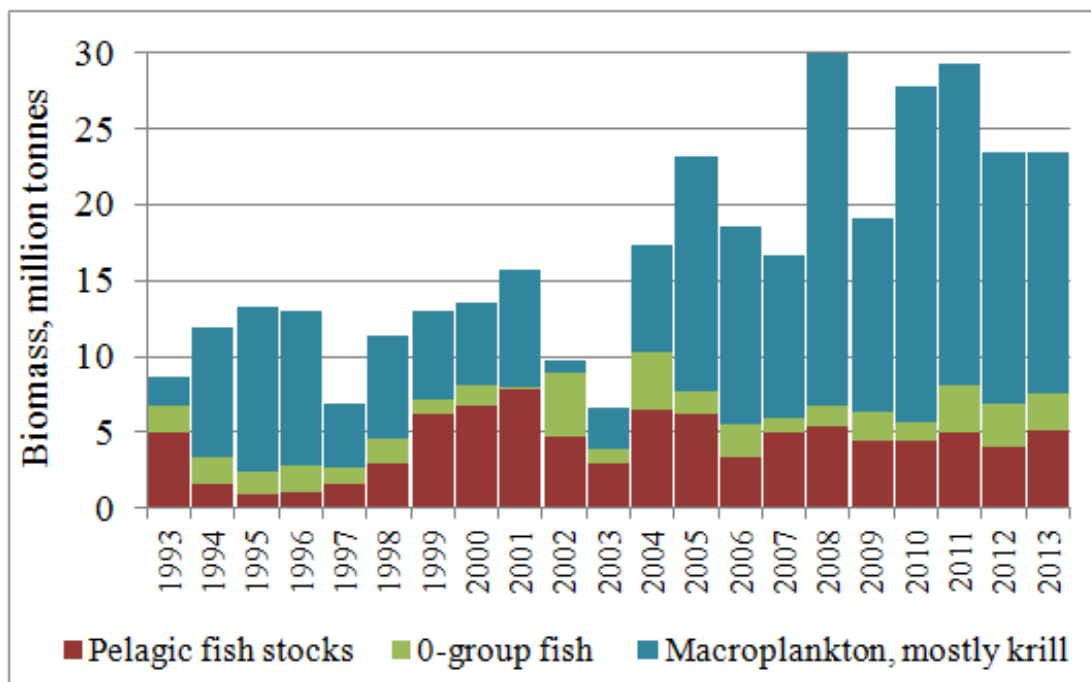
ARCTIC FISHES ALMOST PUSHED OUT OF THE BARENTS SEA BETWEEN 2004 AND 2012



Figur 3.2. Endring fra 2004 til 2012 i utbredelse av atlantiske, sentrale og arktiske fiskesamfunn i Barentshavet. Figur fra Climate.gov (basert på Fosshem mfl. 2015).

For dyreplankton er det vist at mengden arktiske mellomstore dyreplankton har avtatt betydelig siden rundt 2004 i et område i det sørvestlige Barentshavet hvor dette overvåkes (kapittel 4.2.2) (Dalpadado mfl. 2012). Også for større plankton har man sett tilsvarende endringer. For eksempel har mengden av den arktiske amfipoden *Themisto libellula* minket i takt med at mengden kaldt arktisk vann har minket (Dalpadado mfl. 2012). I tillegg er det observert økende antall av sørlige krillararter som *Meganyctiphanes norvegica* og *Nematoscelis megalops* i Barentshavet (Eriksen mfl. 2016).

Endringene i temperatur og mengde havis har også ført til endringer i produksjon og biomasse i systemet. Nedgangen i mengde havis har bidratt til at den totale primærproduksjonen har økt i Barentshavet (Dalpadado mfl. 2014). Endringen fra et relativt kaldt system på 1980-tallet til et varmt system på 2000-tallet har vært fulgt av en nær dobling av biomasse i den pelagiske delen av økosystemet. Dette skyldes hovedsakelig at mengden krill har økt (Eriksen 2017, Eriksen mfl. 2017) (figur 3.2). Det er også verd å merke seg at flere av de store fiskebestandene har produsert mange store årsklasser de siste årene. Dette skyldes gode vilkår for 0-gruppe fisk (mindre enn 1 år gammel), som ses som de grønne delene av søylene i figur 3.3. Høy rekruttering i sentrale bestander har stor betydning for dynamikken i økosystemet (se kapittel 3.2).



Figur 3.3. Estimert biomasse av den pelagiske delen av økosystemet i Barentshavet fra 1993 til 2013. Fra Eriksen (2017).

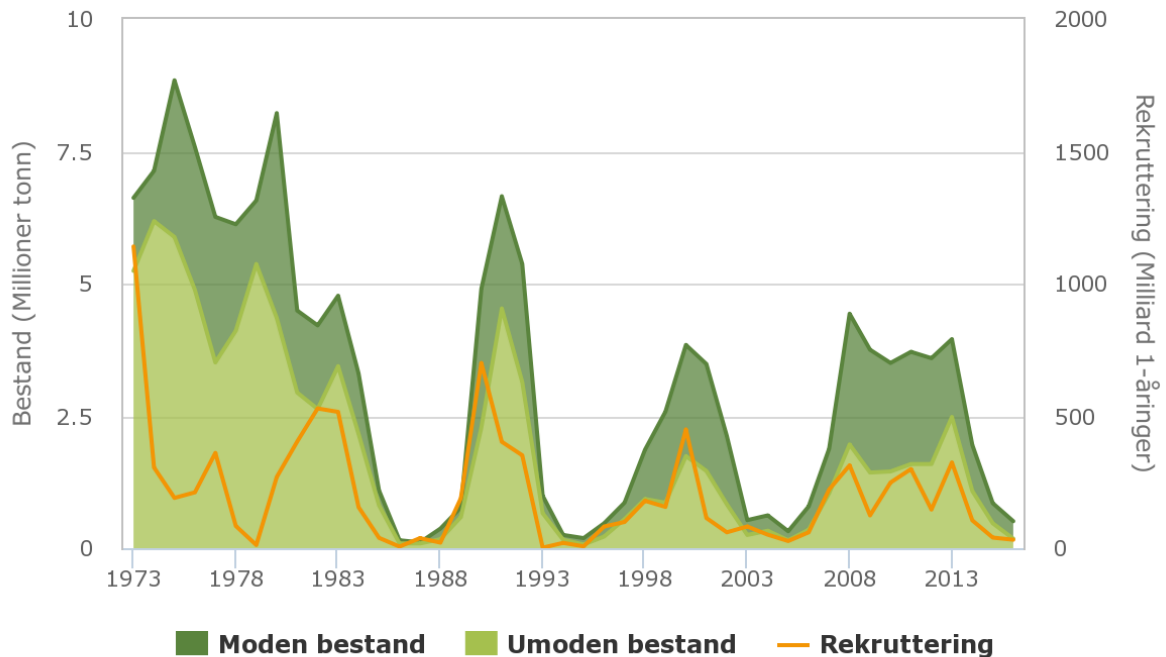
Endringene i utbredelse og mengde av atlantiske og arktiske arter i Barentshavet har hatt en rekke videre effekter i økosystemet. Arktiske arter er ofte mer fettrike enn sørlige arter og sannsynligvis avhengige av en relativt fettrik diett. Når for eksempel mengden fettrike dyreplankton avtar, må vi forvente at dette får konsekvenser for de arktiske predatorene (Dalpadado mfl. 2016). Ett eksempel på en art som kan ha vært negativt påvirket er polartorsk, som beiter betydelig på den arktiske amfipoden *Themisto libellula* (Bogstad mfl. 2011). Endringene i utbredelse av arter har også ført til at den helhetlige arkitekturen i næringsnettene endrer struktur. Dette kan ha konsekvenser for stabiliteten i økosystemet (Kortsch mfl. 2015). Spesielt har endringen i utbredelse av bestanden av nordøstarktisk torsk vært viktig. I takt med at temperaturene har økt og isen trukket seg tilbake, har torsken i enkelte av de senere årene spredt seg helt til øst- og nordgrensene av Barentshavet (McBride mfl. 2016). Dette har ført til økt predasjonspress på polartorsk og andre arktiske arter i disse områdene (ICES. 2016). Økningen i areal som torsken nå beiter på har sammen med lavt fiskepress bidratt til at torskebestanden har vokst betydelig de ti siste årene, der det økte beitearealet først og fremst har bidratt til redusert konkurranse, kannibalisme og andre prosesser som kan begrense vekst i torskebestanden (Kjesbu mfl. 2014).

Tap av havis har videre hatt direkte negative effekter på arter som er knyttet til isen. Eksempler på dette er marine pattedyr som ringsel og isbjørn (Descamps mfl. 2017) samt et helt sett av andre arter som lever i og på isen, som isalger, amfipoder og andre krepsdyr og polartorsk (CAFF 2017). Bentiske dyr kan også påvirkes negativt. Når det er is i et område skjer en del av primærproduksjonen i isalger knyttet til isen. Når isen smelter om våren, faller mye av dette til bunnen og blir næring for bentiske organismer. Når et område ikke lenger har sesongmessig isdekke, vil primærproduksjonen skje i planteplankton som i større grad vil bli spist av pelagiske organismer, som dyreplankton. Mengden næring som når bunnen forventes derfor å bli mindre når havisen minker. Dette kan ha betydelige negative effekter på bentiske arter (Grebmeier mfl. 2006).

3.2 Naturlig dynamikk

Marine økosystemer kan ha stor naturlig variabilitet. Variasjon i rekruttering og overlevelse hos sentrale arter vil bidra til det. Lodde er en viktig art i økosystemet i Barentshavet. Den er viktig næring for blant annet nordøstarktisk torsk og flere arter av sjøfugl og sjøpattedyr. Loddebestanden er samtidig svært variabel. Siden systematiske målinger av bestanden startet i 1973, har den kollapset fire ganger, med bunn i 1987, 1995, 2005 og 2016 (figur 3.4).

Loddebestand i Barentshavet



Kilde: Havforskningsinstituttet Lisens: Norsk Lisens for Offentlige Data (NL0D)

Figur 3.4. Estimert størrelse og rekruttering i loddebestanden i Barentshavet.

Fra Overvåkingsgruppens indikator for loddebestanden: <http://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/barentshavet/miljotilstanden-i-barentshavet/fiskebestander/lodde-i-barentshavet/lodde-i-barentshavet/>

Årsaken til kollapsene er sammensatte, men svikt i rekruttering på grunn av økt predasjon på loddelarver spiller en avgjørende rolle. I første rekke ser ungsild ut til å være den viktigste predatoren i dette bildet, men 0-gruppe hyse og torsk kan også ha spilt en rolle (Gjøsæter mfl. 2015, Gjøsæter mfl. 2016). Mens den første kollapsen fikk omfattende konsekvenser i resten av økosystemet, inkludert økt dødelighet blant sel, sjøfugl og torsk (Hjermann mfl. 2004), hadde de to neste kollapsene langt mindre effekter på økosystemet (Johannesen mfl. 2012). Årsaken til dette er antagelig at det var økt tilgang til alternative byttedyr under den andre og tredje kollapsen (Gjøsæter mfl. 2009). Det gjenstår å se hvilke konsekvenser kollapsen som er i gang nå vil få.

3.3 Snøkrabbe som sprer seg og sjøfuglbestander som minker

Spredning av snøkrabbe, nedgang i flere sjøfuglbestander og vekst i enkelte av sjøpattedyrbestandene som har vært fredet i mange år, er endringer som kan se ut til å representere langvarige trender i Barentshavet.

Den første registreringen av snøkrabbe i Barentshavet ble gjort i 1996 nær Novaja Semlja. Arten har siden spredd seg vestover og vil sannsynligvis etablere seg i store deler av det nordlige Barentshavet (Bakanev mfl. 2016, Hvingel mfl. 2017). Den ble observert første gang i norsk sektor i 2005 og ved Svalbard i 2011, og det er nå betydelige forekomster i de østlige deler av norsk sektor. Bestanden har potensial til å vokse seg stor og kan få betydelige effekter på bestander av andre bunndyr. For eksempel har et russisk studium konkludert med at biomasse av andre bunndyr går ned der hvor det har vært mye snøkrabbe i flere år (Manushin 2016) (se også kapittel 4.6).

Bestandene av flere av de vanligste sjøfuglartene i Barentshavet har vært i nedgang i flere tiår. Dette gjelder lomvi og krykkje langs den norske fastlandskysten og polarlomvi og lunde i hele eller det meste av den norske delen av Barentshavet. Mattilgang i hekketida er viktig, og det er åpenbart at de negative endringene for de fleste sjøfuglartene skyldes redusert næringstilgang. Det er imidlertid vanskelig å konkludere med hva endringene i næringstilgangen skyldes, men sekundæreffekter av klimarelaterte endringer, lavere produksjon av byttedyr eller uttak av fiskeressurser har vært foreslått (Sandvik mfl. 2005, Reiertsen mfl. 2012, Sandvik mfl. 2012, Sandvik mfl. 2014).

4. Tilstanden og utvikling for de ulike delene av økosystemet

4.1 Klima

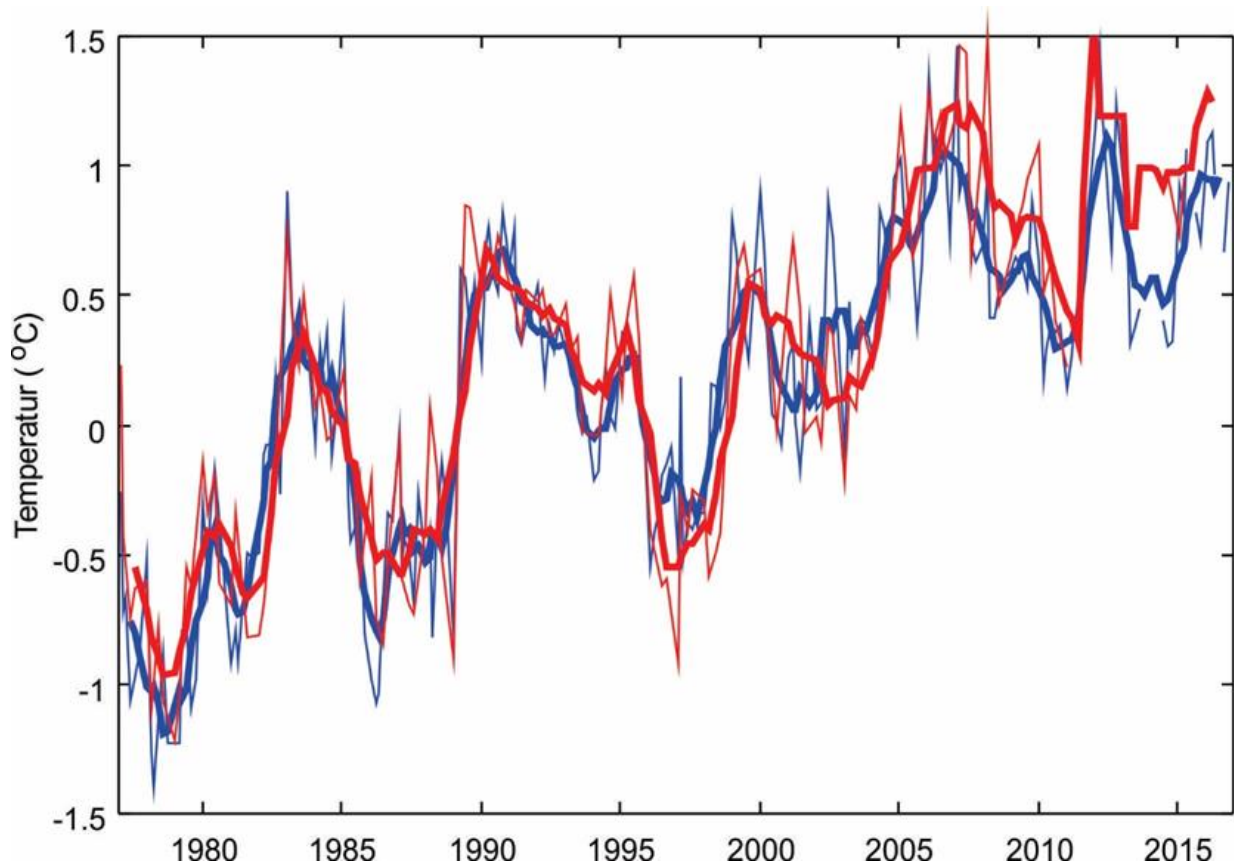
Et karakteristisk trekk ved Barentshavet er at klimatiske faktorer som havtemperaturer og havisforhold naturlig varierer betydelig fra år til år. Trenden for havtemperaturen i Barentshavet har vært økende de siste 40 årene, men med markante variasjoner. Den nådde et foreløpig maksimum i 2006, sank til nær langtidsmidlet i 2009, men har siden steget igjen og er nå godt over langtidsgjennomsnittet. Parallelt med temperaturøkningen, har utbredelse av havis avtatt. Reduksjonen i havisens utbredelse i Arktis og særlig i Barentshavet siden satellittmålinger startet i 1979 er godt dokumentert. Vinteren 2015-2016 var karakterisert av høye temperaturer, stor innstrømming av atlantehavsvann og den minste isutbredelsen siden måleserien startet

4.1.1 Havtemperatur

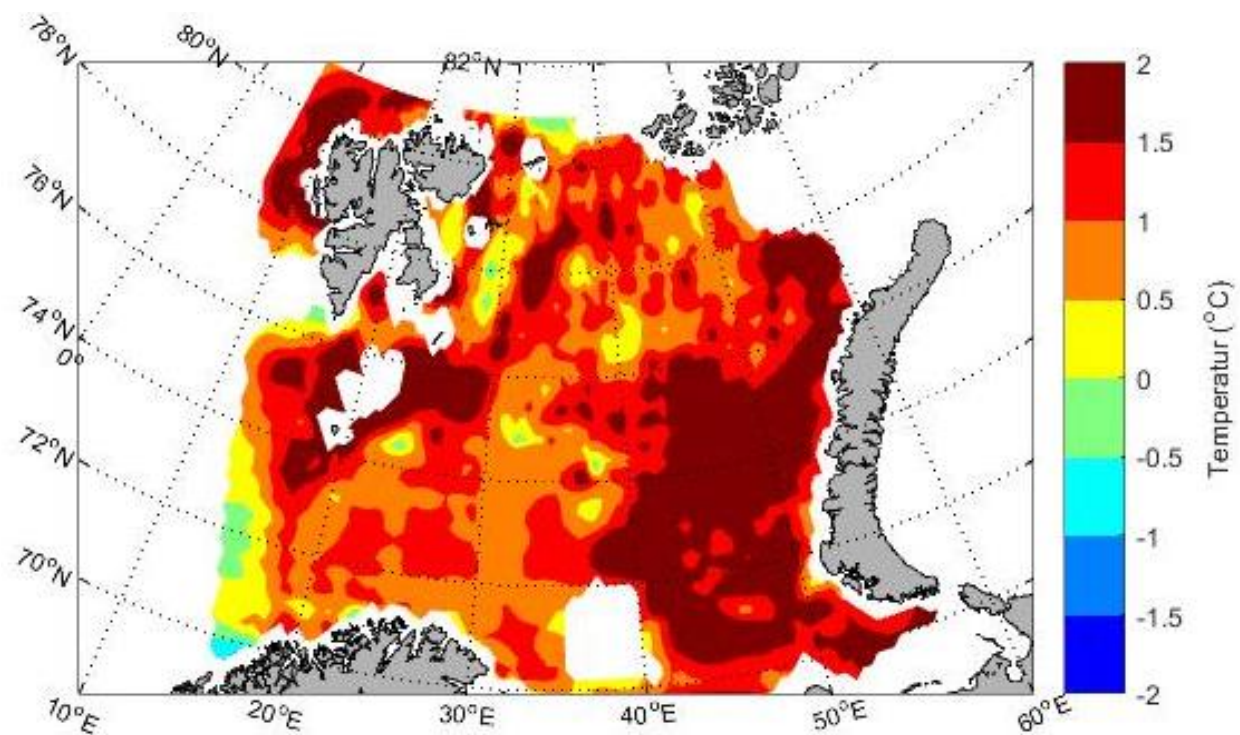
Trenden for havtemperaturen i Barentshavet har vært økende de siste 40 årene, men med markante variasjoner (figur 4.1.1). Den nådde et foreløpig maksimum i 2006, sank til nær langtidsmidlet i 2009, men har siden steget igjen og var på høsten 2016 godt over langtidsgjennomsnittet. Målinger i Fugløya–Bjørnøya og Vardø–Nord-snittene, som registrerer atlantehavsvann som kommer inn i Barentshavet fra sørvest, viser at atlantehavsvannet som strømmer inn her i begynnelsen av 2016 hadde temperaturer på rundt 1°C over langtidsmiddelet. Til tross for stor innstrømning gikk temperaturene i vestlig del noe ned i forhold til sesongmiddelet for langtidsperioden utover året, og på sensommeren og høsten var temperaturene i det innstrømmende vannet rundt 0,7°C over langtidsmiddelet. I østlige områder holdt det seg imidlertid varmt, og målinger fra Barentshavet sensommeren 2016 viser at hele det østlige Barentshavet da hadde temperaturer på mer enn 1,5°C over langtidsmiddelet (figur 4.1.2). Havtemperaturen i Barentshavet var sett under ett omkring 0,8°C over langtidsmiddelet i 2016.



Vinter i Barentshavet. Foto: Monika Sæle, HI



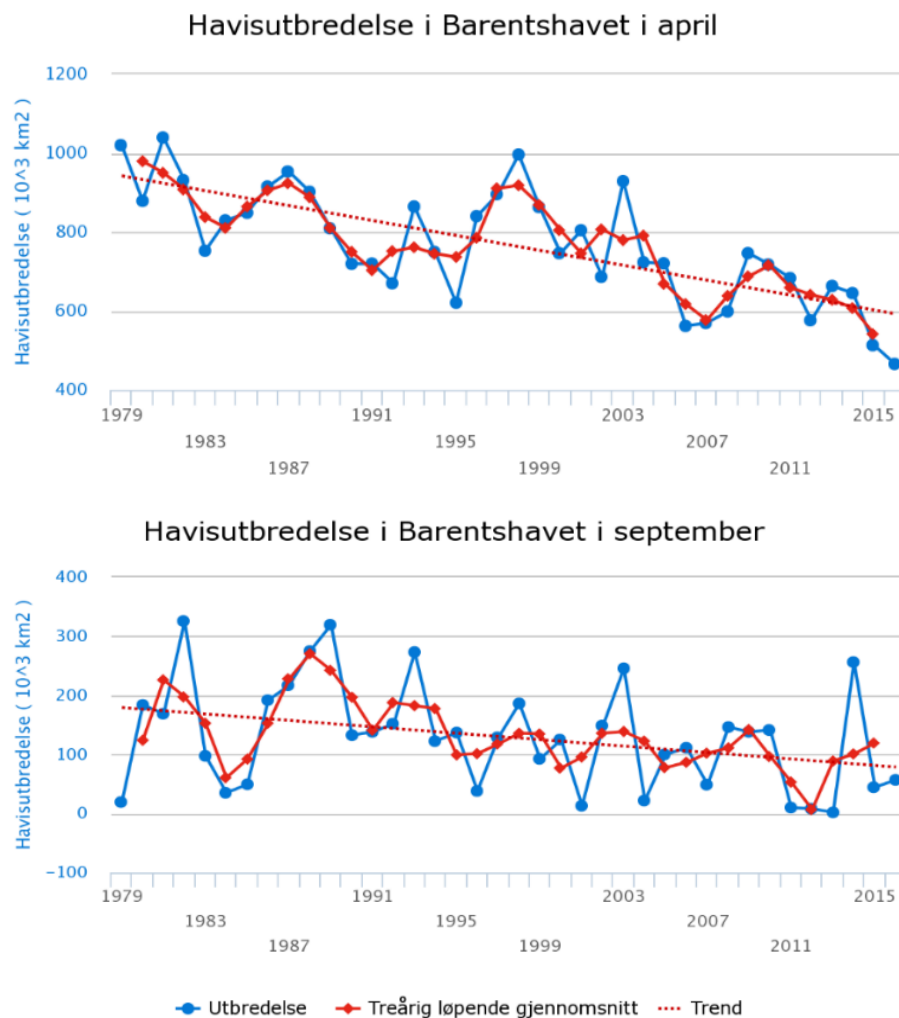
Figur 4.1.1. Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet i forhold til langtidsmiddelet (1977-2006). Verdiene er avvik fra langtidsmiddelet mellom 50 og 200 meters dyp på Fugløya-Bjørnøya (blå) og Vardø-N (rød) snittene og tilsvarer målte verdier (tynne linjer) og ett års glidende middel (tykke linjer).



Figur 4.1.2. Temperaturavvik på 100 m dyp i august-september 2016 i forhold til langtidsmiddelet (1977-2006).

4.1.2 Havis

Satellittobservasjoner peker på at havisen i Barentshavet har hatt mindre utbredelse, men også at det observeres mellomårlig variasjon (figur 4.1.3; se også (MOSJ 2016)). De fleste årene er årsmaksimum for isutbredelse i Barentshavet i april, mens minimum er i september. Siden satellittmålingene startet i 1979, har nedgangen i isutbredelsen i Barentshavet vært 9,7 prosent i april og 14,7 prosent september (rate for reduksjon for tiårsperioder basert på vanlig regresjonsanalyse). Det er verd å merke seg at siden utbredelsen er størst i april, er det her en har hatt det største tapet av is målt i km². Tidsseriene for havisutbredelse i april viser at fem år har hatt spesielt stor havisutbredelse (1979, 1981, 1987, 1998 og 2003) og seks år har hatt spesielt lite (2006, 2007, 2008, 2012, 2015 og 2016). Fem år har hatt spesielt stor havisutbredelse i september (1982, 1989, 1993, 2003 og 2014), og åtte år har hatt spesielt lite isutbredelse (1979, 1984, 1996, 2001, 2004, 2011, 2012 og 2013) i denne måneden. Den største havisutbredelsen ble målt i april 1981, og den minste i september 2013.



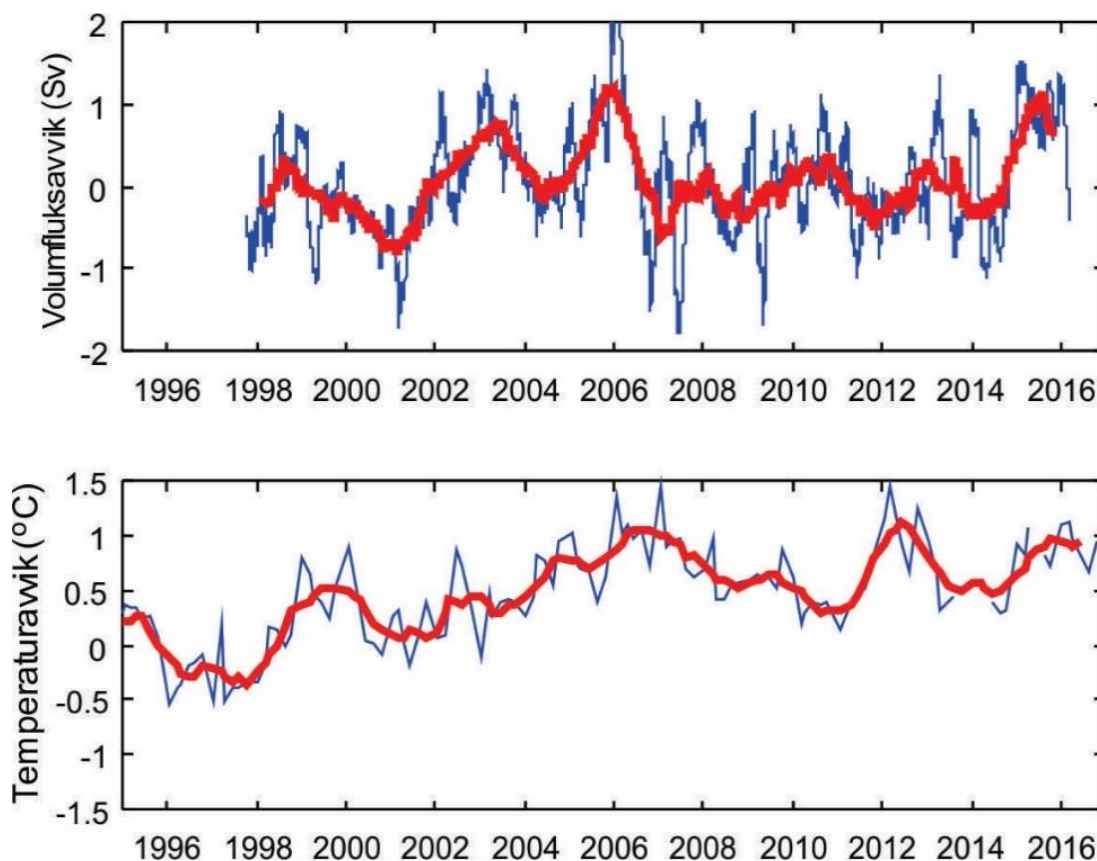
Data: Norsk Polarinstitut

Figur 4.1.3. Gjennomsnittlig isutbredelse i Barentshavet i henholdsvis april (øverst) og september. Dataene er vist som månedsmiddelverdier for hvert enkelt år (blått), 3 års løpende gjennomsnitt (rødt), og lineær trend gjennom hele perioden (rød, stiplet strek). Den mellomårlige variasjonen er stor, men det er også en tydelig negativ trend i utbredelsen gjennom overvåkingsperioden. Endelige tall for 2016 er ikke klare, mindre justeringer kan bli foretatt etter at data fra 2016 er reanalysert.

4.1.3 Vannmasser og havstrømmer

Atlanterhavsvann og kystvann strømmer inn i Barentshavet i sørvest og er avgjørende for det marine klimaet i dette havområdet. Høy innstrømming gir økning i temperatur, fordi det innstrømmende vannet jevnt over er varmere enn vannet i Barentshavet. Atlanterhavsvannet er salt, med en saltholdighet på over 35 og en temperatur mellom 3,5°C og 6°C (figur 4.1.4). Den totale innstrømmingen til Barentshavet er på vel 3 Sverdrup (1 Sverdrup (Sv) = 1 million m³/s). Mesteparten av dette, omkring 2 Sv, er atlanterhavsvann. Innstrømmingen av atlanterhavsvann til Barentshavet varierer mye, som vist i figur 4.1.4. Vanligvis er innstrømmingen større om vinteren enn om sommeren.

Innstrømmingen varierer i perioder på flere år, og den var betydelig lavere i årene frem mot 2002 enn i årene 2003–2006. 2006 var et ekstremår hvor mengden atlanterhavsvann som strømmet inn var på sitt største (vinteren), men også svært liten (høsten). Etter dette holdt innstrømmingen seg forholdsvis lav i mange år. Vinteren 2014-2015 økte innstrømmingen igjen, og den har holdt seg høy siden. Gjennom hele 2015 og frem til og med våren 2016 var det med unntak av mars, høy og relativt stabil innstrømning med verdier rundt 1 Sv over langtidsmiddelet. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til mai 2016, så det er ikke kjent hvordan innstrømmingen var i resten av 2016. Det har vært en svak positiv trend i temperaturen i det innstrømmende atlantiske vannet fra 1998 og fram til i dag (figur 4.1.4).



Figur 4.1.4. Avvik i forhold til middelet i innstrømming av atlanterhavsvann til Barentshavet (øverst) og temperaturavvik i kjernen av disse vannmassene (nederst). Målingene er gjort i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya–Bjørnøya-snittet). Avviket i innstrømning er målt i forhold til middelet over perioden 1997-2014 og innstrømmingen er oppgitt i Sverdrup (million m³/s). Tre

måneders (blå linje) og ett års (rød linje) glidende middel er vist. Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet vises (nederst) i forhold til langtidsmiddelet (1977-2006). Verdiene er her avvik fra langtidsmiddelet mellom 50 og 200 meters dyp og tilsvarer målte verdier (blå linje) og ett års glidende middel (rød linje).

