

# Sjømatnæringenes naturrisiko

## Fiskeridirektoratets innspill til naturrisikoutvalget

Norsk fiskerinæring og etter hvert også norsk oppdrettsnæring har som naturbaserte næringer alltid vært eksponert for naturrisiko. Både næringsaktørene og forvaltningen har i økende grad prøvd å forstå naturens tilsynelatende uforutsigbarhet og redusere konsekvensene av den.

Fiske er høsting av naturlig produksjon med forutsigbar og uforutsigbar variasjon (dvs. naturrisiko). Akvakultur er *styrt* biologisk produksjon som primært hadde sin begrunnelse i å redusere uforutsigbar variasjon, og etter hvert også sesongmessig variasjon (som i stor grad er forutsigbar). Menneskeskapt påvirkning har i moderne tid utgjort en økende del av sjømatnæringenes risikobilde, først med overfiske, så med utslipp, habitatforringelse og klimaeffekter.

Både fiskeri og akvakultur produserer mat og er avhengig av et hav mest mulig fritt for miljøgifter. Rent hav er en naturressurs der disse to næringene selv påvirker naturrisikoen gjennom utslipp, men der den samlede påvirkningen også kommer fra andre sektorer i samfunnet.

I det vi skal gjøre rede for nedenfor kan det gjerne trekkes et skille mellom risiko for redusert biodiversitet og risiko for manglende bærekraftig utnyttelse av en naturressurs. For våre viktigste fiskebestander har fiskeriforvaltningen hatt fokus på det siste og det er utviklet reguleringer der siktemålet har vært at fiskebestandene skal gi høyt utbytte, og der risikoen for manglende bærekraftig utnyttelse av fiskebestandene holdes lav. Dette er det gjort nærmere rede for nedenfor og tjener som et eksempel på hvordan slik risiko har vært forvaltet innen fiskeriene.

## 1. Kort om sjømatsektoren og Fiskeridirektoratet

I 2022 eksporterte Norge 2,9 millioner tonn sjømat til en verdi av 151,4 milliarder kroner (Norges Sjømatråd, 2023). Netto verdiskapningseffekter i 2020 utgjorde 112 milliarder kroner. Sjømateksporten dette året på 105,7 milliarder kroner stod for 23 % av fastlandseksporten. Sjømatnæringene stod samme år for en samlet direkte og indirekte sysselsetting beregnet til 83 000 årsverk (Johnsen et al., 2021).

### Akvakultur

Akvakulturnæringen er Norges nest største eksportnæring. Norge er verdens største produsent og eksportør av laks og regnbueørret.

Ved utgangen av 2022 var det utstedt 1571 akvakulturtillatelser på 989 lokaliteter til laks og regnbueørret sammen med 1130 til andre arter (inkludert tang og tare) fordelt på 291 lokaliteter (Fiskeridir, 2023). Lakseeksporten hadde i 2022 en verdi på 110,8 milliarder kroner, dette er 69,9 % av den samlede eksportverdien av norsk sjømat (Norges Sjømatråd, 2023). Det ble solgt 234 tonn pr sysselsatt i 2021 (Fiskeridirektoratet, 2023a).

Sysselsettingseffekten fra akvakultur er beregnet til 54 400 sysselsatte i 2020, av disse var om lag 8 000 direkte sysselsatt i oppdrettsselskapene (Johnsen et al., 2021).

### **Fiske og fangst**

Norge er Europas største fiskerinasjon, og niende størst globalt. De viktigste fiskeriene foregår på bestander som vi deler med andre nasjoner, i første rekke Russland i nord, EU og UK i sør, og Island og Færøyene i vest. I tillegg kommer fiskerier på en rekke fiskebestander langs kysten. Fiskebestandenes størrelse og utbredelse varierer. Endringer skyldes naturlig og menneskeskapt variasjon, herunder effekten av fiske. Den årlige fangstmengde (totalkvoten) fastlegges i fiskeriforhandlinger mellom de parter som høster på fiskebestanden og baseres på råd fra Det Internasjonale Råd for Havforskning (ICES). I de samme forhandlingene fordeles totalkvoten mellom partene, og det gjøres avtaler om i hvilken grad en parts fiskeflåte kan fiske sin kvote i den annen parts farvann.

Det var 5 611 merkeregistrerte fiskefartøy i Norge i 2022. Samlet fangstkvantum (eksklusive tang og tare) landet av norske fiskefartøy var 2,425 millioner tonn rundvekt med en foreløpig førstehåndsverdi på 28,338 milliarder kroner (2022). Målt i fangstverdi var de viktigste artene torsk (9,4 milliarder kroner), sild (4,0 milliarder kroner), makrell (3,8 milliarder kroner), sei (2,7 milliarder kroner) og hyse (1,6 milliarder kroner). Fangst pr fisker bosatt i Norge var 224,2 tonn, og det var 10 817 personer som hadde fiske som hoved- eller bierverv (Fiskeridirektoratet, 2023a). Sysselsettingseffekten fra fiske og fangst ble for 2020 beregnet til 39 000 (Johnsen et al., 2021).

I tilknytning til dette gir havressursene opphav til betydelig verdiskapning knyttet til turistfiske og havbasert opplevelsesturisme. I tillegg kommer fritidsfiske hvor en stor andel av befolkningen deltar. Norge er trolig det landet i Europa med høyest deltagelse av fritidsfiskere som fisker i saltvann (Hyder et al., 2018). Høsting eller utvinning av marine organismer til andre formål enn mat forvaltes også av Fiskeridirektoratet.

### **Fiskeridirektoratet**

Direktoratet skal fremme lønnsom og verdiskapende næringsaktivitet gjennom bærekraftig og brukerrettet forvaltning av marine ressurser og marint miljø. Fiskeridirektoratet er det sentrale rådgivende og utøvende forvaltningsorganet for fiskeri- og akvakulturnæringen, og er underlagt Nærings- og fiskeridepartementet (NFD). Direktoratet gir kunnskapsbaserte råd som bidrar til å utvikle og iverksette politikken innen akvakultur, fiskeri og marin arealforvaltning. Direktoratet utførte 388 årsverk med 435 ansatte i 2022. Direktoratet har 20 kontorsteder langs kysten, hovedkontoret ligger i Bergen.

Sjømatsektoren og Fiskeridirektoratet er nærmere omtalt i Fiskeridirektoratets årsrapport for 2022 (Fiskeridirektoratet, 2023b).

## 2. Sjømatsektorens risikobilde

I dette kapittelet besvarer vi høringsspørsmål 1: *Når og hvordan opplever dere naturrisiko som vesentlig for deres virksomhet? - Hva er mest vesentlig, avhengighet av natur, påvirkning på natur eller andre forhold?* Vi besvarer også høringsspørsmål 2: *På hvilke måter kan deres virksomhet bli påvirket av endringer i naturen og ressursgrunnet i Norge eller i andre land? Hva er mest vesentlig, kobling direkte til egen virksomhet eller indirekte via verdikjeder?* Vi oppsummerer viktige hovedpunkter innledningsvis, etterfulgt av utfyllende tekst.

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmål 1 oppsummert:

- Endringer i tilgang på godt egnede områder til å etablere og drive akvakultur grunnet miljøendringer (avhengighet).
- Endret og varierende tåleevne i omkringliggende miljø gir begrensninger og etter hvert reduksjon i regional akvakulturkapasitet (avhengighet)
- Økt etablering av landbaserte matfiskanlegg gir irreversibelt tap av fysisk natur, og vil samtidig øke forbruk av energi sammenlignet med matfiskproduksjon i flytende anlegg i sjø (påvirkning).
- Endret produktivitet i fiskebestander grunnet miljøendringer (avhengighet) eller overfiske (påvirkning)
- Endret fangstområde grunnet miljøendringer (avhengighet)
- Endret regelverk for utøvelse av fiske grunnet hensyn til økosystemeffekter, kanskje spesielt for fiskeri som har kontakt med sjøbunn (påvirkning/avhengighet)

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmål 2 er oppsummert:

- Regulering av landareal som brukes til å produsere ingredienser til fôr til akvakulturvirksomheter, samt klimapåvirkningen på denne produksjonen (avhengighet).
- Variasjoner i tilbudet av marine fôrkilder til akvakultur, spesielt marine oljer. Herunder usikkerhet knyttet til økende innslag av fettløselige miljøgifter.
- Reguleringer for å ta hensyn til økosystemeffekter vil kunne øke kostnadene i akvakulturnæringen (også relevant for høringsspørsmål 3).
- Endringer i fiskebestandenes størrelse og utbredelse, samt de reguleringer av fiskeriene som iverksettes for å motvirke enten nedgang i ressursgrunnet eller tap av naturmangfold.
- Tilsvarende vil ressursgrunnet for de land vi eksporterer til, kunne påvirke verdien av norske fiskerier.

## 2.1 Innledningsvis om naturrisiko i sjømatsektoren

Havmiljøet påvirkes av en rekke kommersielle aktiviteter som innebærer trusler for sårbare deler av de marine økosystemene, men som også gir oss mat, energi, arbeidsplasser og verdiskapning for bedrifter og samfunn. Avveiningene mellom de ulike interessene og arbeidet med å utvikle mer bærekraftig ressursutnyttelse står sentralt i norsk fiskeriforvaltning. Interessen for å utnytte havets ressurser er økende, noe som i seg selv gir økt naturrisiko.

### Akvakultur

En kartlegging av norske akvakulturvirksomheter foretatt på oppdrag av Fiskeridirektoratet viser at akvakulturnæringen foreløpig ikke kan regnes som en moden bransje med tanke på helhetlig risikostyring, men at bransjen er «på vei» og har en ambisjon om å utvikle seg og bevege seg oppover den såkalte modenhetstrappen. Øverste nivå i modenhetstrappen beskriver en moden virksomhet der risikostyring handler om å styre risiko for at virksomheten skal nå sine forretningsmessige mål og samtidig kunne dokumentere at man møter samfunnets krav til forsvarlig drift. En moden akvakulturvirksomhet har måloppnåelse som inkluderer bedre beslutningsevne og konkurranseevne for virksomheten, redusert frekvens for operasjonelt tap, bedre økonomisk handlefrihet og høyere markedsverdi (Teivainen-Lædre et al., 2022). Således vil håndtering av naturrisiko inngå i virksomhetens helhetlige risikostyring, både den virksomheten utsettes for, og den som virksomhetens aktivitet utsetter det omkringliggende miljø for. Det siste vil vanligvis innebære å oppfylle funksjons- og detaljkrav i lov og forskrifter.

Lønnsomheten i akvakulturnæringen er syklisk, og gjennomsnittlig driftsmargin har siden tusenårsskiftet variert mellom nesten -10% og +35% (Fiskeridirektoratet, 2023a; Misund, 2022). Årsakene til at lønnsomheten er syklisk er gjerne forklart med at markedet er syklisk, som igjen blant annet har en sammenheng med at valg som tas tidlig i produksjonsforløpet for en laksegruppe er irreversibelt og ikke nødvendigvis lar seg justere senere i en flerårig produksjonsperiode (Morken 2010). Begrensede muligheter til å justere produksjonen underveis i livsløpet til fisken representerer en form for intern naturrisiko. Det er et fellestrekk for norsk matproduksjon, både havbruk (marin akvakultur) og jordbruk, at det er tidkrevende, biologiske produksjoner som er påvirket av biofysiske faktorer som produsentene ikke har kontroll med (Hegrenes et al., 2007).

De norske risikovurderingene av miljøeffekter fra akvakultur har blitt utviklet av Havforskningsinstituttet, opprinnelig på oppdrag fra Fiskeridirektoratet. De første versjonene (Taranger et al., 2015) tok utgangspunkt i objektive sannsynligheter, mens senere versjoner vektlegger subjektive sannsynligheter. Dette har en sammenheng med at slik miljørisiko har et sammensatt årsaksbilde, mangler harde data (statistikk) i vesentlig grad og krever flerfaglig forståelse og håndtering (Andersen et al., 2022).

## Fiskeri

Den norske fiskeflåten er geografisk spredd langs kysten og vi har fartøy av ulik størrelse. De mindre kystfartøyene (sjarkene) kan bare operere kystnært, mens de større (konsesjonspliktige fartøy, herunder blant annet ringnot og trål) kan operere til havs.

Fiskerisektoren er avhengig av fiskebestander av en størrelse og med en årsklassesammensetning som gir stabilt gode fangster, og at disse har en utbredelse som gjør dem tilgjengelig for en størst mulig del av den norske fiskeflåten. Fiskeriene er dermed direkte avhengig av naturen fordi fiskebestandene varierer av naturlige årsaker. Men fiskeriene påvirker også naturrisikoen i den grad det fiskes mer enn det som er bærekraftig, fordi dette vil slå tilbake i form av lavere totalkvoter i fremtiden. Fiskeriene er derfor både avhengig av naturen og påvirker naturen, og naturrisikoen som dette innebærer forvaltes av norske fiskerimyndigheter.

Dette innebærer at fiskeflåten lever med naturrisiko - direkte gjennom endret størrelse og utbredelse av fiskebestandene - og indirekte gjennom de avtaler om kvoter og farvannsadganger som myndighetene klarer å fremforhandle. Reduksjon i kvoter og tilgang til farvann - eller mangel på slike dersom det ikke oppnås enighet – er eksempler på indirekte naturrisiko der regulerende myndighet søker å motvirke mer dramatisk reduksjon i fangstmuligheter i årene som kommer.

