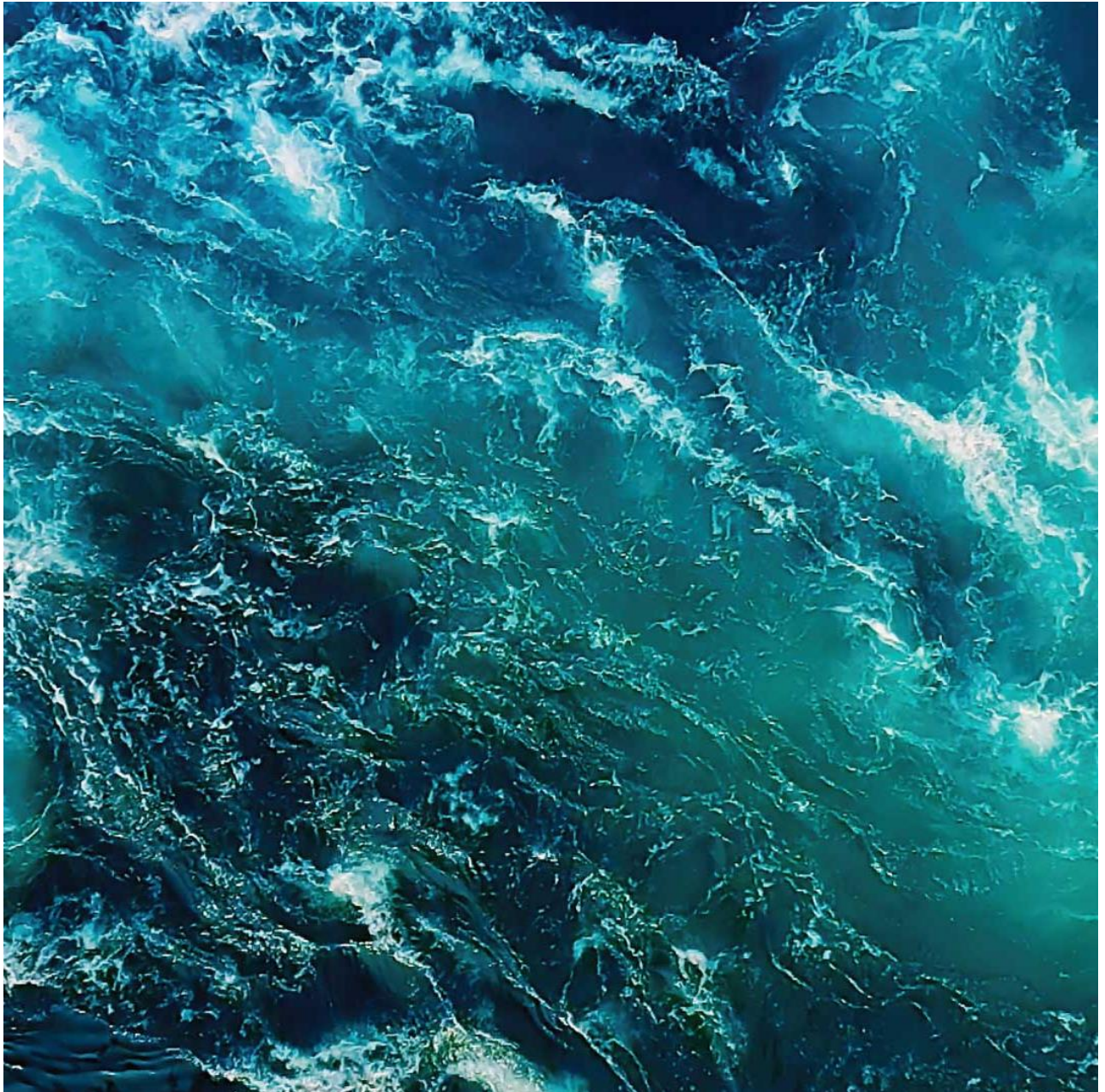


Miljøkonsekvenser av akvakultur og sameksisterende næringer

Akvaplan-niva AS Rapport: 2023 63547.03



Miljøkonsekvenser av akvakultur og sameksisterende næringer

Dato	15.05.23
Rapport nr.	2023 63547.03
Antall sider	17
Distribusjon	Åpen
Kunde	FHF AS - Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering AS
Kontaktperson	Kjell Maroni

Forfattere for de ulike kapitlene i hovedrapporten:

Del 1, kapittel 3: Trine Dale, Maj Arnberg, Astrid Harendza, Gro Harlaug Refseth, Kjetil Sagerup, Anja Striberny, David Izquierdo-Gomez, Gunhild Borgersen, Marit Markussen Bjorbekkmo

Del 1, kapittel 4 : Maj Arnberg, Astrid Harendza, Kristine Bondo Pedersen

Del 1, kapittel 4, case-studie: Astrid Harendza

Del 2, kapittel 5: Eirik Mikkelsen, Kristine Eriksen, Per-Arne Emaus, Lars-Olav Sparboe, Trine Dale, Audun Iversen

Del 2, kapittel 6: Audun Iversen, Eirik Mikkelsen, Kristine Eriksen, Roy Robertsen, Silje Steinsbø, Trine Dale, Lars Olav Sparboe, Per-Arne Emaus, Kjetil Sagerup, Gro Harlaug Refseth, Anja Striberny, David Izquierdo-Gomez, Anita Evenset

Godkjenninger

Kvalitetskontroll rapport

Kristine Bondo Pedersen (part 1, kapittel 3)

Gro Harlaug Refseth (part 1, kapittel 4)

Ingrid Kvalvik (part 2, chapter 5 and 6)

KLBPL
Gro Harlaug Refseth
Ingrid Kvalvik

Prosjektledere

Anita Evenset

Gro Harlaug Refseth

Anita Evenset
Gro Harlaug Refseth

Innholdsfortegnelse

FORORD.....	4
1 INNLEDNING	5
2 METODISK TILNÆRMING	6
3 RESULTATER	7
3.1 Miljøpåvirkninger fra akvakultur industrien	7
3.2 Kumulative miljøpåvirkninger fra industrier i kystområder og risiko for akvakultur	8
3.3 Forvaltning av miljøpåvirkning.....	12
3.4 Utforsking av mulighetsrommet for mer presis regulering av miljøpåvirkning ...	13
4 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER	15
5 LITTERATUR	17

Forord

Dette er en oppsummering for prosjektet «Miljøpåvirkning havbruk og sameksisterende industrier- mulighetsrom for helhetlig regulering"- "MILJØREG"» (Akvaplan-niva rapport 2023 63547.01) finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering. Hovedmålet med prosjektet har vært å utarbeide en bred oversikt over kunnskapsgrunnlaget relatert til miljøpåvirkning av havbruk, samt miljøpåvirkning fra andre næringer med aktiviteter i samme områder som havbruk. Krav til regulering av havbruk ble sammenstilt og mulighetsrommet for en mer direkte og differensiert regulering av miljøpåvirkningen fra havbruk ble utforsket, basert på kunnskapsgrunnlaget. Prosjektet har vært et samarbeid mellom Akvaplan-niva, Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) og Nofima. NIVA har hatt hovedansvar for kapittel 3, Akvaplan-niva for kapittel 4 and Nofima for kapittel 5 and 6 (kapitler i hovedrapporten), men alle tre instituttene har bidratt inn i de ulike kapitlene.

