

Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen
for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten



Refereres som: Faglig forum for norske havområder (2019)
Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser – Faggrunnlag
for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og
havområdene utenfor Lofoten M-1299 2019

Grafisk design: Skipnes Kommunikasjon AS

Forord

Regjeringen skal som melding til Stortinget i 2020 legge fram en revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten samt oppdatering av forvaltningsplanene for Norskehavet og Nordsjøen–Skagerrak. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressurser og økosystemtjenester og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold. 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 hvor denne rapporten inngår.

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

Faglig forum februar 2019

Innhold

1	Sammendrag	7
2.	Innledning.....	14
2.1	Helhetlig og økosystembasert forvaltning av norske havområder	14
2.2	Forvaltningsplan for Barentshavet-Lofoten.....	14
2.3	Hvorfor er samlede konsekvenser viktig?	15
2.4	Metoder for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser.....	17
2.4.1	Mulige metoder for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser	17
2.4.2	Metode benyttet for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser	18
3	Tilstand og utvikling i Barentshavet-Lofoten	20
3.1	Dominerende trekk i nyere utvikling	20
3.2	Status og utvikling.....	21
3.2.1	Havklima og oseanografi	21
3.2.2	Plankton	24
3.2.3	Bunnlevende dyr/bunnsamfunn	25
3.2.4	Fiskebestander	25
3.2.5	Sjøfugl.....	25
3.2.6	Sjøpattedyr.....	26
3.2.7	Fremmede og nye innvandrende arter.....	26
3.2.8	Truede arter	27
3.3	Forurensning i miljø	27
3.3.1	Tilførsler og nivåer av menneskeskapte miljøfarlige stoffer i forvaltningsplanområdet	27
4	Påvirkninger fra aktiviteter og miljøkonsekvenser	29
4.1	Fiskeri.....	29
4.1.1	Generelt om påvirkning fra fiskeri og aktivitetsnivå	29
4.1.2	Uregistrert fiskedødelighet	30
4.1.3	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på planteplankton	30
4.1.4	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på dyreplankton	30
4.1.5	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på bunnøkosystemer	30
4.1.6	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på fiskebestander	31
4.1.7	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på marine pattedyr	32

4.1.8	Konsekvenser av fiskeriaktivitet på sjøfugl	33
4.1.9	Avfall i havet	34
4.1.10	Konsekvenser for mattrygghet	35
4.1.11	Fiskeriaktivitet og støy i havet	35
4.1.12	Konsekvenser av havbruk på naturmiljøet	35
4.2	Skipstrafikk.....	38
4.2.1	Generelt om påvirkning fra skipstrafikk og aktivitetsnivå.....	38
4.2.2	Driftsutslipp til sjø.....	40
4.2.3	Driftsutslipp til luft.....	40
4.2.4	Fremmede arter.....	41
4.2.5	Støy.....	41
4.2.6	Dumpet ammunisjon	42
4.2.7	Mottaksordninger	42
4.2.8	Konsekvenser av skipstrafikk for miljøressurser	42
4.3	Petroleumsvirksomhet	44
4.3.1	Generelt om påvirkning fra petroleumsvirksomhet	44
4.3.2	Utslipp til sjø	44
4.3.3	Utslipp til luft	50
4.3.4	Plassering av installasjoner og utstyr på havbunnen	50
4.3.5	Lys på innretninger	50
4.3.6	Seismisk datainnsamling.....	51
4.4	Klima og forsuring.....	52
4.4.1	Klimaendringer og konsekvenser	52
4.4.2	Økosystemrespons på endringer i temperatur og isforhold	54
4.4.3	Havforsuring	56
4.5	Langtransportert forurensning	58
4.5.1	Miljøgifter i biota	58
4.5.2	Plastforurensning.....	60
4.5.3	Sot	60
4.5.4	Mattrygghet.....	60
4.6	Radioaktiv forurensning.....	62
4.6.1	Generelt om påvirkning fra radioaktiv forurensning	62
4.6.2	Konsekvenser av radioaktiv forurensning på marint liv og miljø og sjømatindustrien	62

5	Vurdering av samlede miljøkonsekvenser	64
5.1	Samlede konsekvenser per økosystemkomponent.....	64
5.1.1	Bunnsamfunn.....	67
5.1.2	Plankton	67
5.1.3	Fisk.....	69
5.1.4	Sjøfugl.....	70
5.1.5	Marine pattedyr.....	71
5.1.6	Fremmede og nye innvandrende arter.....	72
5.1.7	Oversikt over konsekvenser på tvers av sektorer	72
5.2	Samlet påvirkning og miljøkonsekvens for Særlig verdifulle og sårbare områder.....	72
5.2.1	Havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket.....	72
5.2.2	Tromsøflaket	74
5.2.3	Kystnære områder for øvrig – fra Tromsøflaket til grensen mot Russland	74
5.2.4	Polarfronten.....	74
5.2.5	Iskanten.....	75
5.2.6	Havområdene rundt Svalbard, inkludert Bjørnøya.....	75
6	Referanser	78

1. Sammendrag

Bakgrunn

Forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten ble lagt frem av Regjeringen i Stortingsmelding nr. 8 (2005–2006): Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan). Dette var den første helhetlige forvaltningsplanen for et norsk havområde. Planen ble første gang oppdatert i 2010 (Meld. St. 10 (2010–2011)). En ny oppdatering, da med fokus på det nordlige Barentshavet og iskantsonen, kom med Meld. St. 20 (2014–2015).

Som en del av det faglige grunnlaget for en revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er denne rapporten om Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser utarbeidet. Den avviker i mandat fra tidligere rapporter på dette tema. Denne rapporten sammenstiller først kunnskap om miljøtilstand og utvikling med fakta om menneskelig aktivitet og miljøpåvirkninger per sektor. Med dette som bakgrunn evalueres konsekvenser for viktige arter og miljøkomponenter per sektor og samlet. Vi vurderer kun effekter fra «daglig drift», ikke akutte uhellshendelser. Disse er omtalt i delrapporten «Risiko for og beredskap mot akutt forurensning 2019».

Rapporten er utarbeidet av en arbeidsgruppe utgått fra Faglig Forum for norske havområder. Arbeidsgruppen består av representanter fra Havforskningsinstituttet (leder), Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Fiskeridirektoratet, Kystverket, Miljødirektoratet, Norsk Polarinstitut, Oljedirektoratet, Petroleumstilsynet og Sjøfartsdirektoratet.

Hvorfor vurdere konsekvenser under ett

Behovet for å få oversikt over menneskeskapte påvirkninger på havenes miljø og økosystemer har blitt akseptert over hele verden og en rekke tiltak er iverksatt for å redusere påvirkning og belastning. Spesielt viktig er det å se på samspill mellom ulike påvirkningsfaktorer, altså finne den kumulative effekten fra flere menneskelige trusler. Kunnskapsnivået her ansees som lavt, men voksende. I tillegg til eksisterende påvirkninger må en regne med at nye påvirkninger vil komme til etter hvert som nye næringer etableres eller aktiviteten øker.

En hovedutfordring framover blir samspillseffektene mellom de mer direkte regionale effektene av menneskelig aktivitet og de forventede konsekvensene av klimaendringer og havforsuring.

Metode benyttet for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

Ved å definere felles påvirkningsfaktorer og felles utredningstemaer er det lagt til rette for å kunne sammenstille sektorenes informasjon om påvirkning og konsekvenser på en systematisk måte. For å kunne sammenstille og gjøre en samlet vurdering av påvirkninger og konsekvenser fra alle sektorer, bør konsekvenser kunne rapporteres mest mulig enhetlig. Dette er av flere årsaker fortsatt en stor utfordring, blant annet fordi datagrunnlaget og kunnskapen om effekter fra de ulike påvirkninger på miljøverdiene er svært variable. Det største metodiske problemet er likevel at type aktivitet og påvirkning fra de ulike sektorene er svært forskjellige. Da blir sammenligning av konsekvenser også vanskelig. Konsekvenser som er beskrevet på ulike måter kan ikke uten videre vurderes systematisk under ett for å få et bilde av samlet konsekvens. Å få fram meningsfylte kvantitative mål er spesielt vanskelig. Som et kompromiss mellom skalaer med ulik presisjon brukes det i denne rapporten en intervallskala for konsekvens med «stor», «middels», «liten» og «Ikke relevant, eller ingen påvisbar konsekvens». I tillegg kan en angi «Vesentlige kunnskapsmangler gjør det umulig å vurdere konsekvens».

Der hvor man har god kunnskap om påvirkning og konsekvenser, er skalaen lettere å bruke og enklere å dokumentere enn der hvor kunnskapen er mindre og skalaen brukes mer skjønsmessig. Da det siste ofte er tilfelle har vi i stor grad basert oss på evalueringen fra sektorekspertene. På basis av sammenstillingene av påvirkning og konsekvenser er det videre gjort vurderinger av hva som påvirker mest; hvor påvirkningen er størst og hvilke utfordringer som vurderes som størst i framtiden. Dette vurderes som relevant informasjon å bringe videre som støtte for framtidig forvaltning av området, og som innspill for videre arbeid med identifisering av miljømål og tiltak knyttet til forvaltning av havområdet.

Vurdering av samlede miljøkonsekvenser

Vurderingen av samlede konsekvenser av ulike påvirkninger på de marine økosystemene i området Barentshavet–Lofoten som helhet er i stor grad lik den som ble gjort i faggrunnlaget for forvaltningsplanen oppdatering i 2010 og med små justeringer i faggrunnlaget i 2014. Samlet vurdert er miljøtilstanden i Barentshavet generelt god.

De største påvirkningsfaktorene, som har blitt ytterligere forsterket siden forrige oppdatering, er høye temperaturer og minkende isdekke. Som følge av disse klimaendringene er det store forandringer i økosystemet i de nordlige delene av planområdet, hovedsakelig nord for polarfronten. Nordlige arter som torsk og hyse har utvidet leveområdet sitt kraftig mot nord og øst og bestandene er nå svært tallrike. Arktiske arter (som polartorsk) har til gjengjeld fått et mer begrenset leveområde. Endringene i det nordlige Barentshavet er ikke bare på artsnivå, det er utskifting og fortrengning av hele artsgrupper (samfunn). På grunn av klimaendringer og redusert fiskepress har torskebestanden vokst og utvidet sitt utbredelsesområde i Barentshavet.

Utover klimaendringene er de samlede konsekvenser fra menneskelig aktivitet små, det er også endringene fra 2011. Fiskebestandene i Barentshavet er i all hovedsak bærekraftig forvaltet, og påvirkningen på økosystemet er innenfor akseptable og langsiktige rammer, det vil si balanse mellom bærekraftig bruk og vern.

Påvirkninger av utslipp fra skipstrafikk og petroleumsvirksomhet ved normal drift er i dag, som i 2011, ubetydelige. Framover forventes økt aktivitet i planområdet fra disse sektorene og økt menneskelig aktivitet generelt. Dette skyldes hovedsakelig at endrede isforhold gjør en større del av planområdet mer tilgjengelig en lengre periode av året. Videre forventes økt påvirkning fra klimaendringer, havforsuring og langtransportert forurensning. Som følge av dette kan den samlede påvirkning og medfølgende konsekvenser øke, men usikkerheten rundt dette er stor.

For **bunnsamfunn** har klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning, størst konsekvens. Havforsuring er fryktet å gi alvorlige konsekvenser i framtiden men det er foreløpig ingen god kunnskap

om dette. Temperaturøkning og havforsuring vil kunne virke sammen og gi økt totalkonsekvens, men her er usikkerheten stor. Andre påvirkninger er små, men bunntråling kan ha middels/stor konsekvens lokalt i områder som ofte blir overtrålt.

For **planteplankton** har igjen klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning, størst konsekvens. Havforsuring kan i framtiden gi alvorlige konsekvenser og vil kunne samvirke med temperaturendringer på måter som er vanskelig å forutsi, men som kan påvirke nøkkelarter av plankton og dermed de marine økosystemenes struktur og funksjon. Usikkerheten her er stor. Andre påvirkninger har ingen eller liten konsekvens. Endring av sammensetning av dyreplankton kan ha betydning dersom matkvalitet og mengde endrer seg for fiskelarvene.

Klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning og redusert isdekke, har størst konsekvens for **fiskebestandene**. Fiskeri påvirker artene det fiskes på, men konsekvensene for bestandene er nå små. Fiskedødeligheten og gytebestandsstørrelse er innenfor trygge biologiske rammer for artene som er vurdert. Andre påvirkninger har ingen eller liten konsekvens. For bestander som i framtiden blir sterkt negativt påvirket av klimaendringer vil fisketrykket bli regulert etter råd fra havforskere slik at bestandene forblir bærekraftig beskattet.

Dårlig «timing» (mismatch) mellom hekkesesong og tilgang på fiskeyngel som føde kan ha store konsekvenser for både fisk og enkelte **sjøfuglarter**. Dette kan henge sammen med klimavariasjoner. Klimaeffekter er ellers ulike for ulike arter og geografisk innen samme art. Bifangst fra fiske har middels konsekvens for noen sjøfuglarter, liten eller ingen for andre.

For noen nordlige **selarter** kan redusert isdekke ha store konsekvenser. Bifangst fra fiske og næringskonkurranse har merkbare, men små konsekvenser på bestandsnivå.

Hos enkelte topp-predatorer, som for eksempel **isbjørn**, er miljøgiftnivåene høye nok til å kunne gi negative helseeffekter. Individuer som er svekket av miljøgifter kan være mer utsatt for negative konsekvenser av klimaendringer.

Klimaendringene kan bidra til å forsterke også risiko for etablering av flere **fremmede og nye innvandrede arter** i forvaltningsplanområdet. Den naturlige barrieren det kalde havvannet i de nordlige delene av Barentshavet har dannet mot spredning av fremmede, mer sørlige og varmekjære arter svekkes allerede nå av temperaturøkning. Dette øker risikoen for at fremmede arter overlever, får fotfeste og sprer seg også i disse områdene. Den fremmede arten kongekrabbe ser ut til å ha etablert seg over store deler av det kystnære Barentshavet, mengden har vært ganske stabil de siste årene. Mengde og utbredelse av snøkrabbe har økt kraftig siden forrige oppdatering av planen. Det er stor usikkerhet om konsekvensene for øvrige bunndyr og -planter.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av fiskeriaktivitet

Fiskeri er sannsynligvis den sektoren som har de største konsekvensene for deler av økosystemet i Barentshavet ved «daglig drift». Hensikten med fiskeriaktiviteten er jo å høste fra havet. Det må likevel understrekes at langsiktig og bærekraftig forvaltning i stor grad vil kunne sikre at fiskeriaktiviteten er innenfor økosystemets tåleevne. I tillegg til direkte tilsiktet uttak fra fiskebestander kan fiskeriaktiviteten påvirke økosystemet på flere ulike måter. Her dokumenteres status og endringer siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen (2009/2010).

Påvirkning på **kommersielle fiskebestander** er i all hovedsak liten. Det betyr ikke at det fanges lite fisk, men at (gyte)biomassen som er igjen i havet etter fiske er for de viktigste fiskebestandene (torsk, hyse og sei) er godt over terskelverdiene. Tilsvarende er fiskedødeligheten trygt under terskelverdien der. Fiskeriene er godt og bærekraftig forvaltet og samarbeidet med Russland fungerer godt. Loddebestanden er forholdsvis liten, men også den er over viktige grenseverdier. Norsk vårgytende sild fiskes i liten grad i Barentshavet, men i Norskehavet. Fiskedødeligheten for denne bestanden er på et tilfredsstillende nivå, men gytebestanden er svak og minkende.

For enkelte **mindre fiskebestander** er situasjonen mindre lys. Vanlig uer og norsk kysttorsk trenger fortsatt sterkt vern og gjenoppbygging. Vanlig uer står på Norsk rødliste under kategorien «sterkt truet». Utilsiktet bifangst, det vil si at en fanger fisk

som ikke er blant målartene, er en utfordring også i Barentshavet, om enn vesentlig mindre enn i for eksempel Nordsjøen. For å redusere problemet med innslag av arter som ikke er målarter og er uten kommersiell verdi, er flere forvaltningstiltak av ulike karakter innført. Fiskeri med garn kan påvirke ulike fiskearter så vel som sjøpattedyr og sjøfugl ved at tapte garn fortsetter å fiske, såkalt spøkelsesfiske.

Forventede konsekvenser av fiskeriaktivitet på **sjøpattedyrbestander** vil generelt være knyttet til sjøpattedyrenes rolle som beitedyr og dermed konkurrenter til fiskeressursene. Dette kan medføre lite mat for sjøpattedyrarter hvis byttedyrene fjernes ved fiske. Med dagens store fiskebestander er dette ikke et problem. Sjøpattedyr kan sette seg fast i fiskegarn og drukne. Dette gjelder selartene steinkobbe og havert. Mest diskusjon de siste årene har det vært om nivået på bifangst av nise i garn. Omfanget av dette problemet i selve Barentshavet er svært usikkert.

Mange bestander av **sjøfugl** i Barentshavet er i dårlig forfatning med en negativ bestandsutvikling gjennom flere år. Årsakene til dette er mange og sammensatte. Fiskeriaktiviteten påvirker sjøfugl på to måter: konkurranse om næringstilbudet og gjennom utilsiktet bifangst av sjøfugl i fiskeredskaper. Gitt den gode tilstanden til de fleste store fiskebestandene i Barentshavet virker det usannsynlig at næringskonkurranse med fiskeriene utgjør mer enn en liten påvirkning. Garnfiske påvirker primært kystbundne og pelagisk dykkende sjøfugl, mens de overflatebeitende artene vil være mest påvirket av linefiske. En antallsmessig beskjeden bifangst kan utgjøre en signifikant påvirkningsfaktor på populasjoner av rødlistede arter som havhest, teist, polarlomvi og lomvi.

Bunnøkosystemene, inkludert korallrev og svamper kan påvirkes og i verste fall ødelegges fra bruk av bunntål. Dette var et utstrakt problem tidligere. Fiskerier med bunntål har foregått i Barentshavet de siste 80–90 årene. Det er påvist at bunnøkosystemene i kjente og mye brukte områder for trålfiske er påvirket i form av ødelagte koraller i tillegg til påvirkning på bunnorganismer som svamp og sjøfjær. Fiskeriforvaltningen har iverksatt mange tiltak siden 1999 for å redusere påvirkningen på bunnøkosystemene mest mulig.

I senere tid har det vært mye fokus på søppel generelt og plast spesielt i havet og på strender. Kildene til søppel og plast i norske havområder er mange: tilførsler fra land (elver) i Norge, langtransportert søppel (fra andre europeiske farvann og enda lenger vekk), norske og utenlandske fiskefartøy i norske områder.

Det har vært enkelte endringer i aktivitetsnivået til den norske fiskeflåten nå sammenlignet med da forrige oppdatering av forvaltningsplanen ble skrevet. For de seks utvalgte artene (torsk, hyse, sei, reke, norsk vårgytende sild og lodde) er totalfangsten til norske fartøy mindre både i forvaltningsplanområdet og i hele området nord for N62° i 2016 enn i årene 2009 og 2010. Dette skyldes i hovedsak sterk nedgang i kvoter og fangst av de pelagiske artene sild og lodde. Fangst av torsk er derimot større i 2016 enn i 2009. Antall merkeregistrerte fartøy er betydelig redusert gjennom de siste 20–30 årene, men siden 2009 har antallet vært tilnærmet stabilt. Selv om antallet fartøy er redusert i et noe lengre tidsperspektiv, har den totale motorkraften i den norske fiskeflåten faktisk økt litt i senere år. Dette nevnes fordi det antas en sammenheng mellom samlet motorkraft og fangstkapasitet.

Mesteparten av **havbruksaktiviteten** foregår kystnært og faller således utenfor tiltaksområdet for forvaltningsplanen. Havbruk er imidlertid en stor næringsaktivitet i våre havområder, og på noe sikt kan deler av havbruksaktiviteten få sin plassering betydelig lenger ute enn dagens lokalisering i skjermede farvann. Hovedproblemet i dag er spredning av lakselus, men også rømming og genetisk påvirkning på villfiskbestander er aktuelt. I tillegg er næringsalter og organisk stoff fra matfiskanlegg og utslipp av miljøgifter inkludert avlusningsmidler aktuelle påvirkningsfaktorer i nærheten av havbruksanlegg.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av skipstrafikk

Av våre tre forvaltningsplanområder er Barentshavet–Lofoten det havområdet som har minst skipstrafikk målt i utseilt distanse. Med støtte i automatisk identifikasjonssystem (AIS) –data ser man imidlertid at skipstrafikken totalt sett er økende i forvaltningsplanområdet siden forrige oppdatering. Utslipp til luft øker i takt med økning i utseilt distanse om enn ikke like mye. Fokus på grønn skipsfart og stadig strengere miljøkrav til skip vil kunne bedre dette bildet ytterligere framover.

Barentshavet skiller seg ut ved at fiskeriaktiviteten står for en vesentlig større andel av utseilt distanse enn i de andre forvaltningsplanområdene. Fiskeflåten består i hovedsak av skip uten store mengder bunkersolje eller risikolast.

De senere årene har leteaktiviteten innenfor petroleumssektoren tatt seg opp i Barentshavet og områdene lengere øst. En andel av økningen i utseilt distanse kan derfor tilskrives økt aktivitet på dette området. Man ser videre en økning i internasjonal trafikk gjennom våre nordligste havområder og det er forventninger om at slik aktivitet vil øke ytterligere i omfang i årene framover.

Det reduserte isdekket i Arktis har i noen grad åpnet for mer regulær skipstrafikk mellom Atlanterhavet og Stillehavet, både nord for Canada gjennom Nordvestpassasjen og nord for Russland gjennom Nordøstpassasjen og den nordlige sjørute. Videre er det på russisk side store utbyggingsprosjekter på gang for utskiping av flytende naturgass (LNG). En stor andel av denne transporten må forventes å gå vestover gjennom norsk del av Barentshavet. Nær halvparten av skipstrafikken (utenom fiskefartøyene) i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, følger anbefalte seilingsruter som ble etablert gjennom St.meld. nr. 14 om sjøsikkerhet og beredskap i 2005. Over 80 prosent av de største skipene og nesten alle tankskip følger disse seilingsrutene. Kombinert med tett overvåking av risikofartøy øker dette sikkerheten og reduserer sannsynligheten for uhellshendelser. Utfordringene knyttet til skipstrafikk i sårbare arktiske områder må ha tilstrekkelig fokus i årene framover og det må jobbes systematisk for å unngå uønskede hendelser. Samtidig bør det satses på å bygge opp kunnskap om eksterne virkninger slik at adekvate tiltak kan settes inn ved behov.

De potensielt største konsekvensene av skipstrafikken på miljø i forvaltningsplanområdet kommer fra akutte hendelser som skipskollisjoner og grunnstøtinger, hvor utslipp av ulike petroleumsprodukter utgjør den største faren. Konsekvensomfanget vil imidlertid kunne variere mye avhengig av utslippets omfang, når på året ulykken inntreffer, rådende vær- og vind- og strømforhold på det aktuelle tidspunktet og så videre. Sjøsikkerhets- og beredskapstiltak bidrar samlet til at sannsynligheten for ulykkeshendelser ikke øker tilsvarende økningen i utseilt distanse. Driftsutslipp

samt små, men hyppige overutslipp av olje kan representere en kronisk oljeforurensning til havs. Slike tilfeller kan i sum være en like stor belastning for miljøet som de større, men sjeldnere akuttutslippene. Undersøkelser har vist at selv små mengder olje fra kronisk oljeforurensning kan være skadelige for sjøfugl. Oljen danner en tynn hinne på sjøen og dens hydrofobiske egenskap gjør at sjøfuglers fjærdrakt lett absorberer oljen. Dette ødelegger fjærenes vannavstøtende struktur og reduserer fjærdraktens varmeisolerende egenskaper og fuglens oppdrift.

Innføring av fremmede arter gjennom ballastvann eller begroing på skipsskrog er en annen potensiell belastning på økosystemene. Her er det imidlertid internasjonalt ratifiserte regelverk som søker å minimere risikoen for at fremmede arter etablerer seg i norske farvann.

Skipsstøy ligger innenfor høreområdene til både fisk og sjøpattedyr. Det er lite sannsynlig at skipsstøy medfører direkte skader på disse organismene, slik som det er blitt påvist når det gjelder individer som befinner seg i nærheten av kraftige støykilder som seismikk og lavfrekvent sonar. En midlertidig skremmeeffekt kan likevel forventes. Skremseffekten fra skip har blitt undersøkt for noen hvalarter. For vågehval og nise, har det blitt påvist at de kan gjøre unnvikelsesmanøvre når de kommer innenfor en radius på henholdsvis ca. 600 og ca. 1000 meter fra båten. Andre arter som for eksempel kvitnos tiltrekkes av båter. Reaksjonsmønstre kan derfor variere fra art til art. Dette kan forklares med at fisk og sjøpattedyr kan vise en tilvenning til slike støykilder, til og med slike som i utgangspunktet er ment å skremme dem. Undersøkelser tyder på at sel og nise kan venne seg til lydskremsler festet til fiskeredskap med oppgave å unngå uheldige interaksjoner mellom fiskeaktivitet og sjøpattedyr.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av petroleumsaktivitet

Ved normal aktivitet kan petroleumssektoren generelt påvirke miljøet gjennom driftsutslipp til sjø, utslipp til luft, undervannsstøy fra seismisk innsamling og andre påvirkninger som fysisk påvirkning på/i havbunnen.

Nullutslippsmålet gjelder for all petroleumsvirksomheten på norsk sokkel og er felles for alle havområdene. I 2016 rapporterte Miljødirektoratet at sokkelen totalt sett er lenger unna målsettingen

enn antatt i 2010 (Miljødirektoratet rapport M 643-2016) jamfør "Vurdering av måloppnåelse, 2019". Både rapporterte utslipp av miljøfarlige tilsatte kjemikalier og naturlig forekommende stoffer, inkludert dispergert olje, hadde økt. Miljødirektoratet anbefalte i sin rapport å fortsette arbeidet med å redusere utslipp av miljøfarlige kjemikalier, men viste til at det vil være vanskelig å oppnå null utslipp, særlig fordi det er bruksområder for kjemikalier hvor de miljøfarlige egenskapene er nødvendige for funksjonen. Som vist i rapportene for næringsaktivitet har utslippene i Barentshavet vært små sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen, hvor det siden 2014 har vært markante økninger av utslipp av kjemikalier i svart og rød kategori. Dette skyldes dels en omklassifisering av kjemikalier fra gul til rød kategori og dels at noen utslippskilder som tidligere ikke ble rapportert nå rapporteres. Dette er for eksempel utslipp av brannskum.

Generelt er inntrykket fra alle undersøkelsene at den fysiske og biologiske forstyrrelsen fra deponert borekaks i det sørvestlige Barentshavet er av avgrenset karakter og er et lokalt fenomen. Rask restitusjon etter påvirkning av borekaks betinger at de arter og naturtyper som rammes raskt kan reetablere seg og at borekakset ikke endrer habitatet slik at det ikke er egnet for reetablering.

Gitt at utslippene av produsert vann i Barentshavet vil fortsette å være små også fremover, er det liten grunn til å forvente konsekvenser. Denne vurderingen forutsetter at nye felt som kommer i produksjon reinjiserer vannet i stor grad. Oppdatert kunnskapsstatus tilsier at arbeidet med å redusere utslipp av produsert vann også i de andre havområdene fortsatt er viktig.

I områder med sårbar bunnfauna skal operatøren kartlegge bunnen før aktivitet. For Barentshavet er leteaktiviteten dominerende og det er derfor ankerlegging som er mest aktuelt, i tillegg til utslipp av borekaks, som beskrevet over. Der det er tette forekomster av svamp kan det være utfordrende å unngå å berøre enkeltindivider med ankere. Bruk av dynamisk posisjonering kan være aktuelt der det er mulig, for å unngå skade fra ankere. Konsekvensbildet i Barentshavet framover vil være avhengig av i hvilken grad man får næringsaktivitet i områder med sårbare arter og naturtyper, og i hvilken grad det er mulig å

gjennomføre tiltak for å unngå påvirkning, som for eksempel endring av plasseringen av utstyr.

Det er ikke påvist noen bestandsendring av marine organismer som følge av innsamling av seismiske data. En viss, lokal dødelighet på fiskelarver i nærheten av luftkanonene er påvist, men uten at dette påvirker bestandsdødeligheten. Vurderingen er imidlertid fremdeles at det forventes å være ubetydelig effekt på bestanden. Det er usikkerhet knyttet til mulig påvirkning av seismikk på marine pattedyr i forvaltningsplanområdet.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av klimaendringer

Effekter av klimaendringer er en av de største utfordringer vi står overfor. Dette gjelder globalt, inkludert planområdet. Faktisk er klimaendringene av fysiske grunner vesentlig større i Barentshavet enn på lavere breddegrader. Klimaendringer, i første rekke temperaturøkning i hele forvaltningsplanområdet og kraftig redusert isdekke i nord, er påvirkningsfaktoren med klart størst effekt på endringer i økosystemet. Dette har blitt forsterket siden forrige planoppdatering og forventes å bli enda klarere framover.

Observerte klimasignaler inneholder en kombinasjon av naturlige svingninger på ulike tidsskala (mellom sesonger, år, dekadene og lengre perioder). Siden forrige planoppdatering har dessuten det vitenskapelige grunnlaget økt og usikkerheten minnet for at en stadig større komponent skyldes menneskelig aktivitet, «drivhuseffekten». I dag er det tilnærmet konsensus blant klimaeksperter om at en stor del av de observerte klimaendringene er menneskeskapte og bevisene for at vi som følge av dette er på vei inn i forhold som er utenfor det økosystemet har opplevd på svært lenge øker.

En annen konsekvens av økt innhold av CO₂ og andre «klimagasser» i atmosfæren er forsuring, forenklet sagt en reduksjon i pH i vannet. Konsekvenser av dette for forvaltningsplanområdet er lite dokumentert og usikkerheten er stor. En kort oppsummering av økosystemresponser på endringer i temperatur og isforhold følger.

Primærproduksjon

Endringer i isdekke og lagdeling av vannmassene som følge av klimaendringer endrer både tidspunkt, intensitet og varighet på våroppblomstringen ettersom tilgang på lys og næringssalter i polarfrontområdet endres. Mindre is og dermed mindre smeltevann vil kunne bidra til en endring fra kalde forhold dominert av arktisk vann til varmere forhold mer dominert av atlantehavsvann (borealisering) også av områdene nord for polarfronten.

Forflytning nordover av dyreplankton – endret fødekvalitet

Borealisering (endring fra kalde forhold dominert av arktisk vann til varmere forhold mer dominert av atlantehavsvann) som følge av oppvarming fører til at arter utvider sitt utbredelsesområde nordover, som for eksempel en dreining av dominerende hoppekreps fra arktiske mot mer atlantiske arter (for eksempel raudåte), det vil si arter som har lavere energiinnhold og er mindre egnet som byttedyr for arter høyere i næringskjeden.

Forflytning av fiskearter og endrede konkurranseforhold

Borealiseringen av områdene nord for polarfronten bidrar til en nordlig utvidelse av leveområder for en rekke boreale arter på alle nivå i næringskjeden, og en nedgang i arktiske. Blant annet har arter som torsk, hyse og lodde i løpet av det siste tiåret utvidet leveområdet sitt inn i områder nord for polarfronten, som ikke lenger fungerer som noen barriere.

Borealiseringen kan ha negative konsekvenser for sjøfuglarter

Endringer i sammensetning av byttedyr fra et arktisk næringsnett dominert av iskantsonefauna som polartorsk og amfipoden svartåte, til et mer borealt næringsnett dominert av lodde, torsk og krill, har negative konsekvenser for flere artsgrupper av sjøfugl.

Laboratoriestudier viser at havforsuring kan få alvorlige konsekvenser for økosystemer i havet. Kalkdannende arter vil være de første til å merke direkte virkninger, mens for eksempel sjøfugl og marine pattedyr primært vil bli påvirket av havforsuring gjennom endret kvalitet og kvantitet av byttedyr. Per i dag er signifikante endringer i karbonkjemien i Barentshavet ikke påvist og da er heller ikke økologiske effekter dokumentert.

Likevel, havforsuring kan potensielt bli en stor påvirkningsfaktor framover.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av langtransportert forurensning

Miljøfarlige stoffer kan tilføres forvaltningsplanområdet utenfra via atmosfæren, havstrømmer eller fra kysten inkludert elver. De vanligste miljøgiftene er enten tungmetaller eller persistente organiske forurensninger. Tilførslene av enkelte tungmetaller har gått ned de siste årene (bly, kadmium og delvis kvikksølv), men de organiske miljøgiftene viser ikke like tydelig nedadgående trend. I tillegg måles det tilførsler av en del nye organiske miljøgifter i høyere konsentrasjoner enn "klassiske" organiske miljøgifter. Nivåene av miljøgifter i sedimenter er generelt lave i planområdet. Unntaket er noe forhøyede verdier av bly og kvikksølv. Prøver som ble tatt i perioden 2009–2012 viser de samme nivåene fra Lofoten og nordover som tidligere.

Marin forsøpling består i hovedsak av plastforsøpling og er foreløpig ikke klassifisert som en miljøgift, men omtales likevel under forurensningskapittelet. Det registreres marin forsøpling over hele Barentshavet, både på sjøbunnen, i de frie vannmassene og i overflaten, men det er store variasjoner mellom prøvetakningsstasjonene, så det er for tidlig å si noe om forsøplingen er økende over tid. Man vet foreløpig lite om konsekvenser av marin forsøpling for bestander eller økosystemet.

Generelt er nivåene av de fleste miljøgifter lave og lavere i biota i Barentshavet sammenliknet med Norskehavet og Nordsjøen/Skagerrak. På grunn av at de fleste miljøgiftene akkumulerer oppover i næringskjeden, er det er i hovedsak arter som befinner seg øverst i næringskjeden som har nivåer av miljøgifter som kan gi påvisbare negative konsekvenser for artenes biologiske funksjon. Derfor er arter som for eksempel hval, isbjørn, sel, og enkelte sjøfuglarter mest utsatt for effekter av miljøgifter. I særlig grad gjelder dette disse artene fordi de er mest utsatt for opphopning av miljøgifter som er bundet til fett. Disse artene bruker fett både som isolasjon og som opplagsnæring.

Selv om det er gjort mange effektstudier på individnivå, trengs det fortsatt mer kunnskap om grenseverdier for biologiske effekter og om effekter av ulike miljøgifter kan forsterke hverandre når de

opptrer sammen. Det fins enkeltstudier som viser at dagens nivåer av miljøgifter trolig er årsak til nedgang i enkelte populasjoner, som for eksempel polarmåke på Bjørnøya. Men det er for øvrig usikkert i hvor stor grad dagens nivåer av miljøgifter har konsekvenser for ulike bestander og økosystem.

Nivåene av miljøgifter i sjømat fra Barentshavet er generelt lave og for de fleste arter til dels langt under grenseverdiene som gjelder for mattrygghet. Likevel er det noen unntak som tyder på at forurensning til en viss grad kan påvirke sjømattryggheten for noen arter i området. Nivåene av organiske miljøgifter i fiskelever, særlig dioksiner og PCB, er over grenseverdiene i noen få enkeltindivider av flere arter. Likeledes er nivåene av både kvikksølv og organiske miljøgifter høye i enkeltindivider av arter høyt i næringskjeden, som blåkveite og særlig stor kveite. For å sikre at sjømaten er trygg er det i noen tilfeller gjennomført tiltak som advarsel fra Mattilsynet for barn, gravide og ammende mot å spise fiskelever, og forbud mot fiske (utkastpåbud) av kveite over to meter (100 kg). Et fiskefelt ved eggakanten utenfor Lofoten som var stengt for blåkveitefiske fra 2012 på grunn av høye nivåer av dioksiner og PCB, ble imidlertid åpnet igjen i 2016 etter at nye resultater viste nivåer under grenseverdien for mattrygghet.

Påvirkninger og økosystemkonsekvenser av radioaktiv forurensning

Nivåene av menneskeskapte radionuklider i planområdet er lave. Tidstrendene viser at konsentrasjonene enten er relativt konstante eller avtagende. Som enkeltfaktor vil ikke dagens nivåer av menneskeskapte radionuklider få konsekvens for økosystemene.

Tilleggs konsentrasjonene av naturlig forekommende radioaktive stoffer som blir sluppet ut fra petroleumsindustrien i Barentshavet er svært lave og det antas ikke at disse alene har negative konsekvenser for miljøet.

2. Innledning

2.1 Helhetlig og økosystembasert forvaltning av norske havområder

Forvaltning av norske havområder er basert på en økosystembasert tilnærming til forvaltning. Det innebærer at forvaltningen av menneskelige aktiviteter tar utgangspunkt i de rammene som økosystemet setter for å opprettholde strukturen, virkemåten, produksjonen og naturmangfoldet. Økosystembasert forvaltning skal også sikre at aktivitet og påvirkninger underlegges en helhetsvurdering av hvilken belastning et økosystem vil bli utsatt for. Forvaltningen må foregå innenfor rammene av naturmangfoldloven. Mer spesifikt skal en påvirkning av et økosystem vurderes ut fra den samlede belastning som økosystemet er eller vil bli utsatt for (§ 10). Videre understrekes det i naturmangfoldloven (§ 9) at føre-var-prinsippet skal gjelde. Det vil si at når det treffes en beslutning uten at det foreligger tilstrekkelig kunnskap om hvilke virkninger den kan ha for naturmiljøet, skal det tas sikte på å unngå mulig vesentlig skade på naturmangfoldet. Foreligger en risiko for alvorlig eller irreversibel skade på naturmangfoldet, skal ikke mangel på kunnskap brukes som begrunnelse for å utsette eller unnlate å treffe forvaltningstiltak. Naturmangfoldloven gjelder ikke i hele forvaltningsplanområdet. Hele loven gjelder i territorialfarvannet og i norske jurisdiksjonsområder og på kontinentalsokkelen gjelder de sentrale prinsippene i kapittel II, §§ 4–5 og 7–10. Fiskeriene reguleres gjennom havressursloven som har tilsvarende bestemmelser som i naturmangfoldlovens kapittel II og det er dermed ingen hjemmelsutfordringer innenfor havressursloven når det gjelder iverksetting av relevante forvaltningstiltak innenfor fiskerisektoren.