4.1.4 Havnivå, bølger og vind

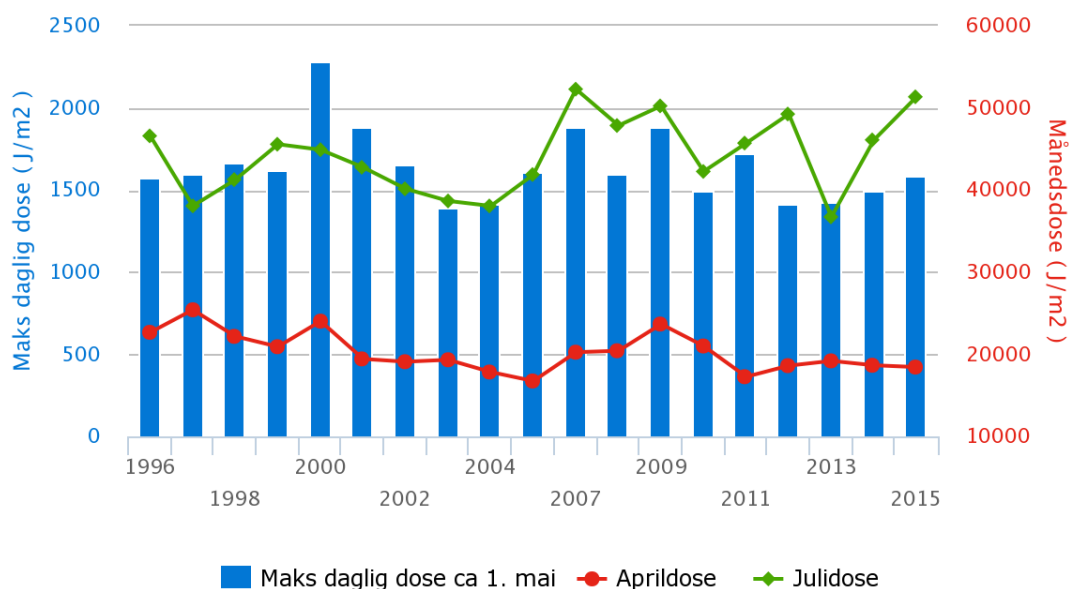
De viktigste bidragene til pågående og forventede endringer i globalt havnivå er varmeutvidelse og økt tilførsel av smeltevann fra isbreer og de store iskappene (Grønland og Antarktis). Ulik grad av varmeutvidelse fra sted til sted, samt endringer i tetthetsfelt, vind, og havstrømmer, fører til regionale forskjeller. Også i norske farvann er hovedårsakene til den langsiktige stigningen varmeutvidelse og smeltingen av landbasert is i verden, men havnivået stiger langsommere her fordi landet også stiger som følge av landheving etter forrige istid.

Meteorologer har undersøkt trender i vindstyrke ved havoverflaten og signifikant bølgehøyde vha. den globale reanalysen ERA-Interim. De konkluderer ut fra ERA-Interim med en 48 timers varslingshorisont, at det for perioden 1979-2012 var ingen eller en svakt negativ årlig trend i middelvind og bølgeforhold i de nordlige deler av Atlanterhavet. Maksimalverdier hadde en tilsvarende trend (Aarnes mfl. 2015).

4.1.5 UV

Ozonlaget beskytter planter, dyr og mennesker mot skadelige UV-stråler fra sola. På 1980- og 1990-tallet ble det observert en gradvis fortykning av ozonlaget de fleste steder på jorda. Hovedårsaken var høye utslipp av ozonnedbrytende stoffer, disse er nå redusert med over 95 %. En startet med UV-målingene i Ny-Ålesund i 1995, i en periode da ozonlaget var på sitt tynneste. Det burde derfor forventes at UV-strålingen viste avtagende tendenser i årene etter 1997, i takt med at ozonlaget ble tykkere. Det er imidlertid vanskelig å trekke slike konklusjoner fra målingene (figur 4.1.5). Det skyldes primært at skydekket varierer sterkt fra år til år og påvirker UV-strålingen i like stor grad som en eventuell ozonøkning.

UV-doser i Ny-Ålesund



Data: Norsk institutt for luftforskning

Figur 4.1.5. UV-doser i Ny-Ålesund fra 1996. Maksimal daglig UV-dose, som opptrer rundt 1. mai, viser store variasjoner fra år til år. Dette skyldes variasjoner i skydekke, ozonlaget og/eller nysnø på bakken. Den høyeste aprildosen for UV er observert i 1997, samme året som det var rekordlave ozonverdier. Fra MOSJ, NILU.

4.1.6 Årsaker til status og endringer i klima

I mange år har overflatetemperaturen i Arktis økt dobbelt så mye som det globale gjennomsnittet. Den globale temperaturøkningen skyldes menneskeskapte utslipp (IPCC 2014). At temperaturen stiger dobbelt så raskt i Arktisk, skyldes hovedsakelig at havisdekket har blitt mindre som følge av global oppvarming, og at det mørke havvannet absorberer mer energi fra solen nå enn det den lyse isen gjorde før. På toppen av denne trenden kommer naturlig variabilitet. Årsaken til de observerte variasjonene i innstrømming av Atlanterhavsvann er knyttet til variasjoner i vindforholdene vest i Barentshavet. Disse kan igjen henge sammen med fenomener på nordatlantisk skala og særlig Den nordatlantiske oscillasjon (NAO). NAO er det sterkeste klimamønsteret vinterstid og representerer variasjon i forskjellen i lufttrykk ved havoverflaten mellom lavtrykket i nord (Island) og høytrykket lengre sør (Azorene). NAO er kjent for å påvirke vind og nedbørsmønstre (Hurrell mfl. 2003).

Økte temperaturer i hav og luft bidrar til redusert havisdekke, noe som altså gir en selvforsterkende effekt. Mengden Atlanterhavsvann som strømmer inn fra Norskehavet er en annen faktor som varierer mellom år og som er viktig for utviklingen i vanntemperatur og isdekke i Barentshavet. Mer lokale havstrømmer og nedbør påvirker også havisen, men innen så store områder som indikatoren dekker vil enkelthendelser av lokal art påvirke minimalt over tid. Havisutbredelse i Barentshavet er en mer robust indikator for lokal klimautvikling enn i Framstredet mellom Svalbard og Grønland, hvor den også overvåkes, men havisutbredelsen der er sterkt påvirket av prosesser i Polhavet.

4.1.7 Konsekvenser for økosystemet av endringer i klima

Dette er beskrevet i kapittel 3.

4.1.8 Fremtidsbilder

4.1.8.1 Mulig temperaturutvikling i atmosfære og hav

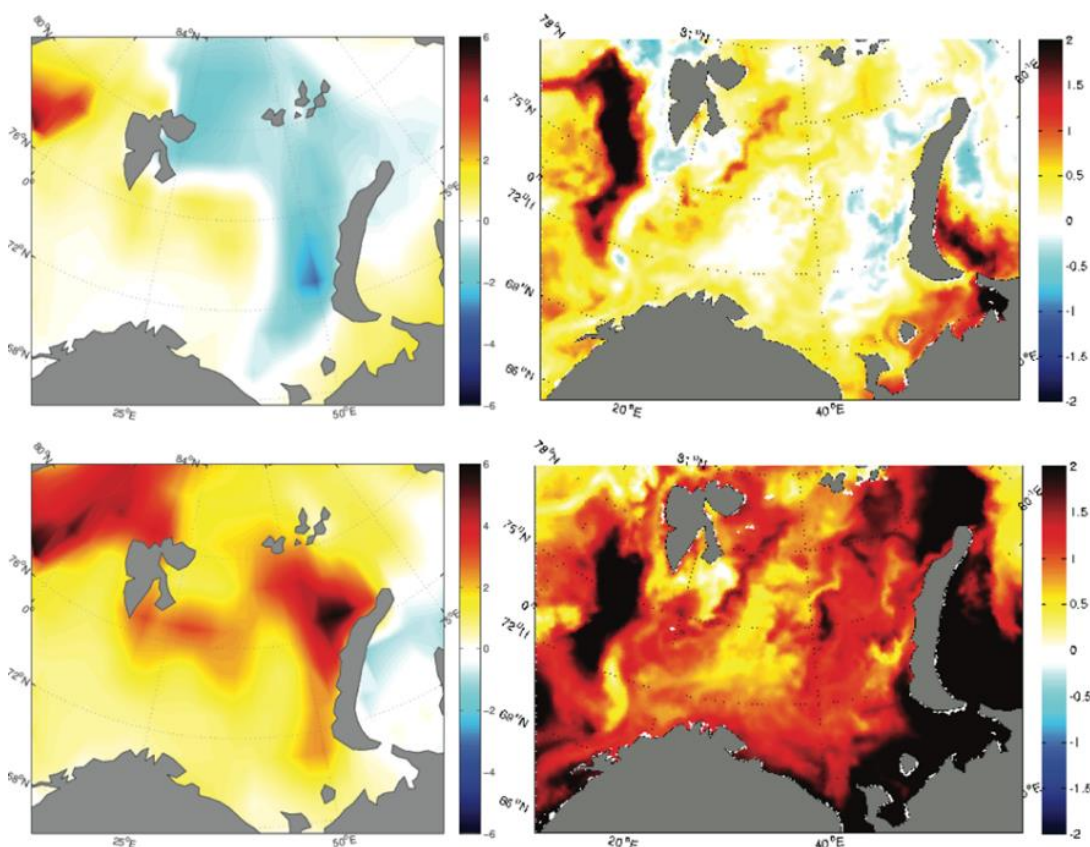
Det som skjer i Barentshavet påvirkes av prosesser på større skala. Innstrømmingen av atlantehavsvann til Barentshavet er et ledd i den atlantiske meridionale omveltningen (AMOC), det vil si der varmt og salt vann transporteres nordover nær overflaten, avkjøles, for deretter å synke ned og strømme sørover på større dyp. Barentshavets beliggenhet er helt sentral i forhold til denne varmeutvekslingen og dypvannsdannelsen. En økning i overflate-temperaturen som følge av global oppvarming sammen med redusert saltholdighet som følge av ismelting og økt nedbør vil sannsynligvis gjøre at AMOC blir svekket i løpet av det 21. århundret.

Modellresultatene presentert her for lufttemperatur er hentet fra den norske jordsystemmodellen NorESM, mens overflatetemperatur i havet er nedskalert fra NorESM med den regionale havmodellen ROMS. Scenariet som er brukt for fremtidig utslipp av klimagasser er RCP4.5, som er et av utslippsscenarioene FN's klimapanel (IPCC) arbeider med. Dette scenariet innebærer en ekstra varmetilførsel på 4,5 W/m² til jord-atmosfæresystemet i år 2100 i forhold til førindustriell tid (1765). I RCP4.5 vil klimagasskonsentrasjonene i atmosfæren øke noe frem mot 2060, men stabiliseres ved slutten av århundret. Her har vi sett på fremtidsendringer i to

perioder, 2026-2035 og 2060-2069. Det er sammenlignet med klima i perioden 2010-2019.

Basert på modellkjøringen forventer en at lufttemperaturen om vinteren vil gå ned med 1-2 grader i det meste av det nordlige og østlige Barentshavet frem mot midten av 2030-årene, noen steder litt mer (figur 4.1.6). Dette er sammenfallende med områder der sjøtemperaturen går ned og is-konsentrasjonen og -tykkelsen går opp. Dette skyldes som nevnt mest sannsynlig naturlig variabilitet, og da spesielt Den atlantiske multidekadske oscillasjon (AMO), som representerer storskala temperaturvariasjoner i Atlanterhavet som svinger med en periode på 60-70 år. I 2060-årene forventes situasjonen å være motsatt, med en temperaturøkning på opp mot 6 grader i nordøst. Om sommeren forventes det en økning på opp til 2 grader, noe mer i den siste perioden enn i den første. Den største endringen i den siste perioden er forventet å finne sted nord for Barentshavet.

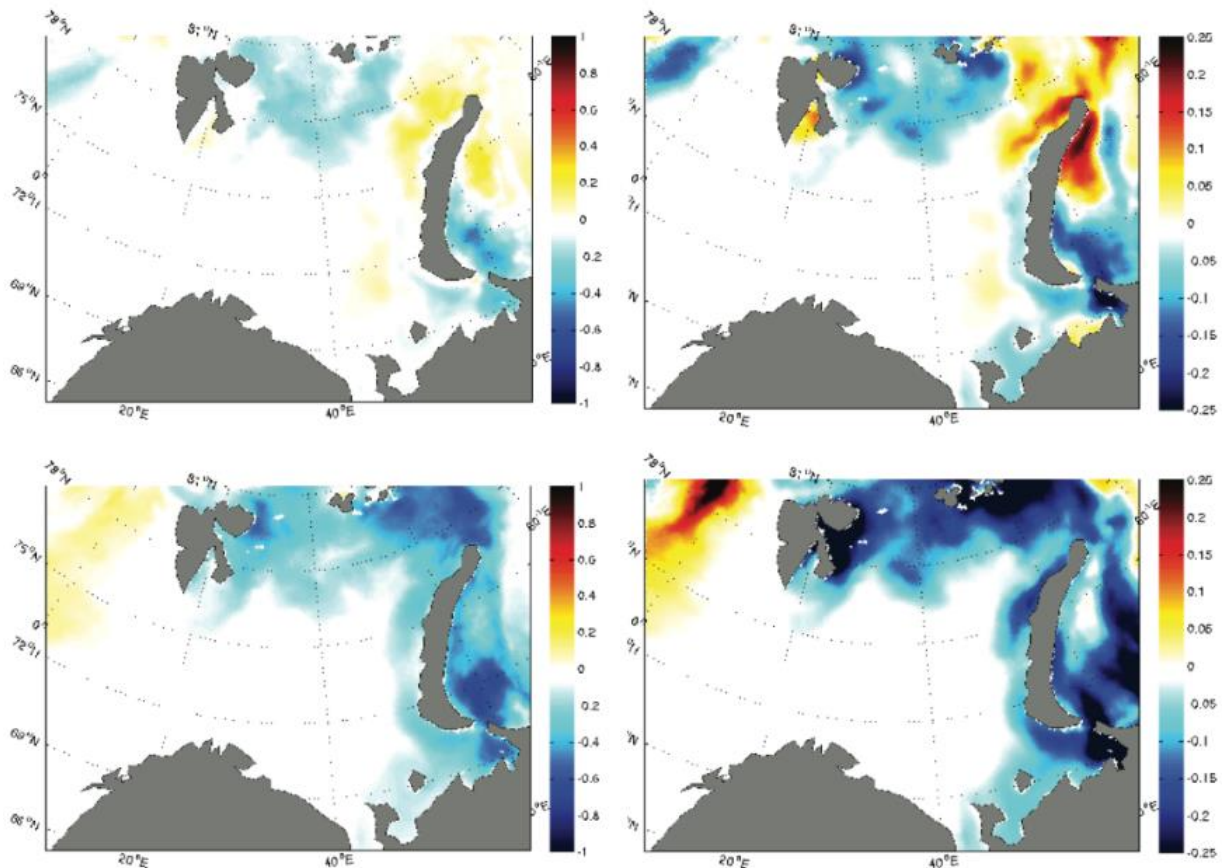
For temperatur i havet forventes endringene om vinteren generelt å være preget av en oppvarming på rundt 0,5 grader, med unntak av noen områder med tilsvarende avkjøling vest for Novaja Semlja i den første perioden. I den andre perioden forventes oppvarmingen å øke med ytterligere 0,5 grader og enda mer i den nordøstlige delen. Om sommeren forventes temperaturøkningene å være noe mindre. Den største økningen på 1-1,5 grader forventes i den nordligste halvparten av Barentshavet, mens den i sør forventes å ligge på rundt 0,5 grader. Det forventes noe større økning i den siste perioden enn i den første.



Figur 4.1.6. Forventede endringer basert på modellkjøring for atmosfæretemperatur (venstre) og overflatetemperatur i havet (høyre) for mars fra 2010-2019 til henholdsvis 2026-2035 (øverst) og 2060-2069 (nederst).

4.1.8.2 Mulig utvikling for havis

Når det gjelder den fremtidige utviklingen av havisen i Barentshavet har (Overland og Wang 2007) publisert resultater fra ulike modeller og for ulike arktiske regioner. De fleste av modellene viser en nedgang av vinterhavisutbredelsen for Barentshavet mot året 2100, og flere av disse modeller viser lite havis i Barentshavet i 2100. Figur 4.1.7 viser endringer i mengde havis ut fra resultater fra modellkjøringene beskrevet i kapittel. 4.1.7.1.



Figur 4.1.7. Forventede endringer basert på modellkjøring for iskonsentrasjon (venstre) og istykkelse (høyre) for mars fra 2010-2019 til henholdsvis 2026-2035 (øverst) og 2060-2069 (nederst).

Det er nye publikasjoner, utredninger og aktivitet forventet i løpet av 2017 og de kommende årene. Innen AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) kommer utredningene «SWIPA (Snow, Water, Ice, Permafrost in the Arctic) follow up» og AACA (Adaptation Actions for a Changing Arctic) til å bli publisert. Rapporten «SWIPA follow up» kommer til å ha et eget kapittel om havis i Arktis. AACA inneholder deler om Barentsregionen. Et nytt stort forskningsprosjekt med navn «Arven etter Nansen» er foreslått å gjennomføres i den nordlige delen av Barentshavet. Prosjektet inneholder bl.a. prosesstudier med *in situ*-målinger av havisegenskaper i ulike årstider, samt observasjoner fra helikopter og satellitt. Mer om dette kan leses i vitenskapsplanen til initiativet «Arven etter Nansen» ((Eldevik mfl. 2015), se spesielt avsnittene 2.1 og 2.4).

4.1.9 Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning

Elementer som vurderes

Ytre påvirkning på klima i Barentshavet skjer i hovedsak gjennom utslipp av klimagasser (IPCC 2014). Andre faktorer, som utslipp av sotpartikler, kan også ha betydning (Quinn mfl. 2011). Her vurderes ikke endringer i disse utslippene direkte. Det som er vurdert er endringer i klima. Koblingen mellom endringer i klima og menneskelig påvirkning er drøftet i kapittel 4.1.6. Viktige punkter er at overflatetemperaturen i Arktis har økt dobbelt så mye som det globale gjennomsnittet i mange år, og at den globale økningen skyldes menneskeskapt utslipp (IPCC 2014). At temperaturen stiger dobbelt så raskt i Arktisk, skyldes hovedsakelig at havisdekket har blitt mindre som følge av global oppvarming, og at det mørke havvannet absorberer mer energi fra solen nå enn det den lyse isen gjorde før.

Følgende aspekter av klima vurderes: Havtemperatur, havis, vannmasser og havstrømmer, UV samt vannstand, bølger og vind. For temperatur og havis er det gitt vurdering av både endringer de siste årene og videre utvikling. Posisjon til polarfronten og iskanten, to viktige klimaparametere i Barentshavet som også definerer to særlig verdifulle og sårbare områder, blir vurdert i andre rapporter.

Endringer i ytre påvirkning

Temperatur

Havtemperaturen har vist en økende trend i Barentshavet de siste 40 årene. Den nådde et foreløpig maksimum i 2006, sank til nær langtidsmidlet i 2009, men har siden steget igjen og var på høsten 2016 godt over langtidsgjennomsnittet.

Modellkjøringer viser at det generelt kan forventes en økning på rundt 0,5 grader om vinteren frem mot midten av 2030-tallet (med unntak av tilsvarende avkjøling i noen områder vest av Novaja Semlja). Frem mot 2060-årene forventes det en ytterligere økning på 0,5 grader og enda mer i den nordøstlige delen. Den største økningen på 1-1,5 grader forventes å finne sted i den nordligste halvparten av Barentshavet, mens den i sør ligger på rundt 0,5 grader. Det forventes noe større økning i den siste perioden enn i den første.

For lufttemperatur tyder modellkjøringen på at det kan forventes en nedgang frem mot 2030-årene fulgt av en økning i konsentrasjon og tykkelse av havis. Dette skyldes mest sannsynlig naturlig variabilitet. Frem mot 2060-tallet forventes en økning i lufttemperatur, til dels betydelig i nordøst, hvor temperaturen kan øke rundt 6 grader.

Havis

Nedgangen i utbredelse av havis i Barentshavet har fortsatt siden 2009. Siden satellittmålingene startet i 1979, er nedgangen i isutbredelsen per tiår nå estimert til 9,7 prosent i april (som mer maksimumsmåneden) og 14,7 prosent september (som er måneden med minst is). I september har området vært isfritt i mange år. For april ble det i 2016 målt den minste utbredelsen siden målingene startet i 1979.

Mange modeller viser at det kan forventes nedgang av vinterhavisutbredelsen for Barentshavet mot året 2100. Flere av disse modeller viser veldig lite havis i Barentshavet i 2100. Den siste publiserte oppsummeringen om slike modeller for Barentshavet er fra 2007

(Overland og Wang 2007). Det er forventet nye publikasjoner og utredninger om temaet i løpet av 2017 og de kommende årene.

Vannmasser og havstrømmer

Atlantehavsvann og kystvann strømmer inn i Barentshavet i sørvest og er avgjørende for det marine klimaet i dette havområdet. Fordi det innstrømmende vannet jevnt over er varmere enn vannet i Barentshavet, kan høy innstrømming gi økning i temperatur og omvendt.

Innstrømningen varierer i perioder på flere år, og den var betydelig lavere i årene frem mot 2002 enn i årene 2003–2006. 2006 var et ekstremår hvor mengden atlantehavsvann som strømmet inn var på sitt største (vinteren 2006) men også svært liten (høsten 2006). Etter det holdt innstrømningen seg forholdsvis lav i mange år. Vinteren 2014-2015 økte innstrømningen igjen, og den har holdt seg høy siden. Gjennom hele 2015 og frem til og med våren 2016 var det med unntak av mars, høy og relativt stabil innstrømning med verdier rundt 1 Sv over langtidsmiddelet. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til mai 2016, så det er ikke kjent hvordan innstrømningen var i resten av 2016.

Vannstand, bølger og vind

De viktigste bidragene til pågående og forventede endringer i globalt havnivå er varmeutvidelse og økt tilførsel av smeltevann fra breer og iskapper. Det samme gjelder for norske farvann, men havnivået stiger langsommere her fordi landet også stiger som følge av landheving etter forrige istid.

En større analyse av tilgjengelige data har konkludert med at det for perioden 1979-2012 var ingen eller en svakt negativ årlig trend i middelvind og bølgeforhold i de nordlige deler av Atlanterhavet. Maksimalverdier hadde en tilsvarende trend (Aarnes mfl. 2015).

UV

På 1980- og 1990-tallet ble det observert en gradvis fortykning av ozonlaget de fleste steder på jorda. Hovedårsaken var høye utslipp av ozonnedbrytende stoffer. Disse er nå redusert med over 95 %. En startet med UV-målingene i Ny-Ålesund i 1995, i en periode da ozonlaget var på sitt tynneste. Det burde derfor forventes at UV-strålingen viste avtagende tendenser i årene etter 1997, i takt med at ozonlaget ble tykkere. Det er imidlertid vanskelig å trekke slike konklusjoner fra målingene (se figur 4.1.5). Det skyldes primært at skydekket varierer sterkt fra år til år og påvirker UV-strålingen i like stor grad som en eventuell ozonøkning.

4.1.10 Kunnskapsbehov

- Mer presise fremtidsbilder.
- Bedre forståelse av hva som styrer år-til-år variasjoner i klima på regional skala.
- Bedre nedskalering (statistisk og dynamisk) fra globale sirkulasjonsmodeller (IPCC klasse) til regionale modeller.
- Bedre kunnskap om økologiske effekter av klimaendringer.

4.2 Plankton

4.2.1 Planteplankton

Satellittmålinger av klorofyll *a* tyder på at biomasse av planteplankton i Barentshavet kan ha vært høyere i årene 2013-2016 enn tidligere i deler av Barentshavet. Dette kan bety at primærproduksjonen kan ha vært høyere i disse årene. Det er uklart om dette eventuelt representerer en trend eller kun mellomårlig variasjon.

Planteplankton står for det meste av primærproduksjonen (dvs. planteveksten) i Barentshavet og utgjør derfor hovedgrunnlaget for resten av økosystemet. I tillegg kan primærproduksjon i isalger, være av betydning (Jin mfl. 2012, Fernandez-Mendez mfl. 2015). Det er imidlertid ikke overvåking av produksjon i isalger, slik at vurderingen her er basert på produksjon i planteplankton.

Biomasse av planteplankton måles fra satellitter som mengde klorofyll *a* gjennom vekstsesongen. Primærproduksjonen kan så modelleres ut fra disse dataene. Disse estimatene av primærproduksjon må tolkes med forsiktighet, fordi en rekke forhold kan gjøre det vanskelig å måle klorofyll fra satellitt. Dette inkluderer skydekke, oppblomstringer i dype lag av overflatevann og under is, oppløste sedimenter, farget organisk materiale samt mulige svakheter i modellene som brukes til å estimere produksjonen (Joint og Groom 2000, Arrigo mfl. 2012, Ardyna mfl. 2013, Assmy mfl. 2017). Det er også verd å merke seg at satellittmålt primærproduksjon ikke fanger opp variasjon i sammensetning av planteplanktonarter (Assmy mfl. 2017). Slik variasjon kan ha stor betydning for artene som beiter på planteplankton og videre i økosystemet.

Målinger av klorofyll viser at biomasse av planteplankton gjennom vekstsesongen kan ha økt i de østlige delene av Barentshavet i årene 2013-2016. Det kan også ha vært en mindre økning i havområdene nordvest for det norske fastlandet i den samme perioden. Det er usikkert om disse endringene representerer en trend eller kun variasjon mellom ulike år. Videre viser en analyse en nær signifikant økning i primærproduksjon fra 1998 til 2011 (Dalpadado mfl. 2014). Basert på mer omfattende analyser er det konkludert at primærproduksjonen for hele Barentshavet øker som følge av nedgang i utbredelse av havis (Dalpadado mfl. 2014).

Variasjon i biomasse av planteplankton mellom år er sannsynligvis i første rekke forårsaket av variasjon i størrelse på isfrie områder, som igjen er relatert til temperatur (Dalpadado mfl. 2014).

I perioden 2008-2010 ble det gjort flere observasjoner av sørlige arter av planteplankton i Barentshavet. Etter dette har varmekjære arter knapt blitt observert.

Kunnskapsbehov

- Bedre representasjon av isalger og planteplankton under is i modeller som brukes til å estimere primærproduksjon og andre relevante modeller.
- Økt forståelse for betydning av endring i artssammensetning av planteplankton for dynamikk i økosystemet i Barentshavet. Parallelt behov for økt overvåking av arts-sammensetning av planteplankton.

4.2.2 Dyreplankton

Dyreplankton spiser planteplankton og er selv mat for fisk og andre planktonspisende dyr. De er derfor det viktigste bindeleddet mellom primærproduksjonen og store deler av økosystemet i Barentshavet, inkludert de store fiskebestandene. Biomassen av dyreplankton varierer mellom år og har økt de siste årene. De senere årene har mengden av varmekjære dyreplanktonarter økt i Barentshavet mens mengde av viktige arktiske arter har minnet. Dette kan gi dårligere næringsforhold for arktiske planktonspisere som er avhengige av fettrike arktiske dyreplankton.

Biomasse av dyreplankton i Barentshavet måles tidlig om høsten. Biomassen varierer fra år til år. Siden midt på 1990-tallet har mengden dyreplankton gått ned noe og var i 2013 på et relativt lavt nivå. Etter dette har biomassen økt, og var i 2015 over langtidsgjennomsnittet. I 2016 var verdiene noe lavere, men fortsatt over langtidsgjennomsnittet. Årsaken til dette er ukjent.

Parallelt med at områdene med kalde arktiske vannmasser har minnet siden rundt år 2000, har mengden av typiske kaldtvannarter i Barentshavet minnet. Et eksempel er amfipoden *Themisto libellula* (svartåte) som er et viktig byttedyr for polartorsk og en rekke andre arter i de arktiske delene av økosystemet i Barentshavet. Samtidig har flere studier vist at mengden av den mer varmekjære amfipoden *Themisto abyssorum* har økt, både i Barentshavet og i Framstredet. I tillegg er det observert økende antall av sørlige krillararter som *Meganyctiphanes norvegica* og *Nematoscelis megalops* i Barentshavet.

Hoppekreps er en annen gruppe hvor det er observert endringer i utbredelse og mengdeforhold av ulike arter. Hoppekreps utgjør en stor del av dyreplanktonet i Barentshavet og domineres av artene i *Calanus*-slekten. Tre arter forekommer i store deler av Barentshavet: *Calanus finmarchicus* (raudåte), *Calanus glacialis* (isåte), og *Calanus hyperboreus* (feitåte). Mens *C. finmarchicus* dominerer i de atlantiske vannmassene, er *C. glacialis* og *C. hyperboreus* i første rekke knyttet til kaldere arktiske vannmasser. Sammensetningen av disse artene overvåkes langs Fugløya–Bjørnøya-snittet i den sørvestlige delen av Barentshavet. Her var forekomsten av *C. finmarchicus* relativt stabil i perioden 1995-2009, til tross for svingninger fra år til år. I 2010 ble det registrert en meget høy forekomst (årgjennomsnitt), og med unntak av en uvanlig lav forekomst i 2013, har denne arten vært tallrik etter 2010. Samtidig har forekomsten (årgjennomsnittet) av *C. glacialis* vært relativt lav siden et par høye forekomster sent på nittitallet. Det har i alle årene vært registrert relativt lite *C. hyperboreus*, med unntak av årene 2002-2004. I tillegg har den mer varmekjære arten *Calanus helgolandicus* i de senere årene blitt observert langs Fugløya–Bjørnøya-snittet. Denne arten har i økende grad blitt observert i Nordsjøen og den sørlige delen av Norskehavet. Med høyere sjøtemperatur er det forventet at den vil spre seg med havstrømmer inn i mer nordlige havområder. Denne arten er tidvis tilstede ved inngangen til Barentshavet, men mengdene er svært lave. *C. helgolandicus* gyter om høsten, og de største mengdene av arten blir derfor funnet i perioden desember-februar. Da er mengden opp mot en fjerdedel av mengden *C. finmarchicus*. Andre deler av året utgjør *C. helgolandicus* oftest < 1 % av mengden *C. finmarchicus*.

Årsaken til at arktiske arter er på tilbakegang i Barentshavet mens mengden av mer varmekjære arter er som antydnet ovenfor knyttet til økning i temperatur. Mengden *C.*

finmarchicus i Barentshavet kan også påvirkes ved tilførsel med innstrømmende vannmasser fra sørlige områder (Torgersen og Huse 2005).

Generelt er arktiske dyreplanktonarter mer fettrike enn de mer varmekjære artene. Et skifte i retning av mer varmekjære arter kan derfor få konsekvenser for artene som beiter på dyreplanktonet med konsekvenser for andre deler av økosystemet. Det ser særlig ut til at arktiske planktonpisere er avhengige av en fettrik diett, og disse artene kan derfor være utsatt for den typen endringer vi ser i dyreplanktonsamfunnet i Barentshavet mfl. 2012).

Kunnskapsbehov

- Klimaendringene vil ha effekter på dyreplankton som igjen kan få konsekvenser for resten av økosystemet. Det er i dag overvåking av artssammensetning av dyreplankton i Fugløya–Bjørnøya-snittet som kan fange opp slike effekter. Det er behov for å etablere tilsvarende overvåking i flere områder i Barentshavet (dvs. opparbeiding av arts-, stadie- og lengdedata i de relevante områder).

4.3 Bentos

Det har vært observert betydelig variasjon i biomasse av bunndyr i ulike deler av Barentshavet i de senere årene. I østlige områder kan noe av dette skyldes økt predasjon fra snøkrabbe. Bestanden av dypvannsreke har økt noe og er over langtidsgjennomsnittet. Bestanden av snøkrabbe sprer seg vestover og nordover, men har fortsatt sin hovedutbredelse i russisk del av Barentshavet. Betydelige forekomster i norsk del av Barentshavet ble registrert første gang i 2013, og siden den gang har antall observasjoner og mengde økt. Bestanden av kongekrabbe er stabil, og det frie fisket vest for 26° øst ser foreløpig ut til å være effektivt for å hindre spredning vestover.

Bunndyr generelt

Biomassen av bunndyr har endret seg i de siste årene. Noen av disse endringene kan skyldes at mengden snøkrabber har økt i områdene. I områdene med mye snøkrabbe har mengden av andre bunnlevende krepsdyr minket, og det samme gjelder mengden av pigghuder. Også i det sørlige Barentshavet og vest for Svalbard ser biomassen og antall individer av bunndyr ut til å reduseres. De største mellomårlege biomasse svingningene hos bunndyr er registrert i nord. Det arbeides med å finne ut hvilke dyregrupper som omfattes av disse endringene.

Flere sørlige arter er registrert lenger nord og øst i Barentshavet, som for eksempel sjøpølsen rødpølse (*Parastichopus tremulus*). Dette skyldes antagelig temperaturøkningen som har vært i Barentshavet.