Leser henvises til de ulike kapitlene i hovedrapport for forbehold og avveininger for bl.a. dataoppsummering, grunnlagsdata og konklusjoner.

1 Innledning

Den norske havbruksnæringen har i de siste tiårene vært gjennom en fase med rask ekspansjon, med god lønnsomhet, stor verdiskaping og økende betydning for samfunn langs hele kysten. Det pekes på muligheter for en mangedobling av verdiskapningen frem mot 2050, men økende bekymringer knyttet til både fiskevelferd og miljøpåvirkning har medført reguleringer som har bremsset veksten i produksjonen. Mye av veksten i næringen reguleres gjennom trafikklyssystemet, som pr. i dag baseres på én miljøindikator, nemlig lakselus. Hele produksjonsområder reguleres i utgangspunktet under ett, og lokale forhold blir i mindre grad hensyntatt. Veksten begrenses også av tilgangen til klarerte lokaliteter, areal og av næringens samfunnsaksept.

Begrepet grønt skifte har blitt etablert som et sentralt politisk mål på den norske dagsorden (Haarstad 2018) og både næringen og forvaltningen ønsker at veksten skal være miljømessig bærekraftig og følge en helhetlig og økosystembasert forvaltning (St.meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav), St.meld 29 (2020-2021), Sjømat Norge 2030). En helhetlig økosystembasert forvaltning krever en forståelse av økosystemenes funksjon og struktur og samlede effekter av ulike typer menneskelig påvirkning på økosystemene. I Norge er ØBF fremvoksende, og det er ulike regimer som baserer seg på helhetlig og økosystembasert forvaltning, f.eks. vannregion-forvaltning gjennom vannforskriften, helhetlige forvaltningsplaner, kystsoneplanlegging, og villaks-forvaltningen.

Havbruksnæringen er ikke den eneste interessenten i Norges kyst- og havområder. Andre næringer som for eksempel gruveindustri, olje- og gassvirksomhet (offshore), maritim industri, fiskeri, reiseliv og fornybar energi (havvind, flytende sol, vannkraft) kan potensielt overlappes med havbruksnæringen når det gjelder behov for areal og ressurser. Disse næringene kan også ha en påvirkning på hverandre slik at de kan være gjensidig utelukkende innenfor et område. I henhold til vannforskriften, som omfatter elver, innsjøer, kystvann og grunnvann i Norge, skal det utarbeides sektorovergrepene regionale vannforvaltningsplaner for hver vannregion. Dette innebærer at forvaltningen skal se på samlet belastning fra alle typer menneskelig aktivitet, men i praksis blir de ulike miljøpåvirkninger i stor grad individuelt vurdert på arter og naturtyper. Miljøforvaltningen av ulike områder har som mål å bli mer helhetlig i den forstand at man i større grad ser på miljøpåvirkning fra både havbruk og andre næringer og aktiviteter samlet. Da bør både næringenes påvirkning på miljøet i seg selv vurderes, men også hvordan næringene indirekte påvirker hverandre, hva den samlede miljøpåvirkningen er i ulike økosystem med ulik bærekapasitet, og hva de samfunnsøkonomiske kostnadene med å miljøregulere de ulike næringene er.

I dette prosjektet har vi sammenstilt og evaluert kunnskapsgrunnlaget som omhandler miljøpåvirkning fra og på havbruk på ulik tidsmessig og romlig skala, og analysert i hvilken grad det eksisterende kunnskapsgrunnlaget kan gi mulighet for en mer målrettet, lokaltilpasset og også helhetlig regulering. En oversikt over krav og praksis i miljøreguleringen av havbruksnæringen, med særlig oppmerksomhet på kunnskapsgrunnlag og i hvilken grad den på ulike områder tar hensyn til lokale og regionale miljøforhold er utarbeidet. Påvirkningen av andre næringer på akvakultur, gjennom deres miljøpåvirkninger og overlappende miljøpåvirkninger, ble også evaluert. Ulike metoders egnethet for å utvikle et forvaltningsregime i Norge som er basert på økosystemets bærekrafts prinsipper, og en mer presis/lokaltilpasset forvaltning av havbruksnæringen ble gjennomgått. Denne oppsummeringsrapporten er en kortversjon av hovedrapporten, og gir en oversikt over hovedfunnene.

2 Metodisk tilnærming

Prosjektet er ikke en fullstendig sammenstilling av alle mulige miljøpåvirkninger fra og på havbruk og deres mulige samspill, da dette ligger utenfor prosjektets tidsmessige og økonomiske rammer. En oversiktsskisse utviklet av Miljødirektoratet (<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/vann-hav-og-kyst/Akvakultur-fiskeoppdrett>) ble brukt for å identifisere de viktigste stressorene knyttet til fiskeoppdrett (Figur 1), men noen ekstra stressfaktorer ble lagt til av prosjektgruppen. De ulike stressorene som er inkludert er: partikulært organisk materiale, oppløste næringsstoffer, sykdom og parasitter, legemidler og andre fremmedstoffer (miljøforurensinger), rømming, lys, støy og kunstige strukturer.

En uttømmende gjennomgang eller risikovurdering av hver stressor er ikke utført i dette prosjektet. Prosjektet gir imidlertid en bred oversikt over tilgjengelig litteratur for de ulike stressorene fra akvakultur og andre næringer (hovedsakelig fra 2012 – 2023). Miljøkrav og regelverk for de ulike stressorene er sammenstilt. Kunnskapsgrunnlagets egnethet for å utforske og utvikle nye typer krav og regelverk ble også vurdert. Til slutt ble alle resultater integrert for å utforske muligheter for helhetlig lokal økosystembasert forvaltning. I hovedrapporten ble temaene behandlet i flere kapitler:

Kapittel 3: Sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget knyttet til miljøpåvirkning fra havbruksnæringen. Sammenstillingen ble utført ved å bruke en "Quick Scoping review"-tilnærming (QSR). De viktigste miljøpåvirkningene ble vurdert i sammenstillingen.