Gjennom behandlingen av St. meld. nr. 12 (2001–2002) Rent og rikt hav, sluttet Stortinget seg til behovet for en mer helhetlig og økosystembasert forvaltning av norske havområder. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressurser

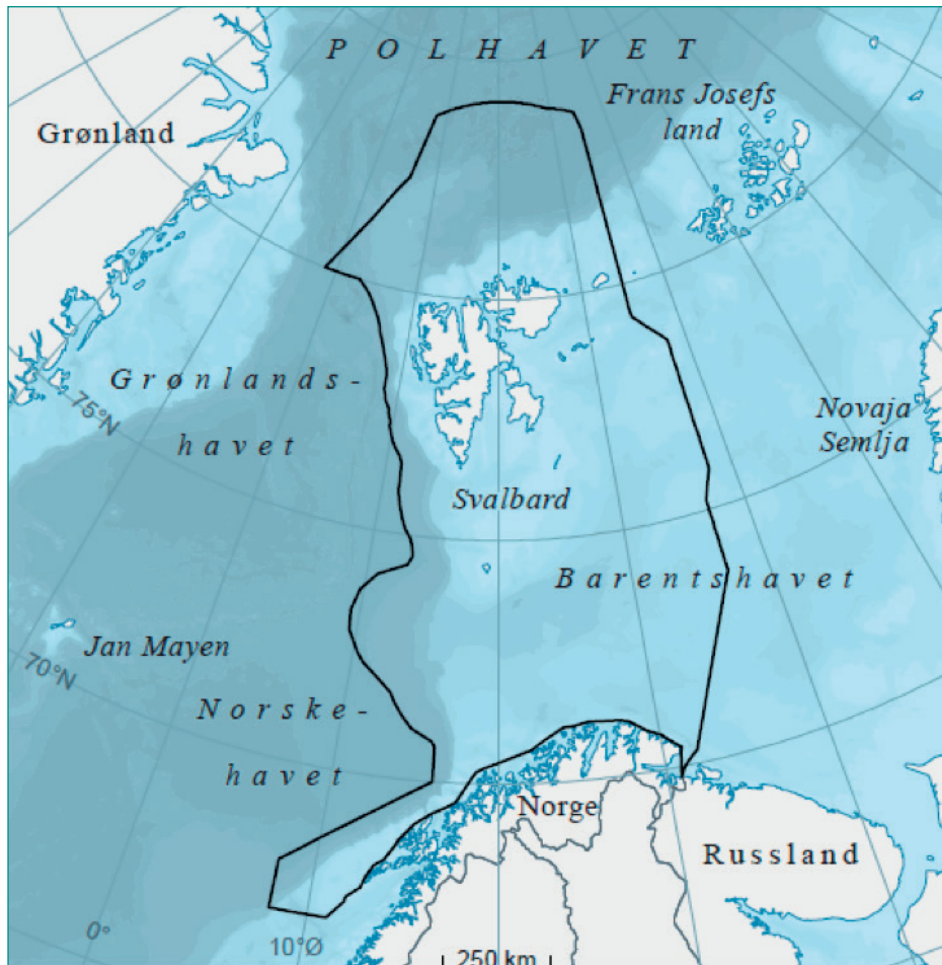
og økosystemtjenester i havområdene og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold. Forvaltningsplanene er således et verktøy for både å fremme næringsutvikling og matsikkerhet innenfor bærekraftige rammer og sikre en god miljøtilstand. Forvaltningsplanene bidrar til klarhet i overordnede rammer, samordning og prioriteringer i forvaltningen av havområdene. Forvaltningsplanen skal blant annet baseres på kunnskap om påvirkningsfaktorer og konsekvenser for miljøtilstanden og ressursgrunnlaget i havområdet. Dette gjelder først og fremst mulige konsekvenser av virksomhet i selve havområdet, men også konsekvenser som følge av ytre påvirkninger, det vi si kilder utenfor området, inkludert påvirkninger fra land og kystsonen. Som basis for forvaltningsplanene ligger sentrale prinsipper knyttet til kunnskapsgrunnlaget, føre-var-prinsippet og samlet belastning. De er et konkret uttrykk for at Norge som kyststat har evne og vilje til å forvalte våre havområder på en ansvarlig måte.

2.2 Forvaltningsplan for Barentshavet-Lofoten

Forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, varslet i St.meld. nr. 12 (2001–2002) Rent og rikt hav, ble lagt frem av Regjeringen i St.meld. nr. 8 (2005–2006) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan). Dette var den første helhetlige forvaltningsplanen for et norsk havområde.

Forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (figur 2.1) ble første gang oppdatert i 2010 (Meld. St. nr. 10 (2010–2011)). En ny oppdatering, da med fokus på det nordlige Barentshavet og iskantsonen, kom med Meld. St. nr. 20 (2014–2015).

Som en del av det faglige grunnlaget for en revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er denne rapporten om Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser utarbeidet. Rapporten sammenstiller kunnskap om miljøtilstand og utvikling med fakta om menneskelig aktivitet



Figur 2.1 Barentshavet og omliggende områder. Forvaltningsplanområdet avgrenset ved svart strek. Kilde: Norsk Polarinstitutt.

og miljøpåvirkninger per sektor. Med dette som bakgrunn evalueres konsekvenser for viktige arter og miljøkomponenter per sektor og samlet.

Rapporten er utarbeidet av en arbeidsgruppe utgått fra Faglig forum for norske havområder. Arbeidsgruppen bestod av representanter fra Havforskningsinstituttet (leder), Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Fiskeridirektoratet, Kystverket, Miljødirektoratet, Oljedirektoratet og Sjøfartsdirektoratet. I tillegg ble representanter fra Norsk Polarinstitutt og Petroleumstilsynet holdt orientert.

2.3 Hvorfor er samlede konsekvenser viktig?

En rekke tiltak er iverksatt for å redusere påvirkning og belastning på havenes miljø og økosystemer. Behovet for en vurdering av menneskeskapte påvirkninger på det marine miljøet har blitt akseptert over hele verden (M.E.A. 2005a,b; Crain mfl., 2009). Ifølge Crain mfl., (2009) er de sentrale spørsmålene: (1) Hva er de menneskelige truslene mot havet og hva er deres konsekvenser? (2) Hvordan er disse truslene fordelt og hvilke er av størst bekymring? (3) Hva er den kumulative effekten fra flere menneskelige trusler? (4) Hvordan kan kystens økosystemer forvaltes best når menneskelige trusler tas hensyn til?

En grundig vurdering av samlede miljøkonsekvenser inneholder identifikasjon og analyse av alle virkninger på et område (akkumulert over rom og tid) som svar



Figur 2.2 Økosystemet i Barentshavet utsettes for en rekke ulike påvirkninger.

på en handling eller en aktivitet. Den er basert på erkjennelsen av at et gitt sted påvirkes av mange aktiviteter og at hver av disse aktivitetene har både kortsiktige og langsiktige virkninger både på dette og andre steder (Dixon & Montz, 1995). Den samlede konsekvensen av mange og diverse aktiviteter kan føre til andre responser fra økosystemet enn den til bare én påvirkning (Halpern mfl., 2008a). Individuelle påvirkninger kan samhandle med hverandre på en slik måte at de frembringer effekter som er forskjellige i natur, større i omfang, av større betydning, mer langvarige eller med større utbredelse enn separate virkninger (Dixon & Montz, 1995).

Ifølge EPA (1999) kan "de kumulative virkninger av en aktivitet ses på som den totale effekten på en ressurs, et økosystem eller et menneskelig fellesskap av denne aktiviteten og alle aktiviteter som påvirker ressursen uansett hvem som står bak aktiviteten". Disse kumulative virkningene kan oppstå fra aktiviteter som foregår på en romlig eller temporal frekvens høy nok til å sørge for at de individuelle konsekvensene av en aktivitet ikke lenger er uavhengige (Spaling & Smit, 1993), eller de kan framkomme som konsekvens av samspill mellom flere aktiviteter (Halpern mfl., 2008a).

Kunnskapsnivået om samvirkende effekter av påvirkninger på marine områder ansees internasjonalt som lavt, men mye tyder på at det er grunnlag for en generell bekymring for de samlede (kumulative) konsekvenser for havområdene. I framtiden vil dessuten nye påvirkninger, som vi per i dag kun i liten grad kjenner konsekvensene av, komme til. I EUs havstrategidirektiv (EU direktiv 2008/56/EC) slås det i Kap II Artikkel 8 fast at "Medlemsstatene skal, for hver marin region eller delregion, gjøre en innledende vurdering som blant annet omfatter de viktigste kumulative- og synergieffekter".

En av de største utfordringene ved å forstå hvordan ulike menneskelige aktiviteter samlet påvirker økosystemer er at konsekvensene av disse aktivitetene ofte samvirker på en mer komplisert måte enn rent additivt (Breitburg & Riedel, 2005). Disse interaksjonene kan være ikke-lineære og vanskelige å forutsi (Halpern mfl., 2008a), eller i noen tilfeller faktisk oppheve hverandre (Halpern mfl., 2008a). Kumulative effekter kan være av en sammenlignbar, additiv eller interaktiv type. Med en sammenlignbar effekt antas en der den totale påvirkningen vil være lik den fra den verste eller dominerende

påvirkningsfaktoren. Additive effekter er bare summen av hver individuell effekt (Halpern mfl., 2008a). Interaktive effekter er resultatet av flere aktiviteter som har en ikke-lineær samvirkning, de kan være mindre (antagonistiske) eller større (synergistiske) enn summen av individuelle virkninger (Folt mfl., 1999, Foden mfl., 2010; 2011).

Noen påvirkninger har markerte og direkte virkninger på bestemte økosystemkomponenter, som med fiske eller skade på bunnhabitat forårsaket av bunntørling. Andre har mer indirekte konsekvenser, for eksempel introduserte arter som konkurrerer med eller spiser lokale arter. Spesielt disse indirekte effektene gjør det vanskelig å oppdage og vurdere interaksjoner som er mer kompliserte enn en enkel årsak-virkning mekanisme (Halpern mfl., 2008a). Det er av stor betydning at disse aktivitetene i tillegg kan samhandle med naturlig miljøvariasjon i rom og tid. Samspillet mellom naturlig variasjon og menneskeskapte forstyrrelser (gjennom både direkte og indirekte mekanismer) vil kunne redusere marine økosystemers evne til å levere tjenester til menneskeheten, og våre muligheter til å forutsi variasjoner i denne. Dette gjelder livsviktige tjenester som rikelig med sjømat, rent vann, rekreasjonsmuligheter og beskyttelse av kystområdene fra stormflo og bølger (M.E.A., 2005; McLeod mfl., 2005).

Noen påvirkningsfaktorer, som miljøgifter, havforsuring og klima, kan virke over store avstander og påvirke alle nivåer i økosystemet. Organismer som allerede er under press, er mer sårbare for andre påvirkninger eller en stor samlet belastning. Inngrep og endringer i påvirkning skjer gjerne gradvis over tid, og endringen erkjennes ikke alltid før den samlede belastningen er så stor at naturmangfold går tapt. Dette gjelder både påvirkning fra lokale kilder, så vel som påvirkning fra klimaendringer, havforsuring og langtransporterte forurensninger (Klif, 2012).

Forståelse av kumulative virkninger kan videre være spesielt viktig fordi gjentatte episoder over tid kan begrense et økosystems evne til gjenopprettelse (resiliens). Samspill mellom påvirkninger kan forårsake samlede konsekvenser som må forstås og kvantifiseres for å forbedre grunnlaget for forvaltningsmessige avgjørelser (Foden mfl., 2010).

2.4 Metoder for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

2.4.1 Mulige metoder for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

Før arbeidet med inneværende rapport ble igangsatt var det en omfattende prosess med litteraturstudium (Ottersen, 2015) og utredning av en egen arbeidsgruppe som kom med anbefaling om valg av metode (Ottersen, 2017). Dette ble gjort fordi det er spesielt vanskelig å vurdere de samlede konsekvenser på et stort og komplekst økosystem som Barentshavet–Lofoten. Påvirkningsfaktorene er mange, de kan virke sammen, de kan ha sekundære effekter på noen økosystemkomponenter via direkte effekter på andre og hvilke påvirkningsfaktorer som er de viktigste kan variere i tid og mellom ulike underområder.

Litteraturstudien (Ottersen (2015)) oppsummerer nasjonal og internasjonal status for metoder for vurdering av samlet påvirkning og konsekvenser for havets miljø og økosystemer. En tok utgangspunkt i vitenskapelige artikler samt aktuelle aktiviteter innenfor blant annet HELCOM, ICES, OSPAR og Arktisk råd. En gikk også inn på metoder benyttet i tidligere norske helhetlige forvaltningsplaner.

Foden mfl., (2011) slo fast at metodene for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser fortsatt er i en tidlig fase. Artikler av Halpern mfl., (2007, 2008b), Ban & Alder (2008) og Selkoe mfl., (2009) regnes som de første skikkelige forsøk på å kartlegge utbredelsen og intensiteten av flere menneskelige aktiviteter under ett. Metodene oppsummerer ikke bare tilstedeværelse eller mengden av påvirkninger, men tar også hensyn til deres virkninger på bestemte komponenter i det marine økosystemet. Dette gjøres ved at eksperter fastsetter vektningstall for hver påvirkning og økosystemkomponent (HELCOM, 2010a, b). Likevel, disse studiene vurderte i liten grad innvirkningen på habitatet i området (for eksempel Ban mfl., 2010). De fleste studier på regional eller global skala (for eksempel Halpern mfl., 2008b) har begrenset seg til å anta at den kumulative påvirkningen er additiv og har presentert relative, heller enn faktiske, påvirkningsnivåer (Foden mfl., 2011).

Utgangspunktet for metodene som ble anbefalt av Ottersen (2015) er et rammeverk utviklet av Halpern mfl., (2008a). De har med fokus på fem viktige konsepter: (1) Aktiviteter har interaktive og kumulative virkninger. (2) Forvaltningsbeslutninger krever at en tar hensyn til og gjør avveininger mellom alle aktuelle økosystemtjenester. (3) Ikke alle påvirkningsfaktorer er like eller har konsekvenser som øker lineært. (4) Forvaltningen må gjøre rede for de ulike skalaene for aktiviteter og virkninger. (5) Noen eksterne trusler er det ikke mulig å kontrollere lokalt, men en må likevel ta hensyn til dem i arealplanlegging. Disse konseptene kan en kjenne igjen fra andre, men Halpern mfl., (2008a) satte dem inn i et system.

Metodene først introdusert av Halpern mfl., (2008a, b) har senere blitt videreutviklet og anvendt på flere havområder, inkludert Østersjøen (HELCOM/HOLAS verktøyet; Korpinen mfl., 2012), Nordsjøen (OSPAR/HARMONY programmet; Andersen & Stock 2013; Andersen mfl., 2015), og Middelhavet og Svartehavet (Micheli mfl., 2013). HELCOM og senere OSPAR valgte altså metoder som bygger på Halpern mfl., (2008a, b). I tillegg til HARMONY-metoden som ble anbefalt vurderte Ottersen (2015) to andre metoder som har blitt brukt for å tallfeste samlet menneskelig påvirkning og konsekvenser på det marine miljøet: CUMULEO-metoden til IMARES (Nederland) og metoden utviklet innen EU FP7 prosjektet ODEMM (prosjektkoordinator Universitetet i Liverpool, UK). Se Korpinen (2015) for mer om sammenligning av disse tre metodene.

Som neste ledd for å tilrå metodikk for vurdering av den samlede påvirkning og miljøkonsekvenser på forvaltningsplanområdene etablerte Faglig forum en arbeidsgruppe ledet av Havforskningsinstituttet. Arbeidsgruppen vurderte «HELCOM/HARMONY» metoden foreslått av Ottersen (2015), en alternativ metode foreslått av Arneberg mfl., (2016) og metoden anbefalt av metodegruppen for Nordsjøen (Klif, 2011). Arbeidsgruppen konkluderte med å anbefale at metoden som metodegruppen for Nordsjøen foreslo (Klif, 2011) blir brukt (Ottersen, 2017). De kom fram til at «HELCOM/HARMONY» metoden og beslektede areal/ celleorienterte metoder har noen egenskaper som gjør at de per i dag ikke kan anbefale disse brukt til våre formål. Dette gjelder i hvert fall i Barentshavet og Norskehavet der det er svakere påvirkninger, færre påvirkningsfaktorer og gjerne mindre (romlig oppløste) data på disse, enn i for eksempel Østersjøen

og Nordsjøen. Metodene kan beskyldes for å overselge hva som er mulig å få til. De detaljerte kartene som presenteres kan skjule at datagrunnlaget kan være svakt. Gruppen mener at det er bedre å være åpen på at samlet påvirkning er vanskelig. Arneberg mfl., (2016) sin metodebeskrivelse ble vurdert som noe for generell og upresis til at den kan anbefales som utgangspunkt for konkrete anvendelser (Ottersen, 2017).

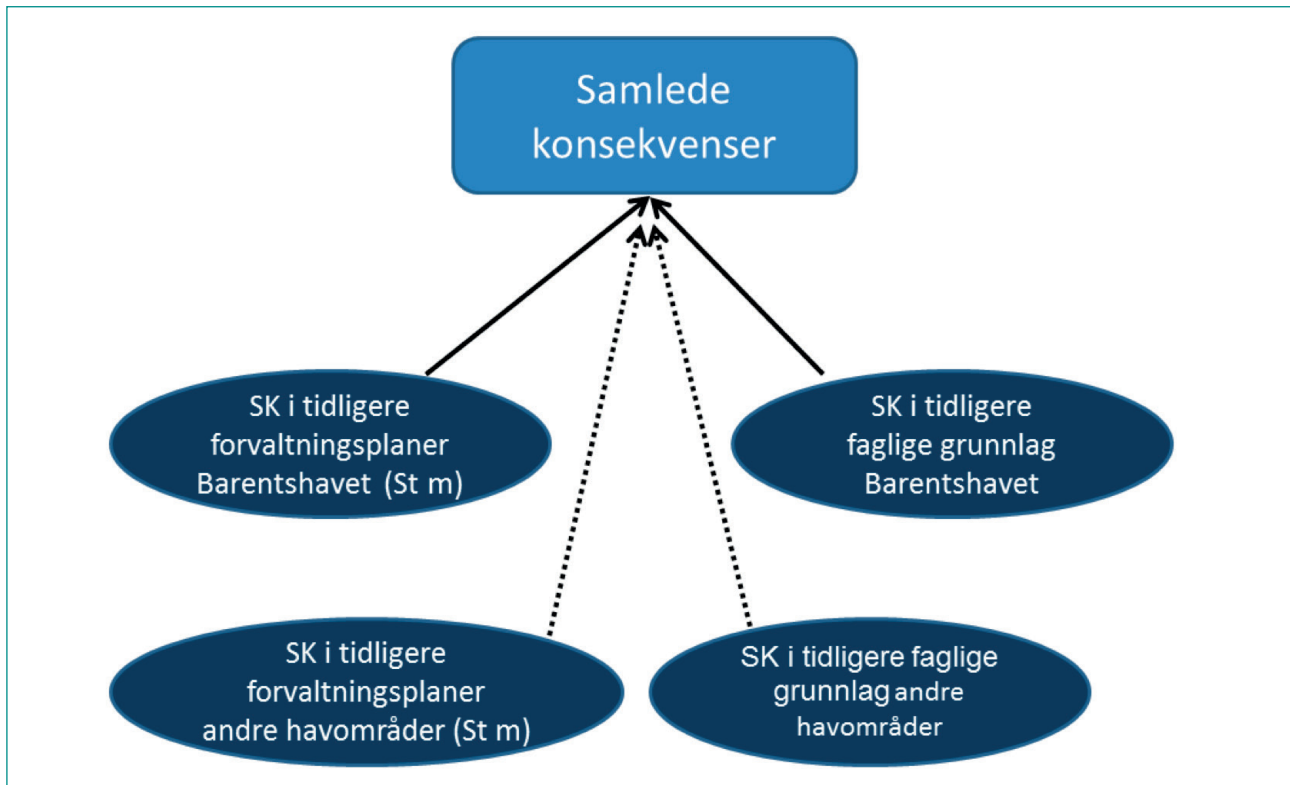
I vurderingen av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser i Nordsjøen (Klif, 2012) ble det påpekt at det var store metodiske utfordringer knyttet til vurderinger av samlede påvirkninger og konsekvenser på miljøverdiene og økosystemtjenestene i havområdet. De samlede konsekvenser av mange aktiviteter og påvirkningsfaktorer på ulike miljøverdier ble vurdert som meget komplekst og utfordrende å vurdere. Da det praktiske arbeidet var i gang erfarte vi at vi fortsatt møter de samme utfordringene som gjør det svært vanskelig å gjennomføre en kompleks kvantitativ analyse av samlede miljøkonsekvenser. Metodene som opprinnelig ble foreslått av arbeidsgruppen ble derfor av praktiske grunner forenklet i løpet av prosessen mot denne rapporten.

2.4.2 Metode benyttet for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

Metoden som til slutt ble valgt, er lik, men ikke identisk, med den som ble brukt i tilsvarende arbeid for forvaltningsplanen for Nordsjøen og Skagerrak (Klif 2011, 2012) som igjen bygger på rapporten om samlet påvirkning til den opprinnelige Barentshavsplanen (Konsekvenser av samlet påvirkning på Lofoten-Barentshavet 2005).

Framgangsmåte for vurdering av påvirkning og miljøkonsekvenser per sektor eller tema

Det er i denne revisjonen ikke utarbeidet egne rapporter på utredning av miljøkonsekvenser fra sektorer eller ytre påvirkninger som klimaendringer, havforsuring og langtransportert forurensning. Forenklete og mindre omfattende versjoner av disse er i stedet tatt inn som en del av denne rapporten. Framgangsmåten er likevel i hovedsak den samme: for hver aktivitet og tema som skal utredes beskrives for hver påvirkningsfaktor konsekvensen for hver av økosystemkomponentene (også omtalt som miljøverdier eller utredningstema).



Figur 2.3 Arbeidet bygger på erfaringer fra tidligere forvaltningsplanrapporter

Metodikk for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser

Ved å definere felles påvirkningsfaktorer og felles utredningstemaer er det lagt til rette for å kunne sammenstille sektorenes informasjon om påvirkning og konsekvenser på en systematisk måte. Det er likevel en utfordring at for å kunne sammenstille og gjøre en

samlet vurdering av påvirkninger og konsekvenser fra alle sektorer, må sammenlignbare konsekvenser rapporteres mest mulig enhetlig. I rapporten på samlet påvirkning til den opprinnelige Barentshavsplanen (Konsekvenser av samlet påvirkning på Lofoten-Barentshavet 2005) ble det tatt hensyn til at det var stor variasjon mellom utredningene og i vurderingen

Tabell 2.1 Vurderingsskala for konsekvenser.

Konsekvensnivå	Ingen	Liten	Middels	Stor	Kunnskapsmangler
Konsekvens	Ingen påvisbar konsekvens	Påvisbar konsekvens	Påvisbar konsekvens	Påvisbar konsekvens	Vesentlige kunnskapsmangler gjør det umulig å vurdere konsekvens
Varighet		Kort varighet	En viss varighet, dvs. mindre enn en generasjon (for en organisme), eller mindre enn en naturlig syklus (for et system)	Langsiktig; dvs. mer enn en generasjon eller syklus påvirket	
Romlig utbredelse		Liten del av bestand /område	Betydelig andel av bestand, årsklasse, system eller område påvirket	Stor andel av bestand, område eller årsklasse påvirket	

av temaene de hadde som utgangspunkt. Dette favnet hele spekteret fra kvantitativ tallfesting med til dels detaljert metodikk, til rent kvalitative karakteristikk på nokså prinsipielt skjønnsmessig grunnlag. Konsekvenser som er beskrevet på så forskjellige skalaer kan ikke uten videre vurderes systematisk under ett for å få et bilde av samlet konsekvens. Som et kompromiss mellom skalaer med ulik presisjon, valgte forfatterne den gang derfor å etablere noe de omtalte som en tretrinns intervallskala med henholdsvis "stor", "middels" og "liten" konsekvens (Konsekvenser av samlet påvirkning på Lofoten-Barentshavet 2005). I tillegg til disse tre kategoriene hadde en i tillegg muligheten til å angi «Ikke relevant, eller ingen påvisbar konsekvens» eller «Vesentlige kunnskapsmangler gjør det umulig å vurdere konsekvens». Vi har gjennomgående anvendt en lett justert versjon av denne samme skalaen for vurdering av påvirkning og konsekvens (tabell 2.1).

Der hvor man har god kunnskap om påvirkning og konsekvenser, er skalaen lettere å bruke og enklere å dokumentere enn der hvor kunnskapen er mindre og skalaen brukes mer skjønnsmessig. For sammenstilling av samlet påvirkning og miljøkonsekvens hadde det vært ønskelig om skalabruken var harmonisert på tvers av sektorene. Slike harmoniserte skalaer finnes imidlertid ikke. Vi har derfor basert oss på skalabruken fra sektorekspertene.



Figur 2.4 Mange ulike biter må på plass for å kunne vurdere samlede konsekvenser.

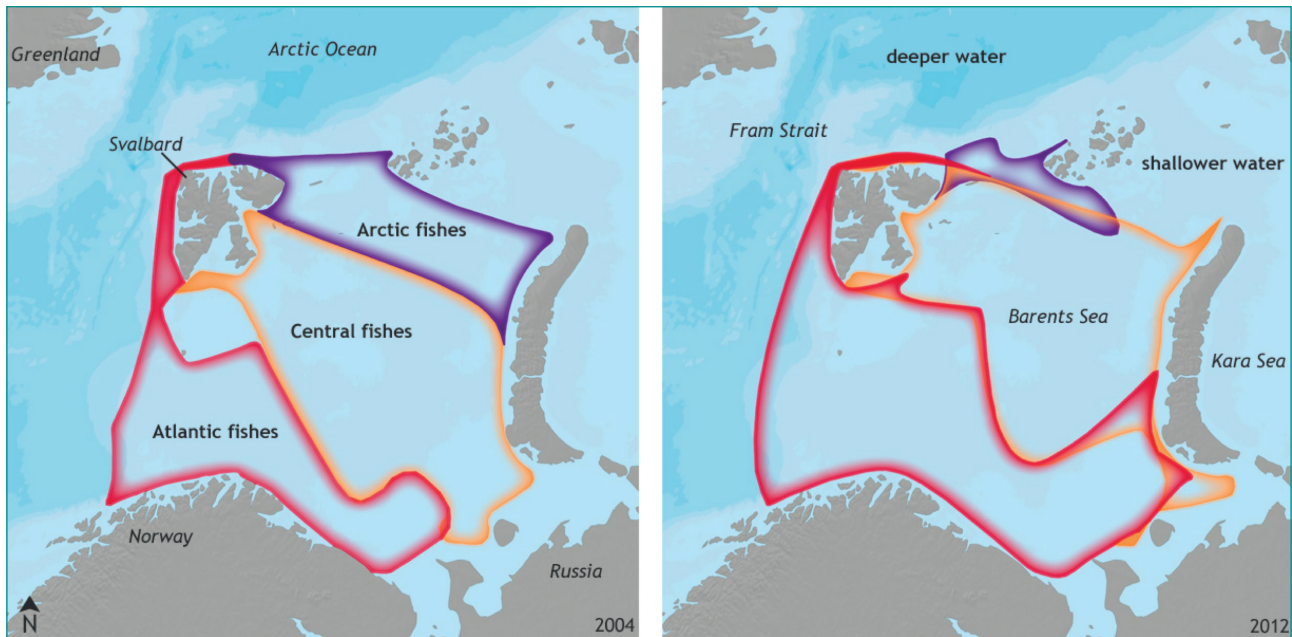
For framtidige revisjoner av Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser, både for Barentshavet og andre havområder, bør valg av metodikk gjennomgås på nytt. Faglig forum vil holde seg orientert om metodeutvikling nasjonalt og internasjonalt og vurdere i hvilken grad mer akademisk funderte metoder, som de beskrevet tidligere, kan anvendes i praksis.

3. Tilstand og utvikling i Barentshavet-Lofoten

3.1 Dominerende trekk i nyere utvikling

Økning i havtemperatur i hele Barentshavet og tap av havis i nord har utløst store endringer i økosystemet, særlig i det nordlige Barentshavet, nord for polarfronten. Her har varmeinnholdet i de øvre 100 m økt kraftig i løpet av de siste tiårene, en utvikling som har fortsatt siden forrige oppdatering av faggrunnlaget for forvaltningsplanen. Temperaturene stiger raskere ved høyere breddegrader enn ellers og det nordlige Barentshavet varmes opp raskere og har desidert størst tap av vintersjøis i hele Arktis. Samtidig har både utbredelse av havis i Barentshavet og volum av innstrømmende havis (hovedsakelig mellom Franz Josef Land and Novaya Zemlya) avtatt kraftig siden den satellittbaserte måleserien startet i 1979 (Lind mfl., 2018, Havforskningsinstituttet, 2018).

Disse endringene har ført til en «borealisering» eller «atlantifisering» av det nordlige Barentshavet (Fossheim mfl., 2015; figur 3.1). I dette ligger det at atlantiske arter som tidligere hadde sin sentrale utbredelse i de sørvestlige og sentrale delene av Barentshavet, har spredt seg mot nord og øst. Dette gjelder ikke minst kommersielt viktige fiskebestander som torsk og hyse som på grunn av økende bestander og høyere temperatur i Barentshavet i løpet av en tiårsperiode har utvidet sitt leveområde mye lengre mot nord og øst enn tidligere observert. Sammen med god fiskeriforvaltning har dette lagt grunnlaget for store torske- og hysebestander. Samtidig har



Figur 3.1 Endring i utbredelse av atlantiske, sentrale og arktiske fiskesamfunn i Barentshavet i perioden fra 2004 (venstre panel) til 2012 (høyre panel). Figur fra Climate.gov (basert på Fossheim mfl., 2015 som analyserte data for denne perioden). Den nye tilstanden vist i høyre panel er representativ for perioden siden forrige oppdatering av faggrunnlaget for forvaltningsplanen.

utbredelsesområdet til arktiske arter (som polartorsk) minket og er nå i stor grad begrenset til de nordligste og østligste områdene.

I tillegg til konkurranse med og predasjon fra de større boreale artene er mange arktiske arter også under press fordi mengden av arktiske fettrike byttedyr de er avhengige av har minket.

Andre viktige utviklingstrekk er spredning av snøkrabbe og kongekrabbe, som først relativt nylig har forekommet i Barentshavet i stort antall, og nedgang i flere sjøfuglbestander, det siste antagelig knyttet til svikt i næringstilgang. Konsentrasjonene av miljøgifter i Barentshavet er i all hovedsak lave og lavere enn andre steder og det er trygt å spise fisk og skalldyr derfra.

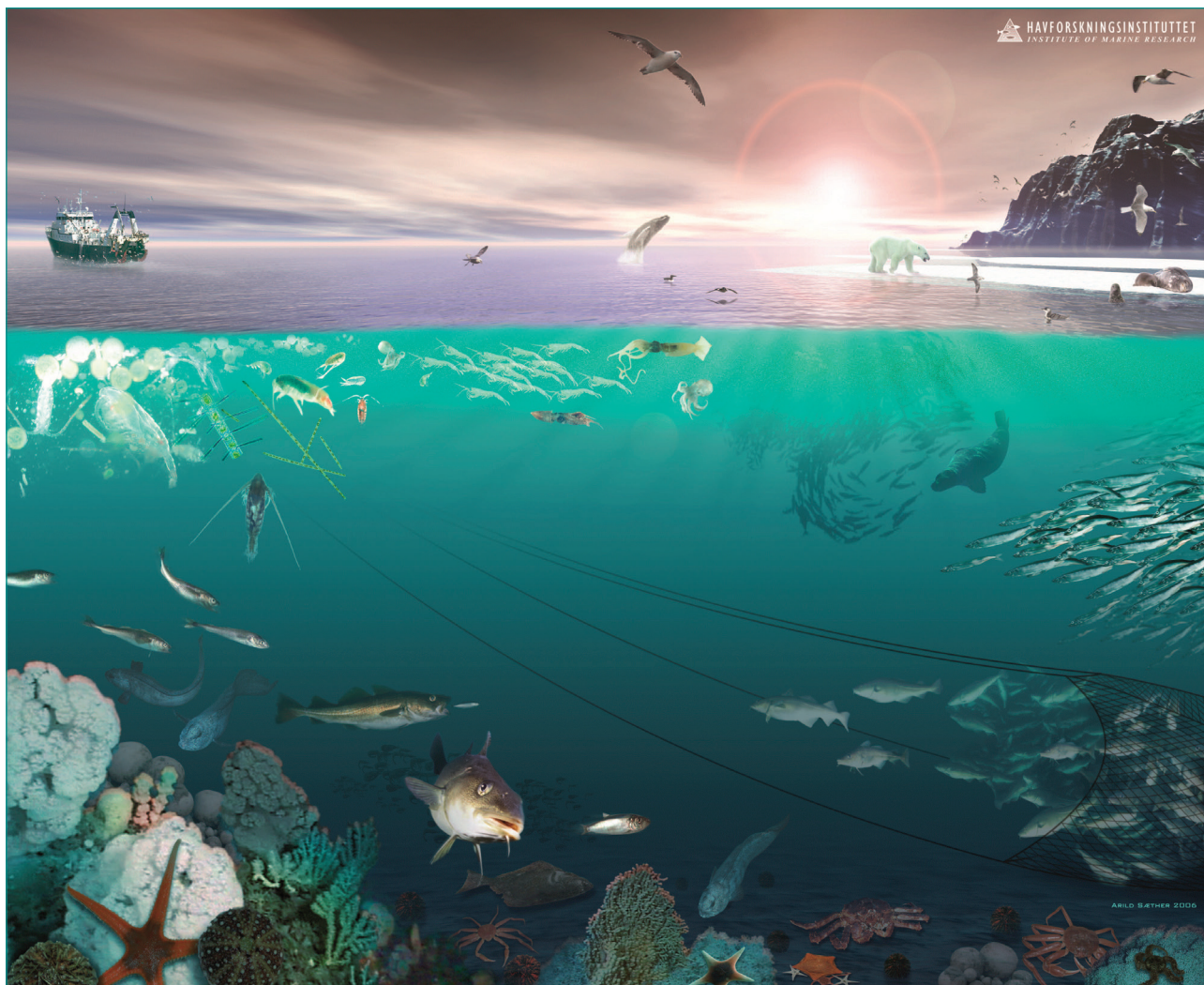
3.2 Status og utvikling

Her presenteres kort, men mer utførlig enn i 3.1, informasjon om de viktigste fysiske variable og miljøverdier supplert med annen oppdatert informasjon. Dette bygger i all hovedsak på Overvåkingsgruppen sin *Status for miljøet i Barentshavet* (Jelmert & Arneberg,

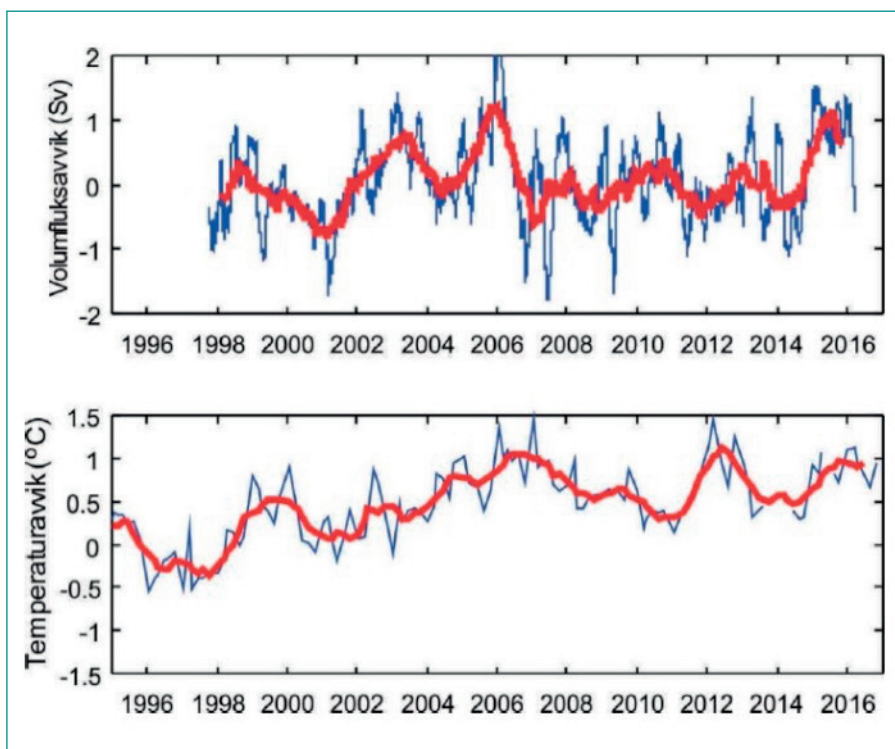
2017). Siden forrige versjon av Forvaltningsplan for Barentshavet-Lofoten er det gjort mye arbeid for å fremskaffe ny kunnskap. Her nevnes spesielt prosjektet KILO (KunnskapsInnhenting Barentshavet-Lofoten-Vesterålen) ledet av Havforskningsinstituttet (Sundby mfl., 2013). Internasjonalt er det kommet flere store rapporter, ikke minst SWIPA (AMAP, 2017). Teksten her bygger ikke direkte på disse rapportene, men er i samsvar med dem. Vi legger spesielt vekt på de deler av økosystemet som har endret status siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen. For en mer omfattende statusrapport henvises det til *Status for miljøet i Barentshavet* (Jelmert & Arneberg, 2017), www.miljostatus.no og ellers andre oppgitte kilder.

3.2.1 Havklima og oseanografi 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. Innstrømningen varierer i perioder på flere år, og har fluktuert gjennom de siste 20 år. I den samme perioden har det vært en svak økning i temperaturen i det innstrømmende atlantiske vannet (figur 3.3).

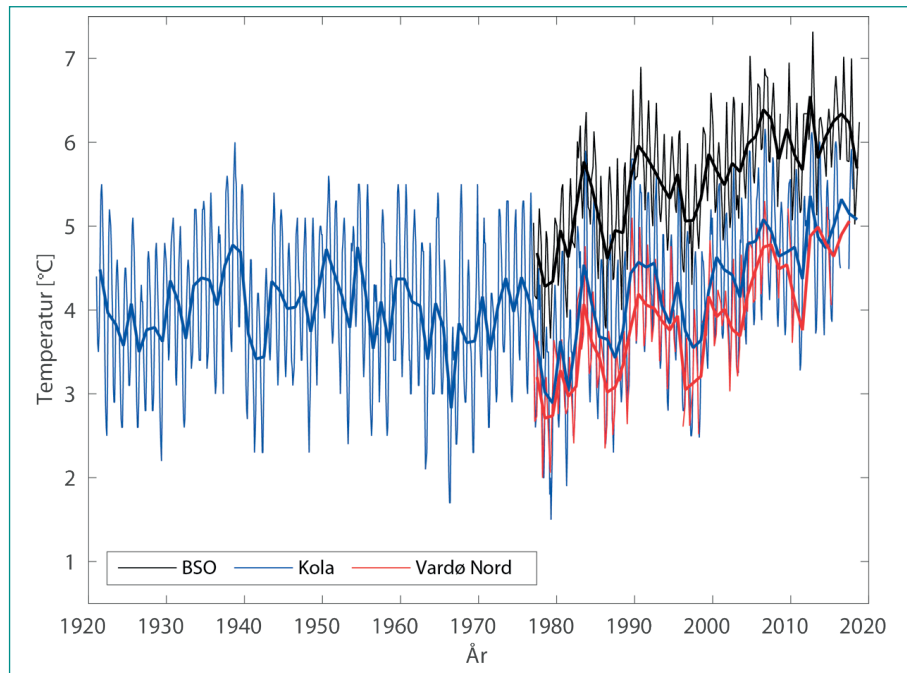


Figur 3.2 Et kunstnerisk inntrykk av økosystemet i Barentshavet. Arild Sæther for Havforskningsinstituttet.



Figur 3.3. Avvik i forhold til middelet i innstrømming av atlantehavsvann til Barentshavet (øverst) og temperaturavvik i kjernen av disse vannmassene (nederst). Målingene er gjort i området mellom norskysten og Bjørnøya (Fugløya–Bjørnøya-snittet). Avviket i innstrømmingen er målt i forhold til middelet over perioden 1997–2014 og innstrømmingen er oppgitt i Sverdrup (million m^3/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).

Figur 3.4 Temperatur i kjernen av atlantehavsvannet mellom 50 og 200 meters dyp på Fugløya-Bjørnøya (svart) og Vardø-N (rød) snittene og mellom 0 og 200 meters dyp for Kolasnittet (blå). Målte verdier er vist som tynne linjer og ett års glidende middel som tykke linjer.



Temperatur

Trenden for havtemperaturen i Barentshavet har vært økende de siste 40 årene, dog med markante variasjoner, men er nå godt over langtidsgjennomsnittet på grunn av innstrømmende mengde varmere atlantehavsvann (figur 3.4).

De norske snittene går tilbake til 1977, som var de kaldeste siden årene 1900–1920. I henhold til det russiske Kola-snittet som går tilbake til 1900, har det vært store variasjoner. Mye av dette er naturlig variasjon som inneholder årsvariasjoner, dekadiske variasjoner og langtidsvariasjoner (perioder opp til 50–60 år). 1930–40-årene var nesten like varme som 1990-årene. Siden årtusenskiftet har det vært en fortsatt temperaturoppgang i Barentshavet som reflekteres i alle tre snittene. Alle tre snittene måler på innstrømmende atlantehavsvann, over et vest-øst transekt.