Gjennom MAREANO og økosystemtoktet har en siden 2009 fått mye ny informasjon om utbredelse av bunndyr. I den norske delen av Barentshavet er artsrikdommen høy, og spesielt store mengder av bunndyr (både i antall individer og biomasse) er funnet på og rundt Sentralbanken, på Spitsbergbanken og nordøst for Svalbard. Høy biomasse av bunndyr, uten at de er hyppige i antall, er funnet i det sørvestlige Barentshavet og langs kontinental-skråningen vest for Svalbard. Blant annet er det store forekomster av svamp på Tromsøflaket i sørvest. Artsrikdommen er generelt høyere i det nordlige Barentshavet enn i sør.

Dypvannsreke

Bestanden av dypvannsreke har økt litt i forhold til langtidsgjennomsnittet og de høyeste konsentrasjon ble registrert i sentrale deler og sør-øst for Svalbard. Det er ingen betydelige endringer i størrelsen på bestanden, men fordelingen av dypvannsreker har flyttet seg mot nordøst og det har blitt mindre reke på de tradisjonelle fiskefeltene i vest.

Snøkrabbe

Snøkrabbe ble fanget i norske farvann første gang i 2004. Siden den gang har forekomstene av arten økt. I 2013 ble det første gang registrert høye forekomster av snøkrabbe på norsk sokkel i Barentshavet og arten har siden stabilisert seg i norsk sone. Hovedkonsentrasjonen av bestanden er fortsatt øst i Barentshavet i russisk økonomisk sone i nordøstlig del, vest og sør for Novaja Semlja. Sannsynligvis er dette oppvekstområder for snøkrabben. Bestandsutviklingen av snøkrabbe i Barentshavet vil være knyttet til størrelsen på det framtidige utbredelsesområdet. Samtidig vil bestandsstørrelsen være avhengig av årsklassestyrken som kan variere. Det er kjent at snøkrabbebestanden har økt betraktelig de siste årene og det antydes at biomassen kan være 50 % av biomassen til rekebestanden og den er mange ganger større enn kongekrabbebestanden. De to siste årene har det blitt fisket betydelig i Smutthullet og i vernesonen rundt Svalbard. Dette fiskeriet har betydning for den fangstbare delen av bestanden. I kapittel om fremmede arter (kapittel 4.6) er det vurdert hvordan snøkrabben kan spre seg videre i Barentshavet og hvilken påvirkning den kan ha på øvrige arter i økosystemet.

Kongekrabbe

Kongekrabbe i norsk sone ble kartlagt høsten 2016 ved bruk av trål og teiner. Estimatene av totalbestanden (krabber med > 70 mm skallengde) i det kvoteregulerte området har vært relativt stabilt de siste 7 årene og omfatter ca. 3 millioner individer. Bestanden av små kongekrabber lar seg ikke måle med denne metoden.

Den første observasjonen av kongekrabbe ble gjort i Varangerfjorden for 40 år siden. Siden har bestanden av kongekrabbe spredt seg og økt i antall. I dag er den utbredt i et belte fra grensen mot Russland i øst til og med grensen mellom Finnmark og Troms. En videre spredning av kongekrabbe vestover og sørover holdes nede gjennom et fritt fiske i et område vest for Nordkapp. De siste årenes undersøkelser og fritt fiske viser at kongekrabben har en minimal utbredelse utenfor 10 nautiske mil fra land. Dette kan skyldes at kongekrabbebestanden beskattes hardt utenfor det kvoteregulerte området. Det kan også skyldes at dens vandringsmønstre er mer knytta til kystnære områder og at den finner de leveområder de har behov for i forskjellige livsfaser i disse områdene.

Årlige tokt viser at kongekrabben alltid etablerer seg først innerst i store eller små fjorder før den vandrer ut i fjorder eller sund. Utbredelsen vestover langs kysten har ikke endret seg vesentlig siden 2009, men det fanges fortsatt mest kongekrabbe rundt Sørøya i Vest-Finnmark. I Øst-Finnmark er tettheten av kongekrabbe lik i de fire hovedfjordene Varangerfjorden, Tanafjorden, Laksefjorden og Porsangerfjorden.

I kapittel om fremmede arter (kapittel 4.6) er det vurdert hvordan kongekrabben påvirker de øvrige arter i økosystemet.

Kunnskapsbehov

- Endringer bunndyrsamfunnene må følges over tid for å kunne skille effekter av menneskelig påvirkning fra naturlige variasjoner. Dette vil bli fulgt opp gjennom overvåking av 19 forskjellige bunndyrsamfunn.
- Det er behov for å utvikle indekser som skal følge biomassen av trål-sårbare arter i rom og i tid. Dette vil bli gjort i 2017 og 2018.
- Det er behov for kunnskap om spredning av nye arter (i første rekke snøkrabbe)
- Det er behov for kunnskap om hvordan bunndyrssamfunn påvirkes av temperatur- endringer, tråling og predasjon fra snøkrabbe. Endring i bunnsamfunnene som følge av predasjonen fra snøkrabbe bør overvåkes i norsk område øst for Svalbard. Det er spesielt behov for denne kunnskapen for arktiske bunndyrsamfunn, men også et behov for større deler av Barentshavet.

4.4 Fisk

Bestanden av torsk i Barentshavet er fortsatt i svært god forfatning, etter en mindre nedgang de siste årene, og gytebestanden ligger på et nivå som er langt over gjennomsnittet av målingene i de 70 år som har gått siden systematiske registreringer startet. De siste årene er det dessuten registrert en mer nordlig utbredelse. Bestanden av snabeluer har hatt en positiv utvikling, med god rekruttering de senere årene. Bestanden av vanlig uer har siden tidlig på 1990-tallet vist en sviktende rekruttering. Til tross for stadig strengere vernetiltak, er bestanden fortsatt i nedgang og er nå mindre enn noensinne. I den norske rødlista fra 2015 er bestanden karakterisert som «sterkt truet». Polartorskbestanden har avtatt i flere år, men viste en kraftig oppgang fra 2015 til 2016.

Fiskebestander

Overvåking av fiskebestandene gir ganske presise estimater på bestandsutviklinger for de kommersielt utnyttede artene, men er et usikkert grunnlag for å beregne samspill mellom arter. De kommersielle fiskebestandene er i god forfatning, med unntak for vanlig uer der det er sterk grunn til bekymring. Vurderingene av bestandene kan finnes på Havforskningsinstituttets hjemmesider, i arbeidsgrupperapporter fra det internasjonale havforskningsrådet ICES (ICES 2016a, ICES. 2016). I dette kapittelet presenteres både indikatorartene og andre viktige arter for fiskeri og økosystemet.

Torsk

Både totalbestanden og gytebestanden vokste raskt etter 2006 og nådde toppen i 2013. Deretter har bestanden vist en mindre nedgang, men både totalbestanden og gytebestanden er fremdeles godt over langtidsgjennomsnittet for 1946-2015. Bestanden har god reproduksjonsevne og har en bærekraftig beskatning. Gytebestanden i 2016 er beregnet til 1,1 millioner tonn, mens totalbestanden er beregnet til 2,9 millioner tonn.

Utbredelsesområdet for torsk har i de siste årene endret seg ved at den har spredd seg over et stadig større leveområde i Barentshavet, noe som trolig henger sammen med høyere temperaturer og store isfrie områder. Vekst og kjønnsmodning ser så langt ikke ut til å være påvirket av denne endringen og bestandsstørrelse. En stadig større del av den gytemodne torsken (skrei) blir fisket nord for det tradisjonelle hovedgyteområdet i Lofoten. Mye skrei er fisket langs kysten nordover fra Lofoten til Sørøya (et tradisjonelt gyteområde) og på kysten av Vest-Finnmark. Fenomenet er ikke nytt; også i perioden 1930–1950 var det en nordlig

gyting. Dette er vist i fangststatistikk (SSB, leveranser av rogn og torsk fordelt på områder langs kysten). I perioden 1930–1950 var det som i dag varmere enn normalt i havet, som kan være en av hovedgrunnene til at gyteområdene flytter seg nordover.

Hyse

Hyse er ikke inkludert i forvaltningsplanens indikatorsett. Selv om bestandens utvikling ikke blir fulgt gjennom forvaltningsplanens indikatorer så er det en viktig kommersiell bestand med utbredelse og biomasse om har betydning for økosystemet. Bestanden gjennomgikk en metoderevisjon i 2015, og endringen av metodikk førte til en kraftig oppjustering av bestanden.

I 2016 klassifiserte ICES hysebestanden til å ha god reproduksjonsevne og bærekraftig beskatning. Gytebestanden nådde en topp i 2015 og ligger høyt over langtidsgjennomsnittet. Gytebestanden av hyse er foreslått til å bli innlemmet som indikator i forvaltningsplanen for Barentshavet.

Lodde

Loddebestanden var etter 2008 relativt stabil i flere år, men i løpet av de siste to årene har bestanden blitt så sterkt redusert at det kommersielle fisket ble stengt fra og med 2016. Både den totale loddebestanden og den modne bestanden ble estimert å være så liten at ICES ikke tilrådte et fiskeri. Den vedtatte høstingsregelen for lodde tilsier at det ikke skal åpnes for et fiske dersom det er mer enn 5 % sannsynlighet for at gytebestanden kan falle under 200 000 tonn ved gytetidspunktet.

Kolmule

Kolmule er en av de mest tallrike fiskebestandene i de midterste vannlagene i Nordøst-Atlanteren. Mindre deler av ungfiskbestanden oppholder seg i Barentshavet, og moderate mengder av ung kolmule er observert i Barentshavet i de siste årene. De høyeste nivåene av ung kolmule i Barentshavet ble observert rundt 2005. Historisk lav fangst i perioden 2011-2013 i kombinasjon med økt rekruttering førte til en oppgang i totalbestanden etter mange år med reduksjon. Gytebestanden beregnes til å ligge godt over føre-var-nivået (B_{pa}) på 3,3 millioner tonn.

Blåkveite

I 2015 ble en ny modell tatt i bruk for å beregne størrelsen på blåkveitebestanden, som viser at bestanden ligger over et føre-var-nivå på 500 tusen tonn fangstbar bestand, et føre-var-nivå som ble fastsatt i 2016.

Vanlig uer

Bestanden av vanlig uer har hatt sviktende rekruttering helt siden 1990-talet. Toktresultat og fangstrater fra trålfisket de senere årene viser en bestand i klar nedgang, til en bestand som nå er mindre enn noensinne. Årsklassene i det siste tiåret har vært svært svake, og mengden av umoden fisk har stadig gått nedover. Bestanden er klassifisert som sterkt truet art på den norske rødlista.

Fisket etter vanlig uer er begrenset ved hjelp av bifangstregler, fredningstid og i mindre grad også redskapsreguleringer. Fra og med 2015 ble i prinsippet alt direkte fiske etter vanlig uer forbudt for alle redskapsgrupper, og bifangstreglene ble ytterligere strammet inn i 2016.

Snabeluer

Bestanden av snabeluer har hatt en positiv utvikling med god rekruttering i de senere årene og ICES vurderer forvaltningen av bestanden til å være bærekraftig. ICES anbefaler en videreføring av eksisterende tiltakene for å beskytte yngel og ungfisk.

Polartorsk

Bestanden av polartorsk i Barentshavet har tilsynelatende blitt redusert betydelig. Den ble høsten 2015 målt til 148 000 tonn, det laveste nivået som er målt siden 1990, og bestanden er karakterisert som «nær truet» på den norske rødlisten. Høsten 2016 ble bestanden imidlertid målt til 939 000 tonn som er i nærheten av langtidsgjennomsnittet, og dette skyldes først og fremst en sterk 2015-årsklasse. Store variasjoner mellom år kan også ha sammenheng med at bestanden flytter seg ut og inn av området med bestandsestimering. Rødlistestatusen til bestanden har ikke vært diskutert etter denne målingen.

Norske fiskere har i liten grad drevet et fiske etter polartorsk, og fra 1. januar 2016 ble det forbudt å fiske polartorsk med pelagisk trål og not.

Kunnskapsbehov

- Samlet er det behov for å øke innsatsen i kartlegging og økosystemovervåking på følgende felt:
 - Det er behov for å kartlegge klimarelaterte endringer i utbredelse for de viktigste kommersielle fiskeartene samt polartorsk. Det er også viktig å kartlegge endringer i fiskeriaktivitet som følge av dette, blant annet fordi fiskeriene forventes å flytte inn i tidligere isdekkede og uberørte områder.
 - Det er behov for å kartlegge bunndyr i tidligere uberørte områder før det eventuelt settes i gang betydelig trålfiske, fordi tråling kan føre til betydelige endringer i biotop og økosystem, som igjen kan ha ringvirkninger på alle fiskearter, inkludert de kommersielle fiskebestandene.
 - Det er behov for bedre forståelse av hvilke faktorer som påvirker rekruttering og vekst i fiskebestandene. Som en del av dette er det behov for bedre forståelse av trofiske interaksjoner mellom ulike fiskearter og mellom fisk og andre typer organismer. Det er spesielt behov for mer kunnskap om hvordan bestandene av torsk, hyse og sei påvirkes av kollaps i bestandene av lodde og polartorsk.

4.5 Sjøfugl og sjøpattedyr

4.5.1 Sjøfugl

Nesten alle sjøfuglindikatorer viser en nedgang i hekkebestandene, både i de siste ti årene og samlet over tidsperioden de har vært overvåket. Dette gjelder både lomvi og krykkje langs fastlandskysten og polarlomvi og lunde i hele området. Mattilgang i hekketida er viktig, og det er åpenbart at de negative endringene for de fleste sjøfuglartene skyldes redusert næringstilgang. Det er imidlertid vanskelig å konkludere med hva endringene i næringstilgangen skyldes, men sekundæreffekter av klimarelaterte endringer, lavere produksjon av byttedyr eller uttak av fiskeressurser har vært foreslått

Lomvi

Tilstanden for den nordnorske bestanden av lomvi er svært alvorlig, det kan være et tidsspørsmål før arten forsvinner som hekkefugl i mange fuglefjell langs norskekysten (Erikstad mfl. 2007). Dette gjelder spesielt for koloniene på Vedøy og Hjelmsøy der hekkebestandene i 2016 var 99 prosent lavere enn hva de var ved begynnelsen av 1980-tallet da overvåkingen startet. Lomvibestandene på Hornøya og Bjørnøya er i økning, det samme med bestanden av lomvi på Hjelmsøya som hekker skjult i steinur. Både lomvi og krykkje som hekker langs fastlandskysten er sårbar for forstyrrelser fra en økende havørnbestand (Hipfner mfl. 2012). I noen lomvikolonier observerer man at fuglene i økende grad hekker inne i steinurer der de er mer beskyttet for denne forstyrrelsen.

Polarlomvi

Polarlomvibestanden på Hjelmsøya er i praksis forsvunnet, mens det for bestandene på Bjørnøya og Svalbard er observert bestandsreduksjoner på 25-50 prosent siden slutten av 1990-tallet (Descamps mfl. 2013). Nedgangen på Svalbard ser ut til å henge sammen med en langsiktig oppvarming av vannmassene i polarlomviens vinterområder rundt Island (den sub-atlantiske gyre (Fluhr mfl. 2017)).

Krykkje

Krykkje og andre sjøfugler som henter næringen sin fra havoverflata er kjent for å være mer sensitive for endringer i næringstilgang enn dykkende sjøfugl som f. eks. lunde og lomvi, fordi de utnytter en mindre del av vannsøylen til å hente mat. Det er derfor ikke urimelig å anta at den observerte tilbakegangen i hekkebestandene av krykkje er relatert til næringsforholdene. For eksempel viste (Reiertsen mfl. 2014) at voksenoverlevelsen hos krykkjer på Hornøya var relatert til tilgangen på lodde i hekketiden og en nakensnegl (*Thecosomata spp.*) i overvintringsområdene ved Grand Banks utenfor Newfoundland. Det kreves imidlertid målrettet forskning og overvåking av flere parametere for å belyse alle årsaks-sammenhengene.

Alle krykkjekoloniene langs fastlandskysten, med unntak av Anda i Vesterålen, er redusert med 75-95 prosent siden tidlig på 1980-tallet, mens bestandene på Bjørnøya og Spitsbergen har holdt seg stabile eller vist en svak positiv endring.

Lunde

Lunde kan dykke dypt, og kan derfor fange byttedyr (sild, lodde og tobis) som står langt nede i vannmassene. Lundebestanden på Røst (Hernyken) har vist seg å være avhengig av en god

rekruttering av sildelarver som driver forbi på rett tidspunkt for å ha en vellykket hekkesesong. Selv om bestanden av voksen sild nå er stor, er det ikke gitt at gytesesongene og tilgang på sildelarver er tilsvarende. De ti siste årene, 2007–2016, har således vært svært dårlige, med mer eller mindre fullstendig hekkesvikt for lundene på Røst som resultat. Lundene på Anda har en god tilgang på tobis fra en lokal bestand og kan supplere med dette i år med liten tilgang på sild. Hekkebestanden her er likevel redusert siden begynnelsen av 1980-tallet. Hekkebestanden på Gjesvær har holdt seg stabil, mens den har økt på Hornøya.

Romlig fordeling av sjøfugl

De siste ti årene har leveområdene for de ulike sjøfuglartene ligget fast, og vi ser foreløpig ingen tendens til en nordlig forskyvning. Det er stor variasjon i artenes tallrikhet fra år til år, noe som primært reflekterer vandringer av fugl inn og ut av Barentshavet. De fleste artene har blitt mindre tallrike de siste ti årene. Havsule har spredt seg nord til Bjørnøya.

Generelt for sjøfugl

Mattilgang i hekketida er viktig, og det er åpenbart at de negative endringene for de fleste sjøfuglartene skyldes redusert næringstilgang. I Barentshavet er det spesielt 0- og 1-årig torskefisk, sild, tobis og lodde som er viktige næringsemner for sjøfugl. Spesielt bestandene av ungsild, lodde og polartorsk viser store naturlige bestandssvingninger. Ungsilda i Barentshavet beiter på bl. a. lodde, og man ser derfor sjelden store bestander av disse artene samtidig (Fauchald mfl. 2015). Unge årsklasser av torskefisk som transporteres inn i Barentshavet fra gytefeltene lengre sør er viktige næringsemner for sjøfugl i Barentshavet, og er sannsynligvis bestemmende for plasseringen av de største sjøfuglkoloniene (Sandvik mfl. 2016). Sjøfuglbestandene i Barentshavet kan nyttiggjøre seg de pelagiske fiskebestandene av lodde og sild, i tillegg til tobis og ung torskefisk. De har et mer allsidig næringsgrunnlag enn bestandene i f. eks. Norskehavet, og er derfor mer robuste overfor endringer i næringsgrunnlaget. Krykkjekoloniene i Barentshavet er i sterk tilbakegang, i likhet med de fleste kolonier i Nord Atlanteren. Krykkjene spiser det samme som de pelagiske alkefuglene, og det er tilsynelatende ingen åpenbare endringer i næringsgrunnlaget i Barentshavet som kan forklare den store nedgangen. Det er derfor grunn til å anta at bestandsnedgangen delvis kan skyldes endringer i næringstilgang i overvintringsområdene utenfor Newfoundland (Frederiksen mfl. 2012, Reiertsen mfl. 2014)

Endringer i næringstilgangen for sjøfugl kan skyldes mange faktorer. Lavere produksjon av byttedyr, naturlig predasjon på yngre årsklasser av fisk (f.eks. torsk som spiser ungsild som spiser lodde), uttak av fiskeresurser eller sekundæreffekter av klimarelaterte endringer har vært foreslått (f.eks. (Sandvik mfl. 2005, Reiertsen mfl. 2012, Sandvik mfl. 2012, Sandvik mfl. 2014). Det er for eksempel vist at varmere hav har endret sammensetningen av dyreplankton slik at den mer varmekjære, men ikke fullt så energirike arten hoppekrepsen *Calanus helgolandicus* har tatt over for den mer kuldetolerante og mer energirike raudåta (*Calanus finmarchicus*) (Reygondeau og Beaugrand 2011). Disse endringene påvirker mattilgangen til små planktonspisende fisk som brisling, sild og tobis, men også rekrutteringen av f. eks. torsk (Fauchald mfl. 2015). Denne endringen i planktonsamfunnene påvirker for øyeblikket Nordsjøen mest, men det er ventet at den vil spre seg nordover og påvirke økosystemene i Norskehavet og Barentshavet enten direkte eller indirekte (Frederiksen mfl. 2013). I de siste årene er det observert en voksende makrellbestand som har spredt seg langt nord i Barentshavet. Denne spiser store mengder dyreplankton og små fisk, og er en viktig

konkurrent i sjøfuglernes matfat. Den eneste sjøfuglarten som kan utnytte makrellen er havsule, og den har nå spredt seg nordover i Barentshavet, og hekker nå på Bjørnøya.

Klimaeffektene kan også påvirke sjøfuglbestandene direkte og høyere frekvens av ekstremvær kan påvirke både overlevelse og hekkesuksess. Endringer i klimatiske forhold påvirker også oseanografiske forhold som bestemmer tilgjengeligheten av for eksempel fiskelarver for hekkende sjøfugl. Et nylig publisert studie der man har modellert driften av fiskelarver langs kysten viser at de viktigste fuglekoloniene er lokalisert ved områder med naturlig opphopning av larver (Sandvik mfl. 2016). Hvis klimaendringer endrer oseanografiske forhold i så stor grad at det påvirker driften og retensjonsområdene for torskelarver vil dette kunne få store konsekvenser for sjøfuglbestandene ikke bare i Barentshavet, men langs hele kysten.

Det er målt høye nivåer av miljøgifter i fugleegg (bl.a. i de arktiske artene polarmåke og ismåke, f.eks. Erikstad mfl. 2011, og resultatene gir grunn til bekymring for miljøgifter som påvirkningsfaktor for sjøfugl i norske havområder. Miljøgifter kan påvirke sjøfugl på forskjellig vis, for eksempel gjennom lavere reproduksjon, skjev kjønnsfordeling hos avkom og økt dødelighet (se Bustnes mfl. 2015 og referanser i denne).

En økende havørnbestand påvirker klippehekkende fugl (f.eks. lomvi og krykkje) negativt (Hipfner mfl. 2012). For eksempel er lomviene som tidligere hekket på åpne fjellhyller på Hjelmsøya nå borte, og det er en økende bestand som hekker skjult i steinur.

Kunnskapsbehov

- Det er behov for bedre kunnskap om årsakene til endringer i bestandsstørrelser hos sjøfugl.
- Hvilken betydning har endringer i predatorsamfunnet for sjøfuglkoloniene, og hva er synergieffektene mellom mattilgang og predasjon?
- Hva er tilstanden til tobis langs norskekysten, og hvordan kan den relateres til endringer i sjøfuglsamfunnene?
- Hvordan påvirker endringer i tareskogene næringsforholdene til kystnære sjøfugl?
- Hvordan påvirker klimaendringer tilgangen til fiskeyngel rundt de store sjøfuglkoloniene?
- Hvordan påvirkes migrerende sjøfugl av endringer i det marine miljøet i overvintringsområdene?
- Hvordan påvirker klimaendringer fordelingen av arktiske og subarktiske næringsnett i Barentshavet og hvordan påvirker dette sjøfuglsamfunnene?

4.5.2 Sjøpattedyr

Både vekst etter fredning og klimaendringer påvirker bestandene av sjøpattedyr i Barentshavet nå. Hvalross er eksempel på en art som økt betydelig i antall etter flere tiår med fredning. Ringsel er en av flere arter som er avhengig av havis, og studier tyder på at ringsel nå bruker mer tid og energi på å få tak i mat enn tidligere på grunn av nedgang i mengde havis. Isbjørn i Barentshavet er eksempel på en bestand som kan være påvirket av både fredning og klimaendringer. Det er økte forekomster av flere hvalarter langs kysten av Svalbard og økt kunnskap om flere istilknyttede hvalarter. Sjøpattedyr som fangstes har stabile eller voksende bestander. Situasjonen er god for sel langs fastlandskysten av Barentshavet, til forskjell fra kystsel lenger sør langs norskekysten.

Romlig fordeling av hval

Indikatoren «Romlig fordeling av hval i Barentshavet» er basert på økosystemtokter om høsten og har vært en indikator i forvaltningsplanen for Barentshavet siden 2004. Årene som hittil har vært dekket av økosystemtoktet i Barentshavet har vært preget av økende innstrømming av varmt atlantehavsvann, og med varierende loddemengde. Innledende analyser av romlig fordeling av de vanligste artene av hval og byttedyr viser at de ulike hvalartene fordeler seg i forhold til spesifikke habitat; knølhval, vågehval og finnhval beiter gjerne på nordlige banker, i områder med lodde, polartorsk, og krill, mens kvitnos beiter i sørlige Barentshavet med kolmule, samt i polarfronten - kanskje i assosiasjon med lodde.

I perioden 2003–2009 var det lite endring i sjøpattedyrenes fordeling og derfor lite romlig respons på gjenoppbyggingen av loddebestanden fra 2006-2007 (Skern-Mauritzen mfl. 2011). Deretter (2010-2013) så man en nordlig forflytning av kvitnos, til områder nord for polarfronten samtidig som det er blitt observert færre kvitnos i det sørlige Barentshavet. Bardehvalene syntes også å være mer konsentrert i nord nå enn i tidligere år. Nye analyser av data fra økosystemtoktene fra 2010-12 viser at fordelingen av vågehval i august-september var knyttet mest til forekomsten av lodde mens fordelingen av finnhval og knølhval er knyttet til høy forekomst av både lodde og krill (Ressler mfl. 2015). Ingen sterke korrelasjoner ble funnet i romlig fordeling mellom kvitnos og forskjellige byttedyr som lodde og kolmule, noe som kan tyde på at de har en nokså variabel diett (Fall og Skern-Mauritzen 2014). Basert på data fra forskningsfangst og ordinær hvalfangst har man observert en nedgang i tykkelsen på spekklaget hos vågehval over perioden 1993-2013 (Solvang mfl. 2017). Dette er prøver tatt tidligere på sommeren enn økosystemtoktene og har vist et bredt spekter av byttedyr som inkluderer krill, sild, lodde og torskefisk. I løpet av studieperioden har den høyeste spekktykkelse vært observert i perioder med mye ungsild i Barentshavet. Den dårlige rekruttering hos norsk vårgytende sild i de senere år har derfor sannsynligvis medvirket til nedgangen i kroppskondisjon hos vågehval. Økende konkurranse med den store torskebestanden om både sild, krill og lodde har sannsynligvis også spillet en rolle mfl. 2015).

Siden 2013 har det kun vært sjøpattedyrobservatører på de ordinære økosystemtoktene i Barentshavet i 2015. Da ble det observert flest bardehvaler i det nordlige Barentshavet, mens springere var fordelt i de sørlige områdene. På andre tokter er det blitt observert mye finnhval ved vestkysten av Svalbard og blåhval nord for Svalbard.

Bifangst av nise

Bifangst av nise er valgt ut som indikator for menneskelig påvirkning i Barentshavet og overvåkingen skjer ved hjelp av kystreferanseflåten. Langt størsteparten av de rapporterte bifangster ble tatt utenfor Barentshavet. Rapporteringen for denne indikatoren har imidlertid vært innstilt et par år, på grunn av problemer med å tolke data i fravær av bestandsanslag for nisebestanden. I tillegg ble det oppdaget feil i tidligere beregninger av den totale bifangsten, som ble estimert til om lag 7000 niser om året (Bjorge mfl. 2013). Nyere beregninger gir et betydelig lavere tall på rundt 3000 dyr, men den bestandsmessige betydning av dette må fortsatt vurderes opp mot et bestandsanslag (NAMMCO 2016a). I løpet av sommeren 2016 ble det derfor utført tellinger langs norskekysten til og med Vestfjorden. Resultatene av disse vil bli klare i løpet av et års tid. Det er planer om ytterligere tellinger i Barentshavområdet. Det er også igangsatt biologiske studier av niser langs norskekysten basert på dyr tatt i bifangst. Uavhengig av disse resultater jobbes det med å redusere bifangstratene i norske garnfiskerier ved bruk av akustiske alarmer som settes på garnene. Det vurderes løpende når rapporteringen på denne indikatoren kan gjenopptas.

Vågehval

Sommerforekomsten av vågehval er i løpet av statusperioden estimert til henholdsvis 27 390 dyr rundt Svalbard og 34 125 dyr ellers i Barentshavet basert på tellinger utført i perioden 2008-2013. Dette representerer sannsynligvis en økning i begge områder, som antakelig skyldes en forflytning av vågehval fra Norskehavet i sammenheng med endringer i fordelingen av byttedyr. Vågehvalene i alle norske havområder tilhører den nordøstatlantiske vågehvalbestand som estimeres gjennom femårige tellesykluser i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Det siste totalestimat er på 89 600 vågehval, basert på telletokt i perioden 2008–2013. Estimaten er av samme størrelse som for de to foregående telleperiodene, og indikerer stabile bestandsforhold. Det drives fangst på bestanden. Det nåværende fangstuttaket er ingen trussel mot vågehvalbestandene i Nord-Atlanteren.

Grønlandssel

Grønlandssel har en anslått forekomst på rundt 1,9 millioner dyr i Barentshavet i sommer- og høstmånedene. Av disse utgjør rundt 1,4 millioner sel Østisbestanden som har sitt yngleområde på is inne i Kvitsjøen. Ungetellinger i Kvitsjøen viste en halvering over perioden 2003-2005 og har siden holdt seg på et stabilt lavt nivå frem til siste telling i 2013. Bestanden menes å være i svak stigning, men det er betydelig usikkerhet om formeringsratene for denne bestanden (ICES 2016b). I 2015 og 2016 var det svært dårlige isforhold i kasteområdene i Kvitsjøen og det antas at ungedødeligheten har vært noe forhøyet. Ny telling og innhenting av reproduksjonsdata er planlagt i 2017.

Havert og steinkobbe

Bestandene av havert og steinkobbe langs i forvaltningsplanområdet for Barentshavet er på eller over målnivåene satt i de respektive forvaltningsplanene for disse artene. Dette står i sterk kontrast til utviklingen i Trøndelagsfylkene og Nordland, hvor begge arter har vist en kraftig tilbakegang (NAMMCO 2016b).

Ringsel

Ringselene på Svalbard har to forskjellige strategier etter at yngling og hårfelling er over. Den ene er å vandre nordover opp til iskanten og være der frem til høsten (Hamilton mfl. 2015).

Den andre er å oppholde seg kystnært og da hovedsakelig nær brefronter (Hamilton mfl. 2016). Begge steder har tradisjonelt rikelig tilgang på næring samt hvileplattformer i form av havis eller breis. Det er i hovedsak yngre dyr som vandrer nordover mens voksne dyr forblir inne ved kysten. I de senere år har iskanten i nord befunnet seg nord for kontinentalsokkelen og over det dype Nordishavet. Satellittsporing av ringsel før og etter at iskantene flyttet seg så langt nord viser at selene fortsatt oppsøker dette området og oppholder seg i områder med samme iskonsentrasjon (Hamilton mfl. 2015). Etter at de har kommet hit svømmer de lengre, dykker lengre, er mindre tid i overflaten og ligger mindre oppe på isen og hviler enn før (Hamilton mfl. 2015). De viser også mindre såkalt "area-restricted search" - noe som tyder på at de ikke finner konsentrasjoner med mat. Alle disse endringene tyder på at de må jobbe mer for å finne mat, noe som igjen vil kunne ha innvirkning på dyrenes kondisjon med mulige følger for reproduksjon og overlevelse (Hamilton mfl. 2015). For de voksne ringselene som oppholder seg langs kysten av Svalbard viser satellittsporing at disse holder seg svært tilknyttet brefronter - mer i dagens situasjon enn før isforholdene endret seg i fjordene på vestsiden av Svalbard (Hamilton mfl. 2016). Nå er det enkeltindivider som oppholder seg foran en og samme brefront hele sporingperioden. Også for disse voksne selene er det påvist endring i dykkeatferd som tyder på at de må jobbe mer for å finne mat (Hamilton mfl. 2016). I de siste årene er det også gjort flere registreringer av ringsel som legger seg opp og hviler på land, noe som tidligere var "uhørt" for denne svært isavhengige selarten. Det er til og med gjort registreringer av at ringsel legger seg opp på land i grupper sammen med steinkobber, noe som er en utvikling ingen hadde forutsett i forbindelse med klimaendringer og mangel på havis for denne selarten (Lydersen mfl. In press).