Kapittel 4: Sammenstilling av kunnskapsgrunnlaget om miljøpåvirkninger fra andre næringer og aktiviteter som opererer i samme økosystemer som havbruk. En casestudie som tok sikte på å bruke kunnskapsbasen til å vurdere kumulativ påvirkning er også presentert i kapittel 4.

Kapittel 5: Gjennomgang av reguleringen av miljøpåvirkning fra havbruksnæringen, herunder kunnskapsgrunnlaget som brukes i dag og hvordan avveininger gjøres.

Kapittel 6: Analyse av muligheter i kunnskapsgrunnlaget for en mer differensiert og lokalt tilpasset havbruksforvaltning, samt en mer helhetlig og økonomisk effektiv håndtering av miljøpåvirkning fra både havbruksnæringen og andre næringer.

En oppsummering av hver av disse kapitlene er gitt under (3.1, 3.2, 3.3).

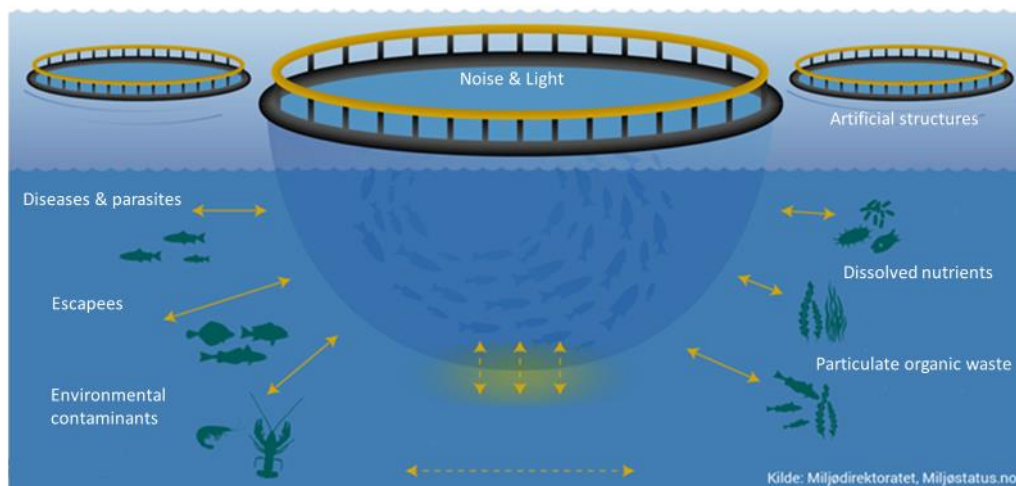
3 Resultater

3.1 Miljøpåvirkninger fra akvakultur industrien

Målet med denne studien var å sammenstille kunnskapsgrunnlaget knyttet til miljøpåvirkning fra akvakultur, med hovedvekt på oppdrett av atlantisk laks (*Salmo salar*) og regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*). Stressorer er driverne for miljøpåvirkning og stressorene som ble adressert i denne studien var; partikulært organisk materiale, oppløste næringsstoffer, sykdommer og parasitter, legemidler og andre fremmedstoffer, rømming, lys, støy og kunstige strukturer. Det primære forskningsspørsmålet var; Hva er virkningen av stressor X på det marine miljøet? De sekundære forskningsspørsmålene var; Hva er skalaen til påvirkningen i tid og rom? Hvilke arter, habitater og/eller økosystemkomponenter påvirkes? Hvilke indikatorer, overvåkings- og vurderingsverktøy brukes for å måle og vurdere konsekvensene? Gjenspeiler disse indikatorene, overvåkings- og vurderingsverktøyene virkningens romlige og tidsmessige skala?

For hver stressor (eksempler vist i Figur 1) ble evidensgrunnlaget beskrevet og de viktigste kunnskapshullene identifisert. Det var klare forskjeller i volumet på evidensgrunnlaget mellom stressorer, hvor noen stressorer har fått langt mer forskningsfokus enn andre. Der eksempelvis over 230 artikler som omhandlet effekter av rømming, 40 som omhandlet effekter av oppløste næringsstoffer, og rundt 20 artikler om effektene av hver av stressorene støy, lys og kunstige strukturer. Også innenfor en enkelt stressor kunne forskningsfokuset være skjevt, for eksempel ved at hovedvekten av litteraturen fokuserte på effekter på en spesifikk økosystemkomponent eller art, av på en spesifikk gruppe av fremmedstoffer. Den første kan eksemplifiseres ved stressoren partikulært organisk materiale. Her er påvirkningene på bløtbunns habitater blitt grundig studert og er godt forstått, mens vår forståelse av påvirkning på hardbunns habitater og tilhørende epifauna er begrenset. Sistnevnte kan illustreres ved stressoren legemidler og andre fremmedstoffer studier av effekter av avlusningsmidler utgjorde nesten 50 % av artiklene. Betydningen av tidsmessig og romlig skala for påvirkning var tydelig i litteraturen for flere av stressfaktorene. Dette betyr at «verdien» av kunnskapsgrunnlaget f.eks til forvaltningsformål er avhengig om man har dekket riktig tidsmessige og romlig skala.

Siden hovedfokuset i denne litteraturgjennomgangen var på oppdrett av laks og regnbueørret, reflekterer resultatene naturligvis forskningsfokuset i de viktigste produsentlandene for disse artene, noe som igjen reflekterer hvilken type miljøpåvirkning som har vakt størst bekymring i forvaltningen og allmennheten i disse landene. Resultatet av denne litteraturgjennomgangen dannet grunnlaget for den bredere diskusjonen om muligheten for å oppnå en mer økosystembasert forvaltningstilnærming for akvakultur i Norge.



Figur 1. Identifiserte stressorer fra fiskeoppdrett. Modifisert fra Miljødirektoratet.

3.2 Kumulative miljøpåvirkninger fra industrier i kystområder og risiko for akvakultur

Menneskelige aktiviteter langs kysten (landbaserte aktiviteter), estuarier og hav (havbaserte aktiviteter) gir oss mange fordeler, men disse aktivitetene påvirker også det marine miljøet og kan påvirke helsen til marine økosystemer. Disse aktivitetene kan i sin tur også påvirke annen menneskelig aktivitet (f.eks. utgjøre en risiko for hverandre). Kystområdene er mest berørt på grunn av flere overlappende aktiviteter. Å forstå de samlede (kumulative) effektene av disse overlappende aktivitetene er avgjørende for å kunne håndtere aktivitetene, for å forstå endringer og risikoer og minimere påvirkning. Disse endringene blir ofte referert til som drivere eller påvirkningsfaktorer og kan for eksempel inkludere temperatur (økende havoverflatetemperatur), karbondioksid og pH (havforsuring), oksygen (oksygenmangel), saltholdighet, tetthet, irradians, lyd, lys, næringsstoffer, eutrofiering, UV-eksponering, plast (for eksempel fasthenging i fiske-/akvakulturredskaper), punktkildeforurensninger (kjemisk forurensning) og fysisk ødeleggelse av marine habitater.