Havis

Satellittobservasjoner viser at havisen i Barentshavet så vel som hele Arktis har avtagende utbredelse, men også markert mellomårlig variasjon. Siden satellittmålingene startet i 1979 og fram til 2016 har nedgangen i isutbredelsen i Barentshavet vært 9,7 prosent i april (årlig maksimum isdekke) og 14,7 prosent i september (minimum isdekke). Selv om foreløpige tall fra Norsk Polarinstitutt for 2017 viser

en økning i isutbredelse fra de foregående år, særlig for april, er trenden fortsatt negativ (MOSJ, 2018).

Havforsuring

Fokuset på havforsuring og mulige økologiske effekter i norske havområder har økt betraktelig siden forrige versjon av forvaltningsplanen for Barentshavet. Måleprogrammet "Havforsuringsovervåking i norske farvann", etablert i 2013, dekker blant annet Barentshavet. Havforskningsinstituttet har tatt vannsøyleprøver i snittet Fugløya-Bjørnøya sørvest i Barentshavet og et snitt i det nordøstlige Barentshavet og NIVA har gjort overflatemålinger i vestlige deler av Barentshavet (Tromsø-Longyearbyen). Dessuten gjorde Havforskningsinstituttet i august 2017, på oppdrag fra Miljødirektoratet, en rekke målinger av karbonsyre rundt utvalgte kaldtvannskorallrev. Selv om disse målingene ikke ble gjort i planområdet er informasjonen nyttig for økt kunnskap om variasjon i karbonsyre i tid og rom. Tidsseriene er enda for korte til å kunne si noe bestemt om langtidsutvikling, en kan altså ikke si at Barentshavet har blitt surere. Langtidsprosjeksjoner, basert på klimamodeller, tilsier likevel at Barentshavet vil få lavere pH og dermed høyere oppløsning av kalkforbindelser i de kommende tiårene (Steinacher mfl., 2009, Skogen mfl., 2014).

3.2.2 Plankton

Planteplankton

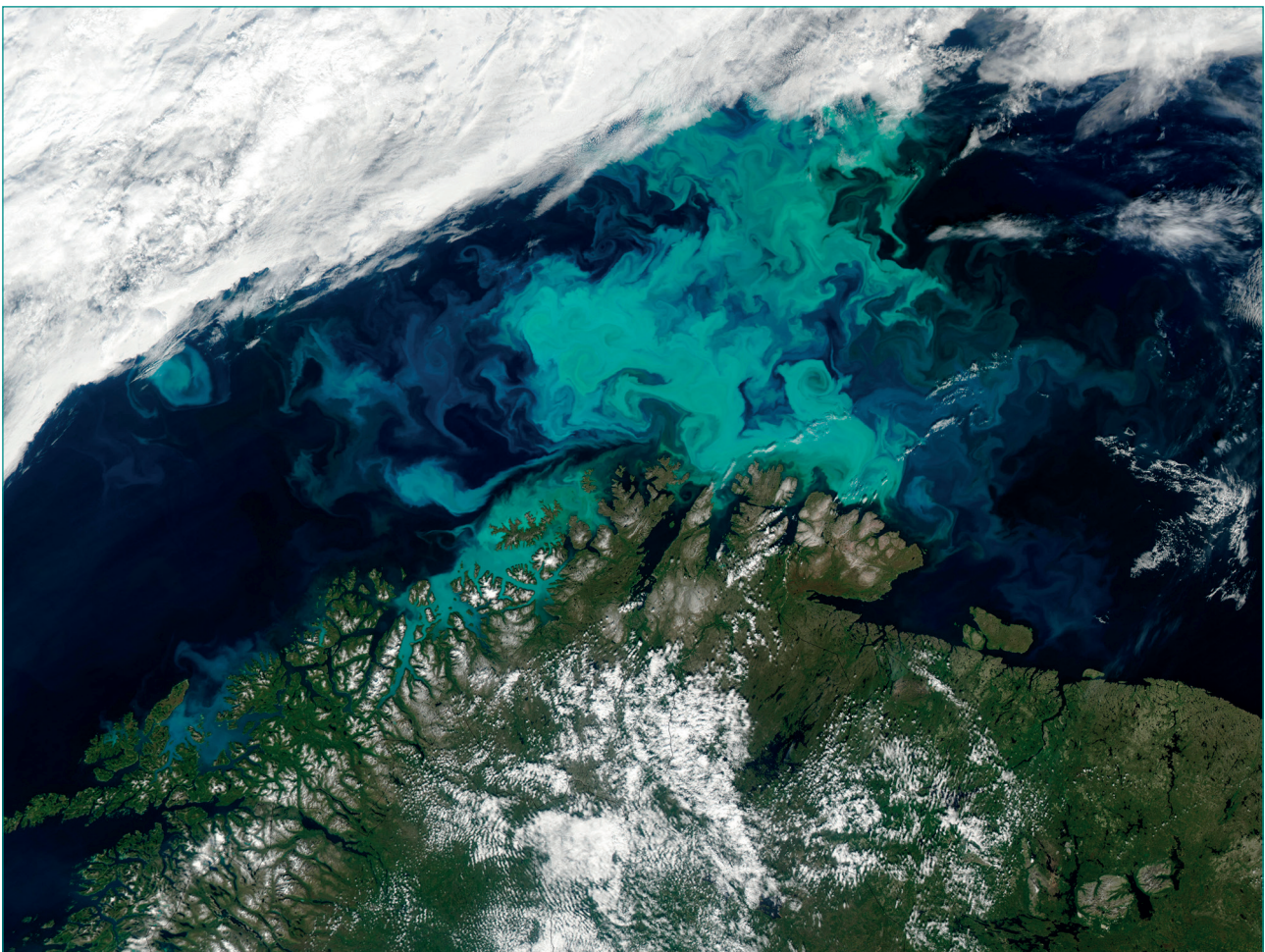
Planteplankton står for det meste av primærproduksjonen (planteveksten) i Barentshavet og utgjør derfor hovedgrunnlaget for resten av økosystemet. Biomasse av planteplankton måles fra satellitter som mengde klorofyll a gjennom vekstsesongen. Primærproduksjonen kan så modelleres ut fra disse dataene. Disse estimatene av primærproduksjon må tolkes med forsiktighet, fordi en rekke forhold kan gjøre det vanskelig å måle klorofyll fra satellitt.

Satellittmålinger av klorofyll a tyder på at biomasse av planteplankton i Barentshavet kan ha vært høyere i årene 2013–2016 enn tidligere, særlig i østlige deler av Barentshavet. Dette kan igjen bety at primærproduksjonen har vært høyere i disse årene. Det er uklart om dette eventuelt representerer en trend eller kun mellomårlig variasjon. 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). Det er likevel også andre mindre klare faktorer involvert. I perioden 2008–2010 ble det gjort flere observasjoner av sørlige arter av planteplankton i Barentshavet, mens disse artene har bare i liten grad blitt funnet igjen i undersøkelsene de siste årene.

Dyreplankton

Dyreplankton er 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 dessuten mengden av varmekjære dyreplanktonarter i Barentshavet økt, mens mengde av viktige arktiske



Figur 3.5 Algeoppblomstring i det sørlige Barentshavet. Bilde: NASA

arter har minket. Denne utviklingen har foregått siden rundt år 2000 parallelt med at områdene med kalde arktiske vannmasser har minket. Et eksempel er amfipoden **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 mer varmekjære amfipoder har økt i Barentshavet. I tillegg er det observert økende antall av både **sørlige hoppekrepsarter** og **krillararter**. Det er spesielt viktig at forekomsten av **raudåte** stort sett har vært høyere enn tidligere fra 2010, mens det er nedgang for to beslektede, men større og mer fettrike arktiske arter. Disse endringene antas å hovedsakelig skyldes økende vanntemperaturer. Alt dette kan gi dårligere næringsforhold for arktiske planktonspisere som har basert sitt kosthold på fettrike arktiske dyreplanktonarter.

3.2.3 Bunnlevende dyr/bunnsamfunn

Det har vært observert betydelig variasjon i biomasse av bunndyr i ulike deler av Barentshavet siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen i 2010. I østlige områder kan noe av dette skyldes økt predasjon fra **snøkrabbe**. 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 mengden økt betraktelig. Det antydes at biomassen til snøkrabbe nå kan være 50 prosent av biomassen til **rekebestanden** og den er mange ganger større enn **kongekrabbebestanden**. 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. Mengden av andre **bunnlevende krepsdyr** og **pigghuder** (som blant annet sjøstjerner og sjøpølser) ser ut til å ha minket de seinere år, spesielt i områder med mye snøkrabbe. Også for bunndyr er det i de siste registrert mer sørlige arter lenger nord og øst i Barentshavet, noe en antar i hovedsak skyldes høyere temperaturer.

3.2.4 Fiskebestander

De økologisk og kommersielt viktige bestandene av **torsk** og **hyse** i Barentshavet er fortsatt i svært god forfatning. Gyte- og totalbestandene ligger på nivåer som er over langtidsgjennomsnittet og med økende mengde torsk har utbredelsen blitt kraftig utvidet mot nord og øst (Kjesbu mfl., 2014, Fall

mfl., 2018). Denne utviklingen har fortsatt og blitt enda klarere siden 2010. **Lodde** er en kortlivet art og bestanden svinger naturlig svært mye mellom år. Lodde og torsk er nøkkelarter som vurderes i en flerb Bestandssammenheng. Loddebestanden var etter 2008 relativt stabil i flere år, men ble etter hvert så sterkt redusert at det kommersielle fisket ble stengt fra og med 2016. Det ble åpnet for loddefiske i 2018.

Bestanden av **snabeluer** har hatt en positiv utvikling, med god rekruttering de senere årene, mens 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 tilsynelatende avtatt i flere år, men usikkerheten i bestandsestimatet er stort da ulike målinger gir svært ulike tall. Bestanden av blåkveite i Barentshavet har lenge vært under gjenoppbygging og storskala fiske var forbudt fra 1992–2009. Vurderingene er usikre, men mye tyder på at bestanden har økt de siste årene og at uttak på dagens nivå er bærekraftig.

3.2.5 Sjøfugl

Et varmere havklima har stor betydning for de marine økosystemene, noe som også påvirker sjøfuglbestandene. De mest dramatiske forandringene ser man i det nordlige Barentshavet, hvor minkende isutbredelse og varmere hav fører til at det arktiske næringsnettets erstattes av et mer sørlig system. Mattilgang i hekketida er viktig, og det er åpenbart at de negative endringene for de fleste sjøfuglartene skyldes redusert næringstilgang. De viktigste endringene i de marine økosystemene som har betydning for sjøfuglenes næringssituasjon er klimaendringer, endringer i fiskerierne, fluktuasjoner i de pelagiske fiskebestandene og (kystnært) endringer i tareskogsystemene (Fauchald mfl., 2015).

Klimaendringene i Barentshavet har negative konsekvenser for mange arktiske arter, inkludert sjøfugl som polarlomvi og alkekonge. Ismåke og sabinemåke er vurdert til å være sårbare (Norsk rødliste, 2015). Mer sørlige arter vil kunne profitere på endringene, og for sjøfugl ser dette ut til å kunne gjelde for arter som **havsule**, **lomvi**, **lunde** og **alke**, som alle øker i Barentshavet.

Langs norskekysten viser nesten alle sjøfuglindikatorer imidlertid en klar nedgang i hekkebestandene, både i de siste ti årene og samlet over tidsperioden de har vært overvåket. Dette gjelder både **havhest**, **krykkje**, **polarlomvi**, **alke**, **lunde** og **lomvi**. Kystpopulasjonen av lomvi er fortsatt vurdert til å være kritisk truet. Derimot har lomvibestandene på Hornøya og Bjørnøya hatt en positiv bestandsutvikling de siste ti årene med sju prosent per år. **Makrellterne**, **polarlomvi**, **krykkje** og **alke** er alle vurdert å være sterkt truet og lunde og teist er vurdert å være sårbare (Norsk rødliste, 2015).

Økt kunnskap om sjøfuglenes overvintringsområder, spesielt gjennom merking av fugl med lysloggere, gjør oss bedre i stand til å undersøke hvordan næringssituasjonen i vinterområdet til migrerende arter kan påvirke bestandsutviklingen. Studier viser at klimaendringer i vinterområdene til polarlomvi kan være med på å forklare nedgangen i bestandene på Spitsbergen. Tilsvarende er næringsforholdene i vinterområdene til krykkje relatert til voksenoverlevelse.

3.2.6 Sjøpattedyr

Mange av sjøpattedyrbestandene i Barentshavet påvirkes nå av en kombinasjon av vekst etter fredning og klimaendringer. *Hvalross* er eksempel på en art som har 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 de nå bruker mer tid og energi på å få tak i mat enn tidligere på grunn av redusert havisutbredelse. **Isbjørn** er eksempel på en bestand som forventes å være positivt påvirket av fredning og samtidig utsatt for negative effekter av klimaendringer. Isbjørn har ringsel som viktigste byttedyr, 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» for effektiv jakt og næringsopptak for å sikre overlevelse og reproduksjon. Det er likevel per i dag ingen tegn på nedgang i isbjørnbestanden i forvaltningsplanområdet.

Situasjonen er generelt god for *havert* og *steinkobbe* langs fastlandskysten av Barentshavet, i sterk kontrast til utviklingen i Trøndelag og Nordland, hvor begge arter har vist en kraftig tilbakegang (NAMMCO, 2016b). Steinkobben på Svalbard kan være en «klimavinner» mens de mer stedegne arktiske selartene risikerer å være tapere med den pågående reduksjonen i is-

utbredelse og stigende vanntemperaturer (Blanchet mfl., 2014, Blanchet mfl., 2015, Blanchet mfl., 2016; Jelmert & Arneberg, 2017).

Det er økte forekomster av flere hvalarter langs kysten av Svalbard. Sjøpattedyr som fangstes har stabile eller voksende bestander. **Vågehvalene** i alle norske havområder tilhører den nordøstatlantiske vågehvalbestand. Telling utført i perioden 2008–2013 tyder på en økning i antall både rundt Svalbard og i selve Barentshavet. Dette skyldes antakelig en forflytning fra Norskehavet i sammenheng med endringer i fordelingen av byttedyr. For den nordøstatlantiske vågehvalbestand som helhet er antallet stabilt. Det fangstes i helt moderat omfang på bestanden, og det nåværende fangstuttaket er i samsvar med bærekraftig forvaltning.

3.2.7 Fremmede og nye innvandrede arter

Antallet observerte fremmede arter i Barentshavet er lavt (mindre enn ti) og det er ikke observert nye arter i Barentshavet siden 2009. Det er derimot registrert betydelig øking i biomasse og utbredelse av **kongekrabbe** de siste tjue årene og siden 2009 særlig av **snøkrabbe**. Kongekrabbe er knyttet til kysten og det er klarlagt at det er en fremmed art. Spredningsmekanismen for snøkrabbe til Barentshavet er imidlertid ennå ikke klarlagt i detalj, og den bør foreløpig regnes som en art med ukjent opphav. Snøkrabben har preferanser for kaldere vann enn kongekrabben, er mer knyttet til bunnen på åpne havområder, og har en utbredelse lenger mot nord. Den har også bygget opp betydelig større biomasse enn kongekrabben. Det er derfor rimelig å anta at den på ulikt vis har større effekter på økosystemet der den opptrer. I tillegg til å konkurrere med og gjerne fortrenge andre bunnlevende dyr er forekomsten av snøkrabbe i torskemager kraftig økende. Spredningen av snøkrabbe mot vest i Barentshavets forventes å fortsette. Det anslås at det vil finnes snøkrabbe i alle egnede leveområder innenfor en ti-årshorisont.

Også kongekrabbe kan ha betydelige effekter på forekomst av andre bunndyr. Oug mfl., (2018) fant at en rekke arter var kraftig redusert i antall i bløtunnssområder i fjorder i Finnmark etter invasjonen av kongekrabber. En har tidligere særlig sett at store bunndyrarter blir beitet ned og erstattet av mindre og mer hurtigvoksende arter. Dette kan føre til lavere



Figur 3.6 Snøkrabbe. Første individ funnet ved Svalbard. Foto: Jan Sundet, Havforskningsinstituttet.

artsrikdom og biomasse lokalt. 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.

3.2.8 Truede arter

I alt er 26 arter i Barentshavet og havområdene 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 (*pigghå*, *snabeluer*, *ål*, *sabinemåke* og fastlandsbestandene av *steinkobbe*) mens situasjonen vurderes som mer alvorlig for seks arter, de fleste sjøfugler (*alke*, *makrellterne*, *polarlomvi*, *blåhval*, *ringsel* og fastlandsbestanden av *havhest*). En naturtype (grisehalekorallskogbunn) er vurdert til å være sterkt truet i revisjonen av rødlista for naturtyper (Rødliste for naturtyper 2018). 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.

3.3 Forurensning i miljø

Forurensning i forvaltningsplanområdet omfatter miljøgifter, radioaktive stoffer, næringssalter, marint søppel og sot. I dette kapittelet omtales tilførsler og nivåer i luft, vann og sediment. Nivåer og effekter i biota behandles i kapittel 4.5 og 4.6.

3.3.1 Tilførsler og nivåer av menneskeskapte miljøfarlige stoffer i forvaltningsplanområdet

Miljøfarlige stoffer kan tilføres planområdet utenfra via atmosfæren, havstrømmer eller fra kysten inkludert elver.

Arktis er spesielt utsatt for miljøgifter fordi transport av miljøgifter fra sørligere breddegrader ender opp i Arktis i løpet av bare noen dager. De kommer som gasser, eller fester seg til partikler i lufta og blir på den måten fraktet via atmosfæren. Når de når Arktis vil stoffene vanligvis kondensere som effekt av de lave temperaturene, og avsatt blant annet i havet. Miljøgifter kan også bli transportert nordover via havstrømmer, men denne prosessen kan ta flere år. Transport via havstrømmer ender enten opp i Barentshavet eller i Framstredet. Det er langtransporterte miljøgifter som er hovedkilden til forurensning i Arktis (von Quillfeldt mfl., 2018).

De vanligste miljøgiftene er enten tungmetaller som kvikksølv, eller persistente organiske forurensninger (Persistent Organic Pollutants – POPs), som er en

samlebetegnelse for en rekke kjemiske stoffer som stammer fra forskjellige typer industri. 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 prosent og for kadmium på 59 prosent. For elementært kvikksølv i luft er det en svak nedadgående trend på ti prosent (Bohlin–Nizzetto mfl., 2018).

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 det er fortsatt reduksjonen av HCH, DDT og klordaner i 2015. For PCB ses en reduksjon i 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. I tillegg er det etablert overvåkning av tilførsel av en del nye organiske miljøgifter, blant annet siloksaner, klorparafiner og ftalater. De første resultatene viser at nivåene av disse miljøgiftene er flere ganger høyere enn de "klassiske" organiske miljøgiftene (Bohlin–Nizzetto mfl., 2018).

Overvåking av elvetilførsel baseres på overvåking fra Altaelva og Pasvikelva. I tillegg beregnes tilførsler fra nedbørsfelt som ikke overvåkes, samt direkteutslipp fra industri, kloakkrenseanlegg og fiskeoppdrett. Tilførslene av næringssalter (fosfor og nitrogen) har økt betydelig de siste ti årene (fram til 2015). Konsentrasjonen av næringssalter som fraktes med elvene har vært relativt uforandret siden 1990. De økte tilførslene skyldes derfor utslipp fra kilder i kystsonen, og da hovedsakelig fra fiskeoppdrett, selv om denne virksomheten er vesentlig mindre enn lengre sør.

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 utslippene i kystsonen som transporteres inn i selve forvaltningsplanområdet.

Nivåer av *radioaktiv forurensning* av menneskeskapte radionuklider i planområdet er lavt. Tidstrendene viser at konsentrasjonene enten er relativt konstante eller avtagende. Dette kan forklares av redusert utslipp fra europeiske represseringsanlegg (Sellafield og Cap de la Hague), fysisk nedbryting, fortynning og sedimentering. Dagens nivåer av Cs-137, Sr-90 og Tc-99 i sjøvann er blant de laveste observert siden 1990-tallet eller tidlig 2000. Basert på dagens situasjon og uten nye kilder til radioaktiv forurensning, er det forventet at nivåene av menneskeskapte radionuklider i norske havområder vil fortsette å synke.

Nivåene av *miljøgifter* i sedimenter er generelt lave i planområdet. Unntaket er noe forhøyede verdier av bly og kvikksølv. Prøver som ble tatt i perioden 2009–2012 viser de samme nivåene fra Lofoten og nordover som tidligere.

Det er igangsatt overvåkning av *marin forsøpling* i forbindelse med de norsk-russiske Barentshavtoktene (Grøsvik mfl., 2018) og det kartlegges marin forsøpling gjennom MAREANO-prosjektet (Buhl–Mortensen & Buhl–Mortensen, 2017). Det registreres marin forsøpling over hele Barentshavet, både på sjøbunnen, i de frie vannmassene og i overflaten, men det er store variasjoner mellom prøvetakningsstasjonene, så det er for tidlig å si noe om forsøplingen er økende over tid. Søppelet i Bruce-bukta på Svalbard har blitt ryddet og registrert hvert år siden 2001, med enkelte avbrudd. Det er heller ikke her noen klar tendens, 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 (Jelmert & Arneberg, 2017).

4. Påvirkninger fra aktiviteter og miljøkonsekvenser

Her presenteres først kort informasjon om de viktigste påvirkningsfaktorene fra hver sektor, i hovedsak tatt fra delrapporten om *Næringenes aktivitet, og påvirkning – Barentshavet, (2018)*. Det gis en bredere dekning av konsekvensene av disse påvirkningene på miljøverdier. Kun påvirkning og konsekvens ved normal aktivitet vurderes i denne rapporten, ikke akutte hendelser. Akutte hendelser omtales i rapporten "Risiko for og beredskap mot akutt forurensning". Det legges spesielt vekt på endringer fra den opprinnelige Forvaltningsplanen i 2005 og oppdateringen i 2011.

Noen aktuelle påvirkningsfaktorer:

- i. klimaendring – endring i temperatur, endring i strømmer, havforsuring
- ii. fysisk påvirkning på sjøbunn – skader på dyr og planter, arealbruk, arealpåvirkning, tildekking, nedslamming med mere
- iii. andre fysiske påvirkninger – støy med mere
- iv. biologisk påvirkning – høsting, introduksjon av fremmede arter med mere

- v. driftsutslipp og tilførsler av miljøskadelige stoffer til luft og sjø av miljøgifter, tungmetaller, radioaktive stoffer, olje med mere
- vi. annen forurensning – marint søppel med mere
- vii. tilførsler fra kilder utenfor forvaltningsplanområdet

4.1 Fiskeri

4.1.1 Generelt om påvirkning fra fiskeri og aktivitetsnivå

Konsekvenser for økosystemet av fiskeriaktiviteter er knyttet til ulike aspekter ved «daglig drift» og vi går her inn på disse for ulike økosystemkomponenter i Barentshavet (tabell 4.1). I tillegg til uttak av fisk kan fiskeriaktiviteten påvirke økosystemet på flere ulike måter. Påvirkning på bunnøkosystemene fra bruk av bunntrål er kjent. Fiskeri med garn kan påvirke økosystemet ved at tapte garn fortsetter å fiske, såkalt spøkelsesfiske, samtidig som tapte garn også er et avfallsproblem. Utsiktet bifangst i fiskeredsaker er også en type påvirkning fra fiskeredsaker på økosystemet. Sjøfugl og sjøpattedyr kan bli tatt av line eller garn. Koraller, svamp og andre marine organismer tilhørende bunnøkosystemer kan bli påvirket, først og fremst av bunntrål.



Foto: Arctic Fisheries Ltd

Flere parametere kan legges til grunn for å si noe om endring i aktivitetsnivået til den norske fiskeflåten nå sammenlignet med for noen år siden. For de seks utvalgte artene torsk, hyse, sei, reke, sild og lodde er totalfangsten til norske fartøy mindre både i forvaltningsplanområdet og i hele området nord for 62°N i 2016 enn i årene 2009 og 2010. Dette skyldes i hovedsak sterk nedgang i kvoter og fangst av de pelagiske artene sild og lodde. Fangst av torsk er derimot større i 2016 enn i 2009. Antall merkeregistrerte fartøy er betydelig redusert gjennom de siste 20–30 årene, men siden 2009 har antallet vært tilnærmet stabilt. Selv om antallet fartøy er redusert i et noe lengre tidsperspektiv, har den totale motorkraften i den norske fiskeflåten faktisk økt litt i senere år. Dette nevnes fordi det antas en sammenheng mellom samlet motorkraft og fiskekapasitet. På samme måte som at det ikke nødvendigvis er en nøyaktig sammenheng mellom aktivitetsnivå og potensiell påvirkning på økosystemet, så trenger heller ikke sammenhengen mellom fiskekapasitet og påvirkning være helt entydig.

4.1.2 Uregistrert fiskedødelighet

Et sentralt mål med forvaltningen av fiskebestander er at så stor andel som praktisk mulig av det som tas ut av havet skal bokføres og fremgå av den offisielle fiskeristatistikken. De siste 20 årene har en kommet langt i retning av denne målsettingen. Nå adresserer fiskeriforvaltningen en rekke mindre faktorer (hendelser, påvirkninger, ulike statistiske metoder med videre) som kan bidra til uregistrert fiskedødelighet. I kommende år vil det være svært viktig å fortsette dette arbeidet for å redusere uregistrert fiskedødelighet mest mulig.

4.1.3 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på planteplankton

Dagens fiskeriaktivitet antas ikke å ha direkte konsekvens på planteplanktonproduksjon, sammensetning eller geografisk utbredelse. Fiskeartene i Barentshavet er i hovedsak sekundærkonsumenter (karnivore) og har ingen direkte innvirkning på planteplanktonet, men indirekte kan fiskeri endre predasjonstrykket på dyreplankton og derved kanskje kunne påvirke planteplanktonbiomassen. Imidlertid finnes det ingen undersøkelser eller datasett som viser at en slik indirekte påvirkning finner sted i marine systemer. Dersom man i fremtiden igangsetter storskala fiskeriaktivitet på dyreplankton vil dette

kunne påvirke planteplanktonbiomassen, men dette er en lite sannsynlig utvikling i perioden fram mot 2030.

4.1.4 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på dyreplankton

De siste 15 årene har det foregått en helt begrenset høsting av raudåte i Norskehavet og Barentshavet som et forsøksfiske, det vil si årlig maksimalt uttak på vel 1300 tonn. Det kan ikke utelukkes at omfanget av forsøksfisket vil øke i de nærmeste årene. Fiskeriforvaltningen har utarbeidet en forvaltningsplan for kommersiell høsting av raudåte i Norskehavet, deler av Barentshavet og Jan Mayen-sonen med en foreslått totalkvote på 254 000 tonn. Det er per i dag ikke iverksatt konkrete forvaltningstiltak for kommersiell høsting.

I årene fram mot 2030 vil omfanget av høsting av raudåte sannsynligvis øke, men det er vanskelig å forutsi denne økningen kvantitativt. En større økning forutsetter at forvaltningsplanen trer i kraft og at høsting til havs utvikles videre. Fra ståstedet til forskning og forvaltning vil det være helt sentralt å overvåke uttak av egg, larver og yngel av fiskebestander som konsekvens av høsting av fiskebestander, samt eventuelle økosystemeffekter.

4.1.5 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på bunnøkosystemer

Fiskeriaktiviteten og særlig bruk av bunntål kan påvirke marine bunnorganismer som koraller, svamp og annet. Fiskerier med bunntål har foregått i Barentshavet de siste 80–90 årene. Det er påvist at bunnøkosystemene i kjente og mye brukte områder for trålfiske er påvirket i form av ødelagte koraller i tillegg til påvirkning på bunnorganismer som svamp og sjøfjær.

Fiskeriforvaltningen har iverksatt mange tiltak siden 1999 for å redusere påvirkningen på bunnøkosystemene mest mulig:

1. Det er forbudt å ødelegge koraller med hensikt, og det skal utøves særlig aktsomhet i nærheten av kjente korallområder.
2. Bifangst av koraller (over 30 kg) og svamp (over 400 kg) skal rapporteres fra fiskefartøyene til Fiskeridirektoratet.
3. 20 områder i Norges økonomiske sone (NØS) er gitt særskilt beskyttelse i forskrift mot utøvelse av fiskeri med bunnlepte redskaper.
4. Siden 2011 har det vært forbudt å starte nye

fiskerier med bunnredskap på større dyp enn 1000 m (uten å følge særlige prosedyrer og søknader). Det foreligger et forslag om stenging av nye områder for bunntål på dyp større enn 800 m i nordlige områder i NØS, Jan Mayen-sonen og fiskevernsonen rundt Svalbard.

5. Det har vært gjennomført flere forsøk med formålet å utvikle trålredskaper som påvirker bunnøkosystemene mindre. Denne tilnærmingen må videreutvikles, men det synes urealistisk at en vil se en utvikling bort fra bruk av bunntål, både i Norge og internasjonalt.

I tillegg finnes det mange arealreguleringer i norsk fiskeriforvaltning som har den sekundære effekten at bunnøkosystemer beskyttes fra påvirkning fra bunntål. Den generelle regelen om at tråling ikke skal foregå innenfor tolv nautiske mil er et eksempel på et slikt tiltak. Også stenging og åpning av områder i «real time» på grunn av stort innslag av yngel, medfører beskyttelse av bunnøkosystemer i Barentshavet. Det må også nevnes at aktiviteten med bunntål sett over en lengre tidsperiode i Barentshavet er redusert. Aktivitetsnivået vil selvsagt endres mellom enkelte år som følge større eller lavere kvoter av bunnfisk.

Når det gjelder konsekvensene av bunntåling på bunnøkosystemer, inkludert konsekvenser av innførte tiltak gjennom de siste 20 år, så må følgende anføres:

- Det er observert skade på marine bunnorganismer som koraller, svamper og sjøfjær som følge av bunntåling.
- Trållaktiviteten i Barentshavet har foregått over de siste 80–90 årene.
- Med unntak av noen områder vest og nord av Svalbard foregår aktiviteten med bunntål på akkurat de samme områdene fra ett kalenderår til neste. Det er altså ikke slik at trållaktiviteten sprer seg tilfeldig utover det meste av Barentshavet,
- Hvor stort areal som antas å ha vært berørt av bunntål, varierer mye avhengig av hvilken metode for undersøkelse som benyttes. Jo mer finmasket geografisk oppløsning en undersøkelse legger til grunn, jo mindre blir det estimerte arealet som har vært berørt av bunntål.
- Det generelle bildet de siste 20 årene er redusert trållaktivitet, selv om dette vil kunne variere noe mellom enkeltår på grunn av endringer i kvotestørrelse.

Ambisjonen til norsk fiskeriforvaltning er at reguleringstiltak for bruk av bunntål i norske områder nord for 62°N vil måtte fastlegges som et kompromiss mellom bevaring av områder med viktige bunnorganismer og erkjennelsen av at det i overskuelig framtid ikke eksisterer reelle redskapsalternativer til bunntål.

4.1.6 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på fiskebestander

Generelt

For de viktigste bestandene er det internasjonale samarbeidet omfattende, det vil si fastsettelse av totalkvote (TAC), fordeling av TAC og en rekke andre tilhørende forvaltningstiltak. I Barentshavet er Russland vårt viktigste internasjonale samarbeidsland. Gjennom de siste 20 årene har forvaltningssamarbeidet med Russland blitt svært omfattende. For fellesbestandene torsk, hyse og lodde avtaler Norge og Russland handlingsregler (Harvest Control Rule = HCR) med hovedformål å jevne ut størrelsen på TAC fra ett år til det neste. HCR for de enkelte bestandene er vurdert og godkjent av ICES til å være i samsvar med føre-var tilnærmingen og økosystembasert forvaltning. Nordøst-arktisk sei forvaltes som en eksklusiv norsk bestand, herunder fastsettelse av HCR.

De endringer som har skjedd i norsk fiskeriforvaltning siden ca. år 2000 beskrives gjerne som overgang fra én-bestandsforvaltning til økosystembasert forvaltning. Selve den biologiske rådgivningen er blitt mer kompleks med føre-var referansepunkter (figur 4.1) og flerbestandssammenhenger. Som en del av fastsettelsen av TAC er de store kommersielle artene også underlagt HCR eller forvaltningsplaner (for de enkelte bestandene). Biologisk rådgivning fra Havforskningsinstituttet og ICES er helt grunnleggende kunnskap. Fiskeriforvaltningen tar også mange flere hensyn til ulike aspekter ved økosystemet, som for eksempel bunnhabitater, ved fastleggelsen av forvaltningstiltakene. Også Artsdatabankens publikasjon «Norsk rødliste» er viktig kunnskap i arbeidet med å utvikle fiskeriforvaltning.

Strategien for en videreutvikling av norske fiskerier og fiskeriforvaltning, referert til som en praktisk tilnærming til en økosystembasert forvaltning («Strategi for videre utvikling av norsk fiskeriforvaltning – en praktisk tilnærming til en

økosystembasert forvaltning») er et sentralt verktøy. Helt kortfattet kan denne strategien beskrives som et helhetlig og metodisk stringent system for å kunne vurdere og foreslå de best tilpassede tiltak for de enkelte bestander og fiskerier, herunder tiltak for å beskytte sårbare arter og habitater.

Store kommersielle bestander

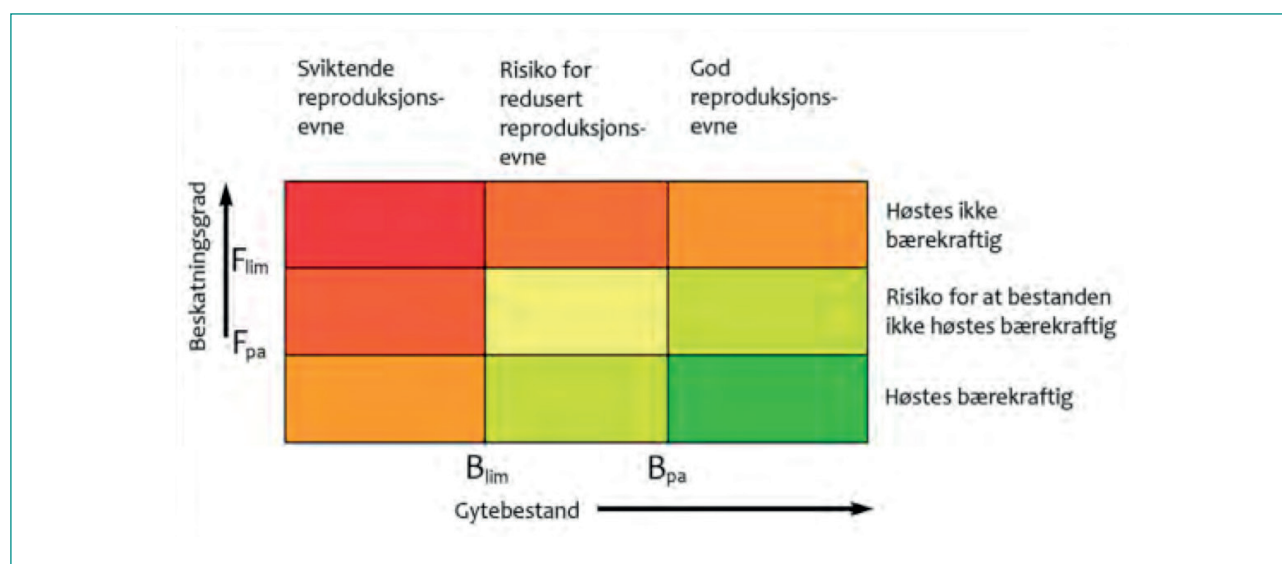
Det planlagte og systematiske uttaket av fisk fra de ulike bestandene representerer den største påvirkningen fra fiskeriaktiviteten på det marine økosystemet. De fleste kommersielle bestandene i Barentshavet er i god eller meget god forfatning. Gitt disse bestandenes forfatning og forvaltningssystemet de er underlagt, må påvirkningen fra fiskeriaktiviteten karakteriseres som liten.

Noen mindre bestander

De mindre bestandene av vanlig uer og norsk kysttorsk trenger fortsatt sterkt vern og gjenoppbygging. Vanlig uer står på Norsk rødliste under kategorien «sterkt truet». Under arbeidet med økosystembasert forvaltning har fiskeriforvaltningen utviklet et verktøy for prioritering av tiltak for bestander som trenger særskilt vern.

Bifangst av fisk og reguleringer for å begrense denne I noen fiskerier er bare en art målartern, mens i andre fiskerier kan flere arter være målartern. Under utøvelsen av fiske er det, trass i de reguleringer som gjennomføres, vanskelig å unngå fangst av andre arter enn målarternene. I mange tilfeller vil det likevel være slik at bifangsten har kommersiell verdi og blir avregnet tildelte kvoter. I andre tilfeller vil bifangsten ikke ha kommersiell verdi og kvotemessig dekning blir et lite relevant begrep, som for eksempel ved innslag av fisk under minstemål. For å redusere problemet med innslag av arter som ikke er målartern og ikke har kommersiell verdi, er flere forvaltningstiltak av ulik karakter innført:

1. Holde den generelle fiskedødeligheten på et fornuftig nivå ved kvoteregulering (som gir høyt og stabilt langtidsutbytte). Dette inkluderer også urapportert fiske.
2. Stenge områder der man beskatter mye umoden fisk permanent eller deler av året.
3. Innføre tekniske reguleringer som fører til at umoden fisk eller bifangst unnslipper fiskeredskaper og overlever: minste tillatte maskevidde, ristteknologi, minstemål på fisk.



Figur 4.1 Fiskedødsrate og gytebestand. De fargede feltene indikerer ulike tiltakssoner. Grønt: kan utnyttes. Gult: tiltaksområde. Rødt: stopp i fisket eller andre drastiske tiltak. F_{lim} , F_{pa} , B_{lim} og B_{pa} er referansepunkt. B_{lim} : Referansenivå for størrelsen på en gytebestand. Historiske tidsserier viser at gytebestander under dette nivået gir høyere sannsynlighet for dårlig rekruttering. Det er derfor et mål å holde gytebestanden av en fiskebestand over dette nivået. Om gytebestanden er på føre var nivå vil den være på eller over B_{pa} . Tilsvarende er F_{pa} føre-var referansepunkt for fiskedødelighet.

4.1.7 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på marine pattedyr

Forventede konsekvenser av fiskeriaktivitet på sjøpattedyrbestander vil generelt være knyttet til sjøpattedyrenes rolle som beitedyr og dermed konkurrenter til fiskeressursene, og dernest til konflikter som oppstår ved bruk av fiskeredskap. I tillegg kan særlig sel opptre som vert i parasittsykluser, men dette er i første rekke et fenomen knyttet til helt kystnære lokaliteter. Kystsel er hovedverter i syklusen for parasitten torskekeveis, og kan lokalt være et vesentlig problem fordi torskekeveisen trenger seg inn i fiskens muskulatur der den kapsles inn i kveiler som er svært tydelige i filetene.

Kystselene steinkobbe og havert oppholder seg og søker næring kystnært der det også foregår garnfiske. Det forekommer derfor at disse to selartene setter seg fast og drukner i garn. Dette gjelder i første rekke unger i sitt første leveår. Kvoterådet fra Havforskningsinstituttet går ut på at fem prosent av bestandsanslagene for steinkobbe og havert kan fangstes årlig, et råd som også tar høyde for den bifangst som forekommer i fiskeriene (Havforskningsrapporten 2017).

4.1.8 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på sjøfugl

Mange bestander av sjøfugl i norske havområder inkludert Barentshavet er i dårlig forfatning med en negativ bestandsutvikling gjennom flere år. Årsakene til dette er mange og sammensatte. Fiskeriaktiviteten påvirker sjøfugl på to måter: utnyttelse av fiskeriressursene og gjennom utilsiktet bifangst av sjøfugl i fiskeredskaper.