Fiskeriene påvirker imidlertid ikke bare den fiskebestanden det fiskes på. Det fiskes med ulikt redskap, og de redskapene som har kontakt med bunnen kan påvirke bunnfaunaen. Det mest kjente redskapet i denne sammenhengen er bunntral. Videre kan det, avhengig av utbredelse av de enkelte fiskebestander og fiskeredskapenes selektivitet, bli tatt fisk under minstemål eller bifangst av arter som kan være sårbare eller i ulik grad truet. Der det er kunnskap om at fisket har slike negative effekter vil myndighetene søke å motvirke disse gjennom reguleringer. Dette er også en type indirekte naturrisiko som fiskeflåten må forholde seg til.

Naturrisiko innenfor fiskeriene kan i noen tilfeller sees i sammenheng med klimarisiko og hvordan klima kan påvirke rekruttering og tilgang av byttedyr. Dette vises blant annet tydelig i analysene av økologisk tilstand i norske havområder (Arneberg et al., 2023a; b; Siwertsson et al 2023). I flere sammenhenger lar de to risikotypene seg vanskelig skille fra hverandre, og selv om de i andre tilfeller lar seg identifisere hver for seg, så kan de samvirke med til dels alvorlige utslag. Konkrete eksempler på nettopp dette er utviklingen av bestandene av torsk og sild i Nordsjøen/Skagerrak (Arneberg et al., 2023b). Etter at bestander av disse to artene ble nedfisket (negativ naturpåvirkning fra fiske, ref. delkap 2.3), så klarer de ikke å reetablere historisk tallrikhet grunnet mangel på byttedyrtilbud, nærmere bestemt hoppekreppstilbudet for yngelen. Mangelen kan skyldes klimaeffekter som påvirker fiskebestandene negativt. (ref. delkap 2.2).

## 2.2 Endringer i klima og naturmangfold som påvirker sjømatnæringene negativt

### Akvakultur

For akvakultur av laks i Norge kan det identifiseres 31 ulike typer klimapåvirkning, de fleste påvirker matfiskfasen (Falconer et al., 2022).

Økte havtemperaturer vil trolig være gunstig for sykdomsfremkallende organismer og øke deres spredningspotensiale. Dette gir igjen økt risiko for sykdomsproblemer i oppdrett, noe som igjen vil stille krav til omstilling og beredskap. Dette fordi større sykdomsutbrudd og massiv dødelighet erfaringsvis vil kreve en ressurskrevende håndtering både fra berørte næringsaktører og den operative forvaltningen. Beredskapen vil også kunne bli utfordret av hyppigere og kraftigere oppblomstring av skadelige alger og maneter. Havtemperaturøkning vil flytte optimalområder for de aller fleste etablerte norske oppdrettsartene nordover. Temperaturer over 20 °C stopper vekst og gir forhøyet dødelighet hos laks som har sin optimaltemperatur mellom 11 og 14 °C. Det er allerede kommet vitenskapelige arbeider som indikerer at produksjonsområdereguleringen («trafikklyssystemet») i realiteten er satt under press, samtidig som etablerte lokaliteter etter hvert må endre sine driftsmåter (Falconer et al., 2020).

Lakselus utgjør en vesentlig naturrisiko både for oppdrettsnæringen selv og for vill laksefisk med tilhørende økosystemer. Framveksten av lakselus forklares i all vesentlig grad av at et unaturlig stort antall verter (laks) holdes i oppdrett i kystsonen. Det gjør at den naturlige balansen mellom vert og parasitt er sterkt forskjøvet ved at parasitten har fått langt bedre livsbetingelser (høy vertstilgjengelighet). Økt sjøtemperatur forsterker dette ytterligere. Lakselusa endrer dessuten sitt genom raskt (og raskere enn laksen) – det er med på å forklare parasittens ekstreme tilpasningsevne. Det er gjort ulike beregninger av kostnadene i sjøfasen for lakseoppdretterne. De direkte kostnadene til kontroll, forebygging og behandling mot lakselus var allerede i 2018 beregnet til å utgjøre 5,2 milliarder kroner (Iversen et al., 2019). Eide (2021) har estimert at luserelatert reduksjon i EBIT for oppdrettsnæringen i 2021 ble opp mot 14 milliarder NOK. Om oppdrettsnæringen hadde iverksatt nødvendige tiltak og effektivt blitt kvitt lakselusa, så kunne samlede selskapsverdier vært 167 milliarder kroner høyere i 2021.

Dødeligheten i norsk lakse- og regnbueørretoppdrett i matfiskfasen har i perioden 2017–2022 variert mellom 52 og 59 millioner fisk (Fiskeridirektoratet, 2023a). En dødelighet på om lag 52 millioner ble i 2021 antydnet å representere et tap på 5–6 milliarder norske kroner (Iversen, 2021). Dødeligheten varierer vesentlig mellom selskaper og mellom deler av landet (Grønvik et al., 2022). I produksjonsområde 1–5 (Svenskegrensen til Hustadvika) har produksjonsdødeligheten i hele perioden 2018–2020 ligget over landsgjennomsnittet på 15 % og i produksjonsområdene 2–4 (Ryfylke til Stadt) har dødeligheten vært oppe i 23–27 %. Dødeligheten er lavest i anleggene fra Nord-Trøndelag til Vesterålen. For ferskvannsfasen er det rapportert dødelighet for de to artene på 60 til 75 millioner individer i samme periode (Fiskeridirektoratet, 2023a), fisk mellom 0 og 3 gram utgjør ca. 45% av denne dødeligheten (Sommerset et al., 2023).

Rensefisk brukt i matfiskproduksjonen (leppefisk og rognkjeks) hadde i samme periode en årlig dødelighet anslått til 50 millioner individer (Grefsrud et al., 2019). Dette tallet er på vei ned da utsettet av rensefisk har vist en nedadgående trend i senere år (Fiskeridirektoratet, 2023a).

Fiskemel og marine oljer brukes i stor grad som fôr til oppdrettsfisk og husdyr (Mullon et al., 2009). Tilgangen på marint råstoff har variert med naturlige svingninger, mest kjent er El Niño som etter hvert også påvirkes av klimaendringer (Quinn et al., 1987). Disse svingningene i upwellingsystemet påvirker fangstene av anchovetas, og etter 1950 har svingningene mellom høyeste og laveste fangst i det peruanske anchovetasfisket nådd 14 millioner tonn, noe som tilsvarer 15% av fangstmengden fra verdens samlede fiskerier (FAO-statistikk referert av Blanchard et al., 2017).

Andelen marint protein og fett i norsk fiskefôr har blitt gradvis mindre, dels grunnet høyere kostnad, dels overgang til direkte humant konsum, forbedret fôrteknologi og bærekraftsvurderinger. Som en følge av dette er en økt andel av den globale korn-, mais- og soyaproduksjonen benyttet til fiskeoppdrett (Troell et al., 2014; Ytrestøyl et al., 2015). Produksjon av soyabønner genererer klimagasser og har ført til avskoging i flere søramerikanske land. Produksjonen av soya er negativt påvirket av temperaturøkning i Nord-Amerika (Hatfield et al., 2011).

Etter hvert har fiskefôr eller menneskemat-dilemmaet blitt stadig mer fokusert, da også vegetabilier brukt i fiskefôr kan anvendes direkte til menneskemat. I den vitenskapelige litteraturen har vurderingsgrunnlaget beveget seg fra fisk inn:fisk ut-ratio (FIFO) til å anvende mer sirkulærøkonomisk tankegang. Da vil oppdrettsorganismens evne til å oppgradere bestemte biprodukter til menneskemat være aktuelt å bruke som målestokk. Dette er gjerne knyttet til artens trofiske nivå. Å bruke nettobidraget fra oppdrettsfisk til forsyningen av egnet protein til humant konsum er også en egnet målestokk (van Riel et al., 2023).

Begrenset tilgang av marine råstoffer, spesielt marint omega-3, har endret fettsyresammensetningen i en vesentlig del av norsk oppdrettslaks. Nivå av fett og bestemte fettsyrer har nøkkelroller i mange biologiske funksjoner. Således kan endringer av fettsammensetningen i fiskefôret påvirke laksens vekst, muskelkvalitet, helse og tåleevne/robusthet (se eksempelvis Lutfi et al., 2023).

I norsk sammenheng vurderes blant annet rødåte (*Calanus finmarchicus*) og mesopelagiske fiskearter som potensielle marine fôrråstoffressurser, men de har antagelig en større verdi dersom de anvendes til direkte humant konsum (Fjeld et al., 2022). Det er også knyttet usikkerhet til hva som vil være økonomisk og miljømessig bærekraftig framtidig beskatning av slike ressurser.

Både animalske og vegetabiliske råstoffkilder inneholder miljøgifter og andre skadelige stoffer i varierende grad. Årsaken til slikt innhold kan være både menneskeskapt (for eksempel insektmidler og PCB) eller naturlige (blant annet mykotoksiner). Dette er en form for naturrisiko som primært håndteres ved å velge fôrråvarer med lavest mulig giftinnhold. Dette kan være problematisk å ha sikker oversikt over, all den tid slike

råvarer er globale handelsvarer (Glencross et al., 2020). Mulighetene for å rense fiskeolje eller andre råstoffer, eventuelt immobilisere miljøgifter på ulikt vis foreligger, men er trolig ikke fullt utnyttet.

Fremmede arter kan påvirke kvaliteten av økosystemtjenestene som akvakulturnæringen er avhengig av. Eksempelvis har spøkelseskreps-arten *Caprella mutica* økt begroingsgraden på oppdrettsnøter merkbart siden tusenårsskiftet, og den er observert i store antall på oppdrettsnøter stort sett langs hele Norskekysten. Når arten opptrer i høye tettheter på notveggen (i Skottland registrert opp til 300 000 ind·m<sup>-2</sup>; Artsdatabanken, 2018) så vil vannutskiftningen bli redusert. Manglende oksygentilgang som følge av dette kan trolig gi veksttap hvis ikke forebyggende eller avbøtende tiltak settes inn. Også havnespy (Japansk sjøpung, *Didemnum vexillum*) kan tenkes å bremse vannutskiftningen i oppdrettsnøter etter hvert som den blir mer vanlig, men den har også vurdert å ha stor økologisk effekt (Artsdatabanken, 2018). Det er rapportert om sterk overvekst av havnespy i skjellanlegg på New Zealand (Coutts and Forrest 2007).

Inntrengning av hval og andre marine pattedyr samt fiskearter som pigghå og makrellstørje gir blant annet risiko for at oppdrettsarten rømmer (Fiskeridirektoratet, 2023c).

## **Fiskeri**

(se også omtalen i delkapittel 2.1)

I det nordøstlige Atlanterhavet forventer Kjesbu et al. (2021) at de fleste av 39 fiskebestander vil respondere positivt i en moderat klimaframskrivning fram mot 2050. Prognosen gir imidlertid et sammensatt bilde; kaldtvannarter påvirkes negativt i sørlige områder, likeledes arktiske bestander i sine sørlige randsoner. Det vil være mer varmekjære arter som ekspanderer nordover som vil ha fordeler av klimaendringene (Gullestad et al., 2020).

I ekspertpanelvurderingene av økologisk tilstand i norske havområder trekkes klimapåvirkning fram som en vesentlig driver for økologisk endring i Nordsjøen/Skagerrak, mens de biologiske effektene er ikke like sikre (dels grunnet manglende data) i Norskehavet og Barentshavet (Arneberg et al., 2023a; b; Siwertsson et al 2023).

Fremmede arter har allerede gitt konsekvenser for utøvelse av fiske i Norge. Fjordfiske med garn i det østlige Finnmark er negativt påvirket av invaderende kongekrabbe som stammer fra utsettinger foretatt av russiske forskere på seksti- og syttitallet som hentet denne fra Stillehavsregionen (Jørgensen and Nilssen, 2011). Kongekrabbe har vesentlige økologiske konsekvenser, og blir derfor forvaltet delvis som et regulert kommersielt fiske øst for Nordkapp (26°Ø). Vest og sør for denne grensen er det fritt fiske for å hindre videre spredning.

Risiko for hyppigere artsinvasjoner i arktiske farvann er forventet å øke med global oppvarming (Goldsmid et al., 2020).



I Artsdatabankens fremmedartsliste (Artsdatabanken, 2018) listes det opp totalt 24 marine arter i kategorien svært høy risiko. Fremmede arter som stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*), havnespy (*Didemnum vexillum*) japansk sjølyng (*Dasysiphonia japonica*) og japansk drivtang (*Sargassum muticum*) gir vesentlig risiko for økologiske effekter som blant annet igjen kan påvirke høstbare forekomster av makroalger og skjell. Havnespy spres via båttrafikk, men kan også spres via fiskeredskaper. Arten formerer seg raskt og fortrenger alle bunnlevende arter i området. Den japanske drivtangen ble importert til Europa med levende stillehavsøsters. En samlet vurdering av marine høyrisiko-arter i fremmedartslisten er foretatt av Borgersen et al. (2022).

## 2.3 Sjømatnæringenes negative klima- og naturpåvirkning

### Akvakultur

Akvakulturnæringen globalt bidro med om lag 0,49% av menneskeskapt klimagassutslipp i 2017, dette tilsvarte utslipp fra alt sauehold (MacLeod et al., 2020).