Hvalross

Etter flere tiårs fredning av hvalross på Svalbard ser en nå tydelig vekst i bestanden. Et nytt estimat på hvalrossantallet på Svalbard basert på en telling av alle liggeplassene, viste at vi hadde en økning på hele 48 % i forhold til tellingen som ble utført i 2006 (Kovacs mfl. 2014). Det ble beregnet at det var 3886 (CI: 3553-4262) hvalross på øygruppen i det tidsrommet siste tellingen foregikk. Kanskje det mest positive funnet var at mens man i 2006 fant en mor med årskalv på hele tellingen, fant man nå hele 57 slike mor-kalv par fordelt på 10 ulike liggeplasser (Kovacs mfl. 2014).

Grønlandshval

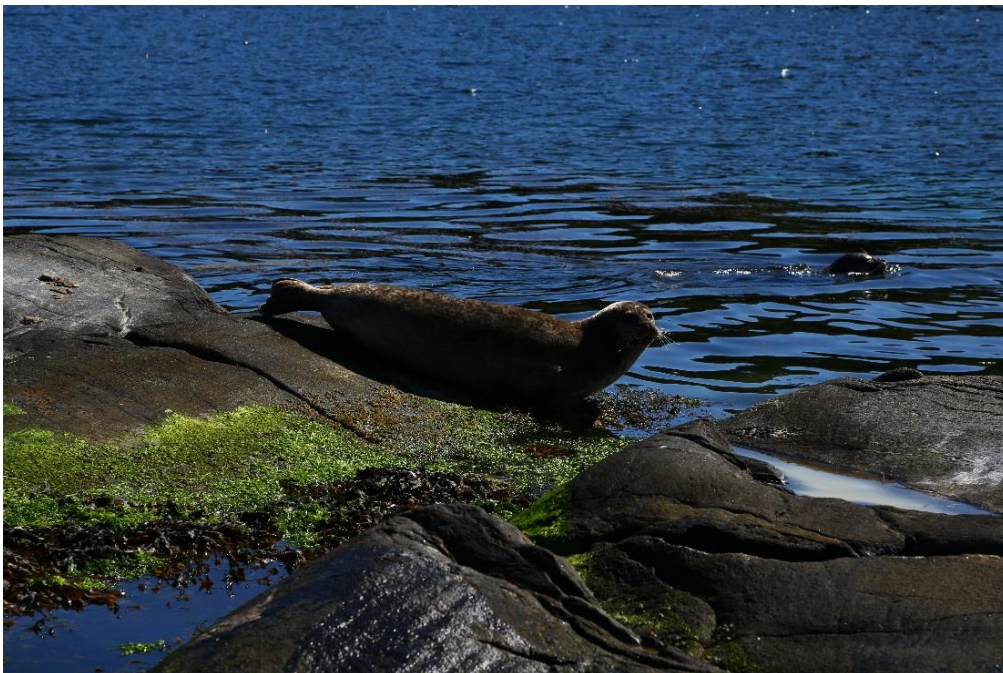
Det har vært enkelte rapporter fra turistbåter som har sett ansamlinger med grønlandshval langs iskanten. I ett tilfelle ble det rapportert rundt 80 individer. Samtidig har data fra passive akustisk overvåkning (lyttebøyer som står ute hele året og registrerer all lyd) vist at i enkelte områder hører man grønlandshval døgnet rundt de fleste månedene i året; særlig i vintermånedene som er dyrenes parringstid (Stafford mfl. 2012). En telling av hval i iskanten nord for Svalbard og vestover i 2015 førte til et estimat på 343 (CV=0,488) grønlandshval i dette området (Vacquié-Garcia mfl. 2017). Tellingene ble foretatt med skip og helikopter. Alle observasjonene av denne hvalarten ble gjort fra helikopter - ingen fra skip. Med andre ord oppholder grønlandshvalene seg oftest lenger inne i isen enn man tidligere har antatt, og denne tellingen, samt data fra de akustiske lyttebøyene og fra turistbåter, tyder på det står bedre til med denne bestanden enn tidligere antatt.

Narhval

En telling av hval i iskanten nord for Svalbard og vestover i 2015 førte til et estimat på 837 (CV=0,501) narhval i dette området (Vacquié-Garcia mfl. 2017). Narhval rapporteres sjelden fra Svalbardområdet, men ser altså ut til å være mindre sjelden dypt inne i isen. Disse hvalene ble observert langt fra iskanten og gjerne på slutten av transektlinjene, som generelt gikk inn til 185 km nord for iskanten. Dette kan tyde på at man bare så vidt har undersøkt sørlige deler av denne artens utbredelsesområde.

Steinkobbe

Satellittsporing av steinkobbene ved Prins Karls Forland viste at juvenile og voksne dyr holder seg i kystnære områder hele året hovedsakelig på vestsiden av Spitsbergen (Blanchet mfl. 2014). De unngår området med mye is om vinteren, men legger seg opp og hviler på isflak nær kontinentalskråningen. Atlanterhavsvannet i Spitsbergenstrømmen ble vist å være et viktig beitehabitat. Dette forklarer det høye innslaget av mer tempererte fiskeslag som vanlig torsk og hyse i dietten til disse selene, noe som ikke var vanlig for bare 10 år siden. Selene dykket vanligvis relativt grunt (gjennomsnitt 41 m) og disse dykkene varte noen få minutter (Blanchet mfl. 2015). Om vinteren dykket de dypere, ned til dyp med Atlanterhavsvann. Årsungene i denne bestanden holdt seg også for det meste i kystnære farvann på vestsiden av Spitsbergen. De dykket ikke dypere enn halvdelen av hva de voksne gjorde og deres dykking var ikke påvirket av oppstrømmingshendelser slik som hos de voksne - noe som indikerer at ungene har en annen diett (Blanchet mfl. 2016). I sesonger med lys og mørke dykket ungene mest i den lyse perioden noe som indikerer at de er visuelle predatorer. Ungenes akvatiske ferdigheter utvikles svært fort med en bratt læringskurve fra nyfødt til en alder på omkring 50 dager (Blanchet mfl. 2016). Størrelsen på hjemmeområdet økte markert de først 60 dagene i deres liv for så å være redusert i størrelse for resten av deres første leveår. Steinkobbene på Svalbard kan være "klimavinnere" mens de mer endemisk arktiske selartene risikerer å være tapere med den pågående reduksjonen i is-utbredelse og stigende vanntemperaturer (Blanchet mfl. 2014, Blanchet mfl. 2015, 2016).



Steinkobbe. Foto: Espen Bierud, HI

Hvithval

Hvithval er den vanligste hvalarten på Svalbard. Den holder seg svært nær kysten og foran breer i den isfrie delen av året. Gjennom vinteren presses den ut fra kysten, men oppholder seg inne i isen nær Svalbard. Som del av prosjektet ICE Whales (NFR) er det planer om å gjennomføre den første tellingen av hvithval noen gang i Svalbardområdet sommeren 2017.

Generelt om hval

Forekomsten av større hvalarter som blåhval, finnhval og knølhval i kystnære farvann på Svalbard har økt de senere årene. Dette gjelder i første rekke fjordene på vestsiden av Spitsbergen, men også i Storfjorden, Hinlopen og nordkysten av Spitsbergen (Vacquié-Garcia mfl. 2017)

Isbjørn

Isbjørn har ringsel som viktigste byttedyr (Amstrup 2013), og på sikt vil dårlig rekruttering av ringsel også ha negativ innflytelse på isbjørnebestanden. En mer direkte konsekvens av dårlige isforhold for isbjørn er at de mister «plattformen» som gir dem best mulighet for å opprettholde en høy nok mattilgang til å sikre overlevelse og reproduksjon. Data fra det årlige merkeprogrammet for isbjørn indikerer en nedgang i produksjon av årsunger over tid, men det er usikkert om denne trenden reflekterer hva som har skjedd i hele bestanden, eller bare mer lokalt i områdene der isbjørn har blitt merket. Tetthetsavhengige responser på reproduksjon er ikke usannsynlige, og kan ha blitt mer framtrødende med tiden grunnet en vekst i bestanden etter fredningen i 1973 (en tetthetsavhengig respons innebærer at bestanden i økende grad begrenses av konkurranse og lignende prosesser når tettheten i bestanden øker). En slik tetthetsavhengighet vil også ventes å øke om habitattilgjengelighet minker (fordi det blir hardere konkurranse om gjenværende habitat), men ikke før bestandsstørrelsen nærmer seg bæreevnen (bæreevnen til et område for en art er den maksimale bestandsstørrelsen som kan opprettholdes over tid) (Aars mfl. 2017). Produksjon av ettåringer kan være en bedre parameter for å se på reproduksjon da disse har overlevd det første året og har en økt sannsynlighet for å nå alder for avvenning. Det var ingen trend over tid eller sammenheng med temperatur- og værforhold som klarte å vise effekter på produksjon av ettåringer (www.mosj.no).

Sammenhengene mellom vær og kroppskondisjon hos hanner viser at mildere vær på våren er knyttet til dårligere kondisjon, men uten noen tydelig tidstrend (www.mosj.no). Mangel på havis på høsten rundt tradisjonelt viktige hiområder øst på Svalbard har i de fleste årene etter 2000 ført til at mye færre binner har benyttet disse områdene enn tidligere (Derocher mfl. 2011, Aars 2013). Det er sannsynlig at flere av bjørnene som vandrer mellom Svalbard og Frans Josef Land nå går i hi på russisk side. Observasjoner til nå kan ikke dokumentere at endringer i klima har ført til nedgang i bestanden. Det er mulig at tilgjengeligheten av habitat fortsatt er bra nok til å kunne opprettholde en bestand på dagens nivå eller høyere. Isbjørnen har, i likhet med andre større pattedyr, en forholdsvis beskjeden vekstrate. Det er bare om lag fire generasjoner siden fredningen, og godt mulig bestanden ikke har nådd verken den historiske bæreevnen, eller den antatt reduserte nåværende bæreevnen. Derfor er det også mulig at bestanden kan vokse videre i årene som kommer, inntil bestandsstørrelsen eventuelt når den antatt stadig reduserte bæreevnen. Antall dyr i bestanden ble i august 2004 beregnet til om lag 2650 (95 % konfidensintervall omtrent 1900 til 3600) (Aars mfl. 2009). Av disse var rett

under 700 på norsk side. I 2015 ble antallet på norsk side beregnet til rett under 1000, men usikkerheten i estimatene var så stor at det ikke kan konkluderes med om bestanden har vokst i perioden. Et separat estimat for Svalbard, som både i 2004 og 2015 var skilt fra iskanten, beregnet at henholdsvis omtrent 240 og 260 bjørn oppholdt seg der, med øvre 95 % konfidensintervaller på ca. 330 og 360 (Aars mfl. 2017). De fleste av disse var trolig lokale dyr som ikke forlater øygruppa. Hovedandelen av bestanden oppholder seg derfor mye av året nord i pakkisen, og en stor andel rundt Frans Josef Land. Store endringer i hvor iskanten går har resultert i mindre tid for opphold rundt Svalbard for mange av bjørnene som følger iskanten (Lone mfl. 2017). Vi kan forvente økt skille mellom to økotyper, en mindre lokal Svalbard-økotype og en økotype som vandrer mer og jakter i isen året rundt.

Kunnskapsbehov

- For å kunne operasjonalisere indikatoren for bifangst av nise i Barentshavet er det nødvendig å få et godt bestandsestimat for området, samt informasjon om bestandsstruktur og reproduksjonsevne. I 2016 ble det gjennomført flytelling av nise i området opp til og med Vestfjorden, men estimater for områdene lengre nord og øst mangler.
- For alle sjøpattedyrbestandene er jevnlig oppdateringer av bestandsestimater en betingelse for å kunne vurdere mulige bestandseffekter av evt. fangst og bifangst samt av miljøendringer inkludert klimaforandringer.
- For å forstå bestandsutviklingen hos sjøpattedyrartene kreves det i tillegg jevnlig innhenting av data på habitatbruk, diett, vekst og reproduksjon. Man må også analysere samvariasjonen mellom disse parameterne og endringer i fysiske (for eksempel isforhold), kjemiske (for eksempel vannets surhetsgrad) og biologiske forhold (for eksempel byttedyr-tilgjengelighet og antallet av konkurrenter og rovdyr).

4.6 Fremmede arter

Antallet observerte fremmede arter i Barentshavet er lavt (<10), og har ikke økt siden 2009, men det er registrert betydelig øking i biomasse og utbredelse av kongekrabbe og særlig av snøkrabbe. Førstnevnte er knyttet til kysten og det er klarlagt at det er en fremmed art. Spredningsmekanismen for snøkrabbe til Barentshavet er ennå ikke klarlagt i detalj, og den bør foreløpig regnes som en art med ukjent opphav. Snøkrabben har preferanser for kaldere vann enn kongekrabben, den er mer knyttet til bunnen på åpne havområder, og den har en utbredelse lenger mot nord. Den har også bygget opp betydelig større biomasse enn kongekrabben. Det er derfor rimelig å anta at den har større effekter på økosystemet der den opptrer. Stillehavsarten pukkellaks opptrer mer lokalt og har i en periodisk og ukjent, antatt liten effekt i gyteelvene den benytter.

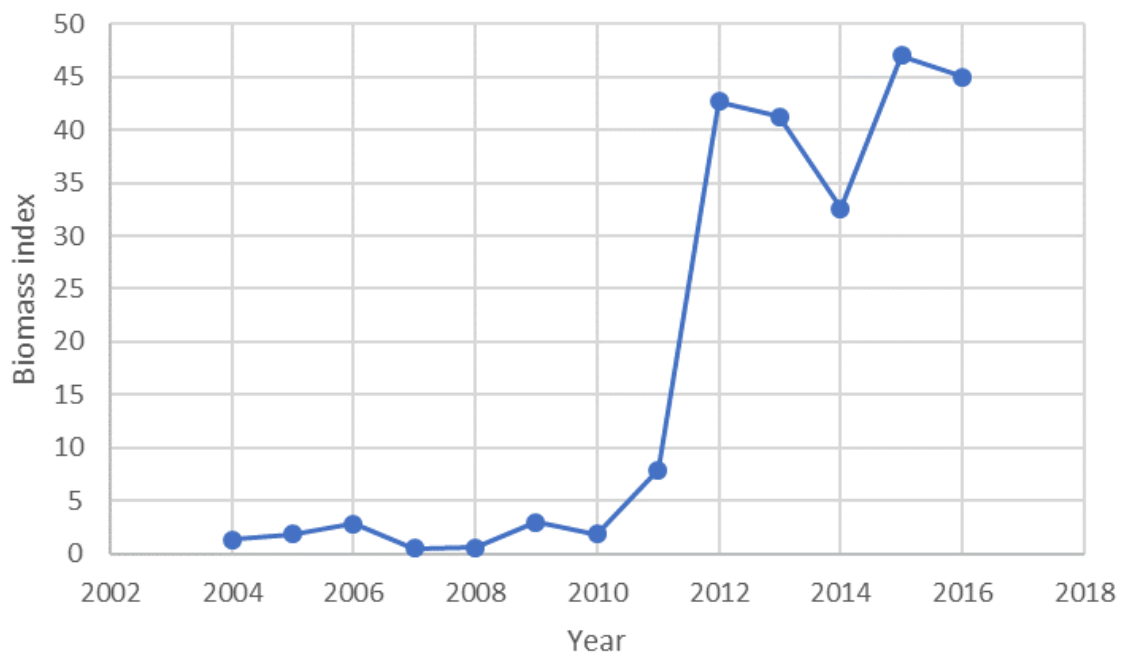
4.6.1 Status og endringer siden 2009

Det er ikke observert nye arter i Barentshavet siden 2009. Dette kan skyldes at det ikke kommet nye arter eller at eventuelle nye arter ikke er oppdaget på grunn av for lite overvåking. Det er imidlertid registrert flere nye fremmede arter i Norskehavet. Disse bør ses som på som arter med potensial til å kolonisere Barentshavet, siden den naturlige forbindelsen videre til Barentshavet er god (bl.a. «den norske kyststrømmen» og innstrømming av atlantehavsvann fra vest). Stillehavsøsters er nå funnet nord til Eide på Nordmøre, og det ble funnet to fremmede arter mosdyr: *Schizoporella japonica* og *Tricellaria inopinata*, blant annet i Kristiansund.

Snøkrabbe

Snøkrabbe er en ny art som sprer seg raskt i Barentshavet. Biomassen begynner å bli stor, det er startet et fiske på arten og den kan ha betydelige effekter på andre arter i økosystemet. Det er derfor gitt en utvidet omtale av snøkrabbe i denne rapporten.

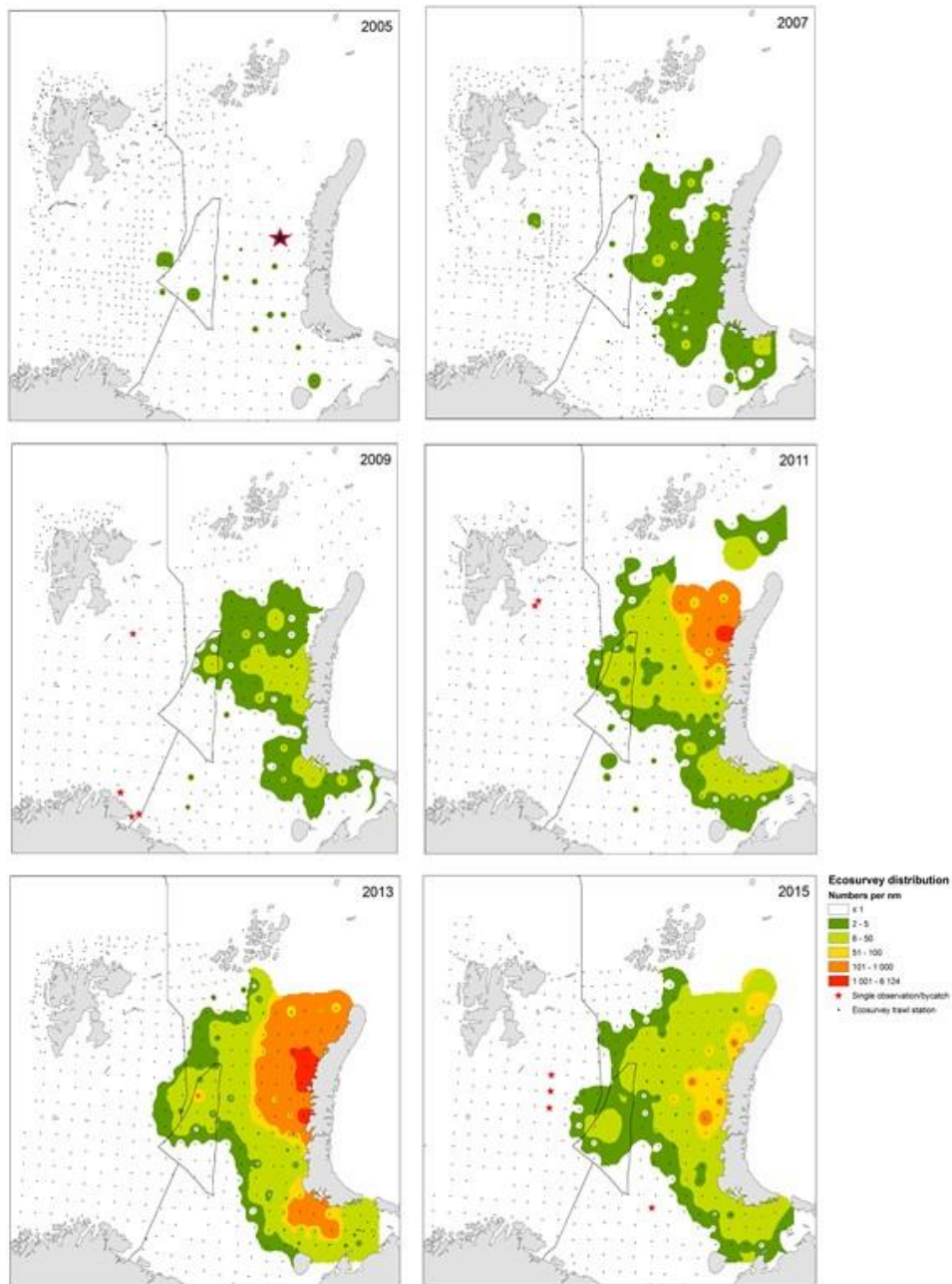
Snøkrabben ble første gang observert i Barentshavet i 1996. I de senere årene er det registrert betydelig vekst og spredning i bestanden (figurene 4.6.1 og 4.6.2). Det er ikke godt nok klarlagt hvordan snøkrabben eventuelt er innført til Barentshavet. Det er gjort en del genetiske undersøkelser hvor snøkrabben fra Barentshavet er sammenlignet med krabbe fra Vest-Grønland, østkysten av Canada og områder i nordlige Beringhavet. Sammenlignet med populasjonene nord i Atlanterhavet, er det mer slektskap mellom krabben fra Barentshavet og Canada enn fra Grønland. De foreløpige resultatene fra genetiske undersøkelser viser forøvrig mest slektskap med snøkrabbe fra Beringhavet. Dette underbygger den mest utbredte hypotesen om at krabben har spredt seg ved vandring vestover fra Chukchihavet (nord for Beringhavet). Det er også rapporter om funn av snøkrabben i Chukchihavet, Laptev havet, det Østlige Sibirhavet og også nylig i Karahavet. En annen hypotese som kan igjen åpne for ballastvannhypotesen, er at det har blitt kjent at russiske fartøy drev fjernfiske utenfor Canada tidlig på 80-tallet. Forsyningskip ble da brukt og de benyttet ballastvann. Selv om det ikke er fastslått, er det mer sannsynlig at Barentshavspopulasjonen stammer fra bestandene i Beringhavet. Vi må derfor regne begge hypotesene som mulige.



Figur 4.6.1 Beregnet biomasseindeks basert på data fra norsk-russiske forskningstokt i Barentshavet. Etter Hvingel mfl. (2017).



Snøkrabbe. Foto: Havforskningsinstituttet



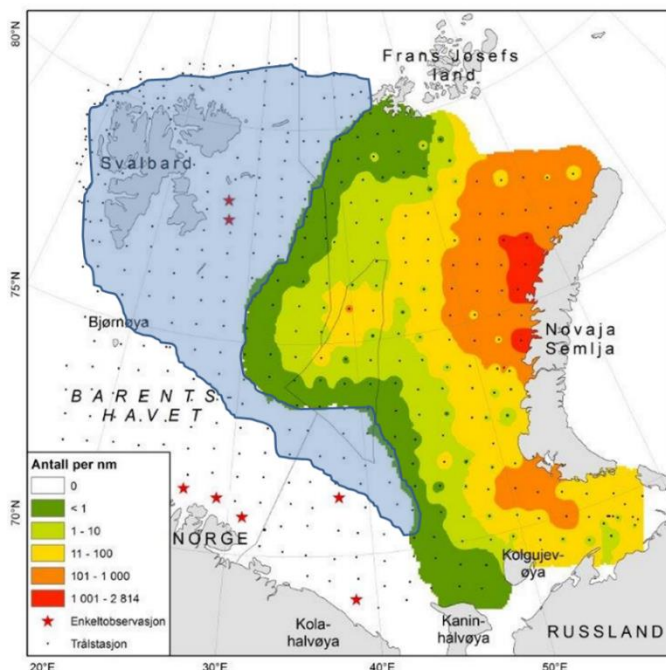
Figur 4.6.2. Spredning av snøkrabbe i Barentshavet fra 2005 til 2015. Stjernen i panelet for 2005 viser stedet arten ble funnet første gang i Barentshavet. Stjernene i de andre panelene viser enkeltfunn utenfor hovedområdet for utbredelse. Etter Hvingel mfl. (2017).

Snøkrabbe er en utpreget kaldtvannsort som vanligvis finnes i vann med temperatur mellom -2 og +5 °C, selv om det er funnet individer ved så høy temperatur som 10°C. De planktoniske larvestadiene foretrekker temperaturer mellom 0 og 3 °C. Hvis temperaturen fortsetter å stige i Barentshavet er det rimelig å anta at snøkrabben i liten grad vil spre seg mot sør og sørvest hvor den vil møte stadig varmere vann. Snøkrabbe finnes fortrinnsvis på bløtbunn dyp mellom 20 og 500 m, områder med større dyp vil sannsynligvis hindre migrasjon av voksne individer av arten. Larvene kan likevel spres med havstrømmene inntil de bunnslår. Snøkrabben kan

eventuelt transporteres med menneskelig hjelp (utilsiktet transport), men med dagens temperatursituasjon (og fremtidige projeksjoner) er det tvilsomt om bestanden vil ha særlig mulighet til å fortsette å ekspandere sørover/sørvestover. Hovedutbredelsesområdet i Barentshavet er fortsatt øst for Sentralbanken og vest for Novaja Semlja, men det forventes at den vil spre seg videre mot Svalbard og nordover på østsiden av Svalbard.

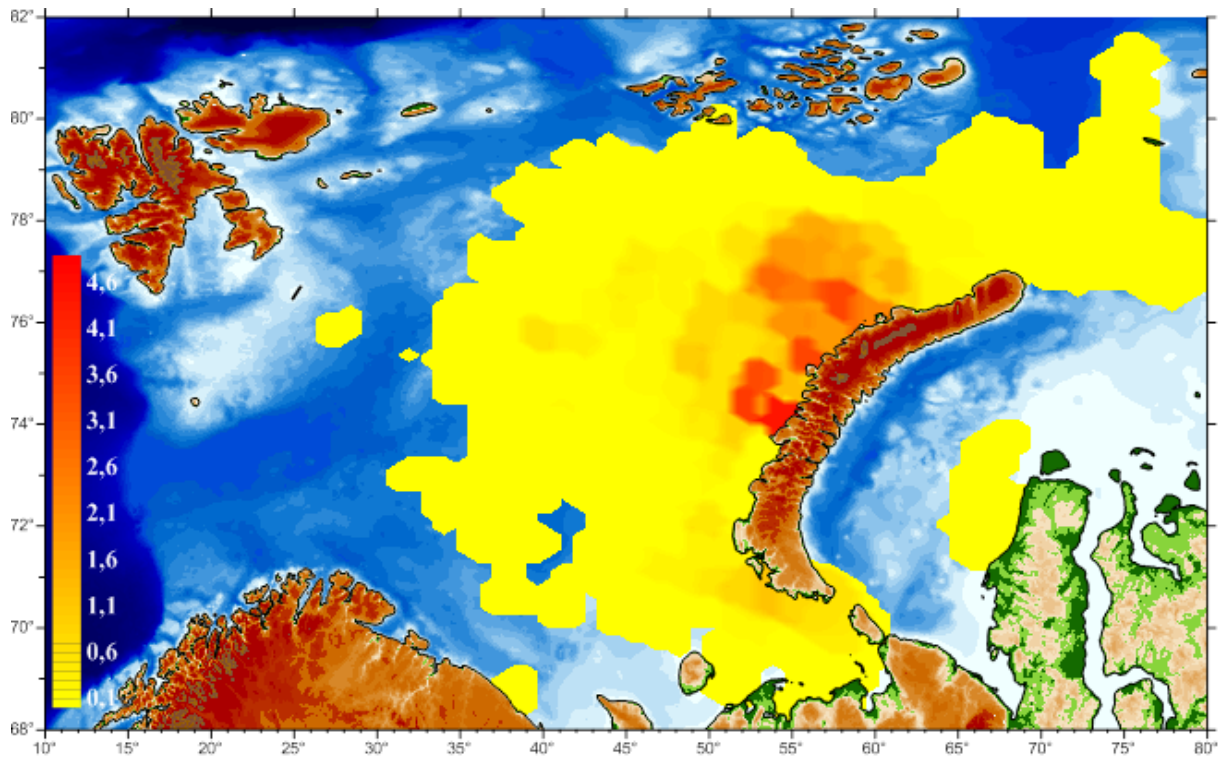
Snøkrabbe er en ettertraktet og godt priset ressurs selv om den ikke er så høyt priset som kongekrabbe. Siden 2010 har globalt årlig fangst variert mellom 110 000 og 140 000 tonn, hvor fangst i Alaska og Canada utgjør ca. 75 %.

Spredningen av snøkrabbe mot vest i Barentshavets forventes å fortsette. Det anslås at det vil finnes snøkrabbe i alle egnede leveområder innenfor en 10-årshorisont (figur 4.6.3).



Figur 4.6.3. Nåværende (grønn til rød, 2013) og forventet (lyseblå, 2023) fremtidig utbredelse av snøkrabbe i Barentshavet. Etter Hvingel mfl. (2017)

Etter bunnslåing er snøkrabben tilnærmet alteter. Dietten er avhengig av hva slags dyp og substrat den befinner seg på. Vanligste byttedyr er krepsdyr (inkludert egen art), muslinger, slangestjerne, mangelørstemark, og fisk (kadaver). Et russisk studium har konkludert med at beiting fra snøkrabbe har ført til en nedgang i biomasse av andre bunndyr i områder hvor krabben har vært tallrik, i først rekke de østlige områdene i russisk del av Barentshavet. I den norske delen av Barentshavet er påvirkningen så langt estimert til å være lav (figur 4.6.4, (Manushin 2016)).



Figur 4.6.4. Total biomasse (g/m^2) av bentos konsumert av snøkrabbe i perioden 2005-2014. Etter Manushin (2016).

4.6.2 Effekter av fremmede arter

Arktiske økosystemer er vanligvis enklere (færre arter på hver trofisk nivå), og en regner dem derfor vanligvis som mer sårbare for endringer (for eksempel beiting av en introdusert art) enn mange andre økosystemer. Hvis en enkelt art reduseres kraftig, er det få andre som kan innta samme rolle, og store populasjonsendringer i en enkel art kan gi såkalt kaskadeeffekter. Disse kan forplante seg både oppover, og nedover i økosystemet.

En rekke undersøkelser har vist at kongekrabben har effekter på økosystemet. I bunndyrsamfunn hvor voksne individer fortrinnsvis beiter, har en sett endringer både i total biomasse og artssammensetning. I områder med omfattende beiting er det funnet et skifte fra (større) sentvoksende børstemark til (mindre) mer rasktvoksende arter. Både artsrikdommen og biomassen av byttedyrsamfunnet er redusert (selv om raskere vekst i noen grad vil kompensere for lavere stående biomasse).

Kongekrabbe beiter også nær strandsonen, hvor kråkeboller er en del av dietten. Det er noen observasjoner som tyder på at den dermed kan ha positiv betydning for gjenvekst av nedbeitet tareskog.

Bestanden av snøkrabbe har etter hvert utviklet en betydelig høyere biomasse enn kongekrabbe. Som nevnt ovenfor har et russisk studium konkludert med at beiting fra snøkrabbe har påvirket biomasse av bunndyr over større områder øst i Barentshavet (Manushin 2016).

Pukkellaks har en særegen reproduksjonsstrategi hvor samtlige individer dør etter gyting, og hvor tilbakevandringen til elvene er mer regelmessig enn de andre «norske» laksefiskene. Det

er dermed kun en årsklasse laks til stede i elven av gangen. Pukkellaksen velger gyteområder ikke særlig langt fra sjøen, og overlapper i liten grad med gyteområdene til laks, sjøørret og sjørøye. Den døde utgytte fisken vil sannsynligvis «gjødsle» elvesystemet nederst i elvene, men effektene av dette er ikke klarlagt godt i Norge.

4.6.3 Mulig utvikling

Skip som er uten last vil ligge høyt i sjøen og være ustabile i forhold til bølger og vind. For å senke skipet tyngdepunkt og bedre stabiliteten fylles det ballastvann inn i tanker i skroget. Dette vannet følger skipet på dets reise til det igjen får nok last til å være stabilt, hvorpå det pumpes ut. Ballastvann kan utgjøre så mye som 30-35 % av tonnasjen i skipstyper som frakter en vare i en retning (og går tomme tilbake). Dette er typisk for råolje og malmskip. Skip «i ballast» frakter dermed store volumer vann over store avstander. En rekke forskjellige organismetyper kan følge med ved innpumping og noen av disse vil overleve reisen. Dette er en viktig menneskeskapt spredningsmekanisme for arter som lever i vann.

Ballastvann kan også bidra til at fastsittende organismer transporteres. Mange av disse har et bevegelig stadium i løpet av livsfasen, og disse kan fraktes med ballastvannet. Det er også funnet voksne fastsittende dyr inne i ballasttanker (Disse kan i prinsippet produsere spredningsstadier), men dette er ikke så vanlig.

Norge har hatt en forskrift om behandling av ballastvann siden 2009 som krever «midtoseanisk» bytte av ballastvannet som skal slippes ut i norske farvann. Dette har sannsynligvis redusert antallet fremmede organismer knyttet til kystvann, men det er vist at tiltaket ikke er så effektivt en kunne ønske. IMOs ballastvannskonvensjon er nå ratifisert og trer i kraft i år (2017). Dette medfører at alle skip (over en gitt størrelse, og innen et gitt tidspunkt) må ha typegodkjent behandlingssystem for ballastvann om bord. Det er grunn til å anta at dette vil minske risiko for transport av fremmede arter med ballastvann ytterligere.