Næringsgrunnlaget til sjøfugl i Barentshavet gjenspeiler gradienten fra varmt atlantehavsvann i sør og vest til arktiske vannmasser i nord og øst. I den sørlige delen, det vil si langs kysten av Troms og Finnmark, høster sjøfuglene av et subarktisk økosystem hvor O-II-gruppefisk (yngste aldersklasser av større fisk), lodde, ungsild og tobis er viktige næringsemner. Nærmere polarfronten i nord, ved Bjørnøya, er lodde og krill viktige næringsemner, mens lengst mot nord, i de arktiske økosystemene utenfor Spitsbergen, livnærer sjøfuglene seg av polartorsk og arktisk dyreplankton tilknyttet havisen. I motsetning til i Norskehavet, hvor de store pelagiske fiskebestandene (kolmule, makrell og sild) stort sett er utilgjengelige for sjøfugl, enten

fordi de går for dypt eller fordi fisken er for stor til å håndteres, kan sjøfugl utnytte alle de tre viktige pelagiske fiskebestandene i Barentshavet. Disse bestandene er ungsild, lodde og polartorsk (Fauchald mfl., 2015 a).

Tilstanden til de fleste store fiskebestandene i Barentshavet er god eller svært god, det er derfor sannsynlig at næringskonkurranse med fiskeriene utgjør en liten påvirkning. Derimot vil forhold i havet, både hos fiskebestandene og rent oseanografiske påvirkninger, bety mye for om føde blir tilgjengelig eller ikke for sjøfugl i den mest kritiske livsfasen, altså i hekkesesongen («timing»).

Linefisket påvirker hovedsakelig overflatebeitende arter som for eksempel havhest, mens garnfisket påvirker flere ulike arter, i hovedsak teist, lomvi og havhest. Konsekvensene av den direkte dødeligheten ved bifangst i fiskeredskaper, vil blant annet avhenge av årstid, kjønns- og aldersfordeling på de fuglene som tas som bifangst, samt tilstanden til den berørte bestanden (hekkebestandene fuglene tilhørte). En antallsmessig beskjedne bifangst kan utgjøre en signifikant påvirkningsfaktor på populasjoner av rødlistede arter som havhest, teist, polarlomvi og lomvi (Fauchald mfl., 2015 b, Fangel mfl., 2016).

I flere år har det foregått et arbeid i regi av NINA med deltakelse fra etater/institusjoner, også Fiskeridirektoratet, om bifangst av sjøfugl i fiskeredskaper. Dette prosjektet har betydd mye for å øke kunnskapen om dette, og har bidratt med flere rapporter som del av kunnskapsoppbyggingen. Prosjektet med formålet å øke kunnskapen om bifangst i fiskeredskaper, vil fortsette i årene som kommer. Fiskefartøyer over 15 meter er pålagt å rapportere bifangst av sjøfugl. Denne rapporteringsplikt har ikke vært etterlevd fullt ut. Fartøy som deltar i rognkjeksfisket, er under 15 meter og omfattes derfor ikke av rapporteringsplikten. Bifangstprosjektet vil videreføre arbeidet med registrering og beregning av bifangstratene for rognkjeksfiskeriene i 2019 (NINA prosjektnotat).

Gjennom bifangstprosjektet er det registrert varierende mortalitetsrater. Grunnlagsdata viser at de fleste turene har ingen eller liten forekomst av bifangst av sjøfugl, men på enkelte turer er bifangsten betydelig større. Skalert opp viser tallene et anslag på at det årlig tas henholdsvis 1300 lomvi og havhest som

bifangst i norsk garnfiske, men med store variasjoner mellom år. Lokalt tas et stort antall teist i garnfiske etter rognkjeksfiske (Fangel mfl., 2016, Bærum mfl., 2018). NINA har ennå ikke inkludert dette i populasjonsmodeller, men har planer om å gjøre dette i 2019 for å vurdere konsekvensen av bifangst på sjøfuglbestandene (NINA prosjektnotat).

4.1.9 Avfall i havet

Uorganisk avfall inkludert plast

I senere tid har det vært mye fokus på søppel generelt og plast spesielt i havet og på strender. Kildene til søppel og plast i norske havområder er mange: tilførsler fra land (elver) i Norge, langtransportert søppel (fra andre europeiske farvann og enda lenger vekke), norske og utenlandske fiskefartøy i norske områder.

Sjøfuglene bruker rester fra fiskeredskaper og annet sent nedbrytbart materiale til reirbygging, og plast er funnet i fordøyelsessystemet til sjøfugl i stort omfang. Det har vært kjent gjennom lang tid at plast kan være en betydelig påvirkningsfaktor på sjøfugl, men kunnskapen om konsekvensene på bestandsnivå for sjøfugl på kort og lengre sikt er begrenset.

Også fisk, hval og sel påvirkes av plast og annet uorganisk materiale. Mange fiskeredskaper er laget av sent nedbrytbart materiale som polyamid (PA) og polyetylen (PE). Hvorvidt plast som miljøgift i form av for eksempel mikroplast har påvirket fisk, sjøfugl og sjøpattedyr utover individ-nivå eller geografisk helt lokalt, er det per i dag begrenset kunnskap om. Mest sannsynlig er effekten trolig liten per i dag. Tilførselen av plast og annet uorganisk materiale til havet vil mest sannsynlig øke i kommende år. På en annen side er det stor oppmerksomhet om søppel og plast spesielt både i Norge og internasjonalt. Norge er en viktig initiativtaker og aktør i dette arbeidet. Det er vanskelig å si med særlig sikkerhet hva fremtidsbildet vil være på dette viktige feltet.

Norge er i fremste rekke internasjonalt når det gjelder fokus på og tiltak for å redusere omfanget av marint søppel. Blant annet leder Norge et treårig nordisk prosjekt (Clean Nordic Oceans) sammen med Danmark og Sverige. Norge deltar også i OSPAR-programmet «Fishing for Litter». Det kommer en mer omfattende rapport om marin forøpling fra Overvåkingsgruppen ledet av Havforskningsinstituttet (Statusrapport for Norskehavet, 2019).

Organisk avfall

Det forekommer også utslipp av organisk (nedbrytbart) avfall fra fiskeflåten, først og fremst avskjær og biprodukter. Organisk avfall som dumpes av fiskefartøy på havet representerer ikke et miljøproblem utover kanskje helt lokalt. Dumping i kystnære farvann kan medføre et lokalt forurensingsproblem i tilfeller der avskjær dumpes kystnært i farvann med lite gjennomstrømming av vann og relativt sett få marine organismer til å kunne utnytte avfallet. En har ikke kunnskap som tilsier at dette er et miljøproblem. Den langsiktige tendensen er at større andeler av restråstoffet utnyttes, blant annet som fôr til oppdrettsfisk. Innenfor hvitfiskektoren er fremdeles mulighetene til bedre utnyttelse av restråstoffet store.

Konsekvenser av tapte fiskeredskaper for fisk

De siste 35 årene har Fiskeridirektoratet på særskilte og planlagte tokt ryddet 500–1000 tapte garn årlig. I tillegg til tapte garn tas det også opp annet utstyr fra fiskerivirkomhet som vaier og deler av andre redskaper. Antall garn som fjernes på oppryddingstoktene varierer mellom enkeltår, men sett over en viss periode er det årlige antallet noenlunde stabilt. Dette skyldes i stor grad at garnbåtene driver svært effektivt med store garnmengder, og for eksempel blåveitefisket foregår til dels på store dyp under krevende forhold. På en annen side fungerer rapporteringssystemet om tapte redskaper fra fiskerne bedre enn før. Oppryddingstoktene blir således mer målrettede og effektive, og garn som fjernes er i stor grad av ny dato.

Hovedformålet med garnopprensingen er å fjerne garn som fisker videre, såkalt spøkelsesfiske. Moderne garn er laget av så sterkt materiale at de har potensiale for fiske videre i mange år, dersom de står så dypt at de ikke gror igjen. Innretningen på opprenskningstoktene er altså å fjerne garnene med størst potensiale for å drive en ekstra beskatning på fiskeressursene. Disse toktene er planlagt etter en målrettet metode og best mulig informasjonsgrunnlag, og ikke som et tilfeldig utvalg. Det er tapte garn på dype farvann som har størst potensiale til å drive spøkelsesfiske. De fleste opprenskningstoktene har vært drevet i Barentshavet.

Uten oppryddingstoktene hadde omfanget av spøkelsesfiske vært mye større. Garnbåtene driver med store mengder bruk, men de årlige oppryddingstoktene fungerer mer effektivt enn før. Garn og annet som fjernes fra havet på opprenskningstoktene leveres til gjenvinning.



Konsekvenser av forsøpling fra egne buer

Fra Finnmark meldes det om at både stormåke, praktærfugl og stellerender har slukt fiskekroker med rester av agn. Dette stammer fra avkapp under egne buene. Både stellerand og praktærfugl beiter i fjæra og kan dermed få dette i seg.

4.1.10 Konsekvenser for mattrygghet

Det er ikke dokumentert at fiskeriaktivitet har betydning for sjømattrygghet.

4.1.11 Fiskeriaktivitet og støy i havet

Fiskebåter bidrar også til undervannsstøy, som følge av motorstøy og fremdrift (kavitasjon) og bruk av redskaper (for eksempel bunntål). I tillegg vil bruk av ekkolodd og sonar bidra til støynivået i havet, og vil kunne ha direkte påvirkning på blant annet sjøpattedyr.

4.1.12 Konsekvenser av havbruk på naturmiljøet

Mesteparten av havbruksaktiviteten foregår kystnært og faller således utenfor tiltaksområdet for forvaltningsplanen. Havbruk er imidlertid en stor næringsaktivitet i våre havområder, og på noe sikt kan deler av havbruksaktiviteten få sin plassering betydelig lenger ute enn dagens lokalisering i skjermede farvann.

Spredning av lakselus som følge av oppdrett av laks og ørret vurderes som den største negative

påvirkningsfaktoren på naturmiljøet fra havbruk.

«Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2018» (Grefsrud mfl., 2018) omhandler også følgende andre påvirkningsfaktorer:

- patogener (smittfarlige sykdommer)
- rømming og genetisk påvirkning
- næringssalter og organisk stoff fra matfiskanlegg
- fremmedstoff (miljøgifter)
- legemidler
- dødelighet og fiskevelferd i laks- og regnbueørretproduksjon i sjø
- rensefisk i oppdrett av laksefisk

Miljøpåvirkningen av lakselus på vill laksefisk vurderes innenfor 13 fastsatte produksjonsområder langs kysten (figur 4.2). Det skal foretas vurderinger annet hvert år, og kapasiteten justeres med seks prosent, opp (grønt) eller ned (rødt). I gule områder fryses kapasiteten. Fargene er med andre ord grunnlaget for om oppdrettere kan få tilbud om økt produksjonskapasitet eller ikke, og er basert på faglige råd. Av figur 4.2 fremgår at alle produksjonsområdene som ligger langs den kyststrekningen som grenser til forvaltningsplanområdet er grønne, og vurderes således å ha så god miljøtilstand at økt produksjon vil være tilrådelig. I tabell 4.2 oppsummeres opp mulige konsekvenser av havbruksaktivitet på ulike miljøverdier.

Tabell 4.1 Konsekvenser av fiskeriaktivitet på ulike deler av økosystemet/miljøet

Utredn. tema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunnsamfunn	Fysisk påvirkning (bunntåling)	Liten dersom man ser på utredningsområdet som helhet. Middels i områder som blir ofte overtrålt.	Liten usikkerhet mhp omfang av påvirkningen, middels usikkerhet mhp konsekvens-vurderingen.
Planteplankton	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Ingen påvirkning fra dagens fiskeriaktivitet	Liten
Dyreplankton	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Høsting er per i dag svært begrenset.	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Torsk	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten under Fmsy ¹ . Stor gytebestand. Ikke sterk rekruttering siden 2005.	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Hyse	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten under Fmsy siden 2008. Gytebestanden i senere år «all time high», men redusert i 2017.	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Sei	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten under Fpa ² siden 1997. Gytebestanden over Bpa ³ siden 1996 (reduksjon i årene 2007-2010). Gjennomsnittlig rekruttering siden 2005.	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Reke	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten under Fmsy og bestanden over MSY Btrigger ⁴ gjennom fiskeriets historie.	Liten
NVG-sild	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten under Fmsy i 2017. Gytebestanden minker og var under MBY Btrigger i 2017. Ingen sterk årsklasse siden 2004, det vil si gjennomsnittlig eller svak.	Liten/middels usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Lodde	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. I samsvar med handlingsregelen i den norsk-russiske fiskeriavtalen og råd fra ICES er det vedtatt å ikke åpne for fiske i 2019. Med 0-kvote vil gytebestanden ifølge ICES være på 317 000 tonn i 2019. ≤5 % sannsynlighet for at bestanden vil være under Blim ⁵ i april 2018.	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Sel (steinkobbe og havert)	Biologisk påvirkning (fangst og endringer i næringstilbud)	Liten (fangst). Total årlig direkte fangst er mindre enn kvoteanbefalingen. I noen områder har den direkte fangst vært på nivå med kvotestørrelsen eller så vidt over. Liten (næringskonkurranse)	Liten/middels usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
	Fysisk påvirkning (bifangst)	Middels (bifangst i garn, i hovedsak unger i sitt første leveår)	
Hval (nise)	Fysisk påvirkning (bifangst)	Liten. Bestandsstørrelsen i Barentshavet er ukjent. (hovedsakelig bifangst i garn)	Stor usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.

Utredn. tema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Pelagisk dykkende sjøfugl	Fysisk påvirkning (bifangst)	Ingen for line, trål, not og snurrevad, liten for ruser og teiner, spøkelsesgarn, redskapsrester og garn.	Stor usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Pelagisk overflatebeitende sjøfugl	Fysisk påvirkning (bifangst)	Ingen for trål, not, snurrevad, ruser, teiner, spøkelsesgarn og redskapsrester. Liten for line og garn.	Stor usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Kystbundne dykkende sjøfugl	Fysisk påvirkning (bifangst)	Ingen for line, trål, not og snurrevad, liten for spøkelsesgarn, ruser, teiner og redskapsrester. Middels for garn.	Stor usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Kystbundne overflatebeitende sjøfugl	Fysisk påvirkning (bifangst)	Ingen/liten (Ingen for trål, snurrevad, garn, ruser, teiner, spøkelsesgarn og redskapsrester, liten for line og not)	Stor usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.
Sjøfugl (generelt)	Biologisk påvirkning Næringstilbud som følge av fiskeri.	Liten	Liten usikkerhet både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering.

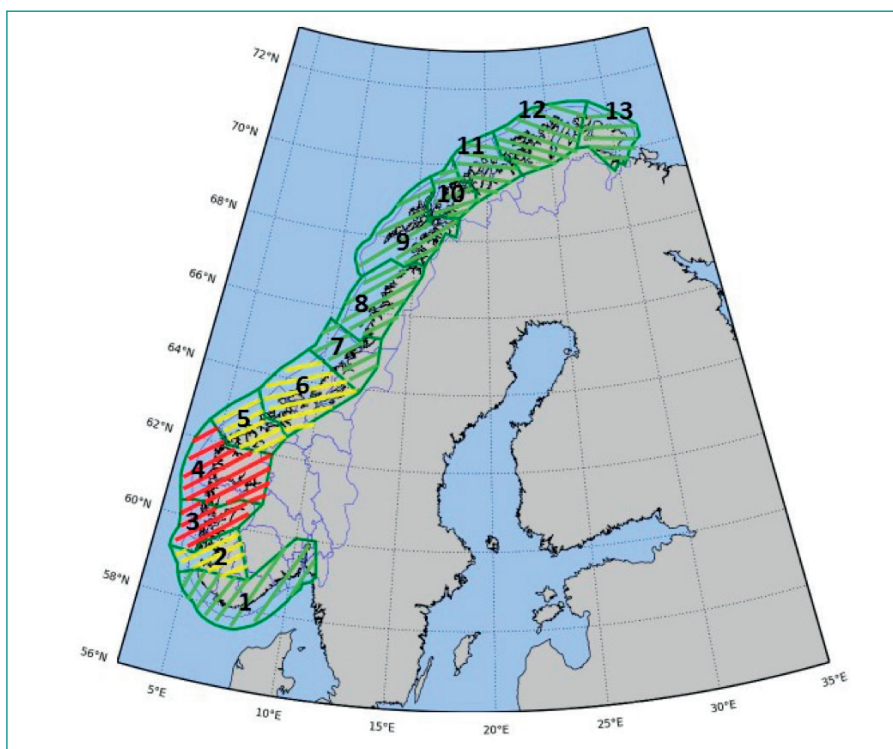
¹ Fmsy: Den fiskedødelighet som på lang sikt skal gi maksimalt langtidsutbytte av en fiskebestand. (Med fiskedødelighet menes den dødelighet fisket påfører bestanden.)

² Fpa: Føre-vår referansepunkt for fiskedødelighet

³ Bpa: (Nedre) referansenivå for størrelsen på en føre-vår forvaltet gytebestand.

⁴ MSY Btrigger: Med Btrigger menes et biomassenivå som utløser handlingsplikt, gjerne slik at hvis en gytebestand er målt til dette nivået eller lavere, så bør beskatningsgraden reduseres. Når det her kobles til MSY innebærer det at beskatningsgraden skal ligge på Fmsy når gytebestanden er målt til å være høyere enn dette nivået, mens den skal reduseres når gytebestanden er målt til å være lavere enn dette nivået.

⁵ Blim: Referansenivå for størrelsen på en gytebestand. Historiske tidsserier viser at gytebestander under dette nivået gir høyere sannsynlighet for dårlig rekruttering. Det er derfor et mål å holde gytebestanden av en fiskebestand over dette nivået. Om gytebestanden er på føre vår nivå vil den være på eller over Bpa.



Figur 4.2 Miljøpåvirkning i 13 fastsatte produksjonsområder langs kysten.

Grønt = kapasiteten kan økes, gult = kapasiteten fryses, rødt = kapasiteten må ned. De nordlige kystområdene som grenser til forvaltningsplanområdet er Område 9: Vestfjorden og Vesterålen, 10: Andøya til Senja, 11: Kvaløya til Loppa, 12: Vest-Finnmark, og 13: Øst-Finnmark.

Kilde: Fiskeridirektoratet.

Tabell 4.2 Konsekvenser av havbruksaktiviteten på ulike deler av naturmiljøet

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunndyrsamfunn: Korallrev og koraller	Fysisk påvirkning (bunntårling)	Lokalt	Middels
Bunndyrsamfunn: Svamp	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Lokalt: fysiologisk og cellulært stress	Liten
Andre bunndyrsamfunn	Bruk av Lusemidler i før Partikulære utslipp	Påvirkning på reker og andre skalldyr, iallfall i nærområdet	Vesentlig
Planteplankton	Utslipp av næringssalter/ organiske partikler	Liten	Liten
Dyreplankton	Direkte og indirekte	Liten	Middels
Omkringliggende miljø generelt	Utslipp av legemidler i vann- løsning	Lokalt: vesentlig	Middels
	Andre kjemiske utslipp (spesielt kobber)	Lokalt: vesentlig	Liten
Viltlevende fiskebestander: Andre enn villaks og sjø-ørret	Utslipp av før	Liten, utover lokale tilfeller	Liten
Sjøpattedyr: Havert Steinkobbe Nise	Ingen/marginal	Ingen /Liten	Liten
Sjøfugl: Pelagisk Dykkende Overflate-beitende	Fysisk påvirkning (kollisjon, setter seg fast)	Liten	Liten
Økologiske relasjoner/ prosesser: Villaks, Sjøørret	Lakselus Mulig sykdomssmitte (bakterier, virus, Gyro) Genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks + andre typer påvirkning. Mulig konkurranse med regn- bueørret.	Stor: For mange bestander av villaks, sjøørret og sjørøye.	Liten

4.2 Skipstrafikk

4.2.1 Generelt om påvirkning fra skipstrafikk og aktivitetsnivå

Skipstrafikken kan generelt påvirke miljøet gjennom driftsutslipp til luft og sjø, ulovlige utslipp, risiko for introduksjon av fremmede organismer via ballastvann og begroing på skipsskrog, samt støy. Det er imidlertid ved akutte hendelser at konsekvensene for naturmiljøet kan bli mest tydelige og disse dekkes ikke i denne rapporten, men i Risikorapporten. Driftsutslipp er i hovedsak regulert gjennom de ulike vedleggene til MARPOL-konvensjonen, og vurderes som små. Det er

ikke påvist konsekvenser av større omfang av regulerte driftsutslipp.

Forvaltningsplanområdet Barentshavet og Lofoten er arealmessig nesten seks ganger så stort som forvaltningsplanområdet for Nordsjøen og Skagerrak men har bare om lag halvparten av den utseilte distansen. Trafikktettheten i Barentshavet og Lofoten er dermed betydelig lavere enn hva tilfellet er lenger sør. Barentshavet skiller seg også ut ved at fiskeriaktiviteten står for en vesentlig større andel av utseilt distanse enn i de andre forvaltningsområdene. Med støtte i AIS-data ser man at skipstrafikken totalt sett er økende i Barentshavet siden forrige oppdatering



(tabell 4.3). En stor del av økningen kan tilskrives kategorien «Andre aktiviteter». «Andre aktiviteter» er en samlekategori for fartøy som ikke automatisk kan henføres til de øvrige kategoriene og består i hovedsak av skip relatert til fiskeriindustrien og består av relativt små båter uten store mengder bunkersolje eller

risikolast. De senere årene har leteaktiviteten innenfor petroleumssektoren også tatt seg opp i dette området og en andel av skipene representert i kategorien «Andre aktiviteter» kan henføres til økt aktivitet på dette området.

Tabell 4.3 Utseilt distanse (nautiske mil) i Barentshavet per skipskategori.

Skipskategorier	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Totalsum
Oljetankere	165 924	210 944	218 904	211 495	223 314	303 419	1 334 000
Kjemikalie/produkttankere	210 081	300 622	320 183	248 235	283 845	283 671	1 646 637
Gasstankere	48 400	63 864	59 682	64 987	76 017	74 321	387 271
Bulkskip	440 951	563 569	607 758	577 939	548 251	508 454	3 246 921
Stykkgodsskip	1 124 151	1 229 790	1 178 605	1 219 220	1 288 561	1 403 467	7 443 793
Konteinerskip	7 511	9 067	3 404	3 966	8 503	2 318	34 768
Ro Ro last	37 345	43 334	46 253	39 368	41 406	25 217	232 923
Kjøle-/fryseskip	191 290	257 180	273 405	300 094	269 797	285 095	1 576 861
Passasjer	1 060 864	1 350 922	1 428 004	1 541 055	1 674 174	1 808 423	1 863 442
Offshore supplyskip	105 354	158 887	232 411	266 271	188 595	192 423	1 143 942
Andre offshore service skip	23 500	69 153	93 345	134 453	68 058	32 661	421 170
Andre aktiviteter	553 080	874 190	1 010 019	1 271 240	1 106 632	1 054 216	5 869 378
Offshore supplyskip	2 394 721	4 076 834	4 308 486	4 399 744	4 730 386	4 901 952	24 812 123
Totalsum	6 363 173	9 298 354	9 780 459	10 278 066	10 507 541	10 875 636	57 013 230

Utseilt distanse for skipstrafikken i Barentshavet og Lofoten har de senere årene lagt ganske stabilt på i overkant av 24 prosent av den samlede utseilte distansen i norske havområder. Tilsvarende utgjør trafikken i Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak henholdsvis 31 og 45 prosent.

4.2.2 Driftsutslipp til sjø

Skipsfartens driftsutslipp til sjø består i hovedsak av oljeholdig lensevann, lasterester, vaskevann, kloakk og matavfall. Disse driftsutslippene er regulert gjennom vedlegg I-V i MARPOL-konvensjonen. I følge MARPOLs vedlegg I er det tillatt for skip å slippe ut vann som inneholder inntil 15 ppm olje. DNV gjorde i 2012, på vegne av Sjøfartsdirektoratet, en undersøkelse av oljeinnhold i lensevann om bord på vel 50 skip av ulike kategorier. Resultatene viser at nærmere 90 prosent av oljeseparasjonssystemene tilfredsstiller kravet om at oljeinnholdet ikke skal overstige 15 ppm. Majoriteten av systemene var faktisk i stand til å foreta en enda bedre rensing, i det 80 prosent av systemene hadde utslipp på 5 ppm eller mindre. Undersøkelsen ble gjort i Nordsjøen, som er et såkalt special area når det gjelder MARPOLs vedlegg I, men anses å være representativ også for skip utenfor "special area".

Alle fartøy med innenbords motor har hylseolje i propellhuset, og ofte langs propellakslingen for å smøre fremdriftsverket. Det forekommer lekkasje fra pakningene som skal holde oljen inne i huset. Dette utslippet er ikke regulert utover MARPOLs generelle krav, og oljen regnes ikke med i det generelle oljeregnskapet for motorrom eller lasteområder. Veritas har anslått at det kan lekke ut i størrelsesorden seks liter per dag per skip under normale forhold (noe mer i farvann med is). Datagrunnlaget her er imidlertid svakt. Temaet har også vært diskutert i forbindelse med arbeidet i Den

internasjonale sjøfartsorganisasjonen (IMO) med et bindende regelverk for polar skipsfart (Polarkoden) og det er opplyst at det finnes alternativer (biologisk nedbrytbare oljer og sjøvannsbaserte systemer), men deres pålitelighet under polare forhold er mangelfullt dokumentert. Utslipp av søppel og avfall reguleres av MARPOLs vedlegg V. Dette ble revidert i 2011 og er nå implementert i forskrift om miljømessig sikkerhet for skip og flyttbare innretninger med ikrafttredelse 1. januar 2013. I det reviderte vedlegget er i utgangspunktet alt utslipp av søppel og annet avfall forbudt, med visse unntak, i motsetning til tidligere da utslipp av avfall i utgangspunktet var tillatt, med mindre det eksplisitt var sagt at den konkrete typen avfall var forbudt å slippe ut. I det reviderte vedlegget er det i hovedsak matavfall, lasterester og vaskevann som er tillatt sluppet ut. Det er et krav at lasterester og vaskevann ikke skal være miljøskadelig. Det reviderte vedlegget innebærer derfor en innskjerping av utslippskravene.

4.2.3 Driftsutslipp til luft

Utslippene til luft øker naturlig nok med maskinstørrelse/drivstofforbruk og utseilt distanse. Dette gjenspeiles i estimerte driftsutslipp til luft og potensielle utslipp til sjø for skip i Barentshavet og Lofoten (tabell 4.4).

Skipsfartens utslipp til luft reguleres av MARPOLs vedlegg VI. Dette vedlegget ble nylig revidert og innebærer blant annet at det stilles krav om at visse kategorier nye skip fra 1. januar 2013, skal tilfredsstille til en såkalt energi effektivitets design indeks (EEDI) og at alle skip skal ha en energieffektivitetsplan.

IMO har tidligere vedtatt en innfasingsplan for strengere krav til svovelinnhold i drivstoff for å redusere skipsfartens bidrag til utslipp av svoveloksider

Tabell 4.4 Utslipp til luft (tonn) fra skipstrafikken i Barentshavet-Lofoten 2017.

Sammenslåtte skipskategorier	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	PM
Tankskip	263 400	599	5 645	1058	457
Tørrlastskip	338 513	777	6 551	855	423
Passasjerskip	320 174	698	5937	903	449
Fiskefartøy	416 799	972	5 820	237	158
Øvrige	242 441	530	3 305	174	95
SUM	1 581 326	3576	27 257	3227	1582

Tabell 4.5 Utslipp til luft (tonn) fra skipstrafikken i Barentshavet–Lofoten 2012–2017

År	CO ₂	NO _x	SO ₂	PM	CO
2012	1 246 995	22 214	2 461	1 291	2 902
2013	1 363 534	24 085	2 630	1 365	3 174
2014	1 400 183	24 568	2 644	1 358	3 260
2015	1 434 694	25 005	2 685	1 369	3 334
2016	1 489 852	25 396	2 930	1 435	3 366
2017	1 581 326	27 257	3 227	1 582	3 576

og partikler. Fra 1. januar 2012 er det innført et generelt krav om at bunkers ikke skal inneholde mer enn 3,5 prosent svovel, mot 4,5 prosent før 2012. Fra 2020 skjerpes dette kravet til 0,5 prosent. I forskrift om miljømessig sikkerhet for skip og flyttbare innretninger har vi et krav om at drivstoff for passasjerskip i rutefart i EØS-området ikke skal inneholde mer enn 1,5 prosent svovel. For skip som ligger ved kai eller til ankers er det et krav om at svovelinnholdet ikke skal overstige 0,1 prosent svovel.

IMO har også vedtatt at utslipp av nitrogenoksider fra skipsfarten fra 1. januar 2011 skal reduseres med 15–20 prosent i forhold til tidligere utslipp. For områder som vurderes å trenge en høyere grad av beskyttelse kan IMO vedta å etablere såkalte Emission Control Areas (ECA) med hensyn til utslipp av svovel, nitrogen og partikler. I disse områdene innføres det vesentlig strengere krav til utslipp enn de som er beskrevet over.

4.2.4 Fremmede arter

Risikoen for innføring av fremmede arter med ballastvann forventes å avta ved innføring av Ballastvannkonvensjonen 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 (Arneberg & Jelmert, 2017).

4.2.5 Støy

Støy er en av flere menneskeskapte stressfaktorer for livet i havet, og vi vet veldig lite om den samlede effekten av disse faktorene. Populasjonseffekter og akkumulerte effekter er et internasjonalt fokusområde hvor det er etablert konseptuelle modeller, men hvor det foreløpig er lite konkret kunnskap. Omfanget,

intensiteten og frekvensen på antropogen støy kan være mye høyere enn den akustiske stimulusen som forekommer naturlig. Internasjonale studier viser at også støy fra skipstrafikk kan påvirke marine dyr og organismers adferd (Kight & Swaddle 2011).

Skipsstøy er den mest utbredte kilden til lavfrekvent støy. Støynivåene og frekvensinnholdet vil variere avhengig av størrelsen på skipene, hastigheten og typen fremdrift. Selve støykilden er ulike typer maskineri og kavitasjon fra propeller. De største skipene har høyest kildenivå og lavest frekvens. Siden skip sender ut kontinuerlig støy og de lavere frekvenskomponentene forplanter seg lengst, vil store skip bidra betydelig til den lavfrekvente bakgrunnsstøyen over store avstander. Mindre båter har lavere kildenivå og støyer på høyere frekvenser men kan likevel bidra betydelig til støybildet lokalt der det er stor trafikk. Langvarige måleserier viser at det i enkelte områder har vært mer enn en dobling av bakgrunnsstøyen hvert tiår de siste 30–40 årene, og økningen i kommersiell skipstrafikk er sannsynligvis hovedårsaken til dette. Økt bakgrunnsstøy vil kunne gi økt fysiologisk stress, i tillegg til at dyrenes egen evne til å kommunisere med hverandre, finne mat og orientere seg maskeres.

Undervannsdetonasjoner kan føre til direkte skade på både fisk og pattedyr over relativt lange avstander, avhengig av ladningstørrelsen. Vi har fortsatt store mengder eksplosive krigsetterlatenskaper i norske farvann som må ryddes, og det foregår periodevis anleggsvirksomhet som medfører betydelig sprengningsaktivitet lokalt. Miljørisikovurderingene i forbindelse med slik aktivitet har vært mangelfull og bør forbedres for å unngå konsekvenser på lokale bestander av fisk, pattedyr og evertrebrater. Fisk reagerer i liten grad på militære sonarer, hovedsakelig fordi disse opererer i et frekvensbånd som fisk ikke hører særlig godt eller ikke hører i det hele tatt. Studier viser at effekter på bestander er svært lite sannsynlig. Atferdsresponser på sonar hos sjøpattedyr er imidlertid veldokumenterte. Terskelen for og omfanget av responser varierer mellom artene og er situasjonsbetinget. Typiske responser er unnvikelse eller at viktig biologisk aktivitet som beiting, pass av avkom, hvile og kommunikasjon mellom individer kan bli avbrutt eller forstyrret. Man vet lite om hvordan slike responser eventuelt kan føre til konsekvenser på bestands- og populasjonsnivå over tid. Det er

alminnelig anerkjent at bruk av militære sonarer potensielt kan gi populasjonseffekter. Sannsynligheten for dette vil avhenge av eksponeringsomfanget og hvor/når sonarene brukes i relasjon til tettheten av sårbare arter (Kvadsheim mfl., 2017).

Nebbhval ser ut til å være en særskilt sårbar art av pattedyr når det gjelder eksponering for støy. Studier har vist omfattende habitatsunnvikelse og ekstrem dykkeatferd som kan øke risikoen for strandinger når de eksponeres for signaler fra militære sonarer. Nise, spekkhogger og vågehval viser også unnvikelse ved lavere nivåer enn mange andre arter.

Det er generelt lite kunnskap om hvilke effekter støy kan ha på evertebrater, men både bløtdyr og krepsdyr er viktige grupper et stykke ned i næringskjeden. Blekksprut og krill er for eksempel viktige byttedyr for både hval og fisk. Skulle uforutsette negative effekter av menneskeskapt lyd påvirke bestandene av disse artene, vil effektene kunne forplante seg oppover i økosystemet.

4.2.6 Dumpet ammunisjon

I etterkant av annen verdenskrig lastet de allierte utrangerte fartøy med kjemiske stridsmidler og ammunisjon og senket dem. Dette skjedde langs hele kysten og det finnes ikke en total oversikt over hvor ammunisjonen er dumpet.

- **Finnmark:** Man antar at det var i Finnmark de største mengdene med ammunisjon ble dumpet.
- **Skagerrak:** 162 000 tonn kjemisk ammunisjon er dumpet i Skagerrak.
- **Krigsvrak:** Hundrevis av krigsvrak ligger fortsatt på havets bunn langs norskekysten.
- **Miner:** Etter krigen ble mange miner fjernet, men det ligger fortsatt titusener igjen i norske farvann.
- **Krigshandlinger:** Tyskerne og de allierte bombet mange områder i Norge under krigen. Et ukjent antall blindgjengere ligger igjen etter disse handlingene

Det er gjennomført noe kartlegging av dumpet ammunisjon.

Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) gjennomførte i 2015 og 2016 kartlegging med AUV Hugin av dumpet ammunisjon for å lokalisere alle skipsvrak som var en del av dumpingene. Cirka 450 km² sjøbunn er avsøkt og av 54 skipsvrak som ble funnet i kartlegging er 36 klassifisert som en del av dumpingene. Etter

gjennomgang av arkiver etter 2. verdenskrig er det estimert at disse 36 skipsvrakene inneholder mellom 41 000 tonn og 48 000 tonn kjemiske stridsmidler som ble produsert av Tyskland.

FFI har kartlagt dumpet ammunisjon i Trondheimsfjorden i 2013 sammen med NTNU og NGU hvor mye ammunisjon ble funnet også utenfor merkede dumpeområder.

Det rapporteres årlig på sammenstøt med dumpet ammunisjon til OSPAR. Kart som gir oversikt over dette finnes i OSPAR sin dataportal (OSPAR Data Portal).

Kjemiske stridsmidler kan være giftige for vannlevende organismer. Dyr og mennesker må imidlertid komme i direkte kontakt med stridsmidlene for at de skal utgjøre noen stor risiko for skade. Bunnlevende dyr som lever i nærheten av dumpestedene er derfor mer utsatt enn dyr som primært lever i de frie vannmassene. De stridsmidlene som vurderes som den største miljørisikoen, er de dumpede arsenforbindelsene. Konklusjonen fra undersøkelser i Østersjøen er at konsum av fisk fra områder med dumpede stridsmidler utgjør en liten risiko for skade. For detaljer, se rapporter fra FFI (FFI, 2015) og Kystverket (Kystverket, 2017).

4.2.7 Mottaksordninger

Krav til etablering av mottaksordninger for driftsavfall fra skip er nedfelt i MARPOL vedlegg I, II, IV, V og VI. EU-direktiv 2009/59/EC, forurensningsforskriften (kap. 20) inneholder også krav til mottaksordninger og omfatter også lasterester fra skip, mens forskrift om miljømessig sikkerhet for skip og flyttbare innretninger inneholder krav til håndtering av skipsavfall om bord. IMO har utarbeidet en serie MEPC resolusjoner med fortolkninger og veiledere vedrørende mottaksordninger for avfall fra skip. IMO har etablert en GIS basert database som angir mottaksordningenes lokalisering og hva de kan motta av avfallstyper. Denne basen er fritt tilgjengelig for alle interesserte og finnes på: <http://gis.imo.org/Public/>. Rapportering av avfallsdata fra skip til land vil bli styrket ved innføring av EU-direktiv 2010/65/EC.

4.2.8 Konsekvenser av skipstrafikk for miljøressurser

Havforskningsinstituttet og Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) anser at konsekvensene av regulære driftsutslipp fra skipstrafikk for ulike



Cruiseskip ved havn i Honningsvåg. Foto: Thomas Nilsen

miljøressurser er små eller at kunnskapsgrunnlaget er for svakt til å trekke bastante slutninger (KLIF 2011). Særlig luftutslippene bidrar imidlertid til klimaendringer som indirekte kan ha store konsekvenser for sjøfugl, fisk og sjøpattedyr. Det er ikke dokumentert at skips-trafikk i daglig drift har betydning for sjømatttrygghet.

De potensielt største konsekvensene av skipstrafikken på miljø i forvaltningsplanområdet kommer fra akutte hendelser som skipskollisjoner og grunnstøtinger, hvor utslipp av ulike petroleumsprodukter utgjør den største faren. Akutte utslipp omtales i delrapporten "Risiko for og beredskap mot akutt forurensning". Driftsutslipp samt små, men hyppige overutslipp av olje kan representere en kronisk oljeforurensning til havs. Slike tilfeller kan i sum være en like stor belastning for miljøet som de større, men sjeldnere utslippene. Undersøkelser har vist at selv små mengder olje fra kronisk oljeforurensning kan være skadelige for sjøfugl (Gasbjerg mfl., 2011). Oljen danner en tynn hinne på sjøen og dens hydrofobiske egenskap gjør at sjøfuglens fjærdrakt lett absorberer oljen. Dette ødelegger fjærenes vannavstøtende struktur og reduserer fjærdraktens varmeisolerende egenskaper og fuglens oppdrift.

Konsekvensen for de sjøfuglene som tilbringer mesteparten av tiden på sjøen er nesten alltid at

fuglene etter hvert dør, enten av kulde eller sult. Fuglene kan også lett få i seg olje når de forsøker å pusse den tilsølte fjærdrakten, og de mange toksiske komponenter i oljen kan da skade indre organer og føre til ytterligere svekkelse eller død. Omfanget av skader på sjøfugl er nesten umulig å fastslå ut fra størrelsen på oljesøllet. Dette er demonstrert med all tydelighet i et litteraturstudium av 45 ulike utslipp, primært etter skipsuhell i kystnære farvann, der utslippsvolum kun forklarte 14 prosent av variasjonen i antall fugler funnet døde og 24 prosent av de tilhørende subjektive vurderinger av totalt skadeomfang (Burger 1993). Det registreres som regel flest døde fugler når utslippet skjer tett på land, men det gir ikke grunnlag for å hevde at massedødelighet forekommer i mindre grad når utslippet skjer langt til havs (Burger 1993).