**Risikorapportene for norsk fiskeoppdrett** utgitt av Havforskningsinstituttet gir en oversikt over risiko for miljøeffekter, og foreligger som en kunnskapssammenstilling (Grefsrud et al., 2022b) og en risikovurdering (Grefsrud et al., 2022a; Grefsrud et al., 2023, Solberg et al., 2023). Risiko for miljømessig bærekraft og dyrevelferd vurderes for hvert produksjonsområde. Vurderingene ble i 2023 gjort for ti ulike risikoområder: dødelighet hos oppdrettslaks i sjø, dødelighet hos utvandrende postsmolt laks, negative effekter på sjøørret, endring i forekomst av ILA i villfisk, endring i forekomst av PD i villfisk, ytterligere innkryssing av rømt oppdrettslaks, utslipp av løste næringssalter, partikulært organisk materiale på bløtbunn, utslipp av kobber og bruk av villfanget leppefisk. Rapporten for 2023 inkluderer ikke miljøeffekter på non-target arter ved bruk av avlusningsmidler i fiskeoppdrett og heller ikke fjorårets vurdering på effekter av torskeoppdrett.

**Lakselus** utgjør en vesentlig naturrisiko både for oppdrettsnæringen selv og for vill laksefisk med tilhørende økosystemer. Økt antall verter i kystsonen gir økt lakselusindusert dødelighet på vill utvandrende laksesmolt og førstegangs utvandrende ørret og sjørøye (Grefsrud et al., 2022b). Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har, basert på statistiske analyser, konkludert med at lakselus er en betydelig bestandstrussel. For perioden 2010-2014 beregnet VRL et årlig tap i innsiget av laks til Norge på grunn av lakselus på ca. 50 000 laks (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2017), for 2018 og 2019 beregnes et tapt innsig på henholdsvis ca. 29 000 og 39 000 laks på grunn av lakselus (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2020).

Oppdrett påvirker via **utslipp** i form av organisk partikulært materiale, løste næringssalter, legemidler og andre fremmedstoffer. Sistnevnte kan være plast, miljøgifter som kan komme via fôret og kobber mv som brukes for å hindre begroing.

Utslipp vil kunne påvirke organismer som svømmer i frie vannmasser eller som lever på eller i sjøbunnen. Her vil spesiell sårbar natur være viktig å beskytte ved å regulere plasseringen av anleggene og driften av dem. Sårbar natur kan befinne seg i grunnere områder 1-2 km vekk fra lokaliteten og fortsatt stå i fare for å bli negativt påvirket. For stor belastning fra partikulære utslipp eller for høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentet vil dessuten redusere eller ødelegge bruksverdien av lokaliteten for oppdretter.

Utslipp vil kunne påvirke oksygentilgjengeligheten i fjordområder som har periodisk eller sjelden utskiftning av vannmassene. Den samlede påvirkningen, hvor utslipp fra oppdrett inngår, vil kunne endre levetilstandene dramatisk i slike vannforekomster. Utslipp av legemidler og miljøgifter kan påvirke bestander og økosystemer som næring og fritidsbrukere som fisker eller høster, er avhengige av. Dette innbefatter gyte- og oppvekstområder og bestander som er sårbare eller truede.

**Rømming av laks, regnbueørret og torsk** fra akvakulturanlegg gir for alle tre arter risiko for økologiske effekter (herunder næringskonkurranse og nedbeiting av viltlevende fisk), i tillegg til at rømt laks og torsk gir risiko for innkryssing i viltlevende bestander av samme art. Rømt fisk kan også spre sykdom (Naylor et al., 2000). For mer informasjon om rømmingsstuasjonen og rømmingsrisiko, se Fiskeridirektoratet (2023d), Grefsrud et al. (2022a,b) og Solberg et al. (2023). Rømming er sammen med lakselus de to trusselfaktorene som antas å ha høyest negativ påvirkningsgrad på vill laks i Norge. Dernest følger klimaendringer, fysiske inngrep og infeksjoner knyttet til fiskeoppdrett (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2022).

Oppdrett kan innebære risiko for **spredning av fremmede arter** på flere måter. Mest åpenbart er risiko som oppstår når oppdrettsarten ikke er naturlig hjemmehørende i det området hvor den oppdrettes. Den fremmede arten, dersom den rømmer, kan under gitte forutsetninger etablere seg med selvreproduserende bestander som igjen kan gi til dels betydelige økologiske konsekvenser (Naylor et al., 2000). Det samme kan oppstå når en fremmed art settes ut (havbeite regnes som akvakultur) eller rømmer, og sprer seg siden som en invaderende art. Kjente eksempler i norske farvann er kongekrabbe og pukkellaks som begge er stillehavsarter utsatt på russisk side i Barentsregionen (ICES, 2005; 2022b). I tillegg er stillehavslaksen regnbueørret den nest viktigste arten i norsk akvakulturproduksjon. Selv om det har vært til dels betydelige rømmingstall av denne fremmede arten, så er det relativt få rapporter om etablering av selvreproduserende bestander i norsk natur. Noen av påvisningene har dessuten sitt opphav i bevisste utsetninger. En inngående beskrivelse av forekomst i norsk natur og risikopotensialet er gitt i Artsdatabanken (2018). Det er et risikomoment i seg selv at det er ikke fullt ut forstått hvorfor denne arten ikke har etablert seg i større grad i norsk natur. Oppdrettsinstallasjoner kan også fungere som «stepping stones» for spredning av fremmede arter fordi «rene» strukturer representerer et substrat med lav konkurranse (Norderhaug et al., 2021).

**Villfanget leppefisk** brukes sammen med oppdrettet leppefisk og rognkjeks for å bekjempe lakselus i norske oppdrettsanlegg. Det ble fanget ca. 16,1 millioner leppefisk i 2019. Fisket etter leppefisk er et blandingsfiske hvor fangstene består av ulike arter salgbar leppefisk, samt en bifangst av undermåls leppefisk og andre arter. De mest brukte artene er grønnngylt og bergnebb som sammen utgjør rundt 90 %. Helsestatus og sykdomshistorikken til villfanget leppefisk er i stor grad ukjent, og den kan dermed være bærer av smittsomme agens som bakterier, virus eller parasitter. Flytting av leppefisk over større geografiske områder kan føre til genetiske endringer i den lokale bestanden. Denne problemstillingen har hittil vært lite undersøkt, men genetiske studier har vist at det har skjedd rømning og genetisk påvirkning fra Skagerrakbestanden hos grønnngylt i Trøndelag. Tilsvarende studier for bergnebb og bergngylt, gir mindre grunnlag for å konkludere sikkert, men det finnes indikasjoner på hybridisering også av bergnebb (Grefsrud et al., 2022a,b, 2023).

Fugl, oter, hval og sel kan skades eller blir drept i oppdrettsanlegg (se også delkap. 2.2).

Marin forsøpling forårsaket av oppdrett er nærmere omtalt i Fiskeridirektoratets handlingsplan mot marin forsøpling (Berg, 2021).

Interessen for landbasert oppdrett av laks har fått en stor økning etter at det ble åpnet opp for denne driftsformen uten at det ble krevd vederlag. Slike anlegg innebærer vesentlig naturrisiko knyttet til irreversible arealinngrep i strandsonen, energibruk og slamproduksjon (Hilmarsen, 2019).

### **Fiske og fangst**

I ekspertpanelvurderingene av økologisk tilstand i norske havområder vurderes fiskeri som en driver som påvirker økosystemene i Nordsjøen/Skagerrak og i Norskehavet og i avtagende grad i Barentshavet (Arneberg et al., 2023a; b; Siwertsson et al 2023).

Fiske påvirker økosystemet og påvirkningen kan deles i to grupper. Den første er påvirkningene på mållarten (art som fisket er innrettet mot for å fange) og de artene som normalt opptre som bifangstarter og den andre er påvirkningene på andre arter og på miljøet ellers, og da først og fremst bunnpåvirkningen.

Fiskeriene påvirker økosystemene, inklusive bestandene som det fiskes på. I Barentshavet er tilstanden og utviklingen tilfredsstillende for de fleste kommersielle fiskebestandene. Lodda er spesiell, den har en mer uforutsigbar bestandsstørrelse fordi arten er så kortlivet. I Norskehavet er også tilstanden og utviklingen bra for de fleste kommersielle bestandene, med unntak av vanlig uer. I Nordsjøen og Skagerrak er situasjonen tilsvarende, da med unntak av pigghå og torsk (for torsk: nordsjøbestanden og kysttorskbestandene).

I dag forvaltes de norske bestandene etter bærekraftprinsippet, selv om arter som vanlig uer og pigghå er rødlistet. Pigghå viser nå en positiv bestandsutvikling. Ut over

forvaltningen av disse målartene så kan fisket føre til bifangster av andre arter. I visse situasjoner kan bifangster føre til at fisket begrenses, et eksempel er stengning av rekefelt når innblandingen av fiskeyngel blir for høy. Rødlistestatus for en art er et viktig premiss for fiskeriforvaltningen også dersom den uønskede tilstanden ikke er direkte fiskerirelatert. Stengning av kommersielt fiske etter ål er et eksempel på hvor fiskeriregulering var det mest effektive tiltaket for å redusere samlet belastning. Effekter av fangst av leppefisk til akvakulturformål er omtalt under akvakultur foran i dette delkapittelet.

Bifangst av sjøfugl og marine pattedyr skjer i norske fiskerier, både i linefiske (Dunn and Steel, 2001; Fangel et al., 2017) og i garnfiske (Bærum et al., 2019). Både ulike kystlevende selarter (Bjørge et al., 2006) og nise (Moan et al., 2020) omkommer i vesentlige antall i kystnært garnfiske. Også andre hvalarter blir tatt som bifangst i ulike sammenhenger, både i norsk farvann så vel som globalt (oversikt i Leaper and Calderan, 2018). Naturlig gjenoppbygging av oterbestanden på Vestlandet hindres av lokalt fiske med ruser og garn (Landa and Guidos, 2020). Norsk bifangst av marine sjøpattedyr innebærer en risiko for markedsadgangen for norske fiskeprodukter til USA (Bering et al., 2022).

Fiske med redskap som berører bunnen påvirker den. Bunntåling etter reker og fisk påvirker mer enn snurrevad og garn, mens line og teiner påvirker bunnen minst. Det er økende oppmerksomhet på disse påvirkningene. Direktoratet må gjennom sin forvaltning sikre at påvirkningen fra bunntål ikke overstiger det som er bærekraftig, det vil si at for eksempel arter/bestander ikke må forvaltes slik at de risikerer å bli plassert på rødlisten eller at økosystemer ikke lengre opprettholder sin produktivitet. Det er trolig ikke mulig å unngå bunntåling og samtidig opprettholde dagens ressursuttak, i hvert fall ikke uten å øke drivstofforbruket og dermed utslippene, noe som er utfordrende når målet er å minimere fotavtrykket så mye som mulig.

En dokumentert økosystemeffekt av fiske er kråkebolle-nedbeiting av tareskog i nord. Nedfisking av steinbitbestandene på kysten har redusert predasjonspresset på kråkeboller, som igjen har ført til nedbeiting av nordnorsk tareskog i vesentlig grad. Dette omfatter naturtypene nordlig stortareskog, nordlig sukkertareskog og nordlig fingertarebunn. Det kan se ut som om at klimaeffekter og havforsuring paradoksalt nok kan bidra til reetablering av tareskogen i nord (Fagerli et al., 2013).

Koraller og svamper er store fastsittende organismer som er spesielt utsatt for bunntåling, ankring og dumping av masser. I kystområder overlapper rike forekomster av koraller og svamper med mulig påvirkning fra akvakultur, utslipp og avrenning fra land, men kan også være utsatt for deponering av landmasser. Hardbunnskorallskog er særlig utsatt for negativ fysisk påvirkning fra bunnfiske. Svamper er spesielt dominerende på deler av sokkelen og på undersjøiske fjell langs midthavsryggen i Norskehavet. Det er i første rekke på sokkelen utenfor 12 NM at svamper kan være utsatt for bunntåling. Koralldyr som vokser på bløtbunn vil også kunne være utsatt for bunntåling, eksempelvis vil sjøfjær i Skagerrak kunne være utsatt for tråling etter dypvannsreke.

Marin forsøpling forårsaket av fiskeri er nærmere omtalt i Fiskeridirektoratets handlingsplan mot marin forsøpling (Berg, 2021).