Formålet med denne studien var å sammenstille et kunnskapsgrunnlag for å få innsikt i hvilken risiko andre næringer og aktiviteter som opererer i de samme økosystemene som akvakultur, kan utgjøre for akvakultur (direkte og indirekte effekter).

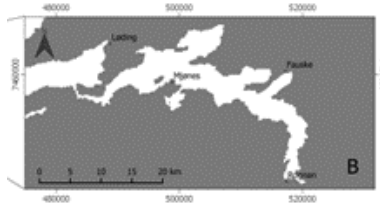
Kunnskapsinnsamlingen gav ingen resultater på direkte påvirkning av andre industrier på akvakultur. For de fleste påvirkningsfaktorene var det begrenset informasjon (tilgjengelige data) om utslipp fra de identifiserte nøkkelindustriene til det marine miljøet, og i noen tilfeller var tilgjengelig informasjon mangelfull. I de få tilfellene denne informasjonen ble funnet (næringsstoffer, pesticider og kobber), var akvakultur den desidert største menneskeskapte kilden til utslipp til kystvann, på grunn av omfattende virksomhet. Det manglet også informasjon om omfang og alvorlighetsgrad for utslippene fra nøkkelnæringer til det marine miljøet. Det ble funnet lite informasjon om såkalte multistress effekter eller kumulative påvirkninger (selv om QSR søket ikke var fullstendig for kumulative påvirkninger, da det var et for stort tema for prosjektets tidsramme). Denne kunnskapen er begrenset og/eller ikke-eksisterende til dags dato. Den manglende informasjonen om bidrag, omfang, påvirkning og kumulativ påvirkning av aktivitetene til nøkkelnæringene, resulterte i utfordringer med å evaluere risikoer for havbruk. Evalueringer måtte derfor baseres på eksperters subjektive vurderinger og kvalifiserte antagelser der informasjon manglet. For overlappende miljø påvirkningsrisiko hadde nesten alle evaluerte påvirkninger mulig overlapping med industriens utslipp, og også mulig overlapping med hverandre.

Plast (nanoplast) som stammer fra andre nøkkelnæringer, var det eneste påvirkningsfaktoren som ble vurdert som en mulig risiko for fiskehelse og konsum (folkehelse), basert på den informasjonen som er tilgjengelig. Men denne plasten slippes også ut av akvakulturnæringen selv. Det er imidlertid behov for mer informasjon om plast og mulig påvirkning. Med et bedre kunnskapsgrunnlag i fremtiden, kan følgelig utfallet se annerledes ut. Akvakultur kan bli stadig mer negativt påvirket i fremtiden av forurensning fra det ytre miljø, fra landbruks-, industri- og avløp, først og fremst hvis akvakultur installasjonene installeres i offentlige vannforekomster eller nær punktutløp. Imidlertid vil mesteparten av negative ytre miljøpåvirkninger på akvakultur sannsynligvis komme fra klimaendringer og havforsuring i fremtiden.

Vurderingen fremhever behovet for å estimere utslippsbidraget til hver industri og det presserende behovet for å vurdere mange mulige variasjoner av disse påvirkningsfaktorene, og deres additive og interaktive effekter. Forståelse og innsikt i kumulative effekter av påvirkningsfaktorer på havet er avgjørende for å evaluere innvirkning og risiko.

I Norge er det for tiden flere pågående forskningsprosjekter som undersøker flere ulike press og kumulativ påvirkning på havene. Å skaffe ny kunnskap og anvende resultater fra denne forskningen i utviklingen av strategier for økosystembasert forvaltning (ØBF), samt å informere politiske beslutningstakere, er avgjørende for en bærekraftig utvikling. ØBF er en ideell vitenskapsbasert tilnærming for å håndtere virkningene av kumulativt press på marine økosystemer. ØBF adresserer og reduserer konflikter, de negative kumulative virkningene av menneskelige aktiviteter og sikrer dermed økosystemets motstandskraft og bærekraft. Videre kan en bedre forståelse av de mulige kumulative virkningene av akvakultur hjelpe akvakultur industrien til å bli mer miljømessig bærekraftig.

En casstudie ble gjennomført for å vurdere muligheten for å gjennomføre en kumulativ konsekvensutredning basert på dagens kunnskapsgrunnlag og en kvantitativ GIS-løsning. Casestudien ble utført for Skjerstadvjorden, indre Saltfjorden og tilhørende vannforekomster. Skjerstadvjorden ligger i Nordland fylke innenfor kommunene Fauske og Bodø. Det er en terskelfjord med vannutveksling til ytterkysten kun via to sund – Godøystraumen og Saltstraumen. Skjerstadvjorden fremheves som en fjord med sjelden bunnvannsutskifting, noe som gjør den mer sårbar for menneskeskapt trykk. Den grenser mot øst og vest av Saltfjorden og utgjør dermed til en viss grad den midtre delen av denne fjorden. Her fokuserer vi kun på Skjerstadvjorden, den indre delen av Saltfjorden og de tilstøtende vannmassene: Valnesfjorden, Klungsetvika og Fauskevika i nord og Misvær fjorden i sør.