De fleste ulykkene skjer i vinterhalvåret hvor en rekke av de mest sårbare artene er pelagiske, og mange av fuglene som rammes til havs vil enten aldri nå land, eller strande så sent og/eller spres over et så stort område at de ikke blir registrert. Det må avslutningsvis poengteres at kronisk forurensning av olje på sjøen ikke kun stammer fra skipstrafikk, men at den også kan komme fra offshore petroleumsvirksomhet, og ved oljeutslipp og avløp fra land. Med unntak av store registrerte hendelser, er det derfor ofte komplisert å fastslå opprinnelseskilden til forurensningen siden

Tabell 4.5 Konsekvenser av skipsfart i en normal driftssituasjon

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunndyrsfunn	Fysisk påvirkning Utslipp til sjø	Liten Liten	Middels Middels
Planteplankton	Utslipp til sjø	Ingen*	Middels
Dyreplankton	Utslipp til sjø Støy	Ingen* Ingen	Middels Middels
Reke	Utslipp til sjø	Ingen*	Middels
Fisk	Utslipp til sjø Støy	Liten* Liten	Middels Middels
Sel	Utslipp til sjø	Ingen	Middels
Hval	Utslipp til sjø Støy	Ingen Ukjent***	Liten Middels
Sjøfugl	Støy	Ingen	Middels

* Det finnes noe kunnskap om effekter av olje på dyreplankton, og lite på planteplankton og reke. Stor utbredelse av populasjonene og svært begrensede utslipp så langt (spesielt i iskant og polarfront med store konsentrasjoner av plankton), tilsier ingen påvirkning på populasjonsnivå.

** Det er siden forrige planoppdatering påvist (i laboratorieforsøk) artsspesifikke forskjeller i konsekvenser på fiskeegg av kontakt med olje. Mens torskeegg er relativt robuste blir hyseegg tilklistret og kraftig negativt påvirket av kontakt med selv små mengder olje (Sørhus mfl., 2015; Hansen mfl., 2018).

***Kunnskap om mulige effekter av støy på hval fra andre land, men usikkerhet både rundt tilstedeværelse av sårbare arter og graden av påvirkning ved sammenfall av tilstedeværelse og seismisk aktivitet gjør at det er vanskelig å vurdere konsekvens i forvaltningsplanområdet.

både hybridoljer og noen tungoljer kan drive rundt på overflaten i lang tid. I tillegg går den biologiske nedbrytningen av oljeprodukter seinere i et kaldt klima. På populasjonsnivå er likevel konsekvensene av skipstrafikk i daglig drift i hovedsak små (tabell 4.5).

4.3 Petroleumsvirksomhet

4.3.1 Generelt om påvirkning fra petroleumsvirksomhet

Ved normal aktivitet kan petroleumssektoren generelt påvirke miljøet gjennom driftsutslipp til sjø, utslipp til luft, undervannsstøy fra seismisk innsamling og andre påvirkninger som fysisk påvirkning på/i havbunnen.

4.3.2 Utslipp til sjø

Utslipp til sjø fra petroleumsvirksomhet er dominert av utslipp fra boring av borekaks og borevæske og utslipp av produsert vann. For Barentshavet er kun to felt (Snøhvit og Goliat) i produksjon, per i dag med neglisjerbare utslipp av produsert vann. Men

boreaktiviteten og utslippene i forbindelse med den har økt siden forrige faggrunnlag. For mer informasjon om utslippstallene, se rapporten Næringsaktivitet og påvirkning (M-1245/2018). For Norskehavet og spesielt Nordsjøen er utslippene av produsert vann betydelige. Som grunnlag for oppdatering av alle forvaltningsplanene gis det derfor her en oppdatert kunnskapsstatus om effekter av de typer utslipp som er relevante for sokkelen totalt sett. Utslippstyper og -kilder er gitt i tabell 4.6. De viktigste utslippstypene omtales nærmere videre i kapitlet.

Utslipp til sjø er omfattet av nullutslippsmålet. Målet er å oppnå:

- Ingen utslipp, eller minimering av utslipp, av naturlig forekommende miljøgifter på prioritetslisten.
- Ingen utslipp av miljøfarlige tilsatte kjemikalier.
- Ingen utslipp eller minimering av utslipp som kan føre til miljøskade av olje og andre stoffer.
- Utslippene av naturlig forekommende radioaktive stoffer skal reduseres gradvis slik at konsentrasjonen av stoffene i miljøet er nært bakgrunnsnivå innen 2020.



Foto: dh.no

Nullutslippsmålet gjelder for all petroleumsvirksomheten på norsk sokkel og er felles for alle havområdene. I 2016 rapporterte Miljødirektoratet at sokkelen totalt sett er lenger unna målsettingen enn antatt i 2010 (Miljødirektoratet rapport M643 – 2016), jamfør “Vurdering av måloppnåelse”. Både rapporterte utslipp av miljøfarlige tilsatte kjemikalier og naturlig forekommende stoff, inkludert dispergert olje, hadde økt. Miljødirektoratet anbefalte i sin rapport å fortsette arbeidet med å redusere utslipp av miljøfarlige kjemikalier, men viste til at det vil være vanskelig å oppnå null utslipp særlig fordi det er bruksområder for kjemikalier hvor de miljøfarlige egenskapene er nødvendige for funksjonen. Som vist i aktivitetsrapportene har utslippene i Barentshavet vært små sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen, hvor det siden 2014 har vært markante økninger av utslipp av kjemikalier i svart og rød

kategori. Dette skyldes dels en omklassifisering av kjemikalier fra gul til rød kategori og dels at noen utslippskilder som tidligere ikke ble rapportert nå rapporteres. Dette er for eksempel utslipp av brannskum.

Brannskum er en av de største bidragsyterne til utslipp av miljøfarlige kjemikalier. De siste årene har det miljøfarlige brannskummet blitt byttet ut med bedre alternativer på det fleste installasjoner. Lave temperaturer i Barentshavet har vært årsaken til at man ikke tidligere har kunnet ta i bruk mindre miljøskadelige alternativ. I løpet av 2018 har operatøren kvalifisert et fluorfritt og gult alternativt brannskum for bruk på Goliat og produktet er nå byttet ut. I oppstartsfasen har utslippene fra Goliatfeltet vært høye grunnet testing av anleggene. Dette gjør utslag i statistikken for Barentshavet hvor utslippene samlet er

Tabell 4.6 Utslippstyper og -kilder til sjø

Utslippstype	Utslippskilde	Viktigste komponenter	Hvor og hvor mye
Produsert vann	Vann som følger petroleumsstrømmen fra reservoaret, og som skilles ut i produksjonen. Består av formasjonsvann og kondensert vann, og kan også inneholde tilbakeprodusert injeksjonsvann.	• Dispergert olje • Oppløste organiske forbindelser (mono- og polysykliske aromatiske hydrokarboner, alkylfenoler) • Organiske syrer • Løste uorganiske salter • Utfelte salter • Lavradioaktive komponenter • Tungmetaller • Mineraler fra formasjonen • Kjemikalier tilsatt i reservoaret eller i produksjonen	Marginale utslipp i Barentshavet. Moderate utslipp i Norskehavet. Store utslipp i Nordsjøen.
Fortrenningsvann	Sjøvann fra lagerceller i betonginnretninger	• Dispergert olje (lavere konsentrasjon enn produsert vann). • Komponenter som i produsert vann, men i betydelig lavere konsentrasjoner	Kun relevant i Norskehavet og i Nordsjøen.
Kjølevann	Sjøvann som benyttes for kjøling i produksjonsprosessene	• Natriumhypokloritt • Kobber	Stort forbruk og utslipp spesielt av natriumhypokloritt i Norskehavet og Nordsjøen. Begrenset utslipp i Barentshavet.
Drenasjevann	Regn- og spylevann fra innretninger og skip	Kan inneholde forurensninger av olje, borevæske med mer.	Utslipp i alle havområder. Begrensede mengder generelt og spesielt i Barentshavet.
Sanitæravløpsvann	Sanitæranlegg på innretninger og skip	• Næringssalter • Organisk stoff	Utslipp i alle havområder som for skipsfart.
Vann fra klargjøring av rørledninger	Sjøvann eller ferskvann tilsatt kjemikalier fylles i rørledninger ved legging, og tømmes ut før oppstart av produksjon	• Fargestoff (fluorescein) • Biosid (glutaraldehyd, lut/oksygenfjerner (natrium-bisulfitt)). Avhengig av metode og rørmateriale.	Begrenset omfang ved oppstart av nye felt og ved utskifting av utstyr.
Smøreolje fra utstyr under vann	Pumper og annet utstyr under vann er konstruert med overtrykk for å hindre sjøvannsinntrengning. Dette medfører svetting og mindre lekkasjer av smøreoljer og tetningsoljer til sjø.	• Kjemikalier i miljøfarlig kategori	Mange små kilder. Omfang vil i stor grad følge antall felt i drift per havområde, men også type utbyggingsløsning.
Hydraulikkvæske	Væske som benyttes for å operere ventiler på havbunnsbrønner. Vannbaserte åpne systemer, eller oljebaserte lukkede systemer (med returlinje)	• Kjemikalier	Relativt store utslipp, hovedsakelig kjemikalier i gul kategori. Omfang følger antall bunnrammer, antall ventiler og frekvens på ventiloperasjoner. I Barentshavet er det utslipp på Snøhvitfeltet.
Borevæske	Væske som tilsettes i borehullet for blant annet å smøre borekronen, kontrollere trykk og frakte borekaks ut.	• Barytt • Bentonittleire • Kjemikalier	Vannbaserte borevæsker slippes ut i alle havområder. Tilnærmet proporsjonalt med boreaktiviteten, dvs størst utslipp i Nordsjøen, men den største utslippstypen i Barentshavet. Varierende bruk av oljebasert borevæske, men denne går ikke til utslipp.

Utslippstype	Utslippskilde	Viktigste komponenter	Hvor og hvor mye
Borekaks	Knust bergmasse fra grunnen	• Kan inneholde hydrokarboner fra boring i hydrokarbonholdige lag. • Bergartsmineraler	Med unntak av i områder med spesielt sårbar bunnfauna går borekaks til sjø og mengden følger boreaktiviteten. Ved boring med oljebasert borevæske sendes borekaks til land for behandling.
Nedfall av olje fra brennerbom	Ved formasjonstesting, prøveproduksjon o.l. brennes olje oftest over brennerbom. Noe uforbrent olje vil falle ned på havoverflaten under operasjonen.	• Olje	Konservativt anslås utslipp av 0,05 % av forbrent oljevolum. 7 tester med brenning av olje i Barentshavet siden 2010.

små. Det er usikkert om det er flyttbare innretninger som fortsatt benytter miljøfarlig brannskum.

For sokkelen forøvrig har det kommet ny kunnskap om miljøfarlige utslipp av smøreolje fra neddykkede sjøvannspumper og miljøfarlige utslipp av natriumhypokloritt. Miljødirektoratet og operatørene jobber fortsatt med å kartlegge omfang av utslipp fra neddykkede pumper, både hvor mye som slipper ut fra hvor mange pumper, og hvilke produkter det er snakk om. Natriumhypokloritt utgjør hoveddelen av økning i utslipp av rødt stoff for Norskehavet og Nordsjøen. Natriumhypokloritt slippes også ut fra Goliat, men dette produseres ute på innretningen og inngår ikke i kjemikalieregnskapet. Natriumhypokloritt er et kjemisk ustabilt stoff, danner aktive klorforbindelser som oksiderer organisk materiale og desintegrerer til ioner før utslipp til sjø. Størst andel aktivt klor blir redusert til klorid, men for å sikre at det er potent klor i hele systemet doseres stoffet for å gi et lite overskudd av aktiv klor som går til utslipp. Klor-ioner i sjøvann anses naturlig nok ikke som et miljøproblem, men fordi stoffet er så reaktivt er det usikkerhet knyttet til mulige miljøfarlige biprodukter. Miljødirektoratet forventer ikke at operatørene prioriterer natriumhypokloritt høyt for substitusjon, men at de fokuserer på god styring av bruken slik at minst mulig aktivt klor går til sjø.

Borekaks

Borekaks utgjør først og fremst en fysisk belastning gjennom tildekking av bunnen og organismene som lever der med partikler. Havbunnen kan påvirkes av partikkelbelastning også fra mudring og steinfyllinger i forbindelse med plassering av innretninger og rørledninger. Dette omtales nærmere i avsnitt 4.3.4.

Siden forrige forvaltningsplan er to større forskningsprogram gjennomført for å skaffe kunnskap om mulige effekter av leteboring i Barentshavet (EWMA, 2010–2017 og BARCUT, 2013–2018). Ambisjonen var blant annet å studere miljøavtrykk fra deponering av borekaks i det sørvestlige Barentshavet. Brønnlokasjoner av ulik alder ble undersøkt for å kunne vurdere varighet av påvirkningen. Resultatene fra studiene er i tråd med tidligere resultater om at fotavtrykket etter en boring (i form av kaks på havbunnen) dekker en radius på 150–200 meter fra borelokasjonen. Det ble også funnet en reduksjon i dette arealet med tid, som tilsvarer tidligere funn. Studiene viser også at bunnfaunaen er noe endret rett ved borelokasjonen (Sørensen 2018, Cochrane 2016). Generelt er inntrykket fra alle undersøkelsene at den fysiske og biologiske forstyrrelsen fra deponert borekaks i det sørvestlige Barentshavet er av avgrenset karakter og er et lokalt fenomen.

En brønn boret i 1987 hadde større fotavtrykk og mer varige biologiske effekter enn de andre brønnene, samtidig som den var eldre. Forfatterne indikerer at dette kan være fordi det ble sluppet ut kaks med oljebasert borevæske. Denne typen utslipp har senere blitt forbudt, samtidig som de oljebaserte borevæskene som produseres i dag er mindre miljøfarlige. Dette er i tråd med resultater fra den regulære overvåkingen rundt installasjonene i Nordsjøen og Norskehavet viser, der en stor del av forurensningen og faunaforstyrrelsene som overvåkes skyldes historiske utslipp av borekaks med miljøfarlig oljebasert borevæske. Rask restitusjon etter påvirkning av borekaks betinger at de arter og naturtyper som rammes raskt kan reetablere seg og at borekakset ikke endrer habitatet slik at det ikke er egnet for reetablering.

Arter og naturtyper som er spesielt sårbare for bunnpåvirkning, er koraller/korallskog og svamper, samt områder for bunngytende fisk som sild og tobis. De ulike sårbare artene og habitatene finnes i ulike deler av havområdene. I Barentshavet er det mye svamp i deler av forvaltningsplanområdet. Før leteboring i Barentshavet der sannsynligheten for finne svamp er tilstede skal operatørene gjennomføre visuell kartlegging av sjøbunnen og planlegge aktiviteten på en slik måte at skade av betydning unngås. Kartlegging og overvåking gjennom Mareano og operatørenes kartlegginger i forkant av boreoperasjoner viser forekomst av svamp spesielt på Tromsøflaket og Eggakanten, mens det videre østover er lite funn av sårbar bunnfauna. I områder med spredte forekomster gjøres det ikke spesifikke tiltak for å unngå skade på enkeltindivider og det antas at stor belastning og skade på noen få enkeltindivider ikke utgjør skade av betydning for populasjonen eller økosystemet.

I Norskehavet er det rike forekomster av koraller. Rapporter fra operatørenes miljøovervåking etter boring konkluderer med begrenset nedslamming av koraller og ingen synlige skader på korallene. En viktig årsak til dette er at det er gjort tiltak for å unngå eksponering av større forekomster. Studier av effekter av brukt borekaks på koraller (*Lophelia pertusa*) viser at disse er robuste innenfor en eksponeringstid på to måneder (PROOFNY).

I Nordsjøen er det flere områder med kjente tobishabitater. Innenfor områder som er definert som SVO for tobis er det ikke tillat å slippe ut borekaks og effekter av utslipp innenfor disse områdene er derfor ikke vurdert nærmere.

Konsekvensbildet framover vil være avhengig av omfang av leteaktivitet og utbygginger i områder med sårbare arter og naturtyper, og i hvilken grad det er mulig å gjennomføre tiltak for å unngå å skade viktige forekomster. Der det er tette forekomster av for eksempel svamp kan det være vanskeligere å finne områder å lede borekaks til slik at påvirkning og skade unngås. Det er betydelig usikkerhet knyttet til den økologiske betydningen av slik skade og verdien av de enkelte forekomster og områder.

Produsert vann

Utslipp til sjø reguleres i Barentshavet på samme måte som petroleumsvirksomhet på øvrige deler av norsk

kontinental sokkel. Per 2017 har det ikke vært utslipp av produsert vann i Barentshavet, men noe utslipp fra land på Melkøya. Både Goliatfeltet og det kommende Johan Castbergfeltet planlegger å reinjisere produsert vann med 95 prosent regularitet og det forventes derfor små utslipp av rensert produsert vann de kommende årene. Det betyr et begrenset utslipp av miljøfarlige stoffer med produsert vann i Barentshavet. Utslippene i Norskehavet og spesielt Nordsjøen er imidlertid betydelige og ny kunnskap som er mer relevant for disse områdene er også tatt med her.

Gjennom forskningsprogrammet PROOFNY er det vist at komponenter i produsert vann kan forårsake en rekke negative effekter som har konsekvenser for helsetilstand, funksjon og reproduksjon i enkeltindivider av fisk og virvelløse dyr. Evalueringsrapporten etter ti års forskning på langtidsvirkninger av utslipp til sjø fra petroleumsvirksomheten (Bakke mfl., 2012) konkluderer med at potensialet for miljøskade fra produsert vann er moderat, og at de konsentrasjonene som har gitt effekter normalt ikke forekommer lengre fra utslippspunktene enn i størrelsesorden en km. Forfatterne viser til at denne avstanden stemmer godt overens både med overvåkingsresultater og gjennomførte risikovurderinger. Den økologiske betydningen av utslippene er imidlertid fortsatt uklar fordi effektene man har klart å måle ikke kan kobles direkte til konsekvenser for bestander og samfunn (Bakke mfl., 2012).

PROOFNY har også styrket kunnskapen om hvordan utslipp fra petroleumsindustrien påvirker arktiske marine organismer, med hovedfokus på akutte oljeutslipp. Det er påvist forskjeller i sårbarhet mellom arktiske og tempererte arter, men forskjellene har imidlertid vært små og går i begge retninger. Enkeltarters sårbarhet er imidlertid bare én faktor som bestemmer om arktiske økosystemer håndterer utslippene på samme måte som tempererte økosystemer. Storskalafaktorer som klima, økologisk sesongvariasjon, romlig fordeling av bestander og samfunn og utslippsforhold vil etter alt å dømme dominere det totale konsekvensbildet (Bakke mfl., 2012).

For å gjøre opp status med eventuelt nye forskningsresultater siden 2012, har NIVA og Havforskningsinstituttet på oppdrag fra Miljødirektoratet gjennomgått tilgjengelig litteratur. Oppdraget har inkludert miljøeffekter av produsert vann med spesielt

fokus på effekter i Barentshavet (Environmental effect implications of offshore produced water discharges in a Barents Sea context, Jonny Beyer, Torgeir Bakke, Rainer Lichtenthaler, Jarle Klungsøyr, *in prep*, 2019). Rapporten konkluderer med at økotoksikologisk forskning med arktiske arter og systemer stadig øker og at det er for tidlig å konkludere om sensitivitet og sårbarhet hos arktiske versus tempererte arter.

Resultater fra gjennomførte studier gir imidlertid ikke hold for at arktiske arter og populasjoner er systematisk mer sensitive for økotoksikologisk stress generelt, eller for de forskjellige komponentene i produsert vann spesielt. Økt sensitivitet hos enkelte arter ser ut til å være knyttet til egenskaper ved organismen og ikke nødvendigvis leveområde i Arktis. Et trekk ved arktiske arter, som kan ha betydning for sensitivitet og mulige økosystemeffekter, er et gjennomgående høyt fettinnhold. Raudåte og de enda mer nordlige artene har høyt fettinnhold og har i forsøk vist høy toleranse for oljekomponenter. Fettet ser ut til å beskytte individene mot toksiske effekter, men fettløselige komponenter fra olje kan akkumuleres i fettet og transporteres oppover i næringskjeden.

Studier, blant annet Havforskningsinstituttets EGGTOx-prosjekt, har vist at polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra olje kan forårsake feil i hjerte-utviklingen hos fisk. Forstyrrelsene av hjertefunksjonen fører til en rekke sekundære effekter fra tap av sirkulasjon, slik som rygg- og kjevemisdannelser, noe som igjen resulterer i redusert svømmeevne og matopptak, og som til slutt medfører død under larvestadiet. Studiene har primært vært rettet mot effekter av akutte utslipp av olje, men konsentrasjonene som har gitt effekter er så lave at de også er relevante for produsert vann (Sørensen mfl., 2017, Sørhus mfl., 2016, Sørhus mfl., 2017). Når endelige resultater fra dette prosjektet foreligger kan de trolig brukes i risikovurderinger for produsert vann i tillegg til miljørisikoanalyser knyttet til akutt oljeforurensning.

Gitt at utslippene av produsert vann i Barentshavet vil fortsette å være små også fremover, er det liten grunn til å forvente konsekvenser. Denne vurderinger forutsetter at nye felt som kommer i produksjon reinjiserer vannet i stor grad. Oppdatert kunnskapsstatus tilsier at arbeidet med å redusere utslipp av produsert vann også i de andre havområdene fortsatt er viktig.

Radioaktive komponenter i produsert vann

I produsert vann finnes det naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM). Siden utslippene av produsert vann i Barentshavet foreløpig er veldig lave er også utslippene av NORM lave, noe de forventes å forbli de nærmeste årene. En mulig tilførselskilde av NORM til Barentshavet er utslippene som foregår i Norskehavet og Nordsjøen. Et av de radioaktive stoffene som finnes i produsert vann er radium-226 (Ra-226) og spredningen av utslippene av Ra-226 i Norskehavet er modellert (Skancke & Nordam 2016). Partikulært bundet Ra-226 vil sedimentere ut av vannsøylen i relativ nærhet til utslippspunktet. Her kan det opphopes i en mengde som tilsvarer en til ti prosent av det naturlige bakgrunnsnivået av Ra-226 i sedimentet. Løst radium transporteres lengre med vannstrømmen mot nord. Denne modelleringen viser at bidraget av Ra-226 fra utslipp av produsert vann i Norskehavet utgjør en så liten tilleggskonsentrasjon i Barentshavet at dette ikke er målbart (Skancke & Nordam 2016). Det pågår i midlertid et arbeid under OSPAR for å estimere tilleggskonsentrasjoner av NORM fra petroleumsindustrien i OSPAR-området. Dette arbeide vil samle tilgjengelig datagrunnlag fra alle inkluderte nasjoner og på den måten vil det kunne gi et bedre estimat på hvilken tilleggskonsentrasjon av radium i havet petroleumsvirksomheten bidrar med.

Konsekvensbildet framover vil være avhengig av på hvilken måte nye felt bygges ut. Dersom det blir høy grad av reinjeksjon er det lite trolig med miljøkonsekvenser av betydning fra produsert vann i Barentshavet.

Nedfall av olje fra brennerbom

Når det blir gjort funn av hydrokarboner kan det være aktuelt å teste brønnen for å få ytterligere opplysninger om reservoaret. Olje og gass som blir produsert ved tester har tradisjonelt blitt brent over brennerbom fordi det ikke er tilgjengelig utstyr for å ta vare på aktuelle testvolumer på boreriggene. Testvolumene blir derfor gjerne holdt på et minimum, samt at det stadig arbeides med å få til mest mulig effektiv og ren avbrenning. Løsningen innebærer likevel at det kan bli utslipp av uforbrente hydrokarboner hvorav noe i form av oljedråper som faller ned på havoverflaten. Siden forrige faggrunnlag er det gjennomført syv brønntester med brenning av olje i forbindelse med leteboring i Barentshavet. Mengde forbrent olje har variert fra 30 til 1700 tonn. Standardfaktor som benyttes ved

søknader og rapportering til Miljødirektoratet har vært 0,05 prosent av forbrent oljevolum, noe som da gir utslipp av uforbrent olje på 16 til 850 kg per test. Dette anses som svært konservativt med dagens brennerteknologi og forventes å være om lag en tierpotens lavere. Dette er også vist i en måling av sot, PAH og oljenedfall fra en brønntest på boreriggen COSL Innovator, gjennomført i regi av BASEC (Krause, D. & Leirvik, F., 2018). Utslipp av sot, PAH og oljenedfall vil variere avhengig av oljetype og brennerteknologi.

Det er i 2018 også kjørt prøveproduksjon (langvarig brønntest) på Altafunnet i Barentshavet. Det vil være vanskeligere å unngå ugunstige tidspunkt med langvarige tester, men her er det gode muligheter for å unngå brenning av væske og dermed er mulighetene for oljenedfall svært små. Under prøveproduksjonen på Alta ble brønnstrømmen separert og olje og vann ble samlet opp, mens gassen ble brent.

Olje på havoverflaten kan gi effekter på sjøfugl også ved små mengder. Det er imidlertid lite trolig at et betydelig antall sjøfugl blir eksponert, med mindre brønntesting foregår i et område og et tidspunkt det finnes sjøfuglansamlinger. Siden forrige forvaltningsplan har det kommet ny kunnskap om tilstedeværelsen av sjøfugl på åpent hav. Framtidige konsekvenser ved brønntesting i Barentshavet vil dermed være avhengig av hvor og når aktiviteten gjennomføres. Ved gjennomføring i gunstige områder og tidspunkter, og med optimal forbrenning, antas påvirkningen å være liten.

4.3.3 Utslipp til luft

De største utslippene til luft fra petroleumsinstallasjonene er av CO₂, NO_x, CH₄ og nmVOC, jf. rapporten om næringsaktivitet og påvirkning. Utslipp av CO₂ og NO_x stammer i hovedsak fra kraftgenerering med gassturbiner og motorer, men de store utslippene av metan og flyktige forbindelse kommer fra lasting og lossing av olje. Aktiviteten i Barentshavet er økende, men begrenset i forhold til i Nordsjøen og Norskehavet, både med hensyn til antall brønner som bores og felt i drift. Boreaktiviteten er energikrevende og flere trinn i produksjonen er også svært energikrevende, for eksempel injeksjon av vann. De direkte konsekvensene av utslipp til luft anses som små. Utslippene kan bidra til forsuring lokalt. Effekter av klimaendringer og global oppvarming er omtalt, uavhengig av ulike kilder, i kapittel 4.4.

Utslipp av svart karbon fra fakling spesielt knyttet til brønntesting kan forekomme. Miljøeffektene er knyttet til albedoeffekten og fremskynding av issmelting. Basert på svært begrenset omfang av slik brønntesting i Barentshavet og bruk av effektive brennerhoder antas effekten som svært liten.

4.3.4 Plassering av installasjoner og utstyr på havbunnen

Petroleumsvirksomheten kan påvirke havbunnen gjennom plassering og flytting av fysiske installasjoner på havbunnen, som plattformbein og fundamenter, bunnrammer, ankerfester/ankerkettinger og rørledninger. Den fysiske påvirkningen på havbunnen er begrenset i utstrekning. Omfanget av eventuelle negative miljøkonsekvenser avhenger av hvilke områder som påvirkes og om det er verdifulle og sårbare arter og naturtyper som kan skades. Arter og naturtyper som er spesielt sårbare for bunnpåvirkning er koraller/korallskog og svamper, samt områder for bunnnyttende fisk som sild og tobis.

I områder med sårbar bunnfauna skal operatøren kartlegge bunnen før aktivitet. For Barentshavet er leteaktiviteten dominerende og det er derfor ankerlegging som er mest aktuelt, i tillegg til utslipp av borekaks, som beskrevet over. Der det er tette forekomster av svamp kan det være utfordrende å unngå å berøre enkeltindivider med ankere. Bruk av dynamisk posisjonering kan være aktuelt der det er mulig, for å unngå skade fra ankere.

Gitt at det er mulig å velge plassering av innretninger og rørledninger slik at mudring og steinfylling ikke må gjennomføres i nærheten av sårbar bunnfauna vil effekter unngås. Snøhvitfeltet ligger i et område med store forekomster av svamp. Tiltak for å unngå områder med de tetteste konsentrasjonene var tema ved passering av bunnrammer og rørledningstraseer på Snøhvit og Equinor gjorde justeringer for å minimere belastningen. Ved Goliat er tetthetene av svamp mindre og ingen spesielle tiltak var nødvendige.

Konsekvensbildet i Barentshavet framover vil være avhengig av i hvilken grad man får næringsaktivitet i områder med sårbare arter og naturtyper, og i hvilken grad det er mulig å gjennomføre tiltak for å unngå påvirkning, som for eksempel endring av plasseringen av utstyr.

4.3.5 Lys på innretninger

Lyspåvirkning har vært et tema i OSPAR, som følge av studier på effekter av lys på migrerende fugl i sentrale deler av Nordsjøen. Et betydelig antall fugl av forskjellige arter migrerer over Nordsjøen to ganger i året og eller bruker området for matsøk og opphold. Utgangspunktet for bekymringen og gjennomførte studier har vært knyttet til om og i hvor stort omfang fugl kan tiltrekkes av lys på installasjonene slik at migrasjonen forstyrres og om dette kan gi dødelighet av betydning for populasjoner. Studier sør i Nordsjøen har vist dødelighet, men det er ikke tilstrekkelig grunnlag for å vise effekter på populasjonsnivå. OSPAR har utarbeidet et veiledningsdokument som beskriver mulige tiltak for å redusere lysbelastningen fra installasjoner (OSPAR agreement 2015-08, Guidelines to reduce the impact of offshore installations lighting on birds in the OSPAR maritime area).

Barentshavet er mørkt halve året og eventuell påvirkning på sjøfugl kan være en relevant problemstilling her også. Det er sannsynlig at fugl tiltrekkes installasjonene, særlig i mørketiden, men det er trolig mindre sannsynlig at dette vil ha betydning for bestandene. Det er imidlertid ikke gjort noen grundig faglig vurdering av dette for norske havområder eller av den nasjonale sjøfuglekspertisen.

4.3.6 Seismisk datainnsamling

Seismiske undersøkelser gjennomføres for å vurdere potensialet for forekomster av petroleumsressurser og er et viktig hjelpemiddel for kartlegging i både lete- og produksjonsfasen. Seismiske data genereres ved hjelp av lydsignaler. Lydsignalene skapes normalt av luftkilder (luftkanoner) som setter opp trykkbølger og partikkelbevegelser i vannet.

Studier viser at fisk temporært kan endre atferd i områder med seismiske undersøkelser. Dette kan påvirke fiskens energibalanse gjennom endret næringsopptak/beitemønster i tiden for undersøkelsen. Det mangler imidlertid kvantitative studier av terskelverdier for responser hos mange arter av fisk, og det er derfor vanskelig å vurdere omfanget av slike effekter.

Sterke lydsignaler kan gi direkte skade på fisk og pattedyr, men også andre dyregrupper som sjøfugl, blekksprut og krepsdyr. Hørselsorganet er spesielt følsomt hos fisk og pattedyr. Akutte skadeeffekter for fisk er begrenset til nærområdet til kilden, hvor

det er påvist dødelighet av fiskelarver inntil noen få meter fra signalkilden. Det antas ikke at denne typen skadeeffekter kan gi populasjonseffekter, men dagens regulering og høringsprosesser er det lagt opp til at seismisk datainnsamling i gyteperioder skal unngås, for derved å unngå mulige effekter av betydning for bestandene.

Hos flere arter av bardehval er det påvist at seismiske lydkilder kan forstyrre kommunikasjonen mellom individene på lange avstander. En vet lite om den biologiske relevansen til slike adferdsendringer, men ut fra kunnskap om responser hos pattedyr til andre lydkilder, kan adferdsresponser ha potensial til å gi populasjonseffekter hos enkelte arter og i visse situasjoner. Dette vil avhenge av eksponeringsomfanget (Kvadsheim mfl., 2017). Studier av fosterutvikling hos vågehval og finnhval i Nord-Atlanteren viser at parring og kalving foregår spredt utover året og ofte skjer i subarktiske og tempererte farvann. Det er lite trolig at det foregår kalving i Barentshavet (Miljostatus.no).

For å beskytte det marine liv mot brå lydpåvirkning, er det fra 1. januar 2018 innført forskriftskrav om at den seismiske lydkilden skal startes gradvis (soft start). Det innebærer at lydkilden startes på lav effekt og økes gradvis til full effekt er oppnådd, vanligvis i løpet av 20 minutter.

Det er ikke påvist noen bestandsendring av marine organismer som følge av innsamling av seismiske data (Kvadsheim mfl., 2017). En viss, lokal dødelighet på fiskelarver i nærheten av luftkanonene er påvist, men uten at dette påvirker bestandsdødeligheten. Vurderingen er imidlertid fremdeles at det forventes å være ubetydelig effekt på bestanden.

Seismiske kilder genererer lyd over et nokså bredt frekvensområde, men hovedmengden av energien er i det lavfrekvente området, mindre enn 150–200 Hz (Kvadsheim mfl., 2017). Disse frekvensene vil i hovedsak kunne påvirke bardehval, og da over store områder (Geyer mfl., 2016; Tollefsen & Sagen 2014; Thode mfl., 2010). I de nevnte studiene er støy fra seismiske undersøkelser målt over avstander på 400–1400 km. Lydpulsene vil kun bruke få minutter på å tilbakelegge slike avstander. Seismikk genererer imidlertid også lydbølger i det mellomfrekvente området, typisk opp til 2,2 kHz (Carroll mfl., 2017),

Tabell 4.7 Konsekvenser av petroleumsvirksomhet på bestander og eller økosystemer.

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunndyrsamfunn	Fysisk påvirkning Utslipp til sjø	Liten Liten	Middels Middels
Planteplankton	Utslipp til sjø	Ingen*	Middels
Dyreplankton	Utslipp til sjø Støy	Ingen* Ingen	Middels Liten
Reke	Utslipp til sjø	Ingen*	Middels
Fisk	Fysisk påvirkning Utslipp til sjø Støy	Liten Liten** Liten	Middels Middels Middels
Sel	Utslipp til sjø	Ingen	Middels
Hval	Utslipp til sjø Støy	Ingen Ukjent***	Liten Middels
Sjøfugl	Støy Lys	Ingen	Middels Middels

* Det finnes noe kunnskap om effekter av olje på dyreplankton, lite kunnskap om effekter på planteplankton og reke. Stor utbredelse av populasjonene og svært begrensede utslipp så langt (spesielt i iskant og polarfront med store konsentrasjoner av plankton), tilsier ingen påvirkning på populasjonsnivå.

**Det er siden forrige planoppdatering påvist (i laboratorieforsøk) artsspesifikke forskjeller i konsekvenser på fiskeegg av kontakt med olje. Mens torskeegg er relativt robuste blir hyseegg tilklistret og kraftig negativt påvirket av kontakt med selv små mengder olje (Sørhus mfl., 2015; Hansen mfl., 2018).

***Kunnskap om mulige effekter av støy på hval fra andre land, men usikkerhet både rundt tilstedeværelse av sårbare arter og graden av påvirkning ved sammenfall av tilstedeværelse og seismisk aktivitet gjør at det er vanskelig å vurdere konsekvens i forvaltningsplanområdet.

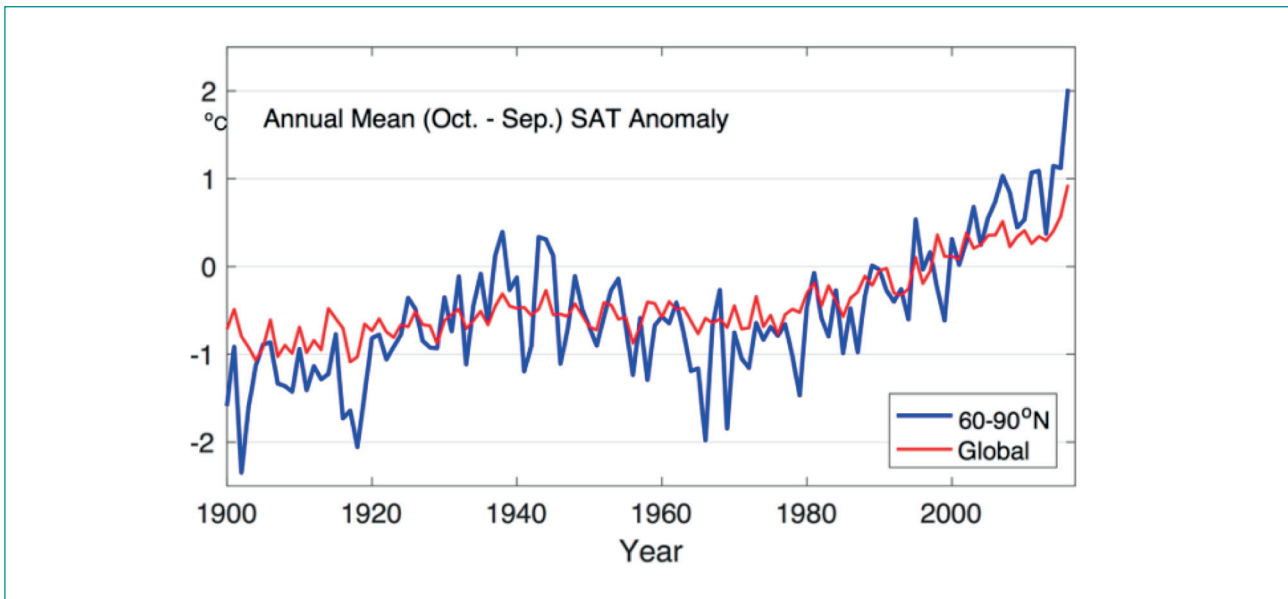
men trolig opp til så mye som 10 kHz (OSPAR – Underwater Noise). Lyd i dette frekvensområdet har potensiale til å påvirke tannhvaler (som nise, spekkhogger, spermhval), selv om lydbølger i dette frekvensområdet ikke vil spres like langt som lavfrekvent lyd. I nordlige farvann, hvor arter som grønlandshval, narhval og hvithval forekommer, kan disse bli negativt påvirket, blant annet på grunn av at de lever i et miljø hvor den naturlige bakgrunnsstøyen fremdeles er relativt lav, og hvor dyrene av den grunn vil kunne reagere sterkere på nye, introduserte og ukjente støykilder. I sommer- og høstperioden lever disse artene i pakkisområder (marginale iskantsonen) og åpne havområder blant annet mellom Svalbard og Frans Josefs land. I 2012 gjennomførte Oljedirektoratet 2D seismiske undersøkelser i østlige del av Barentshavet nord, opp i området mellom Svalbard og Frans Josefs land (survey NPD1204). Det kan forventes noe aktivitet i regi av myndighetene i Barentshavet nord fremover.

4.4 Klima og forsurening

4.4.1 Klimaendringer og konsekvenser

Effekter av menneskeskapte klimaendringer er en av de største utfordringer vi står overfor i nyere tid. Store forventede følger er blant annet temperaturstigning i luft og hav, økt havnivå, forandringer i havstrømmer, og endret isdekke og saltholdighet i havvann (Hollowed & Sundby, 2014). Videre vil klimaendringene føre med seg værforandringer i form av endringer i nedbør, vind, sol og UV-stråling. Dette kan få store biologiske konsekvenser og på sikt føre til endringer i hele økosystemer. Mye av den følgende teksten er basert på den grundige sammenfatningen gjort av von Quillfeldt mfl., (2018).

I tillegg til store, permanente påvirkninger forventes det en økning i frekvensen av ekstremvær. Dette er vanskeligere å modellere enn langtidseffekter av klimaendringene, og kan også være med på å maskere de store langtidseffektene som utvikles parallelt.



Figur 4.3 Trender i midlere globale (rød linje) og arktiske (blå linje) temperaturer relativt til middelet 1981–2010. Fra AMAP (2017). Kilde: NOAA Arctic Report Card, 2016.

Sammen vil alle disse faktorene føre til omveltninger i det fysiske miljøet, og de samlede konsekvensene vil høyst sannsynlig bli større enn enkeltvirkningene av hver faktor (von Quillfeldt mfl., 2018).