### 3. Hvilke endringer i regelverk, teknologi og andre rammebetingelser kan komme framover?

I dette kapittelet besvarer vi hørings spørsmål 3: *På hvilke områder bør deres virksomhet være forberedt på å møte endringer i myndighetenes regelverk? Hva med andre rammevilkår, inkludert markedsforhold, teknologi og holdningsendringer?*

Fiskeridirektoratets svar på hørings spørsmålet oppsummert:

- Økt marint vern vil medføre endringer for sjømatnæringenes arealtilgang
- Endret regelverk for tildeling og drift av akvakultur for å minimere uønskede økosystemeffekter (også relevant for hørings spørsmål 2) vil påvirke næringens rammebetingelser. Herunder egne regelfestede ordninger for å utvikle og øke bruken av mer miljøgunstige tekniske løsninger (se også delkapittel 4.3).
- Naturrisiko vil bli redusert jo mer teknologi som anvendes for å styre miljøbetingelsene både i ferskvanns- og sjøvannsfasen av norsk lakseproduksjon. Dette vil samtidig kunne øke risiko for at det som har vært betraktet som norske naturgitte konkurransefortrinn svekkes. Bruk av avansert teknologi som krever spesiell kompetanse å operere kan øke naturrisiko, spesielt i en etableringsperiode.
- Etablering av vindturbiner til havs (begrunnet i utfasing av fossile energibærere) vil kunne avgrense tilgang til fiskefelt, men vil ikke nødvendigvis slå ut negativt for fiskebestandene i området.
- Nye reguleringer innen fiskeriene med hensyn til tillatt redskapsbruk eller tillatte områder for utøvelse av fiske. Driverne her kan være nasjonale myndigheters regelverk eller det kan være krav satt i de markedene vi opererer.
- Reguleringer for å ta hensyn til økosystemeffekter vil kunne øke energibruk og kostnadene i fiskeriene.
- Forståelsen av natur- og klimakrisen kan føre til at markedene setter nye og til dels ulike krav til utøvelse av fisket. Dette kan være for å unngå fangst av truede arter eller for å redusere negative økosystemeffekter av fisket. Et eksempel er at norsk bifangst av marine sjøpattedyr innebærer en risiko for markedsadgangen for norske fiskeprodukter til USA grunnet U.S. Marine Mammal Protection Act's Import Provisions Rule (se delkap. 2.3).

#### 3.1 Mulige endringer i regelverk

Endringene i norsk og internasjonalt regelverk samt norske avtaleforpliktelser forventes å bli stadig mer omfattende og påvirke sjømatsektoren både direkte og indirekte. Forvaltningen av fiskeriressurser er unntatt EØS-avtalen. Fiskerisamarbeidet mellom EU

og Norge er derfor basert på bilaterale avtaler. Men norsk fiskerinæring vil likevel bli påvirket av andre politikkområder, eksempelvis finans (EUs grønne giv, EUs taksonomi).

Innenfor akvakultur har Norge en avtalemessig forpliktelse til å gjennomføre EUs regelverk for dyrehelse. Dette gir føringer for hvordan biologisk risiko knyttet til sykdom hos akvatiske dyr skal håndteres. EUs dyrehelseforordning (EU 2016/429) trådte i kraft i EU i 2021 og i Norge 28.04.2022.

Oversikt over internasjonale avtaler som forplikter Norge er ikke nærmere omtalt her.

### **3.2 Konkurransen i allmenningen**

Matfiskoppdrett av laks, regnbueørret og etter hvert torsk må sies å møte økende og til dels ulike grad av tilgang på sjøarealer. Fiske og akvakultur er i innbyrdes konkurranse med hverandre i en rekke saker hvor det søkes om lokalisering av akvakultur.

Norske myndigheter har etablert et system hvor vederlaget for tillatelser til matfiskoppdrett av laks og regnbueørret i stor grad har blitt tilbakeført til kommuner og fylkeskommuner. I 2022 utbetalte Fiskeridirektoratet innpå 3,1 milliarder kroner, hvorav 7/8 gikk til kommunene (Fiskeridirektoratet, 2022a). Kommunenes planlegging av akvakultur i sjø må sies å være påvirket av utbetalinger av havbruksfondet (Karlstad, 2022; Sandersen, 2022), noe som også var hensikten med Stortingets vedtak.

For torskeoppdrett er det ikke lagt et tilsvarende økonomisk incentiv for arealtilgang. Hensynet til svake kysttorskbestander veier tungt i risikovurderingen i saker om etableringer av torskeoppdrett.

### **3.3 Teknologiske trender**

Norske oppdrettsanlegg har fra 2005 til 2020 endret teknologi (fra kvadratiske stålanlegg til plastringer), og enhetsstørrelsen har økt med 221% (MacIntosh et al., 2022).

Ved etablering av havbruk til havs vil det stilles krav til kartlegging og konsekvensvurdering før etablering og til overvåking av miljø i drift. Anlegg til havs vil med stor sannsynlighet ha en betydelig biomasse på en lokalitet. Hvordan dette påvirker miljøet og økosystemet i området har vi ikke datagrunnlag på i dag og det er dermed usikkerhet knyttet til dette. Potensialet for påvirkning ved fiskerømming eller andre utilsiktede utslipp kan være større for store anlegg til havs. Det vil være behov for å sette strenge krav til sikkerhet for anlegg og drift av anlegg til havs samt til beredskap for å håndtere og begrense skadene av eventuelle hendelser (Fiskeridirektoratet, 2023g).

### **3.4 Tilgang på fôr**

Økte havtemperaturer (og endringer i uvær og vindmønstre) sammen med kjente værphenomener (El Niño) kan påvirke tilgang på marine fôrråstoffer, eksempelvis olje og

mel fra søramerikanske kortlivede fiskebestander. Dette vil igjen kunne påvirke produksjonskostnad og økonomien i norsk lakseproduksjon. Også endret produksjon og tilgang av vegetabiliske fôrmidler vil kunne påvirke likedan. Se delkapittel 2.2 under akvakultur for nærmere omtale.

### 3.5 Sjømateksport og markedstrender

For sjømatsektoren, som i veldig mange andre sammenhenger, er det en økt etterspørsel etter bærekraftige produkter. Denne er i vesentlig grad drevet fram av ulike forbruker- og miljøinteresser, og har blant annet manifestert seg i ulike frivillige merkeordninger. Det argumenteres i ulike sammenhenger for at offentlige myndigheter må ta et større ansvar for å sikre bærekraftig produksjon og handel av sjømat ved å sikre produkt differensiering som gir forbruker valgmuligheter uten å støtte an mot etablerte frihandelsforpliktelser (se Baumgartner and Bonanomi, 2021).

## 4. Nåværende og framtidig håndtering av naturrisiko

I dette kapitlet besvares høringsspørsmål 4-7 i hvert sitt delkapittel.

### 4.1 Sjømatnæringens håndtering av naturrisiko

Høringsspørsmål 4: *Håndterer deres virksomhet naturrisiko i dag? Er dette i så fall formalisert eller håndteres det på annet vis? Hvordan er det i så fall koblet til klimarisiko og andre former for bærekraftsrisiko?)*

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmålet oppsummert:

- Det er utviklet metodikk for kartlegging av sårbar natur og andre krav ifm. søknad om akvakulturlokalitet i sjø.
- Det er stilt krav om overvåking og tiltak under drift i akvakulturdriftsregelverket, og det kan stilles ytterligere krav som vilkår i tillatelsen etter en konkret vurdering i det enkelte tilfelle. De mest kjente formaliserte tiltakene for håndtering av naturrisiko innenfor marin akvakultur er trafikklyssystemet<sup>1</sup>, kravene til teknisk og biologisk forebyggende arbeid mot rømming samt kravene til avbøtende tiltak ved rømming<sup>2</sup>, regulering av bunnpåvirkning<sup>3</sup> og legemiddelutslipp<sup>4</sup> fra akvakultur og forbudet mot etablering av torskeoppdrett på gyteområder for vill torsk<sup>5</sup>.
- Det er etablert høstingsregler for de fleste fiskerier der hovedmålet er å holde fiskebestandene på et nivå som gir høyest mulig langtidsutbytte og lav sannsynlighet

<sup>1</sup> <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Kapasitetsjustering-trafikklyssystemet>

<sup>2</sup> <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Roemming>

<sup>3</sup> <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Overvaaker-miljoepaavirkningen>

<sup>4</sup> <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Drift-og-tilsyn/Legemiddel>

<sup>5</sup> Jfr § 7 første ledd bokstav a i <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-12-22-1799>

for at fisket skal føre til en bestandsstørrelse der de årlige totalkvotene må senkes betraktelig.

- Ved eventuell mangel på høstningsregler som i verste fall fører til et ukontrollert fiske der fiskebestanden fiskes ned til et minimum, kan vi stå overfor biodiversitetsutfordringer hvis det er snakk om stimfisk som sild og lodde. I noen tilfeller kan dette føre til utfordringer for arter som er avhengig av sild og lodde i sin diett (Christensen-Dalsgaard et al., 2008; Bogstad et al., 2016). Nedfisking av steinbit har resultert i kråkebollenedbeiting av nordlig tareskog (Fagerli et al., 2013).
- Fiskeridirektoratet har også utviklet tabeller der vi registrerer utviklingen i de fiskebestandene hvor vi ikke har vitenskapelig basert rådgiving fra Havforskningsinstituttet eller Det Internasjonale Råd for Havforskning (ICES). For ytterligere informasjon om dette verktøyet, se Fiskeridir (2017).
- Fiskeridirektoratet har etablert flere tiltak for å redusere fangst av småfisk. Dette kan være stenging og åpning av fiskefelt, redskapsutvikling, bifangstbestemmelser, generelle redskapsbegrensninger etc.
- Vi har også redskapsutvikling i offentlig regi for å redusere økosystemeffekter av fisket, eksempelvis bunnpåvirkning
- Koblingen til klimarisiko går indirekte gjennom produktivitet og utbredelse av fiskebestander. Endringer i klima kan altså påvirke begge disse faktorene.

## Akvakultur

### Håndtering av naturrisiko

Akvakulturloven sikrer at ingen kan drive akvakultur uten tillatelse. Loven håndterer naturrisiko (avgrenset til næringens negative påvirkning av natur) gjennom § 10 som er en miljønorm. Den slår fast at «*Akvakultur skal etableres, drives og avvikles på en miljømessig forsvarlig måte*». Bestemmelsen gjør det også mulig for myndighetene å gripe inn mot tilfeller hvor produksjonen ikke er miljømessig forsvarlig. En miljømessig forsvarlig produksjon innebærer at driften er forsvarlig i forhold til forurensning og økologiske effekter slik at det biologiske mangfoldet ivaretas. Loven oppstiller også krav til opprydding på lokaliteten når driften opphører. Videre gir loven myndighet til forbud mot, pålegge flytting eller sette andre vilkår dersom dette er nødvendig for å bevare områder med særlig verdi for akvatiske organismer. Både for å sikre miljømessig forsvarlig lokalisering og drift av akvakultur er det fastsatt en rekke forskrifter, og Fiskeridirektoratet utgir både veiledninger og retningslinjer for å sikre at dette blir ivaretatt. Sammen med Miljødirektoratet har Fiskeridirektoratet foreslått en kartleggingsmetodikk for sårbar natur som søker skal rapportere i forhold til ved søknad om lokalisering av akvakultur i sjø (Fiskeridirektoratet, 2022b).

Kostnadene er økende i norsk akvakulturnæring og har fram til 2022 i vesentlig grad gjenspeilt bedriftenes håndtering av biologisk risiko. Dette omfatter både risiko som næringen selv utsettes for, samt myndighetspålagte krav som skal holde næringens negative påvirkning av natur innenfor forsvarlige rammer. Kostnadene som skyldes biologisk risiko, er nå en av de største kostnadspostene i lakseoppdrett. I perioden 2012-



2022 har biologikostnadene mer enn doblet seg. I tillegg til en betydelig økning, har det også skjedd en vesentlig økning i variasjonen mellom selskapenes samlede produksjonskostnader (Fiskeridirektoratet, 2023a; Misund 2022). Andre kostnader enn de biologiske kan maskere faktorer som også skyldes biologisk risiko, og Misund (ibid.) peker spesielt på økte fôrkostnader i så måte.

Oftest vil akvakultur (kultivering av akvatiske organismer) bli vurdert som en risikofaktor grunnet negativ påvirkning av akvatiske økosystemer. Men noen akvakulturaktiviteter kan også under gitte forutsetninger være økologisk fordelaktige. Det kan da dreie seg om reetablering av arter, habitatrestaurering, bioremediering, klimatilpasning, erstatning for fangst av viltlevende (eventuelt truede) arter, kontroll av invaderende eller arter som gir økologisk ubalanse med videre (Overton et al., 2022). Disse mulighetene er ikke utviklet, heller ikke i norsk sammenheng.

#### Har håndtering av naturrisiko vært koblet opp mot klimarisiko?

Det kan, som tidligere nevnt, være vanskelig å skille naturrisiko fra klimarisiko. Et eksempel er oppblomstring av skadelige alger som er et naturlig men variabelt fenomen i utgangspunktet, Skadelige algeoppblomstringer som kan gi forhøyet fiskedød vil imidlertid øke i hyppighet, og økningen skyldes både klimatiske og ikke-klimatiske menneskeskapt drivere (IPCC, 2019). Våren 2019 ble flere oppdrettere i Nordland og Troms rammet av en dødelig algeoppblomstring, og ca. 14 500 tonn laks døde, noe som utgjorde ca. 2% av all laks i norske oppdrettsanlegg på dette tidspunktet. Tapet i direkte utgifter utgjorde 850-900 Mill kr, inkluderes tapt omsetning og fortjenestemargin ved ikke å produsere den døde fisken fram til slakt, er de økonomiske konsekvensene beregnet til mellom 2,1 og 2,34 milliarder kroner (Kontali, 2020). Fiskeridirektoratet er ansvarlig myndighet for krisehåndteringen ved oppblomstring av skadelige alger og maneter.

En annen naturrisiko som akselerer grunnet klima, er økning av infeksjonspresset av lakselus (se delkap 2.2 og 2.3). Økningen i vanntemperatur gjør det vanskeligere å oppnå bærekraftig vekst i norsk lakseproduksjon (Sandvik et al., 2021).

For norsk lakseoppdrett foreligger det en rekke ulike mulige tilpasninger til klimaeffekter. Overton et al. (2022) identifiserer 101 ulike tilpasningsmuligheter, hele 74 av disse for matfiskfasen. En del av disse mulighetene er tatt i bruk, men langt fra alle.