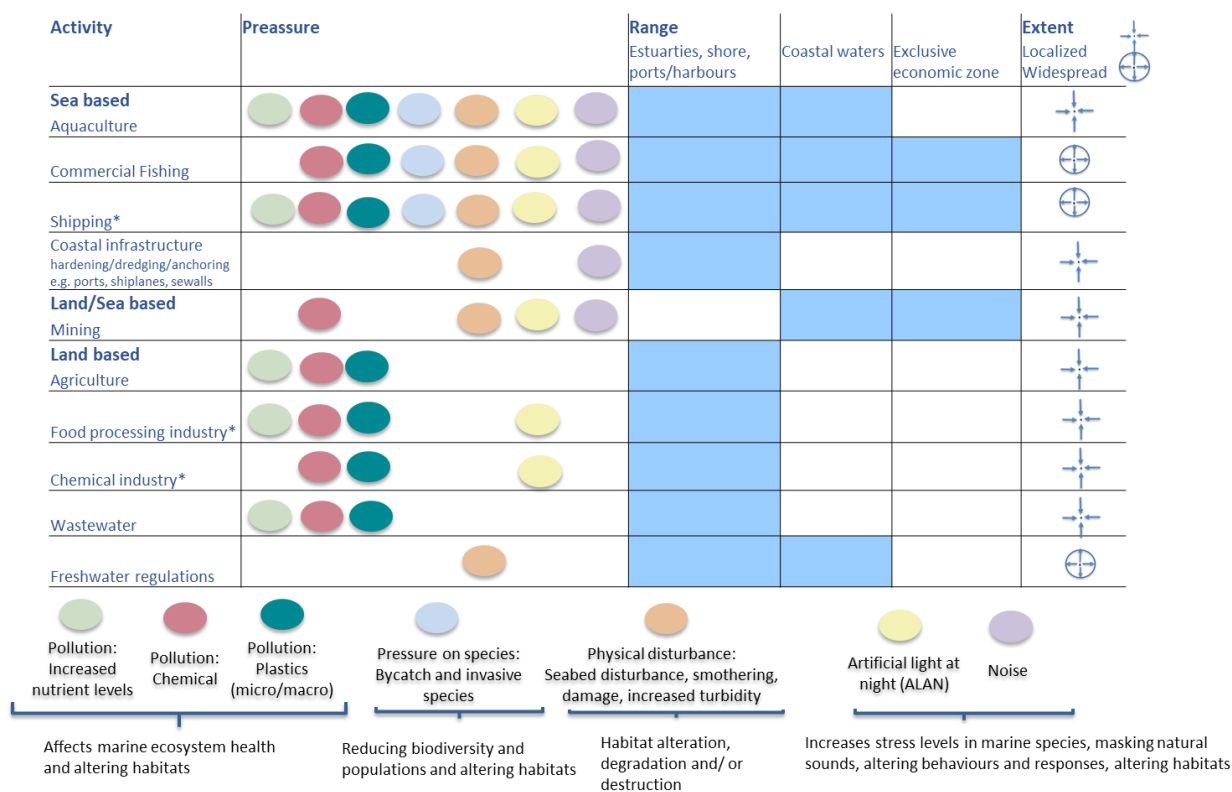


Output fra verktøyet benyttet i case-studien antas å kunne være et passende beslutningsverktøy for økosystembasert forvaltning. Kumulative effektstudier er komplekse og utfordrende å gjennomføre, noe som tydelig ble gjenspeilet i casestudien. Resultatene viste at det var utfordrende å finne egnede inputdata for analyse. Rådata, som er avgjørende for en slik kvantitativ analyse, var ofte ikke tilgjengelig. Det er behov for en database som samler relevante data for kumulativ påvirkning fra ulike kilder og som gir direkte åpen tilgang til rådata. GeoNorge (geonorge.no) og Marine Grunnkart inneholder allerede egnede data, og disse kan brukes som et grunnlag som kan utvides videre.

En rekke kunnskapshull er listet opp i case studien i hovedrapporten. Kort oppsummert var disse punktene knyttet til: kvantifisering av bidrag fra nøkkelnæringer og forbedring av verktøy for sporing av utslipp, samt utvikling av in-situ overvåkingsteknologi og spredningsmodellering. I tillegg ble forbedret forståelse av interaksjoner av påvirkninger på tvers av et bredt spekter av miljøforhold fremhevet. Det er behov for å kvantifisere

følsomheten til den mottakende økosystemkomponenten (terskelverdier) for kombinerte effekter av flere påvirkningsfaktorer, og det er behov for å identifisere egnede indikatorer for økosystemhelse. Et annet viktig nøkkelpunkt er å utvikle "Cumulativ Impact Assessment" CIA-modeller for ulike romlige skalaer og utforske deres egnethet innenfor det norske planrammeverket. Det er behov for å utvikle løsninger for å dempe effektene av kombinerte påvirkningsfaktorer og finne løsninger for å identifisere hvilke individuelle kilder (drivere/menneskelige aktiviteter) for individuelle stressfaktorer som bør reduseres eller elimineres for å begrense effekten av kumulative effekter mest effektivt. For detaljert oppsummering av kapitlet og forskningsbehov se kapittel 4.4 i hovedrapporten.

Sammendrag av nøkkelnæringer/aktiviteter, påvirkningsfaktorer, og mulige påvirkninger er presentert i Figur 2, og et eksempel på et konseptuelt rammeverk for økosystembasert risikovurdering er vist i Figur 3. Mer detaljert informasjon finnes i kapittel 4.4 i hovedrapporten.



Figur 2. Prioriterte næringer/aktiviteter (landbasert og sjøbasert) i Norge og relaterte stressorer, utbredelse og omfang av aktiviteter, risikoer og påvirkninger. Skalaen avhenger av aktivitetens intensitet og omfang. En forbedret forståelse av risikoer og påvirkninger er avgjørende for bedre styring av våre aktiviteter. * Matforedling (meieri, kjøtt, bryggeri, fiskeraffinering), kjemisk industri (farmasøytisk, oljeraffineri, maling, metallurgisk industri) (Vedtatt fra Miljøverndepartementet (2019)).