Oppvarming som følge av klimaendringene er vesentlig raskere i Arktis enn verdensgjennomsnittet (figur 4.3). Prosjeksjoner fra klimamodeller tyder på at dette vil fortsette. Ved et moderat eller høyt klimagassscenario



Smeltende havis er en av de viktigste kildene til endringer i Barentshavet.

gir modellene en økning i høst- og vintertemperaturer i Arktis på fire til fem °C i forhold til verdiene for midten av det 20. århundre. Dette er dobbelt av det som er projisert som middelverdi for den nordlige halvkule (AMAP 2017). Smelting av is og oppvarming av havvannet har en selvforsterkende effekt etter hvert som mer og mer is smelter. Den lyse overflaten til isen reflekterer sollys. Dette er kalt albedo-effekten, og økt ismelting vil redusere denne reflekterende effekten i takt med at isdekket reduseres. Dette vil etter hvert føre til økt smelting av is og oppvarming av havvannet. Når overflatevannet blir oppvarmet kan prosessen der kaldt arktisk vann synker til dypet også bli redusert. Denne prosessen utgjør en viktig del av den globale havsirkulasjonen, og slike endringer kan i verste fall resultere i mindre varmt atlantehavsvann til Norskehavet, noe som igjen vil kunne ha stor innflytelse på det marine økosystemet både der og i Barentshavet.

Biologiske endringer i Barentshavet som følge av klimaendringene kan være mange og varierte, mye er allerede observert. Økosystemet er endret i løpet av de siste tiårene som følge av at det er blitt varmere og større deler av havområdene har blitt isfrie en større del av året (Hollowed mfl., 2013a). Noen arter har fordel av denne utviklingen, mens andre blir negativt påvirket. Miljøtilstanden i Barentshavet er fortsatt i hovedtrekk god, men påvirkningen på arter og økosystemer som følge av klimaendringer øker. Det er i de nordlige, arktiske delene av Barentshavet med Svalbard at klimaendringene forventes å få størst negative konsekvenser for arter og økosystemer. I disse områdene er klimaendringene per i dag den påvirkningsfaktoren som er den største trusselen mot naturmangfoldet.

Økt temperatur og mindre is kan noen steder føre til økt produksjon av planteplankton. I kontrast til dette kan ismelting også resultere i en større lagdeling i vannsøylen som «fanger» det næringsrike dypvannet og hindrer det i å nå de lagene der primærproduksjonen foregår. Dermed kan dette resultere i mindre produksjon som følge av næringsmangel. Mindre is vil også kunne føre til en reduksjon i biomassen til de algene som lever i isen og i iskantsonen. Dette vil i sin tur påvirke bentiske organismer som lever av biologisk materiale som synker til bunn i iskantsonen. Når det gjelder dyreplankton vil et varmere klima sannsynligvis føre til at flere sørligere arter ekspanderer nordover. I noen tilfeller kan disse komme til å erstatte de

mer næringsrike nordlige artene, og dette vil kunne påvirke arter som lever av dyreplankton, blant annet fisk og sjøfugl. For sistnevnte, som eventuelt kan komme til å endre utbredelse for å unngå å miste næringsgrunnlaget sitt, vil det blant annet kunne bli en utfordring å finne nye egnede hekkeplasser.

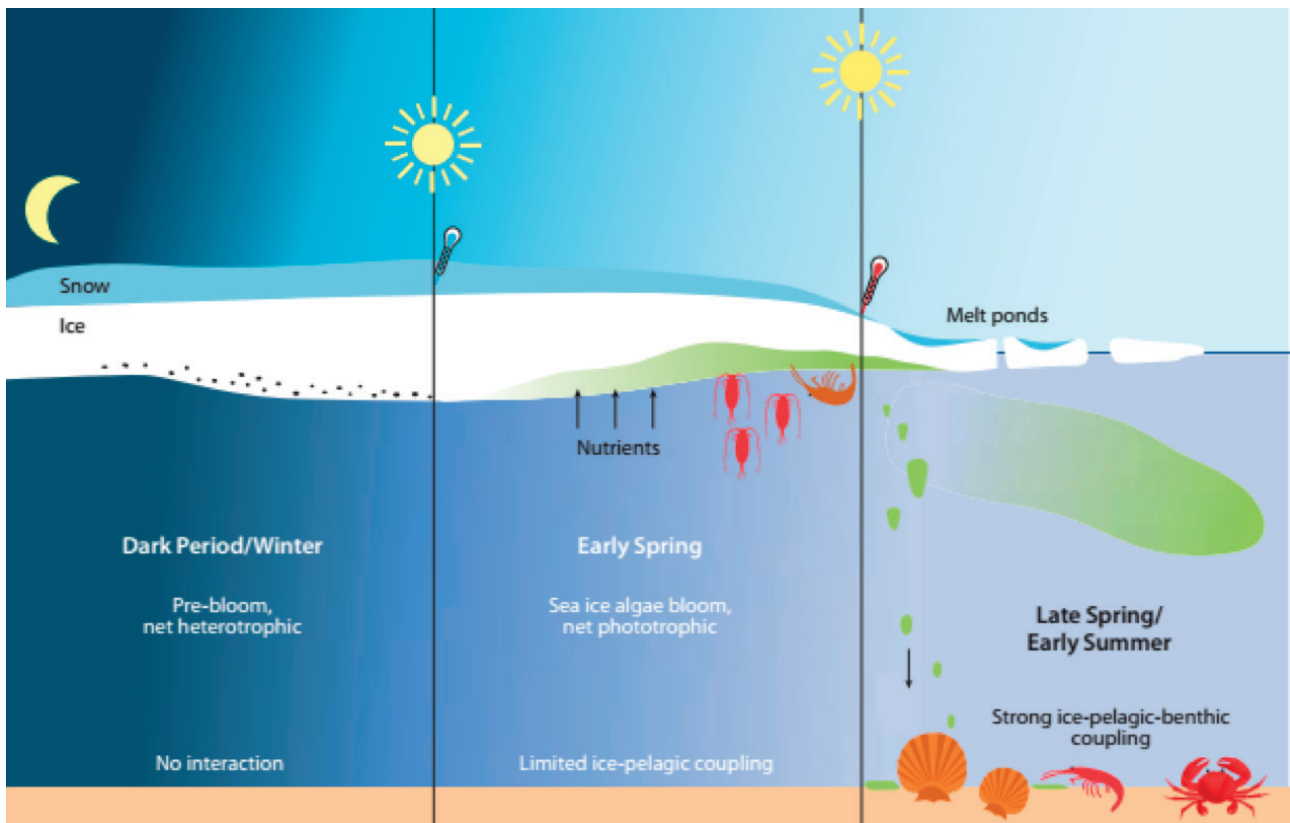
Flere artsgrupper er i ferd med å trekke nordover i takt med at det blir varmere. Nye arter sørfra kan også føre med seg sykdommer, sykdomsbærere og parasitter som de arktiske artene ikke har noe forsvar mot, og dermed er svært sårbare for. Fiskearter som trekker nordover er blant annet torsk, hyse, makrell og lodde (Haug mfl., 2017). Videre er det også svært sannsynlig at bentiske arter sørfra vil trekke nordover og kunne kolonisere havbunnen. Bunnsamfunn vil også bli påvirket av generelt mindre vinter-is og nordligere is-grense ved at de mister næring fra produksjonen i iskantsonen. Is-avhengige fugler og pattedyr er spesielt utsatte ved reduksjon av havisen, for eksempel isbjørn, flere selarter, spekkhugger, og ismåke (Hollowed mfl., 2018b, von Quillfeldt mfl., 2018).

4.4.2 Økosystemrespons på endringer i temperatur og isforhold

Endret produksjon

Primærproduksjonen er i stor grad styrt av fysiske prosesser. Isdekke styrer lysforholdene i vannsøylen, lagdelingen definerer når planteplanktonet vil oppleve positiv netto produksjon, mens vertikal blanding styrer tilgangen på næringssalter. Endringer i isdekke og lagdeling av vannmassene som følge av klimaendringer vil endre både tidspunkt, intensitet og varighet på våroppblomstringen ettersom tilgang på lys og næringssalter i polarfrontområdet endres. Mindre is og dermed mindre smeltevann vil kunne bidra til en borealisering (det vil si endring fra kalde forhold dominert av arktisk vann til varmere forhold mer dominert av atlantehavsvann) også av områdene nord for polarfronten, hvor svakere lagdeling vil gi en mindre intens blomstring og samtidig åpne for økt vertikal fluks av næringssalter og dermed forlenget blomstringsperiode (Barber mfl., 2015).

I tillegg til vertikal blanding, eller mangel på sådan, er adveksjon av vannmasser viktig for tilgangen på næringssalter. Vi har sett at mengden silikat har avtatt i de atlantiske vannmassene som strømmer inn i Barentshavet, noe som igjen vil påvirke ikke bare



Figur 4.4 Utvikling av sjøis algeoppblomstring gjennom overgangen vinter-vår-sommer. Overgangen fra vinterforhold til tidlig vår drives av graden av lysbegrensning og overgangen fra vår til sommer av økende temperaturer og issmelting (AMAP 2017).

mengden planteplankton som produseres, men også hvilke arter som vil dominere og dermed også hvilken vei energien vil ta oppover i næringsnett, noe som vil kunne gi ringvirkninger oppover i de trofiske nivåene.

I områder som tidligere har vært islagt om våren vil en reduksjon i isdekke som følge av et varmere klima gi endrede lysforhold og dermed også endret tidspunkt for start på våroppblomstringen. Endrede isforhold påvirker også den bentisk-pelagiske koblingen, som kan få integrerte effekter i hele økosystemet, fordi en reduksjon i havis kan ha en dramatisk effekt på timing, omfang og romlig fordeling av is-assosiert og pelagisk primærproduksjon og dermed tilgangen til denne matkilden for bentiske og pelagiske konsumenter (figur 4.4; Carroll & Carroll, 2003; Hansen mfl., 2003; Grebmeier mfl., 2006; Wassmann mfl., 2006). Dette har også mulige ringvirkninger gjennom endret mattilbud for marine pattedyr og fiskearter som har spesialisert seg på beiting på bunndyr.

Endret fødekvalitet

Utbredelse av dyreplankton er sterkt påvirket av de fysiske forhold, blant annet gjennom de

ulike artenes forskjellige temperaturtoleranse og adveksjon ettersom dyreplankton i stor grad kan regnes som å drive passivt horisontalt (vertikalt vil derimot egenbevegelse ha en betydning). Endringer i strøm- og/eller temperaturforhold vil derfor kunne gi endringer i dyreplanktonsamfunn i polarfrontområdet. Endret artssammensetning på lavere trofiske nivå vil ha integrerte effekter i økosystemet. Borealiseringsom følge av oppvarming fører til at arter utvider sitt utbredelsesområde nordover, som for eksempel en dreining av dominerende hoppekreps fra arktiske mot mer atlantiske arter (for eksempel raudåte), det vil si arter som har lavere energiinnhold (Weydmann mfl., 2014; Wassmann mfl., 2015). Endringer i sammensetning av byttedyr fra et arktisk næringsnett dominert av iskantsonefauna som polartorsk og amfipoden svartåte, til et mer borealt næringsnett dominert av lodde, torsk og krill, har negative konsekvenser for flere artsgrupper ved at tilgangen til næring blir dårligere, for eksempel sjøfugl, og da spesielt ismåke, polarlomvi, teist og alkekonge (Fluhr mfl., 2017). Megabenthosamfunnene i ispåvirkede områder vil også kunne få endret artssammensetning som følge av endret mattilgang når isdekket endres,

noe som vil kunne favorisere opportunistiske arter som kan tilpasse seg endring fra fersk føde fra havis til degradert pelagisk detritus (Sun mfl., 2009).

Potensielt kan endringer i planktonsamfunnet også påvirke såkalt match/mismatch mellom tilgjengelige kopepoditt-stadier av spesifikke dyreplanktonarter og larver og yngel av spesifikke arter fisk. Dette kan få konsekvenser for fiskearter som har polarfrontområdet som sitt beite- og oppvekstområde, slik som lodde og blåkveite. I tillegg til endringer i tidsmessig tilgjengelighet og størrelsesfordeling vil endringer i arter tilgjengelige dyreplankton også representere endret næringsinnhold og -sammensetning, som også vil kunne påvirke rekrutteringssuksess til berørte arter på høyere trofiske nivåer.

Forflytning av arter og endrede konkurranseforhold

Borealiserings, eller «atlantifisering» av områdene nord for polarfronten bidrar til en nordlig utvidelse av leveområder for en rekke boreale arter på alle nivå i næringskjeden, og en nedgang i arktiske arter (Hollowed, mfl., 2013, Fossheim mfl., 2015). Dette skyldes både direkte faktorer som endringer i geografisk utbredelse som følge av endret temperatur, og indirekte blant annet gjennom endrede næringskjeder. Blant annet ser man at arter som torsk, hyse og lodde trekker nordover og inn i områder nord for polarfronten (Haug mfl., 2017). Ettersom vannmassene nord for polarfronten varmes opp, ser man at fronten ikke lenger utgjør noen barriere for en del bestander, som for eksempel torsk, selv om fronten fortsatt eksisterer både i form av geografisk plassering og temperaturgradient. Her er det imidlertid også viktig å påpeke at det ikke bare er temperatur som er bestemmende for en arts endring i utbredelse. En studie av Landa mfl., (2014) viser for eksempel hvordan utbredelsen av hyse endres med endret temperatur i Barentshavet, men hvor en økning i bestanden, som skyldes bedre rekruttering, synes å være styrende for den totale utbredelsen. Dette har videre resultert i at omgivelsestemperaturen på individnivå i gjennomsnitt har gått ned i samme periode som temperaturen i Barentshavet generelt har gått opp, ettersom bestanden har økt sin utbredelse inn i kaldere vannmasser.

Ved Svalbard har arter som er avhengige av havisen begrensede muligheter for å migrere mot nord for å

finne nye egnede områder etter hvert som havisen trekker seg nordover og områdene med isdekke minker. Dette henger sammen med at havisen trekker seg tilbake fra de grunne kyst- og sokkelområdene rundt Svalbard mot det dype og lavproduktive Polhavet, som ikke tilnærmelesvis gir samme grunnlag for biologisk produksjon og mangfold. Allerede i dag ser vi tydelige virkninger av klimaendringene i havområdene rundt Svalbard. På vestkysten av Svalbard har arktiske vannmasser blitt fortrent av temperert, atlantisk vann med annen sammensetning av plankton. Dette har ført til store endringer i det marine økosystemet, og atlantiske fiskeslag som sild, torsk, laks og makrell finnes nå periodevis i fjordene.

4.4.3 Havforsuring

Vi tar også her utgangspunkt i beskrivelsen til von Quillfeldt mfl., (2018). Overflatevannet i verdenshavene har blitt 30 prosent surere enn for 200 år siden. Grunnen til dette er at økt mengde karbondioksid (CO_2) i atmosfæren også fører til økt opptak av gassen i havet og når CO_2 reagerer med vann dannes karbonsyre og pH-verdien senkes. CO_2 tas lettere opp i kaldt vann, og effekten av havforsuring vil dermed bli større i områder langt nord. Resultater fra havforsuringsovervåkingen viser at overflatevannet i Barentshavet allerede nå er undermettet med hensyn til aragonitt i deler av året (Arneberg & Jelmert 2017). Redusert pH medfører økt løselighet av kalk, og dette kan påvirke viktige marine arter som er avhengige av kalk til å bygge skjelett eller skall (for eksempel noen arter av plankton og muslinger), hvorav flere arter er viktig føde for dyreplankton som igjen danner næringsgrunnlaget for andre arter på høyere trofiske nivåer. En forsuring kan dermed ha integrerte effekter i økosystemet.

Likevel, signifikante endringer i karbonkjemien i Barentshavet er ikke påvist og da er heller ikke økologiske effekter dokumentert. Det som beskrives her er derfor mulige framtidige eller eksisterende, men enda udokumenterte effekter. Mens en rekke laboratoriestudier viser negative biologiske effekter av forsuring, er det sannsynliggjort at mange arter og funksjonelle grupper har betydelig større evne til å tilpasse seg forsuringen enn tidligere antatt (se oversikt i Browman 2016).

Vingesneglen *Limacina helicina*, som kan ha store forekomster i Arktis, er spesielt utsatt fordi den danner

Tabell 4.8 Konsekvenser av klimaendringer inkludert havforsuring på ulike deler av økosystemet/miljøet

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunndyrsamfunn	Temperaturøkning	Middels/Stor Negativt for mer arktiske arter, men kan være gunstig for mer varmekjære.	Middels
	Havforsuring	Liten Effekter på populasjonsnivå ikke påvist, men laboratoriestudier og teori indikerer potensiale for store negative effekter.	Stor
Planteplankton	Temperaturøkning	Middels Negativt for arktiske arter, men kan være gunstig for mer varmekjære.	Middels
	Havforsuring	Middels Effekter på populasjonsnivå ikke påvist, men laboratoriestudier og teori indikerer potensiale for store negative effekter særlig på kalkdannende arter.	Stor
Iskantfauna	Redusert isdekke	Stor Arter som lever under eller i isen mister store leveområder når isen forsvinner.	Liten
Dyreplankton	Temperaturøkning	Stor Positiv effekt på noen atlantiske kopepoder ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for noen arktiske kopepoder som blir fortrent nordover.	Middels
	Havforsuring	Liten (kunnskapsmangel) Effekter på populasjonsnivå ikke påvist.	Stor
Fisk	Temperaturøkning	Stor Positiv effekt på atlantiske arter ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for arktiske fiskearter som har fått redusert leveområdet sitt.	Liten
	Redusert isdekke	Stor Positiv effekt på atlantiske arter (særlig torsk) ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for arktiske fiskearter som har fått redusert leveområdet sitt.	Liten
Sel	Temperaturøkning	Kunnskapsmangel (men se nedenfor – økt temperatur gir redusert isdekke)	Stor
	Redusert isdekke	Liten/Stor Artsavhengig. Negativt for arter som er avhengig av is	Middels
Hval	Temperaturøkning	Kunnskapsmangel	Stor
Sjøfugl	Temperaturøkning	Middels Varierer mellom arter og geografisk innen samme art.	Stor
	Biologisk påvirkning. Endringer i næringstilbud relatert til «match-mismatch» eller «timing» mekanismer	Middels Sjøfugl kan ha problem med å finne mat i hekkesesongen selv når store fiskebestander bør kunne gi tilstrekkelig føde. Dette blir bl.a. forklart med såkalt «match-mismatch» eller «timing». Dvs. at fiskeyngel ikke er tilgjengelig som mat i den mest kritiske fasen i hekkeperioden.	Stor (både mhp omfang av påvirkning og konsekvensvurdering)

skall av aragonitt, den formen av kalk som er mest følsom for havforsuring. Den er også viktig føde for mange arter i Arktis (Karnovsky mfl., 2008). Artens evne til å tilpasse seg endring eller til å reparere skader i skallet (Peck mfl., 2016) vil også innvirke på den totale effekten. Kalkflagellater er en annen utsatt gruppe, men effekten er fortsatt uvisst og så langt ser det ut som om en eventuell negativ effekt av havforsuring kompenseres av økt temperatur som er den mest sannsynlige årsaken til økt forekomst av denne gruppen i Barentshavet (Smyth mfl., 2004).

Sjøgugl og marine pattedyr vil primært bli påvirket av havforsuring gjennom endret kvalitet og kvantitet av byttedyr. Havforsuring vil også kunne påvirke enkelte planktongruppers fysiologi og reproduksjon. Også bunndyr og fisk i tidlige utviklingsstadier vil være sårbare for redusert pH, mens voksen fisk trolig vil forbli upåvirket (Miljødirektoratet 2009). Det ser ut til at de store hoppekreps (*Calanus*) artene er relativt upåvirket av økte nivåer av CO₂ (Bailey mfl., 2016; Hildebrandt mfl., 2016), antagelig på grunn av at de er tilpasset store variasjoner i CO₂ i forbindelse med vertikale vandringer, både gjennom døgnet og gjennom året. Mindre hoppekreps som stort sett holder til i overflaten har derimot vist seg å være mer sensitive for høye CO₂ nivåer (Lewis mfl., 2013).

Miljødirektoratet har siden 2010 overvåket havforsuring i Barentshavet i to hydrografiske snitt, henholdsvis snittene Fugløya til Bjørnøya, og Tromsø–Svalbard (Jones mfl., 2018). 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, men stor sesongvariasjon i aragonittmetning på grunn av biologisk aktivitet gjør at det er nødvendig med lengre tidsserier for å kunne detektere trender.

4.5 Langtransportert forurensning

4.5.1 Miljøgifter i biota

Generelt sett er det målt lave nivåer av miljøgifter stoffer i biota i Arktis siden 2006, med unntak av artene på de øverste trofiske nivåene som isbjørn, sjøgugl og sel, samt fisk som lever på store dyp og når høy alder. Nivåene av POPs og kvikksølv i det marine miljø har vist seg å være høyere enn i det terrestriske miljø, sannsynligvis grunnet lengre marine næringskjeder som fører til økt biomagnifisering.

Det er dyrene på de høyere trofiske nivåene som akkumulerer mest fettløselige miljøgifter. I Arktis er fettlag nemlig svært viktig både som opplagsnæring og som isolasjon mot kulda, og derfor er dyrene i disse kalde miljøene spesielt utsatt for fettløselige miljøgifter. Tannhvaler kan også få høye nivåer av miljøgifter gjennom maten, og fordi de er dårlige til å bryte ned disse stoffene kan nivåene av mange forurensningsstoffer være høyere enn i arter som er høyere opp i næringskjeden, for eksempel isbjørn (St. Aubin, 1990). Mange av de spesielt utsatte organismene har livsstrategier som innebærer fasting gjennom deler av året. For disse vil de fettløselige miljøgiftene bli biologisk tilgjengelige når kroppen tærer på de oppsamlede fettlagene i dyret (von Quillfeldt mfl., 2018). Arter på toppen av næringskjeden, som isbjørn og polarmåker, er også utsatt for høye nivåer av perfluorerte miljøgifter. Disse stoffer binder til proteiner i motsetning til andre fettløselige POPs.

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 miljøgifter til Barentshavet (MOSJ, 2019).

Plankton (plantep plankton og zooplankton) utveksler miljøgifter direkte med sjøvannet de lever i. Zooplankton eksponeres i tillegg gjennom føden. Det er mulig at dette kan være særlig aktuelt for enkelte

rovformer (Hallanger mfl., 2011). I perioder med høy primærproduksjon vil mengden av aktuelle stoffer i vannet fortynnes i en større biomasse. Studier har vist sesongmessig variasjon i miljøgiftbelastningen i zooplankton (Hallanger mfl., 2011). Det foreligger liten kunnskap om effekter av langtransportert forurensning på planktonsamfunn, men konsentrasjoner av miljøgifter i plankton er generelt lave.

Nivåer av miljøgifter i reker og blåskjell (ved stasjoner som ligger nært åpent hav) er stort sett lave, selv om nivåene er over miljøkvalitetsstandarden for enkelte stoffer. Nivåene er stabile eller avtagende.

De fleste målinger av organiske miljøgifter i fisk er gjort på lever fra ulike arter. 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).

Lodde og polartorsk har relativt lave nivåer av miljøgifter og det radioaktive stoffet cesium-137, og for de fleste målte miljøgifter er nivåene godt under (de svært strenge) miljøkvalitetsstandardene som gjelder for organismer (Miljødirektoratet 2016). Selv om konsentrasjonene av miljøgifter i nordøstarktisk torsk stort sett er lave sammenlignet med torsk i andre områder er det noen grunner til bekymring for konsentrasjonene i torskelever. I leveren er det til dels høye verdier av fettløselige organiske miljøgifter (for eksempel dioksiner og PCBer). Også for torskelever er likevel trendene i miljøgiftkonsentrasjoner hovedsakelig avtagende.

Isbjørn er generelt utsatt for høye nivåer av miljøgifter som er tungt nedbrytbare og øker i konsentrasjon oppover i næringskjeden. Isbjørn fra Svalbard er blant de europeiske og nordamerikanske populasjonene med høyest nivåer av miljøgifter. Konsentrasjonen av miljøgifter i isbjørn i Svalbardområdet er i stor grad nedadgående. Konsentrasjonene av mange fettløselige organiske miljøgifter har gått ned 4–8 prosent per år mellom 1992 og 2013. (PCB, klordaner, BDE-47) har gått ned 3–7 prosent per år mellom 1997 og 2017. Nivåer av HCB og DDT minket fram til 2009 og 2012, og etterpå har konsentrasjoner av disse stoffene økt hos isbjørn.

Konsentrasjoner av β -HCH og BDE-153 var stabile i perioden 1997–2017 (Lippold mfl., 2019). PFOS var på vei ned i 2000-tallet, men har vært stabil siden det. Flere andre perfluorerte miljøgifter er imidlertid på vei opp hos isbjørn (Routti mfl., 2017). Høye nivåer av miljøgifter hos isbjørn har vært koblet til forstyrrelser i immun- og hormonsystemet samt med evne til å brenne og lagre fett.

Overvåking av ringsel i Svalbardområdet viser at konsentrasjonene av fettløselige organiske miljøgifter (PCB-153, DDE, klordaner) har gått ned seks til åtte prosent per år mellom 1992 og 2014. Nivåene av HCB, α -HCH og toksafener viser en årlig nedgang på mellom seks og elleve prosent i denne perioden. For den bromerte flammehemmeren BDE-47 og PFOS er det derimot ingen klar trend. Nivåene av PCB, plantevernmidler og bromerte flammehemmere er betydelig lavere i ringsel fra Svalbard enn i ringsel fra Østersjøen.

AMAP har nylig vurdert biologiske effekter av miljøgiftnivåene i arktisk biota (AMAP, 2018). Denne undersøkelsen viser at nivåer av PCB i spekkhoggere fra Tysfjord samlet inn i 2002 (Wolkers mfl., 2007) var høye nok til å gi effekter på immun- og hormonsystem. Det er uklart om PCB-nivåene i spekkhoggere fortsatt er høye nok til å gi effekter, siden en del tidsserier på PCB i biota viser synkende nivåer (AMAP, 2016). En undersøkelse av vågehval fra 2011 viste et innhold av kvikksølv i kjøttet som var langt over miljøkvalitetsstandarden (Måge mfl., 2017).

Hos sjøfugl er det artene som befinner seg høyt i næringskjeden som viser de høyeste nivåene av miljøgifter. Det er 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. Nivåene av miljøgifter som ble funnet i alkekonge, teist og krykkje er også generelt lave. Bourgeon mfl., (2012) fant imidlertid at innholdet av organiske klorforbindelser i storjo på Bjørnøya var blant de høyeste som er målt i nordatlantisk sjøfugl. Studier av polarmåker fra Kongsfjorden og Bjørnøya viser at nivåer av organohalogenerte forbindelser (OHCs) i blod fra polarmåke var høye nok til å gi effekter på immun- og hormonsystem (Melnæs mfl., 2017, AMAP 2018, Haarr mfl., 2018, Blevin mfl., 2017). Andre undersøkelser tyder på at også basalmetabolisme, reproduksjon og overlevelse hos

polarmåke påvirkes av organiske miljøgifter (Verreault mfl., 2007, Erikstad mfl., 2011, Bustnes mfl., 2005). Høye nivåer av organiske miljøgifter er trolig en viktig årsak til populasjonsnedgangen hos polarmåke som er observert på Bjørnøya (Erikstad & Strøm 2012). Det er også målt nivåer av enkelte miljøgifter i ismåke som er høye nok til å påvirke hekkesuksessen (Lucia m.fl. 2015).

En undersøkelse av nivåer av organiske miljøgifter i seks sjøfuglarter i Kongsfjorden i 2015 (Haarr mfl. 2018), viste at innholdet i polarmåke og storjo var over 100 ganger så høyt som i ærfugl, mens innholdet i teist, krykkje og tyvjo lå mellom disse ytterpunktene. Det ble ikke funnet sammenheng mellom DNA-skade og nivå av miljøgifter i fuglene, noe som indikerer at nivåene er for lave til å gi skader på DNA. Imidlertid ble det i studier av polarmåker og krykkjer i Kongsfjorden og på Bjørnøya påvist effekter på telomerer (deler av kromosom) og metabolisme fra oksyklordan og fluorforbindelser (Blevin mfl., 2016a; 2016b og 2017).

Det er rapportert mange ulike effekter på molekylær-, celle- og individnivå, men det er betydelig usikkerhet om de lave nivåene av miljøgifter som måles kan få effekter på individer, bestander eller økosystem. Det er imidlertid rapportert negative effekter fra organiske miljøgifter hos ulike toppredatorer. Stadig flere nye miljøgifter detekteres i forvaltningsplanområdet, men som oftest i lave konsentrasjoner. Det er imidlertid mangelfull kunnskap om grenseverdier for biologiske effekter og om effekter av ulike miljøgifter kan forsterke hverandre når de opptrer sammen.

4.5.2 Plastforurensning

Plastforurensning har vokst til å bli en av de største miljøutfordringene de siste 20–30 år, selv om plast i seg selv ikke er definert som miljøgift. Plast transporteres med havstrømmene, og Arktis, og Barentshavet i særdeleshett, ser ut til å være et akkumuleringsområde for plast (Cozar mfl., 2017; Lien mfl., 2018, Cole mfl., 2011).

Ved aldring vil plast smuldre opp i mindre partikler, og det er påvist store antall partikler som i størrelse overlapper fødepartikler for filtrerende zooplankton, og vil kunne fraktes videre i næringskjeden ved predasjon (Wieczorek mfl., 2018). Større plastgjenstander

utgjør et problem for fisk og sjøfugl som tolker dem som mat, med konsekvenser som sult, forstoppelse og nedsatt vitalitet. Plast kan være tilsatt ulike miljøfarlige stoffer som flammehemmere og mykgjørere (ftalater) (Devriese mfl., 2017). I tillegg kan plast også adsorbere miljøgifter og plastforurensning kan dermed overføre giftige stoffer til organismene (Cole mfl., 2011). I tillegg kan plast som driver med havstrømmene frakte fremmede arter som sitter fast eller vokser på plastobjektene (Gregory, 2009).

Det er store kunnskapshull omkring marint plastsøppel, blant annet hvordan plast kan ta opp miljøgifter og dermed overføre giftige stoffer til organismer (Cole mfl., 2011). Men det er også stor forskningsaktivitet omkring plastforsøpling i havet og hvordan dette påvirker marint miljø og marine økosystem. I Barentshavet har søppel fra trålfangster blitt kartlagt siden 2011 (Grøsvik mfl., 2018), og Havforskningsinstituttet kommer til å utvide denne kartleggingen til også å omfatte de minste partiklene i hele vannsøylen og plast i organismer. Institusjoner tilknyttet Framsenteret har etablert et forskningsprogram: "Plast i Arktis" for perioden 2018–2023 med fokus på omfang, fordeling og transport av plastforurensning i nordområdene og hvordan det påvirker økosystemet.

4.5.3 Sot

Utslipp av sot fra skip er en forurensning som kan ha stor påvirkning i Arktis («Black Carbon»). Soten vil ved å dekke snø- og isdekte områder kunne redusere den reflekterende albedoeffekten i disse områdene. Mørk farge vil isteden føre til en større grad av absorbering av lysenergien, og dermed være med på å øke hastigheten på klimaeffekten ved økt oppvarming og ismelting i Arktis (von Quillfeldt mfl., 2018).

4.5.4 Mattrygghet

For å vurdere mattrygghet i Barentshavet brukes forurensningsindikatorene for torsk, pillede reker og blåskjell som er arter som benyttes for human konsum. I tillegg brukes resultater fra flere omfattende undersøkelser som er gjennomført de siste årene for å dokumentere nivåene av miljøgifter i **sei**, **brosme**, **lange**, **hyse**, **atlantisk kveite** og **blåkveite** (Nilsen mfl., 2013a,b, Frantzen & Måge, 2016, Nilsen mfl. 2016a,b), og en undersøkelse av kjøtt fra **vågehval** (Måge mfl., 2017). Nivåene av miljøskadelige stoffer i

disse artene vurderes i forhold til EUs og Norges øvre grenseverdier som gjelder for omsetning av fisk og fiskevarer til humant konsum (Commission Regulation (EC) No 1881/2006, Forskrift av 3. juli 2015 Nr. 870 om visse forurensende stoffer i næringsmidler).

Resultatene fra overvåkingen er i stor grad oppsummert i overvåkingsgruppens statusrapport fra 2017 (Arneberg & Jelmert, 2017), og viser at nivåene i sjømat fra Barentshavet er generelt lave

og til dels langt under grenseverdiene som gjelder for sjømattrygghet for de fleste arter. Et unntak er fiskelever der nivåene av organiske miljøgifter (særlig dioksiner og PCB) kan være over grenseverdiene i en liten andel av fisken både for **torsk, sei, hyse, brosme og lange**. (Nilsen mfl. 2013a, Frantzen & Måge 2016). Mattilsynet advarer barn, gravide og ammende mot å spise fiskelever eller produkter av fiskelever. I filet fra alle disse artene er imidlertid nivåene av miljøgifter stort sett godt under grenseverdiene, med generelt

Tabell 4.8 Konsekvenser av forurensning

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunnsamfunn	Miljøgifter	Liten. Lave nivåer av miljøgifter i blåskjell og reker, og stort sett lave verdier snøkrabbe og kongekrabbe.	Liten (solid datagrunnlag)
Planteplankton	Miljøgifter	Ingen	Liten
Dyreplankton	Miljøgifter	Ingen	Liten
Torsk	Miljøgifter	Liten. Torsk har lave nivåer i muskel, men kan ha høye nivåer av organiske miljøgifter i lever.	Liten
Hyse	Miljøgifter	Liten Hyse har lave nivåer i muskel, men kan ha høye nivåer av organiske miljøgifter i lever.	Liten
Sei	Miljøgifter	Liten Sei har lave nivåer i muskel, men kan ha høye nivåer av organiske miljøgifter i lever.	Liten
Reke	Miljøgifter	Liten	Liten
NVG-sild	Miljøgifter	Liten	Liten
Lodde	Miljøgifter	Liten	Liten
Sel (ringsel, steinkobbe og havert)	Miljøgifter	Middels	Middels
Hval	Miljøgifter	Kunnskapsmangel	Stor
Isbjørn	Miljøgifter	Middels/stor	Middels
Pelagisk dykkende sjøfugl	Miljøgifter	Liten	Middels
Pelagisk overflate-beitende sjøfugl	Miljøgifter	Liten/Middels	Middels
Kystbundne dykkende sjøfugl	Miljøgifter	Liten	Middels
Kystbundne overflatebeitende sjøfugl	Miljøgifter	Liten/middels	Middels
Mattrygghet	Miljøgifter	Liten/middels: Generelt er nivåene i sjømat lave. Det kan likevel være høye nivåer i fiskelever og i enkeltindivider av blåkveite og særlig store individer av kveite.	Liten

lavere nivåer i Barentshavet enn i Norskehavet og Nordsjøen. Også kokte, pillede **reker** har lave verdier av miljøgifter, langt under grenseverdiene for mattrygghet.

Et annet unntak gjelder arter høyt i næringskjeden, som atlantisk kveite og blåkveite, der nivåene av miljøgifter i filet kan være høye i enkeltindivider. For **atlantisk kveite** er det vist at fisk over 100 kg (to meter), både i Barentshavet og andre norske havområder, har svært høye nivåer av særlig organiske miljøgifter i filet (Nilsen mfl. 2016b). I oktober 2017 ble det derfor innført forbud mot fiske (utkastpåbud) av kveite over to meter (100 kg) i alle norske havområder (Fiskeridirektoratet 2017; Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen (Utøvelsesforskriften), §48, siste ledd). Også **blåkveite** kan ha høye nivåer av både kvikksølv og organiske miljøgifter i filet i enkeltindivider, men nyere resultater fra perioden 2013–2017 har vist at nivåene nå er gjennomgående lavere enn tidligere (Nilsen mfl. 2016b). Et fiskefelt ved eggakanten utenfor Lofoten som var stengt for blåkveitefiske fra 2012 på grunn av høye nivåer av dioksiner og PCB, ble åpnet igjen i 2016 etter funn av lavere nivåer under grenseverdien for mattrygghet.

Selv om nivåene av miljøgifter i sjømat generelt er lave i Barentshavet, er det altså enkelte viktige unntak som tyder på at forurensning til en viss grad påvirker sjømattryggheten for noen arter i dette havområdet.

4.6 Radioaktiv forurensning

4.6.1 Generelt om påvirkning fra radioaktiv forurensning

Radioaktiv forurensning i norske havområder overvåkes under overvåkingsprogrammet «Radioactivity in the Marine Environment (RAME)». I Barentshavet tas vann- og sedimentprøver på tokt hvert tredje år. Videre tas det årlige prøver av torsk fra Finnmarkskysten og rundt Bjørnøya og årlige vannprøver fra kyststasjonene ved Grense Jakobselv, Hillesøy, Bjørnøya, Hopen og Ny-Ålesund. Kunnskap om utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM) fra petroleumsindustrien rapporteres løpende fra industrien selv.

De viktigste kildene til menneskeskapt radioaktivitet som har påvirket nivåene i det norske marine miljøet de siste tiårene er globalt nedfall fra atmosfærisk kjernefysisk våpentesting på 1950- og 1960-tallet, utslipp av flytende avfall fra gjenvinningsanlegg i Sellafield (Storbritannia) og Cap de la Hague (Frankrike) og Tsjernobylulykken i 1986 (se aktivitetsrapporten for detaljert oversikt over tilførselskilder). De operasjonelle utslippene fra Sellafield utgjør nesten 90 prosent av utslippene fra reprosesseringsanlegg i OSPARs sitt virkeområde, men samtidig har utslippene de siste årene vært stabilt lave sammenlignet med tidligere (OSPAR 2017).

Siden naturlig forekommende radioaktive stoffer finnes over alt i miljøet i varierende konsentrasjoner, og det tidligere har vært lite fokus på å kartlegge disse naturlige bakgrunnsverdier, er det også vanskelig å kartlegge mulige tilleggskonsentrasjoner av NORM fra petroleumsindustrien i Barentshavet og tilførselen fra Norskehavet og Nordsjøen. Et modelleringsstudium viser at tilleggskonsentrasjonene er så små i Barentshavet at de ikke kan detekteres, men videre arbeid under OSPAR vil kartlegge dette ytterligere.

4.6.2 Konsekvenser av radioaktiv forurensning på marint liv og miljø og sjømatindustrien

Nåværende nivåer av radioaktiv forurensning av menneskeskapt radioaktive stoffer er med dagens kunnskap ikke forventet å ha konsekvenser for planter og dyr i Barentshavet eller miljøet mer generelt (tabell 4.9). Det er ikke observert nivåer som truer fiskeri- og havbruksnæringen, men de effektstudiene som er gjort er svært begrenset i omfang og gir ikke grunnlag for noen endelige konklusjoner. Selv om risikoen for uhellsutslipp er svært lav, så har det skjedd ulykker som man regnet som svært lite sannsynlig (for eksempel i Japan). Utslipp fra slike store uhell kan få svært alvorlige konsekvenser i nærliggende områder og måles over store deler av verden.

Det er ikke gjort modellering på effekten av dosene fra naturlig forekommende radioaktive stoffer (NORM) på marin biota i Barentshavet, men i en tilsvarende modellering for Norskehavet ble det konkludert med at utslippene her ikke vil representere noen fare på bestandsnivå (Liland mfl., 2012). Siden tilleggskonsentrasjonen av NORM er lavere i

Barentshavet enn i Norskehavet antas dette å gjelde for biota i Barentshavet også.