#### Har håndtering av naturrisiko vært koblet opp mot bærekraftsrisiko?

Innenfor sjømatsektoren henger dette uløselig sammen, både for den enkelte bedrift og for forvaltningen. Se blant annet (Aarstad, Jakobsen and Fløysand, 2023; Andersen et al., 2022; Blanchard et al., 2017; Osmundsen, Almklov and Tveterås, 2017) i tillegg til dette innspillet. Et konkret eksempel på at dette håndteres i sammenheng i modne akvakulturvirksomheter, er bærekraftsrapporteringen for 2021 fra Kvarøy Fiskeoppdrett (Kvarøy Fiskeoppdrett, 2022).

## Fiskeri

### Håndtering av naturrisiko

Lov om forvaltning av levende marine ressurser (Havressurslova) gir det rettslige grunnlaget for norsk fiskeriforvaltning. Paragraf 7 i denne loven omtaler hvilke forvaltningsprinsipp og grunnleggende hensyn forvaltningen skal ta, og av bestemmelser som peker i retning av håndtering av naturrisiko er de følgende;

- *«Ei føre-var-tilnærming i tråd med internasjonale avtaler og retningslinjer*
- *Ei økosystembasert tilnærming som tek omsyn til leveområde og biologisk mangfald*
- *At haustingsmetodar og reiskapsbruk tek omsyn til behovet for å redusere moglege negative verknader på levande marine ressursar»*

Slik lovgiving reflekterer samfunnets erkjennelse av at fornybare naturressurser har en så høy verdi at de står i risiko for å bli overutnyttet i en slik grad at deres langsiktige avkastning blir lavere enn den potensielt kunne ha vært. Resultatet av slik overutnyttelse av uregulerte naturressurser går gjerne under betegnelsen "Allmenningens Tragedie" (Hardin, 1968), som peker på at en allmenning – som i utgangspunktet er positivt – kan bli ødelagt dersom den utnyttes av flere enn den tåler. Flere av våre viktigste fiskebestander er i denne kategorien og myndighetene er derfor aktivt inne for å regulere høstingen av dem. Etersom overutnyttelse/overfiske innebærer risiko for redusert langsiktig avkastning fra fiskebestandene, kan en derfor si at myndighetene siden 1970-tallet har søkt å håndtere menneskeskapt naturrisiko inn mot fiskeriene.

Naturrisiko har vært håndtert ved å forske på naturressursen og forvalte den sektoren som utnytter ressursen. Forskningsinnsatsen som er nødvendig for å forstå dynamikken i en fiskebestand, og dermed ha informasjon om risiko som endringer i miljø eller overutnyttelse innebærer, har vært prioritert inn mot de kommersielt viktigste fiskebestandene. Med denne kunnskapen er det utviklet omfattende reguleringer som dekker langsiktige planer for bærekraftig høsting, stenging og åpning av fiskeområder for å unngå fangst av fisk under minstemål og bifangst av andre fiskearter. Det er brukt offentlige midler på å utvikle fangstbegrensende tiltak for å hindre at fangstene bli for store i trål- og snurrevadfiske, slik at fangst tapes og redskap ødelegges (Fiskeridirektoratet, 2023f). Det er videre utviklet selektive fiskeredskaper for å redusere potensielle økosystemeffekter av fiske, og dette er noe fiskerimyndighetene vil arbeide videre med.

I de fleste fiskeriene våre begrenses det enkelte fiskefartøys fangst av en fartøyskvote. Et fiskefartøy kan altså ikke øke sin lønnsomhet ved å fiske det som måtte gi høyest overskudd, men må avgrense fisket til den kvoten det er tildelt. Dette er en vesentlig forskjell fra en bedrift som kan kjøpe sine råvarer i et marked og tilpasse produksjonen til det som gir høyest mulig overskudd. For en fiskebåt vil det derfor i mange tilfeller foreligge økonomiske insentiver til å fiske utover kvoten eller å unngå at lavt betalt fangst belastes fartøyskvoten.

For å sikre etterlevelse av regelverket og overholdelse av kvoter fordelt på de enkelte fartøyene drives det derfor overvåkning og kontroll på fiskefeltene av Kystvakt og Fiskeridirektoratets Sjøtjeneste. Videre gjennomføres kontroll gjennom verdikjeden og ved landing slik at det ikke fiskes utover tildelt kvote på den enkelte fiskebåt. Her har salgslagene og Fiskeridirektoratet en viktig rolle. For å utvikle kontrollen med fiskeriene ble det utarbeidet en NOU (2019:21 Framtidens fiskerikontroll), og foreslåtte tiltak derfra søkes iverksatt fortløpende gjennom en vedtatt handlingsplan (Fiskeridirektoratet, 2021). Det mest sentrale tiltaket er å forbedre dokumentasjonsgrunnlag av ressursuttaket ved å stimulere til bruk av kunstig intelligens om bord på fiskefartøy gjennom FangstID-programmet (Fiskeridirektoratet, 2023e).

For fiskebestander der vi ikke har kunnet prioritere større forskningsinnsats benyttes data som innhentes fra fiskeriene. Der en kan finne signaler som tyder på at det er behov for enten økt kunnskapsgrunnlag eller at regulering iverksettes.

#### Har håndtering av naturrisiko vært koblet opp mot klimarisiko?

Fiskeflåten slipper ut klimagasser og påvirker på denne måten klimaet og risikoen for klimaendringer. Men disse utslippene er ikke særskilt regulert innen fiskerisektoren.

Variasjon og langsiktige trender i det atmosfæriske klimaet påvirker imidlertid havklimaet og vice versa. Havklimaet er i stor grad bestemmende for den grunnleggende produktivitet i de marine økosystemene. Det påvirker dermed produktivitet og utbredelse av de fiskebestander vi utnytter, men også byttedyr og predatorer som disse fiskebestandene er avhengig av, herunder de fiskebestandene som vi fisker på. Fiskerisektoren er derfor avhengig av at klimarisiko håndteres.

#### Har håndtering av naturrisiko vært koblet opp mot bærekraftsrisiko?

Om en ser på begrepene naturrisiko, klimarisiko og bærekraft (da forstått som miljømessig, økonomisk og sosial bærekraft) og i hvilken grad håndteringen av disse er koblet, synes følgende å være situasjonen;

Miljømessig bærekraft er knyttet til naturrisiko. Innen fiskerisektoren har vi et formalisert arbeid med å sikre økologisk forsvarlighet og dermed det å håndtere den del av naturrisikoen som går på bærekraftig ressursutnyttelse for de viktigste kommersielle fiskebestandene. Men et slikt formalisert arbeid har vi i mindre grad for kystnære bestander som vi har mindre kunnskap om. Vi har heller ikke en formalisert og heldekkende håndtering av naturrisiko for arter som står i økologisk interaksjon med den arten vi fisker på eller for arter som enten påvirkes av fiskeriene eller tas som bifangst. Det er imidlertid utviklet flere forslag til virkemidler, eksempelvis for å hindre uønsket bifangst av sjøfugl (Løkkeborg, 2011; Martin and Crawford, 2015). Akustiske pingere er påbudt brukt i garnfiske i Vestfjorden siden 2020 fra 01.01 til 30.04 for å redde niser og andre sjøpattedyr fra å bli fanget i garn (Fiskeridirektoratet, 2021; Moan and Bjørge 2023).

Økonomisk og sosial bærekraft forvaltes med egne reguleringer, men økologisk forsvarlighet setter en øvre grense for hvor mye sjømat gjennom fiske og annen høsting

kan bidra med i til å opprettholde økonomisk og sosial bærekraft. Og det vil i noen tilfeller være motstrid mellom det å opprettholde økonomisk og sosial bærekraft.

#### 4.3 Styringsverktøy, datagrunnlag og myndighetsbistand

Høringsspørsmål 5: *Hva slags styringsverktøy og datagrunnlag trenger dere for å vurdere naturrisiko bedre enn i dag? Hva kan myndighetene gjøre for å sette dere bedre i stand til å vurdere naturrisiko?*

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmålet oppsummert:

- Verdien av og interessen for norske marine ressurser er sterkt økende, samtidig er de levende marine ressursene utsatt for en rekke farer som gir økt klima- og naturrisiko. For å sikre best mulig håndtering av naturrisiko, det vil si å sikre økosystemtjenestene som sjømatsektoren er avhengige av, er økt kunnskapsstøtte for fiskeri- og akvakulturforvaltningen kritisk viktig. Dette omfatter forståelse av påvirkningsprosesser inkludert omfang, prognoser og grenseverdier (farekartlegging og risikovurdering), samt kunnskap om optimale metoder for risikohåndtering. Manglende investering i kunnskapsstøtte vil øke naturrisiko og/eller redusere mulighetene for næringsutvikling, avhengig av politiske valg.
- Marine grunnkart i kystsonen mangler med unntak av noen få pilotområder (Kartverket, 2023). Slike grunnkart vil ha høy verdi for å kunne redusere naturrisiko fra akvakulturnæringen, men også redusere skadelige effekter fra bunntåling på sårbar natur (eksempelvis svamphager, koraller og sjøfjærbunn).
- Styringsverktøyet for å hindre kollaps i fiskebestander er på plass, både for de fiskebestander hvor vi mottar vitenskapelig basert rådgiving og for de fiskebestandene hvor våre forvaltningstiltak er basert på informasjon fra fiskeri- og bestandstabellene. Vi mangler imidlertid fortsatt gode prediksjonsmodeller når klimaet blir mer variabelt.

#### Styringsverktøy

Det overordnede styringsverktøyet for å regulere og forvalte fiskeri og akvakultur er regelverket. For å kunne ha et regelverk for både akvakultur og fiskeri som har til hensikt å minimere uønskede økosystemeffekter må det være på plass en modell i regelverket som legger til rette for å kunne benytte oppdatert kunnskap. Det vil være nødvendig med mer kompetanse og kunnskap om økosystemet, effekter og bidragsyttere etc. Det vil være viktig å kunne utnytte kunnskap og datagrunnlag som finnes og sette dette sammen slik at det kan brukes i både tildeling, og tilsyns- og kontrollarbeid.

Se også underkapittelet om datagrunnlag.

## Fiskeri

Styringsverktøyet for å hindre kollaps i fiskebestander er på plass, både for de fiskebestander hvor vi mottar vitenskapelig basert rådgiving og for de fiskebestandene hvor våre forvaltningstiltak er basert på informasjon fra de etablerte fiskeri og bestandstabellene (Fiskeridirektoratet, 2017). I tillegg til bestandsestimeringer er vi avhengig av prediksjoner med hensyn til bestandsutvikling. Prediksjoner er basert på modeller av fiskebestandenes størrelse og sammensetning og er satt opp med historiske data. I den grad fremtidig variabilitet i havklimaet fører til endret produktivitet og utbredelse av våre fiskebestander, vil dette bli en utfordring med hensyn til å gi gode prediksjoner og dermed forvalte naturrisikoen på en akseptabel måte.

Styringsverktøyet er i de fleste tilfeller basert på modellering av den enkelte fiskebestand, og tar ikke hensyn til fiske eller størrelse på arter som står i økologisk interaksjon med målbestanden. Vi har ett unntak her, og det er ved fastsettelse av kvote for loddebestanden i Barentshavet. Lodde er en viktig byttedyrbestand for torsk og det tas hensyn til torskens konsum av lodde før det vurderes om det er forsvarlig å åpne for et fiske etter lodde samt for omfanget av dette fisket. Ved å gjøre det på denne måten gis torskefisket en prioritering fremfor loddefisket.

En slik type prioritering foretas indirekte for bestanden av norsk vårgytende sild, uten at det eksisterer et formalisert styringsverktøy for dette. Men det er vel kjent at en stor sildebestand legger igjen store mengder gyteprodukter langs kysten og at disse produktene, i tillegg til å gi rekruttering inn i bestanden, bidrar som føde for andre arter.

Havforskningsinstituttet foretok i 2018 en gjennomgang og prioritering av mulig flerbestandsforvaltning i norske fiskerier (Huse et al, 2018). En konklusjon der er at det er behov for ytterligere kunnskapsinnhenting for å "treffe" bedre med en flerbestandsforvaltning. De prioriterte områdene for ytterligere kunnskapsinnhenting er:

1. Predasjon av makrell på nvg-sild og kolmule
2. Predasjon fra torsk på uer, reke, sild og snøkrabbe
3. Predasjon av sild og makrell på raudåte i Norskehavet
4. Effekt av tarehøsting på rekruttering av fiskebestander på kysten
5. Predasjon av hval og sel på sild, lodde, krill og makrell
6. Effekt av raudåte på rekruttering hos nvg-sild, torsk, sei og hyse
7. Predasjon fra hvitfisk på tobis, øyepål, sild, brisling og fiskeyngel i Nordsjøen
8. Effekt av høsting av mesopelagisk fisk på næringsnettet
9. Tekniske interaksjoner – blandingsfiskeri etter hvitfisk i Nordsjøen
10. Tekniske interaksjoner – blandingsfiskeri etter leppefisk

## **Datagrunnlag**

Som vi delvis har vært inne på tidligere er det et potensiale for økt kunnskap om sekundæreffekter av fisket; herunder følgekonskvenser for miljøet og økosystemet rundt, inkludert avhengigheter mellom arten det fiskes på og andre arter. I dette ligger

da også implisitt behovet for en tilgjengeliggjøring, sammenstilling og formidling av slike data, sammen med eksisterende forskning og vurderinger knyttet til det som da blir mer primæreffektene av fisket eller andre forhold som påvirker bestandene, og råd om disse. Ny sammenstilt kunnskap og vurderinger av denne typen vil kunne gi økt beslutningsstøtte til utviklingsarbeid på regelverket, både for å identifisere behov, men også finne de mest effektive tiltakene av hensyn til de mest sårbare områdene, økosystemene og artene. I tillegg vil en slik kunnskap også kunne gi gevinster for øvrige deler av direktoratets virksomhet, ved for eks. et utvidet beslutningsstøttegrunnlag til når det skal vurderes og prioriteres for hvilke risikoområder og tiltak en skal ha fokus på ved tilsyns- og kontrollvirksomheten. Fiskeridirektoratet har en utstrakt datautveksling med ulike forsknings- og forvaltningsinstitusjoner, og har særlig grad et samarbeid med Havforskningsinstituttet for å utvikle gode beslutningsstøttegrunnlag for direktoratets risikohåndtering.