Fastsittende organismer kan forholdsvis lett feste seg til skipsskrog. Dette skaper større friksjon og øker bunkersforbruket. Skrogene blir derfor vanligvis rensket for groe og overflatebehandlet med jevne mellomrom for å hindre begroing. På de store flatene av skroget vil organismer være utsatt for raskt strømmende vann. Mange har dermed vanskeligheter for å etablere seg der. Men det finnes områder på skipene hvor vannstrømmen er mindre/svakere (såkalte «nisje-områder»), og dette er steder hvor det ofte utvikler seg et eget begroingssamfunn. Det er kjent som et vesentlig bidrag til transport av fremmede organismer. Fastsittende organismer behøver ikke løsne fra et skip og feste seg et nytt sted for å etablere seg. Noen kan frigjøre svømmende livsstadier når de har ankommet et egnet sted, som så bunnskår. I områdene øst for Kolahalvøya er det betydelig petroleumsaktivitet. I tillegg servicetrafikk inn i, og ut av området benyttes ofte fartøy (rigger, kranbåter, dykkerfartøy, m.m.) som ofte ligger oppankret i lang tid på ett sted. Dette gir gode muligheter for å etablere «modne» begroingssamfunn med kjønnsmodne individer.

Oppvarmingen av vannet i Barentshavet har medført en betydelig øking av flere stasjonære arter og i tillegg særlig pelagiske fiskebestander som sild og makrell. Fiskeflåten har fulgt de ekspanderende bestandene, og fiskeriaktiviteten har vært økende. Transporten av fangst sørover og delvis av ballastvann nordover, vil utgjøre en økt risiko for transport av arter utenfor deres naturlige utbredelsesområde.

På grunn av relativt lave temperaturer er Barentshavet beskyttet mot invasjon av arter fra mange varmere havområder. Økningen i temperatur som har vært i Barentshavet de siste tiårene har imidlertid gjort området levelig for flere arter fra varmere områder. Om temperaturen fortsetter å øke, slik en forventer (kapittel 4.1.7), vil denne trenden fortsette. De forhøyde temperaturene bidrar derfor til å øke risikoen for etablering av fremmede arter i Barentshavet.

4.6.4 Risikovurdering

Dette bør baseres på risikovurdering i siste svarteliste. Det settes i 2017 i gang arbeid med ny risikovurdering som tar sikte på å vurdere utvikling i risiko frem til 2066. Resultater fra dette kan tas inn senere i arbeidet med det faglige grunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen.

4.6.5 Kunnskapsbehov

- På grunn av stor biomasse og vid utbredelse er det viktig å få fremskaffet mer kunnskap om hvordan snøkrabbe påvirker økosystemet.
- Det er også behov for ytterligere kunnskap om effektene av kongekrabbe: Både eventuelle negative effekter på bunndyrsamfunn, og eventuelle positive effekter i forbindelse med tareskog og kråkeboller.
- Overvåking og kartlegging av fremmede arter har i stor grad vært knyttet til tidevannssonen og av og til noen titalls meter dypere. Det kunne være ønskelig å også tilpasse nyere metodikk (bl.a. video) som brukes i kartlegginger med større dekningsområde. Et utvalg større og lett identifiserbare fremmede arter kan sannsynligvis fanges opp med noen av metodene som benyttes i «KystMareano»

4.6.6 Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning

Elementer som vurderes

Det som skal vurderes for fremmede arter og ytre påvirkning er status for fremmede arter, om det er nye fremmede arter, totale effekter av fremmede arter, mulig fremtidig utvikling samt en risikovurdering

Endringer i ytre påvirkning

Status for fremmede arter i Barentshavet, inkludert vurdering av nye arter

Det er ikke registrert nye fremmede arter i Barentshavet siden 2009. Dette kan skyldes at det ikke kommet nye arter eller at eventuelle nye arter ikke er oppdaget på grunn av manglende overvåking. Oversikten over fremmede arter i området er derfor den samme som i gitt i fellesrapporten fra Faglig Forum, Overvåkingsgruppen og Risikogruppen i 2010 (von Quillfeldt 2010). Det er uklart om snøkrabbe er spredt til Barentshavet av mennesker eller om den har vandret inn naturlig. Det ses en forflytning nordover særlig i Nordsjøen men også langs kysten av Norskehavet. Det er potensial for at arter som allerede er under spredning nordover kan spres til Barentshavet.

Når det gjelder status for fremmede arter i Barentshavet, har en best informasjon om kongekrabbe og snøkrabbe (sistnevnte en mulig fremmed art). Bestanden av kongekrabbe har vært stabil de siste årene. Bestanden av snøkrabbe sprer seg vestover fra russisk sone og har kolonisert deler av østlig norsk sone. Det er ventet at snøkrabben vil kolonisere det meste av

Barentshavet, inkludert områdene rundt Svalbard, men ikke de sørlige delene på grunn av for høye temperaturer der. Det drives nå fiske etter begge krabbeartene.

Effekter av fremmede arter

Kongekrabbe kan ha betydelige effekter på forekomst av bunndyr. En har særlig sett at store bunndyrarter blir beitet ned og erstattet av mindre og mer hurtigvoksende arter. Dette fører til lavere artsrikdom og biomasse. Kongekrabbe beiter også nær strandsonen, hvor kråkeboller er en del av dietten. Det er noen observasjoner som tyder på at den dermed kan ha positiv betydning for gjenvekst av nedbeitet tareskog.

Et russisk studium har konkludert med at beiting fra snøkrabbe har ført til en nedgang i biomasse av andre bunndyr i områder hvor krabben har vært tallrik, i først rekke de østlige områdene i russisk del av Barentshavet. I den norske delen av Barentshavet er påvirkningen så langt estimert til å være lav.

Mulig utvikling

Som en følge av at Ballastvannkonvensjonen trer i kraft i 2017 vil sannsynligheten for spredning med ballastvann bli betydelig redusert i årene som kommer. Det vil fortsatt være risiko for spredning av fastsittende organismer på skrog av skip og andre installasjoner. Den samlede risikoen for innføring av fremmede arter med skip vil være avhengig av utvikling i skipstrafikk. Denne utviklingen vil vurderes i rapporten om næringsaktivitet som skal utarbeides som en del av faggrunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.

Forhøyede temperaturer åpner Barentshavet som et mulig leveområde for stadig flere arter fra varmere havområder og bidrar derfor til å øke risikoen for etablering av fremmede arter i Barentshavet.

Risikovurdering

Dette bør baseres på risikovurdering i siste svarteliste. Det settes i 2017 i gang arbeid med ny risikovurdering som tar sikte på å vurdere utvikling i risiko frem til 2066. Resultater fra dette kan tas inn senere i arbeidet med det faglige grunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen.

4.7 Truede arter og naturtyper

I alt er 26 arter i Barentshavet og utenfor Lofoten, inklusive Svalbard, vurdert i den norske rødlista fra 2015 i kategoriene truede. Sammenlignet med 2010 er fem arter vurdert som mindre truet i 2015 mens situasjonen vurderes som mer alvorlig for seks arter, de fleste sjøfugler. En naturtype er med på rødlista som kom ut i 2011 over truede naturtyper. Høsting, ødeleggelse av leveområder og forurensning er de viktigste påvirkningsfaktorene. Noen arter er også negativt påvirket av klimaendringer. De aller mest truede marine artene der Norge har et særskilt forvaltningsansvar befinner seg i havområdet Lofoten-Barentshavet.

Indikatoren "truede arter og naturtyper" ser på endringer i status for de artene som er listet på den norske rødlisten for arter og den norske rødlisten for naturtyper og som ifølge Artsdatabanken sine kriterier tilhører kategoriene truede. Artene som her er tatt med er for

det meste knyttet til havområdene som leveområder og i næringsøk dvs. i motsetning til de kystbundne.

Siden Artsdatabanken overtok ansvaret for den norske rødlista for arter er det til sammen blitt gitt ut tre lister: 2006, 2010 og 2015. I 2010 ble det også publisert en rødliste liste over naturtyper. «Norsk rødliste for arter» er en oversikt over arter som er vurdert å ha en risiko for å dø ut i Norge. Artene blir vurdert ut fra et kriteriesett som har blitt utviklet av Den internasjonale naturvernunionen (IUCN). Kriteriesettet er bygd opp av fem kriterier, som grovt kan sammenfattes slik (se (Henriksen og Hilmo 2015)):

- sterk populasjonsreduksjon
- begrenset utbredelsesområde eller forekomstareal, pågående nedgang og fragmentering
- begrenset populasjonsstørrelse, pågående nedgang og små delpopulasjoner
- svært få reproduksjonsdyktige individer, eller svært begrenset forekomstareal
- risiko, det vil si kvantitativ analyse av risiko for utdøing.

«Norsk rødliste for naturtyper» tar utgangspunkt i Artsdatabankens klassifiseringssystem for naturtyper fra 2009. Kriteriesettet som er benyttet er:

- reduksjon i areal
- få lokaliteter og reduksjon
- svært få lokaliteter
- tilstanden er vesentlig endret

I 2011 ble marine naturtyper vurdert og klassifisert for første gang, og de har foreløpig ikke blitt revidert.

De truede artene er plassert i følgende kategorier, som i 2010:

- CR= kritisk truet
- EN = sterkt truet
- VU = sårbar

Fem av 26 truede arter er vurdert til en lavere kategori (mindre truet) enn i 2010 og for fire av 11 sjøfugl (alke, makrellterne, fastlandsbestanden av havhest og polarlomvi på Svalbard) og for blåhval og ringsel er tilstanden blitt mer alvorlig. Situasjonen for grønlandshval er fortsatt svært kritisk. Sabinemåke på Svalbard er den eneste av sjøfuglene som har endret kategori til en mindre truet. Resten av artene er plassert i samme kategori og fastlandsbestanden av lomvi befinner seg fortsatt i kategorien kritisk truet. Lomvibestanden på Svalbard regnes som sårbar (tabell 4.7.1).

Blant fiskeartene regnes nå bare storskate som kritisk truet. For snabeluer har tilstanden forbedret seg så mye at den har gått ut av lista for truede arter. Det samme har ikke skjedd for vanlig uer som fortsatt regnes som sterkt truet. For ål og pigghå er bestandssituasjonen nå vurdert som mindre truet.

Fastlandsbestanden av steinkobbe har økt så mye at den nå ikke lenger regnes som truet. Steinkobbe som befinner seg nær Svalbard har ikke hatt samme oppgangen og regnes fortsatt som truet.

For arter som pr i dag ikke er listet som truet men som likevel er verdt å merke seg, er Polartorsk (*Boreogadus saida*), som har endret status fra livskraftig (LC) til nær truet (NT). Det samme har blåsteinbit (*Anarhichas denticulatus*). For polartorsk tyder toktdata på en nordlig og østlig forflytning de senere årene og en sannsynlig reduksjon i tallrikheten ved Svalbard. Basert på forskningsdata for perioden 1980-2008, lever polartorsk hovedsakelig i områder med havtemperaturer mellom 2–5,5°C. Områder med denne temperaturen er blitt kraftig redusert de senere årene.

Av naturtyper er korallrev og grishalekorallbunn vurdert som truet (tabell 4.7.2). Vurderingen for naturtyper er ikke revidert siden 2010.

En rødlistet naturtype på Svalbard er tareskogbunn, som har rødlistestatus nær truet (NT) på grunn av påvirkning fra blant annet beitende kråkeboller, samt i kalkalger som vokser løstliggende på bunnen (dvs. rhodolitter, mergel-bunner), fjorder og kiler. De tre sistnevnte har status utilstrekkelig data (DD). I rødlisten for naturtyper er en rødlistet fjord en lang og smal havinnbuktning med en markert terskel nær munningen og med begrenset utskifting av bunnvann, mens kil defineres som smal og grunn havbukt som ikke er glasialt fordypet, det vil si som mangler markert terskel og derfor har en mer eller mindre jevnt økende dybde utover mot munningen slik at bunnvannet skiftes regelmessig ut.

Rødlistestatusen til denne naturtypen er basert på kartlegging og modeller laget for fastlands-Norge. Det er lite som tyder på at tareskog på Svalbard er utsatt for beiting av kråkeboller i en slik grad at det kan betegnes som en trussel nå. Mindre havis og derved bedre lysforhold og lengre vekstsesong bidrar tvert imot til bedre vekstvilkår for tareskog, dette har bl.a. vært observert i Kongsfjorden og Smeerenburgfjorden på vestkysten av Svalbard (Kortsch mfl. 2012). Økt temperatur kan imidlertid også føre til økt vekst av kråkeboller, og mer beiting av tareskog.

For arter med 25 % eller mer av europeisk bestand/utbredelse i norske havområder har Norge et spesielt forvaltningsansvar. Kritisk og sterkt truede arter som kommer inn under denne kategorien i Lofoten–Barentshavet er klappmyss, grønlandshval, narhval, pigghå og vanlig uer. I tillegg kan en del arter være listet gjennom ulike internasjonale konvensjoner.

Årsak til status og endringer

Her er det gjort vurderinger for de artsgruppene som det foreligger tilstrekkelig data for. Hva som er den største påvirkningsfaktoren vil variere fra artsgruppe til artsgruppe. For de fleste, inklusiv de vurderte naturtypene, ser man at menneskelig aktivitet i form av høsting, ødeleggelse av leveområder eller forurensning er de viktigste påvirkningsfaktorene. For flere av fiskeartene har tilstanden blitt bedre, og man kan her si at man er på rett vei. For sjøfuglene har statusen forverret seg, uten at man kjenner årsaken til dette.

Kunnskapsbehov

Bare et fåtall av artene på rødlista blir overvåket årlig. Mange arter som er antatt truet kan ikke bli tilstrekkelig vurdert på grunn av datamangel. Det foregår heller ingen systematisk overvåking av de naturtypene som er vurdert. Det er behov for å øke kunnskapen om flere av artenes utbredelse og hva som er de viktigste truslene. Det er også behov for bedre kartlegging og analyser, slik at vi blir bedre i stand til å koble tilbakegang med påvirkningsfaktorer. Narhval er eksempel på en art der en gradvis har fått kunnskapsgrunnlag for å vurdere om den er truet eller ikke.

Tabell 4.7.1. Tabellen viser endring i kategori til truede arter i Barentshavet og områdene utenfor Lofoten. Vurdert status er angitt for 2006, 2010 og 2015. Rødt=forverring, gult=bedring, grønt=ikke truet. *gjelder artsforekomster på Svalbard. Kilde: Norsk rødliste for arter 2015. Når det gjelder høsting av de fiskeartene som er nevnt i tabellen, dreier dette seg i hovedsak om tilfeldig og uunngåelig bifangst, men med noe ulike regler for bifangst for de ulike artene

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Vurdert som truet			Påvirkningsfaktorer
		VU=sårbar	EN= sterkt truet	CR= kritisk truet	
		Vurdert som ikke truet			
		LC=levedyktig	DD=datamangel	NT=nær truet	
Pattedyr		2006	2010	2015	
<i>Phoca vitulina</i>	Steinkobbe	VU VU*	VU VU*	LC VU*	*Svalbardbestanden – klimaendringer, risiko for oljeutslipp Fastlandsbestanden av steinkobbe er vurdert som levedyktig
<i>Pusa hispida</i>	Ringsel*		LC	VU	Påvirkning på habitat (klimaendringer)
<i>Ursus maritimus</i>	Isbjørn *	VU	VU	VU	Klimaendring, menneskelig forstyrrelse, forurensing, påvirkning på habitat (framtidige petroleumsaktivitet),
<i>Odobenus rosmarus</i>	Hvalross*	VU	VU	VU	Menneskelig forstyrrelse, påvirkning på habitat, klimaendringer, risiko for framtidige forurensing
<i>Cystophora cristata</i>	Klappmyss*	VU	EN	EN	Høsting (opphørt), klimaendringer
<i>Balaena mysticetus</i>	Grønlandshval	CR	CR	CR	Påvirkning på habitat, klimaendringer, høsting (historisk)
<i>Lutra lutra</i>	Oter	VU	VU	VU	Høsting (flora og faunakriminalitet), påvirkning på habitat, forurensing

<i>Monodon monoceros</i>	Narhval	DD	EN	EN	Klimaendringer
<i>Balaenoptera musculus</i>	Blåhval	NT	NT	VU	Høsting (historisk)
Fisk					
<i>Dipturis batis</i>	Storskate	DD	CR	CR	Høsting (uregulert), tilfeldig dødelighet
<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	CR	CR	VU	Forurensning, høsting (opphørt), påvirkning på habitat, tilfeldig dødelighet, påvirkning utenfor Norge
<i>Squalus acanthias</i>	Pigghå	CR	CR	EN	Høsting (opphørt), klimaendringer, tilfeldig dødelighet
<i>Molva dypterygia</i>	Blålange	VU	EN	EN	Høsting, menneskelig forstyrrelse, tilfeldig dødelighet, forurensning
<i>Sebastes norvegicus</i>	Vanlig uer	VU	EN	EN	Forurensning, høsting, menneskelig forstyrrelse, tilfeldig dødelighet
<i>Sebastes mentella</i>	Snabeluer	VU	VU	LC	Nå vurdert som livskraftig bestand. Forurensning, høsting, tilfeldig dødelighet
<i>Lamna nasus</i>	Håbrann	VU	VU	VU	Høsting (opphørt), klimaendringer, tilfeldig dødelighet
Fugl					
<i>Uria aalge</i>	Lomvi	CR VU*	CR VU*	CR VU*	Høsting (påvirkning på næringsdyr), påvirkning fra stedeagne arter
<i>Cephus grylle</i>	Teist	NT	VU	VU	Fremmede arter (predatorer), høsting (påvirkning på næringsdyr), menneskelig forstyrrelse
<i>Fratercula artica</i>	Lunde	VU	VU	VU	Høsting, påvirkning fra stedeagne arter (næringsdyr, predatorer)
<i>Alca torda</i>	Alke	NT*	VU EN*	EN	Høsting (påvirkning på næringsdyr), påvirkning fra stedeagne arter

				EN*	(næringsdyr, predatorer), klimatiske endringer
<i>Rissa tridactyla</i>	Krykkje	VU	EN	EN	Høsting (påvirkning på næringsdyr), fremmede arter (predatorer), klimatiske endringer
<i>Sterna hirundo</i>	Makrellterne	VU	VU	EN	Påvirkning fra stedegne arter (næringsdyr),
<i>Uria lomvia</i>	Polarlomvi*	NT	VU	EN	Høsting (påvirkning på næringsdyr), påvirkning fra stedegne arter
<i>Pagophila eburnea</i>	Ismåke*	EN	VU	VU	Forurensing, klimatiske endringer
<i>Xema sabini</i>	Sabinimåke*	EN	EN	VU	
Koralldyr					
<i>Paragorgia arborea</i>	Sjøtre	DD	NT	NT	Påvirkning på habitat, tilfeldig dødelighet
<i>Radicipes gracilis</i>	Grisehalekorall			VU	Påvirkning på habitat

Tabell 4.7.2. Rødlistede natuertyper i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Vurderingskategorier er de samme som i tabell 4.7.1. Kilde: Norsk rødliste for natuertyper 2011

Vitenskapelig navn	Norsk navn	Plassering 2011	Påvirkningsfaktorer
<i>Lophelia pertusa</i>	Korallrev	VU	Påvirkning på habitat
<i>Paragorgia arborea</i>	Korallskogbunn	NT	Påvirkning på habitat
<i>Radicipes sp.</i>	Grisehalekorallbunn	VU	Påvirkning på habitat

4.8 Forurensning i mat og miljø

Nivåene av miljøgifter i sediment og biota er stabile eller nedadgående. Nivåene er generelt lave og godt innenfor krav til trygg sjømat. For de fleste målte miljøgifter er de også under tilgjengelige grenseverdier for god miljøkvalitet, men vi finner fortsatt høyere nivåer i toppredatorer. Det er betydelig usikkerhet om de lave nivåene av miljøgifter som måles kan føre til effekter på individer, bestander eller økosystem. Det er mangelfull kunnskap om grenseverdier for biologiske effekter og om effekter av ulike miljøgifter kan forsterke hverandre når de opptrer sammen. Et begrenset utvalg av stoffer måles samtidig som stadig nye menneskeskapte kjemikalier dukker opp i havområdet.

Faktaboks 4.8.1, klassifiseringssystemer for miljøgifter

1) Miljødirektoratets klassifiseringssystem for sedimenter er inndelt i fem tilstandsklasser. Tilstandsklassene inndeles slik: Bakgrunn (I) – God (II) – Moderat (III) – Dårlig (IV) – Svært dårlig (V). Når tilstandsklasser omtales senere i dokumentet, er det Miljødirektoratets klassifiseringssystem som er brukt. Tidligere var det også et klassifiseringssystem for biota, men dette systemet er nå erstattet av miljøkvalitetsstandarder (Miljødirektoratet, 2016).

2) Miljøkvalitetsstandarder for prioriterte stoffer og prioritert farlige stoffer og vannregionspesifikke stoffer (Miljødirektoratet 2016). Miljøkvalitetsstandardene for biota gjelder for fisk og ifølge Miljødirektoratet, andre organismer, med unntak av standarder for PAH-forbindelser som gjelder kun for skalldyr og bløtdyr. Miljøkvalitetsstandardene er grenseverdier som angir fare for effekter på de mest sårbare delene av økosystemet, f.eks. toppredatorer som får i seg mye miljøgifter pga. plasseringen på toppen av næringskjeden. Miljøkvalitetsstandarder er best egnet for å vurdere nivåer i hel fisk, siden det er hel fisk som blir spist av dyr høyere oppe i næringskjeden. I denne rapporten brukes de likevel til å vurdere nivåene i filet og lever av fisk, siden det i liten grad finnes data på nivåer i hel fisk. Det foreligger nå miljøkvalitetsstandarder for biota også for stoffer som ikke er inkludert i vannforskriften. Det nye systemet er under utvikling, og det er fortsatt noen uklarheter rundt bruken av miljøkvalitetsstandarder i forvaltningssammenheng. Det foreligger EU-retningslinjer for å omregne standarder til det vev/art man er interessert i, men beregningene er forbundet med så stor usikkerhet at Miljødirektoratet foreløpig har valgt å bruke standardene direkte på den art/vev som overvåkes.

3) Grenseverdier for mattrygghet. Disse grenseverdiene angir den maksimale mengde av en gitt miljøgift som er tillatt i sjømat som omsettes for salg. Siden mennesker spiser langt mindre sjømat enn marine toppredatorer, er disse grenseverdiene i mange tilfeller satt høyere enn miljøkvalitetsstandardene. Grenseverdier for mattrygghet gjelder for de spiselige delene av fisk og skalldyr, dvs. fiskefilet, fiskelever og pillede reker. For industrifisk som nyttes som ingredienser i fôrindustrien, kan grenseverdier fra fôrregelverket anvendes på hel fisk.

4.8.1 Tilførsler av miljøskadelige stoffer til forvaltningsplanområdet

Atmosfæriske tilførsler av miljøgifter (ytre påvirkning)

Konsentrasjonene av miljøgifter i lufta på Svalbard påvirkes av utslipp av miljøgifter i ulike deler av verden. Europa og Asia står for de største bidragene. Konsentrasjonene påvirkes også av klimatiske forhold som påvirker de atmosfæriske tilførselsveiene.

Det har vært en betydelig reduksjon i målte konsentrasjoner for flere tungmetaller (As, Cd, Co, Cu, Pb, Ni, V) siden 1994 på Zeppelinobservatoriet (Ny Ålesund). Reduksjonen av bly har vært på 62% og for kadmium på 59%. For elementært kvikksølv i luft er det en svak nedadgående trend på 9 % (Bohlin-Nizzetto mfl. 2017)

De organiske miljøgiftene i luft viser ikke en så tydelig nedadgående trend som tungmetallene. Målingen av organiske miljøgifter startet i 1991. Den største reduksjonen observeres for HCH og reduksjonen pågår fortsatt for HCH, DDT og klordaner i 2015. For PCB ses en reduksjon under det første tiåret av 2000-tallet, mens det har vært stabile konsentrasjoner uten reduksjon med noe årlige variasjoner de siste årene. For HCB er det derimot fortsatt observert en økning i luftkonsentrasjonen på Zeppelinobservatoriet de siste ti årene.

Klimaendringer med økt temperatur forventes å gi økt spredning av miljøgifter på global skala. Smelting av havis og tining av permafrost kan forårsake remobilisering og fordamping av miljøgifter til atmosfæren i Arktis. Store skogbranner og branner på dyrket mark har vist seg å gi økt tilførsel av organiske miljøgifter til Arktis. Økt lokal industrietablering (som for eksempel olje- og gassvirksomhet og bergverk) og skipstrafikk i nordområdene kan potensielt bidra til økte tilførsler av noen av de miljøgiftene som måles i lufta på Svalbard.

Elvetilførsler og tilførsler med kyststrømmen av miljøgifter (ytre påvirkning)

Indikatoren "tilførsel av forurensninger i elver" viser tilførslene fra land til kystsonen ved forvaltningsplanområdet. Hvert år overvåkes utslipp til norskekysten av næringsstoffer, tungmetaller og organiske miljøgifter. Elvetilførselsprogrammet er en del av Norges forpliktelser i OSPAR-avtalen, som omfatter tilførsler og utslipp til Nord-Atlanteren. Overvåkingen utføres i til sammen 47 elver. I tillegg beregnes tilførsler fra umålte felt, og direkteutslipp fra industri, kloakkrenseanlegg og fiskeoppdrett. Elver med utløp til Barentshavet som inngår i programmet er Altaelva og Pasvikelva. Tilførslene av fosfor og nitrogen har økt betydelig de siste ti årene (fram til 2015). Konsentrasjonen av næringsalter som fraktes med elvene ut i dette havområdet, har vært relativt uforandret siden 1990. De økte tilførslene skyldes derfor utslipp fra kilder i havet, og da hovedsakelig fra fiskeoppdrett. Tilførslene av kobber har også økt mye i den samme perioden. Mye av økningen skyldes økte utslipp fra oppdrettsnæringen, men det har også periodevis vært høye tilførsler av kobber med elvene, for eksempel i 2013. Sistnevnte skyldes i hovedsak utslipp fra Kola i Russland. Russiske utslipp av kobber og nikkel fører til forhøyede konsentrasjoner i norske elver som ligger lengst øst mot grensen. Dette påvirker også transporten fra land til den østlige delen av Barentshavet. Det er store variasjoner i tilførslene av nikkel fra år til år, blant annet som følge av variasjon mellom år i frekvens og intensitet av flommer. Det er imidlertid uklart hvor mye av disse utslippene som transporteres fra kystsonen og inn i selve forvaltningsplanområdet.

4.8.2 Nivåer og effekter av miljøskadelige stoffer i forvaltningsplanområdet

Radioaktiv forurensning i sjøvann

Radioaktiv forurensning i Barentshavet overvåkes med prøver fra tokt hvert tredje år og årlige vannprøver fra kyststasjonene ved Grense Jakobselv, Hillesøy, Bjørnøya, Hopen, Ny-Ålesund og fjordtokt. Vannprøvene analyseres for en eller flere av nuklidene Cs-137, Sr-90, Tc-99, Pu-238, Pu-239,240, Am-241 og tritium. Noen naturlige nuklider blir også overvåket. Generelt er nivåene av forurensning lave, og på grunn av radioaktiv nedbrytning og minkende tilførsler er også nivåene til dels synkende. Radioaktiv forurensning i havområdet stammer i hovedsak fra atomprøvesprengningene på 50- og 60-tallet, fra Tsjernobyl-ulykken og fra utslipp fra reprosesseringsanlegg som Sellafield.

Nivåene ligger i hovedsak under 2 Bq/m³ for Cs-137. Dette er lavere enn for eksempel nivåene i Nordsjøen, som blant annet påvirkes av utstrømming fra Østersjøen som i større grad enn våre havområder ble påvirket av Tsjernobyl-ulykken. Nivåene av Sr-90 er under 2 Bq/m³. Tc-99 i sjøvann har hatt en nedgang etter reduksjon i utslippet fra Sellafield. For plutoniums-isotopene er nivåene under 0,015 mBq/m³ og Am-241 er under 0,003 mBq/m³ i 2015.

Forurensning i sedimenter

Målinger av tungmetaller, bromerte flammehemmere og klororganiske miljøgifter i sedimenter utføres flere steder langs kysten nord for polarsirkelen. Generelt sett viser målingene lave nivåer av miljøgifter. Unntaket er noe forhøyede verdier av bly og kvikksølv. Det er også funnet forhøyede nivåer av arsen på et sted i det nordlige Barentshavet. Prøver som ble tatt i perioden 2009-2012 viser de samme nivåene fra Lofoten og nordover som tidligere.

Tidstrender er undersøkt gjennom prøver av sedimentkjerner (20-33 cm lange) i dypere områder av sokkelen som Malangsdjupet, Ingøydjupet, og på skråningen ved Eggakanten og utenfor Lofoten. Disse undersøkelsene indikerer at spesielt tilførselene av tungmetallene bly og kvikksølv har økt gjennom en periode fra slutten av 1800-tallet og i første del av 1900-tallet. Mens bly økte fra et bakgrunnsnivå på ca. 10 ppm til 20-30 ppm økte kvikksølv fra 0,01-0,02 ppm til 0,03-0,04. For kvikksølv kan det spores en svak nedgang de siste tjue årene i flere sedimentkjerner (funnet fra MAREANO).

Nivåene av både kvikksølv og bly er fortsatt lave, men langtransportert tilførsel kan spores. For andre tungmetaller (kadmium, kobber, krom, nikkel, sink) og arsen er nivåene generelt lave og det er liten eller ingen økninger i de analyserte sedimentkjernene.)

Radioaktiv forurensning i sedimenter i Barentshavet, områdene rundt Svalbard og Vesterålen og Lofoten kommer stort sett langveis fra. I 2015 varierte nivåene av cesium-137 i overflateprøver fra Barentshavet fra 1,7 til 6,2 Bq/kg tørrvekt. Nivåene har vært ganske stabile de siste ti årene.

PAH kan komme fra olje, men også fra andre kilder. Målinger som ble utført i 2006-2013 viste relativt lave konsentrasjoner av THC og PAH i sedimentprøvene, sammenlignet med for eksempel området sør for Svalbard som har blitt undersøkt tidligere. I områdene som er undersøkt av MAREANO-programmet var nivåene lavest i nordvest (bakgrunnsnivåer). Den sørlige delen, vest for Lofoten, hadde noe høyere nivåer. Her tilsvarer nivåene "god tilstand" ifølge Miljødirektoratets klassifiseringer for PAH16.

Konsentrasjonene av radioaktiv forurensning er høyest langs kysten og i fjorder som ligger i områder som mottok mye radioaktivt nedfall etter Tsjernobyl-ulykken. Årsaken til forhøyede nivåer langs kysten er avrenning fra land og at kyststrømmen transporterer Tsjernobyl-forurensning fra Østersjøen, samt forurensning fra Sellafield i Storbritannia og La Hague i Frankrike nordover.

Området rundt ubåten Komsomolets, som sank sørvest for Bjørnøya i 1989, undersøkes hvert år. Nivåene av cesium-137 i sedimenter rundt vraket har variert fra under deteksjonsgrensen til under 9 Bq/kg. I 2014 var det gjennomsnittlig konsentrasjon fra fire overflateprøver på 2,6 Bq/kg tørrvekt. Dette er på samme nivå som vi finner i sedimenter i nærliggende havområder, og det er ingen tydelige tegn til lekkasje fra ubåten nå.

Petroleumsvirksomheten gjennomfører regionale sedimentundersøkelser hvert tredje år for de to feltene som er i drift i Barentshavet (Snøhvit og Goliat). Det har bare blitt funnet forhøyede nivåer av THC i sedimentene på Snøhvit. Minimumsarealet på Snøhvit som er forurenset med barium er rundt 0,98 km². Siste regionale sedimentundersøkelse i Barentshavet ble gjennomført i 2016, men resultatene er ikke tilgjengelig ennå. I tillegg til de regionale undersøkelsene gjennomføres det grunnlagsundersøkelser før leteboring i nye områder. Stort sett ligger THC-nivåene i bunnsedimentene lavt i disse områdene, det samme gjør metallnivåene med unntak av barium. I 2011, 2012 og 2014 ble det gjennomført sedimentundersøkelser på henholdsvis 15, 14 og 12 nye brønnlokasjoner. Brønnlokasjonene fra toktet i 2014 var spredt utover store deler av åpnet område av Barentshavet og viste at THC-konsentrasjonene varierer fra 1 til 21 mg/kg og øker med økende havdyp. Innholdet av PAH og NPD er lavt. Innholdet av Cd, Cr, Hg, Pb, Ti og Zn er lavt og innenfor bakgrunnsverdier for sediment.