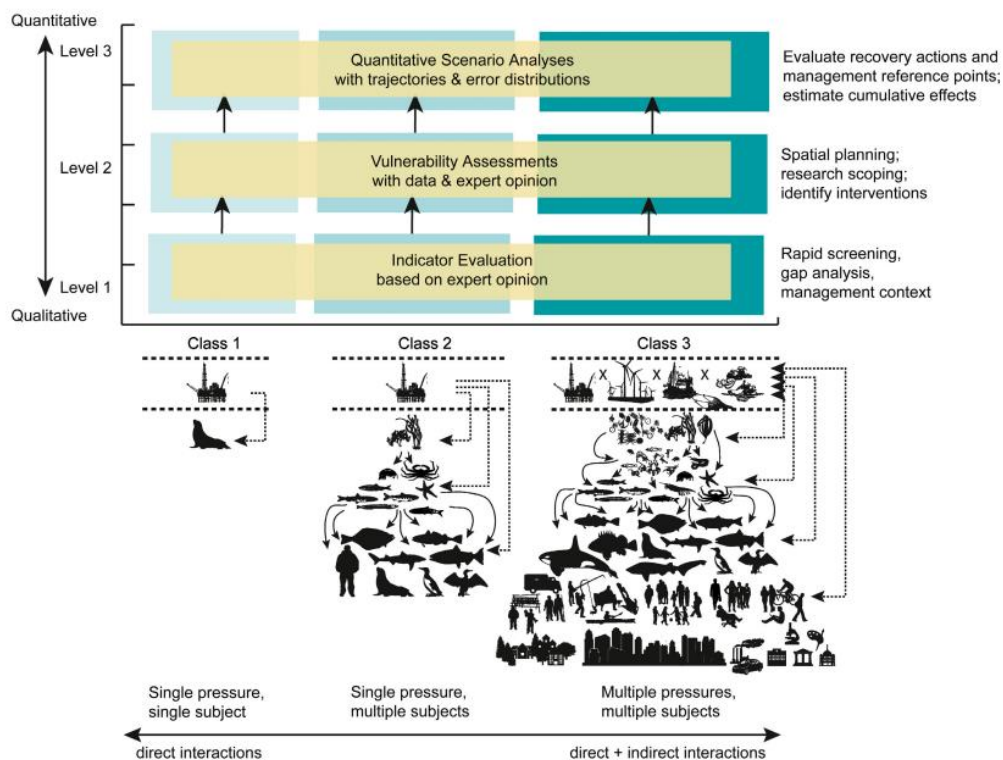


Figure 3. Konseptuelt rammeverk for økosystemrisikovurdering. Omfang og interessentengasjement øker fra venstre til høyre, og datakrav øker diagonalt fra nedre venstre til øvre høyre. Kolonnen lengst til høyre viser eksempler på anvendelser av hvert nivå av økosystemrisikovurderingen. Klasse 1 representerer evalueringer av et enkelt stressor på en enkelt organisme, klasse 2-analyser vurderer virkningene av en enkelt stressor på flere komponenter i økosystemet eller multiple stressorer på en enkel komponent, og klasse 3-analyser vurderer de gjensidige og kumulative interaksjonene mellom flere (samvirkende) stressorer og flere interagerende emner (Kilde; Holsman et al. 2017).

3.3 Forvaltning av miljøpåvirkning

Forvaltningen av miljøeffekter i kystsonen fra ulike typer påvirkninger er kompleks og omfattende og inkluderer mange forvaltningsregimer og -aktører. Det er ingen stressorer som bare er vurdert i ett regime eller bare av én forvaltningsmyndighet. Dette er naturlig gitt oppbyggingen av det norske forvaltningssystemet for kysten, hvor ulike sektormyndigheter og myndigheter på ulikt administrativt og demokratisk nivå er involvert.

For alle forvaltningsregimene finner vi at det er et bredt kunnskapsgrunnlag for vurderinger og beslutninger. I akvakulturforvaltningen pekes det allikevel på manglende kunnskapsgrunnlag om miljøeffekten av løste næringsalter, om partikulært organisk utslipp på hardbunn, om sårbare arter og habitater, om mulig effekt fra akvakultur på marin fisk, og miljørisiko fra torskeoppdrett. For vurderinger som gjøres er det en betydelig grad av skjønn som legges til grunn. Det er en del bruk av standardiserte indikatorer for å vurdere tilstand på resipienter eller mulig påvirkning fra akvakultur, men dette er begrenset.

I kommunal kystsoneplanlegging legges det juridiske føringer for arealbruken i kystsonen, som igjen kan ha stor betydning for miljøpåvirkning og miljøtilstand. De juridiske føringene inkluderer at akvakulturlokalteter skal plasseres i arealer satt av til akvakultur i kommunenes arealplaner. Det er særlig i konsekvensutredning av alternative arealdisponeringer at systematisk innsamling av kunnskap og vurdering av miljøeffekter av akvakultur kommer inn. For vurderinger i konsekvensutredningen inngår det en rekke kvantitative kriterier eller ordinale kvalitative kriterier, men også skjønnsmessige kriterier. Det varierer hvor klart de skjønnsmessige vurderingene er beskrevet i konsekvensutredningen for hvert foreslått akvakulturområde. Det skal også gjøres samlet og helhetlig vurdering av alle forslagene i en kystsoneplan. Det inkluderer å se på virkninger for vannmiljø (inkludert vurdering etter vannforskriftens §12), samt å vurdere samlet risiko. Vi finner at gjennomgangene har grundige beskrivelser av både status, risikofaktorer og vurderinger. Siden det er brukt skjønn i de fleste tilfeller, og det er krevende å beskrive utfyllende, kan det allikevel være vanskelig å fullt ut få grep om avveininger eller hva som gjør at det vurderes som forsvarlig i ett tilfelle og ikke i et annet.

Vannforvaltningen skal klassifisere miljøtilstand for vannforekomster og lage vannforvaltningsplaner hvor det settes miljømål som skal nås i planperioden, identifisere aktuelle tiltak for å forbedre eller forhindre forverring av miljøtilstanden, og sørge for overvåkning. Prioritering og gjennomføring av tiltak er imidlertid opp til ulike sektormyndigheter innenfor sine ansvarsområder, og ikke noe som kan bestemmes i vannforvaltningen. For vurdering av miljøtilstand er det klart definerte mål og vurderingskriterier, og det er etablerte overvåkningsprogram knyttet til dette. For å identifisere eksisterende og mulige påvirkninger gis det klar veiledning, og databaser, andre informasjonskilder og metoder for å gjøre dette er tilgjengelig. De største utfordringene er knyttet til å vurdere påvirkninger sine effekter på miljøtilstand. I stedet vises det generelt til sektormyndighetenes egne systemer og vurderingsmetoder, og til bruk av skjønn. Situasjonen er lignende både for å identifisere og vurdere aktuelle tiltak for å opprettholde eller forbedre miljøtilstanden i vannforekomster, og også når det skal vurderes unntak for inngrep/tiltak etter §12 i vannforskriften. Begge deler kan være omfattende oppgaver om de skal gjøres ordentlig. Det er lite veiledning og i liten grad etablerte metoder for å kunne vurdere samfunnsmessig nytte eller kostnader opp mot endret miljøtilstand. Det vises igjen til faglig skjønn.

Når vi ser samlet på kunnskapsgrunnlag og vurderinger som er gjort om miljøpåvirkning på kystområder i akvakulturforvaltning, kystsoneplanlegging og vannforvaltning kommer det fram flere funn. For de forvaltningsregimene og stressorene vi har sett på er det ingen hvor vurderinger gjøres kun basert på standardiserte indikatorer. Det er også få tilfeller hvor det

kun er standard metode for beslutning i forvaltningen knyttet til enkelt-stressorer. Det er altså rom for skjønn for alle stressorer og forvaltningsmyndigheter. Eventuelt kan det ses på som at det må utøves skjønn fordi man ikke har vært i stand til å lage et system med tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag og klare nok kriterier for vurdering og beslutning.

Det er et omfattende kunnskapsgrunnlag som går inn i alle disse forvaltningsregimene. Mest kunnskap, og mest kvantitativ og systematisk innsamlet kunnskap, er det om miljøtilstand og om næringsaktiviteter. Det siste er imidlertid i mindre grad knyttet til stressorer enn til andre variabler. De største og viktigste kunnskapshullene later til å være for sammenhengen mellom menneskelig aktivitet, stressorer og miljøpåvirkning.