Se også underkapittelet om styringsverktøy.

### **Myndighetsbistand**

For norsk lakseoppdrett er det en rekke ulike tilpasninger til klimaeffekter. Overton et al. (2022) identifiserer 101 ulike tilpasningsmuligheter, hele 74 av disse for matfiskfasen. En av disse tilpasningene er et mer fleksibelt tillatelsessystem med prosesser for allokering og endring av lokaliteter. Slik justering vil trolig bli etterspurt i økende grad framover.

### **4.4 Dilemmaer i beslutninger om natur**

*Høringsspørsmål 6: Hva slags dilemmaer møter dere i beslutninger som berører natur og naturrisiko?*

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmålet oppsummert:

- Verdiskapning og matproduksjon må vurderes opp mot uønskede effekter på natur. Kunnskapsgrunnlaget er ikke tilfredsstillende til fullt ut å kunne vurdere konsekvenser av påvirkning fra sjømatnæringene på marin natur, og det er utfordringer knyttet til hvordan og hvor langt forvaltningsprinsippene om samlet belastning og føre-var blir forstått og ivaretatt. Dette gjelder i størst grad for akvakultur. Målkonfliktene både i FNs bærekraftsmål og nasjonale mål for næringspolitikk versus miljøpolitikk er langt på vei senket ned i forvaltningen uten at nødvendige avklaringer er gjort.
- Avlusing og valg av metode og middel. Avveining av naturrisiko hos oppdrettslaks versus hensynet til naturlige bestander av laksefisk og ytre miljø for øvrig. Dette er et dilemma med fare for målkonflikt mellom hensyn håndtert av ulike forvaltningsorganer.

- Avveiningen mellom redusert bunntåling for å beskytte bunnlevende fauna i forhold til bunntålingens bidrag til å holde energibruk og klimautslipp pr enhet fangstkvantum lavest mulig er omtalt i delkapittel 2.3 under fiske og fangst.
- I fiskerireguleringen kan det tidvis være et dilemma om man skal legge opp til at pelagiske bestander skal kunne gå til produksjon av mel og olje (og da i praksis til dyrefôr) eller ikke. Dette er en del av dilemmaet «fiskefôr eller menneskemat» som er beskrevet av van Riel et al. (2023) og omtalt i delkapittel 2.2
- En variert flåtestruktur vil innebære noen dilemmaer i forhold til naturrisiko. Både med hensyn til endret utbredelse av fiskebestandene og med hensyn til at økosystemeffektene av noen redskaper kan bli så store at de ikke tillates, kan det være en fordel med en variert flåtestruktur. Hvis derimot fokuset på naturrisiko kobles ensidig på klimarisiko eller sosial bærekraft kan det være ønskelig med en viss type fartøy og en viss type redskap.

Som beskrevet tidligere utgjør lakselus en vesentlig naturrisiko både for oppdrettsnæringen selv og for vill laksefisk med tilhørende økosystemer. For å holde lusenivået under bestemte grenseverdier benyttes ulike former for avlusing. Myndighetene har satt grenseverdier, men virksomheten kan ha egen strategi og ytterligere strengere grenseverdier. Ved valg av metode, samt hvor raskt tiltak skal settes i verk kan by på dilemmaer. Avlusing av et oppdrettsanlegg vil redusere lusepress på villaksen, men lusebehandling kan påvirke oppdrettslaksen og gi høyere dødelighet. Hvilken metode som benyttes påvirker også hvilken konsekvens den får. Bruk av legemiddel i fôr er skånsom mot oppdrettsfisken, men kan påvirke nærmiljøet i større grad. Bruk av mekanisk eller termisk avlusing påvirker oppdrettsfisken mer, men er skånsom for nærmiljøet. Badebehandling med legemiddel kan være noe mer skånsomt for oppdrettsfisken enn ved bruk av mekanisk eller termisk avlusing, men har potensiale til å påvirke ytre miljø i større grad avhengig av type legemiddel.

Reguleringer av fiskeriaktivitet for å redusere negative økosystemeffekter av fisket kan være økte kostnader/ reduserte inntekter (som i diskusjonen vil bli kvantifisert) på kort og mellomlang sikt. Et dilemma vil være hvordan en skal avveie slike kostnader opp mot forventede, men usikre og ikke-kvantifiserte verdier av vern av for eksempel korallrev, ålegress, rødlistede bifangstarter etc.

Sjømat hentet gjennom fiskeri vil generelt ha lavere klimagassutslipp enn annen matproduksjon basert på dyrehold. Tiltak iverksatt for å redusere naturrisiko kan innebære et dilemma dersom tiltakene fører til at bærekraftig satte fiskekvoter ikke blir oppfisket, og dette øker etterspørselen etter for eksempel mat basert på kjøttproduksjon, se Winther et al. (2020).

Ved fastsettelse av totalkvoter for våre fiskebestander er det et dilemma hvorvidt en skal la kvotene følge de årlige forskningsbaserte bestandsanslag eller om en skal glatte ut endringer i kvotenivå ved å sette begrensninger på hvor mye en totalkvote kan tillates å

varierte fra år til år. Det siste er blitt gjort for en rekke fiskebestander der vi mottar rådgiving fra det Internasjonale råd for havforskning (ICES). Et eksempel på dette er fra nordøst-arktisk torsk (ICES, 2022a).

### **Spesielt om en variert flåtestruktur og naturrisiko**

Den norske fiskeflåten er variert med hensyn til fartøyenes størrelse, redskapsbruk, utrustning og mannskap. Vi har større havgående fartøy som enten fisker med ringnot, pelagisk trål, bunntål eller autoline, og vi har kystflåten som i større grad fisker med garn, line, juksa og snurrevad.

For det enkelte fartøy vil tilgjengeligheten av fisk variere. Tilgjengeligheten vil variere som følge av fiskebestandenes størrelse, klimatiske forhold, fisket eller i hvilken grad en gjennom fiskeriavtaler oppnår adgang for norske fartøy i andre parters økonomiske soner. I denne sammenheng vil et større havgående fartøy ha større fleksibilitet og mindre risiko for ikke å finne fangstbare forekomster av fisk enn et mindre kystfartøy.

Hvis vi stiller spørsmålet om en diversifisert fiskeflåte bidrar til å senke naturrisikoen i forhold til en mindre diversifisert flåte blir det behov for å nyansere ulike former for naturrisiko:

- En type naturrisiko vil være at våre tildelte fiskekvoter ikke blir oppfisket fordi tilgjengeligheten til fisk endres, for eksempel ved at fiskebestandene trekker ut fra kysten og bare finnes i fangstbare konsentrasjoner lenger til havs. I et slikt tilfelle vil det klart være en fordel å ha en diversifisert fiskeflåte både med hensyn til fartøy av en størrelse og med redskap som faktisk kan utnytte disse fiskebestandene slik at de kvoter Norge er tildelt blir oppfisket.
- En annen type naturrisiko kan ligge i at det blir behov for å sette begrensninger med hensyn til hvilke redskap som kan benyttes for å fiske tildelte kvoter, for eksempel redskap som har uønskede effekter på biotiske eller abiotiske forhold ved havbunnen. I et slikt tilfelle vil det også være en fordel å ha en diversifisert fiskeflåte, kanskje spesielt med hensyn til redskap, som sikrer at tildelte kvoter blir oppfisket.
- Dersom en kobler naturrisiko til klimarisiko blir gjerne perspektivet et annet. Winther et al (2020) har vist at drivstoff-forbruket pr enhet fangst i ulike flåtegrupper varierer. Dersom hensynet til utslipp av klimagasser skulle være enerådende ville en gjerne konkludert motsatt av det vi har gjort over. Da kan det tenkes at det mest optimale ville være å satse på en type fartøy med tilhørende redskap som gav lavest mulig utslipp av klimagasser pr kilo fanget fisk.
- Og – hvis en kobler naturrisiko opp mot bærekraftsbegrepet – og mer spesifikt mot sosial bærekraft - endrer bildet seg igjen. Havfiskeflåten og sjarkflåten har ulikt driftsmønster og skaper økonomisk aktivitet i forskjellige samfunn langs kysten. Avhengig av hva en setter opp som indikator for sosial bærekraft vil det være en fordel med en viss type fartøy. Sjarkflåten trekkes i denne sammenheng ofte frem som viktig for økonomisk aktivitet i mindre kystsamfunn.



I forhold til naturrisiko, og også når dette kobles til klimarisiko og risiko for manglende bærekraft, vil en diversifisert fiskeflåte i forhold til en mer ensretting av flåte og redskap innebære en rekke dilemmaer. I det ovennevnte har vi bare identifisert noen av disse, men det vil være et omfattende arbeid å analysere om en alternativ flåtestruktur samlet sett ville være ønskelig og hvilke politiske rammevilkår som i så fall måtte vært endret.

#### 4.5 Fiskeridirektoratets framtidige håndtering av naturrisiko

Høringsspørsmål 7: *Hvilke planer har dere om å ta mer hensyn til naturrisiko? I så fall, hvordan og hvorfor?*

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmålet:

- Fiskeridirektoratet arbeider kontinuerlig ut fra sitt samfunnsoppdrag, «Fiskeridirektoratet skal fremme lønnsom og verdiskapende næringsaktivitet, gjennom bærekraftig og brukerrettet forvaltning av marine ressurser og marint miljø». Direktoratet må derfor håndtere naturrisiko som påvirker muligheten for slik næringsaktivitet, og redusere den samme næringsaktivitetens negative påvirkning på marine naturressurser og marint miljø. Vi bruker, og vil bruke, hele vårt virkemiddelapparat for å ivareta dette ansvaret. Dette omfatter faggrunnlag for politikkutforming, regelverk, reguleringsmodeller og tillatelsessystemer, kontrollere at høsting av marine ressurser er i samsvar med nasjonale og internasjonale reguleringer, føre tilsyn med at akvakultur skjer i tråd med fastsatte krav, og sikre en balansert og bærekraftig utnyttelse av arealene i kystsonen og havområdene med utnyttelsesmuligheter for marine næringer. Status for planer og konkrete forslag innenfor de ulike delene av direktoratets virksomhet fremgår av direktoratets hjemmesider ([www.fiskerdir.no](http://www.fiskerdir.no)).
- Fiskeridirektoratet har nylig vært gjennom en omorganiseringsprosess, og har nå fått en egen Miljøseksjon. Et av de arbeidene som er iverksatt er en gjennomgang av FNs bærekraftsmål og delmålene under dette, og stille oss følgende spørsmål;
  - Hvilke av Fiskeridirektoratets aktiviteter bidrar/er relevante inn mot de enkelte delmål under FNs 17 bærekraftsmål
  - For hvilke av FNs bærekraftsmål vil det være rasjonelt at Fiskeridirektoratet enten endrer sin oppgaveløsning eller tar et nytt ansvar
  - Vi forventer at vi ved en slik gjennomgang vil identifisere flere sider der våre næringer er eksponert for naturrisiko. Med dette som fremtidig kunnskapsbase vil vi være i en bedre posisjon til å identifisere og gjennomføre tiltak for å håndtere dette mer presist enn i dag.

## 5. Avslutning

Høringsspørsmål 8: *Har dere dokumentasjon som kan være relevant for utvalget?*

Fiskeridirektoratets svar på høringsspørsmålet:

- Fiskeridirektoratet samler i dag inn offisiell statistikk om norske sjømatnæringer. Statistikken formidles via direktoratets nettsider for akvakultur <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse> og for fiskeri <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse>. I tillegg samles data inn for tilsyns- og kontrollformål. Fiskeridirektoratet ved Tove Aasheim har 24.02.23 sendt Miljødirektoratet ved Lucrezia Gorini en oversikt over Fiskeridirektoratets data som kan være av interesse for utvalget.
- Fiskeridirektoratet har siden opprettelsen i år 1900 (1900-1906 som Norges Fiskeristyreelse), som en del av utviklingen av norske fiskerier, arbeidet med å forstå og håndtere naturrisiko i form av naturlig variasjon i forekomst og tilgjengelighet av de viktigste fiskebestandene. Til å begynne med dreide dette seg om sild og torsk. Allerede i perioden 1870 til 1890 hadde verdien av norske fiskerier gått tilbake, blant annet fordi viktige sesongfiskerier slo feil, særlig vårsildfisket på Vestlandet (Kolle, 2014).
- Det går en blå tråd fra den gang fram til nå, uttrykt i FNs bærekraftsmål 14 Livet i havet («Bevare og bruke hav og marine ressurser på en måte som fremmer bærekraftig utvikling»). Manglende forståelse for behovet av bærekraftig høsting gjorde at vi fikk en dyr lærepenge ved kollapsen i sildebestanden, noe som rammet kysten hardt. Direktoratet har, blant annet med dette som erfaring, siden hatt håndtering av menneskeskapt naturrisiko som en vesentlig del av sitt samfunnsoppdrag. Det er derfor ikke mulig, selv i et omfattende høringssvar, å gi en fyllestgjørende oversikt over faktaforståelsen og håndteringen av sjømatsektorens naturrisiko. Fiskeridirektoratet vil derfor, så langt forholdene tillater, tilby utvalget fagstøtte innenfor sin kompetanse. For direktoratets del, vil utvalgets eventuelle spørsmål og tilbakemeldinger ha stor verdi gitt de utfordringer som klima- og naturkrise gir sjømatsektoren, herunder Fiskeridirektoratets forvaltningsansvar.