Det er gjort få studier på hvordan eksponering av radium og andre kjemikalier kan samvirke på biota. Disse er heller ikke gjennomført i Barentshavet, men det antas at resultatene er overførbare. Studiene og eksisterende kunnskap opp til 2012 er oppsummert i Hosseini mfl., (2012) mens deler er diskutert i en rapport skrevet for Norsk Olje og Gass (Hylland & Eriksen, 2013). Studiene har hovedsakelig sett på hvilken effekt de kjemikalier som tilsettes produsert

vann for å hindre avsetning av barium og radium i rørledninger kan ha på opptak og effekt av radium i biota. Endring i tilgjengeligheten av radium for organismer er påvist, men ikke i alle studier. Det er ikke påvist alvorlig skadevirkning av radiumeksponering i de nevnte studiene. Med bare et fåtall studier tilgjengelig anses dog kunnskapsgrunnet som mangelfullt. I Hosseini mfl., (2012) finnes en grundig gjennomgang av dagens kunnskapsmangler. Under kunnskapsmangler kan nevnes samvirkeeffekt med andre miljøgifter, effekter av langtidseksponering samt overførsel av kunnskap fra laboratorieforsøk til bestandsnivå.

Tabell 4.9 Påvirkning og konsekvens av radioaktiv forurensning.

Utredningstema	Påvirkning	Konsekvens	Usikkerhet
Bunnsamfunn	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Planteplankton	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Kunnskaps-mangel	n.a.
Dyreplankton	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Torsk	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Hyse	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Sei	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Reke	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
NVG-sild	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Lodde	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Sel (steinkobbe og havert)	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Hval (nise)	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Pelagisk dykkende sjøfugl	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Pelagisk overflate-beitende sjøfugl	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten	Liten
Kystbundne dykkende sjøfugl	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Kunnskaps-mangel	n.a.
Kystbundne overflatebeitende sjøfugl	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Kunnskaps-mangel	n.a.

Dagens grenseverdi for Cs-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 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.

Dokumentasjon på at norsk fisk og sjømat er fanget eller produsert i et rent hav er svært viktig både for det norske og utenlandske markedet. Forhøyede verdier av radioaktive stoffer i fisk og annen sjømat vil kunne få direkte økonomisk konsekvenser for fiskerier og det kan være aktuelt å iverksette tiltak. Mulige tiltak vil kunne inkludere restriksjoner for fiskerier og et behov for en utvidet overvåkning av forurensning i miljøet og av doser til mennesker og marine organismer. Dessuten vil selv påstander om forhøyede verdier av radioaktivitet medføre økonomiske konsekvenser i et marked som er sensitivt for rykter om forurensning. Også av den grunn er det derfor viktig å regelmessig overvåke nivåene av radioaktiv forurensning og kunne dokumentere nivåer og trender.

5. Vurdering av samlede miljøkonsekvenser

5.1 Samlede konsekvenser per økosystemkomponent

I dette kapitlet vurderes konsekvenser av samvirkende påvirkninger på økosystemet i Barentshavet og utenfor Lofoten–Vesterålen og de enkelte komponentene av dette. Oppdeling av økosystemet i ulike komponenter følger samme inndeling som rapporteringen fra Overvåkingsgruppen. Vurderingene bygger på beskrivelsene av påvirkninger fra den enkelte sektor og andre kilder med påfølgende konsekvenser fra kapittel 3 samt andre kilder. Sektorene som inngår er fiskeri, skipstrafikk og petroleums. I tillegg vurderes konsekvenser av påvirkningsfaktorene langtransportert forurensning (inkludert radioaktivitet) og klima (inkludert forsuring av havet).



Denne rapporten er en revisjon av faggrunnlaget for Meld. St. 10. (2010–2011) Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og den opprinnelige St.meld. nr. 8 (2005–2006) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (forvaltningsplan). Det legges spesiell vekt på endringer i status eller informasjon.

Det er vanskelig å fremstille og sammenligne konsekvensene av aktivitet på naturmiljøet mellom tre så ulike næringsaktiviteter som fiskeri, skipsfart og petroleum. For skipstrafikk og petroleumsvirksomhet er skadevirkningene ved normal drift begrenset.

Konsekvensene av fiskerier både på fiskebestander, særlig de det fiskes på, og andre deler av økosystemet er potensielt store. Imidlertid tar god forvaltning hensyn til fiskebestandene og deres tåleevne, samspill mellom fiskebestander og mellom fiskebestandene og andre deler av det marine miljø. Fiskeriforvaltningen i Barentshavet oppfyller langt på vei disse kravene og legger grunnlaget for en bærekraftig høsting av fornybare fiskeressurser uten vesentlige skader på øvrige deler av økosystemet.

For de fleste påvirkningsfaktorer er nivået uendret siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen (tabell 5.1). Det største unntaket er klimaendringer der

Tabell 5.1 Oversikt over endringer i påvirkning fra menneskelig aktivitet per sektor på økosystemkomponenter fra vurderingene i 2011 (basert på data til og med 2009) til nå.

Utredningstema Sektor/Kilde	Endring i påvirkning fra 2009 til nå
Bunnsamfunn	
Fiskeri	Ingen registrerte endringer.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Ingen registrerte endringer.
Langtransportert forurensning	Ingen registrerte endringer.
Klima	Økt påvirkning av temperaturøkning. Endrer økosystemer med ulik effekt på ulike arter. Noen arter kan bli negativt påvirket av forhøyet temperatur.
Plankton	
Fiskeri	Ingen registrerte endringer.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Kunnskapsmangel
Langtransportert forurensning	Kunnskapsmangel
Klima	Økende temperatur og minkende isdekke har gitt økt mengde planteplankton. Økning av sørlige arter på bekostning av rent arktiske arter. Ingen tydelig endring i havforsuring siden 2009, men minkende pH når data fra før 2009 inkluderes.
Fiskebestander	
Fiskeri	• Redusert ulovlig fiske (IUU) • Over 25 års vedvarende innsats for å styrke bærekraftig forvaltning har ført til større bestander av viktige kommersielle arter.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Ingen registrerte endringer.
Langtransportert forurensning	Nedgang for enkelte stoffer, mens andre stoffer holder stabilt nivå.
Klima	Høyere temperaturer og redusert isdekke endrer økosystemer med ulik effekt på ulike arter. Positiv effekt på atlantiske fiskearter ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for arktiske fiskearter som har fått redusert leveområdet sitt (for eksempel polartorsk).

Utredningstema Sektor/Kilde	Endring i påvirkning fra 2009 til nå
Sjøfugl	
Fiskeri	Ingen registrerte endringer.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Kunnskapsmangel / Ingen registrerte endringer avhengig av art.
Langtransportert forurensning	Nedgang for enkelte stoffer, mens andre stoffer er mer stabile.
Klima	Endrer økosystemer med ulik effekt på ulike arter. Noen arter kan bli negativt påvirket gjennom klimadrevet næringssvikt inkludert «mismatch»/ svikt i «timing» mellom hekkeperiode og tilgang til fiskeyngel som mat.
Sjøpattedyr	
Fiskeri	Redusert fangst.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Kunnskapsmangel/ Ingen registrerte endringer.
Langtransportert forurensning	Nedgang i PCB-konsentrasjoner, men stagnasjon i nivåene av DDT.
Klima	Endrer økosystemer med ulik effekt på ulike arter. Noen arter kan bli negativt påvirket gjennom klimadrevet næringssvikt, andre kan få større habitat.
Sårbare og truede arter	
Fiskeri	Påvirkningen på bunndyr er redusert siden 2005. Større områder enn før er kartlagt.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Kunnskapsmangel.
Langtransportert forurensning	Ingen registrerte endringer.
Klima	Endrer økosystemer med ulik effekt på ulike arter. Noen sårbare arter kan bli mer utsatte på grunn av klimaendringer.
Fremmede og nye innvandrende arter	
Fiskeri	Kraftig økning i antall og utbredelse av snøkrabbe. Bestanden av kongekrabbe er stabil. Det frie fisket vest for 26° øst ser ut til å hindre spredning vestover.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Kunnskapsmangel/ Ingen registrerte endringer.
Langtransportert forurensning	Ingen registrerte endringer.
Klima	Endringer på grunn av temperaturøkning.
Trygg sjømat	
Fiskeri	Ingen registrerte endringer.
Skipsfart	Ingen registrerte endringer.
Petroleumsvirksomhet	Ingen registrerte endringer.
Radioaktivitet	Ingen registrerte endringer.
Langtransportert forurensning	Et fiskefelt utenfor Lofoten ble stengt for blåkveitefiske fra 2012 på grunn av høye nivåer av miljøgifter, men ble åpnet igjen i 2016 etter nedgang i nivåene. Ny kunnskap om høye nivåer av miljøgifter i stor kveite førte til et generelt forbud mot fiske av atlantisk kveite over to meter fra 2017. Ellers ingen registrerte endringer.
Klima	Ingen registrerte endringer.

trenden mot høyere temperaturer og minkende isdekke har blitt ytterligere klar.

Nedenfor oppsummeres de viktigste påvirkningsfaktorene totalt samt eventuelle samspillseffekter av flere påvirkninger for hver økosystemkomponent.

5.1.1 Bunnsamfunn

Totalt for hele planområdet er direkte konsekvenser av menneskelig aktivitet på bunnsamfunn liten. Fiskeri har vært og er fremdeles den menneskelige aktivitet som har størst påvirkning, hovedsakelig gjennom direkte fysisk skade fra bunntråling. Kartleggingen gjennom MAREANO programmet viser at omfanget av påvirkning på bunndyrsamfunnene av tidligere fiskeriaktivitet er større enn det som tidligere har vært dokumentert. Det er nå innført strenge reguleringer for å begrense ytterligere skader (blant annet fiskeforbud over korallrev) og påvirkningen er redusert fra 2005. Økt framtidig forsuring av havet vil påvirke koraller negativt gjennom dårligere vekst. Dette kan gjøre dem mer sårbare mot annen ytre påvirkning slik som nedslamming.

5.1.2 Plankton

Lys, næringssalter og temperatur har stor betydning for plankton, og det er antatt at endringer i utbredelse er styrt av naturlige forhold. Indirekte kan fiskeriene ha en viss påvirkning på sammensetningen av dyreplankton da beiting fra fordi store fiskebestandene påvirker artssammensetningen og størrelsen av planktonpopulasjonene. Det er dog ikke påvist at fiskeri, skipsfart eller petroleumsvirksomhet har hatt noen direkte effekt på plankton i området. Framtidig storskala høsting av dyreplankton vil kunne påvirke bestandene, men slik aktivitet er per i dag svært liten i forhold til populasjonenes størrelse. En framtidig høsting av dyreplankton vil uansett måtte holdes innenfor det som betraktes som bærekraftig av ICES. Forsuring vil i framtiden kunne ha stor påvirkning på enkelte dyreplanktonarter (med kalkholdig skall). Forsuring av sjøvann forventes å være større i de nordligste områdene, blant annet fordi CO₂ lettere tas opp i kaldt vann. Havforsuring vil samvirke med klimaendringene på måter som er vanskelig å forutsi, men som kan påvirke nøkkelarter av særlig plankton og dermed de marine økosystemenes struktur og funksjon. Usikkerheten er her stor.

Bunnsamfunn		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Fysisk påvirkning (bunntråling)	Liten dersom man ser på utredningsområdet som helhet. Middels i områder som blir ofte overtrålt.
Skipstrafikk	Fysisk påvirkning	Liten
	Utslipp til sjø	Liten
Petroleum	Fysisk påvirkning	Liten
	Utslipp til sjø	Liten
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Middels/Stor Generelt negativt for mer arktiske arter, kan være gunstig for mer varmekjære.
	Havforsuring	Liten Effekter på populasjonsnivå ikke påvist, men laboratoriestudier og teori indikerer potensiale for store negative effekter på enkelte arter.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Liten Lave nivåer av miljøgifter i blåskjell og reker, og stort sett lave verdier i snøkrabbe og kongekrabbe
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten
Vurdering av samlede konsekvenser	Klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning, gir størst konsekvens. Havforsuring kan i framtiden gi alvorlige konsekvenser. Andre påvirkninger er små, men bunntråling kan gi middels konsekvens lokalt i områder som blir ofte trålt.	

Planteplankton		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Ingen påvirkning fra dagens fiskeriaktivitet.
Skipstrafikk	Utslipp til sjø	Liten
Petroleum	Utslipp til sjø	Liten
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Middels Negativt for arktiske arter, men kan være gunstig for mer varmekjære.
	Havforsuring	Middels Effekter på populasjonsnivå ikke påvist, men laboratoriestudier og teori indikerer potensiale for store negative effekter særlig på kalkdannende arter.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Ingen
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Kunnskapsmangel
Vurdering av samlede konsekvenser		Klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning, har størst konsekvens. Havforsuring kan i framtiden få alvorlige konsekvenser og vil kunne samvirke med temperaturendringer på måter som er vanskelig å forutsi, men som kan påvirke nøkkelarter av plankton og dermed de marine økosystemenes struktur og funksjon. Usikkerheten er her stor. Andre påvirkninger har ingen eller liten konsekvens.

Dyreplankton		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Høsting er per i dag svært begrenset.
Skipstrafikk	Utslipp til sjø	Ingen
	Støy	Ingen
Petroleum	Utslipp til sjø	Ingen
	Støy	Ingen
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Stor Positiv effekt på noen atlantiske kopepoder ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for noen arktiske kopepoder som blir fortrent nordover.
	Havforsuring	Liten (kunnskapsmangel) Effekter på populasjonsnivå ikke påvist.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Ingen
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten
Vurdering av samlede konsekvenser		Klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning, har størst konsekvens. Andre påvirkninger har ingen eller liten konsekvens.

5.1.3 Fisk

Fiskeriene er den aktiviteten som har størst påvirkning på fiskebestandene. I dag drives en bærekraftig forvaltning av bestandene for å sikre at fiskeriaktiviteten er innenfor økosystemets tåleevne. Ved «daglig drift» er det er ikke påvist effekter på bestandsnivå av noe fiskeslag i Barentshavet av skipstrafikk eller petroleumsaktivitet.

Miljøgiftene i Barentshavet har i all hovedsak kommet langveis fra og nivåene i både vann og levende organismer er ofte lavere enn i våre mer sørlige havområder. Nivåene av miljøgifter, inkludert radioaktiv forurensning, er da også generelt lave med hensyn til sjømattrygghet i forvaltningsplanområdet. Viktige unntak er nivåene i lever (og bare i lever) av torsk og sei, der en del av individene det er tatt prøve av hvert år har hatt relativt høyt nivå av organiske miljøgifter

(særlig dioksiner og PCB). I tillegg kan det være høye nivåer av miljøgifter i enkeltindivider av arter høyt i næringskjeden, for eksempel stor kveite. Det er ikke identifisert samspillseffekter mellom langtransportert forurensning og andre påvirkninger.

Den kombinerte påvirkningen av klima og fiskerier på fisk i Barentshavet er stor og har potensial for å bli enda sterkere. Klimavariasjon og klimaendringer påvirker fiskebestandene på mange måter; overlevelse gjennom tidlige livsstadier, tilgang på mat og hvor fort de vokser. På økosystemnivå favoriseres noen arter, mens andre taper. Noen bestander, særlig torsk og hyse, har i hvert fall foreløpig har nytt godt av temperaturøkning. Fiskerisektoren har svært små utfordringer med disse. Ved dagens temperaturer er bærekraftig nivå på disse bestandene høyere enn i kaldere perioder og en kan fiske mer uten at bestanden

Fisk		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Biologisk påvirkning (fiskeri)	Liten. Fiskedødeligheten og gytebestandsstørrelse er innenfor trygge biologiske rammer for artene som er vurdert.
Skipstrafikk	Utslipp til sjø	Liten
	Støy	Liten
Petroleum	Fysisk påvirkning	Liten
	Utslipp til sjø	Liten
	Støy	Liten
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Stor Positiv effekt på atlantiske arter ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for arktiske fiskearter som har fått redusert leveområdet sitt.
	Redusert isdekke	Stor Positiv effekt på atlantiske arter (særlig torsk) ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for arktiske fiskearter som har fått redusert leveområdet sitt.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Liten for alle vurderte arter. En liten andel av fisken kan ha høye nivåer av organiske miljøgifter i lever (og bare lever), og enkeltindivider av arter høyt i næringskjeden kan ha høye nivåer av miljøgifter i filet.
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten
Vurdering av samlede konsekvenser		Klimaendringer, spesielt gjennom temperaturøkning og redusert isdekke, har størst konsekvens. Fiskeri påvirker artene det fiskes på, men konsekvensene for bestandene er nå små. Fiskedødeligheten og gytebestandsstørrelse er innenfor trygge biologiske rammer for artene som er vurdert. Andre påvirkninger har ingen eller liten konsekvens.

går ned. For bestander som blir negativt påvirket av klimaendringer er situasjonen en annen. Da er det viktig at fiskeriforvaltningen evner å justere fisketrykket ned i samsvar med et mindre produktivt regime. Dagens fiskeriforvaltning i Barentshavet er blant de beste i verden og takler fint en fangstreduksjon som respons på nedgang til selve den fiskede bestanden. Det ligger også inne element av flerbestandsvurderinger, særlig forvaltes torsk og lodde i sammenheng. Det arbeides kontinuerlig med å øke kunnskapen for å inkludere flere økosystemkomponenter i forvaltningen spesielt gjennom egne arbeidsgrupper i ICES for de forskjellige havområdene.

Effekter av havforsuring er ikke påvist på bestandsnivå, men et framtidig svært negativt scenario med samvirkende påvirkninger vil være fisk som lider under

mindre tilgang til byttedyr på grunn av havforsuring og samtidig, på grunn av temperaturøkning, har økte metabolske rater, og dermed økt matbehov.

5.1.4 Sjøfugl

Et varmere havklima har stor betydning for de marine økosystemene, noe som også påvirker sjøfuglbestandene. De mest dramatiske forandringene ser man i det nordlige Barentshavet, hvor minkende isutbredelse og varmere hav fører til at det arktiske næringsnettets erstattes av et mer sørlig system. Mattilgang i hekketida er viktig, og det er åpenbart at de negative endringene for de fleste sjøfuglartene skyldes redusert næringstilgang.

Det er funnet et bredt spekter av miljøgifter i sjøfugl. Det finnes lite kunnskap om hvordan summen av

Sjøfugl		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Fysisk påvirkning (bifangst)	Varierer fra Ingen til Middels avhengig av typen fugl og redskap. Konsekvens for pelagisk dykkende sjøfugl av garn er Middels . Konsekvens for kystbunden dykkende sjøfugl av garn, ruser og teiner er Middels .
	Biologisk påvirkning på næringstilbud som følge av fiskeri.	Liten
Skipstrafikk	Støy	Liten
	Utslipp til sjø	Ingen
Petroleum	Støy	Ingen
	Lys	Ingen
	Utslipp til sjø	Ingen
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Middels Varierer mellom arter og geografisk innen samme art.
	Biologisk påvirkning på næringstilbud på grunn av andre forhold i havet, blant annet «timing»	Stor Det er påvist at sjøfugl kan ha problem med å finne mat i hekkesesongen selv når store fiskebestander bør kunne gi tilstrekkelig føde. Dette blir bl.a. forklart med såkalt «match-mismatch» eller «timing». Dvs. at yngel av viktige fiskebestander ikke er tilgjengelig som mat i den mest kritiske fasen i hekkeperioden.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Varierer mellom arter fra Liten til Liten/Middels . Konsentrasjoner antas å være høyest i overflatebeitende fugl.
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten for pelagiske sjøfugler. Kunnskapsmangler for kystbundne sjøfugler.
Vurdering av samlede konsekvenser		Dårlig «timing» (mismatch) mellom hekkesesong og tilgang på fiskeyngel som føde kan ha store konsekvenser. Dette kan henge sammen med klimavariasjoner. Klimaeffekter er ellers ulike for ulike arter og geografisk innen samme art. Bifangst fra fiske har middels konsekvens for noen sjøfuglarter, liten eller ingen for andre sjøfuglarter.

miljøgifter virker sammen, men det store antallet miljøgifter observert i sjøfugl gir grunn til bekymring for mulige effekter også i arter der konsentrasjonen av enkeltstoffer ikke overskrider kjente effektverdier.

5.1.5 Marine pattedyr

Fangsten av hval og sel er lav og ytterligere redusert i forhold til 2005. Det er ikke gjort undersøkelser av om støy fra skipstrafikk eller seismikk påvirker

sjøpattedyr i Barentshavet, men undersøkelser fra andre områder viser at sjøpattedyr kan bli påvirket av støy. I oppdateringen av forvaltningsplanen i 2014 trakk en flere konklusjoner som fortsatt er gyldige. Konsentrasjonene av miljøfarlige stoffer i Barentshavet er stort sett lave, med unntak av noen stoffer som er målt i enkelte fiskeslag og i topp-predatorer. Hos enkelte topp-predatorer, som for eksempel isbjørn, er miljøgiftnivåene høye nok til å kunne gi negative

Sel		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Biologisk påvirkning (fangst)	Liten (fangst). Kvoteanbefaling: fem % av bestandsanslagene som også tar hensyn til bifangst i garn. Årlig direkte fangst er mindre enn anbefalingen.
	Biologisk påvirkning (endringer i næringstilbud)	Liten (næringskonkurranse)
	Fysisk påvirkning (bifangst)	Middels (bifangst i garn, i hovedsak unger i sitt første leveår)
Skipstrafikk	Utslipp til sjø	Ingen
Petroleum	Utslipp til sjø	Ingen
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Kunnskapsmangel (men se nedenfor – økt temperatur gir redusert isdekke)
	Redusert isdekke	Liten/Stor Artsavhengig. Negativt for arter som er avhengig av is.
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Middels
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten
Vurdering av samlede konsekvenser		For noen nordlige selarter kan redusert isdekke ha store konsekvenser. Bifangst fra fiske og næringskonkurranse har merkbare, men små konsekvenser.

Hval		
Sektor/Kilde	Påvirkning	Konsekvens
Fiskeri	Fysisk påvirkning på nise (bifangst, hovedsakelig i garn)	Usikker. Bestandsstørrelsen av nise i Barentshavet er ukjent.
Skipstrafikk	Utslipp til sjø	Ingen
	Støy	Ukjent
Petroleum	Utslipp til sjø	Ingen
	Støy	Ukjent
Klimaendringer (inkludert forsuring)	Temperaturøkning	Kunnskapsmangel
Langtransportert forurensning	Miljøgifter	Kunnskapsmangel
Radioaktiv forurensning	Påvist radioaktive stoffer som stammer fra menneskelig aktivitet.	Liten
Vurdering av samlede konsekvenser		Niser blir tatt i bifangst fra fiske, men usikkert om det er konsekvenser på bestandsnivå. Konsekvensene fra andre påvirkninger er enten svært små eller ukjente.

helseeffekter. Individer som er svekket av miljøgifter kan være mer utsatt for negative konsekvenser av klimaendringer.

Mindre utbredelse av havisen og senere tilfrysing av fjordene på Svalbard har hatt negative følger for isrelaterte sjøpattedyr. Dette gjelder særlig ringsel hvor ungedødeligheten har økt som følge av forringede yngleområder. Lavere bestand av ringsel påvirker næringstilgangen for isbjørn. Mindre isutbredelse i Barentshavet betyr også at det er større avstand mellom grønlandsselens kasteområder i Kvitsjøen og viktige beitehabitat ved iskantsonen. Dette kan være medvirkende årsak til kraftig redusert ungeproduksjon hos barentshavbestanden av grønlandssel de siste årene.

5.1.6 Fremmede og nye innvandrende arter

Klimaendringene kan bidra til å forsterke risiko for etablering av flere fremmede og nye innvandrende arter i forvaltningsplanområdet. Den naturlige barrieren det kalde havvannet i de nordlige delene av Barentshavet har dannet mot spredning av fremmede, mer sørlige og varmekjære arter svekkes allerede nå av temperaturøkning. Dette øker risikoen for at fremmede arter overlever, får fotfeste og sprer seg også i disse områdene. I hvilken grad arter vandrer inn av seg selv (uten direkte menneskelig «hjelp») henger også sammen med klima og andre miljøforhold. Høyere temperaturer vil for eksempel kunne begrense utbredelsen av kaldtvannsarten snøkrabbe videre sørover.

5.1.7 Oversikt over konsekvenser på tvers av sektorer

Samme typen påvirkning kan ha sitt opphav i ulike sektorer. For organismene som er utsatt for konsekvensene er det av liten betydning hva som er kilden. I tabell 5.3 gir vi en oversikt over ulike påvirkninger og deres miljøkonsekvenser på tvers av sektorer.

5.2 Samlet påvirkning og miljøkonsekvens for Særlig verdifulle og sårbare områder

I forvaltningsplanene for norske havområder er det identifisert særlig verdifulle og sårbare områder (SVOer). Hovedkriteriet for at det skal være et SVO er at det er et delområde i planområdet som ut fra naturfaglige vurderinger har vesentlig betydning for det biologiske mangfoldet og/eller den biologiske produksjonen i havområdet. I tillegg er en rekke utfyllende kriterier vurdert, for eksempel økonomisk, sosial og kulturell betydning og vitenskapelig verdi. SVOer kan ha blitt utpekt, for eksempel fordi de er viktige leve- eller gyteområder for fisk, viktige leveområder for sjøfugl og sjøpattedyr, eller inneholder korallforekomster.

Miljøverdier i disse områdene vurderes i forbindelse med forvaltningsplaner med hensyn til sårbarhet for de viktigste påvirkningene fra fiskerier, skipstrafikk og petroleumsvirksomhet, samt klimaendringer og miljøgiftbelastning. Sårbarhet vurderes som en egenskap ved naturverdiene uavhengig av om påvirkningene faktisk er til stede eller ikke. I Barentshavet er seks områder identifisert som SVO. Disse behandles i en egen rapport, men vi vil her kort se på påvirkning og miljøkonsekvens for hver av dem (i rekkefølge fra sør til nord nedenfor). Omtalen er mer omfattende for Iskanten og Polarfronten der det for disse foreligger nye grundige oppsummeringer av tilgjengelig kunnskap (von Quillfeldt mfl., 2018; Lien mfl., 2018).

5.2.1 Havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket

Klimaendringer, først og fremst temperaturøkning er også her den viktigste bakenforliggende påvirkningsfaktoren. Det er ingen påvisbare konsekvenser av regelmessig skipstrafikk eller petroleumsaktivitet på miljøverdiene som overvåkes. Fiskebestandene påvirkes av fiskerier og naturlige fluktuasjoner i økosystemet. Fiskeriene er nå godt regulert, men den dårlige forfatningen til vanlig uer (sterkt truet) kan delvis skyldes høyt fiskepress

Tabell 5.3 Oversikt over konsekvenser av ulike påvirkninger på tvers av sektorer. Gjelder ved «daglig drift» og konsekvenser på bestands/populasjons- eller økosystemnivå.

Påvirkning	Sektorer	Miljøkonsekvenser	Kommentar
Høsting (mållart)	Fiskeri	Liten for torsk, hyse, sei, NVG-sild, lodde	Fiskeriene av disse bestandene er i dag godt forvaltet og innenfor terskelverdiene for bærekraftig fiske.
Bifangst	Fiskeri	Middels for sel Liten/middels for sjøfugl Usikker for nise	Det er stor variasjon i hvilken konsekvens bifangst i fiskeredskap vil kunne ha. Konsekvensene avhenger av blant annet redskaps-type, hvor fisket foregår, tilstanden til de populasjoner av sjøfugl som blir påvirket.
Bunnpåvirkning	Fiskeri, petroleum (og skipstrafikk i mindre grad)	Liten for bunnsamfunn dersom man ser på utrednings-området som helhet. Middels lokalt der tråling/ installering/ ankring foregår	Skader fra bunntåling var et større problem før. Er nå i stor grad regulert bort. De siste 20 årene er en rekke korallrev vernet i forskrift mot bunntåling. I tillegg er bunntåling etter fiskerilovgivningen forbudt i store områder. Skadeomfang av bunnpåvirkning fra petroleums-aktivitet, både gjennom installasjoner, ankring og borekaks, er avhengig av lokal naturtype og bunnsamfunn. Konsekvensene vil i all hovedsak kun være lokale.
Endring i næringstilbud for sjøfugl	Som følge av fiskeri:	Liten	
Lakselus og genetisk påvirkning fra rømt oppdrettslaks	Havbruk	Havbruksaktivitet er i dag kun utenfor planområdet (kystnært).	Liten
Utslipp til luft og vann	Skipstrafikk, petroleum, fiskeri	Ingen eller liten på alle miljøverdier	
Temperaturøkning	Klimaendring/ variasjon	Middels/Stor på dyreplankton og fisk	Positiv effekt på torsk, hyse og noen atlantiske kopepoder ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for noen arktiske kopepoder som blir fortrengt nordover.
	Andre forhold i havet, ikke relatert til fiskeri, blant annet «timing»	Stor	Det er påvist at sjøfugl kan ha problem med å finne mat i hekkesesongen selv når store fiskebestander bør kunne gi tilstrekkelig føde. Dette blir blant annet forklart med såkalt «match-mismatch» eller «timing». Det vil si at yngel av viktige fiskebestander ikke er tilgjengelig som mat i den mest kritiske fasen i hekeperioden.
Redusert isdekke	Klimaendring/ variasjon	Middels/Stor på fisk og iskantfauna	Positiv effekt på torsk og hyse ved at de har fått større område tilgjengelig. Negativt for iskantfauna og enkelte andre arktiske arter.
Havforsuring	Klimaendring/ variasjon	Ingen påviselig på populasjonsnivå	Kunnskapsmangel. Effekter på populasjonsnivå ikke påvist, men laboratoriestudier og teori indikerer potensielle for store negative effekter.
Miljøgifter	Langtransportert forurensning	Liten/middels på fisk og dermed på mattrygghet. Ingen/liten på bunnsamfunn og plankton.	Lever fra noen enkeltfisk av blant annet torsk og sei kan ha høye nivåer av organiske miljøgifter, lave nivåer i filet. Enkeltindivider av arter høyt i næringskjeden, som stor kveite, kan ha høye nivåer av miljøgifter i filet. 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.
Radioaktiv forurensning	Radioaktiv forurensning	Ingen eller liten på alle miljøverdier	
Støy	Skipstrafikk, petroleum, fiskeri	Antatt liten på fisk og usikker for sjøpattedyr.	Usikkerheten er stor og kunnskapsbehovet er stort.

tidligere. 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. Rekrutteringen til bestanden er svært lav, noe som skyldes at det er få voksne individer, men gjerne også ugunstige miljøforhold. Uerartene er langlevde og det tar lang tid å bygge opp igjen en svak populasjon. Det er ingen påviselig sammenheng mellom menneskelige påvirkninger og nedgangen i bestandene til flere sjøfuglarter.

Det er ikke påvist effekter av havforsuring på kaldtvannskoraller eller andre organismer i området, situasjonen er således uendret siden 2010. Prognosene er derimot negative og det er allerede registrert at metningsgraden av kalsitt og aragonitt har avtatt.

5.2.2 Tromsøflaket

Dette er et retensjonsområde (bakevjeområde) med forlenget oppholdstid for yngel fra flere viktige fiskebestander inkludert torsk, hyse og sei og andre organismer som driver mer eller mindre passivt med vannmassene (plankton). Påviselige samlede konsekvenser fra menneskelig aktivitet er ingen eller små, det er også endringene fra vurderingen gjort i 2010.

5.2.3 Kystnære områder for øvrig – fra Tromsøflaket til grensen mot Russland

Påviselige samlede konsekvenser fra menneskelig aktivitet er små for området i sin helhet (unntatt lokale påvirkninger fra land), det er også endringene fra vurderingen gjort i 2010. Det er svikt i hekkingen hos flere sjøfuglbestander, men det er vanskelig å identifisere en påvirkningsfaktor eller samlede effekter av flere.

5.2.4 Polarfronten

Polarfronten var identifisert som et SVO hovedsakelig i kraft av særlig høy primærproduksjon i området og medfølgende viktighet i form av beite- og oppvekstområde for en rekke arter på ulike trofiske nivåer. Nyere kunnskap tyder på at primærproduksjonen ikke er så viktig for hele polarfrontområdet (Lien mfl., 2018). Overvåkingsgruppen overvåker de fire artene torsk, lodde, lomvi og polarlomvi (tabell 5.2) som alle benytter polarfrontområdet i deler av sine livs- og sesongsykluser.

De viktigste endringene i de marine økosystemene, og som har betydning for næringssituasjonen for

mange arter som opptre i polarfronten er i stor grad de samme som for iskanten. Klimaendringer og -variasjoner er av størst betydning og vil kunne påvirke økosystemet på alle trofiske nivå. Andre viktige påvirkninger kan komme gjennom endringer i fiskeriene og fluktuasjoner i loddebestanden (Fauchald mfl., 2015a; Lien mfl., 2018). Disse faktorene virker altså over et større geografisk område enn polarfronten, selv om enkelte effekter kan bli forsterket her. For eksempel vil retensjon (bakevjer) i forbindelse med adveksjon av vannmasser og påfølgende virveldannelse langs polarfronten gjøre at plast som kommer inn området får en forlenget oppholdstid der.

Påvirkning fra skipstrafikk og petroleumsvirksomhet i gjennom vanlig drift antas per i dag å være små.

Den største fysiske endringen som følge av klimaendringer i polarfrontområdet er endringer i isutbredelse, spesielt i de østlige områdene. Barentshavet er det området i Arktis hvor isdekket har hatt den største tilbakegangen, og da spesielt om vinteren (for eksempel Yang mfl., 2016). Effekter av det reduserte isdekket inkluderer tidligere smelting og senere tilfrysing og dermed lengre sesong med isfritt hav, noe som blant annet påvirker bestander som har sjøisen som sitt habitat. Redusert isdekke vil gi mindre smeltevann som kan bidra til lagdeling nord for polarfronten om sommeren. I tillegg er bunnlevende organismer, som koraller, følsomme for temperaturendringer.

Samspillseffektene mellom klimaendringer, havforsuring og transport av miljøgifter vil i stor grad være den samme som for iskanten (les der).

Det fiskes i polarfrontområdet i deler av året, spesielt reketrålning, men også bunntrålfiske etter torsk og fiske med line. Ved Sentralbanken er det også en del teinefiske. Samtidig flytter fiskeriene seg ettersom isdekket og utbredelsen til de kommersielle artene endres. Det er altså samspillseffekter også mellom klimaendringer og fiskeri. Bunntrålning kan skade bentiske samfunn, særlig komplekse samfunn med et høyt antall arter og samfunn med stillestående, oppreiste arter med lav mobilitet. Slike samfunn finner man på og rundt bankene i Barentshavet og dermed også i polarfrontområdet i det vestlige Barentshavet (von Quillfeldt mfl., 2018; Lien mfl., 2018).

5.2.5 Iskanten



Iskantsonen fotografert fra fly sommerstid. Foto: Haakon Hop, Norsk Polarinstitutt.

Forandringer i klima er også her den påvirkningsfaktoren som har størst konsekvenser. Med økt havtemperatur flytter iskanten seg (typisk nordover). Endringer i når havisen legger seg og når den smelter, iskantsonens avstand til land, samt mengde og egenskaper til isen påvirker produksjonsforhold og arts-sammensetning i iskantsonen. Samtidig med endrete isforhold vil også temperaturendringer i vannmassene føre til forflytting av arter, endrete konkurranseforhold og øke sannsynligheten for introduksjon av sykdommer, sykdomsbærere og parasitter som de arktiske artene sannsynligvis har lite forsvar mot (von Quillfeldt mfl., 2018). Det er vanskelig å si om endringene i krykkje og lomvi fra ulike hekkesteder er relatert til klima. Loddebestanden har hatt store svingninger så lenge den har vært overvåket. Det er ikke påvist sammenheng mellom den siste nedgangen i bestanden og spesifikke forhold ved iskanten. Mer generelt har oppvarmingen det siste ti-året har vært gunstig for torsk og en stor torskebestand spiser store mengder lodde. Nedgangen i loddebestanden kan derfor være en indirekte effekt av klima.

Klimaendringer vil ha konsekvenser for miljøverdier isolert sett, men også i samspill med andre påvirkningsfaktorer. I takt med at isutbredelsen endres og nye havområder åpner seg for fiskebestandene vil fiskeriene også flytte seg nord- og østover. Særlig i et område nord for Kong Karls Land og nordover mot Kvitøya er det forventet økt fiskeriaktivitet, det vil si i et område hvor det så langt har vært lite fiske. Dette vil igjen kunne ha negativ lokal effekt på bunnhabitater og bunndyr gjennom bunntråling, men dette problemet er i dag i stor grad redusert ved hjelp av reguleringer.

Issmelting vil også kunne øke problemer knyttet til langtransportert forurensning. Langtransport via luft og vann er hovedkilden til miljøgifter i Arktis. Flere av artene i iskantsonen er toppredatorer og de har varierende evne til å bryte ned miljøgifter. Miljøgifter kan inkorporeres i isen og frigis når isen smelter slik at organismer med tilknytning til isen da blir eksponert for disse forbindelsene. Generelt er det lave nivåer av miljøgifter og radioaktive stoffer i det arktiske miljøet, med unntak av artene på de øverste trofiske nivåene, som isbjørn, tannhvaler, sjøfugl og sel (von Quillfeldt, 2010). Isbjørn er da også en av artene som kan bli mer utsatt for miljøgifter ved iskanten på grunn av klimaendringer. Dette vil spesielt være tilfelle om dyrene også svekkes på grunn av dårligere tilgang på mat, som igjen kan være en følge av klimaendringer.

Påvirkning fra skipstrafikk og petroleumsvirksomhet gjennom vanlig drift antas per i dag å være små. Redusert isdekke åpner for økt menneskelig aktivitet, herunder sjøtransport. Dette kan potensielt gi økt påvirkning og konsekvenser for ulike typer miljøverdier.

5.2.6 Havområdene rundt Svalbard, inkludert Bjørnøya

Utviklingen med stigende temperaturer og borealisering av økosystemene fortsetter. Det er ikke påviselige samspillseffekter mellom klimaendringer og direkte menneskelig påvirkning fra petroleum, skipstrafikk eller fiskerier. Ulike miljøendringer med årsak i klimaendringer kan derimot virke sammen og forsterke hverandre. For eksempel vil en samtidig med høyere temperaturer få økt avrenning med sedimenter fra land som sammen kan påvirke både bunnlevende organismer (benthos) og primærproduksjonen i de frie vannmasser (plankton). Slike effekter er enda ikke dokumentert.

I tabell 5.2 oppsummeres kort status for noen av miljøverdiene som ligger til grunn for identifisering av de særlig verdifulle og sårbare områdene (SVO) i

forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten samt de viktigste samspillseffektene.

Tabell 5.2 Kort oppsummering av status for noen av miljøverdiene som ligger til grunn for identifisering av SVOer (i rekkefølge fra sør til nord) og de viktigste samspillseffektene (samlede effekter av to eller flere påvirkninger). Miljøverdiene er i all hovedsak de som Overvåkingsgruppen har indikatorer for (Arneberg & Jelmert, 2017). Vi benytter samme inndeling i SVOer som i SVOrapporten (2019). SVOen Tromsøflaket er blitt utvidet til å omfatte også Lopp havet. Eggakanten, som nå er skilt ut som egen SVO omtales ikke her da den er definert til å tilhøre Norskehavet.

Område - samspillseffekter	Miljøverdi	Status og endringer i status siden 2009
Havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket		
Det er ikke påviselige samspillseffekter mellom klimaendringer og direkte menneskelig påvirkning fra petroleum, skipstrafikk eller fiskerier. Miljøendringer med årsak i klimaendringer kan virke sammen og forsterke hverandre.	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, 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 hekke- koloniene 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, inkludert Lopp havet		
Påviselige samlede konsekvenser fra menneskelig aktivitet er ingen eller små, det er også endringene fra vurderingen gjort i 2011.	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, på grunn av dårlig rekruttering.
	Svamp	Vanskelig å dokumentere utvikling da ikke systematisk overvåkning
Kystnære områder fra Tromsøflaket til grensen mot Russland		
For området i sin helhet (lokale påvirkninger fra land unntatt) er påviselige samlede konsekvenser fra menneskelig aktivitet små, det er også endringene fra vurderingen gjort i 2011.	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. Den samlede hekke- bestanden 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.
Polarfronten		
Samspillseffekter mellom klimaendringer og fiskeri-aktivitet. Redusert isdekke åpner for fiskeriaktivitet i nye områder, noe som kan ha negativ lokal effekt på bunnhabitater og bunndyr gjennom bunntåling. Mulige samspillseffekter mellom klimaendringer, havforsuring og transport av miljøgifter.	Lodde	Loddebestanden svinger mye. Har blitt kraftig redusert fire ganger siden midten av 1980-tallet. Den siste nedgangen 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 planområdet. Det betyr at det kan være fugl der fra områder med nedgang i hekke- bestanden (vestlige og nordlige deler av fastlandskysten), eller voksende hekkebestand (østlige deler av fastlands- kysten og Bjørnøya).