Tilsvarende er det begrenset med hjelp i retningslinjer og veiledere om hvordan vurderinger av den sammenhengen skal gjøres. Det er i begrenset grad bruk av standardiserte indikatorer i forvaltningen for å angi tilstand eller påvirkninger, men det kommer flere til hele tiden. Det å gjøre vurderinger av samlede virkninger (multi-stressor og kumulativ påvirkning) er det begrenset med metoder tilgjengelig for, og de som finnes krever i stor grad spesialkompetanse og mye ressurser. Gode metoder for å sammenligne og vurdere miljøeffekter opp mot samfunnseffekter (kostnad og nytte) er heller ikke tilgjengelig, selv om miljøregnskap og rammeverk for å analysere økosystemtjenester er under utvikling. Følgelig er det store behov for å utøve faglig skjønn på sentrale områder i flere av forvaltningsregimene. Det er delvis på grunn av kunnskapsmangel, og delvis fordi det er vanskelig å lage standardiserte vurderingsmetoder som kan håndtere lokal kompleksitet og en usikker framtidig utvikling godt nok. Bruk av lokalkunnskap og faglig skjønn kan riktignok åpne for gode lokale tilpasninger og innovative løsninger, men kan også innebære urimelig forskjellsbehandling mellom områder eller sektorer.

Der det er vanskelig å forutse effekter av nye tiltak eller annen utvikling er en adaptiv tilnærming fornuftig. Det er en rekke forhold som bidrar til adaptiv forvaltning i det vi har studert. Videre er det fortsatt flere hindringer til å få til en riktig økosystembasert forvaltning. Den største utfordringen er kanskje det å vurdere samlet påvirkning, på samme måte som det var pekt på som en sentral utfordring over, samt det å i det hele tatt vurdere sammenhengen mellom aktiviteter, påvirkning og miljøeffekt/-tilstand. Det har også vært pekt på behovet for en mer helhetlig og integrert forvaltning for å få til økosystembasert forvaltning. De tre forvaltningsregimene vi har studert her har mange kontaktpunkter og gjensidig avhengighet i forvaltningen av de stressorene for miljøpåvirkning vi har sett på. Det er et system av «checks and balances», hvor ulike hensyn, demokratisk makt og fagmyndigheter får påvirkning på det endelige resultatet. I tillegg til involvering av myndigheter er det også betydelige muligheter for interessenter til å spille inn og påvirke prosessene, ikke minst med kunnskap. Det er samtidig noen begrensninger for integrering og helhetstenkning. Det gjelder blant annet at ulike sektormyndigheter i stor grad bestemmer over egne tiltak og egen sektor. Av det vi har sett på her er det kanskje mest tydelig for identifisering, vurdering og gjennomføring av tiltak knyttet til vannforvaltningsplaner. Det vil imidlertid være komplekst og administrativt ressurskrevende med mye større grad av integrering på tvers av sektormyndigheter.

3.4 Utforskning av mulighetsrommet for mer presis regulering av miljøpåvirkning

Det blir i mange sammenhenger pekt på mulighetene for en betydelig økning av produksjonen i oppdrett, og en mangedobling av verdiskapningen, frem mot 2050. Økende bekymringer knyttet til både fiskevelferd og miljøpåvirkning har imidlertid ført til reguleringer som har bremsset veksten i produksjonen. Det ligger dermed en åpenbar motsetning i ønsket om vekst og bekymringene for miljøpåvirkningen fra oppdrett.

Hvordan balanseres disse motstridende hensynene i dagens reguleringer? Har vireguleringer som godt nok regulerer miljøpåvirkningene fra næringen? Og har vi reguleringer som er unødige strenge?

En mer lokaltilpasset og presis regulering, samt en mer helhetlig forvaltning av oppdrett og annen virksomhet, stiller store krav til kunnskapen om viktige miljøpåvirkninger. Det kreves kunnskap om påvirkningsmekanismer, det kreves oversikt over forekomst og omfang av ulike miljøpåvirkninger, det kreves kunnskap om opprinnelse der hvor det er flere kilder, og det kreves vitenskapelig baserte og aksepterte mål og grenseverdier for ulike stressorer.

Prosjektet har identifisert flere stressorer som vi mener i større grad kan bør inkluderes i forvaltningen: partikulært organisk avfall på hardbunn, rømt rensefisk, antibegroingsmidler (kobber), lus (godt dekket, men fortsatt ikke godt nok) og avlusningsmidler.

Det finnes potensial for å utnytte bedre den kunnskap som samles inn, både i sertifiseringsprosesser og gjennom løpende drift, av oppdrettsbedrifter og helsepersonell. Sanntidsdata på ulike miljø- og vannkvalitetsparametere i stort omfang har også et potensial for gi bedre forvaltning.

Nye arter møter regulering som i ofte er utformet for laks, noe som kan hemme utviklingen. Vi har sett på reguleringer for torsk, tare (som et eksempel på lavtrofiske arter) og steinbit. Nye arter bør delvis reguleres med eget regelverk, på egne premisser, og som en del av en helhetlig forvaltning, hvor man tilpasser eksisterende regelverk for de ulike artene. For å kunne oppnå en helhetlig forvaltning hvor man tenker både oppdrett, gjensidig nytte mellom ulike arter og forbedring av økosystemer i ubalanse, må forvaltningen ha bredere kunnskap.

Nye oppdrettskonsepter, hvor fisken skjermes for stressorer, og som kan dokumentere mindre påvirkning på økosystemet enn det tradisjonelle (innaskjærs notbaserte), kan potensielt tillate vekst med samme miljømessig effekt. Ny teknologi vil også kunne nyte godt av mer direkte reguleringer på målbare miljøparametre. I områder hvor lus og sykdom i dag er vekstbegrensende, kunne for eksempel lukkede anlegg i sjø tillates, gitt at andre stressorer, som organiske utslipp, er innenfor tålegrensene.

Kunnskapsstatus og de verktøy myndighetene bruker for innsamling, analyse og formidling av data i dag trekker i retning av at forvaltning baseres på virkninger for spesifikke arter og naturtyper snarere enn for økosystemene. For en mer helhetlig og økosystembasert forvaltning vil det være viktig å styrke kunnskapsgrunnlaget og videreutvikle beslutningsstøtteverktøy for forvaltningen, med bedre data om økosystemer og all menneskelig aktivitet som har påvirkning på samme resipient i økosystemet og på hverandre. Det vil imidlertid ikke være tilstrekkelig med ytterligere styrking av (det naturfaglige) kunnskapsgrunnlaget og bedre beslutningsstøtteverktøy, det kreves også godt koordinert forvaltning og god håndtering av sektorbarrierer, politikk og maktforhold for å kunne oppnå målet med helhetlig og økosystembasert forvaltning.

En mer treffsikker helhetlig regulering kan gi rom for vekst uten større miljøpåvirkning, men det krever kunnskap om både helhetlig miljøpåvirkning, men også kunnskap om utfordringene i forvaltningen med sektorbarrierer, politikk og maktforhold.