## 6. Litteratur

Aarstad, J., Jakobsen, S.-E., Fløysand, A., 2023. Norwegian Aquaculture Firms' Emphasis on Environmental and Social Sustainability Compared to Firms in Other Industries. *Fishes* 2023, 8, 115. <https://doi.org/10.3390/fishes8020115>

Andersen, L.B., Grefsrud, E.S., Svåsand, T., Sandlund, N., 2022. Risk understanding and risk acknowledgement: a new approach to environmental risk assessment in marine aquaculture. *ICES Journal of Marine Science*, 79: 987-996. <https://academic.oup.com/icesjms/article/79/4/987/6547884>

Arneberg, P., et al., 2023a. Panel-based Assessment of Ecosystem Condition of the Norwegian Sea Pelagic Ecosystem. Rapport fra havforskningen 2023-16. 152 s. <https://hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=67638&20932715>

Arneberg, P., et al., 2023b. Panel-based Assessment of Ecosystem Condition of the North Sea Shelf Ecosystem. Rapport fra havforskningen 2023-17. 166 s. <https://hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=69473&32127919>

Artsdatabanken, 2018. Fremmedartslisten 2018. Fremmedartslisten og omtale av regnbueørret, *Caprella mutica* og *Didemnum vexillum* hentet mars 2023 fra <https://artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>, <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/28>. <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/1117> og <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/2199>

Baumgartner, U., Bürgi Bonanomi, E., 2021. Drawing the line between sustainable and unsustainable fish: product differentiation that supports sustainable development through trade measures. *Environ Sci Eur* 33, 113 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00551-6>

Berg, H.S.F., 2021, Fiskeridirektoratets handlingsplan mot marin forsøpling. 67 s. <https://www.regjeringen.no/contentassets/842f9f223bd74870b1cd2f63be29b4a6/fiskeridirektoratets-handlingsplan-mot-marin-forsopling.pdf>

Bering, J., Gargan, H., Kussel, J., Morrison, M., Mullaney, C., Read, A.J., Rody, S., Rowe, A., 2022. Will unilateral action improve the global conservation status of marine mammals? A first analysis of the U.S. Marine Mammal Protection Act's Import Provisions Rule. *Marine Policy* 135, January 2022, 104832. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X21004437?via%3Dihub>

Bjørge, A., Øien, N., Hartvedt, S., Bøthun, G. and Bekkby, T., 2002. Dispersal and bycatch mortality in gray, *Halichoerus grypus*, and harbor, *Phoca vitulina*, seals tagged at the Norwegian coast. *Marine Mammal Science*, 18: 963-976. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2002.tb01085.x>

Blanchard, J.L., Watson, R.A., Fulton, E.A. et al., 2017. Linked sustainability challenges and trade-offs among fisheries, aquaculture and agriculture. *Nat Ecol Evol* 1, 1240–1249. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0258-8>

Bogstad, B., Gjøsæter, H., Eriksen, E. Skaret, G., 2016. Kronikk: Loddekollapsen held fram for andre år på rad. *Forskning.no* 16.11.2016. <https://forskning.no/fisk-fiskerifag-kronikk/kronikk-loddekollapsen-held-fram-for-andre-ar-pa-rad/1166203>

Borgersen, G., Fagerli, C.W., Gitmark, C.W., Oug, E., Rinde, E., Trannum, H., 2022. Vurdering av marine høyrisiko-arter I fremmedartslista: hvordan bør de inngå i tilstandsklassifisering etter vannforskriften? NIVA Rapport 7710-2022. 37 s. <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2992345>

Bærum, K.M., Anker-Nilssen, T., Christensen-Dalsgaard, S., Fangel, K., Williams, T., Vølstad, J.H., 2019. Spatial and temporal variations in seabird bycatch: Incidental bycatch in the Norwegian coastal gillnet-fishery. *pLoS ONE* 14(3): e0212786. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212786>

Christensen-Dalsgaard, S., Bustnes, J.O., Follestad, A., Systad G.H., Eriksen, J.M., Lorentsen S.-H. & Anker-Nilssen, T., 2008. Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. NINA Rapport 338. 161 s. <https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/rapport/2008/338.pdf>

Coutts, A.D.M., Forrest, B.M., 2007. Development and application of tools for incursion: Lessons learned from the management of pest *Didemnum vexillum*., *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 342: 154-162 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022098106005855>

Dunn E., Steel C., 2001. The impact of longline fishing on seabirds in the north-east Atlantic: recommendations for reducing mortality. RSPB, Sandy; The Norwegian Ornithological Society, Trondheim. NOF Rapportserie Report No. 5-2001.

Eide, A., 2021. Lakselusa koster oppdrettsnæringen i Norge 167 milliarder kroner\* i 2021. *Intrafish* 22.12.22. <https://www.intrafish.no/kommentarer/lakselusa-koster-oppdrettsnaringen-i-norge-167-milliarder-kroner-i-2021/2-1-1133582>

Fagerli, C.W., Norderhaug, K.M., Christie, H., 2013. Lack of sea urchin settlement may explain kelp forest recovery in overgrazed areas in Norway. *Marine Ecology Progress Series* 488:119-132 DOI: 10.3354/meps10413 <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v488/p119-132/>

Falconer, L., Hjøllø, S., Telfer, T., McAdam, B., Hermansen, O., Ytteborg, E., 2020. The importance of calibrating climate change projections to local conditions at aquaculture sites. *Aquaculture* 514:734487. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734487>

Falconer, L., Telfer, T.C., Garrett, A., Hermansen, Ø., Mikkelsen, E., Hjøllø, S.S., et al., 2022. Insight into real-world complexities is required to enable effective response from the aquaculture sector to climate change. *PLOS Clim* 1(3): e0000017. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000017>

Fangel, K., Bærum, K.M., Christensen-Dalsgaard, S., Aas, Ø., Anker-Nilssen, T., 2017. Incidental bycatch of northern fulmars in the small-vessel demersal longline fishery for Greenland halibut in coastal Norway 2012–2014. ICES Journal of Marine Science. 2017;74(1):332–42. <https://academic.oup.com/icesjms/article/74/1/332/2669565>

Fiskeridirektoratet, 2017. Økosystembasert forvaltning, Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tema/OEkosystembasert-forvaltning>

Fiskeridirektoratet, 2021. Fiskeridirektoratets handlingsplan for utvikling av fremtidens fiskerikontroll 2021-2025. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Kontroll/handlingsplan-fremtidens-fiskerikontroll>

Fiskeridirektoratet, 2022a. Havbruksfondet. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tema/Havbruksfondet>

Fiskeridirektoratet, 2022b. Vil ha bedre kartlegging av sårbar natur. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2022/vil-ha-bedre-kartlegging-av-sarbar-natur>

Fiskeridirektoratet, 2023a. Statistikk hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Tall-og-analyse>

Fiskeridirektoratet, 2023b. Fiskeridirektoratets årsrapport 2022. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Om-oss/Aarsrapport/fdir-arsrapport-2022.pdf>

Fiskeridirektoratet, 2023c. Erfaringsbase om rømming. Omtale av predatorangrep. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/erfaringsbase-romming/sjoanlegg/predator>

Fiskeridirektoratet, 2023d. Rømmingsstatistikk. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Roemningsstatistikk>

Fiskeridirektoratet, 2023e. FangstID. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/fangstid>

Fiskeridirektoratet, 2023f. Fangstbegrensning i pelagisk trål. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Nyheter/2023/fakta-fiske-etter-kolmule>

Fiskeridirektoratet, 2023g. Havbruk til havs. Hentet fra direktoratets nettsider mars 2023. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tema/Havbruk-til-havs>

Fjeld, K., Tiller, R., Grimaldo, E., Grimsmo, L., Standal, I-B., 2023. Mesopelagics – New gold rush or castle in the sky? Marine Policy 147, 105359 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X22004067>

- Glencross, B. D., Baily, J., Berntssen, M. H., Hardy, R., MacKenzie, S., Tocher, D. R., 2020. Risk assessment of the use of alternative animal and plant raw material resources in aquaculture feeds. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 703–75  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12347>
- Goldsmith, J., McKindsey, C.W., Schlegel, R.W., Stewart, D.B., Archambault, P., Howland, K.L., 2020. What and where? Predicting invasion hotspots in the Arctic marine realm. *Glob Change Biol.* 2020; 26: 4752– 4771. <https://doi.org/10.1111/gcb.15159>
- Grefsrud, E.S., Svåsand, T., Glover, K., Husa, V., Hansen, P.K., Samuelsen, O., Sandlund, N., Stien, L.H., 2019. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2019. *Fisken og havet.* 2019-5. 115 s. <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=28012&68959284>
- Grefsrud, E.S., Andersen, L.B., Bjørn, P.A., Grøsvik, B.E., Hansen, P.K., Husa, V., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Samuelsen, O., Sandlund, N., Solberg, M.F., Stien, L.H., 2022a. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 – risikovurdering. Effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2022-12. 235 s.  
<https://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2022-12>
- Grefsrud, E.S., Andersen, L.B., Bjørn, P.A., Grøsvik, B.E., Hansen, P.K., Husa, V., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Samuelsen, O., Sandlund, N., Solberg, M.F., Stien, L.H., 2022b. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 – kunnskapsstatus. Effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2022-13. 406 s.  
<https://www.hi.no/hi/nettrapper/rapport-fra-havforskningen-2022-13>
- Grefsrud, E.S., Bjørn, P.A., Grøsvik, B.E., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Hansen, P.K., Husa, V., Sandlund, N., Stien, L.H., Solberg, M.F., 2023. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2023 – Produksjonsdødelighet hos oppdrettsfisk og miljøeffekter av norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2023-6. 140 s.  
<https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=66910&70248305>
- Grønvik, O., Grünfeld, L., Alvestad, R., Espmark, Å., Rognsås, L.L., 2022. Virkemidler for redusert fiskedødelighet i oppdrettsnæringen. Menon-publikasjon nr 158/2022. 74 s.  
<https://www.menon.no/wp-content/uploads/2022-158-Virkemidler-for-reduisert-fiskedodelighet-i-oppdrettsnaeringen.pdf>
- Gullestad, P., Sundby, S., & Kjesbu, O. S., 2020. Management of transboundary and straddling fish stocks in the Northeast Atlantic in view of climate-induced shifts in spatial distribution. *Fish and Fisheries*, 21(5), 1008– 1026. <https://doi.org/10.1111/faf.12485>
- Hardin, G., 1968. The tragedy of the commons. *Science*. Vol. 162: 1243-1248  
[https://pages.mtu.edu/~asmayer/rural\\_sustain/governance/Hardin%201968.pdf](https://pages.mtu.edu/~asmayer/rural_sustain/governance/Hardin%201968.pdf)
- Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurralde, R.C., Ort, D., Thomson, A.M. and Wolfe, D., 2011. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. *Agron. J.*, 103: 351-370. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0303>

Hegrenes, A., Tveterås, R., Lien, G., Bergfjord, O.J., Flaten, O., 2007. Risikoeksponering og risikostyring i havbruk og jordbruk – en komparativ studie. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF). Notat 2007-1. 56 s.

<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2494253>

Hilmarsen, Ø., 2019. Må all vekst i norsk oppdrett tas på land? Ilaks 25. Februar 2019.

<https://ilaks.no/ma-all-vekst-i-norsk-oppdrett-tas-pa-land/>

Huse, G., M. Skern-Mauritzen, B. Bogstad, P. Sandberg, T. Ottemo, A.K. Veim, E. Sør Dahl og B. Bertelsen. Muligheter og prioriteringer for flebestandsforvaltning i norske fiskerier. Fiskerier og havet nr 7-2018. ISSN 0071-5638.

[https://www.hi.no/resources/publikasjoner/fisken-og-havet/2018/fisken\\_og\\_havet\\_nr\\_7-2018\\_flerbestandsrapporten.pdf](https://www.hi.no/resources/publikasjoner/fisken-og-havet/2018/fisken_og_havet_nr_7-2018_flerbestandsrapporten.pdf)

Hyder, K., Weltersbach, M. S., Armstrong, M., Ferter, K., Townhill, B., Ahvonen, A., ... & Borch, T., 2018. Recreational sea fishing in Europe in a global context—Participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment. *Fish and Fisheries*, 19(2), 225-243. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12251>

ICES. 2005. The intentional introduction of the marine red king crab *Paralithodes camtschaticus* into the Southern Barents Sea . ICES Cooperative Research Report, Vol. 277. 25 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.5481>

ICES, 2022a. Cod (*Gadus morhua*) in subareas 1 and 2 (Northeast Arctic), table 3. Report posted by ICES 2022-03-10 on figshare.com. Hentet mars 2023.