Område – samspillseffekter	Miljøverdi	Status og endringer i status siden 2009
Iskanten		
Samspillseffekter av klimaendringer og næringsaktivitet. Redusert isdekke åpner for fiskeriaktivitet i nye områder, noe som <i>kan</i> ha negativ lokal effekt på bunnhabitater og bunndyr gjennom bunntåling. Redusert isdekke <i>kan</i> føre til økt skipstrafikk. Ismelting <i>kan</i> også øke problemer knyttet til langtransportert forurensning.	Isbjørn	Bestanden kan være influert både positivt av vekst etter fredningen og negativt 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 svinger mye. Har blitt kraftig redusert fire ganger siden midten av 1980-tallet. Den siste nedgangen skjedde i årene før 2016, og bestanden er nå på et lavt nivå.
	Krykkje	Iskanten kan bli brukt av krykkje fra hele planområdet. 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 forvaltningsplan- området. 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		
Det er ikke påviselige samspillseffekter mellom klimaendringer og direkte menneskelig påvirkning fra petroleum, skipstrafikk eller fiskerier. Miljøendringer med årsak i klimaendringer kan virke sammen og forsterke hverandre. Økte temperaturer og samtidig økt avrenning med sedimenter fra land kan påvirke både bunnlevende organismer og primærproduksjonen i de frie vannmasser.	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. Referanser

AMAP (2016). AMAP Assessment 2015: Temporal Trends in Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norge.

AMAP (2017). Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) (2017). Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xiv + 269 sider.

AMAP (2018). AMAP Assessment 2018: Biological Effects of Contaminants on Arctic Wildlife and Fish. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Tromsø, Norge. 84 sider.

Andersen, J.H. & Stock, A. (red.), (2013). Human Uses, Pressures and Impacts in the Eastern North Sea. Aarhus University, DCE e Danish Centre for Environment and Energy, Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 18. 140 sider.

Andersen, J.H., Halpern, B. S., Korpinen, S., Murray, C. & Reker, J. (2015). Baltic Sea biodiversity status vs. cumulative human pressures. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 161:88–92.

Arneberg, P. & Jelmert, A. (2017) (red.). Status for miljøet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen – rapport fra Overvåkingsgruppen 2017. Fisken og havet, særnr.1b.2017. 86 sider.

Arneberg, P., Skjoldal, H.R., & van der Meeren, G.I. (2016). Betrakninger om metodikk for vurdering av samlet påvirkning. Notat. April 2016. 4 sider.

Bailey, A., Thor, P., Browman, H.I., Fields, D.M., Runge, J., Vermont, A., Bjelland, R., Thompson, C., Shema, S., Durif, C.M.F. & Hop, H. (2016). Early life stages of the Arctic copepod *Calanus glacialis* are unaffected by increased seawater pCO₂. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsw066

Bakke, T., Klungsøyr, J., & Sanni, S. (2012) Langtidsvirkninger av utslipp til sjø fra petroleumsvirksomheten: Resultater fra ti års forskning. Oslo, Norge, Norges Forskningsråd: 40s.

Ban, N. & Alder, J. (2008). How wild is the ocean? Assessing the intensity of anthropogenic marine activities in British Columbia, Canada. *Aquatic Conservation*. 18:55–85

Ban, N.C., Alidina, H.M. & Ardrøn, J.A. (2010). Cumulative impact mapping: Advances, relevance and limitations to marine management and conservation, using Canada's Pacific waters as a case study. *Marine Policy* 34:876–886

Barber, D.G., Hop, H., Mundy, C.J., Else, B., Dmitrenko, I.A., Tremblay, J.-E., Ehn, J.K., Assmy, P., Daase, M., Candlish, L.M. & Rysgaard, S. (2015). Selected physical, biological and biogeochemical implications of a rapidly changing Arctic Marginal Sea Ice Zone. *Prog Oceanogr*. 139, 122–150.

Blanchet, M.A., Lydersen, C., Ims, R.A. & Kovacs, K.M. (2015). Seasonal, Oceanographic and Atmospheric Drivers of Diving Behaviour in a Temperate Seal Species Living in the High Arctic. *Plos One*, 10(7), e0132686.

Blanchet, M.A., Lydersen, C., Ims, R.A. & Kovacs, K.M. (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., Lydersen, C., Ims, R.A. Lowther, A.D. & Kovacs, K.M. (2014). Harbour seal *Phoca vitulina* movement patterns in the high-Arctic archipelago of Svalbard, Norway. *Aquatic Biology* 21, 167–181.

Blevin, P., Angelier, F., Tartu, S., Bustamante, P., Herzke, D., Moe, B., Bech, C., Gabrielsen, G.W., Bustnes, J.O. & O. Chastel. (2017). Perfluorinated substances and telomeres in an Arctic seabird: Cross-sectional and longitudinal approaches. *Environmental Pollution*. 230: 360–367, doi: 10.1016/j.envpol.2017.06.060.

Blevin, P., Tartu, S., Ellis, H.I., Chastel, O., Bustamante, P., Parenteau, C., Anglier, F. & Gabrielsen, G.W. (2017). Contaminants and energy expenditure in an Arctic seabird: Organochlorine pesticides and perfluoroalkyl substances are associated with metabolic rate in a contrasted manner. *Environmental Research* 157: 118–126.

- Blevin, P., Angelier, F., Tartu, S., Ruault, S., Bustamante, P., Moe, B., Bech, C., Gabrielsen, G.W., Bustnes J.O. & O. Chastel. (2016). Exposure to oxychlordane, is associated with shorter teleomeres in arctic breeding kittiwakes. *Science of the Total Environment* 563: 125–130.
- Breitburg DL. & Riedel GF. (2005). Multiple stressors in marine systems. In: Crowder LB, Norse EA (editors). *Marine conservation biology: the science of maintaining the sea's biodiversity*. Washington, D.C.: Island Press. p. 167–182.
- Bohlin-Nizzetto, P., Aas, W. & Warner, N. (2018). Monitoring og environmental contaminants in air and precipitation, annual report 2017. NILU report 13/2018, Norwegian Environment Agency M-1062.
- Boitsov, S., Grøsvik, B.E., Nesje, G., Tveit, G. & Klungsøyr, J. (2016). Undersøkelser av organiske miljøgifter i fisk, skalldyr og sedimenter frå norske havområder de siste 20 årene. Rapport fra Havforskningen, Nr 29.
- Bourgeon, S., Leat, E.H., Magnúsdóttir, E., Fisk, A.T., Furness, R.W., Strøm, H., Hanssen, S.A., Petersen, A., Olafsdóttir, K., Borgå, K., Gabrielsen, G.W., & Bustnes, J.O. (2012). Individual variation in biomarkers of health: Influence of persistent organic pollutants in great skuas (*Stercorarius skua*) breeding at different geographical locations. *Environmental Research*, 118:31–39.
- Breitburg, D.L. & Riedel, G.F. (2005). Multiple stressors in marine systems. In: Crowder LB, Norse EA (red.). *Marine conservation biology: the science of maintaining the sea's biodiversity*. Washington, D.C.: Island Press. s. 167–182.
- Browman, H.I. (2016). Applying organized scepticism to ocean acidification research. Introduction. *ICES Journal of Marine Science* 73:529–536.
- Buhl-Mortensen, L. & Buhl-Mortensen, P. (2017). Marine Litter in the Nordic Seas: Distribution, composition, and abundance. *Mar. Poll. Bull.*, 125 (1–2), 260–270.
- Burger, A.E. (1993). Estimating the mortality of seabirds following oil spills: effects of spill volume. *Mar. Pollut. Bull.* 26: 140–143.
- Bustnes, J. O., Miland, O., Fjeld, M., Erikstad, K. E. & Skaare, J. U. 2005. Relationships between ecological variables and four organochlorine pollutants in an arctic glaucous gull (*Larus hyperboreus*) population. *Environmental Pollution* 136: 175 - 185.
- Bærum, K.M., Anker-Nilssen, T., Christensen-Dalsgaard, S., Fangel, K., Williams, T. & Vølstad, J.H. (2018) Spatial and temporal variations in seabird bycatch: incidental bycatch in the Norwegian coastal gillnet-fishery. Resubmitted to PLOS ONE December 2018.
- Carroll, A.G., Przeslawski, R., Duncan, A., Gunning, M. & Bruce, B., (2017). A critical review of the potential impacts of marine seismic surveys on fish & invertebrates. *Marine Pollution Bulletin*, 114: 9–24.
- Carroll ML & Carroll J. (2003). The Arctic Seas. Pp. 127–156 in Black K. & Shimmield G. (red.) *Biogeochemistry of Marine Systems*, Blackwell Publ Ltd, Oxford.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T.S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Mar Pollut Bull.* 62(12), 2588–2597.
- Cózar, A., Marti, E., Duarte, C., Garcia-de-Lomas, J., van Sebille, E., Ballatore, T.J., Eguiluz, M., González-Gordillo, J.I., Pedrotti, M.L., Echevarria, F., Trouble, R. & Irigoien, X. (2017). The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. *Science Advances*, 3(4). DOI: [10.1126/sciadv.1600582](https://doi.org/10.1126/sciadv.1600582).
- Crain, C.M., C.S Halpern., M.W. Beck & C.V. Kappel (2009): Understanding and managing human threats to the coastal marine environment. The Year in Ecology and Conservation Biology, 2009. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1162: 39–62.
- Dalpadado, P., Arrigo, K.R., Hjøllø, S.S., Rey, F., Ingvaldsen, R.B., Sperfeld, E., van Dijken, G.L., Stige, L.C. Olsen, A. & Ottersen, G. (2014). Productivity in the Barents Sea – Response to Recent Climate Variability. *Plos One* 9(5) e 95273.

Devriese, L.I., De Witte, B., Vethaak, A.D., Hostens, K. & Leslie, H.A. (2017) Bioaccumulation of PCBs from microplastics in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*): An experimental study. *Chemosphere*, 186, 10–16.

Dixon, J. & Montz, B.E. (1995). From Concept to Practice: Implementing Cumulative Impact Assessment in New Zealand. *Environmental Management* Vol. 19, No. 3, 445–456.

Erikstad, K.E., Moum, T., Bustnes, J.O. & Reierson, T.K. (2011). High levels of organochlorines may affect hatching sex ratio and hatchling body mass in arctic glaucous gulls. *Funct. Ecol.* 25:289–296.

Erikstad, K.E. & Strøm, H. (2012). Effekter av miljøgifter på bestanden av polarmåke på Bjørnøya. Norsk Polarinstitutt Kortrapport 25.

EPA (1999). Consideration of cumulative impacts in EPA review of NEPA documents. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Federal Activities (2252A).

Faglig forum for norske havområder (2018). Næringsaktivitet og påvirkning – Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten M-1245/2018

Faglig forum for norske havområder (2019). Næringsaktivitet og påvirkning – Faggrunnlag for oppdatering av forvaltningsplan for Norskehavet og for Nordsjøen-Skagerrak M-1280/2019

Faglig forum for norske havområder (2019). Vurdering av måloppnåelse – Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for havområdene, 2019.

Fall, J., Ciannelli, L., Skaret, G. & Johannesen, E. (2018). Seasonal dynamics of spatial distributions and overlap between Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) and capelin (*Mallotus villosus*) in the Barents Sea. *Plos One* 13(10). DOI: [10.1371/journal.pone.0205921](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205921)

Fangel, K., Aas, Ø., Bærum, K.M., Anker-Nilssen, T. & Christensen-Dalsgaard, S. (2015). Utilisitet bifangst av sjøfugl i norske kystfiskerier med garn og line. NINA Temahefte 64. 20 sider.

Fauchald, P., Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Erikstad, K.E., Nøttestad, L., Skern-Mauritzen, M. & Vikebø, F.B. (2015)a. Sjøfugl og marine økosystemer. Status for sjøfugl og sjøfuglenes næringsgrunnlag i Norge og på Svalbard. NINA Rapport 1161. 44 sider.

Fauchald, P., Anker-Nilssen, T., Barrett, R.T., Bustnes, J.O., Bårdsen, B.-J., Christensen-Dalsgaard, S., Descamps, S., Engen, S., Erikstad, K.E., Hanssen, S.A., Lorentsen, S.-H., Moe, B., Reierson, T.K., Strøm, H. & Systad, G.H. (2015) b. The status and trends of seabirds breeding in Norway and Svalbard – NINA Report 1151. 84 sider.

FFI (2015). Kjemisk ammunisjon senket utenfor norskekysten etter andre verdenskrig – hva er senket og hvilke effekter har dette på marine organismer? FFI-rapport 2015/00925.

Fiskeridirektoratet (2017). Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen. Forskrift J-173-2017. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-12-22-1878?q=utøvelsesforskriften>

Fluhr, J., Strøm, H., Pradel, R., Duriez, O., Beaugrand, G. & Descamps, S. (2017). Weakening of the subpolar gyre as a key driver of North Atlantic seabird demography: a case study with Brünnich's guillemots in Svalbard. *Mar Ecol Prog Ser.* 563, 1–11.

Foden, J., Rogers, S.I. & Jones, A.P. (2010). Recovery of UK seabed habitats from benthic fishing and aggregate extraction— towards a cumulative impact assessment. *Mar Ecol Prog Ser.* 411:259–270

Foden, J., S. I. Rogers, & A. P. Jones. (2011). Human pressures on UK seabed habitats: a cumulative impact assessment. *Mar Ecol Prog Ser.* 428:33–47.

Folt, C.L., Chen, C.Y., Moore, M.V. & Burnaford, J. (1999). Synergism and antagonism among multiple stressors. *Limnology and Oceanography* 44(3):864–877.

FOR-2015-07-03-870 (2006) Forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler, § 3 Gjennomføring av forordning (EF) nr. 1881/2006. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-07-03-870>.

- Fossheim, M., Primicerio, R., Johannesen, E., Ingvaldsen, R.B., Aschan, M.M. & Dolgov, A.V. (2015). Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. *Nat Clim Change* 5, 673–677.
- Frantzen, S., & Måge, A. (2016). Fremmedstoffer i villfisk med vekt på kystnære farvann. Brosme lange og bifangstarter. Gjelder tall for prøver samlet inn i 2013 – 2015. NIFES, Bergen.
- Gasbjerg, G., Christensen-Dalsgaard, S., Lorentsen, S.-H., Systad, G.H. & Anker-Nilssen, T. (2011). Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak. NINA Rapport 733. 139 sider.
- Gjerstad, D. & Vidal, J.-I. (2016) Skade på sjøfugl ved egning under linefiske i Finnmark. *Lappmeisen* 27: 39–40.
- Geyer, F., Sagen, H., Hope, G., Babiker & M. & Worcester, P.F., (2016). Identification and quantification of soundscape components in the Marginal Ice Zone. *J Acoustical Society America*, 139: 1873–1885.
- Grebmeier, J.M., Overland, J.E., Moore, S.E., Farley, E.V., Carmack, E.C., Cooper, L.W., Frey, K.E., Helle, J.H., McLaughlin, F.A. & McNutt, L. (2006). A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science* 311, 1461–1464.
- Grefsrud, E.S., Glover, K., Grøsvik, B.E., Husa, V., Karlsen, Ø., Kristiansen, T., Kvamme, B.O., Mortensen, S., Samuelson, O.B., Stien, L.H. & Svåsand, T. (red.) (2018). Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2018. Fisken og havet, særnr. 1–2018
- Gregory, M.R. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philos T Roy Soc B* 364(1526), 2013–2025.
- Grøsvik, B.E., Prokhorova, T., Eriksen, E., Krivosheya, P., Horneland, P.A., Prozorkevich, D. (2018). Assessment of Marine Litter in the Barents Sea, a part of the Joint Norwegian–Russian Ecosystem Survey. *Frontiers in Marine Science* 5(72).
- Hallanger, I.G., Ruus, A., Herzke, D., Warner, N.A., Evenset, A., Heimstad, E.S., Gabrielsen G.W. & Borgå, K. (2011). Influence of season, location, and feeding strategy on bioaccumulation of halogenated organic contaminants in Arctic marine zooplankton. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30, 77–87.
- Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F. & Kappel, C.V. (2007). Evaluating and ranking global and regional threats to marine ecosystems. *Conservation Biology* 21, 1301–1315.
- Halpern, B.S., McLeod, K.L., Rosenberg, A.A., & Crowder, L.B. (2008)a. Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. *Ocean and Coastal Management* 51, 203–211.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., Kappel, C.V., Micheli, F., D’Agrosa, C., Bruno, J.F., Casey, K.S., Ebert, C., Fox, H.E., Fujita, R., Heinemann, D., Leinhan, H.S., Madin, E.M.P., Perry, M.T., Selig, E.R., Spalding, M., Steneck, R. & Watson, R. (2008)b. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319, 948–952.
- Hansen, A.S., Nielsen, T.G., Levinsen, H., Madsen, S.D., Thingstad, T.F. & Hansen, B.W. (2003). Impact of changing ice cover on pelagic productivity and food web structure in Disko Bay, West Greenland: A dynamic model approach. *Deep-Sea Res I* 50(1), 171–187.
- Haarr, A., Hylland, K., Eckbo, N., Gabrielsen, G.W., Herzke, D., Bustnes, J.O., Blevin, P., Chastel, O., Moe, B., Hanssen, S., Sagrup, K. & K. Borgå. (2018). DNA damage in arctic seabirds: baseline, sensitivity to a genotoxic stressors and association to organohalogen contaminants. *Environmental Toxicology*, 37(4), 1084–1091.
- Haug, T., Bogstad, B., Chierici, M., Gjøsæter, H., Hallfredsson, E.H., Høines, Å.S., Hoel, A.H., Ingvaldsen, R.B., Jørgensen, L.L., Knutsen, T., Loeng, H., Naustvoll, L.-J., Røttingen, I. & Sunnanå, K. (2017). Future harvest of living resources in the Arctic Ocean north of the Nordic and Barents Seas: a review of possibilities and constraints. *Fish Res* 188, 38–57.
- Havforskningsinstituttet (2018). <https://www.imr.no/hi/nyheter/2018/juni/dramatisk-klimaskifte-i-det-nordlige-barentshavet-fra-arktisk-til-atlantisk-klima>.

Havforskningsrapporten (2017) Havert og Steinkobbe
https://www.imr.no/filarkiv/2017/07/sel-steinkobbe_og_havert.pdf/nn-no

HELCOM, (2010)a (S. Korpinen, L. Meski, J.H. Andersen & M. Laamanen). Towards a tool for quantifying anthropogenic pressures and potential impacts on the Baltic Sea marine environment: A background document on the method, data and testing of the Baltic Sea Pressure and Impact Indices. Balt. Sea Environ. Proc. No. 125. 72 p. Available at: www.HELCOM.fi/publications.

HELCOM, (2010)b (Eds. J.H. Andersen, S. Korpinen, M. Laamanen & U. Wolpers). Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003–2007: HELCOM Initial Holistic Assessment. Balt. Sea Environ. Proc. No. 122. 63 p

Heldal, H.E., Vikebø, F. & Johansen, G.O. (2013). Dispersal of the radionuclide caesium-137 (¹³⁷Cs) from point sources in the Barents and Norwegian Seas and its potential contamination of the Arctic marine food chain: coupling numerical ocean models with geographical fish distribution data. *Environ. Pollut.*, 180, 190–198.

Helle, J.H., McLaughlin, F.A. & McNutt, L. (2006). A major ecosystem shift in the northern Bering Sea. *Science*, 311, 1461–1464.

Hildebrandt, N., Niehoff, B. & Sartoris, F.J. (2014). Long-term effects of elevated CO₂ and temperature on the Arctic calanoid copepods *Calanus glacialis* and *C. hyperboreus*. *Marine Pollution Bulletin*, 80, 59–70.

Hollowed, A.B., Barange, M., Beamish, R.J., Brander, K., Cochrane, K., Drinkwater, K., Foreman, M.G.G., Hare, J.A., Holt, J., Ito, S.-i., Kim, S., King, J.R., Loeng, H., MacKenzie, B.R., Mueter, F.J., Okey, T.A., Peck, M.A., Radchenko, V.I., Rice, J.C., Schirripa, M.J., Yatsu, A. & Yamanaka, Y. (2013)a. Projected impacts of climate change on marine fish and fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fst081

Hollowed, A.B. Cheng, W., Loeng, H., Logerwell, E. & Reist, J. (2018). Regional Assessment of Climate Change Impacts on Arctic Marine Ecosystems. S. 703–728 i Phillips B.F and Pérez-Ramírez, M. (red). *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture*. Wiley Blackwell

Hollowed, A.B., Planque, B. & Loeng, H. (2013)b. Potential movement of fish and shellfish stocks from the sub-Arctic to the Arctic Ocean. *Fish. Oceanogr.* 22:5, 355–370

Hollowed, A.B., & Sundby, S. (2014). Ecology. Change is coming to the northern oceans. *Science*, 344(6188): 1084–1085. doi: 10.1126/science.1251166.

Hosseini, A., Amundsen, I., Bartnicki, J., Brown, J., Dowdall, M., Dyve, J., Harm, I., Karcher, M., Kauker, F., Klein, H., Lind, O., Salbu, B., Schnur, R. & Strandring, W. (2016). Environmental modelling and radiological impact assessment associated with hypothetical accident scenarios for the nuclear submarine K-27. In: *StrålevernRapport 2016:8* Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås, Norway, s. 140.

Hosseini, A., Amundsen, I., Brown, J., Dowdall, M., Dyve, J.E. & Klein, H. (2017). Radiological impact assessment for hypothetical accident scenarios involving the Russian nuclear submarine K-159. I: *StrålevernRapport 2017:12* Østerås: Statens strålevern.

Hosseini A., Brown, J.E., Gwynn, J.P. & Dowdall, M. (2012). Review of research on impacts to biota of discharges of naturally occurring radionuclides in produced water to the marine environment. *Sci. Total Environ.*, 438, 325–333.

Hylland, K. & Eriksen, D.Ø. (2013). Naturally occurring radioactive material (NORM) in North Sea produced water: environmental consequences. In Norwegian Norsk Olje og Gass.

Iosjpe, M., Reistad, O. & Amundsen, I. (2007). Radioecological consequences of a potential accident during transport of radioactive materials along the Norwegian coastline I: *StrålevernRapport 2007:3*. Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås.

Iosjpe M., Reistad O., & Liland A. (2011). Radioecological consequences after a hypothetical accident with release into the marine environment involving a Russian nuclear submarine in the Barents Sea. In: *StrålevernRapport 2011:3*. Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås.

Jelmert, A. & Arneberg, P. (red.) (2017). Status for miljøet i Barentshavet og ytre påvirkning – rapport fra Overvåkingsgruppen 2017. Fisken og Havet, særnummer 1b-2017. Havforskningsinstituttet.

Jones, E., Chierici, M., Skjelvan, I., Norli, M., Børsheim, K.Y., Lødemel, H.H., Kutti, T., Sørensen, K., King, A.L., Jackson, K. & de Lange, T. (2018). Monitoring of ocean acidification in Norwegian seas in 2017, Rapport, Miljødirektoratet, M-1072|2018 <https://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M1072/M1072.pdf>

Karnovsky N.J., Hobson K.A., Iverson S. & Hunt Jr. G.L. (2008). Seasonal changes in diets of seabirds in the NorthWater Polynya: a multiple-indicator approach. *Marine Ecology Progress Series*, 357, 291–299.

Kight, C.R. & Swaddle, J.P. (2011). How and why environmental noise impacts animals: An integrative, mechanistic review. *Ecol. Lett.* 14, 1052–1061.

Kjesbu, O.S., Bogstad, B., Devine, J.A., Gjosaeter, H., Howell, D., Ingvaldsen, R.B., Nash, R.D.M. & Skjaeraasen, J.E. (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

Klif (Klima- og forurensningsdirektoratet) (2011). Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Forslag til metodikk for vurdering av samlede påvirkninger og konsekvenser. Rap. fra en arbeidsgruppe (C. Østby mfl.). TA 2782/2011. 20 s.

Klif (Klima- og forurensningsdirektoratet) (2011). Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak.

Klif (Klima- og forurensningsdirektoratet) (2012). Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Samlet påvirkning og miljøkonsekvenser. Rap. fra Faggruppen for Nordsjøen og Skagerrak. TA 2907/2012. 185 s.

Klein H. & Bartnicki J. (2018). Worst Case Meteorological Scenario for Norway in Case of an Accident in Sellafield Nuclear Site. In: *Air Pollution Modeling and its Application XXV* (eds. Mensink C & Kallos G). Springer International Publishing Cham, pp. 457–462.

Korpinen S., Meski L., Andersen, J.H. & Laamanen, M. (2012). Human pressures and their potential impact on the Baltic Sea ecosystem. *Ecological Indicators* 15:105–114.

Korpinen S. (2015). OSPAR Case Study on Cumulative Effects: Evaluation of the methods and analysis of their outcomes. Report to CEFAS. 30 s.

Krause, D. & Leirvik F. (2018). Field Measurements of BC Emissions from Rolvsnes Well Test Flare, Sintef report No. OC2018 A-087, 19 s.

Kvadsheim, P.H., Sivle, L.D., Hansen, R.R., & Karlsen, H.E. (2017). Effekter av menneskeskapt støy på havmiljø – rapport til Miljødirektoratet om kunnskapsstatus, FFI-rapport 17/00075 eller M-690|2017

Kystverket (2017). Kartlegging av dumpfelt i Skagerrak i 2015 og 2016.

Landa, C.S., Ottersen, G., Sundby, S., Dingsør, G.E. & Stiansen, J.E. (2014). Recruitment, distribution boundary and habitat temperature of an arcto-boreal gadoid in a climatically changing environment: a case study on Northeast Arctic haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Fish Oceanogr.* 23, 506–520.

Landrø, M., Ni, Y. & Amundsen, L. (2016) Reducing high-frequency ghost cavitation signals from marine air-gun arrays. *Geophysics*, 81(3), 47–60.

Lewis C.N., Brown K.A., Edwards L.A., Cooper G. & Findlay H.S. (2013). Sensitivity to ocean acidification parallels natural pCO₂ gradients experienced by Arctic copepods under winter sea ice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America* 110, E4960–E4967.

Lien, V. S. (red.) *mfl.*, (2018). Polarfrontens fysiske beskaffenhet og biologiske implikasjoner. En verdi- og sårbarhetsvurdering av polarfronten i Barentshavet. Havforskningsinstituttet & Norsk Polarinstitutt. Fisker og havet nr 8, 2018. 75 s.

Liland, A., Hosseini, A., Iosjpe, M., Nilsen, K.A., Gäfvert, T. & Skjerdal, H. (2012). Radioaktive stoffer – tilførsler, konsentrasjoner og mulige effekter i Norskehavet. I: StrålevernRapport 2012:6. Norwegian Radiation Protection Authority, Østerås.

Lind, S., Ingvaldsen, R., & Furevik, T. (2018) Arctic warming hotspot in the Barents Sea linked to declining sea-ice import. *Nature climate change*, 8, 634–639.

Lippold, A., Bourgeon, S., Aars, J., Andersen, M., Polder, A., Lyche, J.L., Bytingsvik, J., Jenssen, B.M., Derocher, A.E., Welker, J.M. & Routti, H. (2019). Temporal trends of persistent organic pollutants in Barents Sea polar bears (*Ursus maritimus*) in relation to changes in feeding habits and body condition. *Environmental Science & Technology* 53, 984–995. DOI: [10.1021/acs.est.8b05416](https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05416)

Lucia, M., Verboven, N., Strøm, H., Miljeteig, C., Gavrilov, M., Braune, B.M., Boertmann, D. & G.W. Gabrielsen. (2015). Circumpolar contamination in eggs of the high-Arctic ivory gull *Pagophila eburnea*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 34, 1552–1561.

McLeod, K.L., Lubchenco, J., Palumbi, S.R. & Rosenberg, A.A. (2005). Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management. Communication Partnership for Science and the Sea.

M.E.A (2005)a. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Millenium Ecosystem Assessment. Washington D.C. 155 s.

M.E.A (2005)b. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Millenium Ecosystem Assessment. Washington D.C. 100 s.

Meld. St. 10 (2010–2011) Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. 144 s.

Meld. St. 20 (2014–2015) Oppdatering av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten med oppdatert beregning av iskanten. 54 s.

Melnes, M., Gabrielsen, G.W., Herzke, D., Sagerup, K. & Jenssen, B.M. (2017). Dissimilar effects of organohalogenated compounds on thyroid hormones in glaucous gulls. *Environmental Research*, 158, 350–357.

Micheli, F. Halpern, B.S., Walbridge, S. Ciriaco, S., Ferretti, F., Frascchetti, S., Lewison, R. Nykjaer, L. & Rosenberg, A.A. (2013). Cumulative human impacts on Mediterranean and Black sea marine ecosystems: assessing current pressures and opportunities. *PLoS One*, 8(12) e79889. doi: [10.1371/journal.pone.0079889](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079889)

Miljødirektoratet rapport M643 (2016). Arbeid med nullutslipp til sjø fra petroleumsvirksomhet offshore. Status – 2016.

Miljødirektoratet veileder M-608 (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.

MOSJ (2019). Havisutbredelse. <http://www.mosj.no/no/klima/hav/havisutbredelse.html>

MOSJ (2019). Miljøgifter i ringsel (*Pusa hispida*). <http://www.mosj.no/no/pavirkning/forurensning/miljogifter-ringsel.html>

MOSJ (2019). Lufttilførsler av miljøgifter til Barentshavet. <http://www.mosj.no/no/pavirkning/forurensning/forurensning-luft-pops.html>

Måge, A., Nilsen, B.M., Julshamn, K., Frøyland, L. & Valdersnes, S. (2017). Total Mercury, Methylmercury, Inorganic Arsenic, and Other Elements in Meat from Minke Whale (*Balaenoptera acutorostrata*) from the North East Atlantic Ocean. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 99(2), 161–166.

Nilsen, B.M., Julshamn, K., Duinker, A., Nedreaas, K. & Måge, A. (2013)a. Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Norskehavet og Barentshavet. NIFES, Bergen.

Nilsen, B.M., Julshamn, K., Duinker, A., Nedreaas, K. & Måge, A. (2013)b. Basisundersøkelse av fremmedstoffer i sei (*Pollachius virens*) fra Nordsjøen. NIFES, Bergen.

Nilsen, B.M. & Måge, A. (2016)a. Oppfølging av Basisundersøkelse Blåkveite-juni 2015. ISBN: 978-82-91065-34-2). NIFES, Bergen. 18 s

Nilsen, B.M., Nedreaas, K. & Måge, A. (2016)b. Kartlegging av fremmedstoffer i Atlantisk kveite (*Hippoglossus hippoglossus*). Sluttrapport for programmet "Miljøgifter i fisk og fiskevarer" 2013-2015. (ISBN: 978-82-91065-43-4) NIFES, Bergen.

Norsk rødliste for arter. (2015). Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/Rodliste>

Norsk rødliste for naturtyper. (2018). Artsdatabanken. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforaturtyper>

NRPA (2008). Atomtrusler. In: StrålevernRapport 2008:11 Østerås, Statens strålevern.

OSPAR (2017). Liquid discharges from nuclear installations in 2015. In: *Radioactive Substances Series* OSPAR commission, London.

Ottersen, G. (2015). Metodikk for vurdering av samlet påvirkning og miljøkonsekvenser for marine økosystemer – en litteraturstudie. Miljødirektoratet, Oslo. Rapport M-455. 44 s.

Ottersen, G. (2017). Helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder: Notat. Forslag til metode for vurdering av samlet påvirkning. 6 s.

Oug, E., Sundet, J.H. & Cochrane, S.I.J. (2018). Structural and functional changes of soft-bottom ecosystems in northern fjords invaded by the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*). *Journal of Marine Systems* 180, 255-264.

Peck, V.L., Tarling, G.A., Manno, C., Harper, E.M. & Tynan E. (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.

Reistad O., Hustveit S., Pålsson S.E., Hoe S. & Lahtinen J. (2012). A nordic approach to impact assessment of accidents with nuclear-propelled vessels. In: *Nordic Nuclear Safety Research (nks)*, Roskilde, Denmark.

Routti, H., Aars, J., Fuglei, E., Hanssen, L., Lone, K., Polder, A., Pedersen, Å.Ø., Tartu, S., Welker, J.M. & Yoccoz, N.G., (2017). Emission changes dwarf the influence of feeding habits on temporal trends of per- and polyfluoroalkyl substances in two Arctic top predators. *Environmental Science & Technology* 51, 11996-12006. DOI: [10.1021/acs.est.7b03585](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03585)

Samlet påvirkning (2005). Konsekvenser av samlet påvirkning på Lofoten-Barentshavet med dagens aktiviteter og i 2020. Rapport fra arbeidsgruppe. 77 sider. Hentet fra <http://www.npolar.no/npcms/export/sites/np/no/arktisk/barentshavet/forvaltningsplan/filer/Samlpaavirkning.pdf>

Selkoe, K.A., Halpern, B.S., Ebert, C.M., Franklin, E.C., Selig, E.R., Casey, K.D, Bruno, J. & Toonen, R.J. (2009). A map of human impacts to a "pristine" coral reef ecosystem, the Papahānaumokuākea Marine National Monument. *Coral Reefs* 28:635-650

Skancke, J. & Nordam, T. (2016). Long-term fate of Ra-226 originating from offshore produced water discharges. Sintef report A27746, Trondheim, Norway.

Skogen, M.D., Olsen, A., Børsheim, K.Y., Sandø, A.B. & Skjelvan, I. (2014) Modelling ocean acidification in the Nordic and Barents Seas in present and future climate. *Journal of Marine Systems*, 131, 10-20.

Smyth T. J., Tyrrell T. & Tarrant B. (2004). Time series of coccolithophore activity in the Barents Sea, from twenty years of satellite imagery. *Geophysical Research Letters* 31(11), L11302. doi:[10.1029/2004GL019735](https://doi.org/10.1029/2004GL019735)

Spaling H, & Smit B. (1993). Cumulative environmental change conceptual frameworks, evaluation approaches, and institutional perspectives. *Environmental Management* 17(5):587-600.

St. Aubin, D.J. (1990). Physiologic and toxic effects on polar bears. I "Sea Mammals and Oil: Confronting the risks" (Red. Geraci, J.R & St. Aubin, D.J.) Academic Press, San Diego. Side 235–239.

Steinacher, M., Joos, F., Frolicher, T.L., Plattner, G.-K., & Doney, S.C. (2009) Imminent ocean acidification in the Arctic projected with the NCAR global coupled carbon cycle-climate model. *Biogeosciences*, 6, 515–533.

Stortingsmelding nr. 12 (2001–2002) Rent og rikt hav.

Sun, M.Y., Clough, L.M., Carroll, M.L., Dai, J.H., Ambrose Jr, W.G. & Lopez, G.R. (2009). Different responses of two common Arctic macrobenthic species (*Macoma balthica* and *Monoporeia affinis*) to phytoplankton and ice algae: Will climate change impacts be species specific? *J Experimental Mar Biol Ecol.* 376(2), 110–121.

Sundby, S., Fossum, P., Sandvik, A., Vikebø, F.P., Aglen, A., Buhl-Mortensen, L., Folkvord, A., Bakkeplass, K., Buhl-Mortensen, P., Johannessen, M., Jørgensen, M.S., Kristiansen, Y., Landa, C.S., Myksvoll, M.S. & Nash, R.D.M. (2013). Kunnskapsinnhenting Barentshavet – Lofoten – Vesterålen: KILO, Fiskeriet Havet, Bergen, p. 188.

Sørensen, L., Sørhus, E., Nordtug, T., Incardona, J.P., Linbo, T.L., Giovanetti, L., Karlsen, Ø. & Meier, S. (2017) Oil droplet fouling and differential toxicokinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons in embryos of Atlantic haddock and cod. *PLoS One* 12(7)

Sørhus, E., Incardona, J.P., Karlsen, Ø., Linbo, T., Sørensen, L., Nordtug, T., van der Meeren, T., Thorsen, A., Thorbjørnsen, M., Jentoft, S., Edvardsen, R.B. & Meier, S. (2016) Crude oil exposures reveal roles for intracellular calcium cycling in haddock craniofacial and cardiac development. *Sci. Rep.* 6, 31038, doi: 10.1038/srep31058

Sørhus, E., Incardona, J.P., Furmanek, T., Goetz, G.W., Scholz, N.L., Meier, S., Edvardsen, R.B. & Jentoft, S. (2017) Novel adverse outcome pathways revealed by chemical genetics in a developing marine fish. *eLife*, 6:20707. doi: 10.7554/elife.20707

Thode, A., Kim, K.H., Greene, C.R.Jr. & Roth, E., (2010). Long range transmission loss of broadband seismic pulses in the Arctic under ice-free conditions. *J. Acoustical Society America*, 128: EL181–EL187.

Tollefsen, D. & Sagen, H., (2014). Seismic exploration noise reduction in the Marginal Ice Zone. *J. Acoustical Society America*, 136: EL47–EL52.

Verreault, J., Bech, C., Letcher, R.J., Ropstad, E., Dahl, E. & Gabrielsen, G.W. (2007). Organohalogen contamination in breeding glaucous gulls from the Norwegian Arctic: Associations with basal metabolism and circulating thyroid hormones. *Environmental Pollution*, 145:138–145.

von Quillfeldt, C.H. (red.) (2010). Det faglige grunnlaget for oppdateringen av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Fiskeriet Havet, Særnummer 1a 2010. 314 p.

von Quillfeldt, C.H. (red.) *mfl.*, (2018). Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen. Havforskningsinstituttet & Norsk Polarinstitutt. 256 s.

Wassmann, P., Reigstad, M., Haug, T., Rudels, B., Carroll, M.L., Hop, H., Gabrielsen G.W., Falk-Petersen, S., Denisenko, S.G., Arashkevich, E., Slagstad, D. & Pavlova, O. (2006). Food webs and carbon flux in the Barents Sea. *Prog Oceanogr.* 71, 232–287.

Wassmann, P., Kosobokova, K.N., Slagstad, D., Drinkwater, K.F., Hopcroft, R.R., Moore, S.E., Ellingsen, I., Nelson, R.J., Carmack, E., Popova, E. & Berge, J. (2015). The contiguous domains of Arctic Ocean advection: Trails of life and death. *Progr Oceanogr.* 139, 42–65.

Weydmann, A., Carstensen, J., Goszczko, I., Dmoch, K., Olszewska, A., & Kwasniewski S. (2014). Shift towards the dominance of boreal species in the Arctic: inter-annual and spatial zooplankton variability in the West Spitsbergen Current. *Mar Ecol Prog Ser.* 501, 41–52.

Wieczorek, A.M., Morrison, L., Croot, P.L., Allcock, A.L., MacLoughlin, E., Savard, O., Brownlow, H. & Doyle, T.K. (2018). Frequency of microplastics in mesopelagic fishes from the Northwest Atlantic. *Front Mar Sci.* 5, 39.

Wolkers, H., Corkeron, P.J., van Parijs, S.M., Simila, T., & van Bavel, B. (2007). Accumulation and transfer of contaminants in killer whales (*Orcinus orca*) from Norway: indications for contaminant metabolism. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26, 1582–1590.

Yang, X-Y, Yuan, X & Ting, M. (2016). Dynamical link between the Barents-Kara Sea ice and the Arctic Oscillation. *J Climate*. 29, 5103–5122.