Forurensning i isbjørn

Miljøgiftbelastningen i isbjørn fra Svalbard er dominert av fettløselige organiske miljøgifter, deres nedbrytningsprodukter (metabolitter) og perfluorerte forbindelser. Isbjørn er utsatt for høye nivåer av miljøgifter som er tungt nedbrytbare og øker i konsentrasjon oppover i næringskjeden. Overvåking av isbjørn viser at konsentrasjonene av fettløselige organiske miljøgifter (PCB-153, DDE, oksyklordan og HCH) har gått ned 4–8 % per år mellom 1992 og 2013. Dette er i samsvar med de trendene man ser i andre arktiske dyr, og er en bekreftelse på at internasjonale reguleringer av disse stoffene har vært vellykkede. Nivåene av HCB i isbjørn fra Svalbard viser også en nedgang i denne perioden. Den årlige nedgangen har vært 2 % mellom 1992 og 2013. Den bromerte flammehemmeren BDE-47 har vært analysert siden 1997. Nivåene av BDE-47 viser nedadgående trend på 4 % per år hos isbjørn fra Svalbard i perioden 1997–2013.

De fleste studiene på dyreliv fra Svalbard og andre steder i Arktis viser også at de gamle, klassiske miljøgiftene som PCB, DDT, klordaner og HCH minker. Isbjørn fra Svalbard er blant de isbjørnpopulasjoner med høyest nivåer av miljøgifter blant de europeiske og nordamerikanske populasjonene i Arktis.

Nivåene av miljøgifter er fremdeles høye i isbjørn. Effekter av miljøgifter i isbjørn har vært mest studert på bestander fra Svalbard og Øst-Grønland. Funnene tyder på at miljøgiftbelastningen påvirker immunforsvaret, noe som gjør isbjørnen mer mottakelig for smitte og sykdom. Høye nivåer av miljøgifter i isbjørn har også vært knyttet til forstyrrelser i

balansen mellom hormoner som er viktige for reproduksjon, utviklingsprosesser og energimetabolisme. Videre har studier av isbjørn fra Øst-Grønland koblet høy eksponering for miljøgifter til reduksjon av størrelsen på kjønnsorganer, beinskjørhet og endringer i lever og nyre. Miljøgifter har også evne til å forstyrre fettlagringsprosesser hos isbjørn.

Forurensning i ringsel

Overvåking av ringsel viser at konsentrasjonene av fettløselige organiske miljøgifter (PCB-153, DDE, klordaner) har gått ned 6-8 prosent per år mellom 1992 og 2014. Dette er i samsvar med de trendene man ser i andre arktiske dyr, og er en bekreftelse på at internasjonale reguleringer av disse stoffene har vært vellykkede. Nivåene av HCB, α -HCH og toksafener i ringsel fra Svalbard viser også en nedgang i denne perioden. Den årlige nedgang har vært på mellom 6 og 11 prosent.

For de nyere miljøgiftene ser situasjonen annerledes ut. Nivåene av den bromerte flammehemmeren BDE-47 viser ingen nedadgående trend hos ringsel fra Svalbard fra 2004 til 2014, mens nivåene av PFOS har variert i perioden 1990-2010, og viser ingen signifikant trend. De høyeste nivåene ble målt i 2004, og i 2010 var nivåene halvert.

I 2010 var nivåene av det radioaktive stoffet cesium-137 i ringsel på Svalbard mellom 0,34 til 0,64 Bq/kg våtvekt. Dette er lave nivåer. Lignende nivåer ble funnet i 2003 (0,26 til 0,53 Bq/kg våtvekt). Byttedyrene til ringselen hadde enda lavere nivåer enn ringselen, noe som tyder på at cesium-137 blir oppkonsentrert gjennom de marine næringskjedene.

Det er avdekket moderate nivåer av miljøgifter i ringsel fra Svalbard. Nivåene av PCB, plantevernmidler og bromerte flammehemmere er betydelig lavere i ringsel fra Svalbard enn i ringsel fra Østersjøen. Nye studier viser imidlertid at grenseverdiene for når immun- og hormoneffekter kan oppstå er svært lave hos ringsel. Derfor er det grunn til å tro at miljøgiftbelastningen kan påvirke immun- og hormonsystemet hos ringsel på Svalbard.

Forurensning i sjøfugl

Polarlomvi egg ble samlet inn på Bjørnøya og i Kongsfjorden i 1993 og igjen i 2002/2003, 2007 og 2013. Eggene ble analysert for noen metaller og en rekke organiske miljøgifter, som PCB, DDT, bromerte flammehemmere, PFASer, organiske tinnforbindelser, PAH og radioaktive stoffer. Konsentrasjonen av PCB, klororganiske plantevernmidler (DDT/DDE, oksyklordan, HCH og toksafener), bromerte flammehemmere (BDE-47) og tungmetallet kvikksølv har blitt lavere i polarlomvi. Plantevernmidlet HCB, som også kan stamme fra industrien i form av et biprodukt, og fluorforbindelsen PFOS, viser ingen klare trender. Polarlomvi befinner seg i øvre halvdel av næringskjeden og vil derfor være utsatt for middels til høye nivåer av miljøgifter som oppkonsentreres i næringskjeden. Det er imidlertid ikke grunn til å anta at de konsentrasjonene vi i dag finner av organiske miljøgifter og kvikksølv i polarlomvi skal ha negative effekter på helse eller reproduksjon.

Egg fra krykkje og polarmåke ble samlet inn i Kongsfjorden på Svalbard i 2013 og 2014. Det ble også samlet inn arktisk røye fra en innsjø på Bjørnøya og en innsjø på Svalbard. Formål for studien var å se etter nye antropogene kommersielle kjemikalier som brukes i store volumer og har potensiale for langtransport og bioakkumulering. Egg og fiskemuskel ble analysert for organiske ultrafiolette (UV) filtre, siloxaner og bisfenoler (Lucia mfl. 2016).

Det ble funnet mest av dekametylsyklopentasiloxan (D5), Bisfenol A (BPA) and Bisfenol B (BPB) i sjøfugleeggene. Egg fra ismåke hadde generelt høyere konsentrasjoner enn egg fra krykkje. I røyemuskel var konsentrasjonene høyest av stoffene EHMC, BPG, BPP og BPZ. Nivåene som ble funnet var generelt lave, og lavere enn i organismer nærmere mer tett befolkede områder.

Forurensningsnivå av organiske miljøgifter i fisk og skalldyr

En ny sammenstilling er gjort av organiske miljøgifter i fisk og skalldyr fra norske havområder de siste 20 år. De fleste målingene er gjort på fiskelever fra ulike arter og det er observert en generell nedgang i nivå av miljøgifter, men også stabilisering av nivå for noen grupper av miljøgifter de siste årene. For sum HCH har vi sett en jevn nedgang, for HCB ikke en tydelig trend, mens nivåene av PCB7 og sum DDT har først blitt redusert for deretter å ha en mer stagnerende trend de siste årene (Boitsov mfl. 2016). Det er nylig publisert svært høye nivå av persistente organiske miljøgifter i spekkhoggere og noen delfinarter fra populasjoner som lever ved Spania og ved Storbritannia (Jepson mfl. 2016). Det er uttrykt bekymring for at nivåene av miljøgifter noen av disse subpopulasjonene er så høye at de kan føre til redusert formeringsevne og immunsvikt og at subpopulasjonene vil forsvinne. Vi trenger mer kunnskap om nivået av miljøgifter i Barentshavet nå er tilstrekkelig lave for ikke å føre til skadelige nivåer for toppredatorer.

Forurensning i lodde

Lodde har relativt lave nivåer av miljøgifter og det radioaktive stoffet cesium-137, og for de fleste målte miljøgifter er nivåene godt under miljøkvalitetsstandardene som gjelder for organismer (Miljødirektoratet 2016). Unntakene er PBDE og PCB7. Miljøkvalitetsstandarden for PBDE er 0,0085 µg/kg, mens gjennomsnittskonsentrasjonen av PBDE7 i 2016 var 0,064 µg/kg våtvekt. For PCB7 er miljøkvalitetsstandarden 1 µg/kg, og her var snittkonsentrasjonen i 2016 på 1,5 µg/kg. Nivåene av både PBDE og PCB i lodde er likevel lave sammenlignet med det vi finner i de fleste andre pelagiske fiskearter (NIFES 2017). Nivået av PBDE7 kan se ut til å ha avtatt siden 2010, da gjennomsnittlig konsentrasjon var 0,16 µg/kg. Det er ikke noe som tyder på at nivåene av andre miljøgifter i lodde har endret seg siden målingene startet i 2007.

Disse miljøkvalitetsstandarder skal beskytte de mest sårbare delene av økosystemet mot effekter, og er satt mye lavere enn grenseverdien for mattrygghet, for å beskytte sjøfugl og sjøpattedyr som bare spiser fisk. Men det er fortsatt noen uklarheter forbundet med bruk av disse standardene (se faktaboks 4.8.1).

Forurensning i polartorsk

Nivåene av organiske miljøgifter og det radioaktive stoffet cesium-137 målt i polartorsk er lave, og målte miljøgifter er godt under miljøkvalitetsstandardene som gjelder organismer (Miljødirektoratet 2016). Unntakene er PBDE og PCB7, der miljøkvalitetsstandardene er henholdsvis 0,0085 og 1 µg/kg, mens gjennomsnittskonsentrasjonene av PBDE7 og PCB7 i 2016 var henholdsvis 0,022 og 1,5 µg/kg våtvekt. Nivåene er likevel blant de laveste målt i fisk fra norske havområder (NIFES 2017). Nivået av PBDE7 ser ut til å ha avtatt noe siden 2009-2011, da snittkonsentrasjonen var mellom 0,032 og 0,073 µg/kg. Det er ikke data som tyder på at nivåene av andre miljøgifter har endret seg i perioden fra målingene startet i 2006. Nivåene av miljøgifter i polartorsk er stort sett noe lavere enn i lodde.

Forurensning i torsk

Muskel av nordøstarktisk torsk fra Barentshavet har nivåer av kvikksølv rundt 0,03-0,04 mg/kg våtvekt, og nivået har vært svært stabilt siden 2002. Nivået er lavt sammenlignet med torsk i andre områder, men likevel over miljøkvalitetsstandarden for kvikksølv på 0,02 mg/kg (Miljødirektoratet 2016). Den magre torskemuskel har svært lave nivåer av fettløselige organiske miljøgifter. I stedet akkumuleres disse stoffene i den fete leveren, der nivåene av organiske miljøgifter er generelt høye. Nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB, PCB7, PBDE, HCB og heptaklor i torskelever fra Barentshavet er til dels langt høyere enn miljøkvalitetsstandardene som er satt for disse stoffene i organismer (Miljødirektoratet 2016). Konsentrasjonen av endosulfan er under målbart nivå og dermed langt under miljøkvalitetsstandarden på 370 µg/kg våtvekt. Nivåene av organiske miljøgifter målt i torskelever fra Barentshavet er lavere enn det som er målt i torsk fra Norskehavet og Nordsjøen og under antatt høyt bakgrunnsnivå for PCB7 og dioksiner i 2015 og 2016. En tidsserie for PCB7 og klorerte pesticider i lever av torsk fra Barentshavet fra 1992 til 2012 viser at nivåene av PCB7 og sum DDT har hatt en reduksjon fram til 2000-tallet, deretter har nivåene stabilisert seg. Nivåene av sum HCH har hatt en jevn nedgang, mens nivåene av HCB har vært stabile (Boitsov mfl. 2016). PBDE7 i torskelever har avtatt fra et gjennomsnitt på 6,1 µg/kg våtvekt i 2007 til et gjennomsnitt på 2,3 µg/kg i 2016.

Av perfluoreerte alkylstoffer (PFAS) er det satt en miljøkvalitetsstandard for PFOS på 9,1 µg/kg våtvekt. Alle analyserte prøver av torskelever har hatt konsentrasjoner under denne grensen, med høyeste målte verdi på 5,8 µg/kg og de fleste under en kvantifiseringsgrense på 1,5 eller 4,5 µg/kg. Det er ikke nok målbare data til å si noe om eventuelle endringer for PFOS.

Nivåene av cesium-137 i torsk viser en nedadgående trend, og er langt under EUs grenseverdier for humant konsum på 600 Bq/kg våtvekt.

Målinger av miljøgifter fra 1992 til 2015 viser at konsentrasjonene i kystnære torsk generelt er lave (nær eller under antatt høyt bakgrunnsnivå). I midlertid ligger innholdet av kvikksølv i torskfilet og HCB og PCB7 i torskelever over miljøkvalitetsstandardene (hhv. 20, 10 og 1 µg/kg våtvekt). Men for DDT lå innhold godt under miljøkvalitetsstandarden (609 µg/kg våtvekt). Det er ingen standarder for kadmium og bly.

Forurensning i reker

De aller fleste prøvene av hele kokte reker har konsentrasjoner av kvikksølv noe over miljøkvalitetsstandarden for kvikksølv i biota på 0,02 mg/kg (Miljødirektoratet 2016) med et gjennomsnitt i 2016 på 0,033 mg/kg våtvekt. Nivåene av de organiske miljøgiftene dioksiner og dioksinlignende PCB, endosulfan, HCB, DDT, PFOS og PFOA var alle godt under miljøkvalitetsstandardene for disse stoffene (Miljødirektoratet 2016). Nivåene av PCB7, heptaklor og heptakloreposid og PBDE var på sin side over de gjeldende miljøkvalitetsstandardene. For PCB7 i hele reker var gjennomsnittet i 2016 1,8 µg/kg våtvekt, mens miljøkvalitetsstandarden er på 1 µg/kg. For heptaklor og heptakloreposid er miljøkvalitetsstandarder satt til 0,0067 µg/kg, og nivåene i 2015-2016 var mellom 0,036 og 0,16 µg/kg våtvekt. For PBDE var gjennomsnittet i 2016 0,039 µg/kg våtvekt, mens miljøkvalitetsstandarden er på bare 0,0085 µg/kg. Nivået av PBDE i reker kan se ut til å ha avtatt noe fra 2012 til 2016, mens for de øvrige analyserte stoffene er det ikke mulig å se noen utviklingstrend verken i positiv eller negativ retning i den perioden overvåkingen har pågått.

Nivåene av radioaktiv forurensning i reker er i stor grad på samme nivå eller lavere enn tidligere observert.

Forurensning i blåskjell

Det er målt miljøgifter i blåskjell fra 1992 til 2015 langs kysten av Norge. Konsentrasjonene av miljøgifter i blåskjell på stasjonene langs Nordland, Troms og Finnmark er stort sett lave (nær eller under antatt høyt bakgrunnsnivå). Kobber, lindan og TBT er kun funnet i svært lave konsentrasjoner. Enkelte steder er det funnet forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter. Blant annet ble det funnet forhøyede nivåer av kadmium. Dette kan skyldes naturlig høyt bakgrunnsnivå, men overvåkingen viser jevnt over lave konsentrasjoner for de fleste miljøgiftene. Der det er tilstrekkelig datagrunnlag til å si noe om trender ser vi enten at konsentrasjonene ikke endres, eller at konsentrasjonene i hovedsak avtar. Det kan merkes at innholdet av kvikksølv og PCB7 er over miljøkvalitetsstandardene (hhv. 20 og 1 µg/kg våtvekt). For HCB, DDT og TBT lå imidlertid konsentrasjonene godt under miljøkvalitetsstandarden (hhv. 10, 610 og 150 µg/kg våtvekt). Det er ingen standarder for kadmium og bly.

Radioaktiv forurensning i blæretang

Overvåking av tang langs kysten gir oss god indikasjon på utviklingen i nivåene av technetium-99 i det marine miljøet. Blæretang akkumulerer Tc-99 og nivåene gjenspeiler utslippene fra Sellafield ved Irskesjøen. Utslippene av Tc-99 fra Sellafield økte drastisk midt på 90-tallet og holdt seg høye i omtrent et tiår. Tc-99 og Cs-137 i tang overvåkes årlig ved flere kyststasjoner i tilknytning til forvaltningsplanområdet. Ved Hillesøy tas det prøver hver måned. Gjennomsnittlig konsentrasjonen av cesium-137 i blæretang fra Hillesøy har vært under 1 Bq/kg tørrvekt siden 1999, og var under 0,4 Bq/kg tørrvekt i 2015. Gjennomsnittet av Tc-99 i blæretang fra Hillesøy var under 30 Bq/kg tørrvekt i 2015, til sammenligning var gjennomsnittet i 2000 og 2001 over 300 Bq/kg tørrvekt. Vi ser den samme utviklingen og tilsvarende nivåer ved de andre kyststasjonene.

Mattrygghet

En del av indikatorartene som er omtalt over er arter som benyttes for humant konsum eller som fôrråvarer. For disse artene er det derfor også viktig å vurdere nivåene av miljøskadelige stoffer i lys av EU og Norges øvre grenseverdier som er satt for omsetning av fisk og fiskevarer til humant konsum (Commission Regulation (EC) No 1881/2006) eller for omsetning av fôr og fôrråvarer (Direktiv 2002/32/EC).

For å vurdere mattrygghet i Barentshavet brukes indikatorene for torsk, pillede reker og blåskjell. Lodde og polartorsk blir ikke utnyttet som mat for mennesker, men lodde benyttes til produksjon av fiskefôr og kan være nyttig å se i forhold til grenseverdier som gjelder fôrråvarer.

Nivåene av miljøgifter, inkludert radioaktiv forurensning, er generelt lave med hensyn til sjømattrygghet for de utvalgte indikatorene. Et viktig unntak er lever av torsk, som har relativt høyt nivå av organiske miljøgifter (særlig dioksiner og PCB). I perioden 2010-2016 hadde mellom 2,5 og 22 prosent av torskeleverprøvene hvert år nivåer over grenseverdien for dioksiner og dioksinlignende PCB. I motsetning til lever, inneholder den magre torskefileten svært lave konsentrasjoner av fettløselige organiske miljøgifter som dioksiner og

dioksinlignende PCB. Torskefilet blir derfor ikke prioritert målt. Tungmetallene kvikksølv, kadmiem og bly i torskefilet ligger også godt under EU og Norges grenseverdi for mattrygghet. Nivåene av cesium-137 i torsk viser en nedadgående trend, og er også langt under EUs grenseverdier for humant konsum på 600 Bq/kg våtvekt.

Kokte pillede reker og hel lodde inneholder lave, men målbare nivåer av mange miljøgifter. De hadde ingen overskridelser av grenseverdiene for mattrygghet med hensyn til metaller, organiske miljøgifter eller radioaktiv forurensning i reker i perioden 2007-2016. Nivåene i lodde av HCB, dieldrin, toksafen, klordan og α -HCH i 2013-2016 var stort sett lavere enn de grenseverdiene som gjelder for omsetning av fôrmidler. Unntaket var en prøve i 2013 som hadde et nivå av toksafen på 7,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvekt. Grenseverdiene for fôrmidler gjelder imidlertid bare dersom loda brukes som råvare til fiskefôr, uten at den først videreføres til fiskemel og fiskeolje.

I tillegg til indikatorene er det også resultater fra andre nye undersøkelser på miljøgifter i fisk som har blitt fullført i det siste. En ny stor kartlegging av miljøgifter i brosme og lange og en rekke andre dypvannsarter i 2013-2016 viste lave nivåer av miljøgifter i dypvannsfisk fra Barentshavet sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen, og nivåene av metaller inkludert kvikksølv var under grenseverdi for mattrygghet i alle prøvene (Frantzen og Måge 2016). Nivåene av organiske miljøgifter i filet var langt under grenseverdiene for mattrygghet, men i lever hadde syv av 30 samleprøver (brosme, lange og hyse) konsentrasjoner av dioksiner og dioksinlignende PCB og PCB₆ over de særlige grenseverdiene for mattrygghet på henholdsvis 20 ng TE/kg og 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ som gjelder lever av fisk. En ny basisundersøkelse for atlantisk kveite viste at også filet av kveite fra Barentshavet har lavere nivåer av både kvikksølv og organiske miljøgifter enn kveite fra Norskehavet (Nilsen mfl. 2016). Ingen av kveitene fra Barentshavet (åpent hav, kyst og fjorder) hadde nivå av kvikksølv over grenseverdien for mattrygghet, mens to av 133 var over grenseverdien for sum dioksiner og dioksinlignende PCB og PCB₆. Disse to kveitene var svært store, 200 og 225 kg, og hadde de høyeste nivåene av organiske miljøgifter av alle kveitene fra alle havområdene. Basisundersøkelse av blåkveite (2006-2008) viste at i området langs eggakanten like sør for Svalbard hadde 20 % av individene konsentrasjoner av kvikksølv i filet over grenseverdien for mattrygghet (Nilsen mfl. 2016). Disse resultatene er ikke fulgt opp med nyere undersøkelser.

Dagens grenseverdi for cesium-137 i sjømat er på 600 Bq/kg, og nivåene i fisk og annen sjømat fra Barentshavet ligger langt under denne grensen. Sjømat inneholder generelt lite radioaktiv forurensning, og som for annen mat er bidraget fra naturlig radioaktivitet er langt større enn bidraget fra radioaktiv forurensning. Sjømat inneholder forholdsvis mye naturlig radioaktivitet, og da særlig polonium-210. Derfor er sjømat den matvaregruppen som i gjennomsnitt bidrar mest til stråledosen fra kostholdet.

Marint søppel på strand

Søppelet i Brucebukta på Svalbard har blitt ryddet og registrert hvert år siden 2001, med enkelte avbrudd. Det er ingen klar tendens for søppelmengdene i Brucebukta, og mengdene som driver i land er påvirket av lokale forhold. Overvåkingen omfatter for få strender på et for lite område til at vi kan trekke konklusjoner om søppelmengdene generelt.

4.8.3 Kunnskapsbehov

- Det er behov for mer kunnskap om mulige effekter på biota av de lave nivåene som måles, herunder kunnskap om samvirkende effekter av de ulike stoffene som finnes (cocktail-effekter).
- Vi trenger mer kunnskap om dagens nivå av miljøgifter i Barentshavet er tilstrekkelig lave for ikke å føre til skadelige nivåer for toppredatorer.
- Det dukker hele tiden opp nye kommersielle kjemikalier/stoffer som viser seg å ha betenkelige miljøeffekter. Kunnskap om stoffenes egenskaper og spredningsveier er essensielt sammen med utvikling av metoder for å måle disse i miljøet.
- Mikroplast er en problemstilling som er høyt på agendaen globalt pga. meget lang nedbrytingstid og eventuelt toksisk innhold og egenskap som transportmedium for andre miljøgifter. Det er behov for å gjøre målinger av mikroplast i Barentshavet.
- Enkelte stoffer kan foreligge i forskjellige former hvor graden av biotilgjengelighet varierer. Kunnskap om hvilken form de aktuelle stoffene som måles foreligger i er mangelfull.
- Omregning av miljøkvalitetsstandarder for de aktuelle arter/vev som overvåkes er forbundet med mye usikkerhet, særlig på grunn av begrenset kunnskap om bioakkumulering og trofisk biomagnifisering. Det er behov for bedre veiledning til hvordan miljøet mer detaljert skal vurderes ettersom fem-klasse klassifiserings-systemet nå skal avvikles.
- Modellering av hydrokjemiske og biologiske transportprosesser for å få bedre viten om hvor de største risiko til miljøet er fra miljøgifter og forurensende stoffer.

4.8.4 Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning

Elementer som vurderes

Det som skal vurderes for forurensning og ytre påvirkning er eventuelle endringer i tilførsel av forurensninger fra utenfor forvaltingsplanområdet, dvs. langtransportert forurensning med luft eller vann, herunder tilførsler fra land.

Endringer i tilførsler av forurensende stoffer

Fortsatt nedgang i tilførslene og nivåene av flere av miljøgiftene som måles i lufta på Svalbard, men for noen har det vært en svak økning de siste årene. Det har vært mindre tilførsler av radioaktiv forurensning. Tilførsler med elver av næringssalter og kobber øker, primært som følge av oppdrettsvirksomhet, men det er uklart hvor mye av disse utslippene som transporteres fra kystsonen og inn i selve forvaltningsplanområdet.

Effekter av langtransportert forurensning

De stoffene som gir grunn til bekymring kommer utenfra. Nivåene som måles er lave, og under grenser for mattrygghet, men det er usikkerhet knyttet til mulige miljøeffekter. Det er også et begrenset antall stoffer som overvåkes.

Mulig utvikling

Klimaendringer med økt temperatur forventes å gi økt spredning av miljøgifter på global skala. Smelting av havis og tining av permafrost kan forårsake remobilisering og fordamping av miljøgifter til atmosfæren i Arktis. Store skogbranner og branner på dyrket mark har vist seg å gi økt tilførsel av organiske miljøgifter til Arktis.

4.9 Havforsuring

Arktiske havområder, som Barentshavet er spesielt utsatt for forsuring. Årsaken er blant annet at CO₂ lettere løses opp i kaldt vann og at polart vann naturlig har lave karbonatinnhold og dermed har større kapasitet til å ta opp mer CO₂. Internasjonalt og nasjonalt har det foregått en kraftig vekst innen forskning på biologiske effekter av havforsuring siden forrige faggrunnlag i 2009. Det har siden 2009 blant annet skjedd en betydelig utvikling i metodikk fra de tidligste arbeidene som er relevant når en skal beregne projeksjoner av effekter over lange tidsløp (typisk til år 2100). I norske havområder er det foreløpig kun overvåking av de fysiske-kjemiske parameterne som er rapportert.

Faktaboks om havforsuring

- Havforsuring er prosessen der pH-verdien i havet synker som følge av at CO₂-mengden i havet øker, på grunn av at de menneskeskapte utslippene av CO₂ til atmosfæren har økt.
- Når CO₂ reagerer med vann (H₂O) dannes karbonsyre. Dannelse av karbonsyre fører til at hydrogen-ioner frigjøres til havvannet. Dette fører til redusert pH og innhold av karbonationer, derav betegnelsen havforsuring. En del av hydrogenionene reagerer med karbonat og danner bikarbonat. Når karbonat bindes opp på denne måten, reduseres tilgjengeligheten på karbonat i havet.
- Metningshorisonten er en naturlig kjemisk grense i vannsøylen, som danner et skille mellom der kalsiumkarbonat løses opp (undermetning), eller kan eksistere i fast form (ved overmetning). Siden havforsuring gir lavere konsentrasjon av karbonationer, senkes metningsgraden til kalsiumkarbonat og hever metningshorisonten nærmere overflaten. Beregninger viser at metningshorisonten i Norskehavet beveger seg oppover mot overflaten med 9 meter per år.

4.9.1 Historisk utvikling

Forskning har vist at pH-verdien i verdenshavet har ligget på over 8 de siste to millioner år. Men de siste 200 årene har pH-verdien sunket og gjennomsnittlig surhet i havoverflaten økt med opp mot 30 prosent på verdensbasis. Dette skyldes at de menneskeskapte utslippene av CO₂ har økt globalt, og at det er mer CO₂ i atmosfæren sammenlignet med før-industriell tid (IPCC 2014). De menneskeskapte årlige utslipp lå i 2015 på ca. 40 milliarder tonn CO₂, som er en økning siden forrige oppdatering av faggrunnlaget. I Norskehavet har forskere dokumentert at pH-verdiene i havets overflate er på vei ned. Det har de kommet fram til ved å sammenlikne dagens overvåkningsdata med resultater fra forskningstokt på 1980- og 90-tallet. I deler av Norskehavet har pH-verdien sunket med 0,13 enheter i havoverflaten de siste 33 årene (Skjelvan mfl. 2014). Dette tilsvarer en økning i surhet på 35% siden 1980-tallet, noe som tyder på at utviklingen går raskere her, enn gjennomsnittet globalt. For Barentshavet er det ikke gjort en tilsvarende analyse av forsuringsutviklingen, men det er gjennomført en liten studie av forsuringparametere (pH-verdier og metningsgrad av aragonitt) i snittet Fugløya-Bjørnøya, der data fra 2011 er sammenliknet med data fra perioden 1997-2003 (Chierici mfl. 2011). Her ser forskerne en økning i konsentrasjonen av uorganisk karbon fra 1997 til 2011 på 0,5 μmol kg⁻¹år⁻¹, hovedsakelig som følge av økt opptak av menneskeskapt CO₂. Ut fra denne økningen i karboninnhold skulle en forvente å se en tydelig reduksjon i pH og aragonittmetning på disse stasjonene, men dette er ikke tilfelle. Dette skyldes trolig at alkaliniteten

(vannets evne til å motstå pH-endringer) i vannet har økt. Forskerne tror dette foreløpig har bidratt til å forsinke reduksjonen i pH og metningsgrad for aragonitt.

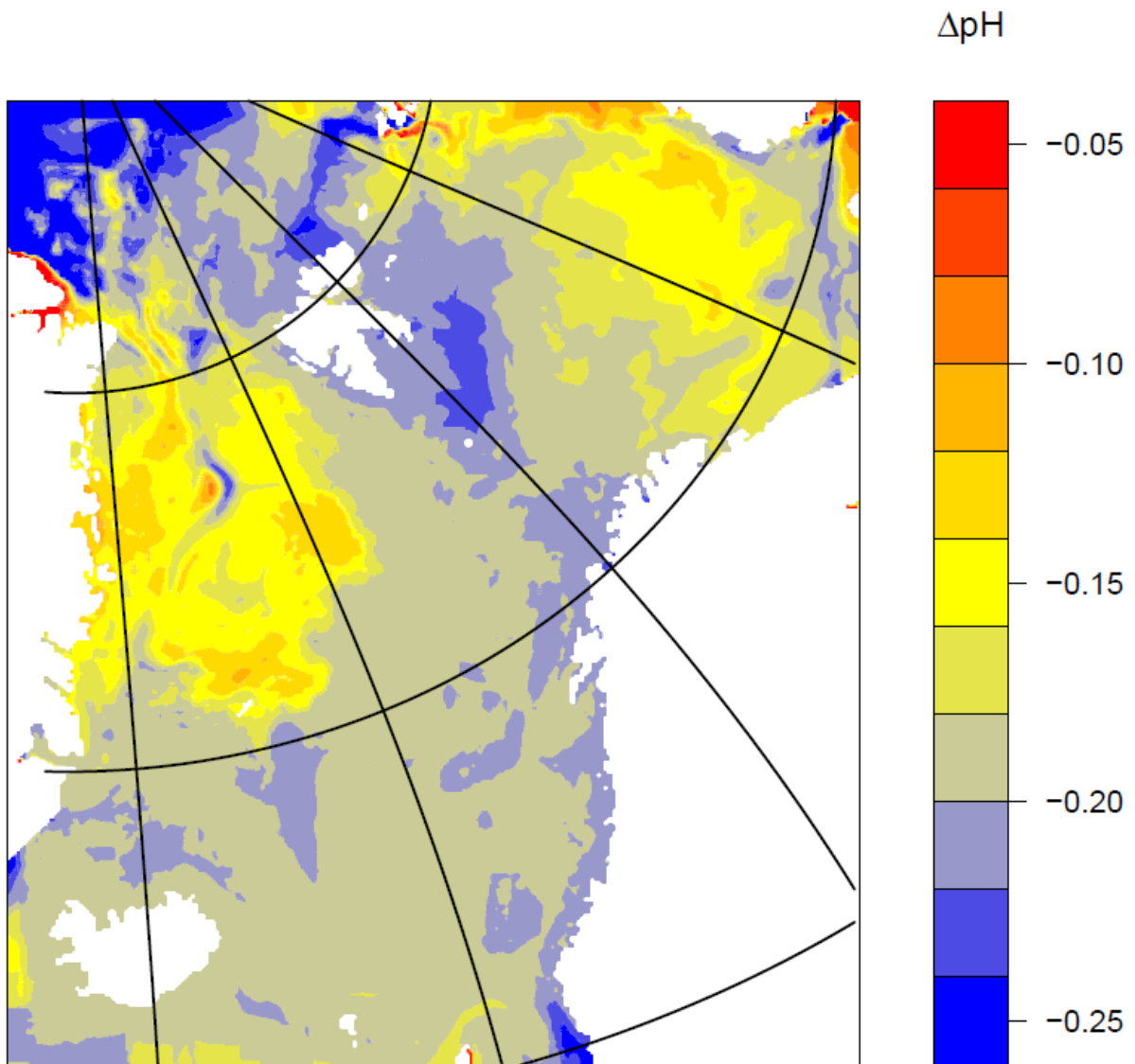
Miljødirektoratet har siden 2010 overvåket havforsuring i Barentshavet i to hydrografiske snitt, henholdsvis snittene Fugløya til Bjørnøya, og Tromsø–Svalbard. I 2013 ble overvåkingen utvidet med et snitt i den nordøstlige delen av Barentshavet, helt opp til 80°N. Foreløpig har ikke overvåking av pH og oppløst CO₂ i Barentshavet bekreftet at innholdet av CO₂ øker, slik man har beregnet i Norskehavet. En tidsserie for aragonittmetning i vannkolonnen på alle stasjoner langs Fugløya–Bjørnøya-snittet er studert fra 2011 til 2015. I dette studiet ble det ikke funnet noen trend (Chierici mfl. 2016). En årsak kan være at tidsserien ikke kun inkluderer data fra januar (som er et ønskelig tidspunkt fordi verdiene da er mindre påvirket av biologiske prosesser som varierer mellom år), men også er basert på data fra mars og august.