<https://figshare.com/search?q=Cod+%28Gadus+morhua%29+in+subareas+1+and+2+%28Northeast+Arctic%29>

ICES, 2022b. Distribution and abundance of pink salmon across the North Atlantic. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort. Hentet mars 2023. [https://ices-library.figshare.com/articles/report/Distribution\\_and\\_abundance\\_of\\_pink\\_salmon\\_across\\_the\\_North\\_Atlantic/21020050?backTo=/collections/ICES\\_Advice\\_2022/5796935](https://ices-library.figshare.com/articles/report/Distribution_and_abundance_of_pink_salmon_across_the_North_Atlantic/21020050?backTo=/collections/ICES_Advice_2022/5796935)

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp.

<https://doi.org/10.1017/9781009157964>.

Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., Hess, E.J., Rolland, K.H., Garshol, L.D., Marthinussen, A., 2019. Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett. Faglig sluttrapport. Nofima rapport 35/2019. 287 s.

<https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/handle/11250/2632322>

Iversen, A., 2021. Uttalelser gjengitt i «Laksedødelighet med høg prislapp: koster trolig næringen 5–6 milliarder kroner». Intrafish 15. mars 2021.

<https://www.intrafish.no/nyheter/laksedodelighet-med-hog-prislapp-koster-trolig-naringen-5-6-milliarder-kroner/2-1-978753>

Johnsen, P.F.F., Erraia, J., Grønvik, O., Fjose, S., Blomgren, A., Fjellidal, Ø., Robertsen, R., Iversen, A., Nyrud, T., 2021. Ringvirkninger av sjømatnæringen i 2020. Menon-publikasjon nr 105/21. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-105-Ringvirkning-av-sjomatnaeringen-i-2020-1.pdf>

Jørgensen, L.L., Nilssen, E.M., 2011. The Invasive History, Impact and Management of the Red King Crab *Paralithodes camtschaticus* off the Coast of Norway. In: Galil, B., Clark, P., Carlton, J. (eds) In the Wrong Place – Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts. Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology, vol 6. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0591-3_18)

Karlstad, S., Havbruk — bærekraftig verdiskaping og sameksistens. Muligheter og utfordringer i produksjonsområdene. NORCE Helse og samfunn rapport 20-2022. 89 s. <https://norceresearch.brage.unit.no/norceresearch-xmlui/bitstream/handle/11250/3044721/NORCE%2Brappport%2B22-2022%252C%2BH%2526S.pdf?sequence=1>

Kartverket, 2023. Marine grunnkart i kystsonen. Hentet fra Kartverkets hjemmesider i mars 2023. <https://www.kartverket.no/geodataarbeid/marine-grunnkart-i-kystsonen>

Kjesbu, O. S., Sundby, S., Sandø, A. B., Alix, M., Hjøllø, S. S., Tiedemann, M., Skern-Mauritzen, M., Junge, C., Fosshem, M., Thorsen Broms, C., Sjøvik, G., Zimmermann, F., Nedreaas, K., Eriksen, E., Höffle, H., Hjelset, A. M., Kvamme, C., Reecht, Y., Knutsen, H., ... Huse, G., 2022. Highly mixed impacts of near-future climate change on stock productivity proxies in the North East Atlantic. *Fish and Fisheries*, 23, 601– 615. <https://doi.org/10.1111/faf.12635>

Kolle, N. (red.), 2014. Norges fiskeri- og kysthistorie. Bind III. En næring i omforming. 1880-1970. Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, Bergen. 668 s. <https://www.fagbokforlaget.no/En-n%C3%A6ring-i-omforming/I9788232104260>

Kontali, 2022. Økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser av algeoppblomstringen i havbruksnæringen i Nord-Norge. Rapport. [https://www.kontali.no/uploads/6VY1FKI6/Sluttrapport\\_901574-Konsekvenser\\_av\\_algesituasjonen\\_i\\_nord.pdf](https://www.kontali.no/uploads/6VY1FKI6/Sluttrapport_901574-Konsekvenser_av_algesituasjonen_i_nord.pdf)

Kvarøy Fiskeoppdrett, 2022. Bærekraftsrapport 2021. 63 s. <https://kvaroyfiskeoppdrett.no/wp-content/uploads/2022/06/baerekraftsrapport-kvaroy.pdf>

Landa, A., Guidos, S., 2020. Bycatch in local fishery disrupts natural reestablishment of Eurasian otter in western Norway. *Conservation Science and Practice*. 2020; 2:e208. <https://doi.org/10.1111/csp2.208>

Leeper, R., Calderan, S., 2018. Review of methods used to reduce risks of cetacean bycatch and entanglements. UNEP/CMS Secretariat, Bonn. CMS Technical Series No. 38. 76 s. [http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/cms\\_report\\_042918\\_web\\_pages.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/cms_report_042918_web_pages.pdf)



- Lutfi, E., Berge, G., Bæverfjord, G., Sigholt, T., Bou, M., Larsson, T., . . . Ruyter, B., 2023. Increasing dietary levels of the n-3 long-chain PUFA, EPA and DHA, improves the growth, welfare, robustness and fillet quality of Atlantic salmon in sea cages. *British Journal of Nutrition*, 129(1), 10-28. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9816656/>
- Løkkeborg, S., 2011. Best practices to mitigate seabird bycatch in longline, trawl and gillnet fisheries—efficiency and practical applicability. *Marine Ecology Progress Series*. 2011;435:285–303. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v435/p285-303/>
- MacLeod, M.J., Hasan, M.R., Robb, D.H.F. et al. 2020. Quantifying greenhouse gas emissions from global aquaculture. *Sci Rep* 10, 11679. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68231-8>
- Martin, G.R., Crawford, R., 2015. Reducing bycatch in gillnets: A sensory ecology perspective. *Global Ecology and Conservation*. 2015;3:28–50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989414000663>
- McIntosh, P., L.T. Barrett, F. Warren-Myers, A. Coates, G. Macaulay, A. Szetey, N. Robinson, C. White, F. Samsing, F. Oppedal, O. Folkedal, P. Klebert, T. Dempster, 2022. Supersizing salmon farms in the coastal zone: A global analysis of changes in farm technology and location from 2005 to 2020. *Aquaculture* 553,738046 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848622001624?via%3Dihub>
- Misund, B., 2022. Kostnadsutvikling i oppdrett av laks og ørret: Hva koster biologisk risiko? Rapport 41-2022, NORCE Helse og samfunn. 73 s. <https://norceresearch.brage.unit.no/norceresearch-xmlui/bitstream/handle/11250/3034859/NORCE%20rapport%20nr.%2041-2022,%20H&S.pdf?sequence=10>
- Moan, A., Bjørge, A., 2023. Pingers reduce harbour porpoise bycatch in Norwegian gillnet fisheries, with little impact on day-to-day fishing operations. *Fisheries Research*, 259, March 2023, 106564. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783622003411>
- Moan, A., Skern-Mauritzen, M., Vølstad, J.H., Bjørge, A., 2020. Assessing the impact of fisheries-related mortality of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) caused by incidental bycatch in the dynamic Norwegian gillnet fisheries, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 77, Issue 7-8, December 2020, Pages 3039–3049, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa186>
- Morken, J.L., 2010. Verdsetting i en syklisk næring: Laksenæringen. Masteroppgave, Det teknisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Stavanger. 98 s. <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/181925/Morken%20c%20J%20c%3b8rgen%20Lohne.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mullon, C., Mittaine, J.-F., Thébaud, O., Péron, G., Merino, G. and Barange, M., 2009. Modelling the global fishmeal and fishoil markets. *Nat. Resour. Model* 22, 564–609. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1939-7445.2009.00053.x>
- Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Mooney, H., Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405(6790): 1017–1024  
[http://www.earthedintl.org/CourseMatls/SustCentralAm/Readings/08\\_EffectOfAquaculture.pdf](http://www.earthedintl.org/CourseMatls/SustCentralAm/Readings/08_EffectOfAquaculture.pdf)
- Norderhaug, K.M., Hansen, P.K., Fredriksen, S., Grøsvik, B.E., Naustvoll, L.-J., Steen, H., Moy, F., 2021. Miljøpåvirkning fra dyrking av makroalger. Risikovurdering for norske farvann. Rapport fra havforskningen 2021-24. 44 s.  
<https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=46284&89931439>
- Norges Sjømatråd, 2023. Norge eksporterte sjømat for 151,4 milliarder kroner i 2022. Hentet fra sjømatrådets nettsider i mars 2023.  
<https://seafood.no/aktuelt/nyheter/norge-eksporterte-sjomat-for-1514-milliarder-kroner-i-2022/>
- Osmundsen, T.J., Almklov, P., Tveterås, R., 2017. Fish farmers and regulators coping with the wickedness of aquaculture, *Aquaculture Economics & Management*, 21:1, 163-183.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13657305.2017.1262476>
- Overton, K., Dempster, T., Swearer, S. E., Morris, R. L., & Barrett, L. T., 2023. Achieving conservation and restoration outcomes through ecologically beneficial aquaculture. *Conservation Biology*, 00, e14065. <https://doi.org/10.1111/cobi.14065>
- Quinn, W.H., Neal, V.T., Antunez De Mayolo, S.E., 1987. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *J. Geophys. Res.* 92, 14449–14461  
<https://doi.org/10.1029/JC092iC13p14449>
- Sandersen, H.T. 2022. Kap. 9. Langsomt ble kysten vår egen. Akvakultur, autonomi og avmakt i kommunal kystsonerplanlegging. Side 221-251 i Skorstad, B., Pettersen, E., Wollan, G. (red.), 2022. Vårt lille land - små samfunn, store utfordringer.  
[https://www.orkana.no/wp-content/uploads/2022/10/vaart-lille-land\\_pdf.pdf](https://www.orkana.no/wp-content/uploads/2022/10/vaart-lille-land_pdf.pdf)
- Sandvik, A. D., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, R., Skogen, M. D., 2021. The effect of a warmer climate on the salmon lice infection pressure from Norwegian aquaculture. *ICES Journal of Marine Science*, 78, 1849–1859. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsab069>
- Siwertsson, A. et al., 2023. Panel-based Assessment of Ecosystem Condition of Norwegian Barents Sea Shelf Ecosystems. Rapport fra havforskningen 2023-14. 275 s.  
<https://hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=68520&99323187>
- Solberg, M. et al., 2023. Rømt oppdrettslaks – risikovurdering og kunnskapsstatus 2023. Rapport fra havforskningen 2023-5. 87 s.  
<https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=68414&49733694>

Sommerset I, Wiik-Nielsen J, Oliveira VHS, Moldal T, Bornø G, Haukaas A og Brun E., 2023. Fiskehelse rapporten 2022, Veterinærinstituttets rapportserie nr. 5a/2023, utgitt av Veterinærinstituttet 2023 <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/fiskehelse rapporten-2022/> /attachment/download/164c2980-d87f-4ac9-a11d-bff201c7ed10:34fc4f3e776b896d8a6eb321b98e510ff9cd80c6/FHR%202022.pdf

Taranger G. L., Karlsen O., Bannister R. J., Glover K. A., Husa V., Karlsbakk E., Kvamme B. O. et al., 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES Journal of Marine Science, 72: 997–1021. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu132>

Teivainen-Lædre, P., Trovåg, K.H., Røed, W., Wiencke, H.S., Sagør, J.T., Haver, K., 2022. Helhetlig risikostyring i akvakulturnæringen. Rapport til Fiskeridirektoratet. Proactima Rapportnr. 1074206-RE-01. 84 s. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Rapporter/helhetlig-risikostyring-i-akvakulturnaeringen/> /attachment/download/97a9fccd-1e3e-4a06-968a-57a6a3d080d0:f5aadbcf3bcb951822f5721bfeed69d17e589c92/helhetlig-risikostyring-i-akvakulturnaeringen-rev03.pdf

Troell, M. et al., 2014. Does aquaculture add resilience to the global food system? Proc. Natl Acad. Sci. USA 111, 13257–13263. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1404067111>

van Riel, A.-J., Nederlof, M.A.J., Chary, K., Wiegertjes, G.F., de Boer, I.J.M., 2023. Feed-food competition in global aquaculture: Current trends and prospects. Rev Aquac. 2023; 1- 17 <https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1111%2Fraq.12804>

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2017. Status for norske laksebestander i 2017. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 10, 152 s. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2446896>

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2020. Status for norske laksebestander i 2020. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 15, 147 s. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2657947>

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2022. Status for norske laksebestander i 2022. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 17, 125 s. <https://hdl.handle.net/11250/3017420>

Winther, U., Hognes, E.S., Jarazadeh, S., Ziegler F., 2020. Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017. Sintef Ocean AS. Report no 2019:01505. 114 s. [https://www.sintef.no/contentassets/25338e561f1a4270a59ce25bcbc926a2/report-carbon-footprint-norwegian-seafood-products-2017\\_final\\_040620.pdf/](https://www.sintef.no/contentassets/25338e561f1a4270a59ce25bcbc926a2/report-carbon-footprint-norwegian-seafood-products-2017_final_040620.pdf/)

Ytrestøyl, T., Aas, T. S. and Åsgård, T., 2015. Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. Aquaculture 448, 365–374. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848615300624>