4 Oppsummering og konklusjoner

Et forbedret FoU-basert kunnskapsgrunnlag om miljøpåvirkning fra akvakultur og sameksisterende næringer kan bidra til bedre forvaltning, som igjen vil bidra til økt forutsigbarhet og mer miljømessig bærekraftige næringer. Prosjektteamet har gjennomført en omfattende gjennomgang av publikasjoner fra forskningsbaserte studier (tusentvis av artikler). Dette materialet har så blitt systematisert og oppsummert ved bruk av den såkalte Quick Scoping Review-metoden. Dette har resultert i en bred oversikt, (leksikon), som kan oppdateres jevnlig ettersom grunnlaget allerede er laget i form av de nå definerte/identifiserte søkestrengene for publikasjonssøk. Noen hovedfunn fra prosjektet er:

- Det finnes en god del FoU-basert kunnskap om miljøeffekter av noen spesifikke miljøpåvirkningsfaktorer som organisk belastning på bløtbunn og avlusningsmidler.
- Ulike mengder kunnskap er tilgjengelig for ulike påvirkningsfaktorer. For noen påvirkningsfaktorer er det kunnskap som kan brukes direkte til å forbedre regelverk/håndtering, mens det for andre påvirkningsfaktorer er lite FoU-basert kunnskap (f.eks. organisk belastning på hardbunn/blandingssubstrat, enkelte antagroemidler, støy).
- Det er noen miljøpåvirkninger som ikke dekkes godt nok i gjeldende miljøregelverk.
- Litteraturstudien viste at det er lite kunnskap om kombinerte effekter av ulike næringer, noe som gjør at det er vanskelig å vurdere kumulative miljøpåvirkninger, noe som igjen begrenser muligheten for økosystembasert forvaltning.
- Økosystembasert marin arealplanlegging og vurdering av samlede miljøeffekter er nødvendig for å fremme bærekraftig forvaltning av marine økosystemer, for å fremme god miljøtilstand i havet og for å møte FNs bærekraftsmål 14 (UN SDG 14), Liv under vann. En metode for kumulative konsekvensvurderinger (CIA), basert på en geospatial indeks som beskriver den relative påvirkningen flere menneskelige påvirkninger har på det marine miljøet, er utviklet som et verktøy for marin arealplanlegging. I en casestudie ble det undersøkt hvordan dette verktøyet fungerte i en norsk sammenheng. Studien viste at det var utfordrende å finne gode grunnlagsdata og at rådata, som er nødvendige for å kunne gjøre grundige vurderinger, ofte ikke var tilgjengelig. Dette begrenser muligheten til å gjennomføre slike kumulative konsekvensutredninger for områder langs norskekysten.
- Det pågår for tiden noen få forskningsprogrammer som fokuserer på kumulative effekter og virkninger i norske havområder, men både litteraturstudien og casestudien viste at det er et stort behov for mer kunnskap og forskning (detaljert beskrivelse av forskningsbehov finnes i avsnitt 4.4).
- Miljøforvaltning av akvakultur kan av noen ses på som en teknisk øvelse, men forvaltning er å veie ulike interesser mot hverandre, noe som innebærer at det er en verdibasert og sosial prosess. Det er derfor grenser for hvor mye miljøforvaltningen av akvakultur bør standardiseres og gjøres til en teknisk øvelse. Det bør være rom for skjønn og lokale tilpasninger.
- Prosjektet har vist at kunnskapsgrunnlaget som brukes i forvaltningen er omfattende, inkludert for vitenskapelig kunnskap. Det pekes allikevel på manglende kunnskap for mange områder og temaer, og det kommer til å være situasjonen også i framtiden. Forvaltningen må derfor ha gode måter å håndtere usikkerheten på.
- For å være troverdig må forvaltningen også vise og på en god måte formidle usikkerheten og de vurderinger som gjøres. At det i en del tilfeller er vanskelig å skjønne hvilke vurderinger som faktisk er gjort svekker ikke bare troverdigheten til beslutningene, men reduserer også mulighetene for kvalitetssikring, læring og mer harmonisert praksis på tvers av forvaltningsorganer.

- Noen typer vurderinger sliter forvaltningen mer med enn andre, og de som utfører faktisk saksbehandling ønsker seg mer støtte og retningslinjer. Det gjelder særlig det å avveie vekst i akvakultur mot miljørisiko/miljøeffekter, og det å vurdere «samlede virkninger».
- Gjennomgangen vår finner flere områder hvor det fortsatt er rom for forbedringer i samspillet mellom forvaltningsregimer og forvaltningsorganer knyttet til miljøforvaltning av akvakultur. Det gjelder akvakultur sektor-forvaltningen og den kommunale kystsonoplanlegging, særlig knyttet til miljøkvalitetskrav, og det gjelder i noe grad kystsoneforvaltningen og vannforvaltningen.
- Prosjektet har identifisert flere stressorer som i større grad bør inkluderes i forvaltningen: partikulært organisk avfall på hardbunn, rømt rensefisk, antibegroingsmidler (kobber), lus (godt dekket, men fortsatt ikke godt nok) og avlusningsmidler
- Det meste av kjent og tilgjengelig kunnskap tas i bruk av forvaltningen, men spesielt for avlusningsmidler og kobber finnes det mer kunnskap som kan tas i bruk
- Det finnes potensial for å utnytte bedre den kunnskap som samles inn av oppdrettsbedriftene
- Egen regulering av nye oppdrettskonsepter, med mindre dokumenterte miljøpåvirkning enn det tradisjonelle (innaskjærs notbaserte), kan legge til rette for mer vekst uten at det totale miljømessige fotavtrykket blir større.
- Mer treffsikker regulering kan gi rom for vekst uten at miljøpåvirkningen nødvendigvis blir større.

5 Litteratur

FN, i det internasjonale havpanelet og havtiår (<https://www.oceandecade.org/decade-news/>).

Forskrift om rammer for vannforvaltningen (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>).

Holsman, K., Samhouri, J., Cook, G., Hazen, E., Olsen, E., Dillars, M., Kasperski, S., Gaichas, S., Kelble, C.R., Fogarty, M., Andrews, K. (2017). An ecosystem-based approach to marine risk assessment. *Ecosystem health and sustainability*, 3:1, doi:10.1002/ehs2.1256

Haarstad, H. og Rusten, G. (red.) 2018. Grønn omstilling: Norske veivalg. Universitetsforlaget. 232 sider.

St.meld. 41 (2016–2017) Climate Strategy for 2030. Norwegian Transformation in European Cooperation. Parliamentary White Paper 41 to the Storting (2016-2017)].

St.meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav. (internasjonal - FN, ocean panel & ocean decade; Norway specific Blått hav, grønn fremtid rapport (Solberg government), Meld St 29 (2020-2021), Sjømat Norge – Sjømat 2030).