4.9.2 Prognoser

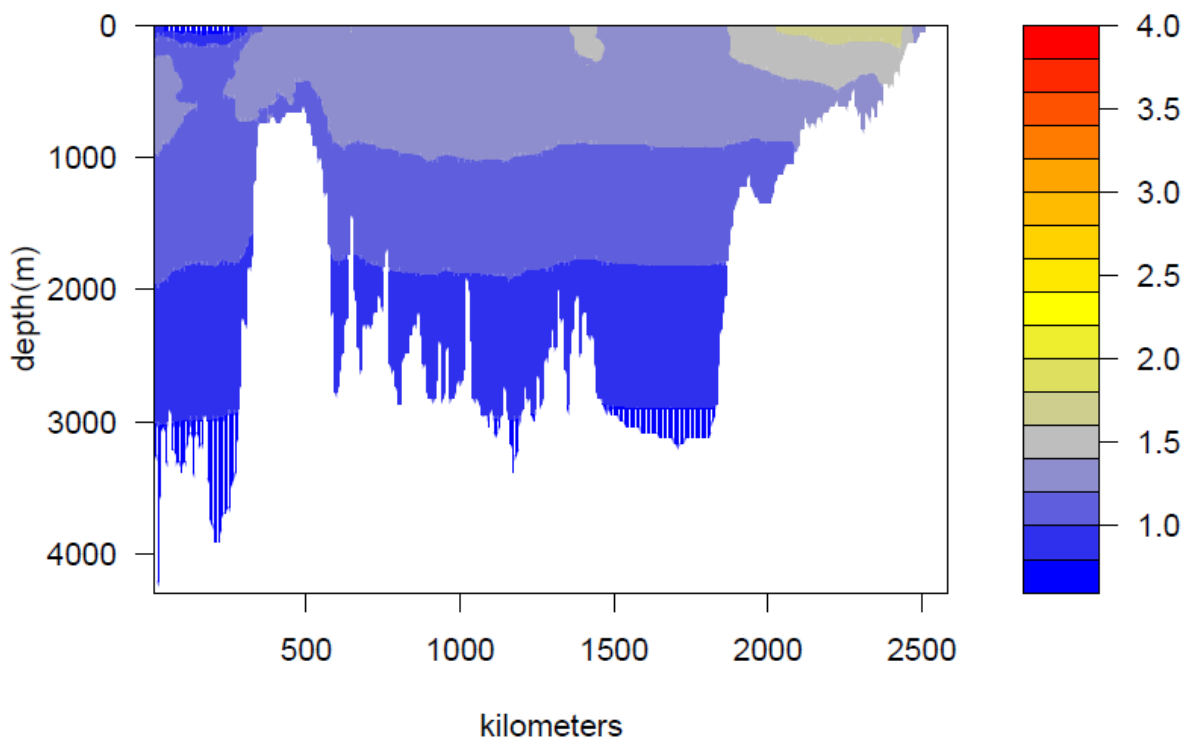
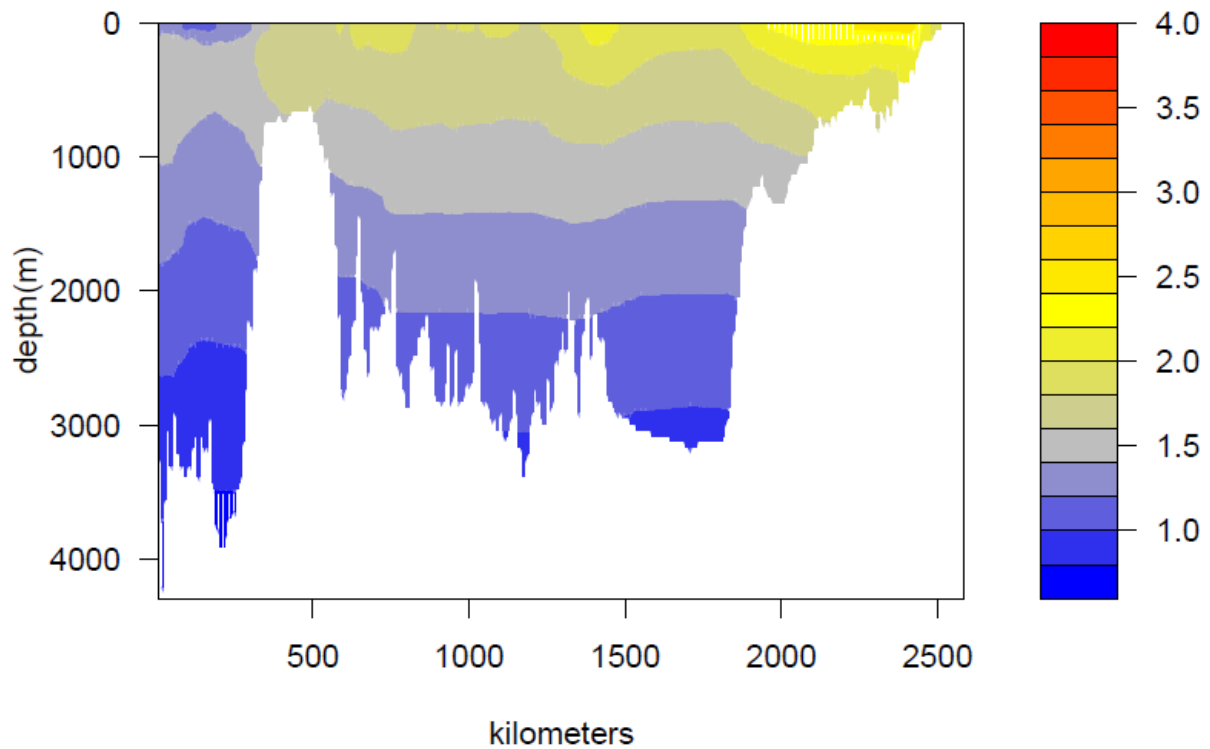
Det eneste kjente tiltaket mot havforsuring er å redusere det globale nivået av CO₂ i atmosfæren. Dette er et viktig tiltak, men det vil ta tid før det gir utslag i dyphavet. Det skyldes at havforsuringsprosessen pågår i to trinn: Først vil CO₂ løse seg opp i havoverflaten og pH-verdien synker der. Deretter vil lavere høyere CO₂-verdi og pH-verdi forplante seg nedover i vannsøylen. Derfor kommer pH-verdien i havet til å fortsette å synke i lang tid framover, selv om utslippene reduseres.

Det ser nå ut til at CO₂-nivået i atmosfæren vil fortsette å øke i lang tid framover (IPCC 2014). I FNs klimapanel 5. hovedrapport (2014) blir det beskrevet en global økning i havforsuring i alle utslippsscenarioer innen utgangen av det 21. århundret. Reduksjon i pH ved havoverflaten i slutten av århundret, sett ut fra et globalt gjennomsnitt og relativt til dagens nivå, ligger i intervallet 0,06 til 0,32 avhengig av fremtidig utslippsutvikling (IPCC 2014). Vi må forvente at havforsuringsprosessen også vil pågå over lang tid og bli et økende problem i overskuelig framtid (IPCC 2014, Hanssen-Bauer mfl. 2015). Overflatevannet i Polhavet i Arktis, som har lav temperatur og høye naturlige konsentrasjoner av ikke-organisk karbon, er ventet å bli undermettet med hensyn til aragonitt innen få tiår (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Resultater fra Havforsuringsovervåkingen viser at overflatevannet i Barentshavet allerede nå er undermettet deler av året.

For å undersøke effekten av videre økning i atmosfærisk CO₂ i et fremtidig klima har numeriske modeller blitt et viktig verktøy (figur 4.9.1, (Skogen mfl. 2014). Beregninger viser at forsuringen kan bli mangedoblet i løpet av dette århundret. Det er anslått at reduksjon i pH kan bli 0,1-0,25 i de nordiske hav, og 0,25-0,35 i Arktis fram til 2065 (Skogen mfl. 2014). Dette er en brå endring i pH-nivå, i stor kontrast til det stabile pH nivået i havet over mange millioner år. Disse endringene vil påvirke økosystemene – i både kystnære og åpne havområder. De største endringene forventes i Barentshavet, i områdene rundt Svalbard og i Polhavet (figur 4.9.1, Skogen mfl. 2014). Metningshorisont for aragonitt har også vært studert med den samme modellen. Resultatene her tyder på at metningshorisonten (dvs. det nedre dypet hvor denne kalkforbindelsen kan være stabil i fri form) kan forventes å komme betydelig nærmere overflaten i 2065 (figur 4.9.2, Skogen m.fl. 2014). Det betyr at aragonitt i fri form vil være ustabil i en stadig større del av vannsøylen.



Figur 4.9.1 Forventet endring i pH fra år 2000 til 2065. I figuren ses forventet endring for hele det nordiske hav. Den midlere pH-verdien i overflaten forventes å gå ned 0,19 enheter. De største pH-reduksjonene (blå og mørkeblå områder) er forventet langs norskekysten og i Barentshavet rundt Svalbard. Grunnlaget for figuren er et simulert karbonatsystem fra år 2000 med et fra 2065, der nedskalert fysikk fra en global klimamodell og utslipps-scenarior A1B er brukt. Etter Skogen mfl. (2014).



Figur 4.9.2. Figurene viser hvordan metningsgraden til sjøvann med hensyn til aragonitt endres over en periode på 65 år fra nord til sør i de nordiske hav. Til øverst vises metningsgraden i år 2000 og nederst i 2065 (verdien 1 angir skillet mellom undermetning og overmetning). I denne perioden blir dyptet der man finner skillet mellom vann som er undermettet og overmettet med hensyn på aragonitt flyttet 1200 m oppover i vannsøylen. Figuren viser også hvordan områder med undermettet sjøvann i overflaten øker i denne tidsperioden.

4.9.3 Økologiske effekter

Redusert pH og mindre tilgjengelig karbonat vil særlig påvirke organismer som er avhengig av å lage kalk for å bygge skall. I dag har vi mer kunnskap om økologiske effekter enn ved sist oppdatering. Det har foregått en kraftig vekst innen forskning på biologiske effekter av havforsuring, siden forrige faggrunnlag (AMAP 2013, Browman 2016). I norske havområder overvåkes foreløpig kun de fysiske-kjemiske parameterne, men det jobbes med å etablere en overvåking av biologiske effekter. Overvåking av norske havområder viser en klar naturlig sesongvariasjon i pH i de øverste 100 meterne. Denne variasjonen henger i stor grad sammen med den biologiske aktiviteten i havet. Om våren/sommeren blomstrer algene og tar opp CO₂ - og havet blir mindre surt. Når algene brytes ned om høsten/vinteren frigjøres CO₂ - og havet får naturlig lavere pH. Foreløpig er det derfor vanskelig å påvise endringer som direkte kan tilskrives menneskeskapt havforsuring fra overvåkingsdataene i Barentshavet, fordi dataseriene er for korte og vi mangler sesongdekning for hele vannkolonnen.

Det er ikke funnet direkte økologiske effekter som følge av havforsuring i norske havområder, men det er heller ikke foretatt systematisk overvåking av mulige biologiske effekter i norske havområder fram til i dag. Planktonarter med kalkskall som vingesnegl og kaldtvannskoraller forventes å være særlig sårbare for havforsuring, og er dermed aktuelle for effektovervåking.

Effektene av havforsuring har så vidt begynt å vise seg i andre havområder. Siden 2013 har USA gjennomført overvåking av forsuringseffekter på vingesnegl (*Limacina helicina*) i havområdet utenfor vestkysten av USA. Vingesneglen har kalkhus av aragonitt, et karbonat som oppløses før kalsitt ved redusert pH. Det er vist at skader på skall av vingesnegl korrelerer sterkt med reduserte metningsverdier for aragonitt (Bednaršek mfl. 2014). Det er også vist at denne vingesneglen har evne til å reparere skader i skallet (Peck mfl. 2016). I Norge jobbes det innen flaggskipet «Havforsuring og økosystemer i nordlige farvann» ved Framsenteret med havforsuring og prøvetaking og metodeutvikling for vingesnegl som havforsuringsindikator også i norske havområder. I den sammenhengen ble det satt i gang et prosjekt i 2016 som ser på hvordan utbredelse av vingesnegl og skalltykkelse påvirkes av det fysiske og kjemiske miljøet i utvalgte fjorder på Svalbard (siden 2012), nord for Svalbard og i Framstredet. Ytterligere prøvetakning er planlagt i 2017.

I områdene utenfor kysten av Troms og på Eggakanten finnes det rikelig med kaldtvannskoraller. Dette er svært saktevoksende strukturer og noen antas å være flere tusen år gamle. Korallene skaper viktige habitater, som sørger for mat og levested for andre marine arter. Revstrukturen består av et øvre lag med levende polypper, mens den nederste delen består av døde koraller. Laboratorieforsøk har vist at *Lophelia* kan tåle realistiske økninger i pCO₂-nivåer relativt bra (referanser i (Järnegren og Kutti 2014)). Det er den døde delen av revet som er potensielt spesielt følsomme for havforsuring. Hvis den nederste delen av revstrukturen løses opp på grunn av karbonatunderskudd, vil hele revet stå i fare for å kollapse.

Samvirket mellom havforsuring, klimaendringer og forurensning kan forsterke de negative effektene ytterligere. Samtidig viser det seg at bildet kanskje ikke er så ensidig negativt som først antatt. Forskerne forventer ulike konsekvenser for forskjellige grupper av organismer. Og nyere forskning tyder for eksempel på at noen arter med kalkhus, som *Lophelia*, kompenserer ved å bruke mer energi på å binde kalken, så lenge de har tilgang til nok næring (Georgian mfl. 2016).

Videre ble en del av de tidligste eksperimentene gjennomført med urealistisk høye CO₂-konsentrasjoner og uten at organismene fikk tilstrekkelig med tid til å venne seg til de endrede forholdene. Dette kan ha tegnet et skjevt bilde av effekter av havforsuring (Browman 2016). I senere studier har dette i større grad blitt tatt hensyn til. Særlig viktig for Barentshavet er arbeider gjort for de to sentrale dyreplanktonartene *Calanus finmarchicus* og *Calanus glacialis*. (Hildebrandt et al. 2016) eksponerte de to artene for forhøyet CO₂ (opp til 3000 µgat) og fant ingen effekt av CO₂-nivå på opptakshastighet og vekst. (Thor mfl. 2016) fant på den andre siden metabolske effekter (målt som RNA/DNA forhold) på to tidlige livsstadier av *C. glacialis* når den ble utsatt for pH-nivå som tilsvarer det man forventer i 2100. Et annet sentralt problem i effektstudier er at man også må ta hensyn til at arter kan tilpasse seg endrede forhold gjennom evolusjon. Fordi havforsuring nå skjer raskere enn i tidligere episoder i jordens historie, er det et åpent spørsmål om slik evolusjon kan skje raskt nok nå.

4.9.4 Raskere endringer i nord

Arktiske havområder, som Barentshavet er spesielt utsatt for forsuring (Steinacher mfl. 2009). Årsaken er blant annet, at polarvann i større grad enn varmere og saltere vann, naturlig har lave karbonatverdier og dermed har kapasitet til å ta opp mer CO₂. CO₂ vil også lettere løses opp i kaldt vann. I tillegg er Barentshavet et grunt hav med et middel dyp på 230 meter, med god vertikal omrøring av vannmassene. Isdannelse vil også bidra til å transportere CO₂ ned i dypvannet, og smeltevann fra is forsterker havforsuringen (se for eksempel Chierici og Fransson 2009). Dette vil kunne gjøre at forsuring nedover i vannsøylen skjer raskere, sammenlignet med dyphavet i Norskehavet. Pågående klimaendringer i form av økt nedbør, økt avrenning med elver og økt issmelting, vil i tillegg kunne forsterke sårbarheten og ytterligere redusere Barentshavets egen evne til å motvirke forsuring. Det finnes også flere nye studier som tyder på at utbredelsen av korrosivt vann øker i sokkelhavene i Arktis. Det kommer av en kombinasjon av økt CO₂-konsentrasjon fra menneskelige utslipp og tilførsel av organisk karbon fra land som gir økt CO₂ etter respirasjon (Qi mfl. 2017).

4.9.5 Faktaboks: Oppsummering av endringer i ytre påvirkning

Elementer som vurderes

Det som skal vurderes for havforsuring er historisk utvikling, prognoser, økologiske effekter og om endringer er raskere i nord enn lenger sør.

Endringer i ytre påvirkning

Historisk utvikling

For Barentshavet er det etter 2009 gjort en mindre studie med data fra Fugløya–Bjørnøya-snittet. Denne viser konsentrasjonen av uorganisk karbon økte fra 1997 til 2011 hovedsakelig som følge av økt opptak av menneskeskapt CO₂. Videre viste den at det ikke skjedde en forventet reduksjon i pH og aragonittmetning, antagelig fordi vannets evne til å motstå pH-enderinger (alkaliniteten) har økt.

Prognoser

Nye beregninger tyder på at forsuringen kan bli mangedoblet i løpet av dette århundret. Det er anslått at reduksjon i pH kan bli 0,1-0,25 i de nordiske hav, og 0,25-0,35 i Arktis fram til 2065 (Skogen mfl. 2014). Dette er en brå endring i pH-nivå, i stor kontrast til det stabile pH nivået i

havet over mange millioner år. De største endringene forventes i Barentshavet, i områdene rundt Svalbard og i Polhavet (Skogen mfl. 2014).

Økologiske effekter

Prognosene fra klimamodellene tilsier at Barentshavet vil få lavere pH og høyere oppløsning av kalkforbindelser i de kommende tiårene (Steinacher mfl. 2009, Skogen mfl. 2014). Det finnes studier som viser negative effekter av forsuring, men nyere forskning tyder også på at mange arter og funksjonelle grupper har betydelig større evne til å tilpasse seg forsuringen enn tidligere antatt (se oversikt i (Browman 2016)). Det er ulike resultater med hensyn på effekter på de viktige hoppekrepsartene *C. finmarchicus* og *C. glacialis*.

Om raskere endringer i nord

Det er få endringer i de tidligere konklusjonene om at havforsuring vil skje raskere i nordområdene. Mekanismen er som tidligere konkludert at gass løses bedre i kaldt enn varmt vann. I tillegg tyder nye studier på at tilførsel av organisk karbon fra land bidrar i arktiske sokkelhav.

4.9.6 Kunnskapsbehov

- Det er behov for data på sesongvariasjon i fysisk-kjemiske parametere for å kunne beregne mellomårlige bedre trender fra data samlet ved ulike tider av året.
- Det er behov for data fra vinteren (januar) fra hele vannsøylen for å kunne estimere endringer over flere år.
- Det er spesielt behov for mer data i fra isdekkede områder det nordøstre Barentshavet fordi det er størst sannsynlighet for å se endringer her på grunn av avtagende isutbredelse og økt tilførsel av smeltevann fra is.
- Det er behov for å følge trender i atlantisk vann som strømmer inn i Barentshavet fordi det inneholder store mengder CO₂ fra menneskelig aktivitet.
- Det er behov for å analysere eksisterende observasjonsdata av arter og fysisk-kjemiske parametere fra økosystemtoktet og andre observasjonsplattformer. Fordi det er betydelig variasjon i relevante fysisk-kjemiske parametere i dette materialet, kan slike analyser gi informasjon om toleranse for endret pH og aragonittmetning hos ulike organismegrupper.
- Det er behov for å sette i gang effektovervåking av ulike grupper av organismer. Det er viktig å komme i gang med nasjonal overvåking av havforsuringseffekter på marine organismer nå.
- Det er behov for å fortsette arbeidet med eksperimentelle studier.

4.10 Påvirkning fra aktivitet i forvaltningsplanområdet

Overvåkningsgruppen har vedtatt å utvikle en rekke indikatorer for de ulike menneskelige aktivitetene i Barentshavet. Foreløpig er kun to indikatorer for fiskeriaktivitet utviklet ferdig til rapportering, en indikator for fiskedødelighet og en for trållaktivitet. Disse indikatorene viser at fiskeriene i Barentshavet er bærekraftige og at påvirkning på bunnlevende dyr fra trållvirksomhet har avtatt betydelig de fire siste tiårene. I årene som kommer er hensikten å utvikle indikatorer også for petroleumsvirksomhet, skipsfart og aktivitet til andre aktører. Resultater fra disse indikatorene vil så langt det er mulig rapporteres til det faglige grunnlaget for revisjonen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.

4.10.1 Fiskedødelighet i Barentshavet

Barentshavet er et viktig område for fiskeriene, og det fiskes store kvanta av arter som nordøstarktisk torsk, nordøstarktisk hyse, snabeluer, blåkveite, reker og lodde. Gjennom historien har fiskeriene hatt en klar påvirkning på de kommersielle bestandene med ringvirkninger til økosystemet. Beregnet fiskedødelighet er en viktig faktor i beregningene som ligger til grunn for fiskerirådene. I dag forvaltes bestandene bærekraftig. Dataene er hentet fra beregningene fra det internasjonale havforskerrådet ICES (ICES 2016a).

Barentshavet er et viktig fiskeriområde, og her fiskes det årlig store kvanta, først og fremst av torsk, hyse, lodde og noe reke, blåkveite og snabeluer. Gjennomgang av fangststatistikk for norske og utenlandske fartøyer de senere årene viser at Norge står for omtrent 45 prosent av all fangsten i Barentshavet, mens Russland, Island, Grønland, Færøyene og EU-land står for resten.

Fiskedødelighet angir hvor stor andel av fiskebestandene som blir fisket opp, og er et mål for i hvilken grad fiske påvirker bestandenes overlevelse. Den er et mål på hvor stor andel av en fiskebestand som fiskes opp. Hvis fiskedødeligheten er beregnet til å være lavere enn føre-var-nivået (F_{pa}), sier vi at bestanden høstes bærekraftig. Hvis den er høyere enn føre-var-nivået, men lavere enn det Det internasjonale havforskningsrådet (ICES) har definert som kritisk fiskedødelighetsnivå (F_{lim}), er det en risiko for at bestanden ikke høstes bærekraftig. Da er det økt sjans for at gytebestanden kan havne under føre-var nivået.

Fiskedødelighet for torsk, hyse og snabeluer i Barentshavet er bra for alle bestandene, da de i mange år har blitt høstet bærekraftig. Størrelsen på fiskedødeligheten inngår i vurderingene som gjøres når fiskekvoter og høstingsregler skal bestemmes. Hvis en fiskebestand har dårlig utvikling vil fiskeriene få mindre kvoter, og i noen tilfeller også utvidet tids- og områdebegrenset fiskeforbud.

Kunnskapsbehov

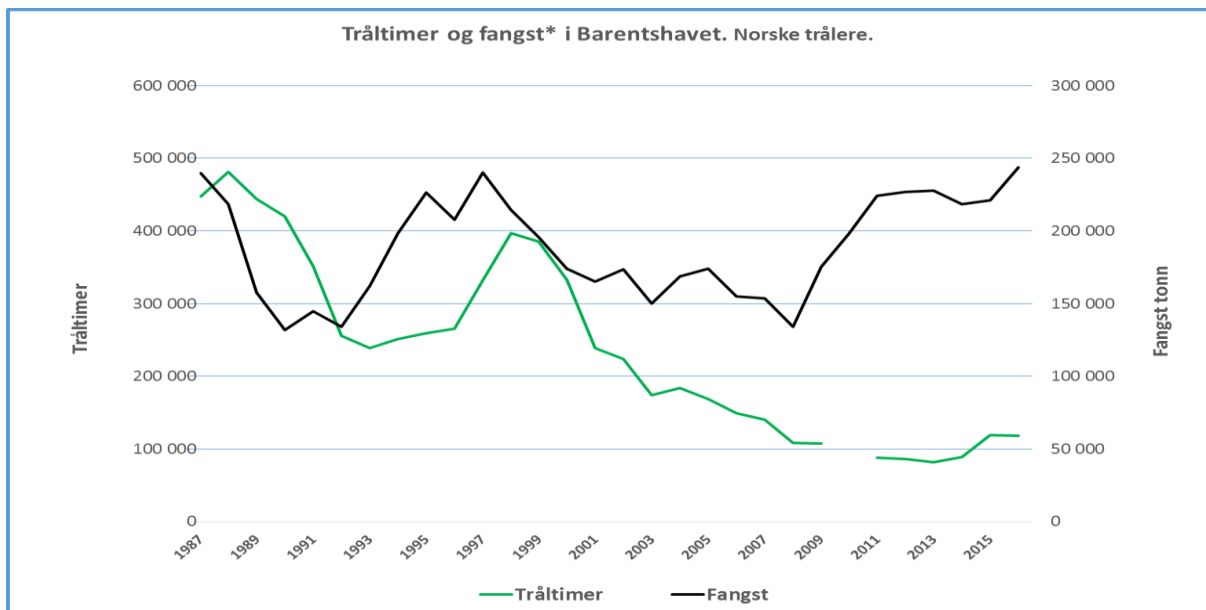
- Fiskedødelighet bygger på en kontinuerlig kunnskapsbase som strekker seg mer enn 50 år tilbake i tid og som kontinuerlig testes og forbedres gjennom internasjonale forskersamlinger i det internasjonale havforskerrådet ICES. God overvåking, korrekt innrapportering av fangst, forbud mot utkast og ulovlig fiske er viktig for at forskerne skal ha tilgang på fiskeridata med høy grad av pålitelighet og lav usikkerhet.

4.10.2 Trållaktivitet i Barentshavet

Bunntåling påvirker samfunn av bunndyr der det tråles i Barentshavet. I første rekke reduseres biomasse av større bunndyr med kroppsform som gjør dem sårbare for å bli tatt av trål (Jørgensen mfl. 2015). Omfang av bunntåling rapporteres derfor som en del av forvaltningsplanarbeidet.

Flere nasjoner driver trålfiske i Barentshavet. I rapporteringen til forvaltningsplanarbeidet er kun innsatsen fra norske båter rapportert. Det er grunn til å tro at variasjon i denne innsatsen gir et godt bilde av hvordan innsatsen til hele flåten varierer over tid, men dette bør undersøkes nærmere.

Innsatsen i det norske trålfisket med bunntåll i Barentshavet, slik området er definert i forvaltningsplanarbeidet, målt i antall trålltimer registrert på norske trålere har vist en klar nedgang fra 1987 til 2014. Totalt er innsatsen redusert med nær 80 % (figur 4.10.1). Samtidig har trållene mindre bunnkontakt nå enn tidligere og derfor høyst sannsynlig mindre påvirkning på bunndyr for hver trålltime. Samlet betyr dette at påvirkningen fra trålling på bunndyr har minket betydelig fra 1987 til 2014. Totalt fanget kvantum har holdt seg på samme nivå i samme periode (figur 4.10.1). At fangstkvantumet ikke har gått ned når innsatsen har minket skyldes en effektivisering av trållfisket og at fiskebestandene er betydelig større nå enn tidligere, som har bidratt til en økning i fangst per trålltime.



Figur 4.10.1. Antall timer trållt med bunntåll og total fangst av artene torsk, hyse, sei og reke inkl. bifangst av uer, blåkveite m.v. av norske trålere i Barentshavet slik området er definert i forvaltningsplanarbeidet. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Kunnskapsbehov

- Det er behov for å studere hvordan trållinnsats i norsk del av flåten reflekterer samlet trållinnsats fra alle lands flåter.
- Det er behov for å studere effekt av trålling på bunndyr.

5. Særlig verdifulle og sårbare områder

Som et bidrag til arbeidet med vurdering av særlig verdifulle og sårbare områder (SVSO), er det her gitt en kort oppsummering av status for de elementene som ligger til grunn for utpeking av området som et SVSO og som Overvåkingsgruppen har indikatorer for (tabell 5.1). Oppsummeringene er basert på kapittel 4.

Tabell 5.1 Kort oppsummering av status for elementer som ligger til grunn for identifisering av de særlig verdifulle og sårbare områdene (SVSO) i forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og som Overvåkingsgruppen har indikatorer for.

Område	Indikator	Status og endringer i status siden 2009
Havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket, inkludert eggakanten	Nordøstarktisk torsk	Bestandsstørrelsen har ligget på et høyt nivå siden 2009. Bestanden har spredd seg ut over en større del av havområdet, sannsynligvis på grunn av økte temperaturer og større isfrie områder.
	Norsk vårgytende sild	Bestandsstørrelsen har avtatt siden 2009, sannsynligvis på grunn av dårlig rekruttering.
	Vanlig uer	Bestandsstørrelsen har avtatt siden 2009 og er nå lavere enn noensinne. Rekrutteringen har vært lav 1990-talet. Bestanden er klassifisert som sterkt truet på den norske rødlista.
	Snabeluer	Bestanden har vokst og hatt god rekruttering siden 2009. ICES vurderer nå at forvaltningen av bestanden er bærekraftig.
	Krykkje	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene i området har med ett unntak fortsatt siden 2009.
	Lomvi	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene i området har fortsatt siden 2009.
	Lunde	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene i området har fortsatt siden 2009.
Tromsøflaket	Nordøstarktisk torsk	Bestandsstørrelsen har ligget på et høyt nivå siden 2009. Bestanden har spredd seg ut over en større del av havområdet, sannsynligvis på grunn av økte temperaturer og større isfrie områder.

	Norsk vårgytende sild	Bestandsstørrelsen har avtatt siden 2009, sannsynligvis på grunn av dårlig rekruttering.
Kystnære områder for øvrig – fra Tromsøflaket til grensen mot Russland	Krykkje	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene i området har fortsatt siden 2009.
	Lomvi	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene (åpne hyller) har fortsatt siden 2009 i de vestlige og nordlige delene av området. Andelen lomvi som hekker skjult i steinur øker, men den samlede hekkebestanden er fremdeles lav sammenlignet med tidlig på 1980-tallet. I de østlige delene (Hornøya) har bestanden vokst.
	Lunde	Bestandsnedgangen i hekkekoloniene har fortsatt siden 2009 i de vestlige delene av området. I de østlige delene har bestanden vokst.
Iskanten	Isbjørn	Bestanden kan være influert av både vekst etter fredningen og negativ påvirkning fra klimaendringer. Telling gjennomført i norsk sektor i 2015 viste at det ikke har vært statistisk sikre endringer i bestandsstørrelse siden 2004. Det er usikkert om det har vært endringer i rater for ungeproduksjon de senere årene.
	Lodde	Loddebestanden har kollapse fire ganger siden midten av 1980-tallet. Den siste kollapsen skjedde i årene før 2016, og bestanden er nå på et lavt nivå.
	Krykkje	Iskanten kan bli brukt av krykkje fra hele forvaltningsplanområdet. Det betyr at det kan være fugl der fra områder med nedgang i hekkebestanden (fastlands-kysten), eller med stabil eller voksende hekkebestand (Bjørnøya og Spitsbergen).
	Lomvi	Iskanten kan bli brukt av lomvi fra hele forvaltningsplanområdet. Det betyr at det kan være fugl der fra områder med

		nedgang i hekkebestanden (vestlige og nordlige deler av fastlandskysten), eller voksende hekkebestand (østlige deler av fastlandskysten og Bjørnøya).
Polarfronten	Lodde	Loddebestanden har kollapse fire ganger siden midten av 1980-tallet. Den siste kollapsen skjedde i årene før 2016, og bestanden er nå på et lavt nivå.
	Polarlomvi	Nedgangen i hekkebestanden i området har fortsatt siden 2009.
	Lomvi	Polarfronten kan bli brukt av lomvi fra hele forvaltningsplanområdet. Det betyr at det kan være fugl der fra områder med nedgang i hekkebestanden (vestlige og nordlige deler av fastlandskysten), eller voksende hekkebestand (østlige deler av fastlandskysten og Bjørnøya).
	Nordøstarktisk torsk	Bestandsstørrelsen har ligget på et høyt nivå siden 2009. Bestanden har spredd seg ut over en større del av havområdet, sannsynligvis på grunn av økte temperaturer og større isfrie områder.
Havområdene rundt Svalbard, inkludert Bjørnøya	Krykkje	Bestandene på Bjørnøya og Spitsbergen har holdt seg stabile eller vist en svak positiv endring.
	Lomvi	Hekkebestanden i området (Bjørnøya) har vokst siden 2009.
	Polarlomvi	Nedgangen i hekkebestanden i området har fortsatt siden 2009.

6. Indikatorliste

Oversikt over Overvåkingsgruppens indikatorer for Barentshavet med lenke til presentasjonene på www.miljostatus.no.

Indikator	http://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/barentshavet/miljotilstanden-i-barentshavet/
Havklima	
Temperatur, saltholdighet og næringsalter i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/temperatur-barentshavet/
Transport av atlantehavsvann inn i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/atlanterhavsvann-barentshavet/
Havisutbredelse i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/havisutbredelse-i-barentshavet/
Plankton	
Biomasse og produksjon av planteplankton i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/biomasse-planteplankton-barentshavet/
Artssammensetning planteplankton i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/artssammensetning-planteplankton-barentshavet
Våroppblomstring av planteplankton i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/varoppblomstring-barentshavet/
Artssammensetning dyreplankton i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/artssammensetning-dyreplankton-barentshavet/
Dyreplanktonbiomasse i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/dyreplanktonbiomasse-barentshavet/
Fiskebestander	
Ungsild i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/ungsild-barentshavet/
Lodde i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/lodde-barentshavet/
Kolmule i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/kolmule-barentshavet/
Nordøstarktisk torsk i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/nordostarktisk-torsk-barentshavet/
Blåkveite	http://www.miljostatus.no/blakveite/
Vanlig uer	http://www.miljostatus.no/vanlig-uer/
Snabeluer	http://www.miljostatus.no/snabeluer/
Bunnlevende organismer	
Kongekrabbe	http://www.miljostatus.no/kongekrabbe-barentshavet/
Korallrev, hornkoraller og svamper i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/korallrev-barentshavet
Bunndyr i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/bunndyr-barentshavet/
Sjøfugl og sjøpattedyr	

Krykkje i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/krykkje-barentshavet/
Lomvi i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/lomvi-barentshavet/
Lunde i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/lunde-barentshavet/
Polarlomvi i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/polarlomvi-barentshavet/
Romlig fordeling av sjøfugl i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/romlig-fordeling-sjofugl-barentshavet/
Romlig fordeling av hval i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/fordeling-hval-barentshavet/
Fremmede arter	
Fremmede arter i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/fremmede-arter-barentshavet/
Truede arter og naturtyper i Barentshavet	
Truede arter og naturtyper i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/truede-arter-barentshavet/
Forurensende stoffer	
Forurensning i blåskjell langs kysten av Nordland, Troms og Finnmark	http://www.miljostatus.no/forurensning-blaskjell-barentshavet/
Forurensning i isbjørn i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-isbjorn-barentshavet/
Forurensning i lodde i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-lodde-barentshavet/
Forurensning polarlomvi i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-polarlomvi-barentshavet/
Forurensning i polartorsk i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-polartorsk-barentshavet/
Forurensning i reker i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-reker-barentshavet/
Forurensning i ringsel i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-ringsel-barentshavet/
Forurensning i sedimenter i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-sedimenter-barentshavet/
Forurensning i torsk i Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-torsk-barentshavet/
Lufttilførsler av miljøgifter til Barentshavet	http://www.miljostatus.no/miljogifter-luft-barentshavet/
Radioaktivitet i tang langs kysten av Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensning-tang-barentshavet/
Strandsøppel på Svalbard	http://www.miljostatus.no/strandsoppel-barentshavet/

Tilførsler av forurensninger fra elver til Barentshavet	http://www.miljostatus.no/forurensninger-fra-elver-barentshavet/
Menneskelig aktivitet	
Fiskedødelighet	http://www.miljostatus.no/fiskedodelighet-barentshavet/

7. Referanser

- Aarnes, O.J., S. Abdalla, J.R. Bidlot, and O. Breivik. 2015. Marine Wind and Wave Height Trends at Different ERA-Interim Forecast Ranges. *Journal of Climate* **28**:819-837.
- Aars, J. 2013. Variation in detection probability of polar bear maternity dens. *Polar Biology* **36**:1089-1096.
- Aars, J., T.A. Marques, S.T. Buckland, M. Andersen, S. Belikov, A. Boltunov, and O. Wiig. 2009. Estimating the Barents Sea polar bear subpopulation size. *Marine Mammal Science* **25**:35-52.
- Aars, J., T.A. Marques, K. Lone, M. Andersen, Ø. Wiig, I.M. Bardalen Fløystad, S.B. Hagen, and S. T. Buckland. 2017. Polar bear population structure and trend in the western Barents Sea area. *Polar Research*. **In press**.
- AMAP. 2013. AMAP Assessment 2013: Arctic Ocean Acidification. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway.
- Amstrup, S.C. 2013. Polar bear, *Ursus maritimus*. Pages 587-610 in G.A. Feldhamer, B.C. Thompson, and J.A. Chapman, editors. *Wild mammals of North America: biology, management, and conservation*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Ardyna, M., M. Babin, M. Gosselin, E. Devred, S. Belanger, A. Matsuoka, and J.E. Tremblay. 2013. Parameterization of vertical chlorophyll a in the Arctic Ocean: impact of the subsurface chlorophyll maximum on regional, seasonal, and annual primary production estimates. *Biogeosciences* **10**:4383-4404.
- Arrigo, K.R., D.K. Perovich, R.S. Pickart, Z. W. Brown, G.L. van Dijken, K.E. Lowry, M.M. Mills, M.A. Palmer, W.M. Balch, F. Bahr, N.R. Bates, C. Benitez-Nelson, B. Bowler, E. Brownlee, J.K. Ehn, K.E. Frey, R. Garley, S.R. Laney, L. Lubelczyk, J. Mathis, A. Matsuoka, B.G. Mitchell, G.W.K. Moore, E. Ortega-Retuerta, S. Pal, C.M. Polashenski, R.A. Reynolds, B. Schieber, H.M. Sosik, M. Stephens, and J.H. Swift. 2012. Massive Phytoplankton Blooms Under Arctic Sea Ice. *Science* **336**:1408-1408.
- Assmy, P., M. Fernandez-Mendez, P. Duarte, A. Meyer, A. Randelhoff, C.J. Mundy, L.M. Olsen, H.M. Kauko, A. Bailey, M. Chierici, L. Cohen, A.P. Doulgeris, J.K. Ehn, A. Fransson, S. Gerland, H. Hop, S.R. Hudson, N. Hughes, P. Itkin, G. Johnsen, J.A. King, B.P. Koch, Z. Koenig, S. Kwasniewski, S.R. Laney, M. Nicolaus, A.K. Pavlov, C.M. Polashenski, C. Provost, A. Rosel, M. Sandbu, G. Spreen, L.H. Smedsrud, A. Sundfjord, T. Taskjelle, A. Tatarek, J. Wiktor, P.M. Wagner, A. Wold, H. Steen, and M.A. Granskog. 2017. Leads in Arctic pack ice enable early phytoplankton blooms below snow-covered sea ice. *Scientific Reports* **7**.
- Bakanev, S.V., Y.E. Zhak, and V.A. Pavlov. 2016. Spatial distribution of the snow crab in the Barents Sea (In Russian). Pages 74-83 in K.M. Sokolov, P.V.A., S.N.A., et al., editors. *Snow crabs Chionoecetes opilio in the Barents and Kara Seas*. PINRO press, Murmansk.
- Bednaršek, N., R.A. Feely, J.C.P. Reum, B. Peterson, J. Menkel, S.R. Alin, and B. Hales. 2014. *Limacina helicina* shell dissolution as an indicator of declining habitat suitability owing to ocean acidification in the California Current Ecosystem. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **281**.

- Bjorge, A., M. Skern-Mauritzen, and M.C. Rossman. 2013. Estimated bycatch of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in two coastal gillnet fisheries in Norway, 2006-2008. Mitigation and implications for conservation. *Biological Conservation* **161**:164-173.
- Blanchet, M.A., C. Lydersen, R.A. Ims, and K.M. Kovacs. 2015. Seasonal, Oceanographic and Atmospheric Drivers of Diving Behaviour in a Temperate Seal Species Living in the High Arctic. *Plos One* **10**.
- Blanchet, M.A., C. Lydersen, R.A. Ims, and K.M. Kovacs. 2016. Making it through the first year: Ontogeny of movement and diving behavior in harbor seals from Svalbard, Norway. *Marine Mammal Science* **32**:1340-1369.
- Blanchet, M. A., C. Lydersen, R.A. Ims, A.D. Lowther, and K.M. Kovacs. 2014. Harbour seal *Phoca vitulina* movement patterns in the high-Arctic archipelago of Svalbard, Norway. *Aquatic Biology* **21**:167-181.
- Bogstad, B., P. Dalpadado, H. Hop, E.L. Orlova, I.P. Prokopchuk, G.B. Rudneva, and V.N. Nesterova. 2011. Feeding of polar cod (*Boreogadus saida*) in the Barents Sea related to food abundance and oceanographic conditions. . Page 159 *in* 15th Norwegian–Russian Symposium Climate Change and Effects on the Barents Sea Marine Living Resources. IMR/PINRO Report Series, Longyearbyen.
- Bogstad, B., H. Gjøsæter, T. Haug, and U. Lindstrøm. 2015. A review of the battle for food in the Barents Sea: Cod vs. marine mammals. *Frontiers in Ecology and Evolution* **3**.
- Bohlin-Nizzetto, P., W. Aas, and N. Warner. 2017. Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation, annual report 2016. Kjeller, NILU (Miljødirektoratet rapport, M-757/2017) (NILU OR, 17/2017).
- Boitsov, S., B.E. Grøsvik, G. Nesje, G. Tveit, and J. Klungøy. 2016. Undersøkelser av organiske miljøgifter i fisk, skalldyr og sedimenter. Rapport fra Havforskningen Nr. 29-2016. ISSN 1893-4536. pp 132.
- Browman, H.I. 2016. Applying organized scepticism to ocean acidification research Introduction. *Ices Journal of Marine Science* **73**:529-536.
- Bustnes, J.O., S. Bourgeon, E.H.K. Leat, E. Magnusdottir, H. Strom, S.A. Hanssen, A. Petersen, K. Olafsdottir, K. Borga, G.W. Gabrielsen, and R.W. Furness. 2015. Multiple Stressors in a Top Predator Seabird: Potential Ecological Consequences of Environmental Contaminants, Population Health and Breeding Conditions. *Plos One* **10**.
- CAFF. 2017. State of the Arctic Marine Biodiversity Report. Conservation of Arctic Flora and Fauna. International Secretariat, Akureyri, Iceland. 978-9935-431-63-9.
- Cheung, W.W.L., V.W.Y. Lam, J. L. Sarmiento, K. Kearney, R. Watson, and D. Pauly. 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries* **10**:235-251.
- Chierici, M., and A. Fransson. 2009. Calcium carbonate saturation in the surface water of the Arctic Ocean: undersaturation in freshwater influenced shelves. *Biogeosciences* **6**:2421-2431.
- Chierici, M., I. I. Skjelvan, M. Norli, H. H. Lødemel, L.F. Lunde, K.Y. Børsheim, K. Sørensen, E. Yakushev, A. Renner, T. Kutti., R. Bellerby, A.L. King, S.K. Lauvset, and T. Johannessen. 2016. Overvåking av havforsuring i norske farvann i 2015, Rapport, Miljødirektoratet, M-354|2016.
- Chierici, M., K. Sørensen, T. Johannessen, K.Y. Børsheim, A. Olsen, E. Yakushev, A. Omar, and T.A. Blakseth. 2011. Tilførselsprogrammet 2011: Overvåking av forsuring av norsk farvann. TA 2936/2012., Klima- og forurensningsdirektoratet.
- Dalpadado, P., K.R. Arrigo, S.S. Hjollo, F. Rey, R.B. Ingvaldsen, E. Sperfeld, G.L. van Dijken, L.C. Stige, A. Olsen, and G. Ottersen. 2014. Productivity in the Barents Sea - Response to Recent Climate Variability. *Plos One* **9**.

- Dalpadado, P., H. Hop, J. Ronning, V. Pavlov, E. Sperfeld, F. Buchholz, A. Rey, and A. Wold. 2016. Distribution and abundance of euphausiids and pelagic amphipods in Kongsfjorden, Isfjorden and Rijpfjorden (Svalbard) and changes in their relative importance as key prey in a warming marine ecosystem. *Polar Biology* **39**:1765-1784.
- Dalpadado, P., R.B. Ingvaldsen, L.C. Stige, B. Bogstad, T. Knutsen, G. Ottersen, and B. Ellertsen. 2012. Climate effects on Barents Sea ecosystem dynamics. *Ices Journal of Marine Science* **69**:1303-1316.
- Derocher, A. E., M. Andersen, O. Wiig, J. Aars, E. Hansen, and M. Biuw. 2011. Sea ice and polar bear den ecology at Hopen Island, Svalbard. *Marine Ecology Progress Series* **441**:273-279.
- Descamps, S., J. Aars, E. Fuglei, K. M. Kovacs, C. Lydersen, O. Pavlova, A.O. Pedersen, V. Ravolainen, and H. Strom. 2017. Climate change impacts on wildlife in a High Arctic archipelago - Svalbard, Norway. *Global Change Biology* **23**:490-502.
- Descamps, S., H. Strom, and H. Steen. 2013. Decline of an arctic top predator: synchrony in colony size fluctuations, risk of extinction and the subpolar gyre. *Oecologia* **173**:1271-1282.
- Eldevik, T., M. Reigstad, E. Falck, S. Gerland, S. Jentoft, G. Johnsen, U. Lindstrøm, T.L. Rasmussen, L.P. Røed, and P.F. Wassmann. 2015. Arven etter Nansen. Forskningsplan for det sentrale og nordlige Barentshavet., UiT Norges arktiske universitet.
- Eriksen, E. 2017. Dynamics of the Barents Sea pelagic compartment: species distributions, interactions and response to climate variability. University of Bergen.
- Eriksen, E., H.R. Skjoldal, A.V. Dolgov, P. Dalpadado, E.L. Orlova, and D.V. Prozorkevich. 2016. The Barents Sea euphausiids: methodological aspects of monitoring and estimation of abundance and biomass. *Ices Journal of Marine Science* **73**:1533-1544.
- Eriksen, E., H.R. Skjoldal, H. Gjosaeter, and R. Primicerio. 2017. Spatial and temporal changes in the Barents Sea pelagic compartment during the recent warming. *Progress in Oceanography* **151**:206-226.
- Erikstad, K.E., T. Moum, J.O. Bustnes, and T.K. Reiertsen. 2011. High levels of organochlorines may affect hatching sex ratio and hatchling body mass in arctic glaucous gulls. *Functional Ecology* **25**:289-296.
- Erikstad, K.E., T.K. Reiertsen, T. Anker-Nilssen, R.T. Barrett, S.-H. Lorentsen, H. Strøm, and G.H. Systad. 2007. Levedyktighetsanalyser for norske lomvibestander. NINA Rapport 240.
- Fall, J., and M. Skern-Mauritzen. 2014. White-beaked dolphin distribution and association with prey in the Barents Sea. *Marine Biology Research* **10**:957-971.
- Fauchald, P., P. Arneberg, J. Berge, S. Gerland, K.M. Kovacs, M. Reigstad, and J.H. Sundet. 2014. An assessment of MOSJ - The state of the marine environment around Svalbard and Jan Mayen.
- Fauchald, P., R.T. Barrett, J.O. Bustnes, K.E. Erikstad, L. Nøttestad, M. Skern-Mauritzen, and F. B. Vikebø. 2015. Sjøfugl og marine økosystemer. Status for sjøfugl og sjøfuglenes næringsgrunnlag i Norge og på Svalbard. NINA Rapport 1161.
- Fernandez-Mendez, M., C. Katlein, B. Rabe, M. Nicolaus, I. Peeken, K. Bakker, H. Flores, and A. Boetius. 2015. Photosynthetic production in the central Arctic Ocean during the record sea-ice minimum in 2012. *Biogeosciences* **12**:3525-3549.
- Fluhr, J., H. Strom, R. Pradel, O. Duriez, G. Beaugrand, and S. Descamps. 2017. Weakening of the subpolar gyre as a key driver of North Atlantic seabird demography: a case study with Brunnich's guillemots in Svalbard. *Marine Ecology Progress Series* **563**:1-11.
- Fossheim, M., R. Primicerio, E. Johannesen, R.B. Ingvaldsen, M.M. Aschan, and A.V. Dolgov. 2015. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nature Clim. Change* **5**:673-677.

- Frantzen, S., and A. Måge. 2016. Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann. Brosme lange og bifangstarter. Gjelder tall for prøver samlet inn i 2013 - 2015. NIFES, Bergen.
- Frederiksen, M., T. Anker-Nilssen, G. Beaugrand, and S. Wanless. 2013. Climate, copepods and seabirds in the boreal Northeast Atlantic - current state and future outlook. *Global Change Biology* **19**:364-372.
- Frederiksen, M., B. Moe, F. Daunt, R.A. Phillips, R.T. Barrett, M.I. Bogdanova, T. Boulinier, J.W. Chardine, O. Chastel, L.S. Chivers, S. Christensen-Dalsgaard, C. Clément-Chastel, K. Colhoun, R. Freeman, A. J. Gaston, J. González-Solís, A. Goutte, D. Grémillet, T. Guilford, G. Høj Jensen, Y. Krasnov, S.-H. Lorentsen, M.L. Mallory, M. Newell, B. Olsen, D. Shaw, H. Steen, H. Strøm, G.H. Systad, T.L. Thórarinnsson, and T. Anker-Nilssen. 2012. Multi-colony tracking reveals the winter distribution of a pelagic seabird on an ocean basin scale. *Diversity and Distributions* **18**:530-542.
- Georgian, S.E., S. Dupont, M. Kurman, A. Butler, S.M. Stromberg, A.I. Larsson, and E.E. Cordes. 2016. Biogeographic variability in the physiological response of the cold-water coral *Lophelia pertusa* to ocean acidification. *Marine Ecology-an Evolutionary Perspective* **37**:1345-1359.
- Gjørøseter, H., B. Bogstad, and S. Tjelmeland. 2009. Ecosystem effects of the three capelin stock collapses in the Barents Sea. *Marine Biology Research* **5**:40-53.
- Gjørøseter, H., E.H. Hallfredsson, N. Mikkelsen, B. Bogstad, and T. Pedersen. 2015. Predation on early life stages is decisive for year-class strength in the Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*) stock. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*.
- Gjørøseter, H., E.H. Hallfredsson, N. Mikkelsen, B. Bogstad, and T. Pedersen. 2016. Predation on early life stages is decisive for year-class strength in the Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*) stock. *Ices Journal of Marine Science* **73**:182-195.
- Grebmeier, J.M., J.E. Overland, S.E. Moore, E.V. Farley, E.C. Carmack, L.W. Cooper, K.E. Frey, J.H. Helle, F.A. McLaughlin, and S.L. McNutt. 2006. A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science* **311**:1461-1464.
- Hamilton, C.D., C. Lydersen, R.A. Ims, and K.M. Kovacs. 2015. Predictions replaced by facts: a keystone species' behavioural responses to declining arctic sea-ice. *Biology Letters* **11**.
- Hamilton, C.D., C. Lydersen, R.A. Ims, and K.M. Kovacs. 2016. Coastal habitat use by ringed seals *Pusa hispida* following a regional sea-ice collapse: importance of glacial refugia in a changing Arctic. *Marine Ecology Progress Series* **545**:261-277.
- Hanssen-Bauer, I., E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg, and B. Ådlandsvik. 2015. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.
- Henriksen, S., and O. Hilmo. 2015. Norsk rødliste for arter 2015., Artsdatabanken, Norge.
- Hildebrandt, N., F.J. Sartoris, K.G. Schulz, U. Riebesell, and B. Niehoff. 2016. Ocean acidification does not alter grazing in the calanoid copepods *Calanus finmarchicus* and *Calanus glacialis*. *Ices Journal of Marine Science* **73**:927-936.
- Hipfner, J.M., L.K. Blight, R. W. Lowe, S.I. Wilhelm, G.J. Robertson, R.T. Barrett, T. Anker-Nilssen, and T.P. Good. 2012. Unintended consequences: how the recovery of sea eagle *Haliaeetus* spp. populations in the northern hemisphere is affecting seabirds. *Marine Ornithology* **40**:39-52.
- Hjermann, D.O., G. Ottersen, and N.C. Stenseth. 2004. Competition among fishermen and fish causes the collapse of Barents Sea capelin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **101**:11679-11684.
- Hurrell, J.W., Y. Kushnir, G. Ottersen, and M. Visbeck. 2003. An Overview of the North Atlantic Oscillation. Pages 1-35 in J.W. Hurrell, Y. Kushnir, G. Ottersen, and M.

- Visbeck, editors. The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance And Environmental Impact. American Geophysical Union, Washington D.C.
- Hvingel, C., J.H. Sundet, and A.M. Hjelset. 2017. Snøkrabbe i norsk forvaltningszone - Biologisk rådgivning 2017. Havforskningsinstituttet.
- ICES. 2016a. Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG). 19-25 April 2016 ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:06.:621.
- ICES. 2016b. Report of the ICES/NAFO/NAMMCO Working Group on Harp and Hooded Seals (WGHARP), 26-30 September 2016, ICES HQ, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:21. .
- ICES. 2016. Final Report of the Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea (WGIBAR), 22-26 February 2016, Murmansk, Russia, ICES CM 2016/SSGIEA:04.
- IPCC. 2014. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. .
- Jepson, P.D., R. Deaville, J.L. Barber, A. Aguilar, A. Borrell, S. Murphy, J. Barry, A. Brownlow, J. Barnett, S. Berrow, A.A. Cunningham, N.J. Davison, M. ten Doeschate, R. Esteban, M. Ferreira, A.D. Foote, T. Genov, J. Gimenez, J. Loveridge, A. Llavona, V. Martin, D.L. Maxwell, A. Papachlimitzou, R. Penrose, M.W. Perkins, B. Smith, R. de Stephanis, N. Tregenza, P. Verborgh, A. Fernandez, and R.J. Law. 2016. PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports* **6**.
- Jin, M.B., C. Deal, S.H. Lee, S. Elliott, E. Hunke, M. Maltrud, and N. Jeffery. 2012. Investigation of Arctic sea ice and ocean primary production for the period 1992-2007 using a 3-D global ice-ocean ecosystem model. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* **81-84**:28-35.
- Johannesen, E., R.B. Ingvaldsen, B. Bogstad, P. Dalpadado, E. Eriksen, H. Gjøsæter, T. Knutsen, M. Skern-Mauritzen, and J.E. Stiansen. 2012. Changes in Barents Sea ecosystem state, 1970–2009: climate fluctuations, human impact, and trophic interactions. *Ices Journal of Marine Science* **69**:880-889.
- Johannesen, E., H.L. Mørk, K. Korsbrekke, R. Wienerroither, E. Eriksen, M. Fossheim, T. de Lange Wenneck, A. Dolgov, T. Prokhorova, and D. Prozorkevich. 2017. Arctic fishes in the Barents Sea 2004-2015: Changes in abundance and distribution. *IMR/PINRO Joint Report Series*.
- Joint, I., and S.B. Groom. 2000. Estimation of phytoplankton production from space: current status and future potential of satellite remote sensing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **250**:233-255.
- Järnegren, J., and T. Kutti. 2014. *Lophelia pertusa* in Norwegian waters. What have we learned since 2008? - NINA Report 1028. .
- Jørgensen, L.L., B. Planque, T.H. Thangstad, and G. Certain. 2015. Vulnerability of megabenthic species to trawling in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* **73 (Supplement)**:i84–i97.
- Kjesbu, O.S., B. Bogstad, J.A. Devine, H. Gjosaeter, D. Howell, R.B. Ingvaldsen, R.D.M. Nash, and J.E. Skjaeraasen. 2014. Synergies between climate and management for Atlantic cod fisheries at high latitudes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **111**:3478-3483.
- Kortsch, S., R. Primicerio, F. Beuchel, P.E. Renaud, J. Rodrigues, O.J. Lonne, and B. Gulliksen. 2012. Climate-driven regime shifts in Arctic marine benthos. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **109**:14052-14057.

- Kortsch, S., R. Primicerio, M. Fossheim, A.V. Dolgov, and M. Aschan. 2015. Climate change alters the structure of arctic marine food webs due to poleward shifts of boreal generalists. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **282**:31-39.
- Kovacs, K.M., J. Aars, and C. Lydersen. 2014. Walruses recovering after 60+ years of protection in Svalbard, Norway. *Polar Research* **33**:26034.
- Lone, K., B. Merkel, C. Lydersen, K.M. Kovacs, and J. Aars. 2017. Sea ice resource selection models for polar bears in the Barents Sea subpopulation. *Ecography*:n/a-n/a.
- Lydersen, C., J. Vaquie-Garcia, E. Lydersen, G.N. Christensen, and K.M. Kovacs. In press. Novel haul-out behaviour by ringed seals (*Pusa hispida*) in Svalbard, terrestrial and in association with harbour seals (*Phoca vitulina*). *Polar Research*.
- Manushin, I.E. 2016. Food consumption by the snow crabs in the Barents and Kara Seas (In Russian). . Pages 136-139 in K.M. Sokolov, P.V.A., S.N.A., and e. al., editors. Snow crabs *Chionoecetes opilio* in the Barents and Kara Seas. PINRO press, Murmansk.
- McBride, M.M., J.R. Hansen, O. Korneev, and O. Titov. 2016. Joint Norwegian - Russian environmental status 2013. Report on the Barents Sea Ecosystem. Part II - Complete report. 2016 (2). Bergen / Murmansk.
- Miljødirektoratet. 2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet, Aquateam, NIVA, NGI.
- MOSJ. 2016. Havisutbredelse i Barentshavet og Framstredet. Norsk Polarinstitutt.
- NAMMCO. 2016a. Report of the NAMMCO Scientific Committee Working Group on By-catch 29 February, 2016., Marine Research Institute Reykjavík, Iceland.
- NAMMCO. 2016b. Report of the NAMMCO Working Group on Coastal Seals 2016 1-4 March 2016. Reykjavik, Iceland.
- NIFES. 2017. Sjømatdata. NIFES.
- Nilsen, B.M., K. Nedreaas, and A. Måge. 2016. Kartlegging av fremmedstoffer i Atlantisk kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Sluttrapport for programmet "Miljøgifter i fisk og fiskevarer" 2013-2015. . NIFES, Bergen.
- Overland, J.E., and M.Y. Wang. 2007. Future regional Arctic sea ice declines. *Geophysical Research Letters* **34**.
- Peck, V.L., G.A. Tarling, C. Manno, E.M. Harper, and E. Tynan. 2016. Outer organic layer and internal repair mechanism protects pteropod *Limacina helicina* from ocean acidification. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* **127**:41-52.
- Qi, D., L.Q. Chen, B.S. Chen, Z.Y. Gao, W.L. Zhong, R.A. Feely, L.G. Anderson, H. Sun, J. F. Chen, M. Chen, L.Y. Zhan, Y.H. Zhang, and W.J. Cai. 2017. Increase in acidifying water in the western Arctic Ocean. *Nature Climate Change* **7**:195-+.
- Quinn, P.K., A. Stohl, A. Arneeth, T. Berntsen, J.F. Burkhart, J. Christensen, M. Flanner, K. Kupiainen, H. Lihavainen, M. Shepherd, V. Shevchenko, H. Skov, and V. Vestreng. 2011. The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). AMAP, Oslo.
- Reiertsen, T.K., K.E. Erikstad, T. Anker-Nilssen, R.T. Barrett, T. Boulinier, M. Frederiksen, J. Gonzalez-Solis, D. Gremillet, D. Johns, B. Moe, A. Ponchon, M. Skern-Mauritzen, H. Sandvik, and N.G. Yoccoz. 2014. Prey density in non-breeding areas affects adult survival of black-legged kittiwakes *Rissa tridactyla*. *Marine Ecology Progress Series* **509**:289-+.
- Reiertsen, T.K., K.E. Erikstad, R.T. Barrett, H. Sandvik, and N.G. Yoccoz. 2012. Climate fluctuations and differential survival of bridled and non-bridled Common Guillemots *Uria aalge*. *Ecosphere* **3**.
- Ressler, P.H., P. Dalpadado, G.J. Macaulay, N. Handegard, and M. Skern-Mauritzen. 2015. Acoustic surveys of euphausiids and models of baleen whale distribution in the Barents Sea. *Marine Ecology Progress Series* **527**:13-29.

- Reygondeau, G., and G. Beaugrand. 2011. Future climate-driven shifts in distribution of *Calanus finmarchicus*. *Global Change Biology* **17**:756-766.
- Sandvik, H., R.T. Barrett, K. E. Erikstad, M. S. Myksvoll, F. Vikebo, N. G. Yoccoz, T. Anker-Nilssen, S. H. Lorentsen, T.K. Reiertsen, J. Skardhamar, M. Skern-Mauritzen, and G. H. Systad. 2016. Modelled drift patterns of fish larvae link coastal morphology to seabird colony distribution. *Nature Communications* **7**.
- Sandvik, H., K.E. Erikstad, R.T. Barrett, and N. G. Yoccoz. 2005. The effect of climate on adult survival in five species of North Atlantic seabirds. *Journal of Animal Ecology* **74**:817-831.
- Sandvik, H., K.E. Erikstad, and B.E. Saether. 2012. Climate affects seabird population dynamics both via reproduction and adult survival. *Marine Ecology-Progress Series* **454**:273-+.
- Sandvik, H., T.K. Reiertsen, K.E. Erikstad, T. Anker-Nilssen, R.T. Barrett, S.H. Lorentsen, G.H. Systad, and M.S. Myksvoll. 2014. The decline of Norwegian kittiwake populations: modelling the role of ocean warming. *Climate Research* **60**:91-102.
- Skern-Mauritzen, M., E. Johannesen, A. Bjorge, and N. Oien. 2011. Baleen whale distributions and prey associations in the Barents Sea. *Marine Ecology Progress Series* **426**:289-301.
- Skjelvan, I., E. Jeansson, M. Chierici, A. Omar, A. Olsen, S. Lauvset, and T. Johannessen. 2014. Havforsuring og opptak av antropogent karbon i de Nordiske hav, 1981-2013, Rapport, Miljødirektoratet, M244-2014.
- Skogen, M.D., A. Olsen, K. Y. Børsheim, A.B. Sandø, and I. Skjelvan. 2014. Modelling ocean acidification in the Nordic and Barents Seas in present and future climate. *Journal of Marine Systems* **131**:10-20.
- Solvang, H.K., H. Yanagihara, N. Øien, and T. Haug. 2017. Temporal and geographical variation in body condition of common minke whales (*Balaenoptera acutorostrata acutorostrata*) in the Northeast Atlantic. *Polar Biology* **40**:667-683.
- Stafford, K.M., S.E. Moore, C.L. Berchok, Ø. Wiig, C. Lydersen, E. Hansen, D. Kalmbach, and K.M. Kovacs. 2012. Spitsbergen's endangered bowhead whales sing through the polar night. *Endangered Species Research* **18**:95-103.
- Steinacher, M., F. Joos, T.L. Frolicher, G.K. Plattner, and S.C. Doney. 2009. Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. *Biogeosciences* **6**:515-533.
- Thor, P., A. Bailey, C. Halsband, E. Guscilli, E. Gorokhova, and A. Fransson. 2016. Seawater pH Predicted for the Year 2100 Affects the Metabolic Response to Feeding in Copepodites of the Arctic Copepod *Calanus glacialis*. *Plos One* **11**.
- Torgersen, T., and G. Huse. 2005. Variability in retention of *Calanus finmarchicus* in the Nordic Seas. *Ices Journal of Marine Science* **62**:1301-1309.
- Vacquié-Garcia, J., C. Lydersen, T. A. Marques, J. Aars, H. Ahonen, M. Skern-Mauritzen, N. Øien, and K.M. Kovacs. 2017. Late summer distribution and abundance of ice-associated whales in the Norwegian High Arctic. *Endangered Species Research* **32**:59-70.
- von Quillfeldt, C.H. r. 2010. Det faglige grunnlaget for oppdateringen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. *Fisken og havet, Særnummer 1a* 2010.